

BÖLÜM 4

TOPRAK SERİLERİNİN TANIMLANMASI

BÖLÜM 4. TOPRAK SERİLERİNİN TANIMLANMASI**Dr. Mahmut DİNGİL**

Çukurova Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu CBS Programı

Doç. Dr. Mehmet Eren ÖZTEKİN

Çukurova Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu CBS Programı

Arş. Gör. B. Çağdaş DEMİREL

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana

4.1. Morfolojik özellikler

Toprak tanımlama metodolojisi toprak bilimcileri tarafından geliştirilmiştir. 1902-1904, 1906 ve 1914 yıllarında USDA parça alanlar için küçük bir tanımlama kitapçığı yayınlanmıştır. İlk rehber kitap toprak horizon adlandırması ve tanımlanması için USDA tarafından 1937 yılında yayınlandı (Wallace, H. A., 1937). Daha sonra Dr. Roy Simonson ve arkadaşları tarafından bu bilgiler revize edilmiştir (Soil Survey Staff, 1951; Soil Survey Staff, 1962).

Toprak etüt haritalama çalışmaları sırasında toprak tanımlaması yapılmadan önce toprağa ait bir kayıt tutulması gerekmektedir, bunun için arazide profil tanımlama kartları doldurulmalıdır. Profil tanımlama kartları üzerinde çalışmanın yapıldığı yeri ve özelliklerini belirleyici bir takım sorular yer almaktadır. Şimdi sırayla bunların neler olduğunu ve bunları tanımlarken nelere dikkat etmemiz gerektiğini ve hangi özelliklerine göre kayıt etmemiz gerektiğini inceleyelim.

Çalışmanın Adı

Yürütülen projenin başlığından üretilebileceği gibi, çalışmanın yapıldığı ülke, bölge, şehir ya da harf ve rakamlardan oluşan bir kodlama da tercih edilebilir (ÇÜTEHP; AÜTPN01, vb). Proje adından üretilen ya da anlamlı oluşturulan kısaltma isimler daha çok tercih edilen durumdur (KHGM Projesi; KKTC Projesi; GAP Projesi; Seyhan Havzası Projesi, vb).

Profil Numarası

Çalışmanın yapılacağı alandaki farklı toprak serilerini temsil etmesi için açılması planlanan toplam profil sayısı önceden belirlenir. Profil çukurlarına gitmek için kullanılacak materyal (topografik harita, uydu verisi vs) üzerine işaretlenerek numaralandırılır. Arazi çalışması sırasında ön değerlendirmesi yapılan toprak profilinin tanımlanmasına karar verilirse daha önceden atanan profil numarası ile kayıt edilir ve tanımlama yapılır. Ancak, söz konusu

profilin tanımlanmamasına karar verilirse daha önce atanan profil numarası iptal edilir veya başka bir tanımlama için kullanılır.

Tanımlama Tarihi

Profil tanımlama sırasında o günün tarihi ne ise o tarih yazılır. Örneğin, 5 Ocak 2015 tarihi 05/01/15 olarak kodlanmalıdır.

Yeri

Profil tanımlaması sırasında toprak profilinin bulunduğu yerin belirtilmesi önemlidir. Arazi çalışması sırasında gerekli görüldüğünde etütçülerin gidip profilin tanımlandığı yerde toprak özelliklerini kontrol etmesi gerekebilir, ayrıca etüt sırasında arazide olası bir yer uygulaması sorunu yaşandığında, bu profil çukurlarının bulunduğu yerler kılavuz noktası olarak kullanılabilir. Bir başka deyişle profilin bulunduğu yer topoğrafik haritadan yararlanılarak referans noktası olarak kabul edilir ve aranan yerin konumu ve uzaklığı belirlenebilir. Çalışmanın yapıldığı il, ilçe belirtilir bölgede bilinen en belirgin mevki yazılır (Çukurova Üniversitesi Döner Sermaye İşletmesi Arazisinde, Toprak Bölümü araştırma binasının 50 metre güneyi).

Yükseklik

Tanımlanan toprak profilinin deniz seviyesine olan yüksekliği doğru şekilde belirlenmelidir. Bunun için topoğrafik haritalar üzerindeki eş yükselti eğrilerinden veya GPS olarak bilinen cihazlardan yararlanılabilir.

Arazi Eğimi

Eğim, eğim derecesi, eğim uzunluğu, eğim yönü ve kompleksliği ile tanımlanır.

Eğim derecesi: Arazi yüzeyinin yatayla yaptığı açıdır. İki nokta arasındaki yükseklik farkının iki nokta arasındaki yatay uzaklığa oranının yüzde olarak ifadesidir. Örneğin 100 m yatay uzaklıkta 1 m yükseklik farkı var ise eğim % 1'dir. Çizelge 4.1.1'de eğim derecesine göre eğim sınıflarının karşılıkları verilmiştir.

Eğim uzunluğu: Yüzey akışını ve hızlandırılmış erozyon etkisini belirleyen önemli bir karakteristiktir. Kısa ve Uzun kavramları bazı topraklarda eğim uzunluğunu tanımlamada kullanılabilir.

Eğim yönü: Kuzeyden saat yelkovanı yönünde 0 ile 360 derece arasında derece olarak veya doğu veya kuzey-kuzey batı şeklinde yön olarak tanımlanabilir.

Çizelge 4.1.1. Arazilerin eğim derecelerine göre tanımlanmış eğiş sınıfları ve açıklamaları

Eğim sınıfları	Eğim derecesi	Açıklaması
A	% 0-2	Düz - düze yakın
B	% 2-6	Hafif eğimli
C	% 6-12	Orta eğimli
D	% 12-20	Dik eğimli
E	% 20-35	Çok dik eğimli
F	% 35 <	Sarp

Jeomorfolojik Birim

Tanımlanan toprak profilinin üzerinde bulunduğu ve toprak profilinin gelişiminde etkili olan jeomorfolojik birimin adı belirtilmelidir (Koluviyal etek arazi, volkanik plato, vb).

İklim ve Hava Durumu

Profil tanımlamasının yapıldığı bölgeye ait iklim özellikleri ile tanımlamanın yapıldığı güne ait iklimsel veriler belirtilir (Akdeniz iklimi ve güneşli). Çizelge 4.1.2’de hava koşulları ve karşılık gelen açıklamalar yer almaktadır.

Çizelge 4.1.2. Hava koşullarının kayıt edilmesinde kullanılacak olan ifadeler

Hava Koşulu	
Güneşli/Açık	Yağmurlu
Parçalı bulutlu	Karla karışık yağmur
Kapalı	Karlı

Coğrafi Konum

Kesin olarak nokta veya alan konumunu belirtir. GPS yardımıyla enlem-boylam, derece-dakika-saniye ($46^{\circ}10'19''$ - $46^{\circ}17'05''$), X-Y koordinatları ($X=664234$, $Y=4424312$) ya da istenen bir koordinat sisteminde tespit edilir.

Bitki örtüsü ve Arazi kullanımı

Profil tanımlama sırasında tanımlamanın yapıldığı alanda yetiştirilen ürünün belirlenip tanımlanması önemlidir. Arazi kullanımı, toprak oluşumunun yönü ve oranı üzerinde çok büyük etkiye sahiptir; bu nedenle arazi kullanım kayıtları, toprak verisinin yorumlanabilme değerini büyük oranda artırmaktadır. Tanımlamada öncelikle yetişmekte olan bitkilerin bolluk sırasına göre listelenmesi gerekmektedir. Yetiştirilen tek yıllık kültür bitkilerinin veya yabancı otların kaydedilmesi gerekir. Ağaçlar, çalılar ve diğer bitki türlerinin tek tek not edilip kaydedilmesi önemlidir.

Doğal bitki örtüsü bir toprağın genesisi ile yakından ilişkilidir. Doğal bitki örtüsü veya kültür bitkilerinin gelişimine ilişkin gözlemler toprağın farklı bitki türlerinin yetiştirilmesine ne derece uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca bitki örtüsündeki değişiklik veya bitki örtüsünün yeşil aksamlarındaki gelişme durumları da toprak sınırlarının belirlenmesinde önemli bir kriterdir.

Yüzey Taşlılığı

Profil çukurunun etrafındaki alanda yer alan çakıl, taş, kaya gibi ana materyalden kaynaklanan veya çeşitli yollarla yüzeye dağılmış olan kum iriliğinden daha büyük iskelet maddeleri, toprağın tarımsal amaçlı kullanımı, erozyona duyarlılığı, su depolaması, tarım alet ve makineleri ile işlenmesi ve tohum yatağı hazırlığı açısından önemli karakteristiklerdir. Taşların şekli, büyüklüğü, çapı ve kapladığı alana göre değerlendirme yapılır (Çizelge 4.1.3).

Çizelge 4.1.3. Yüzey taşlılığının, dağılım oranları, büyüklükleri ve çapları

Sınıf	Yüzey kaplama oranı (%)	Büyüklik sınıfı	Çap(cm)
Çok az	0.1-2	İnce çakıl	0.2-0.6
Az	2-5	Orta çakıl	0.6-2.0
Orta	5-15	Kaba çakıl	2-6
Çok	15-40	Taş	6-20
Aşırı	40-80	Kaba Taş	20-60
Baskın	>80	Kaya	60-200

Topoğrafya (rölyef)

Arazi şekli dünya yüzeyinde doğal süreçler sonucu oluşmuş herhangi bir fiziksel özellik ile ilgilidir ve arazi şeklinin belirli bir biçimi vardır. Topoğrafya arazi yüzeyinin konfigürasyonu ile ilgilidir ve dört kategoride tanımlanmaktadır. Bunlar; ana arazi şekli (tüm peyzajın morfolojisi ile ilgili), mevkinin peyzaj içindeki pozisyonu, eğim şekli ve eğim açısıdır.

Drenaj

Doğal drenaj sınıfları, toprağın oluşumunda ve mevcut durumunda su ile doygun veya kısmen doygun koşulların bulunup bulunmadığının ve bu koşulların etkili olduğu sürenin bir ifadesidir. Bu nedenle doğal drenaj sınıfları toprağın bulunduğu iklimin, topoğrafik koşulları, toprak tekstürü, toprak strüktürü gibi su iletkenliği ile ilişkili özelliklerin bir bileşenidir. Yedi farklı drenaj sınıfı tanımlanmış olup gerektiğinde geçiş özelliği gösteren ara sınıflar da ilave edilebilmektedir.

- Sürekli Su Altında Drenaj

Serbest su toprak yüzeyinin üzerine çıkmış durumdadır. Bu su profil içinde sürekli görülmektedir ve toprak yüzeyinde günde 21 saatten fazla pozitif su potansiyeli vardır.

- Çok Zayıf Drenaj

Daha çok yetiştiricilik döneminde suyun toprak yüzeyine çok yakın olduğu drenaj koşulları. Profil içindeki su çok sığdır ve sürekli/kalıcıdır. Toprak içindeki su dış etkiyle boşaltılmadıkça çoğu mezofitik bitki (orta derecede nemli iklimde yaşayan kara bitkileri) yetiştiriciliği yapılamaz. Genellikle toprakta bir depresyon durumu veya buna yakın bir durum mevcuttur. Eğer yağış sürekli veya yüksek miktarda ise topraklar eğimli hale gelebilir.

- Fena Drenaj

Toprağın yetiştiricilik sezonunda periyodik olarak sığ derinliklerde ıslak ya da uzun süre ıslak kaldığı durumlardaki drenaj koşuludur. Su toprak profilinde oldukça yavaş hareket eder. Profil içerisindeki serbest su sığ/çok sığ, yaygın veya sürekli. Su topraktan yapay bir şekilde uzaklaştırılmadıkça çoğu mezofitik bitki yetiştirilemez. Buna rağmen toprak pulluk altı derinliğinde sürekli olarak ıslak değildir. Su seviyesi genel olarak düşük veya çok düşük sature hidrolik iletkenlik sınıfı veya sürekli yağışlı veya bu faktörlerin hepsinin bir kombinasyonu şeklinin bir sonucudur.

- Orta Drenaj

Toprak yetiştiricilik döneminin önemli bir süresi boyunca sığ derinliklere kadar su altında olduğu drenaj durumlarıdır. Profil içerisindeki serbest su genel olarak sığ veya orta derinlikte ve geçici veya sürekli. Yapay bir şekilde drene edilmedikçe mezofitik bitkilerin yetiştiriciliği belirgin şekilde sınırlanır. Toprak genellikle düşük veya çok düşük sature hidrolik iletkenlik sınıfına veya yüksek su seviyesine sahiptir, toprak sürekli yağışlardan dolayı profil içersine su alır veya bu durumlardan bir kaçının kombinasyonu ile etkilenir.

- Yetersiz Drenaj

Yılın belli zamanlarında suyun toprak profilinde bulunmadığı koşullardır. Profil içerisindeki serbest su çoğu zaman orta derecedeki derinliklerde ve geçici veya kalıcı olabilir. Toprak kök bölgesi yetiştiricilik sezonu boyunca kısa bir süre için suyla kaplı kalmaktadır ancak bu suyun yeterince uzun süre toprakta kalması mezofitik ürünleri etkilemektedir. Toprakta genellikle yüzeyden 1 metrede ki mesafede orta derece düşük veya düşük sature hidrolik iletkenlik sınıfı, periyodik olarak yüksek yağış alan veya bu durumlardan her ikisine sahip olan bir durum söz konusudur.

- İyi Drenajlı

Su toprak profilinden hali hazırda uzaklaşmıştır ancak bu durum hızlı bir şekilde olmayacaktır. Profildeki serbest su genellikle derinde veya çok derindedir; yıl içindeki süreleri belirtilmemiştir. Üretim sezonun çoğunda su durumu humid rejimdeki bitki yetiştiriciliğine engel değildir. Topraktaki ıslaklık kök gelişimine üretim döneminin önemli bir kısmı boyunca engel değildir.

- Aşırı Drenajlı

Su toprak profilini çok hızlı bir şekilde terk eder. Toprak profili içerisindeki serbest su çok derindedir veya çok az rastlanır. Topraklar genellikle kaba tekstürlüdür ve yüksek sature hidrolik iletkenliğe sahip veya çok sığdır.

Ana materyal

Tanımlanan toprak profilinin oluşum evrelerini ve karakteristiklerinin anlaşılabilmesi için ana materyal niteliğinin belirtilmesi gerekir. Ana materyal, genellikle toprak profilinin oluşturduğu ya da oluşumunda etkisi olduğu materyaldir. Ana materyal, kökenini ve doğasını da belirterek, mümkün olduğu kadar doğru olarak tanımlanmalıdır. Ülkemizde sıklıkla rastlanan ana materyal nitelikleri; *Aluviyal depozitler, koluviyaller, volkanik birikimler, kumullar, çamur akıntıları, göl depozitleri, kil depozitleridir.*

Erozyonun türü ve derecesi

Alandaki baskın çeşit ve hızlandırılmış erozyon büyüklüğüne göre değerlendirilmesidir. Çeşidi ve derecesine göre değerlendirilir. Çizelge 4.1.4'te erozyon çeşitleri ve nedenleri, Çizelge 4.1.5'te erozyon sınıfları ve bunlara bağlı dereceler belirtilmiştir.

Çizelge 4.1.4. Erozyon türleri

Erozyon türü	Kaynağı
Rüzgâr	Rüzgârın sebep olduğu
Su	Akan suyun hareketlendirmesiyle
	*Yüzeysel Her toprakta oluşan kanalcıkların oluşturmadığı
	*Kanalıcıklar Küçük kanalcıkların oluşturduğu
	*Sel yarıntısı Büyük kanallar
	*Tüneller Toprak altında akan suyun büyüterek oluşturduğu

**Su erozyonu çeşitleri*

Çizelge 4.1.5. Erozyon dereceleri

Sınıfı	Derecesi (%)
Hafif	0-25
Orta	25-75
Şiddetli	75-100
Çok Şiddetli	75 < (A horizonun tamamen taşındığı)

(% değerler orjinalinden olan kaybı ifade eder.)

Taban suyu

Profilde taban suyunun varlığını ifade etmek için tanımlanır. Profil tanımlaması sırasında profilde taban suyu tespit edilmiş ise bunun en düşük ve en yüksek derinlikleri, taban suyu belirtilerinin de açık ve net bir şekilde yazılarak kayıt edilmesi gerekir.

Tuzluluk ve alkalilik

Tuzluluk ve alkaliliğin doğru olarak arazide belirlenmesi özel ekipmanları gerektirmektedir. Buna rağmen arazide yapılan gözlemlerle tahmin edilebilmekte ve daha sonra laboratuvar sonuçları ile karşılaştırılır. Tuzluluğun belirlenmesinde toprağın tarımda kullanılıp kullanılmadığı, yetiştirilen kültür bitkileri ve gelişim durumu yanı sıra yabancı otlar ve doğal olarak yetişen bitkiler önemli kriterlerdir. Çok az tuzlu toprakları tuzsuz topraklardan ayırt etmek arazide mümkün değildir. Az tuzlu toprak üzerinde eğer tuza duyarlı bitkiler yetiştiriliyorsa bu bitkilerin gelişimlerin zayıflığından tahmin edilebilir. Orta tuzlu topraklarda çoğu kültür bitkileri yetişememekte, ancak tuza dayanıklı kültür bitkileri zayıf gelişim gösterebilmektedir. Ayrıca orta tuzlu koşullarda bazı tuzcul bitkiler indikatör olarak tanımlanabilir. Bu indikatör bitkiler sadece tuzlu topraklarda yetişebilir. Çok tuzlu topraklarda kültür bitkileri hemen hemen hiçbir gelişim gösterememekte, buna karşın sadece tuzu seven bitkiler doğal olarak yetişir. Şayet toprak yeterince kuru ise ve özellikle çok tuzlu toprakların yüzeyinde veya profilin derinliklerindeki horizon ve katmanlarda tuz kristalleri çıplak gözle veya büyüteçle yapılacak basit bir inceleme ile tespit edilebilir. Arazide yada profilde bir tuzluluk belirlenmiş ise nedenleri, şiddeti, durumu açık ve net olarak tanımlamaya kayıt edilmelidir.

Etkili Toprak Derinliği

Bazı durumlarda toprak profili içinde bitki köklerinin gelişimine ve geçmesine engel olacak bazı faktörler bulunabilir. Bunlar; çimentolaşmış bir katman, çok yoğun taşlık veya kayalık, sıkışmadan kaynaklanan geçirimsiz masif bir katman, daimi taban suyu seviyesi gibi faktörlerdir. Köklerin gelişimini engelleyen bu tür faktörlerin nedenleri, derinlikleri ve kökenleri tanımlama sırasında kayıt edilmelidir.

Profilde Nem Durumu

Toprak profili tanımlandığında yüzeyden aşağıya doğru şayet bir nemlilik yada yaşlık varsa bunun derinliği ve kaynağı da kayıt edilmelidir.

Taşkın Durumu

Profil çukurunun açıldığı topografya, profilin konumu, çevrede taşkın tehlikesi doğurabilecek her hangi bir nehir ya da taşkına sebep verebilecek başka bir nedenin olup olmadığı gözlemlenerek yorumlanmalı ve taşkın alma riski için var ya da yok şeklinde belirtilmelidir.

Horizonlar ve alt katmanlar

Horizonların morfolojik özellikleri tanımlandıktan sonra anlatım ve karşılaştırmalarda kolaylık sağlamak amacıyla her horizonu isimlendirmek gerekir. Toprakların incelenmesinde, toprak genesisinin ürünü olsun veya olmasın her horizon veya katman ayrı ayrı tanımlanır. Bu tanımlamaların tamamen objektif olması gerekir. Toprak horizonları farklı koşullar altında geniş sınırlar içinde farklılıklar gösterirler. Alüviyal yelpazeler, kum tepeleri veya volkanik materyal ile oldukça yeni jeolojik sediman ve depozitler tanımlanabilir. Depolanan topraklarda değişik materyalleri yansıtan belirgin katmanlar bulunabilir. Genel bir kural olarak zaman ilerledikçe horizonlar arazide daha kolay belirlenmektedir. Toprak profilinde tanımlanan bu farklı katmanlar çeşitli sembollerle belirtilir.

Ana Horizonlar

Büyük harfler O, A, E, B, C ve R ana horizon ve toprak katlarını simgeler. Büyük harfler temel semboller olup diğer karakteristikler tanımlamaları bütünlemek için ilave edilirler. Birçok horizon ve katlara bir tek büyük harf verilirken bazı durumlarda iki harf gerekmektedir (geçiş horizonları gibi; AB, BC vb).

“O” Horizonu veya katmanı: Organik maddenin baskın olduğu bir katmandır. Bazı durumlarda uzun bir zamandan beri su ile doygundur yada daha önceleri su ile doygun iken drene olmuştur, diğer bir kısmı ise su ile doygun durumda değildir. Bir “O” horizonu mineral toprak yüzeyinde olabileceği gibi, eğer gömülü ise yüzeyin altındaki herhangi bir derinlikte de bulunabilir.

A Horizonu: Toprak yüzeyinde veya bir “O” horizonu altında oluşmuş mineral horizonlardır. İyi ayrılmış organik maddenin birikerek mineral fraksiyonlarla iyice karışması ile karakterize edilmekte ve E veya B horizonlarının temel karakteristiklerini göstermemekte veya toprak işleme, mera kültürü veya benzer çeşitteki toprak karıştırma işlemlerinin sonucu ortaya çıkan özellikleri içermektedir.

E Horizonu: Silikat killeri, demir, alüminyum veya bunların farklı kombinasyonlar şeklinde taşınmalarının esas görünüm olduğu mineral horizonlardır. Geriye kum, silt iriliğindeki kuvars veya diğer ayrışmaya dayanıklı mineraller kalmıştır. Bir ön koşul olmamakla beraber, bir E horizonu genellikle, altında bulunan bir B horizonunun renginden daha açıktır. Bir E horizonu aynı zamanda üzerindeki A horizonundan önemli derecede daha

açık renktedir ve genellikle çok az organik madde içeriği ile ayırt edilir. Bir E horizonu genellikle yüzeye yakın, bir “O” veya A horizonunun altında, bir B horizonunun üzerinde yer almaktadır.

B Horizonu: A, E veya “O” horizonu altında oluşmuş, tüm bu horizonların veya orijinal ana kaya yapısının önemli kısmının kaybolduğu ve silikat killeri, demir, alüminyum, humus, karbonatlar, jips veya silikanın tek başına veya değişik beraberliklerle taşınarak biriktiği; karbonatların uzaklaştırıldığı belirtilerinin bulunduğu; seskioksitlerin yerinde miktarının arttığı; demir birikimi olmaksızın alttaki ve üstteki horizonlardan belirgin şekilde daha düşük valü ve daha yüksek kroma veya daha kırmızı yapan seskioksit kaplamaların varlığı; granüler, blok veya prizmatik strüktür oluşumu; veya bunların herhangi birinin baskın olduğu horizondur.

C Horizonu: Ana materyal olarak da isimlendirilen bu katmanlar, toprak yapan işlemlerin çok az etkilediği, sert ana kayalar dışında, O, A, E veya B horizonlarının özelliklerini de içermeyen horizon veya katmanlardır. Genellikle mineral katmanlardır.

R Katmanı: Sert ana kaya olarak tanımlanırlar. Granit, bazalt, kuvarsit ve sertleşmiş kireç taşı veya kumtaşları R sembolü ile gösterilen ana kayalara örnektir. Bir R katının ana kayası nemli iken kürekle kazılamayacak kadar serttir. Ana kayalar bir miktar bitki kökünün geçebileceği yeterli ve küçük çatlaklar içerebilir. Bu tür çatlaklar kil veya diğer materyaller ile kaplanmış veya doldurulmuş olabilir.

Geçiş Horizonları

Başlıca iki çeşit horizon vardır. Birincisi, esas olarak bir ana horizonun özellikleri yanısıra ikinci derecede diğer bir horizonun da özelliklerini içeren geçiş horizonları; AB, EB, BE ve BC gibi. İkincisi, büyük harflerle gösterilen ve içerisinde iki çeşit ana horizonun özelliklerinin kesinlikle ayırd edildiği kısımları içeren horizonlardır; E/B, B/E, B/C gibi. Her iki gösterim biçiminde ilk büyük harf sembolü, horizon içinde en büyük hacmin hangi ana horizona ait olduğunu göstermektedir.

Sayısal ön ekler; litolojik kopuklukları göstermek için kullanılır. Kural olarak, 1 gösterilmez. (A-Bt₁-2Bt₂-2BC...)

Sayısal son ekler; ana horizonların alt bölümlerini ifade etmede kullanılır (A₁-A₂-Bt₁-Bt₂-Bs₁- Bs₂ vb). Ayrımı yapılan tüm numaralar gösterilir (1 dahil).

Alt Katmanlar

Ana horizonların özel çeşitlerini göstermek için küçük harfler takı olarak kullanılır. Kullanılan bu küçük harfler ve anlamları aşağıdaki gibidir.

a: İyi ayrılmış organik materyalin varlığını belirtmek için “O” horizonu sembolü ile kullanılır (Oa).

b: Örtülü genetik horizon. Eğer mineral toprakların örtülü genetik horizonu örtülmeden önce esas özelliklerini kazanmış ise bu sembol kullanılır (Ab, Cb gibi)

c: Konkresyon olan veya olmayan sert nodülleri simgeler.

d: Sıkışmış katman. Kök gelişimini fiziksel olarak sınırlanır. Genellikle sürüm yapılmış yüzey horizonunun (Ap) hemen altındaki horizonu temsil etmek için kullanılır ve Ad ile gösterilir.

e: Orta derecede ayrılmış organik materyalin varlığını belirtmek için “O” horizonu sembolü ile birlikte kullanılır (Oe).

f: Horizon veya katmanın devamlı buz içerdiğini göstermek için donmuş topraklarda kullanılır. Mevsimlik don koşullarını içeren katmanlarda 0 °C den daha soğuk olan ancak buz içermeyen materyaller için kullanılmaz.

g: Kuvvetli gleyleşme. Bu sembol ya indirgenmiş demirin varlığını ve toprak oluşu sırasında demirin ortamdaki uzaklaştırıldığını yada devamlı taban suları ile doygunluğun sonucu indirgenmiş durumda korunduğunu göstermek için kullanılır (Cg gibi).

h: Organik maddenin taşınarak birikiminin (iluviyal) gösterilmesi için B horizon sembolü ile birlikte kullanılır (Bh).

i: Az ayrılmış organik maddenin varlığını göstermek için “O” horizon sembolü ile birlikte kullanılır (Oi).

k: Bu sembol genellikle kalsiyum karbonattan oluşan toprak alkalin karbonatların birikimini göstermek için kullanılır (Bk, Ck gibi).

m: Devamlı veya hemen hemen devamlı çimentolaşma koşullarını göstermek için genellikle bir kalsiyum karbonat birikiminin ardından, çimentolaşmanın gerçekleştiği “k” sembolü ile birlikte, görünen horizon sembolünden sonra kullanılır (Bkm, Ckm gibi).

n: Değişebilir sodyum birikimini göstermek için kullanılır.

o: Seskioksitlerin oluştuğu yerde birikimini göstermek için kullanılır.

p: Yüzey katmanının sürüm, mera aşılması veya diğer kullanımlar ile karıştırıldığını göstermek için kullanılır (Ap).

q: İkincil silikanın birikimini göstermek için kullanılır (Bq, Cq gibi).

r: Ayırılmış veya yumuşak (kürekle kazılabilecek) ana kayanın varlığını göstermek için C horizon sembolü ile birlikte kullanılır (Cr).

s: Seskioksitler ve organik maddenin iluviyal birikimini göstermek için genellikle B horizon sembolü ile birlikte kullanılır (Bs).

ss: Killi toprakların şişme ve büzülme olayları sırasında sürtünme hareketi nedeni ile oluşan kayma yüzeylerinin tanımlamasında kullanılır.

t: Horizontta oluşmuş yada iluviyasyonla horizona hareket ettirilmiş silikat killerinin birikimini göstermek için kullanılır.

u: İnsani üretim maddelerinin varlığını belirtir.

v: Humusça fakir demirce zengin kırmızı materyalin varlığını göstermek için kullanılır.

w: Pek az veya hiç iluviyal materyal birikimi görülmemesine karşın renk veya strüktür veya her ikisinin gelişimini göstermek için B horizon sembolü ile birlikte kullanılır (Bw).

x: Fragipan karakteri. Genetik olarak gelişmiş sıkı, gevrek veya yüksek yoğunluğu göstermek için kullanılır.

y: Jips birikimini göstermek için kullanılır (By, Cy gibi).

z: Jips dışında çok eriyebilir tuzların birikimini göstermek için kullanılır (Soil Survey Staff, 2010).

Bir toprak profilinde ana horizonlar veya katmanlar ile bazı önemli alt ayrımların kullanımları özet halinde Şekil 4.1.1’de verilmiştir. Ayrıca yukarıda tanımlanan ana horizonlara ve alt katmanlara ait açıklamalar ile fotoğraflar, Bölüm 4.2.’de verilmiştir.

