

2022-2023 Güz Dönemi

ZT0113 TOPRAK BİLGİSİ

Öğretim Görevlisi Dr. Esra Güneri

A.Ü. Z. F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

eguneri@ankara.edu.tr; egbagci77@gmail.com

0312 596 1744; 0312 596 1541 (Toprak Anabilim Dalı
Sekreterliği)

Haftalık Ders İçeriği

1. Hafta: Giriş (Toprağın Tanımı, Temel Bileşenleri)
2. Hafta: Toprak Ana Materyalleri (İnorganik, Organik ve Taşınmış Ana Materyaller)
3. Hafta: Topraklara Karakter Kazandıran Etmenler (Ana Materyal, Topoğrafya, İklim, Biyosfer, Zaman)
4. Hafta: Toprak Oluşumunda Meydana Gelen Olaylar (Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Olaylar)
5. Hafta: Toprak Profili (Toprak Horizonları ve Özellikleri)
6. Hafta: Toprakların Biyolojik Özellikleri (Toprak Canlıları ve Organik Madde)
- 7. Hafta: Toprakların Fiziksel Özellikleri (Bünye, Strüktür, Özgül Ağırlık, Hacim Ağırlığı, Kıvam, Renk)**
8. Hafta: Ara Sınav
9. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (toprak reaksiyonu, tuzluluk, toprak kolloidleri)
10. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (katyon değişimi, bazla doygunluk, besin maddeleri)
11. Hafta: Toprak Havası, Suyu ve Sıcaklığı
12. Hafta: Toprakların Sınıflandırılması
13. Hafta: Toprak Sorunları ve Islahı (Sorunlar ve Sonuçlar, Tuzlu ve Alkali Toprakların Oluşumu ve Islahı)
14. Hafta: Toprak Sorunları ve Islahı (Erozyon, Oluşumu ve Islahı, Toprak Kirliliği ve Islahı)

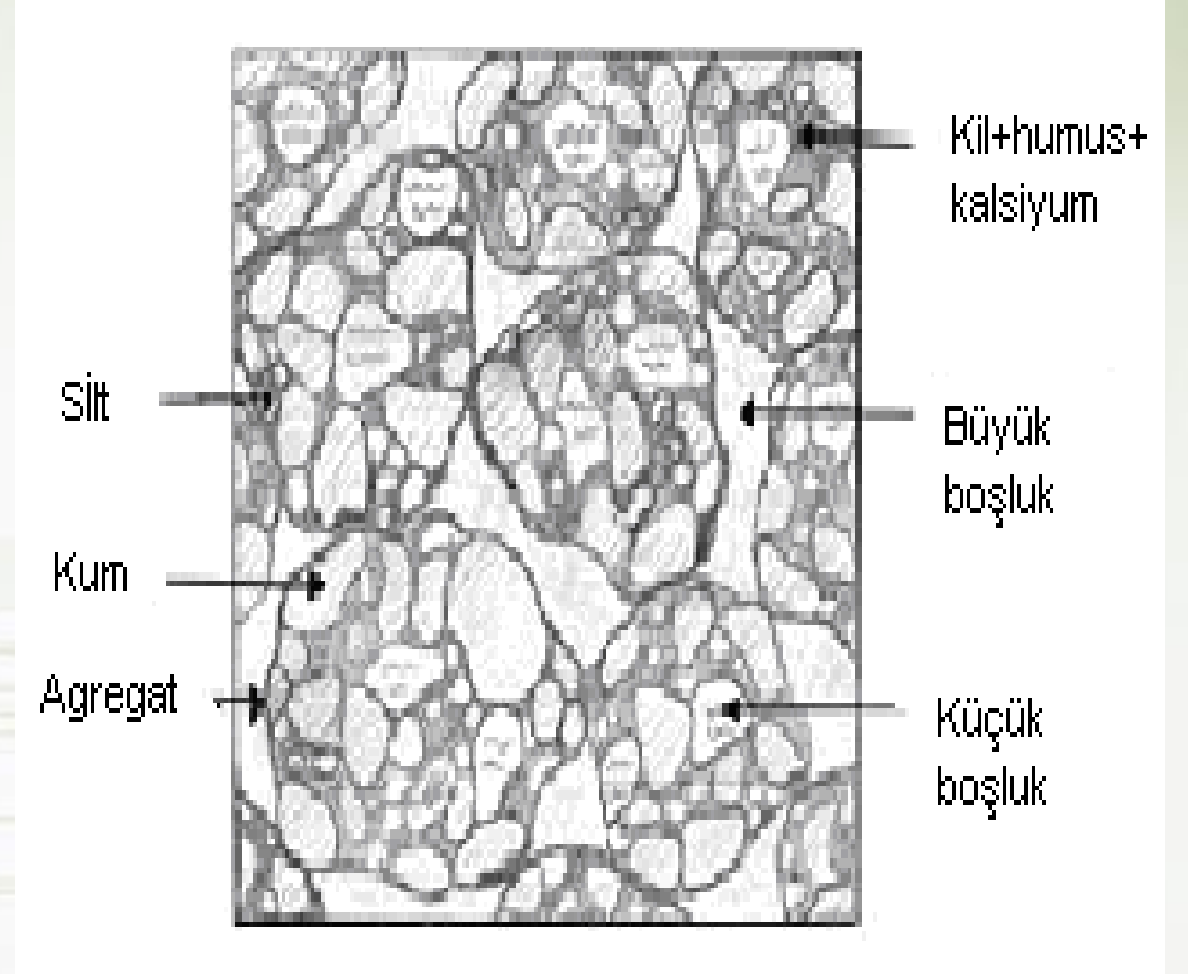
Toprakların Fiziksel Özellikleri

- Bir toprağın verimli olarak kabul edilebilmesi için; sadece bitki besin maddeleri bakımından zengin olması yeterli değildir....
- Toprak iyi havalanabilmeli, ancak bu havalanma köklerin su ile bağlantısını kesmemeli
- Toprak taneleri suyu aşırı tutucu özellikte olmamalı
- Suyun toprağa girişi ve bitkiler tarafından alımı kolay olmalı, ancak hızla su kaybına neden olacak büyüklükte boşlukları veya suyu aşırı düzeyde tutacak kadar küçük boşlukları fazla olmamalı
- Toprağın ısınma ve soğuma süresi ve sınırları bitkiyi olumsuz etkilememeli

Toprakların Fiziksel Özellikleri

İyi Fiziksel Özelliğe sahip topraklar:

- ✓ Su ve besin maddelerini tutar
- ✓ İyi drenajlıdır
- ✓ İyi havalanır
- ✓ İyi bitki kök sistemi oluşur
- ✓ Çalışma kolaylığı sağlar
- ✓ Baharda hızlı ısınır
- ✓ İyi biyolojik aktiviteye sahiptir
- ✓ Toprak kaybı (erozyon gibi) ve sıkışmaya dirençlidir.



Toprakların Fiziksel Özellikleri

- Aynı zamanda Biyolojik, Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri arasında sürekli bir denge olmalıdır.



- Bu dengeyi etkileyen Toprağın Fiziksel Özellikleri şunlardır:
 - Toprak Bünyesi = Tekstür
 - Tane Yoğunluğu
 - Hacim Ağırlığı
 - Boşluklar Hacim
 - Toprak Yapısı = Strüktür
 - Toprak Kıvamı
 - Toprak Rengi

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Taneleri

- **Toprak taneleri**, inorganik (mineral) ana materyal parçalarından oluşan tanelerdir. 2 gruba ayrılır.