Derinlik

Horizonların derinlikleri toprak yüzeyinden ölçülür. Toprak yüzeyi en üstteki bitki/kök gelişimini destekleyen ilk katman olarak düşünülür. Baştaki zemin yüzeyinin mineral bir yüzey olması zorunluluğu yoktur (Şekil 4.1.2).

Toprakların tanımlanmasında horizon veya katmanların sembolleri listelenir ve bunu izleyerek üst ve alttaki sınırlara olan derinliklerin değerleri sırasıyla belirtilir. Bir horizon yada katmanın altındaki sınıra olan derinlik bunların üst sınırlarından alttakine kadar olan derinliği gösterir. Örneğin Şekil 4.1.2’de verilen Bw horizonunun üst sınırı toprak yüzeyinden 20 cm, alt sınırı 35 cm derinliğinde olup, horizonun kalınlığı ise 15 cm dir.

Bazı topraklarda, sınırlara olan derinliklerdeki değişimler, sınır topoğrafyalarının tanımlanmasında kullanılan genel terimleri yetersiz kılacak derecede karmaşık olabilir. Bu durumda; değişimler ayrı ayrı açıklanmalıdır (örneğin; alttaki sınıra olan derinlik esas olarak 30-40 cm, ancak diller 60-80 cm derinliğe kadar uzanmakta).

Her horizon veya katmanın derinlikleri de ayrı ayrı not edilmelidir. Horizon kalınlığı; üst ve alt sınırlar arasındaki doğrudan ölçülen dikey mesafeye karşılıktır.

ANA HORIZON VEYA KATMANLAR	BAZI ÖNEMLİ ALT AYRIMLAR
O-ORGANİK HORIZON (Org. Mad.% 20-30 >)	O_l - Ayrışmamış veya az ayrılmış org.madde O_e - Orta derecede ayrılmış O_a - Çok Ayrılmış
A. MİNERAL HOR. - Ayrılmış Org.Madde birikimi - Daha koyu renk - Toprak İşleme	A_p - Sürülmüş kat A_d - Puluk tabanı A₁, A₂, A₃... Diğer Özellikler yönünden farklı hor. ayrımı
E. MİNERAL HOR. - Yıkama Horizontu (Kil, Fe, Al oksitler, org. mad)	E₁, E₂, E₃... Diğer Özellikler yönünden farklı hor. ayrımı
B. MİNERAL HORIZONU - İlluviyal birikim horizontu (Kil, Org.madde, Fe-Al Oksitler) - Seskioksitlerin yerinde zenginleşmesi - Strüktür oluşumu - Çözünabilir tuzlar ve karbonatların yıkanması - Serbest Fe-Oksit oluşumu	B_h - Org. Madde Birikimi B_s - Seskioksit birikimi B_t - Kil Birikimi B_w - Strüktür oluşumu, yıkama veya Fe-Oksit oluşumu B_o - Seskioksit zenginleşmesi
GEÇİŞ HORIZONU	1- BC 2- B/C CB C/B
C. MİNERAL HORIZON - Ana materyal	C_k - Kireç birikimi C_y - Jips birikimi C_{km} -Kireçle Çimentolaşmış
R. ANA KAYA - Kürekle Kazılamayacak kadar sert	

Şekil 4.1.1. Toprak profil tanımlamasında ana horizonlar veya katmanlar ile bazı önemli alt ayrımların kullanımları

HORIZON	DERİNLİK (cm.)
1 Ap	0-20
2 Bw	20-35
3 Cr	35-50

HORIZON	DERİNLİK (cm.)
1 Oe	0-10
2 A	10-15
3 B	15-33

Şekil 4.1.2. Profil tanımlama kartında mineral ya da organik toprak horizon isimlerinin ve derinliklerinin kayıt edilmesi

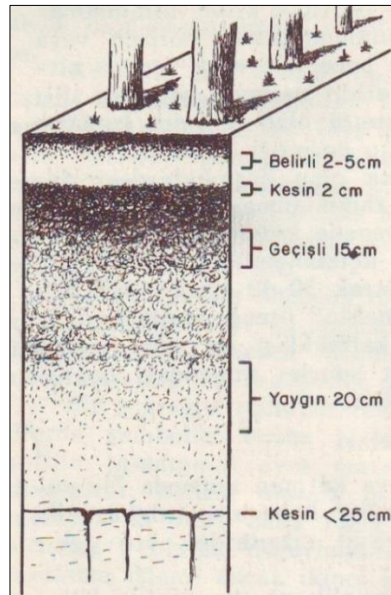
Horizon sınırı

Horizon sınırlarındaki *kesinlik (farklılık)* ve *topoğrafya* kaydedilir. Kesinlik (farklılık), bir horizontan diğerine geçerken dikeydeki mesafedir. Topografya ise horizonlar arasındaki sınırlardaki yataydaki dalgalanmalar ve süreklilik bir başka deyişle, birbirine temas eden horizonlar arasındaki enine kesitin şeklindedir.

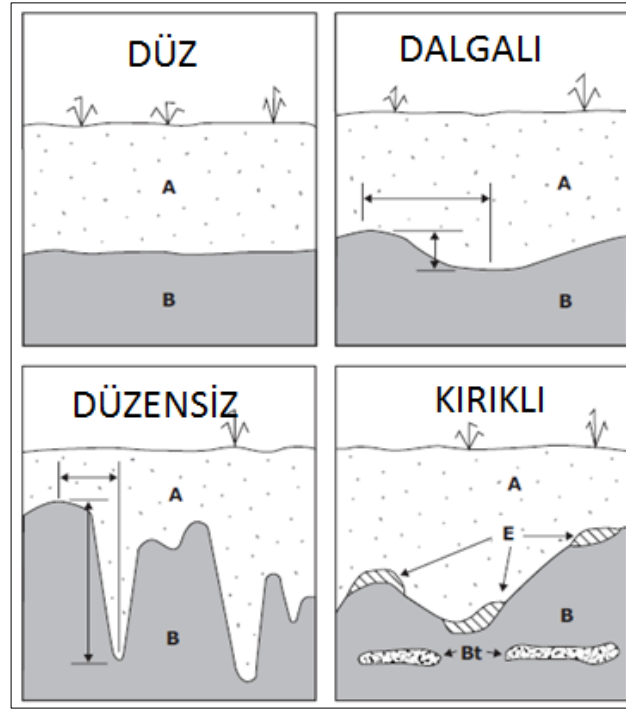
Kesinlik (farklılık); kısmen bitişik katmanlar arasındaki zıtlık derecesine, kısmen de bunlar arasındaki geçit bölgesinin kalınlığına bağlıdır. Kesinlik (farklılık) geçit bölgesi kalınlığının terimleri ile gösterilir (Çizelge 4.1.6). Sınırlardaki horizonlar arasındaki geçiş bölgesi şematik olarak Şekil 4.1.3'de verilmiştir. Horizon sınırlarının topoğrafyası yatay eksen boyunca kesinlik (farklılık) olarak tanımlanan geçiş bölgesinin izlediği yoldur (Şekil 4.1.4.).

Çizelge 4.1.6. Horizon sınırlarının kesinliklerini (farklılıklarını) belirlemek için geçiş bölgesi kalınlıkları ve sınıfları (Dinç vd., 1987)

Kesinlik (farklılık) Sınıfı	Geçiş Bölgesi Kalınlığı
Kesin	< 2 cm
Belirli	2 – 5 cm
Geçişli	5 – 15 cm
Yaygın	≥ 15 cm



Şekil 4.1.3. Toprak horizon sınırlarının kesinlik (farklılık) durumunun şematik görünümü (Dinç vd., 1987)



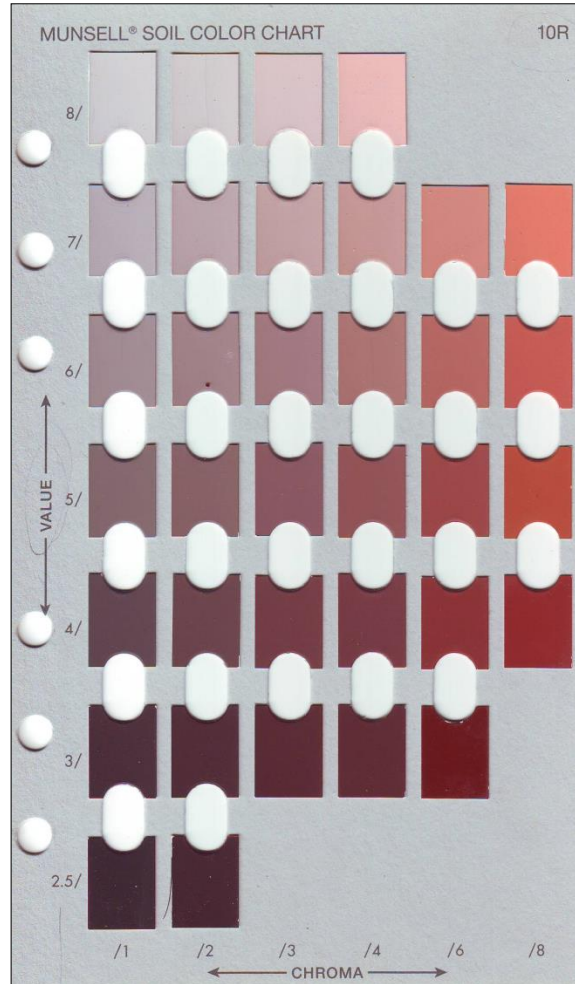
Şekil 4.1.4. Toprak horizon sınırlarının topografyalarına ait şematik görünüşleri

Toprak Rengi

Toprak rengi, toprağın geçmiş ve şimdiki yükseltgenme-indirgenme koşullarını ve kompozisyonunu yansıtmaktadır. Toprak rengi, genellikle humuslaşmış organik madde (koyu), demir oksitler (sarı, kahverengi, turuncu ve kırmızı), manganez oksitler (siyah) ve diğer bileşenlere ait çok ince partiküllerin kaplamaları ile belirlenmektedir. Diğer bir renk belirleyici faktör ise ana kayanın rengidir.

Toprak rengi, renk adı, Munsell renk kodu, nem durumu ve gerektiğinde doğal haliyle veya fiziksel yapısı değiştirilerek rengin değerlendirildiği belirtilir (Kahverengi 10YR 5/3, kuru, ezilmiş ve düzlenmiş). Fiziksel yapısı bozulmadan doğal haliyle toprak rengi, toprak agregat yüzeylerinden yapılır ve bu durumda fiziksel yapının bozulmadığının belirlenmesine gerek yoktur. Kısaca toprak renginin hangi koşullarda ve hangi nem içeriğinde değerlendirildiği belirtilmelidir. Toprak rengi okuması Munsell renk skalası kullanılarak her horizon için kuru ve nemli koşullarda ayrı ayrı kayıt edilmelidir. Bir etüt çalışmasında toprakların renk değerlendirmesinin tek kişi tarafından yapılmasında yarar vardır. Aksi takdirde farklı kişiler aynı toprak agregatlarına ait renkleri çok farklı değerlendirebilir. Sabah erken ya da akşam geç saatlerde yapılan okumalar doğru olmaz. Toprak rengi, Munsell Renk Skalasında bulunan hue, value ve chroma değerleri kullanılarak ifade edilir. Hue, baskın spektral renktir (kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve mor); value rengin açıklık veya koyuluk değerini, chroma ise

rengin saflığını ya da keskinliğini gösterir (Şekil 4.1.5). Toprak rengi, doğrudan güneşli altında ve topraktan alınmış bir toprak parçasının Munsell Renk Skalası'ndaki renkler ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. Mümkün olduğunda toprak rengi eşit koşullar altında değerlendirilmeye çalışılmalıdır.



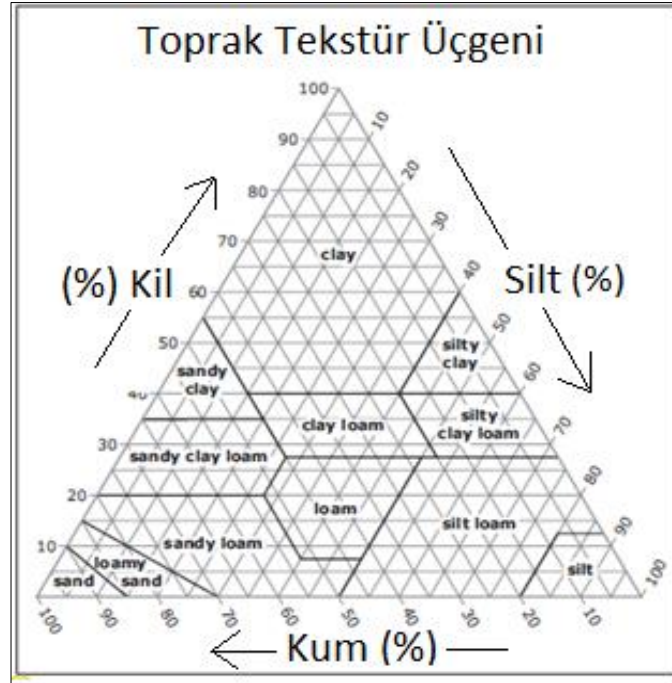
Şekil 4.1.5. Munsell renk skalası

Tekstür

Tekstür temel toprak özelliklerinden birisidir. Toprakta oluşan bir çok önemli fiziksel ve kimyasal olayların derece ve boyutlarını toprak tekstürü yönlendirmektedir. Bu nedenle arazide yapılan doğru bir tekstür tahmini bile toprağın su tutma kapasitesi, katyon değişim kapasitesi gibi özelliklerin yaklaşık olarak tahmin edilebilmesi için yeterlidir. Yine de laboratuvar sonuçları olmaksızın toprak tekstürü hakkında net bilgi vermek doğru olmaz.

Toprak tekstürü, 2 mm'den küçük kum, silt ve kil parçacıklarının birbirine olan oranları olarak ifade edilir. Buna göre Kum + Silt + Kil = 100 olduğuna göre sadece kil ve kum

yüzdelerinin belirlenmesi toprakların net tekstürünü belirlemek için yeterlidir. Analiz sonuçları laboratuvarında belirlendikten sonra kum, sil ve kil yüzdeleri “tekstür üçgeni” kullanılarak sınıflanır (Şekil 4.1.6).



Şekil 4.1.6. Toprak tekstür üçgeni (FAO-UNESCO, 1990)

Arazide profil tanımlaması sırasında toprak tekstürü, tarla kapasitesine yakın nem içeren toprak örneklerinin, baş ve işaret parmakları arasında bıraktığı duyguya ve aldığı şekle göre saptanır. Toprak tekstür sınıflarının arazide elle tahminine ilişkin açıklamalar Çizelge 4.1.7’de verilmiştir. Tekstür tanımlamasında “ağır”, “orta” ve “hafif” terimleri uzun yıllar kullanılmıştır. Bu terimleri içeren tekstür sınıfları Çizelge 4.1.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.7. Toprak tekstür sınıflarının arazide elle yapılan tekstür tahminine ilişkin açıklamalar.

Tekstür fraksiyonu	Parmaklar arasında verdiği his ve davranışları
Kum (S)	Fazla nemlendirildiğinde taneli ve pürüzlüdür. Zımpara hissi verir.
Silt (Si)	Mineral taneler içinde en zor tanımlanabilendir. Ancak silt içeren örnekler kilin tersine parmaklara yapışmayıp sıvanırlar ve elde ıslanan un duygusu verir.
Kil (C)	Plastik ve yapışkan bulunmakla birlikte parmaklar arasında şerit veya iplik şeklini alabilir. Örnekler parmaklar arasında oldukça parlaktır.

Çizelge 4.1.8. Hafif, orta ve ağır tekstürlü toprakların sınıflandırılmaları ve sembolleri

Genel sınıflar	İkincil sınıflar	Tekstür fraksiyonu	Tekstür sınıf sembolü
Kumlu topraklar (hafif)	Kaba tekstürlü	Kum	S
		Tınlı kum	LS
	Orta kaba tekstürlü	Kumlu tın	SL
		İnce kumlu tın	FSL
Tınlı topraklar (orta)	Orta tekstürlü	Çok ince kumlu tın	VFSL
		Tın	L
		Siltli tın	SiL
	Orta ince tekstürlü	Silt	Si
		Killi tın	CL
		Kumlu killi tın	SCL
Killi topraklar (ağır)	İnce tekstürlü	Siltli killi tın	SiCL
		Kumlu kil	SC
		Siltli kil	SiC
		Kil	C

Toprak Strüktürü

Toprak strüktürü, toprak partiküllerinin pedojenik süreçler sonucu ortaya çıkan belirli toprak birimleri (agregatlar ya da pedler) halinde doğal organizasyonu anlamına gelmektedir. Agregatlar birbirinden gözenekler ya da boşluklarla ayrılmaktadır. Strüktürün, toprak kuru ya da hafif nemli iken tanımlanması tercih edilmektedir. Nemli ya da yağ koşullarda strüktür tanımlama işleminin yapılmayıp, agregatlar kurduktan sonra yapılması önerilir. Toprak strüktürü; agregatların *dayanıklılığı*, *büyüklüğü* ve *tipi* dikkate alınarak tanımlanır. Arazide de profil tanımlaması sırasında yapılan elle kontrollerde toprak strüktürlerinin bu özellikleri (*dayanıklılıkları*, *büyüklikleri* ve *tipleri*) kayıt edilir (Çizelge 4.1.9, Çizelge 4.1.10 ve Çizelge 4.1.11). Çizelge 4.1.11’de strüktür tipleri ve açıklamaları verilen agregatların, tipleri de Şekil 4.1.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.9. Toprak agregatlarının dayanıklılık sınıfları ve açıklamaları

Dayanıklılık	Açıklamaları
Strüktürsüz	Bulunduğu yerde veya elde bakılan örneklerde hiçbir ayrık birim gözlemlenmiyor
Zayıf	Örneğin profilde bulunduğu yerde veya eldeki örnekte kolay gözlemlenemeyen ayrık birimlerin oluşumu vardır.
Orta	Profil de bulunduğu yerde veya el numunesinde strüktür birimleri gözlemlenebilen oluşumlardır.
Kuvvetli	Strüktürel üniteler bulunduğu yerde (bozulmamış topraklarda) ayrıktır ve bozulmuş örnekleri de çok açık bir şekilde belirgindir.

Çizelge 4.1.10. Toprak agregatlarının büyüklük sınıfları ve değer aralıkları

Strüktürel ünitenin büyüklüğü ¹ (mm)			
Büyüklik Sınıfı	Granüler, Levhamsı ² , (Kalınlık)	Kolumnar, Prizmatik, Kama ³ (Çap)	Köşeli/yarı köşeli blok, Merceksi (Çap)
Çok ince	<1	<10	<5
İnce	1-2	10-20	5-10
Orta	2-5	20-50	10-20
Kaba	5-10	50-100	20-50
Çok kaba	≥10	100-500	≥50
Aşırı kaba	-	≥ 500	-

¹ *Büyüklik sınıfları her zaman en küçük boyutlardaki strüktürel üniteye göre adlandırılırlar.*

² *Sadece levhasal strüktür için büyüklük sınıfı isimlendirmelerinde zayıf yerine ince, kalın yerine de kaba kullanılır.*

³ *Kama strüktürü genellikle Vertisollerle ilişkilidir (bir gereklilik olduğu için) veya yüksek miktarda smektit kili içeren topraklarla ilgilidir.*

Çizelge 4.1.11. Toprak agregatlarının tipleri ve açıklamaları

Tip	Açıklamaları
Granüler	Eğri veya çok düzensiz yüzü olan küçük polyhedrals.
Köşeli Blok	Çok yüzlü sivri açılarla kesişen yüzü olan
Yarı Köşeli Blok	Çok yüzlü köşeleri yarı yuvarlanmış ve düzlemsel yüzeyleri eksik olan keskin açılı.
Merceksi Strüktür	Merkezi kalın ve konik kenarları doğru olarak örtüşen, lens şeklinde pedlerdir. Genellikle toprak yüzeyine paralel; Aktif ya da genetiğinde bulunan buzul çevresi don işlemlerinden etkilenerek oluşur. Çoğu toprakta ortadan yükseğe doğru su tutma kapasitesi bulunan nemli topraklarda bulunur.
Levha Strüktür	Düz ve levhamsı üniteler
Kama Strüktür	Eliptik, birbirine geçmiş lenslerin dar açılarla sonlanan kil kayma yüzeyleri tarafından sınırlanan tipteki strüktürlerdir. vertic materyal sınırlayıcı değildir.
Prizmatik Strüktür	Üstleri düz, dikey uzamış birimlerdir.
Kolumnar Strüktür	Üstleri yuvarlaklaşmış dikey uzantılı birimlerdir, genellikle beyazlaşmışlardır.
Strüktürsüz	
Teksel Strüktür	Strüktürel ünite değildir, taneler arasında tam olarak bağdaşma sağlanamamıştır, gevşek kum.



Şekil 4.1.7. Profil içinde tanımlanabilecek toprak strüktür tipleri

Kıvam

Kıvam, toprak kitlesindeki kohezyon ya da adezyon kuvvet derecesini göstermektedir. Ufalana bilirlilik, plastiklik, yapışkanlık ve basınca dayanıklılık gibi toprak özelliklerini içermektedir. Büyük oranda toprakta bulunan kil miktarına ve tipine, organik madde ve nem içeriğine bağlıdır.

Toprak kuru, nemli ve yaş (yapışkanlık ve plastiklik) durumdayken kıvam kayıtları tutulmalıdır. Rutin tanımlamalar için profilin doğal nem koşulları altındaki toprak kıvamı tarif edilebilir. Toprağın kuru olduğu durumlarda toprak örneğine su eklenerek nemli ya da yaş kıvam her zaman tanımlanabilir.

Kuru Kıvam

Kuru kıvam, bir toprak kitlesini başparmak ile işaret parmağı arasında ya da elde ufalayarak belirlenir. Kuru kıvama ait semboller, tanımları ve açıklamaları Çizelge 4.1.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.12. Toprak kitlesinin kuru kıvam durumuna ait semboller, tanımlar ve açıklamaları

Sembol	Tanımı	Açıklama
<i>G</i>	Gevşek	Yapışık değil.
<i>Y</i>	Yumuşak	Toprak kitlesi çok zayıf, yapışık ve kırılıgandır; çok hafif basınç altında toz olmakta ya da tanelerine ayrılmaktadır.
<i>HS</i>	Hafif sert	Basınca hafifçe dayanıklıdır; başparmak ile işaret parmağı arasında kolayca parçalanır.
<i>S</i>	Sert	Basınca kısmen dayanıklıdır; elle kırılabilir; başparmak ile işaret parmağı arasında kırılmaz.
<i>ÇS</i>	Çok sert	Basınca çok dayanıklıdır; elle ancak zorlukla kırılabilir.
<i>AS</i>	Aşırı sert	Basınca aşırı derecede dayanıklıdır; elle kırılmaz.

Nemli Kıvam

Nemli kıvam, nemli ya da hafifçe nemli toprak materyalini ezmeye çalışarak belirlenir. Toprak kitlesinin nemli kıvamına ait sembolleri, tanımları ve açıklamaları Çizelge 4.1.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.13. Toprak kitlesinin nemli kıvam durumuna ait semboller, tanımlar ve açıklamaları

Sembol	Tanımı	Açıklama
<i>G</i>	Gevşek	Yapışık değil.
<i>KU</i>	Kolay ufalanabilir	Toprak materyali çok hafif basınç altında dağılmakta, ancak birlikte bastırıldığında birbirine yapışmaktadır.
<i>U</i>	Ufalanabilir	Toprak materyali başparmak ile işaret parmağı arasında uygulanan hafif ile orta dereceli basınç altında kolayca dağılmakta ve birlikte bastırıldığında birbirine yapışmaktadır.
<i>S</i>	Sıkı	Toprak materyali başparmak ile işaret parmağı arasında orta dereceli basınç altında dağılmaktadır, ancak direnç belirgin bir şekilde fark edilmektedir.
<i>ÇK</i>	Çok sıkı	Toprak materyali kuvvetli basınç altında dağılmaktadır; başparmak ile işaret parmağı arasında çok az ezilebilmektedir.
<i>AS</i>	Aşırı sıkı	Toprak materyali ancak çok kuvvetli basınç altında dağılmaktadır; başparmak ile işaret parmağı arasında ezilememektedir.

Yaş Kıvam

Toprak yapışkanlığı toprak strüktürünün ne dereceye kadar bozulduğuna ve mevcut suyun miktarına bağlıdır. Yapışkanlık, strüktürün tamamen bozulduğu ve maksimum yapışkanlığını gösterebileceği kadar çok su içeren bir toprak örneğinde standart koşullar altında belirlenmelidir. Bu şekilde, maksimum yapışkanlık belirlenebilecek ve çeşitli topraklar arasında yapışkanlık derecesi karşılaştırmaları yapmak mümkün olacaktır (Soil Survey Division Staff, 1993). Aynı prensip toprak plastikliği (şekil verilebilirliği) için de geçerlidir.

Yapışkanlık, toprak materyalinin diğer nesnelere tutunma derecesidir ve başparmak ile işaret parmağı arasında bastırıldığında toprak materyalinin tutunma durumuna göre belirlenir. Toprak kitlesinin yapışkanlığına ait semboller, tanımlar ve açıklamaları Çizelge 4.1.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.14. Toprak kitlesinin yaş kıvam durumuna ait semboller, tanımlar ve açıklamaları

Sembol	Tanımı	Açıklama
<i>YD</i>	Yapışkan değil	Basınç ortadan kalktığında başparmağa ya da işaret parmağına hiç toprak yapışmaz.
<i>HY</i>	Hafif yapışkan	Basınç uygulandıktan sonra toprak hem başparmağa hem işaret parmağına yapışır ancak kolayca temizlenir. Parmaklar ayrıldığında toprak gözle görülür bir şekilde uzamaz.
<i>Y</i>	Yapışkan	Basınç uygulandıktan sonra toprak materyali hem başparmağa hem de işaret parmağına yapışır ve parmaklar ayrıldığında herhangi bir parmaktan tamamen ayrılmaz, biraz uzama eğilimi gösterir.
<i>ÇY</i>	Çok yapışkan	Basınç uygulandıktan sonra toprak materyali hem başparmağa hem işaret parmağına kuvvetli bir şekilde tutunur ve parmaklar ayrıldığında kararlı bir şekilde uzar.

Plastiklik

Plastiklik, uygulanan bir baskı altında toprak materyalinin sürekli olarak şekil değiştirebilmesi ve baskı ortadan kalktığında sıkıştırılmış şeklini koruyabilmesidir. Toprağın, çapı 3 mm olan bir tel oluşturana kadar elde yuvarlanması ile belirlenir. Toprak materyalinin plastikliğine ait semboller, tanımlar ve açıklamaları Çizelge 4.1.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.15. Toprak kitlesinin plastiklik durumuna ait semboller, tanımlar ve açıklamaları

Sembol	Tanımı	Açıklama
<i>PD</i>	Plastik değil	Herhangi bir tel yapmak mümkün değildir.
<i>HP</i>	Hafif plastik	Tel oluşturulabilmektedir ancak halka yapmaya çalışıldığında hemen kırılmaktadır; toprak materyali hafif bir kuvvetle deforme olmaktadır.
<i>P</i>	Plastik	Tel oluşturulabilmektedir ancak halka oluşturulduğunda kırılmaktadır; toprak kitlesinin şekil değiştirmesi için hafif ya da orta şiddette kuvvet gerekmektedir.
<i>ÇP</i>	Çok plastik	Tel oluşturulabilmekte ve halka yapılabilir; toprak kitlesinin şekil değiştirmesi için kısmen şiddetli - çok şiddetli arası kuvvet gerekmektedir.

Kireç (CaCO₃)

Topraktaki karbonatlar ya ana materyalin artıklarıdır ya da neo-formasyon sonucu oluşmuştur (ikincil karbonatlar). İkincil karbonatlar genelde yumuşak toz halinde, pedler üzerinde kaplamalar şeklinde, taşlaşmalar şeklinde, yüzey ya da yüzey altı kabukları veya sert yığınlar olarak yoğunlaşmaktadır. Toprak profilinde kalsiyum karbonatın, kirecin, (CaCO₃) varlığı toprağa %10 seyreltik HCl damlatılarak belirlenir. Tepkime sonucu açığa çıkan karbondioksit gazının köpürgenlik derecesi toprakta bulunan kalsiyum karbonat miktarının bir göstergesidir. Pek çok toprak için profilde birincil ve ikincil karbonatları ayırmak zordur. Toprak ortamındaki karbonatların reaksiyonu için sınıflar Çizelge 4.1.16'daki gibi tanımlanmaktadır.

Çizelge 4.1.16. Toprak profilinde bulunan kirecin (kalsiyum karbonat) sınıflandırılması

% CaCO ₃	İfadesi	%10 HCl uygulamasından sonraki köpürgenlik
0	Kireçsiz	Görünen ya da duyulabilen bir köpürgenlik yok.
0-2	Az kireçli	Duyulabilir ancak görülemeyen köpürgenlik var.
2-10	Kireçli	Görünebilen köpürgenlik.
10-25	Çok kireçli	Kuvvetli görünebilen köpürgenlik. Kabarcıklar ince bir köpük oluşturur.
25<	Aşırı kireçli	Aşırı kuvvetli reaksiyon. Kalın bir köpük hızlıca oluşur.

Taşlılık ve kayalılık

Taşlılık

Toprak yüzeyinde bulunan çakıl, taş, kaya gibi ana materyalden kaynaklanan veya çeşitli yollarla yüzeye dağılmış olan kum iriliğinden büyük iskelet maddeleri, toprağın tarımsal kullanımı, erozyona duyarlılığı, su depolaması, tarım alet ve makineleriyle işlenmesi ve tohum yatağı hazırlığı açısından önemli karakteristiklerdir. Yüzeyde bulunan iriliğinden daha büyük ana kayadan tamamen ayrı olan iskelet maddeleri, bolluk ve büyüklükleri belirtilerek tanımlanır. Yüzeye kadar çıkmış ana kaya iskelet maddelerinden ayrı olarak

incelenmeli ve tanımlanmalıdır. Mümkünse iskelet maddelerinin şekli (yassı, yuvarlak, köşeli, yarı köşeli vb) ve kökenleri ayrıca belirtilmelidir. İskelet maddelerinin bolluk ve büyüklük tanımlamalarında kullanılacak standart tanımlamalar Çizelge 4.1.17’de verilmiştir. Bu değerler hem yüzey hemde yüzey altı taşlık ve kayalık tanımlamalarında kullanılabilir.

Kayalılık

Erozyon, toprak sağlığı veya litolojik yapı nedeniyle yüzeye kadar çıkmış ana kayanın varlığı horizon sınırlarının sürekliliği ve kesikliği ile toprakların kullanım ve yönetimi açısından önemli bir özelliktir. Ana kayanın yüzeye çıktığı arazilerin bazı özel durumları dışında ıslah edilerek normal bir tarım arazisine dönüştürülmesi mümkün değildir.

Yüzeye çıkmış ana kaya, yüzeyi kaplama oranı (%), her birinin büyüklüğü, aralarındaki uzaklık ve ana kayanın sertliği gibi karakteristikler dikkate alınarak tanımlanır. Yüzeye çıkmış ana kayanın tanımında kullanılacak standartlar Çizelge 4.1.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.17. İskelet maddelerinin bolluk ve büyüklük tanımlamalarında kullanılacak standart tanımlamalar

Bolluk sınıfı	Yüzeyi kaplama oranı (%)	Büyüklük sınıfı	Çap (cm)
Çok az	0,1-2	İnce çakıl	0,2-0,6
Az	2-5	Orta çakıl	0,6-2
Orta	5-15	Kaba çakıl	2-6
Çok	15-40	Taş	6-20
Aşırı	40-80	Kaba taş	20-60
Baskın	80<	Kaya	60-200

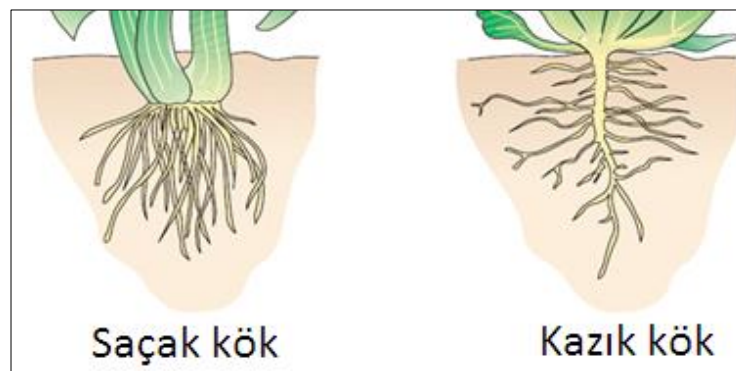
Çizelge 4.1.18. İskelet maddelerinin bolluk ve büyüklük tanımlamalarında kullanılacak standart tanımlamalar

Bolluk sınıfı	Yüzeyi kaplama oranı (%)	Dağılım sınıfı	Aralarındaki uzaklık (m)
Çok az	0,1-2	Çok seyrek	50>
Az	2-5	Seyrek	20-50
Orta	5-15	Orta yoğun	5-20
Çok	15-40	Yoğun	2-5
Aşırı	40-80	Çok yoğun	2<
Baskın	80<	Aşırı yoğun	2<

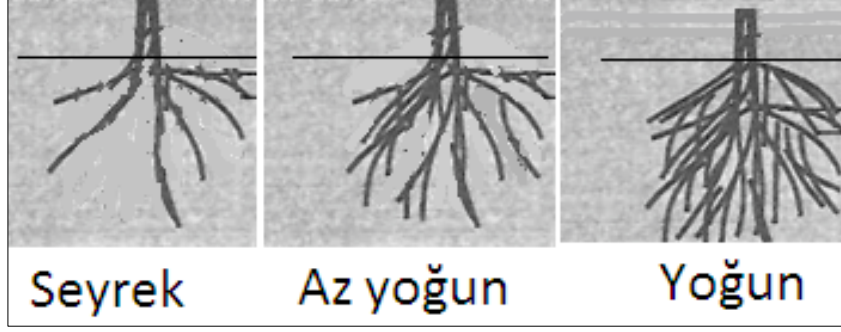
Kök dağılımı

Profildeki köklerin dağılımını belirlemek için köklerin cinsini (saçak ya da kazık kök, Şekil 4.1.8) ve bolluğunu kaydetmek gerekir. Belirli durumlarda, kök yöneliminde ani değişiklik gibi ek bilgiler not alınabilir.

Köklerin dağılımı, ancak aynı boyut sınıfı içinde karşılaştırılabilir. Saçak ve kazık köklerin varlığı birim alana düşen kök miktarı dikkate alınır ve tahminde bulunularak kayıt edilir. Şekil 4.1.9'da horizonlardaki olası kök dağılımları temsili olarak verilmiştir. Her bir horizontdaki kök durumu; önce yoğunluğu (seyrek, az yoğun, yoğun) sonra kökün tipi (saçak, kazık kök) verilecek şekilde tanımlanır.



Şekil 4.1.8. Profil içinde kazık ve saçak kökler



Şekil 4.1.9. Profil içinde köklerin yaygınlıklarının tanımlanması

Profilde Özel Görünümler

Bu bölümde arazi çalışması sırasında tanımlanmamış, kayıt altına alınmamış ve toprak oluşumunda etkisi bulunan görünümler (kayma yüzeyleri, çatlaklar, kireç cepleri, kireç miselleri), şekilleri, çapları, uzunlukları da belirtilerek kayıt edilmelidir. Toprak altında bulunan geçmişteki ya da mevcut olan canlı faaliyetleri (biyolojik aktivite; solucan, karınca, benzeri hayvanların yuva ve izleri, fosiller, deniz kabukları), insan aktivitesini işaret eden bulgular (kırık seramik parçaları vb), horizon içinde tanımlanmış oluşumların çap, yoğunluk ve dereceleri de açıkça belirtilmelidir (örneğin; yoğun biyolojik aktivite; 0,5 mm çapında az yoğun kireç cepleri; belirgin kayma yüzeyleri).

Profil Tanımlama Kartı

Yukarıda ki bölümlerde açıklanan ve profil tanımlaması sırasında belirlenen toprak ve arazi karakteristiklerinin tümü bir profil tanımlama kartına yazılmalıdır (Şekil 4.1.10 a, b). Profil tanımlama kartını doldururken mutlaka kurşun kalem kullanılmalıdır. Yanlış kayıt edilen herhangi bir veri silinerek yeniden doğrusunun yazılması suretiyle düzeltilebilir. Ayrıca arazi koşullarında profil tanımlama kartları toz ve nem ile temas edebilir. Bu olumsuz koşullar tükenmez kalem kullanımını kısıtlamaktadır. Tükenmez kalemle yazılmış veriler profil tanımlama kartının olası bir nemlenmesi veya ıslanması durumunda silinecektir. Ancak kurşun kalem için böyle bir şey söz konusu değildir. Bir diğer önemli konu ise; profil tanımlaması yapılırken arazide zaman çok önemli bir faktördür ve en uygun şekilde değerlendirilmelidir. Zamanı elverişli kullanmak amacıyla, bilgilerin kayıt edileceği profil tanımlama kartının standart bir şekilde kodlanmış olması avantaj sağlayacaktır. Böylece kullanıcı bilgileri karta sadece işaretleme yaparak kayıt edebilir.

PROFİL TANIMLAMA KARTI									
Çalışmanın adı:.....			Profil no:.....		İklim:.....		Tarih:...../...../201..		
Toprak serisi:.....			Coğrafi konum:.....						
Doğal bitki örtüsü veya arazi kullanımı			Yeri:.....				Yükseklik:.....m.		
<input type="checkbox"/> kuru <input type="checkbox"/> sulu <input type="checkbox"/> bahçe <input type="checkbox"/> bağ <input type="checkbox"/> diğer:.....			Ana materyal niteliği:			Jeomorfolojik birim:.....			
Drenaj sınıfı:			<input type="checkbox"/> aluv.depo <input type="checkbox"/> eski göl tabanı <input type="checkbox"/> aluv.yelpaze <input type="checkbox"/> marn <input type="checkbox"/> koluviyal <input type="checkbox"/> kumlu marn <input type="checkbox"/> fena <input type="checkbox"/> çok fena <input type="checkbox"/> çamur akıntısı <input type="checkbox"/> killi marn <input type="checkbox"/> genç nehir terası <input type="checkbox"/> bazalt <input type="checkbox"/> yaşlı nehir terası <input type="checkbox"/> çukur kil dep.			Çevreye göre topoğrafik konum:.....			
Yüzey drenajı:			Eğim yönü			Yüzey topoğrafyası (rölyef):			
Eğim (%) <input type="checkbox"/> 0-2 <input type="checkbox"/> 2-6 <input type="checkbox"/> 6-12 <input type="checkbox"/> 12-20			Eğim yönü			<input type="checkbox"/> düz <input type="checkbox"/> h.dalgalı <input type="checkbox"/> dalgalı <input type="checkbox"/> çok dalgalı <input type="checkbox"/> ondüzlü <input type="checkbox"/> diğer:.....			
<input type="checkbox"/> diğer:.....			Taban suyu:en yüksek.....cm. en düşük.....cm.			Profilde nem durumu ve belirtileri:.....			
Erozyon türü ve derecesi:			Taban suyu belirtileri:.....			Taşkın alma olasılığı <input type="checkbox"/> var <input type="checkbox"/> yok			
<input type="checkbox"/> rüzgar erozyonu <input type="checkbox"/> hafif <input type="checkbox"/> su erozyonu <input type="checkbox"/> orta <input type="checkbox"/> şiddetli <input type="checkbox"/> ç.şiddetli			Tuzluluk ve alkalilik:			Yüzey horizonları:.....			
			az tuzlu <input type="checkbox"/> orta tuzlu <input type="checkbox"/> çok tuzlu						
Yüzey taşılılığı			Kök gel.ev.top.de.....cm.			Yüzey altı horizonları:.....			
şekil büyüklüğü çap(cm) kap.al.%			Kök gel.eng.fak.tü ve derinliği:.....						
<input type="checkbox"/> y.köşeli <input type="checkbox"/> çakıl 0,2-6 0-2 <input type="checkbox"/> köşeli <input type="checkbox"/> taş 6-60 2-5 <input type="checkbox"/> yuvarlak <input type="checkbox"/> kaya 60-200 5-15 15-40 40-80 >80			Sınıflama:.....			Diğer ayırıcı karakteristikler:.....			
Düşünceler:.....									
*uygun özelliğin kutucuğunu x veya () şeklinde işaretleyin *kartı kurşun kalemle doldurunuz							*Bu kart Arş.Gör. Mahmut DİNGİL tarafından yeniden düzenlenmiştir		

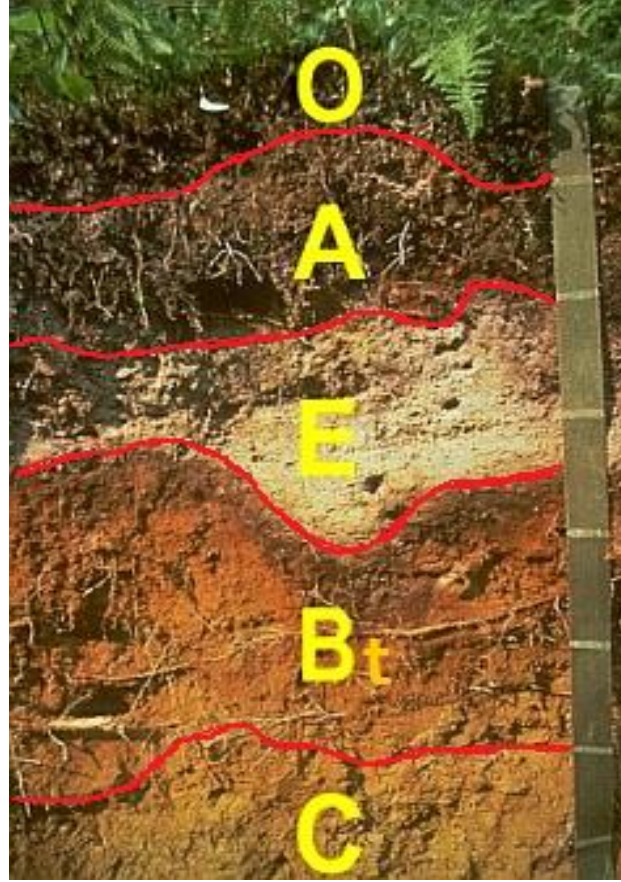
a

HORİZON	DERİNLİK (cm.)	SINIR*	RENK	TEKSTÜR*	STRÜKTÜR	KIVAM	KİREÇ*	TAŞLILIK*	KÖK	DAĞ.*	ÖZEL GÖRÜNÜMLER
1		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
2		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
3		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
4		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
5		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
6		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
7		kesin belirli geçişli yağın	düz dalgalı düzensiz kırıklı	kuru nemli	S-LS-SL-L SiL-Si-CL SiCL-SiC-C	day: büy: tip:	k: n: y: kireçsiz az kireçli kireçli çok kireçli	taşsız az taşlı taşlı çok taşlı	seyrek az yoğun yoğun	saçak kazık	
* uygun özelliği X O veya tik () şeklinde işaretleyiniz.											

b

Şekil 4.1.10. Profil tanımlama kartı (a; kartın ön yüzü, b; kartın arka yüzü)

4.1.1. Ana Horizonlara ve Alt Katmanlara Örnek Profiller



O yüzey horizonu; Organik maddenin (bitki artıklarının) biriktiği horizondur. Bir organik katman hemen altındaki A horizonundan içerdiği yüksek organik madde içeriğinden dolayı daha koyu renge sahiptir.

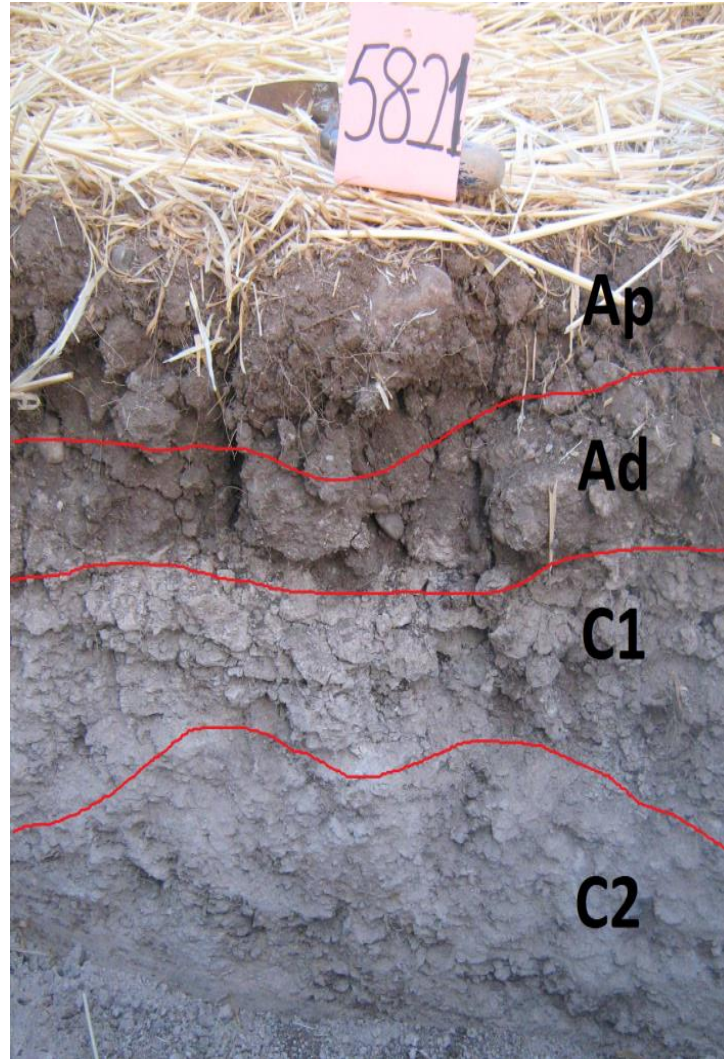
A horizonu; Bir yüzey horizonudur. Kısmen organik madde içeriği diğer yüzey altı horizonlara kıyasla daha yüksektir. Biyolojik aktivitenin ve bitki köklerinin yoğun olduğu mineral bir horizondur.

E horizonu; Bir yüzey altı horizonudur ve hemen bir A yüzey horizonunun altında oluşur. Silikat killeri, demir ve alüminyumun taşınmasından dolayı beyaza yakın gri renkte bir mineral horizondur.

B horizon; toprakta strüktür gelişiminin ya da farklı renk oluşumunun görüldüğü yüzey altı horizonudur. “t” hemen üstteki E horizonundan yıkanan ve B horizonunda biriken silika killeri, demir ve alüminyumun varlığını belirtir.

C horizonu; Ana materyal niteliğindeki toprak katmanıdır. Ayrışmamış ve bitki gelişimi için yararlı besin elementlerinin bulunmadığı bir katmandır.

Şekil 4.1.10. Tanımlanmış bir profilde O, A, E, Bt ve C horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünüşleri, <http://faculty.msmary.edu/envirothon/current/guide/>



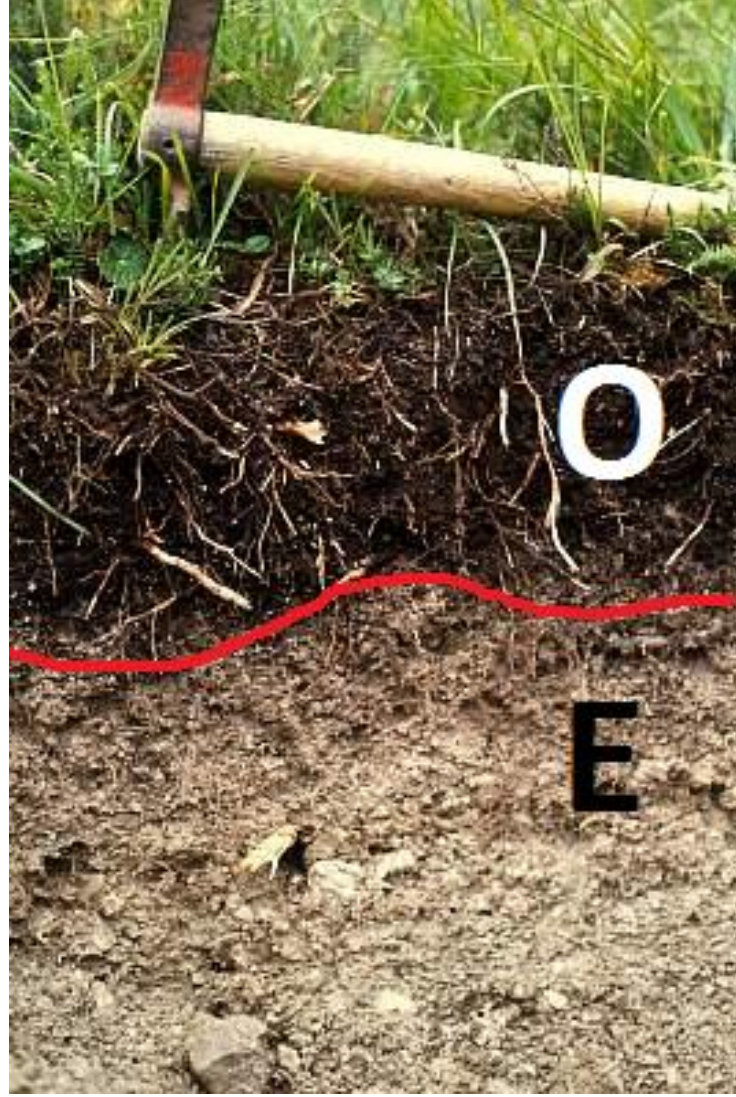
Ap horizonu: Pullukla sürülmüş yüzey horizonu. Genellikle çeşitli irilikte granüler (taneli) strüktüre sahiptir.

Ad horizonu: Toprak işlemenin sürekli aynı derinlikten yapılmasından dolayı oluşan basıncın etkisiyle, sürüm yapılan katın altında oluşan sıkışmış katman. Bitki köklerinin geçişini engelleyecek derecede sıkışmış olabilir. Havalanması da sıkışma şiddetine ve toprak tekstürüne bağlı olarak son derece yetersiz olabilir.

C1 horizonu: Ana materyal niteliğindeki toprak katmanıdır. Ayrışmamış ve bitki gelişimi için yararlı besin elementlerinin bulunmadığı bir katmandır. Morfolojik olarak sahip olduğu karakteristiklere bağlı olarak alttaki C2 horizonundan ayrılmıştır.

C2 horizonu: Morfolojik olarak sahip olduğu karakteristiklere bağlı olarak üstündeki C1 horizonundan ayrılmış ana materyal katmanı.

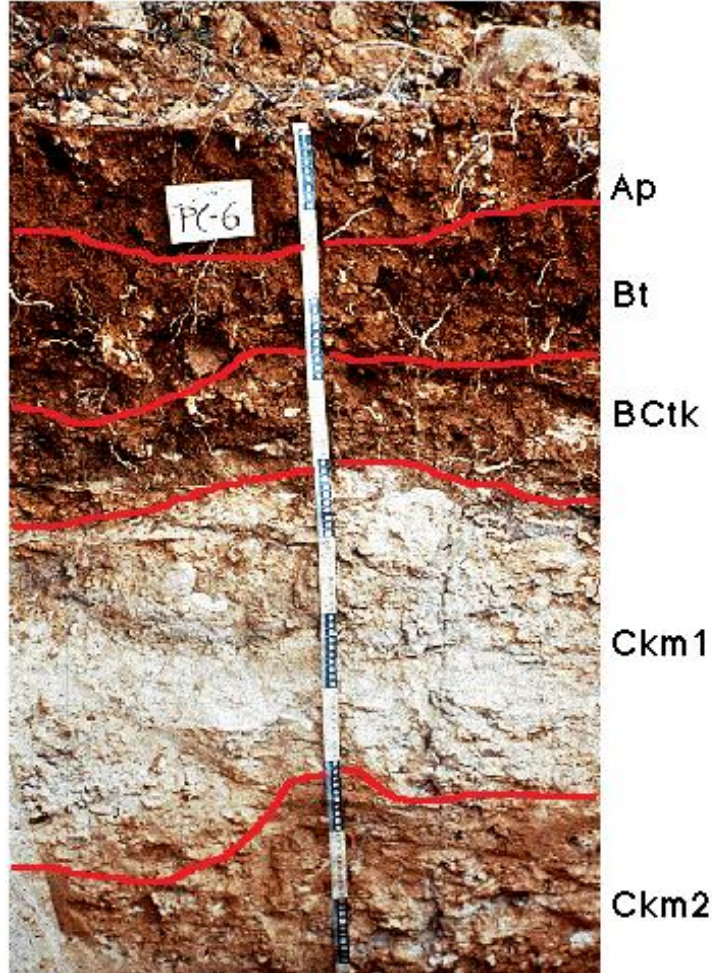
Şekil 4.1.11. Tanımlanmış bir profilde Ap, Ad, C1 ve C2 horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünümleri,



O horizonu: Organik Madde birikiminin olduğu, diğer horizonlardan daha koyu renkte olan yüzey horizonu. İçerdiği organik maddenin ayrışma düzeyine bağlı olarak, a, e veya i eklerini alabilir.

E horizonu: Bir yüzey altı horizonudur ve hemen bir A yüzey horizonunun altında oluşur. Silikat killeri, demir ve alüminyumun taşınmasından dolayı beyaza yakın gri renkte bir mineral horizondur.

Şekil 4.1.12. Tanımlanmış bir profilde O ve E horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünümleri, <http://simcag.com/site/10-toprak-toprak/5-toprak.html>



Ap horizonu: Pullukla sürülmüş yüzey horizonu. Genellikle çeşitli irilikte granüler (taneli) strüktüre sahiptir.

Bt horizonu: Horizontunda oluşmuş ya da birikerek (iluviasyon) horizona hareket etmiş silikat killerinin birikiminin olduğu horizon.

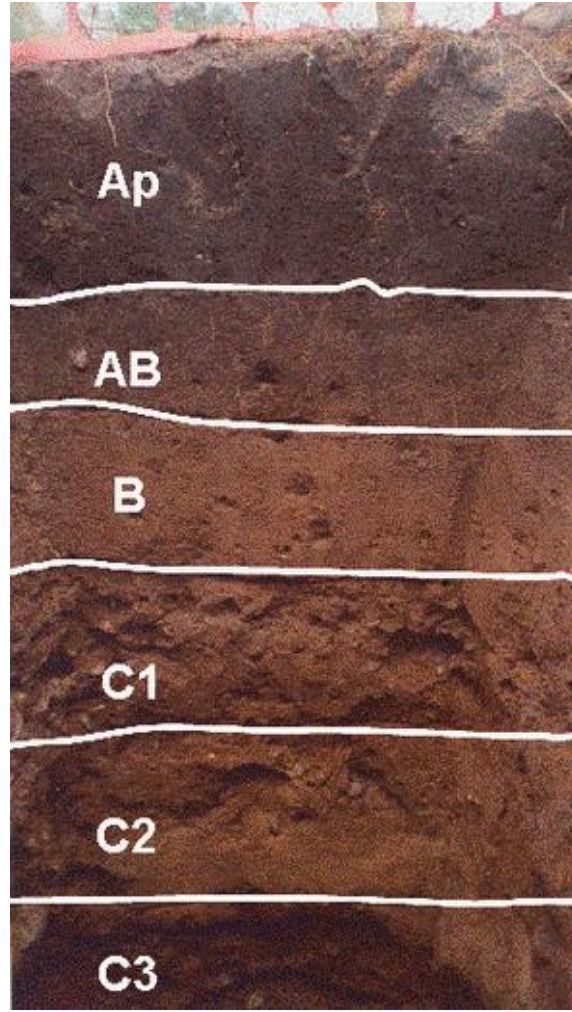
BCtk horizonu: B ve C horizonları arasında bir geçiş horizonu. Hem üstündeki B horizonunda bulunan silikat killerinin birikimine (t) hem de alttaki C horizonunda bulunan kireç birikimine (k) sahip katman.

Ckm1 horizonu: Ana materyal içinde kireç birikiminin ileri düzeyde birikerek çimentolaşması ile oluşmuş katman. Kireç birikimi horizonun her yerinde yayılmış durumda.

Ckm2 horizonu: Ana materyal içinde kireç birikiminin ileri düzeyde birikerek çimentolaşması ile oluşmuş katman. Bu katmandaki kirecin birikimi morfolojik olarak Ckm1 horizonundakinden farklılık göstermiştir.

Şekil 4.1.13. Tanımlanmış bir profilde Ap, Bt, BCtk, Ckm1 ve Ckm2 horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünüşleri,

<http://edafologia.ugr.es/carbonat/recursos/perfilkm.gif>



Ap horizonu: Pullukla sürülmüş yüzey horizonu. Genellikle çeşitli irilikte granüler (taneli) strüktüre sahiptir.