Primer Toprak Taneleri

- **KUM**
- **KİL**
- **SİLT**

Sekonder Toprak Taneleri

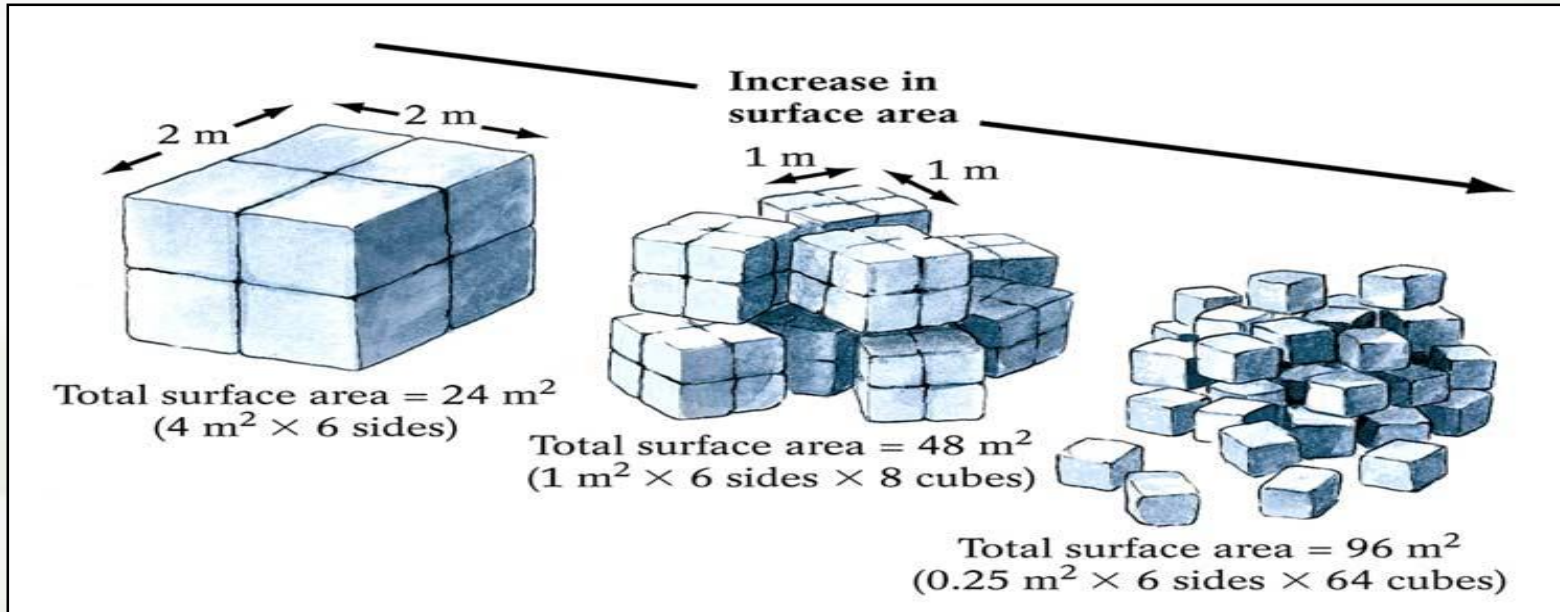
- Birden fazla Primer toprak tanesinin çeşitli bağlayıcı (çimentolayıcı) maddelerle oluşturduğu yapı = **AGREGAT**
- ✓ Doğal oluşan toprak kümeleri = **PED**
 - ✓ Toprak işleme sonucu oluşan kümeler = **KESEK**

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Bünyesi=Tekstür

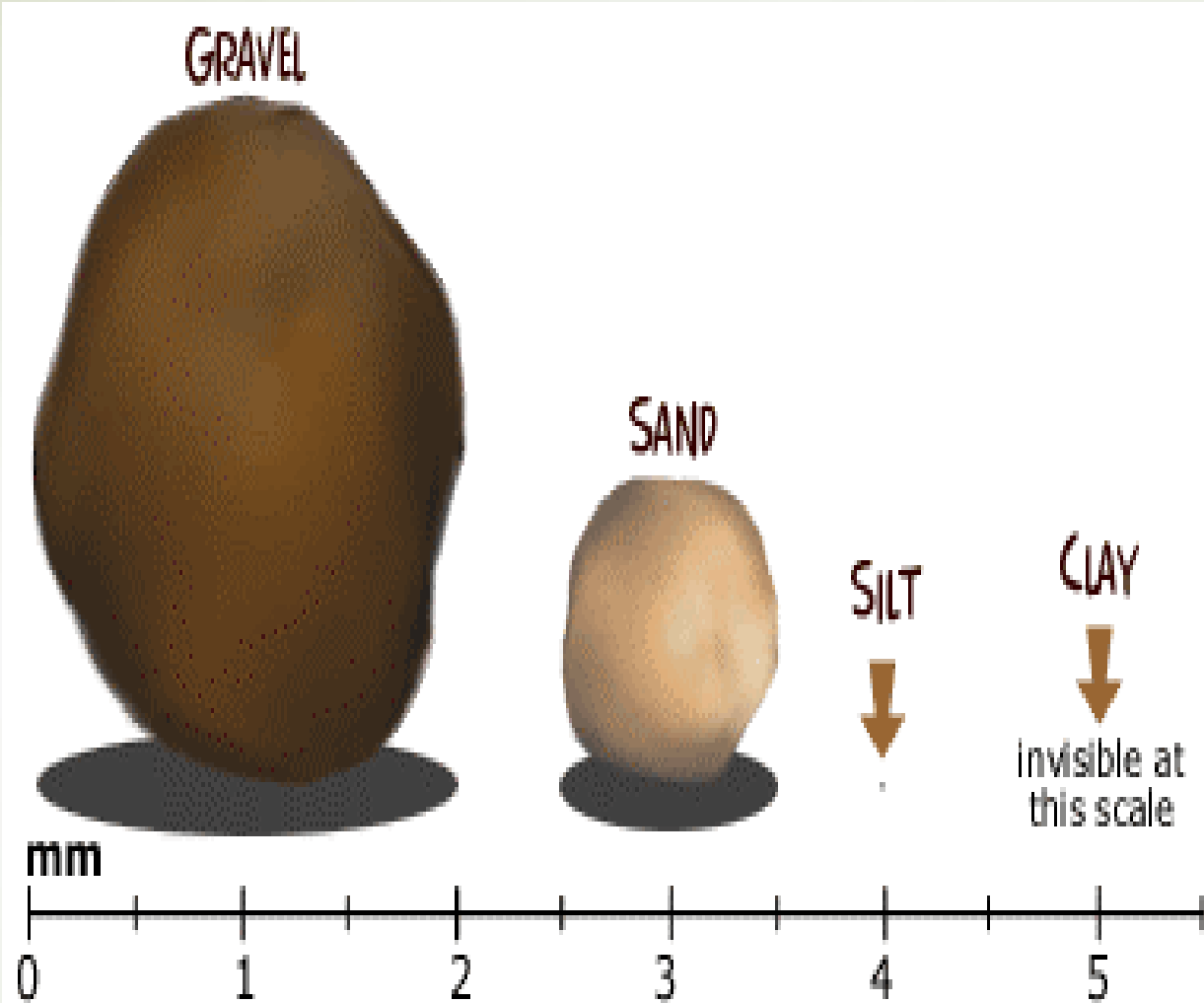
- Toprak **Tekstürü** yani **Bünyesi** toprak tanelerinin büyüklüklerine göre toprak içinde bulunduğu yüzde oranlarını ifade eder.
- Diğer bir ifade ile Toprak **Tekstürü**; primer fraksiyonlarının (kum, kil ve silt) toprak içindeki oransal dağılımı olarak tanımlanır.
- Toprak **tekstürü**, fiziksel toprak özellikleri içinde en önemli özelliktir. Çünkü, diğer fiziksel-kimyasal-biyolojik özelliklerin tümünü doğrudan etkiler.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Bünyesi=Tekstür

- En önemli nedeni; Parçacık Büyüklüğü ile Yüzey Alanı Arasında İlişkidir. Mineral parçacığın çapı küçüldükçe, 1 g toprakta bulunduğu miktarı ve yüzey alanı artar. Bu durum, tanelerin besin maddesi ve su tutma kapasitesini artırır.