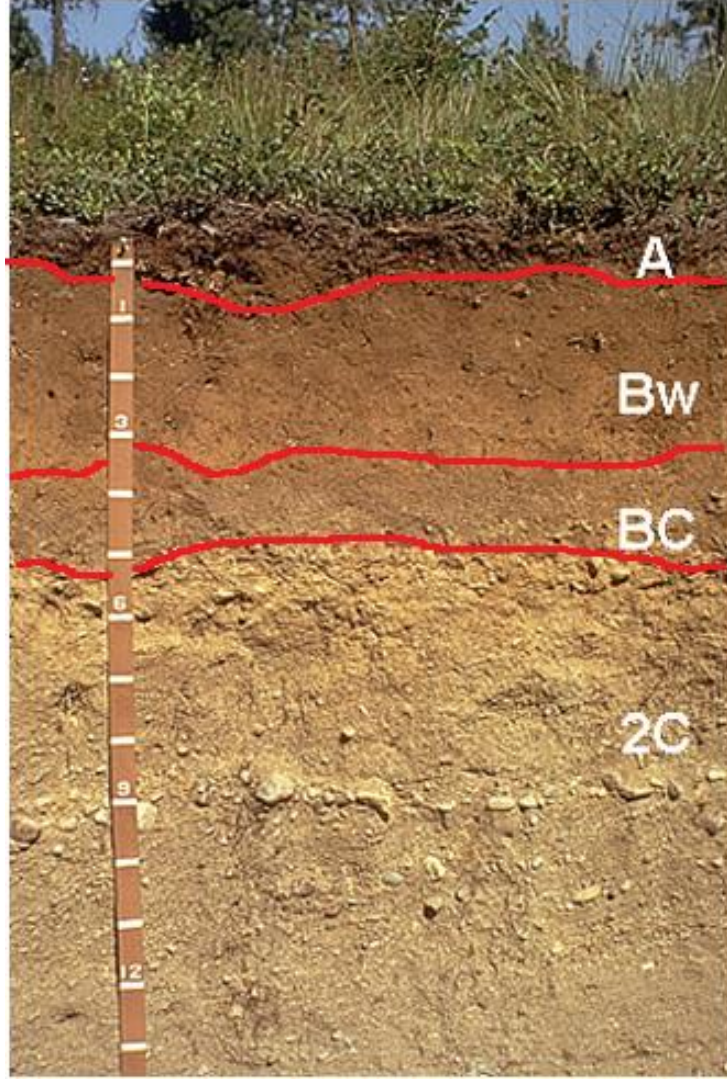
B horizonu: Altındaki ve üstündeki horizonların veya orijinal ana kaya yapısının önemli kısmının kaybolduğu bir horizondur.

C1, C2, C3 horizonları: Ana materyal niteliğindeki toprak katmanıdır. Ayrışmamış ve bitki gelişimi için yararlı besin elementlerinin bulunmadığı bir katmandır. Morfolojik olarak sahip olduğu karakteristiklere (renk, taşlık, tekstür, kireç benekleri vs) bağlı olarak bu profil için üç farklı katmana ayrılmış.

Şekil 4.1.14. Tanımlanmış bir profilde Ap, B, C1, C2 ve C3 horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünümleri,

<http://people.uwec.edu/running1/Trina's%20web%20stuff/group%208%20pit%208/SoilProfi>

Pit8.htm



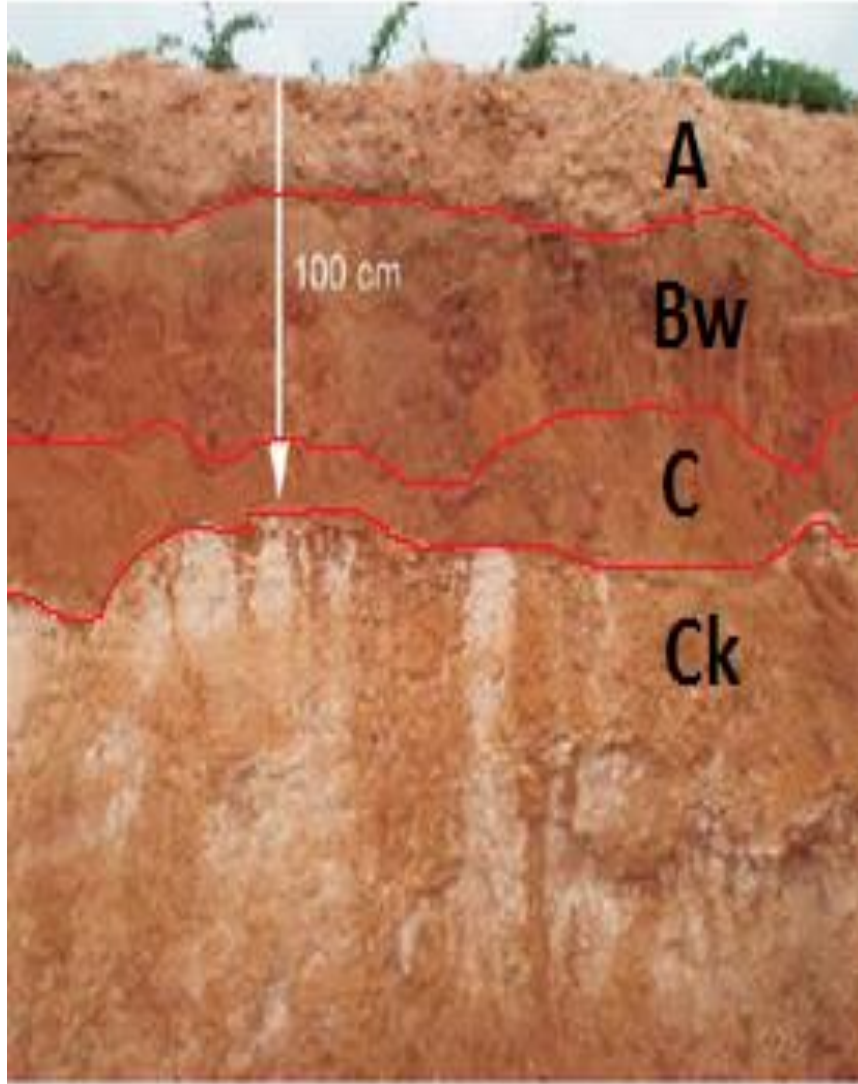
A horizonu: Pullukla sürülmüş yüzey horizonu. Genellikle çeşitli irilikte granüler (taneli) strüktüre sahiptir.

Bw horizonu: Altındaki ve üstündeki horizonların sahip olduğu toprak renginden daha farklı (kırmızı) renge sahip ve orijinal ana kaya yapısının önemli kısmının kaybolduğu horizon.

BC horizonu: B ve C horizonları arasında bir geçiş horizonu. Üstündeki Bw horizonundan daha açık ve altındaki 2C horizonundan daha koyu renk tonuna sahiptir.

2C horizonu: Üst horizondan litolojik olarak kesintinin olduğu gömülü bir horizondur.

Şekil 4.1.15. Tanımlanmış bir profilde A, Bw, BC ve 2C horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünümleri, <http://imgarcade.com/1/alluvial-soil-profile/>



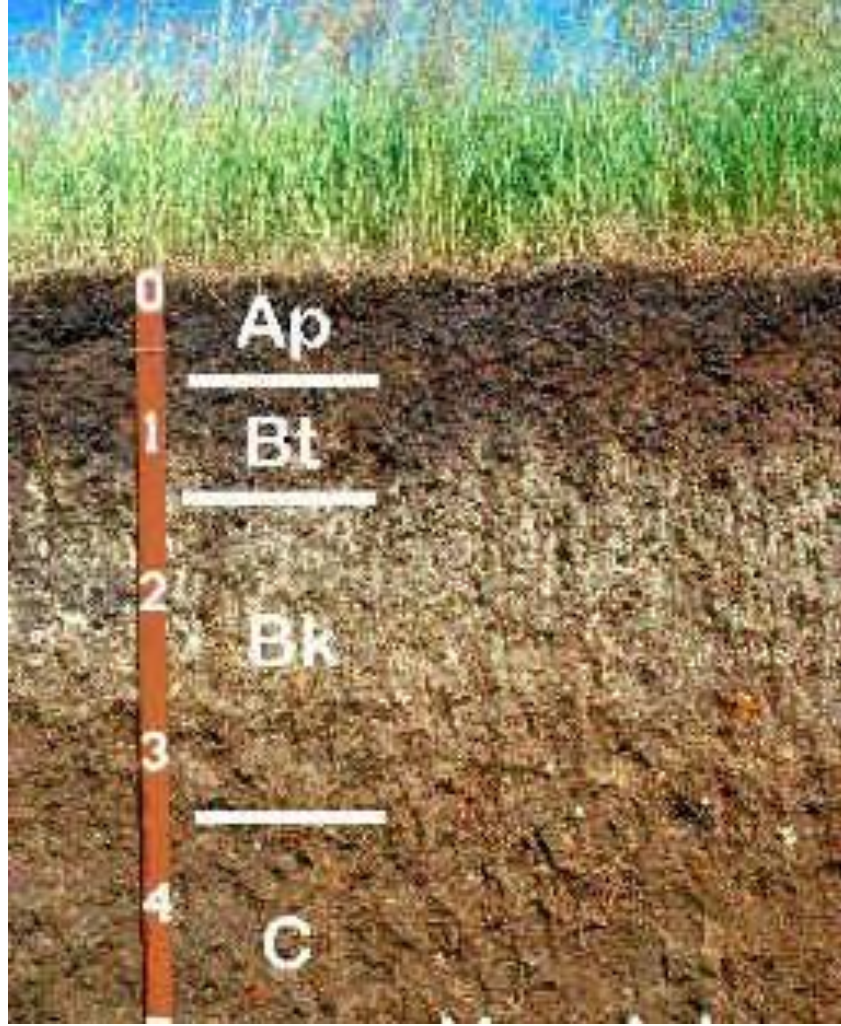
A horizonu: Pullukla sürülmüş yüzey horizonu. Genellikle çeşitli irilikte granüler (taneli) strüktüre sahiptir.

Bw horizonu: Altındaki ve üstündeki horizonların sahip olduğu toprak renginden daha farklı (kırmızı) renge sahip ve orijinal ana kaya yapısının önemli kısmının kaybolduğu horizon.

C horizonu: Ana materyal niteliğindeki toprak katmanıdır. Ayrışmamış ve bitki gelişimi için yararlı besin elementlerinin bulunmadığı bir katmandır.

Ck horizonu: Ana materyal içinde kirecin yıkanarak birikmesi sonucu oluşmuş katman. Kireç birikimi horizontunda sahip olduğu belirgin beyaz renkle tanımlanabilir.

Şekil 4.1.16. Tanımlanmış bir profilde A, Bw, C ve Ck horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünümleri, <http://imgarcade.com/1/alluvial-soil-profile/>



Ap horizonu: Pullukla sürülmüş yüzey horizonu. Genellikle çeşitli irilikte granüler (taneli) strüktüre sahiptir.

Bt horizonu: Horizontda oluşmuş ya da birikerek (iluviasyon) horizonu hareket etmiş silikat killerinin birikiminin olduğu horizon.

Bk horizonu: Horizontda B horizonu olarak tanımlanabilecek derecede strüktür oluşumu ve yıkanma sonucu agregatların çeperlerinde birikmiş kireç oluşumları.

C horizonu: Ana materyal niteliğindeki toprak katmanıdır. Ayrışmamış ve bitki gelişimi için yararlı besin elementlerinin bulunmadığı bir katmandır.

Şekil 4.1.17. Tanımlanmış bir profilde Ap, Bt, Bk ve C horizonlarına ait horizon sınırları, açıklamaları ve görünüşleri,

<http://www.zo.utexas.edu/courses/Thoc/soils.html>

4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

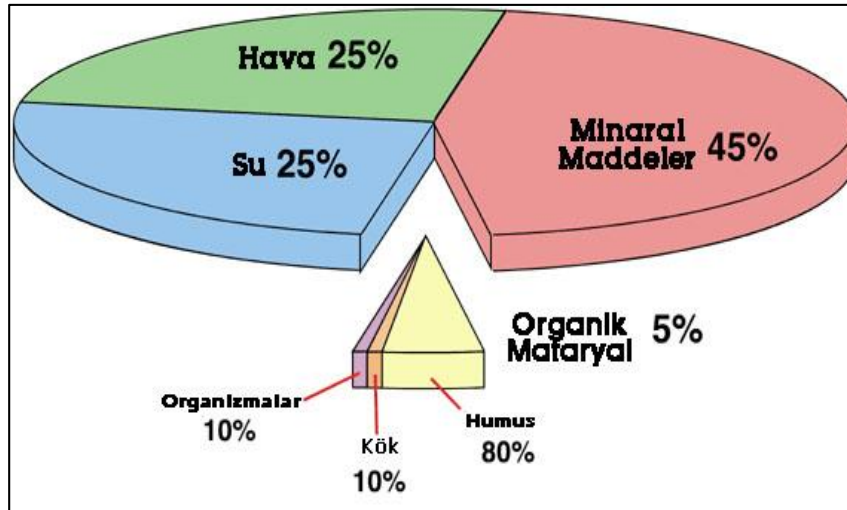
Prof. Dr. Gönül Aydın

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Aydın

4.2.1. Fiziksel Özellikler

4.2.1.1. Toprak Tekstürü

İdeal bir toprağı tanımlarken öncelikle toprağın fiziksel yapısını çok iyi tanımak gerekir. Bildiğiniz gibi toprak çakıl, kum, silt (mil) ve kil gibi parçacıklardan oluşur ve verimli bir toprakta bunların oranı %45'tir. Geriye kalan bölümse %25 su, %25 hava ve %5 arası organik maddeden oluşur (Şekil 4.2.1). Toprağın tekstürü toprak içindeki kum, silt ve kil büyüklüğündeki parçacıkların birbirlerine oranlarını belirler ve karışımdaki oranlarını ifade eder. Bitki üretiminde önemli pek çok fiziksel ve kimyasal olaylar toprak taneciklerinin toplam yüzey alanları ile ilişkili olduğundan ve yüzey alanı parçacıkların büyüklüklerine bağlı olduğundan tekstür önemli bir özelliktir. Ayrıca tane büyüklüğü dağılımı toprağın diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri hakkında tahminlerde bulunmaya yardım etmesi, bitki ve toprak arasındaki ilişkileri etkilemesi yönünden de önemli bir toprak karakteristiğidir.



Şekil 4.2.1. Normal koşullarda altında verimli bir toprağın durumu

Toprak taneciklerinin yüzey alanları toprağın suyu ve besin maddelerini absorbe edip gerektiğinde bitkiye verebilme yeteneğini etkilemektedir. Genelde tane büyüklüğü azaldıkça

yüzey alanı artmaktadır. Tanelerin büyüklük ve şekli topraktaki gözenek desenini oluşturmaktadır ve bu da toprağın su ve hava iletkenliğini kontrol etmektedir.

Toprak tekstürü;

- Toprağın su ve besin maddeleri tutma kapasitesi
- İşlenebilme gücü
- Toprağın su ve rüzgar erozyonuna dayanıklılık derecesi
- Su geçirgenliği
- Toprak havalanması
- Isınma ısı-sıcaklığı
- Suyun toprağa sızması-girişi üzerine etkilidir (Yeşilsoy, 1995).

Toprak parçacıklarının büyüklükleri

Toprak tekstürü toprak tanelerinin büyüklüklerinin bir anlatımı olup, kalitatif ve kantitatif anlamları vardır. Kalitatif olarak, toprak örneğinin elde yaklaşık tarla kapasitesinde su içerecek düzeye gelene kadar ovalanarak ıslatıldıktan sonra materyalin parmaklar arasında bıraktığı hislerdir (Şekil 4.2.2).



Şekil 4.2.2. Elle tekstür tayini

Kum: Çap boyutu 0.05-2 mm büyüklüğündeki kuvars (SiO_2) parçalarından oluşur ve fraksiyonu taneli ve pürüzlüdür, elde zımpara hissi bırakır. Kum miktarını daha sağlıklı tahmin etmek için toprak örneği daha fazla sulandırılır.

Silt: Çap boyutu 0.002-0.05 mm büyüklüğündeki parçalardan oluşur (aslında siltte kum parçaları gibi büyük çoğunlukla kuvarstan oluşmuştur) ve fraksiyonu yumuşaktır, elde unsu ve kadife hissi bırakır.

Kil: Çap boyutu 0.002 mm den küçük parçalardır, plastik ve iyi şekil alma özelliğine sahiptir ve elde iyi şekil alabilen sakız hissi bırakır.

Parmaklar arasında yapılan yoklama, arazideki toprağın killi mi, kumlu mu veya siltli mi olduğu hakkında, bize kabaca bilgi verir. Bu yöntem bize sadece tahmini bir sonuç verir. Örneğin toprak killi ise içerisinde ne kadar kil olduğu söylenemez. Bunun için daha gelişmiş yöntemler kullanılır. Kantitatif olarak toprak tekstürü bir toprak örneğinde bulunan çeşitli büyüklükteki parçacıkların oransal dağılımını anlatır. Topraklardaki parça büyüklüklerini tanımlamak için geleneksel analiz yöntemleri ile toprak parçacıkları kum, silt ve kil gibi üç büyüklük gruplarına ayrılmaktadır. En çok kullanılan sınıflama sistemleri çizelge 4.2.1’de verilmiştir.

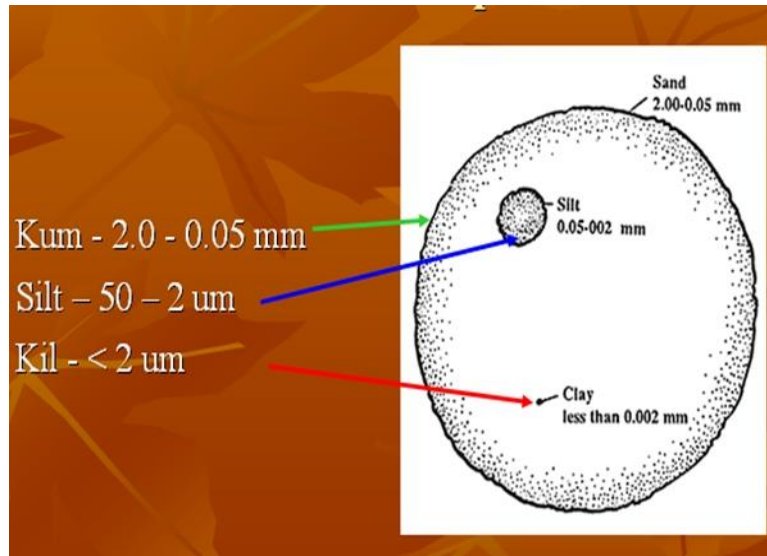
Çizelge 4.2.1. Toprak fraksiyonlarının farklı sistemlere göre sınıflandırılması

Toprak Fraksiyonlarının Farklı Sistemlere Göre Sınıflandırılması					
Amerikan		Alman		Uluslararası	
Fraksiyon	Çap/mm	Fraksiyon	Çap/mm	Fraksiyon	Çap/mm
Çok Kaba Kum	2-1	Kaba Kum	2.0-0.6	Kaba Kum	2-0.2
Kaba Kum	1-0.5	Orta Kum	0.6-0.2	İnce Kum	0.2-0.02
Orta Kum	0.5-0.25	İnce Kum	0.2-0.06	Silt	0.05-0.002
İnce Kum	0.25-0.10	Kaba Silt	0.06-0.02	Kil	0.002
Çok İnce Kum	0.10-0.05	Orta Silt	0.02-0.006		
Silt	0.05-0.002	İnce Silt	0.006-0.002		
Kil	0.00	Kil	0.002		

Kum büyüklüğündeki parçacıklar 2mm’den küçüktür ve genellikle kuvarstan oluşmuşlardır. Silt, kum ile kil büyüklükleri arasındaki parçacıklardır. Minerolojik ve fiziksel özellikler bakımından genellikle kuma benzerler. Fakat parça boyutları küçük olduğundan geniş yüzey

alanına sahiptirler bu nedenle fiziko-kimyasal özellikler bakımından kile benzerler (Şekil 4.2.3).

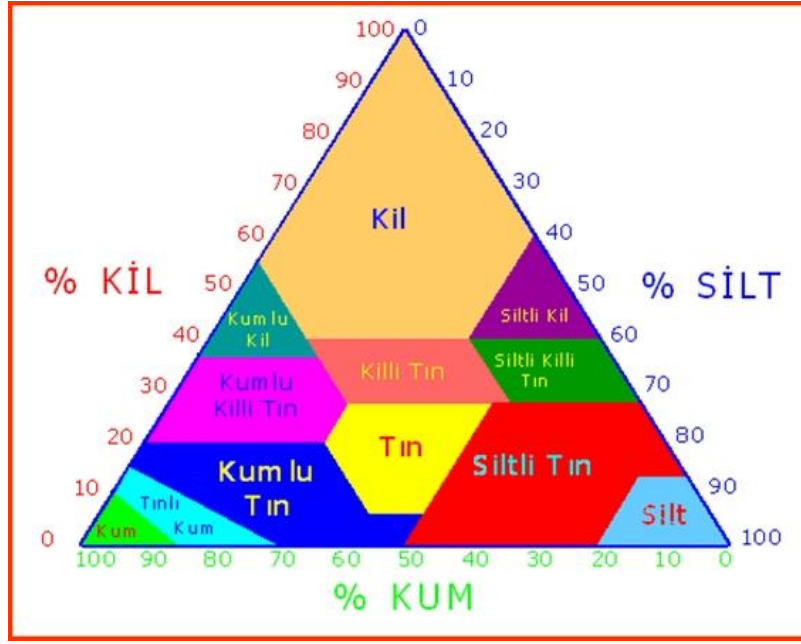
Kil büyüklüğündeki parçacıklar 2 mikrometreden küçük boyuta sahiptirler. Yüzey alanları oldukça geniş olduğu için fiziko-kimyasal aktiviteleri çok yüksektir. Bu özellikleri nedeniyle toprak özelliklerine en etkili fraksiyondur. Kil parçacıkları yüzeylerinde negatif elektrik yükleri taşırlar ve bu nedenle suyu absorbe ederler ve katyonları tutarlar. Yüzeylerinde tuttıkları katyonları zaman içerisinde toprak çözeltisinde bulunan katyonlarla yer değiştirerek katyon değişimi özelliği gösterirler.



Şekil 4.2.3. Toprak fraksiyonları

Toprakların tane irilik dağılımı

Bir toprak örneğinin içindeki parçacıkların yüzde dağılımının belirlenmesi için yapılan analize mekanik analiz veya bünye tayini denir. Bouyoucos tarafından geliştirilen hidrometre yöntemi bünye tayini için yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Mekanik analiz ile kum, silt ve kil yüzdeleri belirlenen toprakların bünye yönünden tanımı 'Bünye sınıfı kavramı ile yapılmaktadır. Üç fraksiyonun belirlenen oranlarına göre bünye sınıfları saptanmaktadır. Bünye sınıfları Şekil 4.2.4 üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.2.4. Toprakta bünye sınıfları

Şekil üzerinde de görüldüğü gibi 12 adet bünye sınıfı mevcuttur. Bunlar;

- Kum
- Tınlı Kum
- Kumlu Tın
- Tın
- Siltli Tın
- Silt
- Kumlu Killi Tın
- Siltli Killi Tın
- Killi Tın
- Kumlu Kil
- Siltli Kil
- Kil

4.2.1.2. Toprak Strüktürü

Kum, silt ve kil gibi birincil toprak parçacıklarının organik madde, demi alüminyum oksitler, kireç ve kil gibi çeşitli çimentolayıcı maddelerin etkisiyle bir araya gelip yeni görünüm almaları sonucunda ortaya çıkan ikincil oluşumlara toprak strüktürü denir (Şekil 4.2.5). Birincil taneciklerin büyüklükleri toprak suyu ile bitki arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde önem arz ederken, ikincil oluşumlar (strüktür) toprak-hava-su sistemindeki ilişkilerin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu nedenle toprağın değişik koşullar altında davranışını kavrayabilmek için parçacıkların bir araya gelerek kümeler oluşturmasının mekanizmasını bilmek gereklidir.



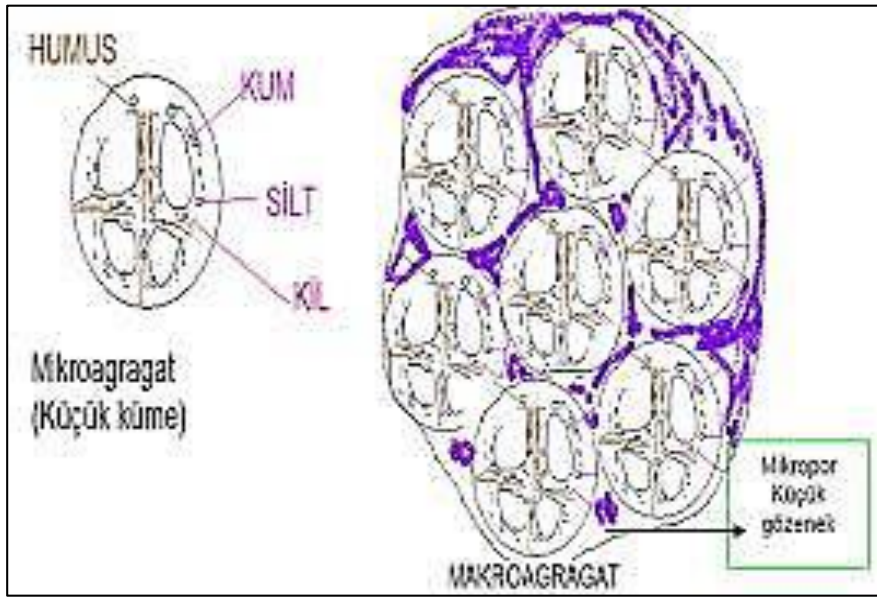
Şekil 4.2.5. Birbirinden farklı agregatlardan oluşmuş toprak strüktürü

Strüktür toprak içindeki su ve havanın miktarını kontrol etmektedir. Bitkiler toprakta yeterli su varsa bitki besin elementlerinden yararlanabilmektedir. Ayrıca bitki köklerinin solunum yapabilmeleri için toprakta yeterli hava bulunması gereklidir. Toprakta su ve havanın bulunma miktarı kadar toprak içindeki hareket ve dolaşimleri da önemlidir. Toprak strüktürü su ve havanın hareketini yönlendirmektedir. Toprak strüktürünün toprak-bitki-su ilişkileri üzerine etkileri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- İnfiltrasyon (Suyun toprak içerisine girişi)
- Toprak havalanması
- Toprak işleme
- Bitki besin maddelerinin yararlılığı
- Toprakların erozyona uğrama dereceleri
- Toprağın ısı bütçesi
- Gözeneklilik, hacim ağırlığı vb. toprağın fiziksel özellikleri

Toprak yapı tipleri ve sınıfları

Toprak parçacıkları birbirlerine bağlandıktan sonra bazı görünümler oluştururlar. Parçacıklar birbirine hiçbir şekilde bağlanmamış ise tekssel yapı ortaya çıkar. Parçacıklar çok sıkı bir biçimde bağlanmış blok şeklinde durum ortaya çıkmışsa masif yapı oluşmuş demektir. Toprak tanecikleri ortamda kil başta olmak üzere çimentolayıcı maddeler yeterli düzeyde olduğunda bir araya gelerek agregat adı verilen üniteleri oluştururlar. Agregatların büyüklükleri birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar olabilir. Kum ve silt büyüklüğündeki parçacıkların killerle birbirine bağlanması ile mikroagregatlar, birkaç mikroagregatın bir araya gelmesi ile makroagregatlar oluşur (Şekil 4.2.6).



Şekil 4.2.6. Makro ve mikro agregatların görünümü

Strüktürün tanımlanmasında TİP, SINIF ve DERECE ögeleri esas alınır.

TİP; Toprak kümelerinin şekil ve dizilme düzenlerini

SINIF; toprak kümelerinin büyüklüklerini

DERECE; toprak kümelerinin bir kuvvet uygulandığında bozulmadan kalabilme dayanıklılıklarını ifade eder.

Strüktür tipleri;

- 1- *Plakalı-Levhalı Yapı*: Agregatların üst üste yufka gibi dizilmeleri ile oluşan görünümüdür. A2 horizonunda ve genç killi depozitlerden oluşmuş topraklarda görülür.
- 2- *Blok veya Kübik Yapı*: Küp benzeri yatay ve dikey eksenleri yaklaşık birbirine eşit oluşumlardır. Köşeler ve kenarlar belirgin ise köşeli blok, köşe ve kenarlar yuvarlaklaşmış ise yarı köşeli blok ismini almaktadır. Genellikle ağır bünyeli toprakların B horizonlarında rastlanır.
- 3- *Prizmatik-Sütunvari Yapı*: Tabanları altıgen prizmalar şeklinde dikey eksenleri yatay eksenlerinden uzun görünümüdür. Prizmaların kenar ve köşeleri belirgin ise prizmatik, prizmaların kenar ve köşeleri yuvarlaklaşmış ise sütunvari yapı adını almaktadır. Genellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde oluşmuş killi topraklarda B horizonlarında görülür.
- 4- *Yuvarlak Yapı*: Yuvarlak küre biçimli agregatlardır. İşlenen üst toprakta yaygın olarak görülen yapı tipidir. Bu nedenle genellikle A ve Ap horizonlarında görülür. Agregatlar gözenekli ise furga gözeneksiz veya çok az gözenekli ise granüller yapı adını alır (Şekil 4.2.7).

**Şekil 4.2.7.** Toprak strüktür tipleri

Sınıflar; Toprak yapısının 5 genel sınıfı vardır.