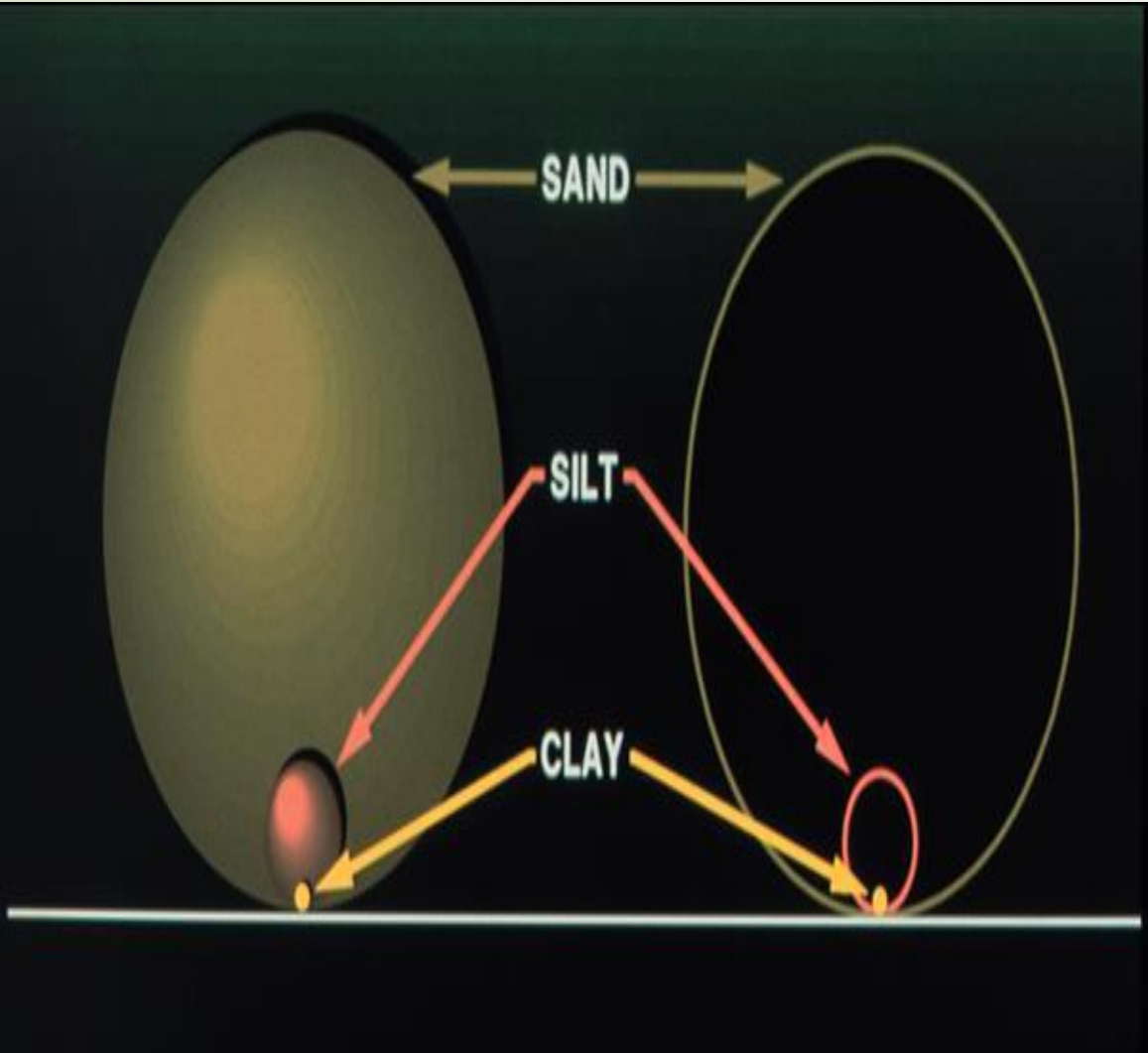


Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Bünyesi=Tekstür



- Toprak tanelerinin 2 mm'den büyük olanları ÇAKIL veya Taş olarak adlandırılır: İskelet denir. Tarımsal yönden etkili olmadıklarından tane büyüklüğü analizlerine dahil edilmez.
- 2 mm'den küçük olanlar tarımsal yönden etkili oldukları için dikkate alınan tanelerdir.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Bünyesi=Tekstür

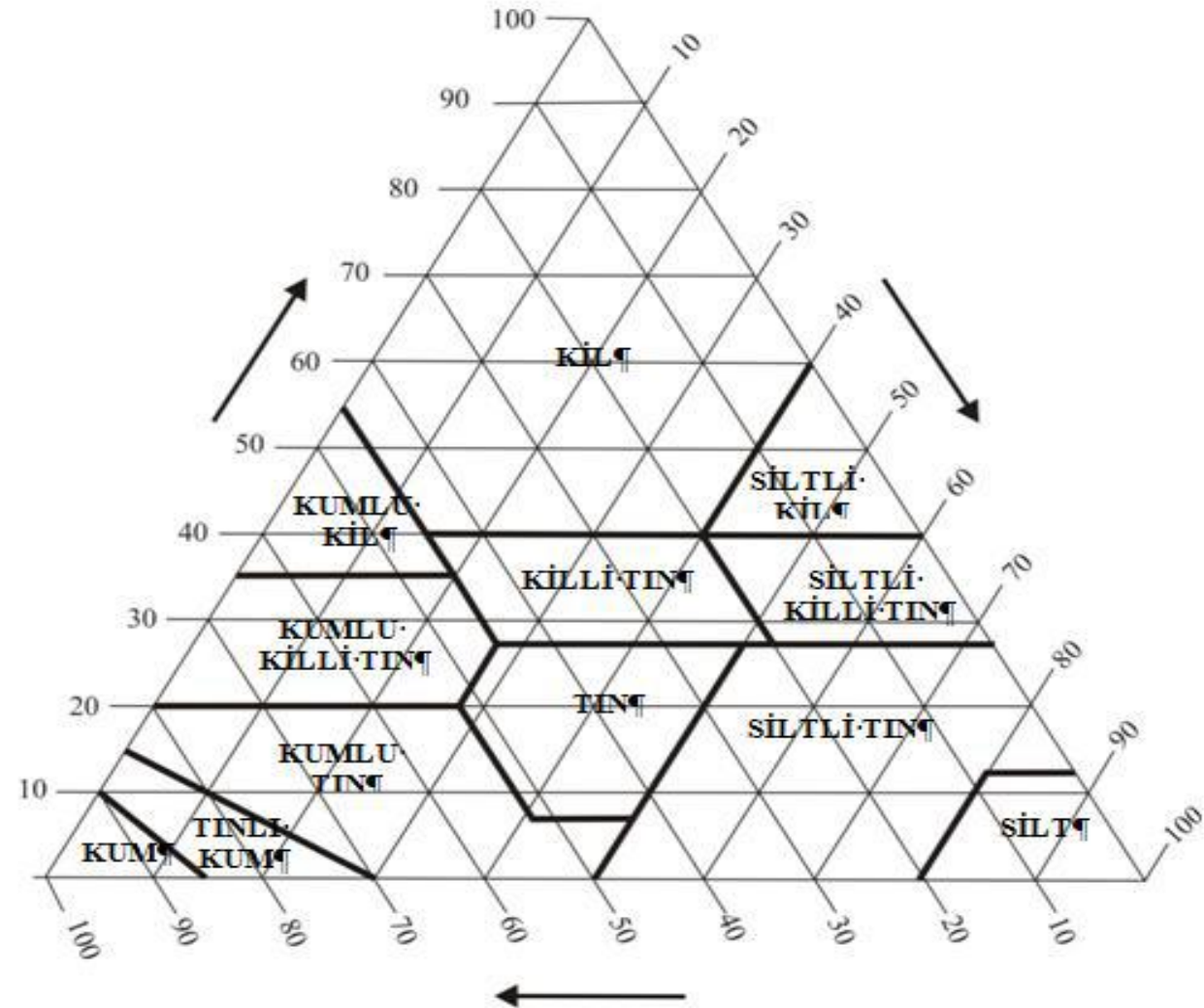


| Tanım | ABD Sistemi (USDA) | Uluslararası Toprak Bilimi Birliği Sistemi (IUSS) |
|---------------|--------------------|---|
| Kum | 2-0.05 mm | 2-0.02 mm |
| Silt | 0.05-0.002 mm | 0.02-0.002 mm |
| Kil | < 0.002 mm | < 0.002 mm |
| Kaba kil | 0.002-0.001 mm | |
| Kolloidal kil | < 0.001 mm | |

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Bünyesi=Tekstür

- Bu tanelerin toprak içinde bulunuşuna göre Tekstür (Bünye) Sınıfları ortaya çıkar.