- 1- Çok küçük veya çok ince <10 mm veya < 1 mm
- 2- Küçük veya ince 10-20 mm veya 1-2 mm
- 3- Orta 20-50 mm veya 2-5 mm

4- İri veya kalın 50-100 mm veya 5-10 mm

5- Çok iri veya çok kalın > 100mm veya > 10 mm

İncelik terimleri levhalı strüktürde kullanılır (Akalan, 1983).

Dereceler;

1-*Yapısız*: Toprak taneleri ya birbirine bağlanmamış teksel olarak, ya da çok kuvvetli bağlanmış masif olarak bulunurlar.

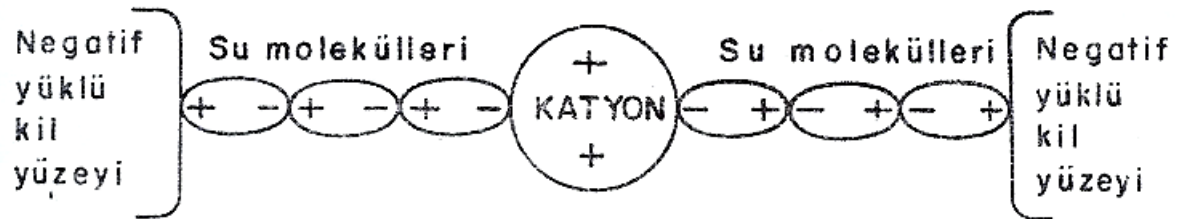
2- *Zayıf*: Agregatların doğal ayılma yüzeyleri az belirgin.

3- *Orta*: Agregatların doğal ayrılma yüzeyleri belirgin ve orta düzeyde dayanıklı

4-*Kuvvetli*: Agregatlar belirgin ve dayanıklı.

Agregatların oluşumu ve dayanıklılığı

Kil parçacıklarının flokülasyonu ile gerçekleşen oluşumlara kil domainleri adı verilir. Silt ve kum iriliğindeki parçacıklar çeşitli bağlayıcılarla kil domainlerine bağlanarak mikro ve makro agregatları oluştururlar. Bu bağlamda killerin flokülasyonu agregat oluşumunun başlangıç noktasıdır denilebilir. Flokülasyon için ortamda su olması gereklidir. Su molekülleri dipol özellikleri nedeniyle kil minerallerinin negatif yüklü yüzeylerinde tutulmaktadır. Su molekülleri bu özellikleri nedeniyle katyonlar tarafından da tutulmaktadır. Bu nedenle ortamda bulunan kil tanecikleri ve katyonlar su molekülleri ile çevrilmiş durumdadırlar. Katyon ile kil tanesi arasındaki su molekülleri pozitif uçları kil yüzeyi tarafından negatif uçları da katyon tarafından çekim uygulanmış olarak dizilirler ve böylece kil tanesi ile katyon arasında bir çekim oluşur (Şekil 4.2.8). Ortamda su azaldıkça bu bağların gücü artmakta ve kil taneleri arasındaki kohezyon artmaktadır. Artan kohezyon oluşan kümelerin dayanıklılığını arttırarak agregat oluşmaktadır. Silt ve kum iriliğindeki parçacıkların kil domainlerine bağlanmasını sağlayan maddelere çimento maddeleri denir. Toprakta havalanma ve su tutmaya yarayan makro ve mikro gözeneklerin yeterli düzeyde oluşabilmesi için çimentolaşma gereklidir.



Şekil 4.2.8. Kil taneciklerinin katyonlar aracılığıyla bağlanmaları

Toprakta doğal olarak bulunan çimento maddeleri;

- Kil mineralleri
- Organik madde
- Demir ve Alüminyum oksitler
- Kireç olarak gruplandırılabilir.

Agregatların oluşmasına ve dayanıklılığına toprakta çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler de etki eder. Bu etkiler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1-İslanma ve kuruma: Özellikle Şişme ve büzülmenin görüldüğü durumlarda büzülme ile toprakta oluşan çatlaklardan su girişindeki artışlar ve üst toprağın çatlaklardan girişiyle profilin daha derinlerine kadar gidebilmesi agregat oluşumunda ve dayanıklılığında etkili olabilmektedir.

2-Donma-Çözülme: Toprakta gözeneklerde bulunan suyun donmasıyla gerçekleşen hacim artışı ve buna bağlı basınç artışı ile bazı agregatlar bozulurken yeni agregatlar da oluşabilmektedir.

3-Çeşitli Basınçlar: Bitki köklerinin ve toprak canlılarının gelişme ve büyümeleri esnasında toprakta yarattıkları itmeye bağlı basınçlar

4-Çeşitli Salgılar: Bitki köklerinin ve toprak canlılarının sakızimsı salgıları tanecikleri birbirine yapıştırarak agregat oluşumunu sağlarlar.

5-Toprak çözeltilinde bulunan katyonlar: Katyonlar elektrik yüklerine ve hidrate çaplarına bağlı olarak toprak parçacıklarını dispers edebilirler veya kuagüle edebilirler. Örneğin hidrate çapı geniş olan sodyumun dispers etmesi, hidrate çapı geniş olmayan kalsiyumun kuagüle etmesi.

6-Toprak işleme: Toprak işleme özellikle üst toprakta strüktürün bozulmasına neden olur. Özellikle yoğun ve mono kültür tarım yapılan yerlerde toprak işleme için her aynı aletin kullanılması işleme derinliğinde sıkışmaya yol açarak masif (yapısız) bir görünüme sebep olur.

Toprak kıvamı

Toprağın kohezyon (kendine yapışma) ve adezyon (başka cisimlere yapışma) özelliklerinden doğan dış baskılar karşısındaki kırılıp, dağılmaya ve ezilip, büzülmeye karşı dayanıklılığını gösteren özelliğe toprak kıvamı denir. Toprak yapısı ile kıvam arasında ilişki bulunmaktadır.

Yapı: Doğal kümelerin (ped) şekil, büyüklük ve belirginliği ile

Kıvam: Toprak materyallerini kırıp koparma ve toprak kitlesine şekil değiştirmek için uygulanması gereken kuvvetle ilgilidir.

Toprak kıvamı, “*yapışkanlık*” ve “*plastiklik*” ile tarif edilir. Yapışkanlık, toprak materyalinin diğer cisimlere yapışmasının göstergesidir. Bu özelliğin tayini, toprağın yapısıdır. Plastiklik, toprak materyalinin tatbik edilen basınç altında devamlı şekil değiştirmesi ve basıncın kaldırılmasından sonra, basınç altında aldığı şekli koruması özelliğidir. Bu özellik toprak materyalinin baş ve işaret parmakları arasında yuvarlanmasıyla tayin edilir. Toprağın 3 değişik nem durumuna göre kıvam tarif edilir.

Islak iken kıvam: Topraktaki suyun tarla kapasitesinde veya tarla kapasitesinin biraz üzerinde olduğu durumlarda tayin edilir.

Yapışkanlık (yapışkan değil[0], az yapışkan[1], yapışkan[2], çok yapışkan[3])

Plastiklik (plastik değil[0], az plastik[1], plastik[2], çok plastik[3])

Nemli iken kıvam: Toprak neminin takriben hava kuru ile tarla kapasitesi arasında olduğu nem durumunda tayin edilir.

Çözük[0], çok gevşek[1], gevşek[2], sıkı[3], çok sıkı[4], son derece sıkı[5]

Kuru iken kıvam: Toprak neminin takriben hava kuru olduğu nem durumunda tayin edilir.

Çözük[0], yumuşak[1], hafif sert[2], sert[3], çok sert[4], son derece sert[5]

Yapışkan değil: Baş ve işaret parmaklar arasında sıkıştığında toprak tanesi yapışmaz.

Hafif ya da az yapışkan: Parmaklara yapışır.

Yapışkan: Parmaklar açıldığı zaman parmaklarda gerilme olur.

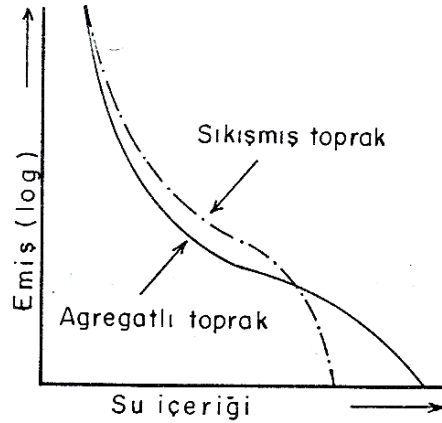
Çok yapışkan: Parmaklara kuvvetli yapışır ve parmaklar açıldığında büyük gerilme olur.

4.2.1.3. Toprak-Su Karakteristikleri

Optimum bitki yetiştirilmesinde başarılı olmak için kök bölgesinde dört önemli koşulun bir arada bulunması gerekir. Bu koşullar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1- Devamlı ve sıkı bir şekilde bitkilere yeterli ve destek olabilecek toprak,
- 2- Elverişli miktar ve kalitede toprak suyu,
- 3- Toprakta iyi havalanma koşulları,
- 4- Yeterli miktarda ve uygun oranda bitki besin maddeleri.

Belirtilen şartlar özellikle toprak strüktürüne ve bünyesine bağlıdır ve toprak fiziksel verimliliğinin yanında, kimyasal ve biyolojik verimliliği de büyük ölçüde etkilenmektedir. Toprak-su ilişkilerine ait çalışmalarda iki bilgiye gereksinim vardır. Bunlar topraktaki suyun miktarı ve toprak suyunun enerji durumudur. İkisi birbirine işlevsel olarak bağlıdır. Bu bağlantıya toprak-su karakteristik eğrisi denir. Bu eğri toprak tekstürü, strüktürü, gözeneklilik, gözenek büyüklük dağılımı ve toprak suyunun tutulma durumlarını yansıtır. Su ile doymuş bir toprağa hafif bir emiş uygulandığında en geniş gözeneğin boşaldığı emiş değerine hava girme değeri denir. Bu değer, iri tekstürlü ve iyi agregatlaşmış topraklarda ince tekstürlü topraklara göre daha düşüktür ve belirgindir. Emiş arttırıldıkça topraktan daha fazla su çıkar ve önce iri gözenekler daha sonra daha küçük gözenekler boşalır. Emiş arttıkça toprak taneciklerinin etrafındaki su tabakasının kalınlığı azalır. Bu işlem deneysel olarak topraktan su çıkmayınca kadar tayin edilebilir. Elde edilen veriler grafiklendirildiğinde toprak rutubet tutma eğrisi (toprak rutubet karakteristik eğrisi) elde edilir (Şekil 4.2.9).



Şekil 4.2.9. Toprak rutubet karakteristik eğrisi

Toprak rutubet karakteristik eğrisini, düşük emiş değerlerinde toprak strüktürü, yüksek emiş değerlerinde ise suyun tutulması adsorbsiyonla olduğundan tekstür ve özgül yüzey etkiler. Toprağın sıkışmış olması durumunda toplam gözeneklilik ve özellikle agregatlar arasındaki iri gözeneklerin hacmi azaldığından bu topraklarda doymuş haldeki su miktarı ve düşük emişlerde çıkarılacak su miktarı azalır. Buna karşılık sıkışmış topraklarda orta büyüklükte gözeneklerin hacmi geniş gözeneklerin küçülmesi sebebi ile artar. Bu nedenle sıkışmış ve sıkışmamış toprakların toprak su karakteristik eğrileri düşük emiş değerlerinde farklılık gösterirken yüksek emiş değerlerinde aynıdır. Toprakların içerdiği kil miktarları arttıkça belli bir emişte tutulan su miktarı ve TSK eğrisinin eğimi daha yavaş artar. Kumlu

topraklarda ise gözeneklerin çoğu büyük olduğundan verilen emişte iri gözenekler hemen boşaldığından yüksek emişlerde toprakta kalan su çok azdır. Killi topraklarda gözenek irilik dağılımı yeknesak olduğundan her bir emiş değerinde toprakta tutulan su fazladır ve artan emiş değerlerinde su miktarında daha yavaş azalma görülür.

Bir toprak profilinde toprak suyunun nitelendirmesi aşağıdaki gibi yapılabilir;

- 0 ile 60 cm tansiyon arasında boşalan gözeneklerde (50 mikron ve daha büyük) tutulan suya drenaj suyu denir. 60 cm tansiyonda çıkan suyun yüzdesi diğer ifade ile boşalan gözeneklerin hacmi havalanma gözeneklerini verir.
- Tansiyon 60 cm'den 343 cm (1/3 Atm)'ye yani tarla kapasitesine çıkarıldığında boşalan gözeneklerde tutulan suya kısmen yararlı su
- Tansiyon 343 cm (1/3 Atm)'den 15.000 cm (15 Atm)' e çıkarıldığında boşalan gözeneklerde tutulan suya yararlı su
- 15 atmosferlik tansiyon uygulandıktan sonra toprakta kalan suya yararlı olmayan su denir (Yeşilsoy, 1995).

Yukarıda bildirildiği gibi toprakların yararlı su içeriği, tarla kapasitesi ile (1/3 atmosfer emişte tutulan su) solma noktasındaki nem içeriklerinin (15 atmosfer basınçta tutulan su) farkı olarak kabul edilmekte ve genellikle sulama, söz konusu yararlı suyun %60 düzeylerine ulaştığında önerilmektedir. Yararlı su içerikleri düşük bulunan topraklarda kısa periyotlarla sulama yapılması tarımsal verimlilik açısından önerilebilir bir durumdur. Ayrıca, azalmakta olan sulama suyundan tasarruf edilmesi amacıyla, sulama uygulamalarının damla ve yağmurlama sulama sistemler ile yapılması daha uygun bulunmaktadır. Toprak-Su karakteristikleri ile ilgili bazı parametreler Çizelge 4.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.2. Toprak su karakteristikleri ile ilgili bazı parametreler

Toprak Bünyesi	Doygun Hid. İletk.	Toplam Gözenek	As	FC	PWP	AW
	mm/h	(Pv)	gr/cm ³	(Pv)	(Pv)	(Pv)
Kumlu	50	38	1.65	15	7	8
	(25-250)	(32-42)	(1.55-180)	(10-20)	(3-10)	(6-10)
Kumlu Tın	25	43	1.50	21	9	12
	(12-75)	(40-47)	(1.4-1.6)	(15-27)	(6-12)	(9-15)
Tın	12	47	1.4	31	14	17
	(8-20)	(43-49)	(1.35-1.5)	(25-36)	(11-17)	(14-20)
Killi Tın	8	49	1.35	36	18	18
	(3-5)	(47-51)	(1.3-1.4)	(31-42)	(15-20)	(16-22)
Siltli Kil	3	51	1.3	40	20	20
	(0,25-5)	(49-53)	(1.25-1.35)	(35-46)	(17-22)	(18-23)
Kil	5	53	1.25	44	21	23
	(1-10)	(51-55)	(1.2-1.3)	(39-49)	(19-24)	(20-25)

As: Hacim Ağırlığı,

FC: Tarla kapasitesindeki nem içeriği,

PWP: Solma noktasındaki nem içeriği, olarak ifade edilmiştir.

AW: Bitkiye elverişli nem içeriği

4.2.1.4. Doğal Toprak Sistemi

Hacim ağırlığı (Kuru hacim yoğunluğu)

Etüvde 105 °C derecede kurutulmuş toprağın ağırlığının bozulmamış toplam hacme bölünmesi ile bulunur. Hacim ağırlığı değerini toprağın tekstürü, strüktürü, organik madde içeriği, boşluklar hacmi ve sıkışma gibi faktörler etkiler. Killi, killi-tınlı ve siltli-tınlı topraklarda 1-1.6 gr/cm³ kumlu-tınlı ve kumlu topraklarda 1.2-1.8 gr/cm³ arasında değişir. Fazla sıkışmış topraklarda 2 gr/cm³ 'e varan değerler gösterebilmektedir (Akalan, 1983). Toprak profilinde hacim ağırlığı değerleri profillerin alt katmanlarına doğru inildikçe artışlar gösterebilir. Bu durum pulluk altı katmanının varlığı, düşük organik madde içeriği, derinliğe bağlı sıkışma ile ilişkili olabilir.

Toprak profilinde sıkışmış pulluk altı katmanı genelde aşağıdaki nedenlerle ortaya çıkmaktadır.

-Pulluk ile sürümün hep aynı derinlikte yapılması,

-Ağır tavda (yüksek nem içeriğinde) yapılan sürümler

-Ağır iş makinelerini araziden geçmesi

Profilde nedeni ne olursa olsun meydana gelecek sert tabaka bitki köklerinin gelişmesini engeller, yağış ve sulama suları toprağı çabuk doymun hale getirir, toprağı sızan sular sert tabakanın üzerinde depolanacağından, yüzey akışları çok çabuk oluşur ve erozyon oluşur.

Ayrıca, sulanacak alanlarda sert tabakanın ortaya çıkması nedeniyle bitki köklerinin gelişim alanı daralır. Sulama ile fazla su depo edilemez bu nedenle sık sık sulama yapmak gerekir bu da sulama maliyetini yükseltir. Toprakta meydana gelen sert tabakanın oluşumunu engellemek için sürüm derinliğı her yıl mümkün olduğu kadar değıştirilmeli, ağır tavda toprak ıslak olduğunda sürüm yapılmamalıdır. Silt ve kilce zengin, ikincil karbonatlı horizonları bulunan ve ilk kez sulanacak olan topraklara dikkatli aralık ve düzeylerde su uygulanmalı, toprak organik maddece zenginleştirilmeli, yöreye uygun ekim nöbeti sistemi uygulanmalı ve derin köklü bitkilere de yer verilmelidir.

Her yıl aynı derinlikte toprak işlemenin sonucunda ortaya çıkan pulluk altı katmanı, derin sürüm ve dip patlatan ile ortadan kaldırılmalıdır. Son yıllarda pek çok kültür bitkisinin ekimi özel ekipmanlarla doğrudan anız üzerine yapılabilmektedir. Böylece mümkün olduğu kadar tarla üstü trafiğini azaltarak toprak sıkışması ve toprağın yapısının bozulması engellenmiş olacaktır. Dolayısıyla böylece muhafazalı tarımın gerekleri yerine getirilmiş olacaktır. Ağır kil bünyeli ve geç tava gelen alanlarda tarlanın erken tava gelmesi için ve yağış sonrası su göllenmelerini önlemek için bu gibi arazilerde “balık-sırtı tava”ların oluşturulması önerilebilir. Eğimli alanlar üzerinde eğime dik (*eş yükselti eğrilerine paralel*) kontur şeklinde sürüm yapılması uygun olacaktır.

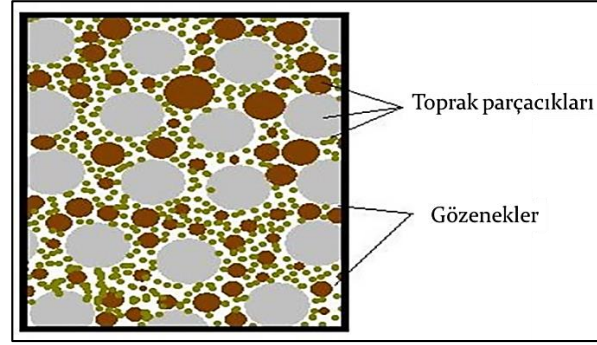
Ayrıca sıkışmış tabakanın bulunduğu alanlarda uygulanan sulama suyunun yüzey akışa ve göllenmeye meydan vermeden toprağı yavaş yavaş nüfuz etmesinin sağlanabilmesi açısından da damla ve yağmurlama sulama sistemlerinin uygun olacağı düşünülebilir.

Porozite-gözeneklilik

Bir toprakta katı taneler tarafından işgal edilmeyen su ve hava ile dolu boşlukların oranına porozite adı verilir (Şekil 4.2.10). Genellikle % 30-60 arasında değışen değerler alır. Bu oran kumlu topraklarda % 30-50 killi topraklarda % 40-60 arasında değışir. Kaba bünyeli topraklar ince bünyeli topraklardan daha az toplam gözenek içermesine rağmen bu topraklarda iri gözeneklerin oranı daha fazladır.

Gözeneklilik bir toprakta bulunan toplam gözenek miktarı hakkında bir fikir verir ancak daha önemli bir özellik olan gözenek büyüklükleri hakkında bir fikir vermez. Genel

tanımlamaya göre çapı 60 mikrondan büyük olan gözeneklere iri gözenekler, çapı 60 mikrondan küçük olan gözeneklere küçük gözenekler denir (Akalan, 1983). Tarımsal açıdan topraklarda gözeneklerin yarısının iri yarısının küçük olması idealdir. Organik madde içeriği toprakların boşluklar hacmini etkiler. Organik madde gözenekli yapısı ve strüktür oluşumunu teşvik etmesi nedeniyle boşluklar hacmini artırır. Toprak işleme başlangıçta boşluklar hacmini artırır ancak devamlı toprak işleme toprak kümelerinin bozulmasına ve sıkışmaya neden olduğu için boşluklar hacminin azalmasına neden olur.



Şekil 4.2.10. Toprakta gözeneklilik durumu

Şişme-büzülme kapasitesi

Bazı topraklar başat smektit kil minerali içeriklerine bağlı olarak ıslanınca şişer, kuruyunca büzülüp çatlaklar (Şekil 4.2.11). Kuru mevsimlerde geniş ve derin çatlakların olması yüzey toprağının fiziksel bir özelliği olmamakla birlikte sınıflandırmaya katkısı bulunan genesisle ilgili bir olaydır.



Şekil 4.2.11. Kuru mevsimde yüzey toprağında çatlaklar

Bu özellik doğrusal genişleyebilirlik katsayısı (COLE) ile nicelleştirilir (Buol ve ark., 1968). COLE aşağıdaki gibi tanımlanır (Grossman ve ark., 1968; Soil Survey Staff, 1975):

$$COLE = \frac{L_m - L_d}{L_d}$$

L_m: Yaş örneğin uzunluğu

L_d: Kuru örneğin uzunluğu

COLE yüzde olarak da hesaplanabilmekte ve bu durumda doğrusal genişleyebilirlik yüzdesi (LEP) olarak isimlendirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Departmanı Doğal Kaynakları Koruma Servisi tarafından verilen şişme–büzülme potansiyeli sınıflandırması Çizelge 4.2.3’ te görülmektedir (Demir ve Kılıç, 2010).

Çizelge 4.2.3. Şişme–büzülme potansiyelinin doğrusal genişleyebilirlik katsayısı ve doğrusal genişleyebilirlik yüzdesine bağlı olarak sınıflandırılması (Anonim, 2005).

COLE	LEP	Şişme - Büzülme Potansiyeli
< 0.03	< 3	Düşük
0.03 - 0.06	3 - 6	Orta
0.06 - 0.09	6 - 9	Yüksek
≥ 0.09	≥ 9	Çok Yüksek

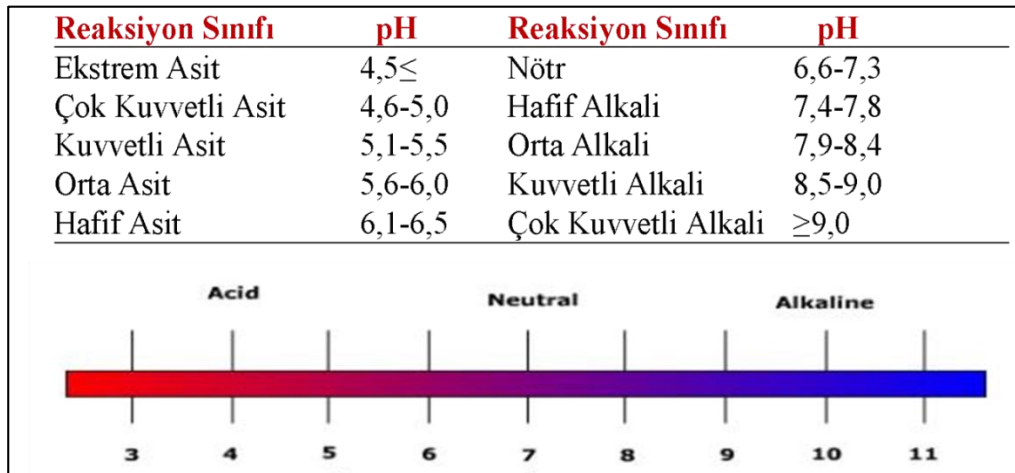
COLE’den elde edilecek sonuçlara göre COLE 0.09’dan büyükse, toprakta belirgin şişme–büzülme beklenebilir (Soil Survey Staff, 1975). Eğer COLE 0.03’den büyükse, belirgin miktarda smektitik kil bulunmaktadır (Grossman ve ark., 1968).

4.2.2 Kimyasal Özellikler

4.2.2.1. Toprak Reaksiyonu (Ph)

Toprakların asitlik ve bazlık derecesinin ifadesi olan toprak reaksiyonu en önemli kimyasal özelliklerden biridir. Toprak reaksiyonunu toprak çözeltisinde bulunan aktif hidrojen iyonları tayin eder. Reaksiyonu nötr olan ortamlarda hidrojen ve hidroksil iyonları birbirine eşit miktarlarda bulunur ve saf su buna örnektir. Bir litre saf sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonunun tersinin logaritması pH olarak adlandırılır (Akalan, 1983).

Toprak kolloidleri yüzeylerinde taşıdıkları negatif yükleri sebebiyle çeşitli katyonları ve H^+ iyonlarını adsorbe etmektedirler. Adsorbsiyon yüzeylerinde H^+ iyonları konsantrasyonu arttığında, toprak çözeltisindeki H^+ iyonu miktarı da artmaktadır. Artan H iyonu konsantrasyonu pH'yı düşürerek ortamın asitliğini artırır. Toprakta pH değerinin değişmesinde başlıca etken olan H iyonlarının iki kaynağı vardır. Bunlar adsorbe edilmiş Al^{+++} ve H^+ iyonlarıdır. Yağışlı bölge topraklarında fazla miktarda Al iyonu bulunmaktadır. Bunların önemli bir kısmı kolloid yüzeylerinde değişebilir durumda tutulmaktadır. Toprak çözeltisinde bulunan Al^{+++} iyonları hidrolize uğrayarak yani su ile reaksiyona girerek ortamda H^+ iyonunun artmasına dolayısı ile asitliğin artmasına yol açmaktadır. Yağışın fazla olduğu yerlerde yağışlarla gelen fazla sudan dolayı adsorbsiyon yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde fazla miktarda H^+ iyonu bulunmaktadır. Çözeltide bulunan H^+ iyonları pH'nın düşmesine neden olmaktadır. Yağışın az olduğu kurak bölge topraklarında ise bazik elementler yeterince yıkanamadıklarından toprak çözeltisinde bol miktarda bulunurlar. Adsorbsiyon yüzeylerinde ve toprak çözeltisinde bazik katyonlar fazla H^+ iyonlarının az olması ile birlikte OH iyonlarının miktarında artış dolayısı ile pH değerinde bir artış olur. Sonuç olarak kurak bölgelerde bazik katyonlarla doymuş bulunan kolloidlerin hidrolizleri sonucunda ortamda OH^- iyonları artarak toprak reaksiyonunun bazik olmasına neden olur (Şekil 4.2.12).



Şekil 4.2.12. Toprak reaksiyonu ve sınır değerleri

4.2.2.2. Bazla Doğunluk Yüzdesi

Negatif yüklü toprak kolloidleri tarafından tutulan hidrojen ve bazik katyonların yüzde oranı bazla doğunluk yüzdesi olarak tanımlanır (Akalan, 1983). Bazla doğunluk toprağın pH'sı üzerine etkili bir parametredir. Bazla doğunluk yüzdesi düşük olan topraklar asidik özellik gösterirken bu değer %100'e yaklaştığında toprak pH'sı nötr (pH=7)'e yaklaşır. Kurak bölge topraklarında olduğu gibi bazla doğunluk %100 olduğunda pH=7 ve daha yüksektir. Bazla doğunluk değeri aynı olan topraklar farklı pH derecelerine sahip olabilirler. Bunun nedeni farklı kolloidlerin H iyonlarını dissosiyeye etme güçlerinin farklı olmasıdır. Örneğin organik kolloidlerce zengin toprakların pH değeri aynı bazla doğunluk değerine sahip mineral kolloidlerce zengin topraklarından daha düşüktür. Çünkü organik kolloidlerin H iyonunu dissosiyeye etmeleri mineral kolloidlerden daha hızlıdır. Bazla doğunluk düzeyi aynı olan topraklarda adsorbe edilmiş bazik katyonların çeşidi pH değerlerinin farklı olmasına neden olabilmektedir. Örneğin bazlığı yüksek olan Na^{++} iyonu ortamda çok fazla bulunuyorsa diğer katyonlara göre kolaylıkla dissosiyeye olan sodyum iyonları çözeltinin OH iyonları miktarını arttırarak ortamın bazik olmasına neden olmaktadır. Özetle toprakta bazla doğunluk yüzdesi, kolloidin tabiatı ve değişebilir katyonların çeşidi toprak pH'sını etkilemektedir. Ayrıca, toprak havasında bulunan karbondioksit miktarı, kimyasal gübreler, organik madde ve bitkiler de toprak pH'sındaki değişimlerde etkili olmaktadır.