| Kaba=Hafif Bünyeli | Orta Bünyeli | İnce=Ağır Bünyeli |
|-----------------------|--------------|--------------------------|
| Kum | Tın | Adında KİL bulunanlar |
| Tınlı Kum | Siltli Tın | |
| Kumlu tın | Silt | |
| | | |



| Kaba Bünyeli Topraklar (Kaba-Kumlu) | Orta Bünyeli Topraklar (Tınlı) | İnce Bünyeli Topraklar (Ağır-Killi) |
|--|---|--|
| Besin maddesi ve Su tutma kapasitesi düşük | <p>Tarımsal açıdan en elverişli topraklardır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri kültürel önlemlerle her iki tarafa doğru değişebilir.</p> | Besin maddesi ve Su tutma kapasitesi yüksek |
| Hacim ağırlığı, Su geçirgenliği ve havalanma kapasitesi yüksek | | Su geçirgenliği ve havalanma kapasitesi düşük |
| Organik madde düşük | | Organik madde hafif bünyeli olanlardan yüksek |
| Şişme-büzülme, Plastiklik ve yapışkanlık özelliği yok. Taneler teksel durumda, yıkanma fazla | | Şişme-büzülme, Plastiklik ve yapışkanlık özelliği fazla. Taneler bağlı durumda, yıkanma az |
| Kasyon değişim kapasiteleri ve tamponlama özellikleri düşük | | Kasyon değişim kapasiteleri ve tamponlama özellikleri yüksek |
| Erken ısınır Erken tava gelir, İşlemesi kolay | | Geç ısınır Geç tava gelir, İşlemesi zor |
| Fiziksel özellikleri İyi Kimyasal özellikleri Kötü | | Fiziksel özellikleri Kötü Kimyasal özellikleri İyi |
| Doğal verimlilikleri düşük, bu yüzden iyi su yönetimi ve uygun beslenme programı gerektirir. | | Doğal verimlilikleri hafif bünyeli olanlardan yüksek olsa da, iyi bir su yönetimi, drenaj sistemi ve uygun beslenme programı gerektirir. |

Topraklarda Tekstür Tayini

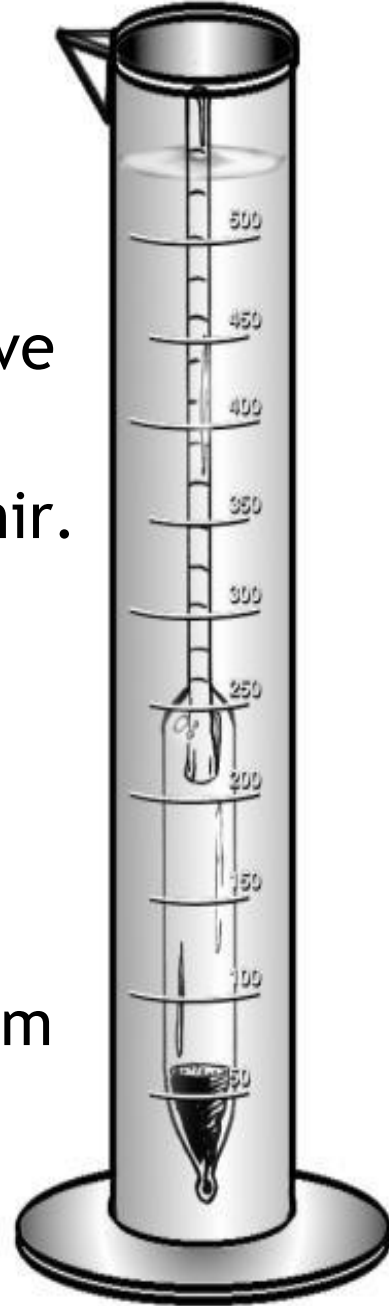
- Topraklardaki kum kil ve silt tanelerinin oranlarını tespit etmek için Mekanik Analiz Yöntemleri kullanılmaktadır.
- Mekanik Analiz Yöntemleri öncesinde, toprak dispersiyona tabi tutulur. Diğer bir ifade ile kümeler halinde bulunan toprak tanelerinin bağlayıcıları uzaklaştırılır, yani toprak agregatları kum, kil ve silt tanelerine ayrılır=dispers edilir=tekselleştirilir.
- Mekanik Yöntemler: 1. Eleme, 2. Çöktürme, 2a. Hidrometre, 2b. Pipet, 3. Kühn (Patrikül büyüklüğü), 4. Sürüklenme
- % Kum oranı, % Kil oranı, % Silt oranı hesaplanır. Bu oranlara göre Tekstür Üçgeninde toprağın Tekstür Sınıfı tespit edilir.

Topraklarda Tekstür Tayini-Tektür Analizinde Dispersiyon İşlemleri

- 1. Tuz giderme:** 150-200g toprak tartılır, 500 ml behere konur, 2 katı su keklenir, 50° C'de 30 dk ısıtılırken cam çubukla karıştırılır, süre bitince su dökülür. Aynı miktar su eklenir ve EC'si ölçülür. EC<4 olana kadar işlem tekrarlanır ve sonra jips giderme işlemine geçilir.
- 2. Jips giderme:** Üzerine 1 N baryum klorür damlatılır, duman yoksa OM gidermeye geçilir. Duman varsa 1 N NaCl ile tuz giderme işlemleri tekrarlanır. EC<4 olunca su dökülür, 105° C'de kurutulur ve OM giderme işlemine geçilir.
- 3. Organik madde giderme:** Kurumuş örnekten 75-100 g tartılır ve 2 lt'lik behere aktarılır. Üzerine 3 katı safsu ve 5 ml %30'luk hidrojen peroksit eklenir. Çeker ocak altına 90° C'de ısıtılır . Köpürme bitene kadar 5 ml hidrojen peroksit ilavesine deva edilir ve köpürme bitince su tamamen uçurulur.
- 4. Kireç giderme:** Kurumuş örnekten 50 g tartılır ve 150 ml beher aktarılır. Üzerine 10 ml %5lik Calgon çözeltisi ve 90 ml safsu eklenerek cam çubukla iyice karıştırılır. Karışım 1 gece bekletilir. Ertesi gün karışımda tekstür belirleme işlemine geçilir.

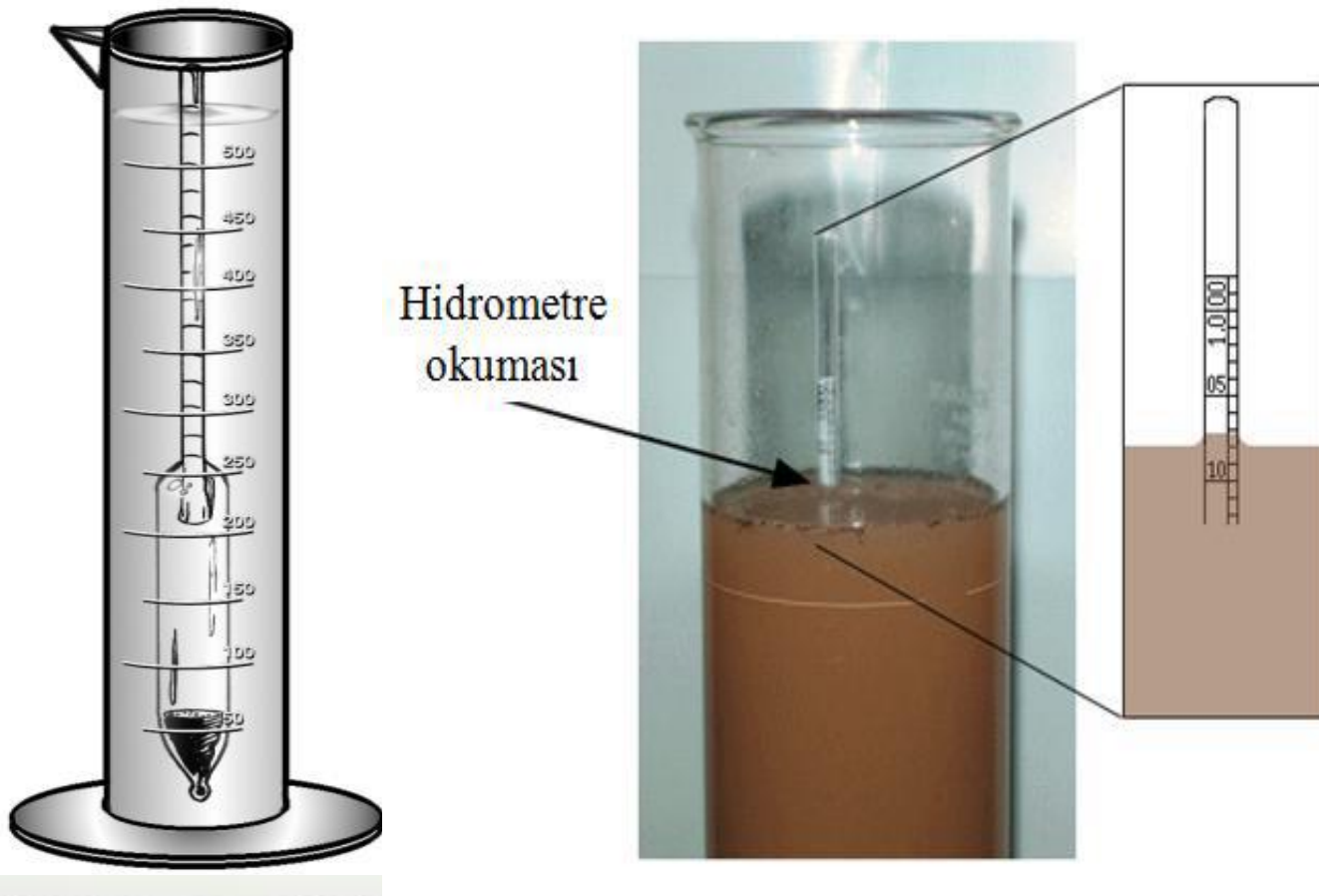
Topraklarda Tekstür Tayini

- **Bouyoucos Hidrometre Yönteminin Uygulanması:**
 - Giderme işlemleri yapıldıktan sonra solüsyon Mikser kabına aktarılır ve mikserle karıştırılır (Kumlu-5 dk, Siltli-10dk, Killi-15 dk)
 - Bouyoucos silindrine aktarılır ve 1000 ml çizgisine kadar saf su eklenir.
 - Hidrometre solüsyonun içine daldırılır ve saf su ile 1130 çizgisine tamamlanır. Hidrometre çıkarılır. Kronometre hazırlanır.
 - Karıştırma çubuğu silindir içine daldırılır ve 20 kez karıştırılır.
 - Karıştırma biter bitmez kronometre başlatılır, hidrometre ve termometre solüsyona daldırılır ve tam 40. saniyede hidrometre termometre okuması alınır (HO_{40} ve t_{40}). Kronometre çalışmaya devam eder.
 - Tam 2. saatte hidrometre ve termometre okuması alınır (HO_2 ve t_2).
 - Alınan ölçümler hesaplanır.

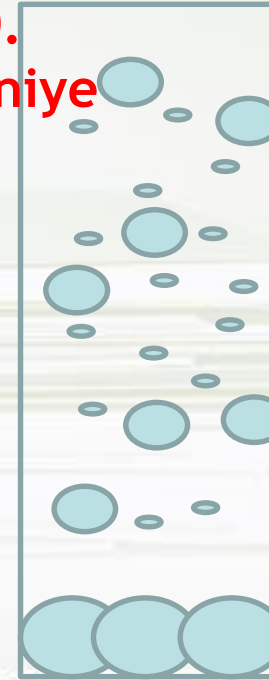


Topraklarda Tekstür Tayini

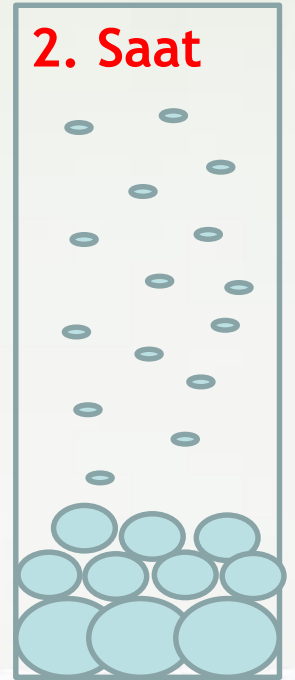
- Hidrometre Yöntemi: Zamana bağlı Tanelerin Çökme Hızı



40.
saniye



2. Saat



Topraklarda Tekstür Tayini

- **Tekstür Hesaplama:**

- Öncelikle sıcaklık düzeltmesi yapılır

$$t < 20^{\circ}C \text{ ise } DHO = HO - [(20-t) \times 0.36]$$

$$t > 20^{\circ}C \text{ ise } DHO = HO + [(t-20) \times 0.36]$$

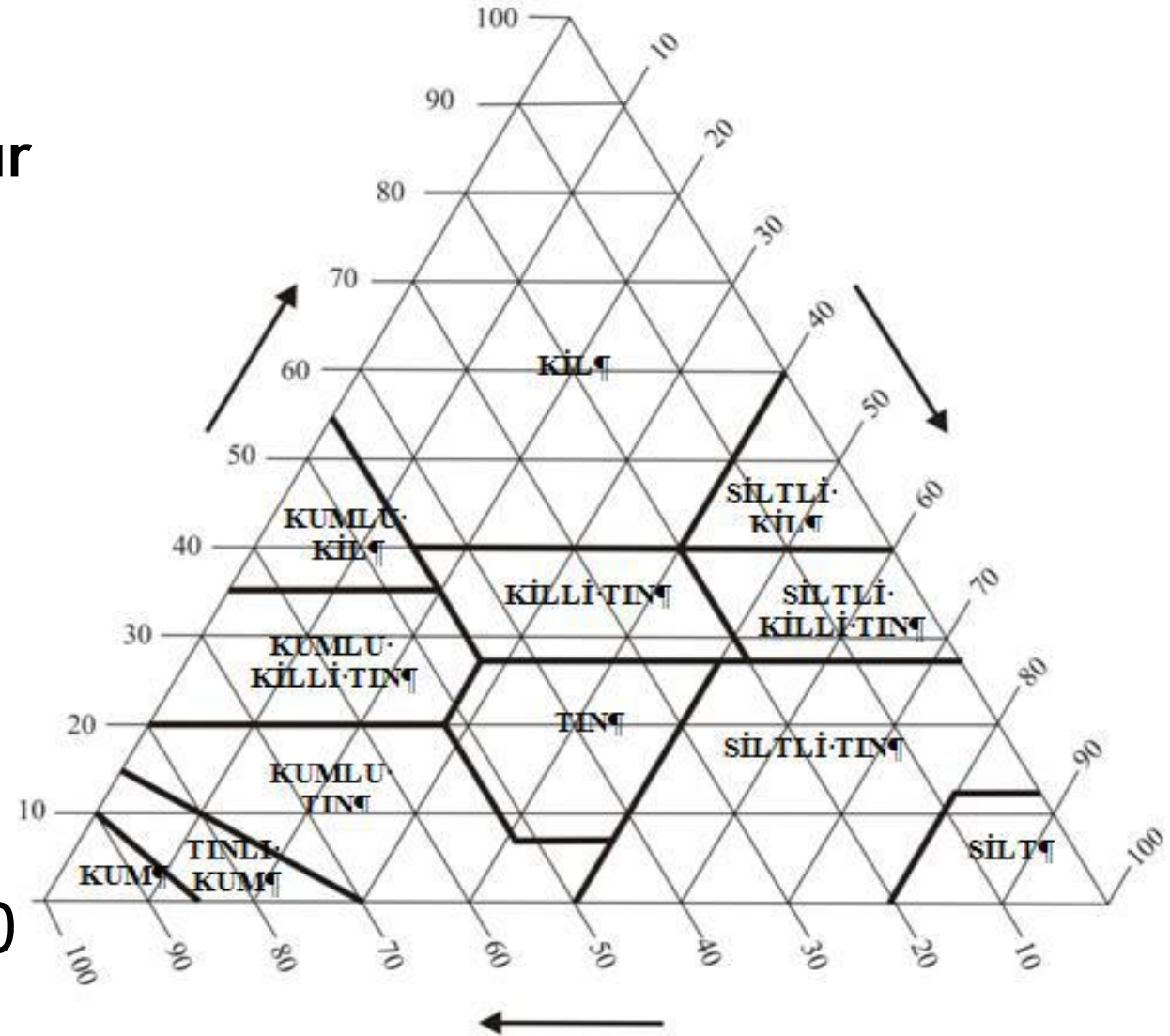
$$\%Kil + Silt = (DHO_{40} / FKT) \times 100$$