4.2.2.3. Katyon Değişim Kapasitesi

Toprakta bulunan mineral ve organik kolloidlerin yüzeylerinde tutulan katyonun toprak çözeltisine, toprak çözeltisinden bir katyonunda onun yerine kolloid yüzeyine geçmesine katyon değişimi denir. Katyon değişimi bitki beslenmesi açısından çok önemlidir. Toprağa bitki besin maddeleri olarak verilen potasyumlu, amonyumlu, kalsiyumlu ve magnezyumlu gübrelerin katyonlarının toprak kolloidlerindeki değişebilir katyonlarla yer değiştirerek topraklar tarafından tutulmaları ve böylece yıkanmaya karşı korunmaları sağlanır. Değişebilir iyonlar basitçe nötral tuz çözeltileri ile topraktan uzaklaştırılabilen katyonlar olarak tanımlanır.

Verimli tarım topraklarında değişebilir katyonların tutulumu genellikle $Ca^{+2} > Mg^{+2} > K^{+} > NH_4^{+} > Na^{+}$ sırasındadır. Bir toprağın 100 gramındaki değişebilir katyonların miliekivalentleri toplamı o toprağın katyon değişim kapasitesini (KDK) verir (Usta, 1995).

Bir toprağın, sahip olduğu negatif yükler nedeniyle tutabildiği toplam katyon miktarı olan KDK 100g fırın kurusu toprakta miliekivalan (me) olarak ifade edilmekte ve toprakta doğrudan negatif yükler tarafından etkilenmektedirler. Toprakta negatif yükün iki ana kaynağı bulunmaktadır. Bunlar kil ve organik maddedir. Çeşitli kil minerallerinin içerdikleri negatif yük, diğer bir ifade ile katyon değişim kapasiteleri birbirinden farklıdır. Örneğin, kaolinit kil mineralinin KDK'sı 3-15 me/100g iken, bu değer vermikullit için 100-140 me/100g'dır (Çizelge 4.2.4).

Kil mineralinin cinsi yanında miktarıda toprakların KDK'sını etkileyen önemli bir faktördür. Bu nedenle toprağın KDK'sini değerlendirirken, sadece kilin miktarı veya cinsi dikkate alınmamalı ve her ikisi birlikte düşünülmelidir.

Toprak organik maddesi içerdiği humus nedeniyle önemli ölçüde negatif yük içerir. Bu nedenle humus'un KDK'si 450 me/100g'a kadar çıkabilmektedir. Eş değişle topraktaki miktarı genellikle çok az (% 2-3) olmasına rağmen, humus KDK üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir (Sağlam ve ark., 1993).

Çizelge 4.2.4. Bazı kil minerallerinin katyon değişim kapasiteleri

Kil mineralinin adı	KDK (me/100gr)
Kaolinit	3-15
Montmorillonit	80-120
Vermikullit	100-140
İllit	20-50
Klorit	10-40
Organik madde	150-500

4.2.2.4. Organik Madde

Toprağa dönen çeşitli bitki ve hayvan artıkları ve bunların ayrışma ürünleri toprak organik maddesini oluşturur. Organik madde toprak verimliliğinde en önemli parametrelerden biridir. Toprağa karışan bitki ve hayvan artıkları ayrışmadıkları sürece toprak verimliliğinde yararlı olmaz. Organik artıklar ancak ayrıştıktan sonra içerdikleri besin maddeleri yararlı hale dönüşür, bitki besin maddeleri dışında kalan kısımlar da toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını iyileştirmede etkili olur. Toprağa yeşil dokularıyla karıştırılan organik materyalin ortalama % 75'i sudur, geri kalan % 25'lik kısmının önemli bir kısmı karbon, hidrojen ve oksijenden ve daha az kısmı da azot, kalsiyum, fosfor, potasyum gibi besin elementleri oluşturur.

Toprağın havalanması organik maddenin ayrışma hızını etkileyen en önemli olaylardandır. Çünkü organik maddenin ayrışması oksidasyon (oksijen ile reaksiyona girme) olayı ile gerçekleşmektedir. Toprak nemi ve sıcaklığı da organik maddenin ayrışma hızını etkileyen faktörlerdendir. Ayrışmanın belli bir hızda gerçekleşebilmesi için toprakta yeterli nem ve sıcaklığa ihtiyaç vardır. Ancak nem içeriğinin çok yüksek olması havalanmayı azaltacağı için ayrışmanın yavaşlamasına buna paralel organik maddenin toprakta birikmesine neden olabilmektedir.

Organik ana materyaller su ile doymuş ve düşük sıcaklık koşulları altında bitkilerin gelişerek önemli miktarda biriktiği yerlerde meydana gelirler. Organik madde içerikleri % 20-30 ve daha fazla olan ana materyallerdir. Zamanla ayrışmadan biriken bitki artıkları organik toprakların oluşması için ana madde görevini üstlenir. Böyle ana materyaller **Peat (torf, turba)** olarak isimlendirilir. Peatli topraklar 50 cm ve daha fazla kalınlıkta peat materyali içermektedir (Dinç ve ark., 1987).

Davis ve Lucas'a göre (1959) organik toprakların oluştuğu devrede bulunan sudaki mineraller madde miktarı, organik ana materyalin tipini ve özelliklerini geniş ölçüde etkilemekte ve üç ana bölüme ayrılmaktadır.

Eutropik: Bu tip organik topraklar, mineral maddelerin yüksek oranlarda yer aldığı taban sularının etkisiyle birleşmişlerdir. Ortam özellikle doğal yünden zengin saz ve ağaçların gelişmesine elverişlidir.

Oligotropik: Bunlar son derece az mineral maddeleri içeren suların (yağmur suyu gibi) etkisi altında gelişmiş organik topraklardır. Bu ortam ancak yosunların gelişmesine olanak verir.

Mezotropik: Bu topraklar oligotropik ve eutropik organik topraklar arasında yer alır. Hidrolojik ortam, otlar, carex ve diğer vejetasyon gelişmesine elverişlidir.

Toprakların organik madde kapsamaları üzerine iklim ve iklime bağlı olarak gelişen bitki örtüsü, topoğrafya, ana materyal ve zaman etkili olmaktadır. Bu nedenlerle toprakların organik madde kapsamaları birbirinden farklılıklar gösterir. Çayır toprağının üst katmanı % 5-6, zayıf drenajlı topraklar çoğunlukla % 10'dan fazla, bazı peat topraklar (Histosols) % 90'dan fazla, kuru çöl toprakları da % 1'den az organik madde içerir (Usta, 1995). Toprakların organik madde içeriği sınır değerleri Çizelge 4.2.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.2.5. Toprakların organik madde sınır değerleri (Schlincing and Blume, 1960)

Organik Madde (%)	Durumu
0-1	Çok Düşük
1-2	Düşük
2-3	Orta
3-6	Yüksek
>6	Çok Yüksek

Organik madde toprakları sınıflandırılmasında önemli bir yere sahiptir. Arazi çalışmalarında toprak profili tanımlamaları sırasında her bir horizonun ayırt edilmesinde ve tanımlanmasında O horizonun rengine bakılmaktadır. Renk ise toprağın organik madde, kireç, serbest demir oksit, minerolojik bileşim ve taban suyu varlığı ile ilişkilidir. Dolayısı ile organik madde içeriği değişik topraklarda renkte farklılık göstermektedir. Ayrıca, Organik maddenin baskın olduğu katmanları belirtmek için ana horizon sembolü olarak belirtilmekte ve horizonu O horizonu adı verilmektedir. Organik maddenin içeriği her bir horizonta farklı değerlerde olabilmekte ve böylece horizon ayrımlarında farklı miktarlarda yer almaktadır. Yine organik materyalin ayrışma ve birikme durumlarına göre ana horizonlar içerisinde alt ayrımları belirtirken kullanılırlar.

Oa: İyi ayrılmış organik materyal

Oe: Orta derecede ayrılmış organik materyal

Oi: Az ayrılmış organik materyal

Bh; Bhs: Organik materyalin illivuyal birikimi

Toprakların organik madde miktarları topografya ve rölyef açısından da önemlidir. Kuzey eğimlerde yer alan topraklarda organik madde miktarları, güney eğimdekilere nazaran daha fazladır. Diğer taraftan toprak oluşumunda aktif faktörlerden biri olan zaman hakkında da bizlere bilgi vermekte ve oluşan toprakların genç toprak, olgun toprak ya da yaşlı toprak olduğunu belirlemede ipuçları sağlamaktadır. Arazi çalışmaları sırasında horizonlarda Krotovina adı verilen boşluklar görülebilmektedir. Bu boşluklarda çoğunlukla yukarıdan yıkanan kireç ve organik maddelerin birikimi söz konusudur. Bu bilgiler ışığında toprakları sınıflandırmada toprak taksonomisinde alt ordoların isimlerini oluştururken organik madde içerikleri ve miktarları da yer almaktadır.

4.2.2.5. Tuzluluk-Alkalilik

Tuzlu topraklar

Toprakların tuz içeriği bitki gelişimini sınırlandıran önemli parametrelerdendir. Tuzlu topraklarda değişebilir sodyum içeriği yüzde 15'den az, pH 8.5'den düşük ve elektriksel iletkenlik (EC) 4 (mmhos/cm) dS/m'den yüksektir (Çizelge 4.2.6). Tuz etkisinde kalmış topraklara daha çok kurak bölgelerde rastlanır. Kurak ve yarı kurak iklimlerde yıllık yağış miktarı evapotranspirasyondan daha düşüktür.

Yağış miktarı toprakta mevcut tuzların yıkanıp uzaklaştırılması için yeterli değildir. Özellikle evaporasyonun yüksek olması toprakta mevcut suyun kılcallıkla aşağıdan yukarıya hareketinin fazla olmasına neden olur. Kılcallıkla yukarıya hareket eden su içerisinde çözülmüş tuzların toprak yüzeyine taşınıp biriktirilmesine neden olur.

Çizelge 4.2.6. Toprakların sınıflandırılması (Bohn ve ark., 1979)

Toprak Tipi	Elektriksel iletkenlik (mmhos/cm)	Reaksiyon (pH)	Değişebilir Na yüzdesi
Tuzlu Toprak	>4	<8.5	<15
Tuzlu Alkali Topraklar	>4	~8.5	>15
Alkali Toprak	<4	>8.5	>15

Taban suyunun yüksek drenajın yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak iklim topraklarında bu taşınım daha fazla gerçekleştiğinden toprakların tuzlulaşması daha hızlı gerçekleşebilmektedir. Tuzluluğun ifadesinde elektriksel iletkenlik (EC) değeri kullanılmaktadır. Bu toprakların yıkanarak tuzlarının giderilmesi ile tarımsal değerleri artırılabilir.

Tuzlu-alkali topraklar

Yüksek miktarda çözünebilir tuz ve pH ve bitki gelişimine etki edecek seviyede değişebilir sodyum içeren topraklara tuzlu-alkali topraklar denir. Bu topraklarda değişebilir sodyum yüzdesi 15'den fazla, elektriksel iletkenlik değeri 4 dS/m'den yüksek ve pH değeri çözünebilir nötr tuzların fazla olması sebebiyle 8.5 civarındadır. Bu topraklar sadece su ile yıkandıkları zaman bünyelerinde mevcut sodyumun hidrolize olması ve bu nedenle ortamda OH iyonlarının artması sebebiyle pH değerleri yükselmektedir. Ayrıca sodyum toprakta dispersiyona neden olduğu için strüktürü bozucu etkide bulunmaktadır. İyileştirilmeleri için

topraklar su ile yıkanmadan önce toprağa jips, kükürt ve sülfürik asit gibi maddelerden biri uygulanmalıdır.

Alkali Topraklar

Yüksek miktarda değişebilir sodyum içeren topraklara alkali topraklar veya sodik topraklar denilmektedir. Bu toprakların değişebilir sodyum yüzdesi 15'den fazla, elektriksel iletkenlik değerleri 4dS/m'den düşük ve pH değerleri 8.5'den yüksektir. Değişebilir sodyum içeriğinin yüksek olması nedeniyle toprak taneleri dağılmış halde olan bu toprakların su geçirimsizliği ve havalanması zayıftır.

Alkali toprakların iyileştirilmeleri için tuzlu alkali topraklarda olduğu gibi topraklar su ile yıkanmadan önce toprağa jips, kükürt ve sülfürik asit gibi maddelerden biri uygulanmalıdır.

4.2.2.6. Potasyum, Fosfor Ve Yararlı Mikro Elementler

Topraklar farklı miktarlarda makro ve mikro besin elementleri içermektedir. Toprakların kalsiyum, magnezyum, potasyum ve sodyum içeriklerine ait sınır değerler çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Toprakların K değerleri Pizer, (1967), Ca, Mg ve Na değerleri ise Loue, (1968)'nin belirlediği sınır değerleri

Durum	K	Ca	Mg	Na
	ppm	ppm	ppm	ppm
Çok Düşük	<100	<715	<55	<34
Düşük	100-200	715-1440	55-117	34-68
Orta	200-250	1440-2867	117-200	68-230
Yüksek	250-320	2867-6120	200-400	230-460
Çok Yüksek	>320	>6120	>400	>460

Potasyum

Toprakta bulunan toplam potasyumun çok büyük bir kısmı minerallerin yapısında bulunan potasyumdur. Değişebilir (yarayışlı) potasyum miktarı toplam toprak potasyumunun çok küçük bir miktarıdır. Potasyum noksanlığı genel olarak pH'sı düşük asit topraklarda ve organik topraklarda görülmektedir. Toprakların potasyumlu gübreler ile gübrenmesinin gerektiği durumunda bazı önemli gübreleme hususları vardır.

Toprakta var olan potasyum yıkanma ile topraktan uzaklaşabilir. Böyle durumlarda gübreleme ekimden hemen önce yapılmalı, birkaç seferde toprağa verilmelidir. Asit oluşturan azotlu gübreler yıkanarak daha fazla potasyumun topraktan yitmesine neden

olurken kireçleme potasyumun yıkanarak yitmesini azaltır. Tohuma çok yakın yere yapılan potasyum gübrelemesi çözünebilir tuz konsantrasyonunu arttırması nedeniyle, çimlenme üzerine olduğu gibi genç bitkilerin gelişmeleri üzerine de olumsuz etki yapabilir. Bu nedenle potasyumlu gübrelerin tohumun yan tarafına ve 5 cm uzaklığa gelecek şekilde verilmesi daha uygundur.

Fosfor

Olsen metoduna göre yapılan fosfor tayininde dekara 3 kg'dan az P₂O₅ bulunması durumunda toprağın çok az fosfor içerdiği belirtilmektedir. Toprakta bulunan fosfor bileşiklerinin cinsi büyük oranda toprak pH'sına bağlıdır. Kireçli ve yüksek pH'lı topraklarda fosfor içeriğinin çoğu çeşitli kalsiyum fosfatlar şeklinde, asit reaksiyonlu topraklarda ise demir ve alüminyum fosfatlar şeklinde bulunmaktadır. Bazı bitki türleri için fosfor elementinin kritik düzeyleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Fosforlu gübrelerin yararlılıklarını etkileyen birçok etmen vardır. O nedenle fosforlu gübreleme yapılması gerekli yerlerde toprağın fosfor gereksinimi, toprağa uygulanacak gübre miktarı, uygulanan gübrenin tepkime süresi, toprağın diğer özellikleri (pH gibi), gübrenin toprağa uygulanma şekli ve zamanı gibi faktörler dikkate alınmalıdır.

Çizelge 4.8. Bazı kültür bitkilerinde fosfor elementi kritik düzeyleri (%), (Kacar, 1997)

Bitki Türleri	Noksan	Yeterli	Fazla
Arpa (başaklanma başlangıcı)	0.15-	0.20-0.50	>0.50
Mısır (30 cm den kısa)	<0.30	0.30-0.50	>0.50
Şeker Pancarı (gelişmenin 50-80. günü)	<0.45	0.45-1.10	>1.10
Buğday (başaklanma)	0.15-	0.20-0.50	>0.50
Yonca (çiçeklenme öncesi)	<0.30	0.35-0.50	>0.40
Badem (-)	0.08-	0.10-0.30	>0.30
Ceviz (çiçek oluşumu)	0.20-	0.30-0.50	>0.50
Çilek (çiçeklenme)	0.20-	0.25-1.00	>1.00
Erik (yaz ortası)	0.09-	0.14-0.25	0.26-0.40
Şeftali (yaz ortası)	0.09-	0.14-0.25	0.26-0.40
Kiraz (Haziran-Ağustos)	0.08-	0.16-0.50	>0.50
Elma (orta dönem)	0.10-	0.14-0.40	>0.40
Asma (çiçeklenme)	<0.15	0.15-0.50	>0.50

Yararlı mikro elementler

Ülkemizde yapılan çalışmalarda özellikle Orta Anadolu Bölgesindeki toprakların büyük bir kısmının Zn bakımından fakir olduğu ve toprağa yapılan Zn gübrelemesinin toprakta DTPA'da ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonuna bağlı olarak buğdayın verimini %5-554

arasında, ortalama %43 arttırdığı saptanmıştır (Çakmak ve ark., 1999). Toprakta bulunan mikro besin elementlerinden bazılarına ait sınır değerler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Bitkiler için toprakta çinko için kritik noksanlık değeri 0.5 mg kg^{-1} dir. Türkiye topraklarının %49.83'ünün yarayışlı çinko kapsamı kritik değer olarak kabul edilen 0.5 mg kg^{-1} in altındadır. Kireçli ve pH'sı yüksek olan toprakların çinko çözünürlüğü (yarayışlılığı) oldukça düşüktür. Topraklarda kil, KDK, organik madde, kireç ve pH arttıkça yarayışlı çinko miktarları azalmaktadır (Güneş ve ark., 2002). Çinko noksanlığının şiddetli olduğu topraklarda yapılan toprak veya yaprak gübrelemesinin önemli verim artışına sebep olduğu bilinmektedir. Bitkilerin çinko gübrelemesinde topraktan ZnSO_4 kullanımı yaygın olup, genellikle $2-10 \text{ kg ZnSO}_4 /\text{da}$ dozları kullanılmaktadır. Yapraftan uygulamalarda %2-5'lik ZnSO_4 çözeltileri dikkate alınmaktadır. Yapraftan uygulamalarda yaprak uçlarında yanma görülürse çözeltideki ZnSO_4 'ın yarı miktarı kadar Ca(OH)_2 ilave edilmelidir. Meyve ağaçlarına Zn uygulamada noksanlığın şiddetine bağlı olarak $50-250 \text{ gr ZnSO}_4$ dozlarının uygulanması önerilmiştir (Tisdale ve Nelson., 1985).

Çizelge 4.9. Toprakların Fe, Zn, Mn, ve Cu içeriklerinin sınır değerleri (Viets ve Lindsay, 1973)

Durum	Fe	Zn	Mn	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm
Noksan	<2.5	<0.5	<1	<0.2
Kritik	2.5-5.0	0.5-1.0		
Yeterli	5.0-10	>1.0	>1	>0.2
Yüksek	10-20			
Toksik	>20			

Bitkisel üretimi toprakta bu denli sınırlandıran düşük Zn içeriğinin genel olarak yüksek pH'dan, kireçten, kilden ve düşük organik madde ve nem içeriğinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Marschner, 1993). Bazı bitki türleri için çinko elementinin kritik düzeyleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Bitkilerin Fe ile beslenme düzeyi için kritik değer 4.5 mg/kg^{-1} olarak kabul edilmektedir. Topraktaki yarayışlı Fe konsantrasyonu toprak sıcaklığına, nem içeriğine mikroorganizma aktivitesine, kök salgılarına, toprak havasındaki CO_2 ve özellikle de bikarbonat (HCO_3) konsantrasyonuna bağlılık göstermektedir (Marschner, 1995). Bu faktörlerden dolayı toprakta DTPA ile ekstrakte edilen Fe'in bitkilerce alımında hem zamansal hem de lokal

olarak büyük değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Bitkilerin topraktan Fe alımını özellikle ortamdaki yüksek pH, yüksek fosfor ve kalsiyum konsantrasyonu olumsuz etkilemektedir (Güneş ve ark., 2002).

Çizelge 4.10. Bazı kültür bitkilerinde çinko elementi kritik düzeyleri (ppm),(Kacar, 1997)

Bitki Türleri	Noksan	Yeterli	Fazla
Arpa (başaklanma başlangıcı)	<15	15-60	>60
Mısır (30 cm den kısa ve tüm bitki için)	<20	20-60	>60
Şeker Pancarı (gelişmenin 50-80. günü)	5-9	10-80	>80
Buğday (başaklanma)	11-20	21-70	71-150
Yonca (çiçeklenme öncesi)	10-20	21-70	>70
Badem (-)	<18	>18	-
Ceviz (çiçek oluşumu)	<22	22-25	>25
Çilek (çiçeklenme)	15-19	20-200	>200
Erik (yaz ortası)	15-19	20-50	51-70
Şeftali (yaz ortası)	15-19	20-50	51-70
Kiraz (Haziran-Ağustos)	15-19	20-50	>50
Elma (orta dönem)	15-19	20-100	>100
Asma (çiçeklenme)	<25	25-100	>100

Fazla miktarda kireç içeren topraklarda sulama ile bikarbonat (HCO_3) oluşumunda artış olacağı ve bu artışın bitkiler tarafından, Fe başta olmak üzere mangan ve çinko gibi besin elementlerinin alımını olumsuz etkileyeceği beklenebilir. Bazı bitki türleri için demir ve mangan elementlerinin kritik düzeyleri (ppm) Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Bazı bitki türleri için demir (Fe) ve mangan (Mn) elementlerinin kritik düzeyleri (ppm) (Kacar, 1997)

Bitki Türleri	Demir (Fe), ppm			Mangan (Mn), ppm		
	Noksan	Yeterli	Fazla	Noksan	Yeterli	Fazla
Arpa (başaklanma başlangıcı)	-	-	-	5-24	25-100	>100
Mısır (30 cm den kısa, tüm bitki)	<50	50-250	>250	<20	20-300	>300
Şeker Pancarı (gelişmenin 50-80.	50-59	60-140	>140	10-25	26-360	>360
Buğday (başaklanma)	<25	25-100	>100	5-24	25-100	>100
Yonca (çiçeklenme öncesi)	20-29	30-250	>250	20-30	31-100	>100
Badem (-)	-	-	-	<20	>20	-
Ceviz (çiçek oluşumu)	-	-	-	<30	30-300	>300
Çilek (çiçeklenme)	40-49	50-200	>200	40-49	50-200	>200
Erik (yaz ortası)	60-99	100-250	251-500	20-39	40-160	161-
Şeftali (yaz ortası)	60-99	100-250	251-500	20-39	40-160	161-
Kiraz (Haziran-Ağustos)	60-99	100-250	>250	20-39	40-200	>200
Elma (orta dönem)	40-49	50-300	>300	20-24	25-200	201-
Asma (çiçeklenme)	<40	40-300	>300	<30	30-150	>150

Son yıllarda yaygınlaşan kaniya göre bitkilerin Fe ile gübrenmesinde, topraktaki alınabilir Fe konsantrasyonundan çok toprakta bikarbonat oluşumunu hızlandıran fiziksel koşulların ne boyutta olduğu ve hangi bitki türünün yetiştirileceği önem kazanmaktadır (Römheld ve Marschner, 1986).

Genel olarak Strateji I (çift çenekli) bitkileriyle çeltik ve sorgumun Fe noksanlığına duyarlı buna karşılık çavdar, arpa, buğday ve yulafın ise yüksek dayanıklılık gösterdiği bildirilmiştir (Marschner 1995). Bitkilerde Fe noksanlığının giderilmesinde genelde inorganik gübrelere kıyasla organik-Fe'li gübrelerin daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Yüksek pH koşullarında Mn miktarı bitkinin ihtiyacını karşılayamayacak oranda düşük olabilir. Mn'in elverişliliği 6.5-8.0 arasındaki pH'larda yüksek bakteriyel aktivite sonucu oksitlenmesinden dolayı azalmaktadır (Güneş ve ark., 2002).

Lindsay (1972)'ye göre pH'daki her birim artışa bağlı olarak yarayırlı Mn miktarı 100 kat azalmaktadır. Page (1962)'ye göre yüksek pH aynı zamanda Mn ile toprak organik maddesinin kompleks oluşturmasını sağlayarak da Mn yarayırlılığını azaltmaktadır. Çok kurak koşullarda Mn tuzları sularını geriye dönüşsüz olarak kaybederek daha az yarayırlı hale gelirler. Bu nedenle Mn noksanlığı iyi havalandırılan kurak ve yarı-kurak bölgelerdeki kireçli topraklarda daha yaygın olarak görülebilmektedir.

Mn noksanlığının giderilebilmesi için toprağa ya da yaprağa $MnSO_4$ güresinin kullanımı tavsiye edilebilir. Yaprğa uygulamalarda 51-2'lik $MnSO_4$ veya %1'lik Mn-kleyt çözeltileri kullanılabilir. Ayrıca Mn noksanlığı olan topraklarda yetişen bitkilerin tohumlarına Mn uygulaması veya Mn içeriği fazla olan tohumların seçilmesi ile bitki gelişimi ve tohum verimi arttırılabilir. Yulaf, buğday, soya fasulyesi ve şeftali Mn noksanlığına duyarlı bitkiler arasında yer alırken mısır ve çavdar duyarlı değildir (Reuter ve ark., 1988).

Topraklarda, toprak ve çevre faktörlerine bağlı olarak hazırlanacak gübreleme programlarıyla mikro elementlerin bitkilerce alınabilirliği arttırılabilir. Örneğin, özellikle yüksek pH'ya sahip topraklarda NH_4 gübrelemesine büyük ölçüde yer verilmesi durumunda NH_4 'ün asidik etkisinden dolayı Zn'nun bitkilerce alınabilirliğinin oldukça arttığı saptanmıştır (Marschner, 1993).

4.3. Mineralojik ve Mikromorfolojik Özellikler

Doç. Dr. Erhan AKÇA
Adıyaman Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adıyaman
Prof. Dr. Selim KAPUR
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Emekli Öğretim Üyesi, Adana

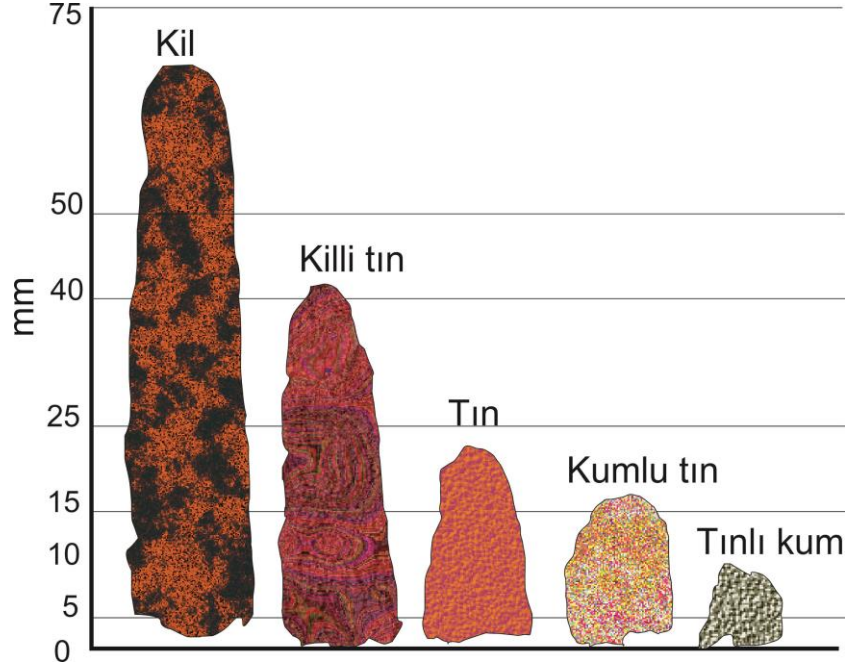
Toprakların katı bölümleri amorf (kristal yapısı olmayan) ve kristalli mineraller ile organik maddeden oluşmaktadırlar (van Breemen ve Buurman, 2003). Bu nedenle topraklar tanımlanırken ilk aşama toprağın mineral veya organik kökenli olup olmadığının belirlenmesidir. Bu nedenle toprağın yüzde kaçının mineral yüzde kaçının organik kökenli olup olmadığının toprak profili tanımlanmasında saptanmalıdır. Türkiye kurak ve yarı kurak iklime sahip olduğundan çöküntü alanları, bataklık, denizkulakları, drenaj sorunu olan düz ovalar, yüksek yağış alan ve yoğun bitki örtüsü olan yerler dışında başka bir tanımla organik maddenin hızlıca ayrışmasını engelleyecek suyla doymun koşulları sağlayan yerler dışında çoğunlukla mineral topraklara sahiptir (Şekil 4.3.1) (Dinç vd. 2001; Atalay, 2011). Bununla birlikte toprak organik olarak sınıflandırılmasa da özellikle yoğun bitki örtüsü altında organik materyal birikimi sonucu organik horizonlar oluşabilmektedir. Organik karbonun tutulmasında önemli bir depo olan bu horizonlarında tanımlanırken organik maddenin ayrışma ve huminleşme düzeyi saptanarak organik maddenin bozunmadan kalma süresi saptanarak toprakların organik madde depolama potansiyeli ortaya konulabilmektedir (Akça vd. 2010).