$$\%Kil = (DHO_2 / FKT) \times 100$$

$$\%Silt = (\%Kil + Silt) - (\%Kil)$$

$$\%Kum = 100 - (\%Kil + Silt)$$

$$\text{Kontrol} = \%Kil + \%Silt + \%Kum = \%100$$



Tekstür Hesaplama Örnek

- $HO_{40}=32$, $t_{40}=21^{\circ}C$
- $HO_2=24$, $t_2=18^{\circ}C$
- $FKT = 46,50$ g
- $DHO_{40}=HO_{40} + [(t_{40}-20)\times 0,36]$
 $= 32 + [(21-20)\times 0,36]$
 $= 32,36$
- $DHO_2=HO_2 - [(20-t_2)\times 0,36]$
 $= 24 - [(20-18)\times 0,36]$
 $= 23,28$

$$\%Kil+Silt = (DHO_{40}/FKT)\times 100$$

$$\%Kil+Silt = (32,36/46,5)\times 100 = 69,59$$

$$\%Kil = (DHO_2/FKT)\times 100$$

$$\%Kil = (23,28/46,5)\times 100 = 50,06$$

$$\%Silt = (\%Kil+Silt) - (\%Kil)$$

$$\%Silt = 69,59 - 50,06 = 19,53$$

$$\%Kum = 100 - (\%Kil+Silt)$$

$$\%Kum = 100 - 69,59 = 30,41$$

$$\text{Kontrol} = \%Kil + \%Silt + \%Kum$$

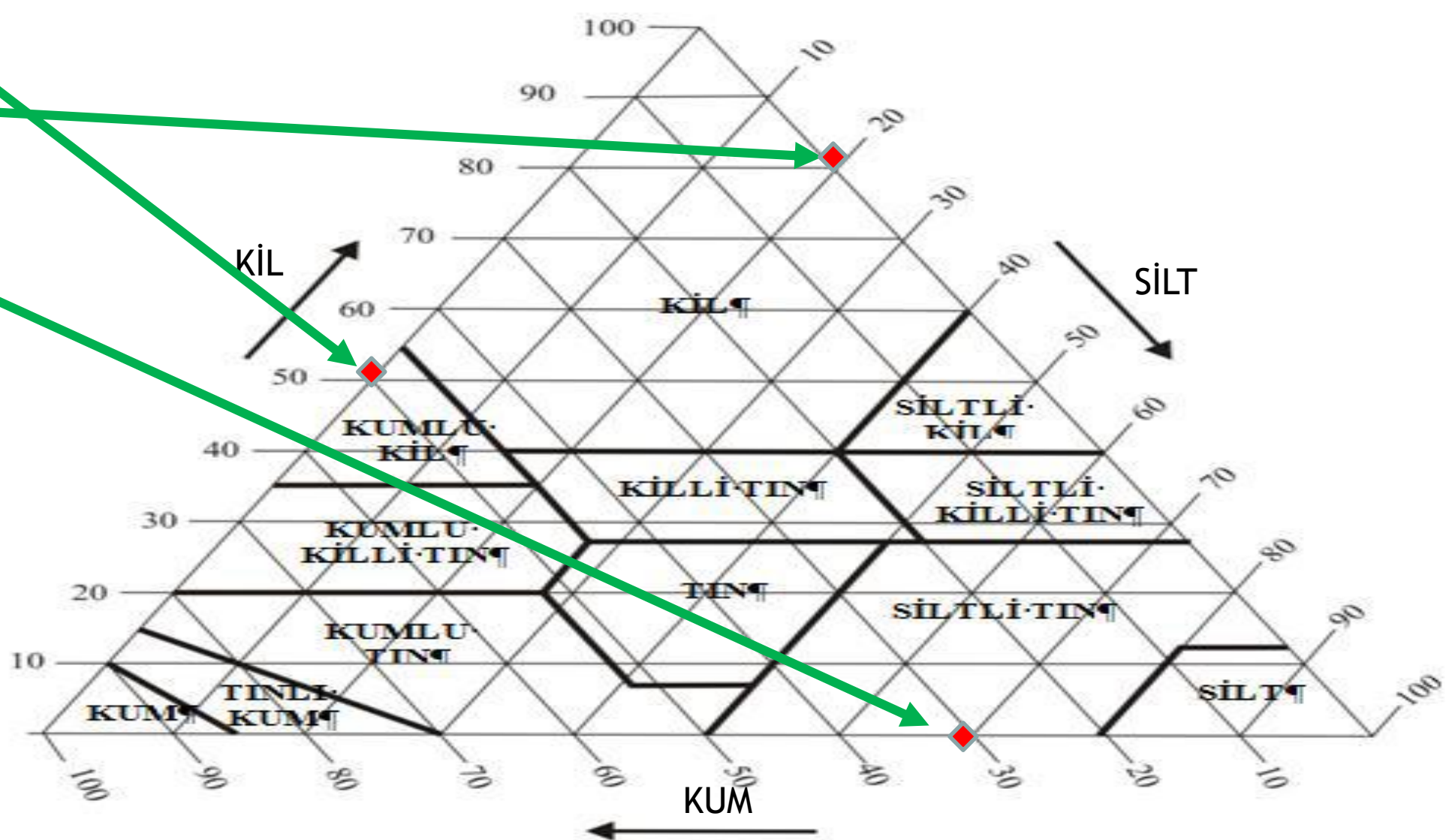
$$\text{Kontrol} = 50,06 + 19,53 + 30,41 = 100,00$$

Tekstür Hesaplama Örnek

%Kil = 50,06

%Silt = 19,53

%Kum = 30,41

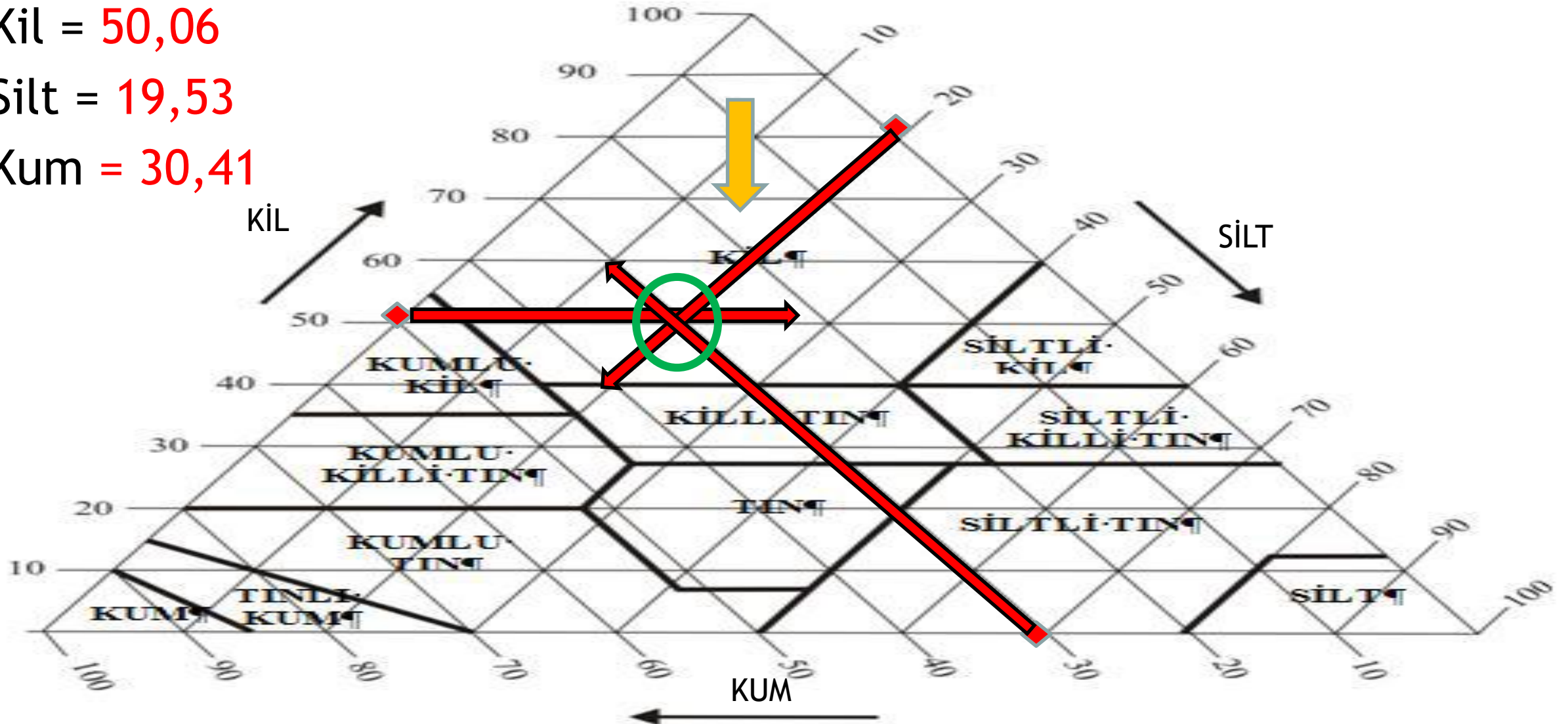


Tekstür Hesaplama Örnek

%Kil = 50,06

%Silt = 19,53

%Kum = 30,41



Topraklarda Tekstür Tayini

- Bunun yanı sıra tecrübeli kişilerce **Elle tekstür tayini** de yapılarak Tekstür sınıfları tespit edilebilmektedir.
- Bir miktar toprak alınır ve biraz ıslatılır.
- Baş ve işaret parmakları arasında ovulur. Bu sırada zımpara hissi veriyorsa, şekillenmiyorsa ve eli kirletmiyorsa Kum fraksiyonlarının varlığı anlaşılır.
- Kadifemsi bir his bırakıyorsa, şekillenme varsa, ancak oluşan şekiller üzerinde çatlaklar görülüyor ve bir süre sonra şekilde kopma yaşıyorsa Silt fraksiyonlarının varlığına işaret eder.
- Şekillenme sırasında sabun hissi veriyor ve ele yapışıyor, oluşan şekiller üzerinde çatlaklar görünmüyor ve şekil bozulmuyorsa, Kil fraksiyonuna işarettir

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Tane Yoğunluğu

- Toprağı oluşturan tanelerin birim hacminin ağırlığıdır.
- Toprağın tane yoğunluğu kolay değişmez ve sabit sayılan bir özelliğidir. Ancak organik madde artarsa, azalır.
- Mineral toprakların tane yoğunlukları 2.5-2.8 arasındadır, ortalama 2.65 kabul edilir.

$$\rho_p = \frac{M_{ds}}{V_p}$$

ρ_p : Tane yoğunluğu, g/cm³

M_{ds} : Kuru toprak ağırlığı, g

V_p : Tanecik hacmi, cm³

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Tane Yoğunluğu

3 kavram söz konusudur:

- Özgül ağırlık (Katı tanelerin yoğunluğu): Toprağı oluşturan katı tanelerin birim hacim ağırlığının yani yoğunluğunun (ρ_p) saf suyun yoğunluğuna (1 g/cm^3) oranıdır, birimsizdir. Bu yüzden Tane yoğunluğu aynı zamanda özgül ağırlığı olarak ifade edilmektedir.
- Hacim ağırlığı: Doğal durumdaki kuru toprağın (toprak taneleri arasındaki boşluklar hacmi dahil) toplam hacminin ağırlığıdır.
- Boşluklar hacmi (Porozite): Topraktaki inorganik ve organik katı maddelerin arasında kalan boşlukların oranına boşluklar hacmi (porozite) denir.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Tane Yoğunluğu

- İki şekilde tayin edilebilir;

1. Kaba yöntem (Ölçü silindiri): 100 g toprak 500 cm³ lük yarısına kadar su dolu ölçü silindirine konur. İlk su hacmi ile toprak konduktan sonraki karışımın hacmi arasındaki farktan hesaplanır

Örnek : Toprak ağırlığı 100 g

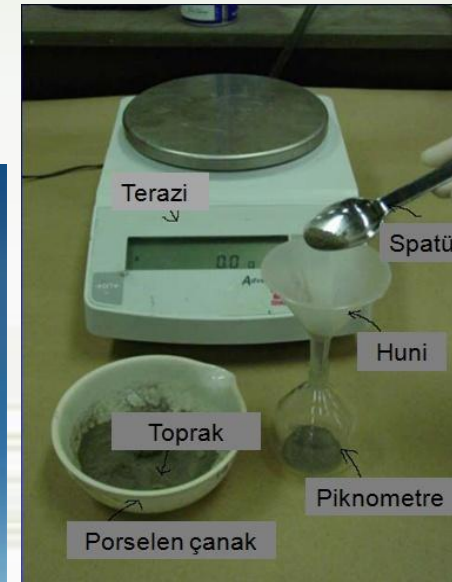
II. hacim-I. hacim = 38 cm³

Tane yoğunluğu:

100/38=2.63 gibi...



2.Hassas yöntem-Piknometre yöntemi: a. Piknometre, b. Hava piknometresi



Önce ve sonra tart

Hava piknometresi



+ Su banyosu



Toprakların Fiziksel Özellikleri-Hacim ağırlığı

- Hacim ağırlığı; toprak tanelerinin diziliş şekilleri, yoğunlukları, strüktürü, organik madde miktarı, boşluklar hacmi ve sıkışma gibi faktörlerden etkilenir.
- Killi, killi-tın ve siltli-tın topraklarda 1-1.6 g/cm³;
- Kumlu-tın ve kumlu topraklarda 1.2-1.8 g/cm³;
- Fazla sıkışmış topraklarda 2 g/cm³

$$\rho_{ds} = \frac{M_{ds}}{V_b}$$

ρ_{ds} : Hacim ağırlığı, g/cm³
 M_{ds} : Kuru toprak ağırlığı, g
 V_b : Toplam toprak hacmi, cm³

iki şekilde tayin edilebilir;

1. Basit yöntem = Silindir Metodu
2. Parafin Yöntemi

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Hacim ağırlığı



0 mm 50 100 150



- Silindir Metodu:
 - 100 cm³ madeni silindir toprağa çakılır
 - Toprak doğal durumu bozulmadan silindere alınır
 - 105 °C' de kurutulup tartılır

Örneğin; 100 cm³ hacmindeki kuru toprak boşluklarla beraber 130 g gelsin,

$$HA = 130 / 100$$

$$HA = 1.3 \text{ g/cm}^3$$

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Boşluklar Hacmi

- Boşlukları dolduran su ve hava sürekli değişim halindedir.
- Boşlukların yaklaşık %50 oranında su ile dolu olması, bitkilerin su ve hava gereksinimini sağlar.
- Kumlu topraklarda %35-50, killi topraklarda %40-60 arasında değişir.
- Organik madde varlığı boşluklar hacmini artırır.
- Toprak işleme başlangıçta boşluklar hacmini artırsa da, devam eden süreçte pedlerin kırılmasına, organik maddenin yanmasına ve toprağın alt kısmının sıkışmasına neden olur.

$$f = \left(1 - \frac{\rho_{ds}}{\rho_p} \right)$$

ρ_{ds} : Hacim ağırlığı, g/cm³

ρ_d : Tane yoğunluğu, g/cm³

f : Boşluklar hacmi, cm³

- 60 mikrondan büyük olanlara Büyük Boşluklar = Havalanma Boşlukları denir.
- 60 mikrodan küçük olanlar Küçük Boşluklar olarak tanımlanır.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Tane Yoğunluğu + Hacim ağırlığı + Porozite arasındaki ilişki



Toprak Sıkışması =
Kompaksiyon
Toprak taneciklerinin
sıkışarak aralarındaki
boşluklar hacminin
azalmasıdır. İSTENMEZ



Bu olay birim hacme
düşen ağırlığın (hacim
ağırlığının) artmasıyla
sonuçlanır.
Sıkışma riski topraklar
nemli iken çok yüksektir