Şekil 4.3.1. Organik toprakların oluşabileceği topoğrafya

Topraklarda morfolojik olarak (gözle) mineralleri tanımlamak zor olabilir. Bu nedenle büyüteç ve lup ile taze yüzeyleri (üzerindeki toprak parçacıkları temizlendikten sonra) incelenmelidir. Tekstür durumu toprağın ayrışma düzeyini ortaya koyabilir. Kil içeriği yüksek topraklar yerinde oluşmuşsa ileri derecede ayrışma (ikincil mineraller yaygın), taşınmışsa düşük enerjili taşınmayı gösterir. Tekstür kumlu ve tınlı ise yerinde oluşmuş materyallerde düşük ayrışma (birincil mineraller baskın), taşınmış topraklarda güçlü

enerjiyle taşındığını gösterebilir. Arazide toprak parçacığını suyla orta doygunluğa getirildiğinde oluşacak çamur boyutu ile toprakta bulunan kil minerallerin türüne ait yorum yapılabilir (Şekil 4.3.2).



Şekil 4.3.2. Toprak tekstürüne bağlı suyla doymun parçacık boyutu
(<http://archive.agric.wa.gov.au>)

4.3.1. Mineraloji

4.3.1.1. Birincil Mineraller

Yeryüzünde binlerce mineral türü olmasına karşın kayaların birçoğunu 7 ana grupta sınıflandırılan 25 tür birincil (ayrışmamış) mineral oluşturmaktadır (Jenny, 1994) (Çizelge 4.3.1). Birincil minerallerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışmaları sonucunda ise demir, alüminyum oksitler, kil mineralleri, sülfatlar, kalsiyumlu bileşikler, karbonatlar ve amorf oksitler oluşmaktadır (Çizelge 4.3.1).

Aşağıdaki ki çizelgede verilen mineraller dışında toprağın rengini verimini etkileyen birincil minerallerden özellikle demirli, manganlı ve magnezyumlu mineraller olan hematit, götit, limonit, ojit, manyezit, sepiyolit, enstatit, diyopsitte üzerinde durulması gereken minerallerdir. Afyon, Aksaray, Balıkesir, Bigadiç, Burdur, Kemalpaşa, Eskişehir-Kırka, Germencik-Ömerli, Iğdır, Karasaz, Kayseri, Konya-Ereğli, Kütahya-Emet, Manyas,

Susurluk/Demirkapı-Sultançayır, Salihli ve Yüksekova yörelerinde volkanik ve metamorfik bölgelerinde bor elementinin yüksek olması toksik etki yaratmaktadır (Türkan, 2006).

Çizelge 4.3.1. Türkiye Topraklarında bulunan başlıca birincil ve ikincil mineraller

Birincil Mineral	Kayaç	İkincil Mineral
Kuars	Bütün kayaçlar	Kuars
Olivin	Koyu renkli volkanik kayaçlar, metamorfikler	Demirhidroksitler
Piroksen	Koyu renkli volkanik kayaçlar, metamorfikler	Demirhidroksitler, smektit
Amfibol	Granit, diyorit, andezit, metamorfikler	Demirhidroksitler, smektit
Feldispat	Potasyumlu feldispat granit, diyoritte, sodyumlu ve kalsiyumlu feldispat (plajiyoklaz, en yaygın mineral kuvarstan sonra) bazalıtta bulunmaktadır	Kaolinit, gipsit, allofan
Serpantin	Ofiyolit, serpantinit,	Smektit ve demirli bileşikler
Muskovit	Volkanik granitik kayaçlarda	İllit
Biyotit	Metamorfik şişt ve gnays	vermikulit
Klorit	Yeşil şiştik kayaçlar	Vermikulit smektit
Garnet	Mika şiştler, volkanik kayaçlar	Demir, Alüminyum, Mangan oksitler
Apatit	Çökel kayaçlar (%75) (Mardin), mika-piroksenit, volkanik kayaçlar	Demir fosfat, Alüminyum fosfat
Volkanik cam	Dış püskürük	Allofan, İllit, smektit
Kalsit	Kireçtaşı	İkincil kireç
Dolomit	Dolomit	İkincil magnezyum oksitler
Jips	Evaporit (Eski deniz ve göl yatakları)	Sülfatlar
Kükürt	Volkanik dış püskürükler, Metamorfik (Jeotermal bölgelerde)	Kükürtlü bileşikler

4.3.1.2. İkincil Mineraller, Kil Mineralleri

İkincil mineraller ana materyaldeki birincil minerallerin ayrışmasıyla oluşmaktadır (Çizelge 4.3.1). İkincil mineraller içerisinde tarımsal açıdan öncelikle kil mineralleridir. Tropik kuşaklarda ki laterit, yağışlı koşullarda gipsit ve brusit oluşumu Türkiye iklim koşulları nedeniyle olası değildir.

Toprakların katyon değişim kapasitesi, su tutma, kök gelişimi, pH, arazi işleme, drenaj, toprak yapısının oluşumunda ve verilen bitki besin elementlerinin tutulmasında etkindirler bu nedenle kil türünün arazide yaklaşık ve laboratuvarında mineralojik analizlerle ayrıntılı biçimde tanımlanması gerekmektedir.

Killer basit olarak 3 sınıfa ayrılabilirler. Bu sınıflama killerin birim kristal yapısını oluşturan tabaka sayısına bağlıdır (Kapur vd, 1985; van Breemen ve Bruman, 2003) (Şekil 4.3.3). Kristal yapısına bağlı olarak killerin katyon değişim kapasitesi değişmektedir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) ve toplam potasyum verilerine bakarak yaklaşık kil tipi yorumu yapılabilir (Hazelton ve Murphy, 2007; Chittoori ve Puppala, 2011) (Çizelge 4.3.2). Ancak organik maddenin de katyon değişim kapasitesi olan etkisi özellikle organik maddesi %2'nin üzerinde olan topraklarda göz önüne alınması gerekmektedir (Çizelge 4.3.2).



Şekil 4.3.3. Killerin sınıflandırılması

KDK değerlendirilmesi ile nicel kil değerlendirilmesi yapılırken toprak tekstür analizi temel alınmalıdır. Örneğin %40 kil içeren bir toprakta KDK değeri kilin %100 değerinin %40'ı olacaktır. Smektitin KDK değeri $80 \text{ cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$ olduğu kabul edilirse %40 kil içeren bir toprakta KDK yaklaşık $32 \text{ cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$ ise smektit, $6 \text{ cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$ ise kaolinit (kaolinitin KDK değeri en çok $15 \text{ cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$ 'dir, Çizelge 4.3.2) varlığı düşünülebilir. Ayrıca topraklarda hiçbir zaman herhangi bir kil türünün saf ve bozulmamış kristal yapıda olmadığı akılda tutulmalıdır (Galan, 1996).

Çizelge 4.3.2. Kil minerallerinin ve organik maddenin katyon değişim kapasite değerleri

Tür	Katyon Değişim Kapasitesi cmol_ckg⁻¹
Smektit	80-100
İllit	15-40
Kaolinit	3-15
Paligorskit & Sepiyolit	4-40
Organik madde	250-400 (ayırışma düzeyi arttıkça KDK değeri artmaktadır)

Kaolinit

1:1 tabakalı yapıya sahip olan kaolinit grubu killeri tabakaları arasına su alıp genişleme özelliği göstermediği için plastikliği diğer killere oranla çok düşüktür. Yüzey alanı düşük olduğundan katyon değişim kapasitesi smektit, illit, klorit ve vermikulitten düşüktür. Türkiye topraklarında Kütahya, İznik, Bilecik, Söğüt dışında çok yaygın değildir (Yılmaz ve Akça, 2000). Bununla birlikte olgun toprakların (A-Bw, Bt, Bk-C) dizilimli toprakların çoğunda kaolinit az düzeyde de olsa saptanmaktadır. Açık renkli olup Türkiye’de daha çok hidrotermal suların feldispatı aniden ayrıştırdığı yerlerde oluşmaktadır (Çambel vd., 1994).

Smektit ve Vermikulit

2:1 tabakalı yapıda olan smektit tabaka arasına su alıp birim kristal yapısını 10 angströmden 18 angströme değin genişletebilmektedir. Kurak ve yarı kurak iklimlerde ki en yaygın kil minerali olması nedeniyle Türkiye topraklarının çok büyük bölümünde baskın kil minerali olarak yer almaktadır. Özellikle Vertisol sınıfı topraklar ile vertic (çatlama) özellik taşıyan toprakların tipik kil minerali smektit veya vermikulittir (Şekil 4.3.4). Katyon değişim kapasitesi en yüksek kil olan smektit ve vermikulit toprağın verim potansiyelini arttırmaktadır. Ancak yüksek su tutmaları nedeniyle özellikle nemli olduklarında tarla işlenirse pulluk altı katmanı oluşturarak kök gelişimi ve su hareketlerinin olumsuz etkilerler.

**Şekil 4.3.4.** Smektitli çatlama toprak (Vertisol)

İllit

2:1 tabakalı olmasına karşın tabaka arasına su almadığı için şişme büzülme göstermeyen illit yapısındaki potasyum nedeniyle önemli bir besin kaynağıdır. Katyon değişim kapasitesi kaolinitten yüksek smektitten düşüktür. İllit özellikle volkanik ve metamorfik kökenli kayalar üzerinde oluşan topraklarda yaygın olarak bulunmaktadır.

Paligorskit ve Sepiyolit

Temelde 2:1 tabakalı olmasına karşın tabakaların zincir dizilimli olmasıyla illit ve smektitten ayrılan paligorskit alkali ve magnezyumca varsıl eski göl ortamları ile sığ deniz ortamlarında oluşmaktadır. Sepiyolit ise paligorskitten farklı olarak silisyum oranının daha yüksek olmasıdır (Huertos, 2011). Katyon değişim kapasitesi kaolinitten yüksek diğer killerden düşüktür. Kalişli topraklarda smektitle eşit düzeyde bulunabilmektedir (Kadir ve Eren, 2008) (Şekil 4.3.5). Nizip, Kilis, Adana, Mersin, İzmir, Antalya’da yer alan kalişler önemli paligorskit içeren topraklardır.



Şekil 4.3.5. Kaliş üzerinde yer alan toprak profili (Calcisol/Inceptisol)

4.3.2. Toprak Mineral Birliktelikleri

Ana materyaldeki minerallerin ayrışma düzeyi toprakların oluştuğu bölgenin iklimine bağlı olarak değişim göstermektedir. Feldispatça varsıl ve mafik kayalar üzerinde gelişen genç volkanik topraklarda genellikle amorf alüminyum silikat ile amorf demir oksitler yüksek düzeyde bulunmaktadır. Bu toprakların kil düzeyi azdır ve sığ ve/veya orta derinlikte profile sahiptirler.

Orta düzeyde ayrışma gösteren yarı-kurak bölgelerde (Karadeniz, Marmara dışındaki bölgeler) başta smektit olmak üzere çeşitli kil mineralleri, kalsit (asidik kayalar değilse) ile zayıf kristalli demiroksitler toprakların başlıca mineralleridir.

Step ikliminde olan topraklarda smektit grubu killer, illit (volkanik ve metamorfik ana materyal etkisi varsa) ile yüksek düzeyde kalsit (görsel ve karbonatlı çökeller) toprağın mineral içeriğini oluşturmaktadır (Şekil 4.3.6).

Ayrıca ofiyolitik materyal üzerinde gelişen Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ki kırmızı toprakların Alfisol/Luvisol ile karıştırılmaması gerekmektedir çünkü bu toprakların rengi içerdiği olivin mineralinin idingizite dönüşmesi nedeniyle daha çok bordomsu olup yüksek alkaliliğe sahip düşük verimli topraklardır (Şekil 4.3.7).



Şekil 4.3.6. Yüksek kireç içeren marn üzerinde gelişen İç Anadolu Bölgesi toprağı
(Cambisol/İnceptisol)



Şekil 4.3.7. Ofiyolit materyal üzerinde oluşan bordomsu topraklar (Entisol/Regosol)

Kurak bölgelerde kalsit ana mineral iken bunu smektit ve paligorskit killeri izlemektedir. Ayrıca oluşum ortamına bağlı olarak örneğin eski göl tabanlarında oluşan topraklarda jips, klorit, sülfatlar, sodyum, bikarbonatlar profilde yer alabilir.

Hidromorfik topraklarda, örneğin çeltik tarımı yapılan, suyla doygunluğa bağlı olarak demir sülfatlar, demir ve mangan oksitler görülebilir. Taban suyunun derinliğinin değişmesiyle kuruyan kısımlarda pas lekeleri, doymun kısımda ise mavimsi veya grimsi renkli materyaller yer alabilir (Şekil 4.3.8, 4.3.9). Asit reaksiyonlu hidromorfik topraklarda ise demirli sülfat olan jarosit minerali toprak profilinde saptanabilir.



Şekil 4. 3.8. Taban suyu etkisinde grimsi renk alan C-horizonu

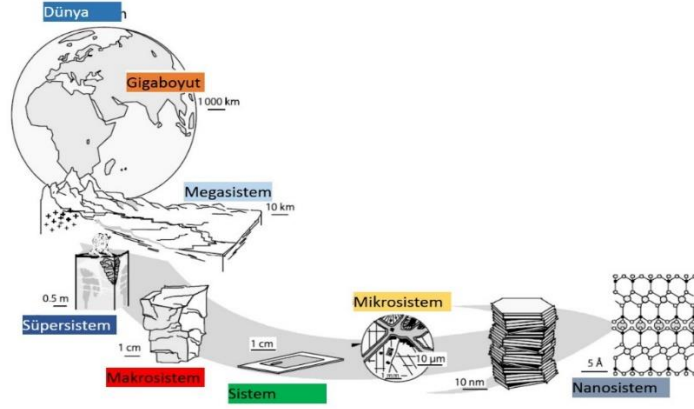


Şekil 4. 3.9. Taban suyu çekildikten sonra oksidasyon sonucu oluşan pas lekeleri (demirli mineraller)

4.3.3. Mikromorfolojik Özellikler

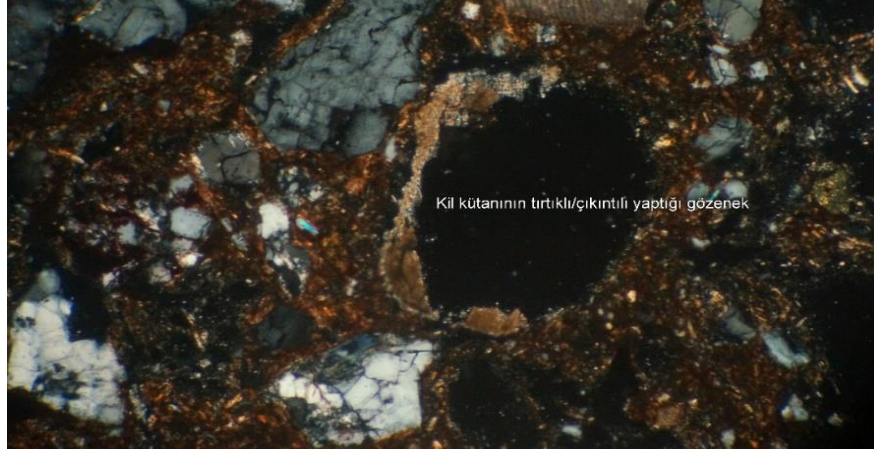
Dünya tek bir sistem olarak kabul edildiğinde ana sistemin nano boyuttan başlayarak giga boyutlara ulaştığı görülür (Şekil 4.3.10). Bu da sistemin tamamen birbirine bağlı olduğu ve herhangi bir boyutun tanımlanmasında alt ve üst boyutların tanımlanma gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Örneğin Türkiye Akdeniz İklim kuşağında olmasına karşın toprak etüd çalışmasında olası en detaylı ve çalışma yapılan yere ait mikroklima verileri gerekmektedir. Mikro boyutta ki kil, kireç ve organik maddenin yıkanmaları sonucu oluşan yapı (strüktür) ve besin maddeleri kayıpları çoğu zaman toprak kalitesinin bozunmasını göstermektedir. Bu nedenle mikromorfoloji toprakların oluşumlarını, sınıflandırılmalarını ve yönetimlerine ait soruların çözümü için yardımcı olan bilim dalıdır (Stoops vd. 2010).

Toprak tanımlamada yorumların önemli bir bölümü fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının yorumlanmasıyla yapılmaktadır. Örneğin killi toprakların normal koşullarda drenaj hızının tınlı topraklardan düşük olduğu kabul edilmektedir ancak kimi topraklarda killi olmasına karşın mikromorfolojik olarak saptanan verilerle drenaj hızının tınlı toprak kadar olduğu saptanmıştır (Kapur vd., 1997).

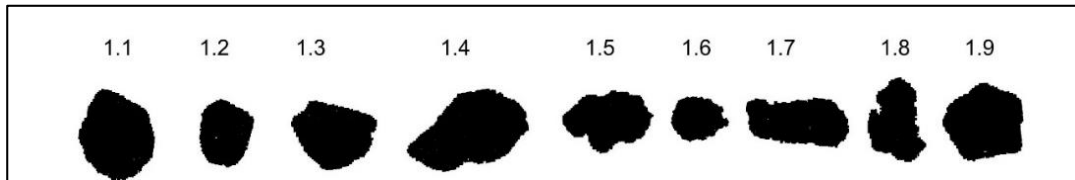


Şekil 4. 3.10. Dünya'da ki sistemler ve boyutları (Velde ve Meunier, 2008)

Su infiltrasyonunda su tutan gözeneklerin yüzey pürüzlülüğü suyun hareketini etkilemektedir. Çıkıntılı agregat yüzeyleri suyun infiltrasyonunu azaltırken düz yüzeyler arttırmaktadır (Şekil 4.3.11). Profil tanımlaması yapılırken yarı-köşeli, köşeli blok olarak yapılan tanımlar kişisel deneyimlere dayanmaktadır. Ancak agregatların feret çaplarının (en uzun Y ekseninin en uzun X eksenine oranı) mikromorfolojik yöntemlere hesaplanmasıyla bu tanımlar nitel yapılabilecektir (Şekil 4.3.12) (Kapur vd. 2009).

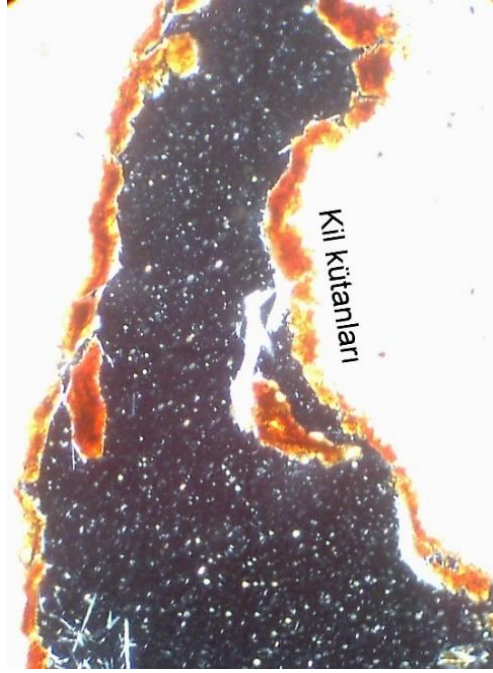


Şekil 4. 3.11. Gözenek yüzeyindeki çıkıntılar (Cambisol/İnceptisol)



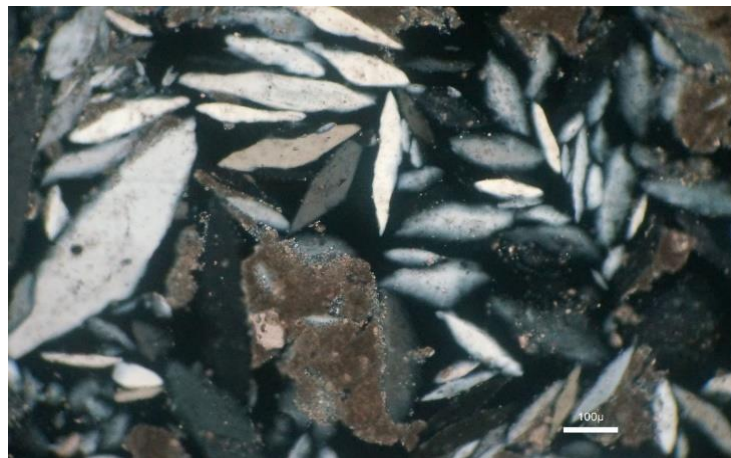
Şekil 4. 3.12. Agregat yüzeyindeki çıkıntılı yapılar ve agregatların feret çaplarına bağlı yuvarlaklık düzeyi

Alfisol/Luvisol sınıflandırılmasında kil yıkanma ve birikiminin olduğu argilic horizon (Bt) ince kesitlerde tanımlanmaktadır (Şekil 4.3.13). Yıkanma ve birikimin tüm horizonza yayılma oranı drenajın iyi olduğunu gösterirken seyrek olan kül kütanı yayılması drenajın homojen olarak profile dağılmadığını göstermektedir. Bu durum bitkilerin kiminin sağlıklı kök gelişimi kiminin ise sağlıklı kök gelişimi yapmasını açıklayabilmektedir (Miedema ve Slinger, 1972).



Şekil 4.3.13. Bt horizonunda kil kütanı (kaplaması) (Alfisol/Luvisol)

Jipsli horizonlarda jipsin dizilimi yıkanmanın yoğunluğunu veya taban suyunun hareketini göstermesi açısından önemli mikromorfolojik göstergedir (Şekil 4.3.12).



Şekil 4.3.13. İnceptisol ordosunda toprağın C-horizonunda jips mineralleri

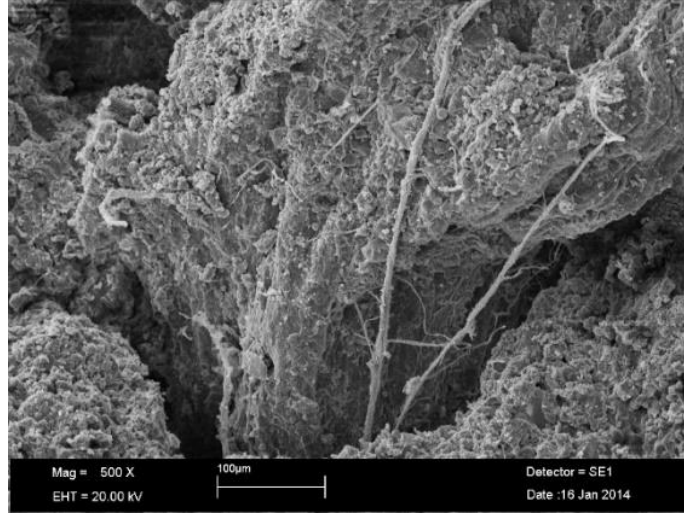
Hidromorfik topraklarda demirli mineraller pas lekesi görünümü vermektedir. Bunların sürekliliği (yineleme düzeyi) ince kesit çalışmalarıyla gözeneklerde saptanan demir sülfatlı minerallerin kütan kalınlığıyla tanımlanması olasıdır (Şekil 4.3.14).



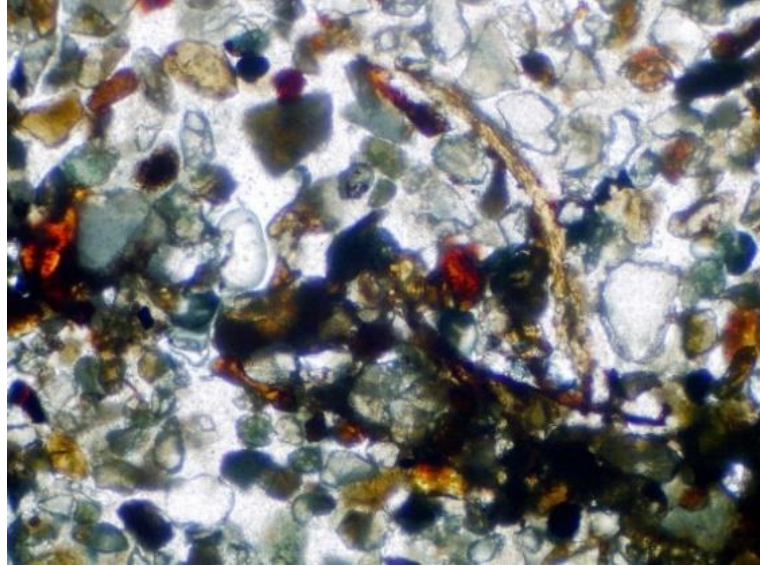
Şekil 4.3.14. Taban suyu etkisinde jarosit minerali gelişimi

Toprakta organik maddenin laboratuvarlarda yaş veya kuru yakma ile yapılan analizler sadece organik maddenin birim alandaki miktarını vermektedir (Sparks vd., 1996). Ancak organik maddenin huminleşme, ayrışma ve agregatlaşmaya etkisi ince kesit ve elektron mikroskopisi tanımlanabilmektedir (Akça vd. 2010). Organik maddenin huminleşme düzeyi ve toprak agregatlaşmasına etki düzeyinin mikromorfolojik yöntemlerle saptanması arazi işlemenin kalitesini göstermektedir (Şekil 4.3.15, 4.3.16).

Türkiye’de yeterince tanımlanmayan spodic horizon (organiklerle bileşik yapan demir ve alüminyumun dikey ve/veya yatay hareketleri) morfolojik olarak ağarma horizonu (E Albic), kilin ve bazik katyonların horizontan uzaklaşması ile tanımlansa da bu yıkanma ve uzaklaşmaların mikromorfolojik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir (Wilson ve Righi, 2010). Örneğin yıllık yağışı 1000mm’ye yakın ve üzerinde olan, yoğun bitki örtüsüne sahip Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde olası spodik horizonlar mikromorfolojik çalışmalarla saptanabilir (Şekil 4.3.17).



Şekil 4.3.15. Organik maddenin fıstık çamı kök bölgesinde agregatlaşmaya etkisi (tarama elektron mikroskobisi) (Calcisol/İnceptisol)

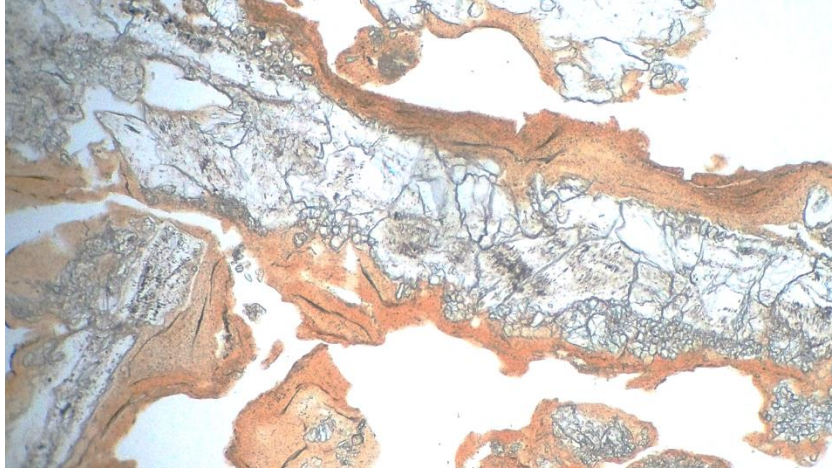


Şekil 4.3.16. Kumul alanda (Arenosol/Psammanet) humin maddeler (koyu renkli)

Kirecin yıkanması (Calcic/Calcaric) ve yüzde düzeyi toprakların sınıflamasında önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Soil Survey Staff, 2014; IUSS Working Group WRB, 2014). Ancak kalsitin birikimi veya birincil olup olmadığı mikromorfolojik olarak tanımlanabilir (Şekil 4.3.17) (Kapur vd., 1990). Traverten jeolojik bir oluşumken kalış pedolojik bir oluşumdur. Bunlar arasındaki fark mikromorfolojik olarak ortaya konularak toprak etüdünde doğru tanımlama yapılabilir.



Şekil 4.3.17. İstanbul Şile Bölgesinde spodic özellik gösteren (?) toprak profili



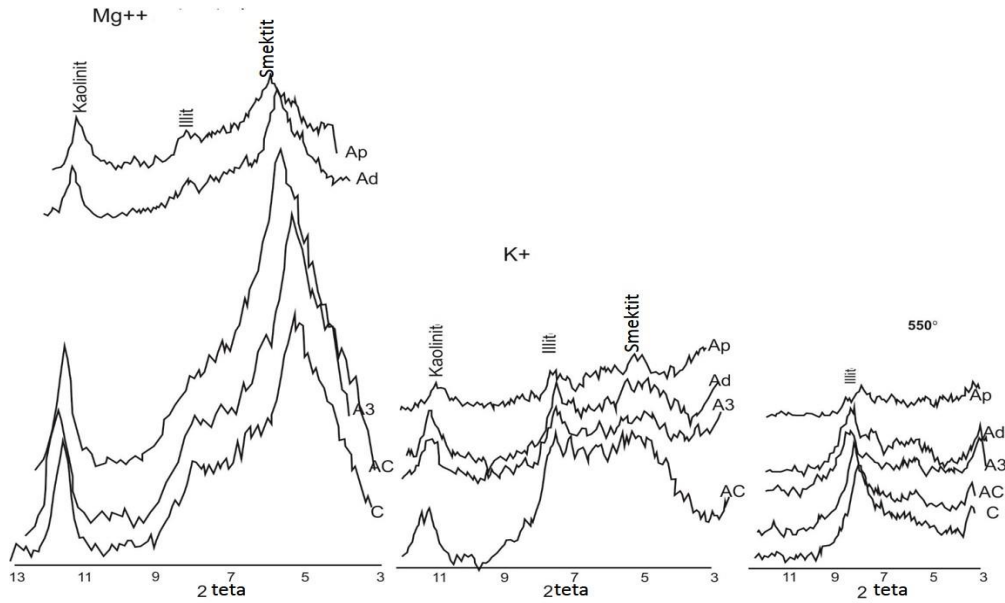
Şekil 4.3.18. Bk horizonunda ikincil kalsit ve kil kütanları (Calciisol/İnceptisol)

Teorik olarak mikroyapıda ki farklılıklar (gözenek boyutları, mineral türleri, organik madde huminleşme düzeyleri) toprağın genesisindeki farklı olguları ortaya koymaktadır (Velde ve Meunier, 2008). Örneğin alüviyal ovadaki Entisol/Fluvisol sınıfı toprağın kaç farklı kaynaktan oluştuğu ortaya konularak kil tipleri, kireç hareketleri, tuz mineralleri kökenleri saptanarak önlem (hangi tür tuz minerali hangi miktarda suyla uzaklaştırılacak, sodyum mineralleri kaç ton/dekar jipsle giderilecek vb) veya geliştirme çalışmalarına yardımcı olacak bilgi sağlanabilir.

4.3.4. Mineralojik ve Mikromorfolojik Analizler

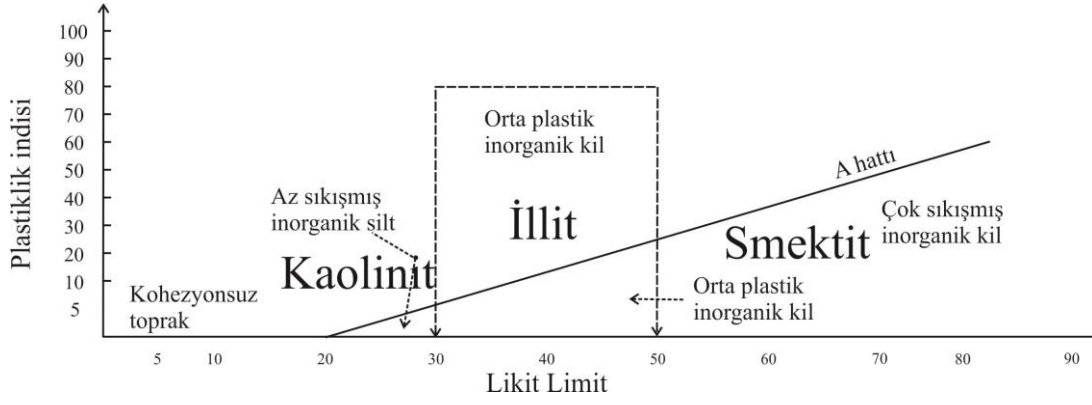
Toprak etüd ve haritalama çalışmalarında horizon tanımlanmasında yardımcı olacak mikromorfolojik çalışmalar

Toprak profili tanımlamada minerallerin tanımlanması ayrışma etkisi nedeniyle toprak çok genç değilse oldukça zordur. En yaygın mineralojik tanımlama X-ışını kırınım (X-RD) analiziyle yapılmaktadır (Yılmaz ve Sayın, 1998). Toprak örneklerinde ince silt boyutuna öğütülmüş toz boyutunda birincil mineraller Mg ve K ile doyurulan oryente (serilen) örneklerde kil analizleri yapılmaktadır (Klute, 1986). Analiz sonucu elde edilen grafiklerden mineral tipi ve kristal yapısı yarı-kantitatif olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 4.3.18). X-ışını grafiklerinde doruk yüksekliği miktarla doğru orantılıdır. Doruk sivriliği ile kristal yapı arasında da doğrusal bir ilişki vardır (Güven, 1988; Moore ve Reynolds, 1989; Velde ve Meunier, 2008).



Şekil 4.3.18. Gevaş Van topraklarının kil mineralojisi (Çimrin vd., 2004)

Toprak örneklerinde gerçekleştirilecek plastik (toprağın plastik olarak davranmasına yol açan su miktarı) ve likit (toprağın akışkan hale gelmesine yol açan su miktarı) limit analizleri ile kil tipi hakkında veri elde edilebilmektedir (Attarberg, 1912; Casagrande, 1934; Campbell, 1991) (Şekil 4.3.19, 4.3.20). Kil düzeyi %40'ın üzerinde olan örnekte yapılan plastik ve likit analizi sonucu plastiklik indisi 30'un üzerinde likit limit 50'inin üzerinde saptanırsa söz konusu toprağın başat kil mineralinin smektit olduğu söylenebilir. Örnek alınan toprak yarı ve kurak iklimde ise vertic özellikten söz edilebilir.

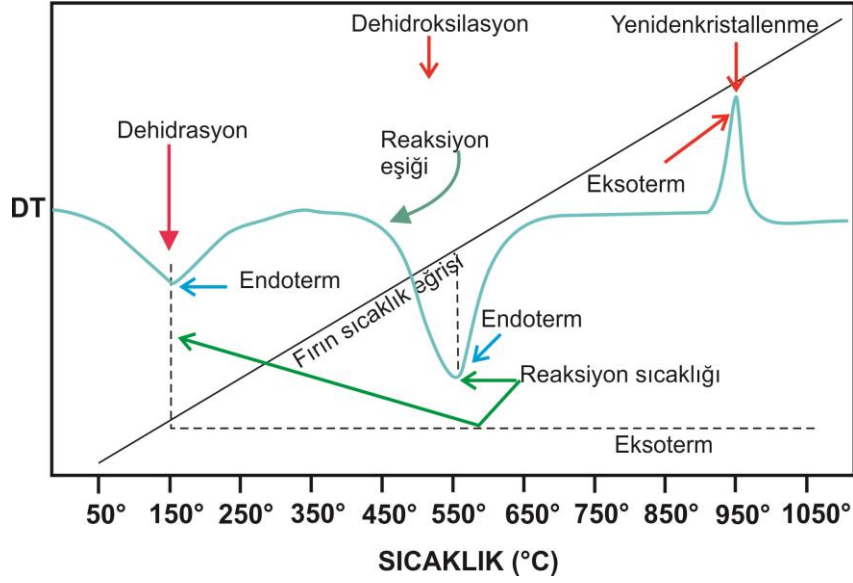


Şekil 4.3.19. Atterberg plastik ve likit limit değerleri ile kil mineralojisi ilişkisi

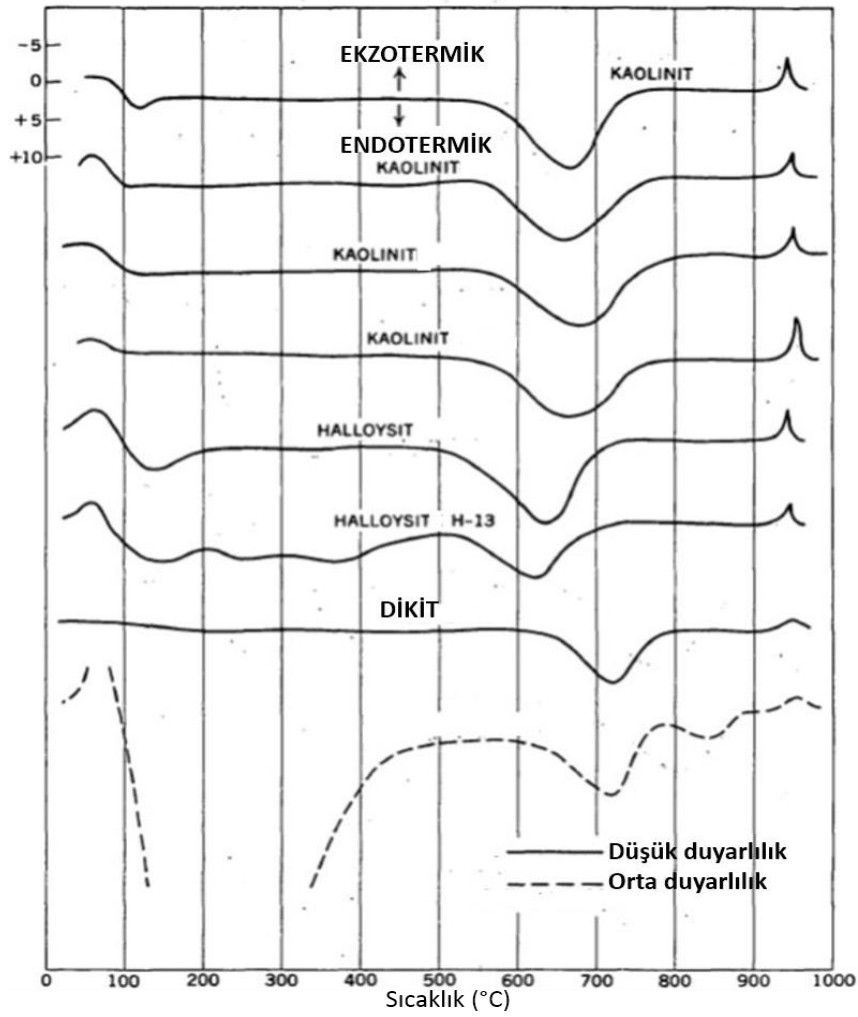


Şekil 4.3.20. Plastik likit limit analizinde kullanılan Casagrande aygıtı

Diferansiyel Termal Analiz (DTA) ile killerin tabaka yapısında ki su kaybı sırasında sıcaklık kazanım ve kaybetme değerleri ile kil tipi saptanabilmektedir (Şekil 4.3.21, 4.3.22). Ancak referans mineral saf olduğu için ve topraktaki killer saf olmadığından enerji veren ve alan eğri grafiğinin bir standardı yoktur. Bu nedenle standart hazırlarken farklı oranda killeri karıştırarak referans materyal kullanılabilir (Velde ve Meunier, 2008).



Şekil 4.3.21. Diferansiyel Termal Analiz değerlendirme örnek grafiği

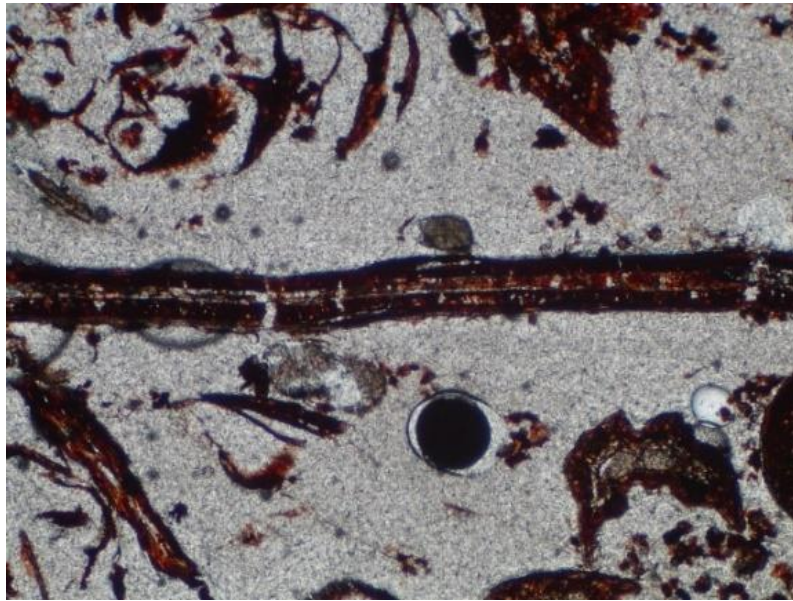


Şekil 4.3.22. DTA Kil grafiği

Topraklardan orijinal özellikleri bozulmadan alınan keseklerin polyester reçine ile doyurulduktan ve sertleştirildikten sonra 30mikrona inceltilerek yapılan ince kesitlerde toprakların gözeneklilik, yapı, organik madde, kök dağılımı vb mikromorfolojik özellikleri ile ana materyalden gelen mineraller, kayaçların mineralojik özellikleri petrografik Mikroskopta incelenmektedir (Şekil 4.3.23; 4.3.24).

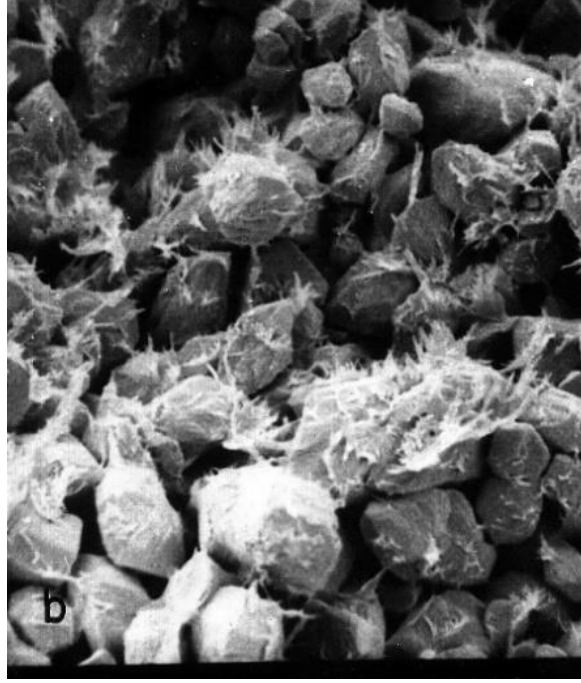


Şekil 4.3.23. Toprakta bozulmadan alınan örneğin ince kesit olarak hazırlanma aşaması



Şekil 4.3.24. İnce kesitte organik kökenli materyaller

Tarama elektron mikroskopisi (SEM) ile topraktaki yapılar ve oluşumlar 10000 büyütme değin incelenebilmektedir. Özellikle mikroagregatlar, mikoriza hifleri, kil oluşumu, minerallerin ayrışması SEM çalışmalarıyla ayrıntılı biçimde ortaya konulmaktadır (Şekil 4.3.25). Ayrıca SEM cihazına bağlı mikroalgılayıcılar ile noktasal element analizi yapılarak yararlı oluşumlar ve zararlı bileşikler (Pestisit) tanımlanabilmektedir.



Şekil 4.3.25. Kaliş içerisinde paligorskit minerali

Toprak etüd ve haritalama çalışmalarında toprak sınıflaması için yararlı olacak mineraloji ve mikromorfolojik analizler (Çizelge 4.3.3) kimyasal ve fiziksel analizlerle desteklenmesi şarttır (Douglas, 1990; Stoops vd, 2010).

Çizelge 4.3.3. Toprak Sınıflaması çalışmalarında yararlı olacak mineralojik ve mikromorfolojik analizler

ANALİZ	TÜR	AMAÇ	VERİ
X-IŞINI	Mineralojik	Kil tipi	Toprak oluşum düzeyinin saptanması, vertisollerin sınıflanması (smektit içeriği), kandic horizonlarda kaolinit varlığı (ince kesitte kül kutanı olarak saptanamayabilir).
X-IŞINI	Mineralojik	Birincil mineraller	Toprağın ana materyalinin saptanması, spodic horziona kuvars düzeyinin saptanması. Jips analizi kimyasal yöntemlerle kimi zaman duyarlı gerçekleşmediğinde mineralojik olarak saptanması gerekmektedir.
İNCE KESİT	Mikromorfolojik	Yıkanma ve birikmeler, ayrışma düzeyi	Argilic (kil birikimi), Natric (sodyum), kalsifikasyon (kireç birikimi), spodic ve oxic (yıkanma-ağarma, ayrışabilir mineral yüzdesi saptama) horizonları tanımlamada, petrocalcic horizonlar
İNCE KESİT	Mikromorfolojik	Mikroyapılar	Cambic horizon, organik madde ayrışma düzeyi (histic horzion tanımlamada), melanic horizon,
TARAMA ELEKTRON MIKROSKOBİSİ	Mikromorfolojik	Agregatların oluşumu	Cambic horizon, argilic horizon, organik ayrışma
DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ	Mineralojik	Kil ve birincil mineral tipi	Vertic horizon, spodic horizon tanımlama
KUM SLAYTI	Mikromorfolojik	Birincil mineraller	Andosoller/Andisollerdeki volkanik camların tanımlanması, ağır toprak hacim bağlı olabileceği ağır minerallerin (zirkon, turmalin, hornblend) saptanması
X-IŞINI FLORESANS	Mineralojik	Elementler, fosfor	İnsan etkisiyle oluşan toprak (Anthrosol ve Technosoller) sınıflamalarında fosfor ve organik karbon birikimi
GÖRÜNTÜ İŞLEME	Mikromorfolojik	Yapı ve ayrışma düzeyi	Oxic ve spodic horzonda ayrılmamış ve yıkanma/birikme sonrası saptanan minerallerin bilgisayar renk değerleri aralığı yazılımlarla saptanarak hesaplamalar yapılabilir. Örneğin oxic horzonda ayrılmamış mineral düzeyi %10'dan düşük olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ., Toprak Bilgisi Ders Kitabı, Yayın No:878, Ders Kitabı: 243, s: 346, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1983.
- Akça, E., Kapur, S., Tanaka, Y., Kaya, Z., Bedestenci, H.Ç., and Yaktı, S., Afforestation Effect on Soil Quality of Sand Dunes. Polish J. of Environ. Stud, 19(6), 1109-1116. 2010
- Anonim, National Soil Survey Handbook, title430-VI, 2005.
- Atterberg, A., Die mechanische Bodenanalyse und die klassifikation der mineral böden sechwedens. Int. Mitt. Bodenk., 2, 312–342, 1912
- Bohn, H.L., Mc Neal, B.L., O'Connor, G.A., Soil Chemistry. John Wiley and Sons. New York, U.S.A. 1979.
- Campbell, D.J., Liquid and plastic limits. In 'Soil analysis – physical methods'. (Eds KA Smith, CE Mullins) Dekker Inc., 367–398. New York, 1991
- Casagrande, A., Die Aräometer-methode zur Bestimmung der kornverteilung von Boden und anderen materialen. Springer J. 1934
- Chittoori, B. and Puppala, A., Quantitative Estimation of Clay Mineralogy in Fine-Grained Soils. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 137(11), 997–1008. 2011.
- Çakmak, İ., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H.J., Kilmc, Y. ve Yılmaz, A., Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-science for stability Project, Field Crops Research, 60: pp 175-188, 1999.
- Çambel, H., Kapur, S., Karaman, C., Akça, E., Kelling, G., Şenol, M., Yaman, S., Source Determination of the Late Hittite Basalt at Karatepe-Arslantaş and Domuztepe. In The Proceedings of the 29th Int. Symp. on Archaeometry. Ankara, pp. 9-14, 1994.
- Çimrin, K. M., Akça, E., Şenol, M., Büyük, G., and Kapur, S., Potassium potential of the soils of the Gevaş region in Eastern Anatolia. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28(4), 259-266. 2004.

- Davis, F. J. and Lucas, R. E., Organic soils. Their formation distribution, utilization and management, Michigan State University special bulletin, 4 (25): 9-15, 1959.
- Demir, S. ve Kılıç, M., Şişen Zeminlerin Tanımlanması ve Zemin İyileştirme Yöntemleri, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 95-104, 2010.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S. "Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması", Ç.Ü. yayınları ders kitabı no. 7.1.3. Çukurova Üniversitesi basımevi, Adana. 1987.
- Douglas, L. A. (ed)., Soil micromorphology: A basic and applied science (Vol. 19). Elsevier, 1990.
- FAO/UNESCO, "Soil Map of the World", **World Soil Resources Report 60**, FAO, Roma, 1990.
- Galan, E., Properties and applications of palygorskite-sepiolite clays. Clay Minerals, 31(4), 443-454. 1996
- Grossman, R.B., Brasner, B.R., Franzmeier, D.P. and Walker, J.L., Linear extensibility as calculated from naturalclod bulk density measurements. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32: 570-573, 1968.
- Güneş, A., Alpaslan M. ve İnal, A., Bitki Besleme ve Gübreleme, Yayın No: 1526, Ders Kitabı: 479, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 2002.
- Güven, N., Smectites, in hydrous phyllosilicates (exclusive of micas), Rev. Mineral, 19, 497 – 559. 1988
- Handbook (NSSH) [Online]. USDA, NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE. 2012b.
- Hazelton, P.A., Murphy B.W., Interpreting Soil Test Results What Do All The Numbers Mean?' CSIRO Publishing, Melbourne. 2007
- Huertos, E. G., Developments in Palygorskite-Sepiolite Research: A New Outlook on tThese Nanomaterials (Vol. 3). A. Singer, & E. Galan (eds.). Elsevier. 2011

- Kacar, B., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 1490, Ders Kitabı: 449, s:302, Ankara, 1997.
- Kadir, S., and Eren, M., The occurrence and genesis of clay minerals associated with Quaternary caliches in the Mersin area, southern Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 56(2), 244-258. 2008.
- Kapur, S., İnce, F., Çavuşgil, V., Toprak Mikromorfolojisi. Ders Kitabı. D.Ü. Fen - Edebiyat Fakültesi. Yayın No: 9. D.Ü. Basımevi, Diyarbakır, 1985.
- Kapur, S., Çavuşgil, V. S., Şenol, M., Gürel, N., and Fitzpatrick, E. A., Geomorphology and pedogenic evolution of Quaternary calcretes in the northern Adana Basin of southern Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 34(1), 49-59. 1990
- Kapur, S., Karaman, C., Akca, E., Aydın, M., Dinç, U., FitzPatrick, E.A., Pagliai, M., Kalmar, D. and Mermut, A.R., Similarities and differences of the spheroidal microstructure in Vertisols from Turkey and Israel. *Catena* 28, 297–311. 1997.
- Kapur, S., Ryan, J., Akça, E., Çelik, İ., Pagliai, M., and Tülün, Y. Influence of mediterranean cereal-based rotations on soil micromorphological characteristics. *Geoderma*, 142(3), 318-324. 2007.
- Klute, A. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods (No. Ed. 2). American Society of Agronomy, Inc.. 1986.
- Lindsay, W.L., Zinc in soils and plant nutrition: *Adv. Argon.* 24:147-186, 1972.
- Loue, A., Diagnostic Petiolaire De Prospection. Etud Sur La Nutrition et. La Fertilisation Potasigues De La vigne. Societe Commerciale Des Potasses d'Alsace services Agronomiques 31-41, 1968.
- Marschner, H., Zinz uptake from soils. in: Zinc in soils and plants. (Ed. A.D. Robson). pp 59-76 Kluvver Academic Publishers Dordrecht. 1993.
- Marschner, H., Mineral Nutrition Higher Plants. Second Ed. Academic Press New York. 1995.

- Miedema, R. and Slager, S., Micromorphological quantification of clay illuviation. *Journal of Soil Science* 23, 309–314. 1972.
- Moore, D.M., and Reynolds, R.C., X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals (Vol. 378). Oxford University Press. 1986.
- Page, E.R., Studies in Soils and plant manganese. II. The relationship of soil pH to manganese availability. *Plant Soil*, 16:247-257, 1962.
- Pizer, N.H., Some Advisory Aspects Soil Potassium and Magnesium. *Tech. Bult. N. 14-184*, 1967.
- Reuter, D.J., Cartwright B., Judson, G.J., Mcfarlane, J.D., Maschmedt, D.J. and Robinson, J.B., Trace Elements in South Australian Agriculture. *Techn. Rep. No. 139*. South Australian, 1988.
- Römheld, V. and Marschner, H., Mobilization of iron in the rizosphere of different plant species. *Adv. Plant Nutr.* 2: 155-204, 1986.
- Tisdale, S.L., and Nelson, W.L., *Soil fertility and fertilizer*. 4 th Edition, New York, USA, 1985.
- Sağlam, T.M., Cangir, C., Bahtiyar, M., Tok, H.H., *Toprak Bilimi*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Tekirdağ, 1993.
- Schlichting, E. and Blume, H.P., *Bodenkundliches Praktikum*. P. 209. Series No: 9. ASA Inc. Pub. Madison, Wisconsin. USA. Pp. 1179-1237, 1960.
- Soil Survey Staff, *Soil Survey Manual*, USDA, SCS, Agric. Handb. 18. **U.S. Gov. Print. Office**, Washington, DC. 1951.
- Soil Survey Staff, Identification and nomenclature of soil horizons, Supplement to Agric. Handb. 18, *Soil Survey Manual* (replacing pages 173–188). USDA, SCS. **U.S. Gov. Print. Office**, Washington, DC. 1962.
- Soil survey staff., *Soil Taxonomy*. A. Basic System of Soil Classification For Making and Interpreting Soil Surveys. USDA. A Soil Cons. Serv. Agr. Handbook No: 436. Washington D.C. 1975.

Soil Survey Staff, **Keys to Soil Taxonomy**, 11th ed. USDA, NRCS. **U.S. Gov. Print. Office**, Washington, DC. 338 pages, 2010.

Soil Survey Division Staff, **Soil Survey Manual**, USDA, SCS, Agric. Handb. 18. **U.S. Gov. Print. Office**, Washington, DC. 1993.

Soil Survey Staff, **Illustrated Guide to Soil Taxonomy**. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, **National Soil Survey Center**, Lincoln, Nebraska. 2014.

Soil Survey Staff, **Data dictionary**, In National Soil Information System (NASIS), Release 6.2 [Online]. USDA, NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE. 2012a.

Soil Survey Staff, **Glossary of Landform and Geologic Terms**, Part 629, National Soil Survey

Soil Survey Staff, **National Soil Information System (NASIS)**, Release 6.2 [Online]. USDA, NRCS, Lincoln, NE. 2012c.

Soil Survey Staff, **National Soil Survey Handbook (NSSH)** [Online]. USDA, NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE. 2012d. (<http://soils.usda.gov/technical/handbook/>)

Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Sumner, M. E., **Methods of soil analysis. Part 3-Chemical Methods**. Soil Science Society of America Inc.. 1996.

Stoops, G., Marcelino, V. and Mees, F., **Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths**, Elsevier, Amsterdam, 2010.

Symes, R.F., **Eyewitness: Rock and Minerals**, Dorling Kindersley, Londra, 73, 2011

Türkan, Y., **Buğdayda Bor Toksisitesi ile Fosfor Arasındaki Etkileşimin Büyüme ve Çözünür Karbonhidratlar ile İlişkisinin İncelenmesi**. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, Ankara, 2006.

Usta, S., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 1490, Ders Kitabı: 449, s:302, Ankara, 1995. Van Breemen, N. and Burman, P., Soil Formation, 2nd ed. Kluwer Academic Press, New York, 2003.

Velde, B. And Meunier, The Origin of Clay Minerals in Soils and Weathered Rocks, Springer, 2008.

Viets, F.G. and Lindsay, W.L., Testing soil for zinc, copper, manganese and iron. Soil Testing and Analysis. Ed: L.W. Walsh, J. D. Peaton. Soil Sci. Soc. America Inc. Madison, U.S.A. 1973.

Wallace, H. A., "Bureau of Chemistry and Soils", **Annual Reports of Department of Agriculture**. Publ. 274, 54 pp, Washington, DC., 1937.

Wilson, M. A., and Righi, D., Spodic materials. Interpretations of micromorphological features of soils and regoliths. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 251-273. 2010.

Yeşilsoy, M.Ş., Toprak Bilgisi Ders Kitabı, Ders Kitabı: 124, s: 228. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1995.

Yılmaz, K., ve Sayın, M., Çukurova Bölgesi Yaygın Toprak Serilerinde Çarpım Faktörü Yöntemi ile Kantitatif Kil Analizi". KSÜ, Fen ve Mühendislik Dergisi, Sayı:1, Cilt:2, s: 36–46, Kahramanmaraş, 1998.

Yılmaz, K. ve Akça, E., Kahramanmaraş Ovası Topraklarının Kil Mineralojisi ve Yavaş Yararlı Potasyum İçerikleri, KSÜ, Fen ve Mühendislik Dergisi, 3(1): 97-106, 2000.

İNTERNET KAYNAKLARI

<http://faculty.msmary.edu/envirothon/current/guide/>

<http://simcag.com/site/10-toprak-toprak/5-toprak.html>

<http://edafologia.ugr.es/carbonat/recursos/perfilkm.gif>

<http://people.uwec.edu/runningl/Trina's%20web%20stuff/group%208%20pit%208/SoilProfilePit8.htm>

<http://imgarcade.com/1/alluvial-soil-profile/>