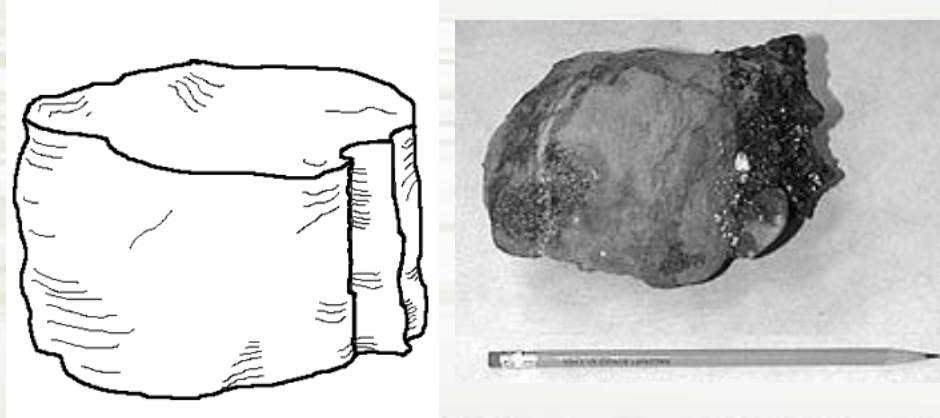
Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- Toprak Strüktürünün oluşumunda iki kaynak söz konusudur:

1. Teksel Taneler



2. Masif Kütleler



- Agregat-Ped Oluşumunda etkili Bağlayıcılar(çimentolayıcılar):

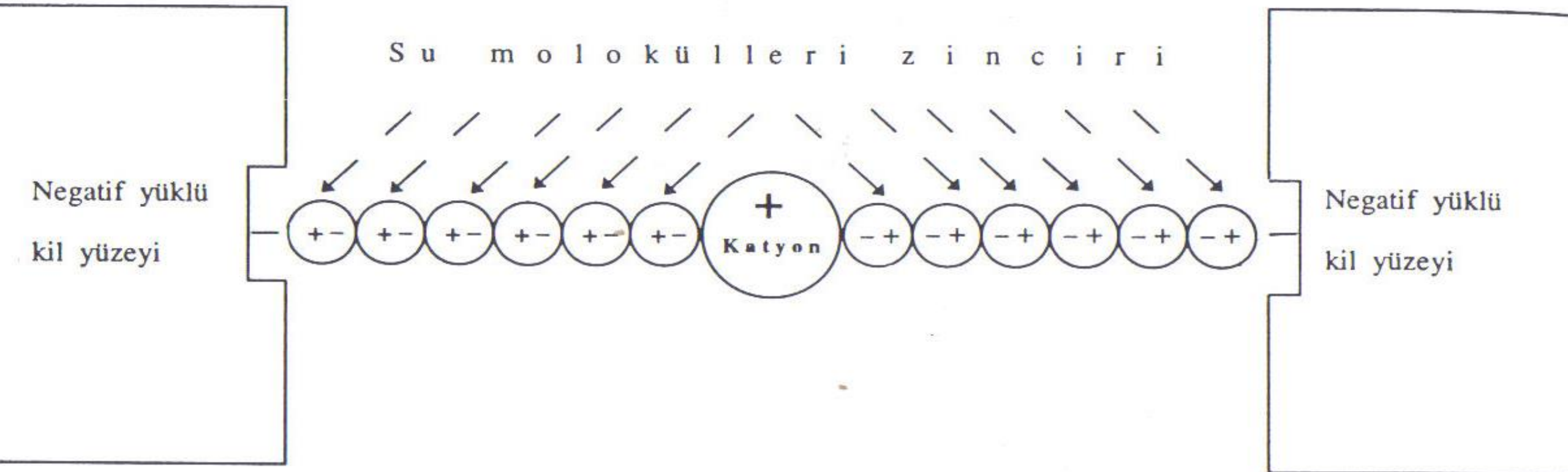
1. Kolloidal kil
2. Organik madde ve mikroorganizmalar
3. Kolloidal seskioksitler
4. Kireç, jips ve tuzlar (Na bileşikleri hariç)

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- Toprağı oluşturan primer toprak fraksiyonların (kum, kil, silt) bağlayıcılarla bir araya gelerek oluşturduğu **agregat veya ped diye adlandırılan sekonder fraksiyonlarının kümelendiği**, bir düzen oluşturan daha büyük ve farklı şekiller halindeki birimlere ise **Toprak Strüktürü = Toprak Yapısı** denilmektedir.
- Agregat oluşumu ile Kümelenmeyi birbirine KARIŞTIRMAYIN!!!!!!

Toprak Strüktürünün Oluşumunu Teşvik Eden Etmenler

1. Kil fraksiyonunun varlığı
 2. Adsorbe edilen katyonlar
 3. Organik madde-organik bileşikler
 4. Bitkiler-Kök büyümesi
 5. Donma-çözülme
 6. Islanma-kuruma
 7. Organizma varlığı
- **Kil varlığı:** Primer toprak fraksiyonlarından kil tanecikleri; ortamdaki organik madde, organizma varlığı, yüzeylerinde adsorbe ettikleri katyonların durumu, toprak suyu ve ortam sıcaklığına bağlı olarak birbiri yaklaşarak kümelenmeler meydana getirir.
 - **Adsorbe edilen katyonlar:** Kil fraksiyonları arasındaki Ca, Al ve Na katyonlarının strüktür oluşumuna etkisi son derece önemlidir.



Kil parçacıklarının toprak strüktürünü meydana getirmek üzere birbirine bağlanması

Toprak Strüktürünün Oluşumunu Teşvik Eden Etmenler

- **Organik madde:** Organik maddenin ayrışması sırasında açığa çıkan organik bileşikler ve organik kolloidler negatif yüklü kil taneciklerinin bağlanmasını sağlar.
- **Bitkiler-Kökler:** Kökler büyüme sırasında çevresinde basınç etkisi oluşturarak tanelerin birleşmesini sağlar. Kök salgıları kolloidler çökeltir, agregatları birbirine bağlar. Kökler etrafındaki suyu emerek kolloidler dehidrate eder ve yapışmasını sağlar. Köklerin ayrışması sonucu oluşan organik bileşikler toprak tanelerini birbirine yapıştırır. Kılcal kökler taneleri tutarak aralarında bağlayıcı görev yapar. Öldüklerinde toprak organik maddesine katılır.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- **Donma-Çözülme ve Islanma-Kuruma:**
 - Kurak ve Sıcak Bölgelerde; toprakların organik madde düzeyi azdır, bu nedenle agregat oluşumu zayıf ve dolayısıyla kümelenme de azdır.
 - Yağışlı ve soğuk bölgelerde; topraklarda kil ve organik madde miktarı fazla ancak yıkanma nedeniyle alt katlara taşınım da fazladır. Bu nedenle üst toprak katmanlarında agregasyon iyi değildir, ancak alt katmanlarda kümelenme olur.
 - Yağışlı ve sıcak bölgelerde; toprakların kil ve organik madde miktarı az ancak seskioksitler fazla olduğundan granüler halde kümelenme gerçekleşir.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- **Donma-Çözülme ve İslanma-Kuruma:**
 - Birbirini izleyen ıslanma-kuruma ve donma-çözülme olayları toprak tanelerinin kümeleşmesine etki eder.
 - Bu olaylar neticesinde; toprak taneleri veya pedleri arasına giren hava veya su veya buz basınç etkisi yaratır ve dağılmalarına veya birleşmelerine sebep olur.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- **Organizmalar:**

- Bakteriler oluşturdukları yapışkan maddeler ile primer ve sekonder fraksiyonları birbirine bağlar.
- Misellere sahip organizmalar tanecikleri mekanik olarak birbirine bağlar.
- Toprak solucanları sindirim sistemlerinden geçirdikleri mineral ve organik maddeleri birbirine yapışmış halde dışkılar. Diğer taraftan, açtıkları kanallar vücutlarından çıkan salgılar nedeniyle daha dayanıklı ve stabil boşlukların ve agregatların oluşumuna neden olur.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- **Organizmalar:**

- Tüm organizmalar öldüklerinde toprak organik maddesi görevi görür.
- Organizmalar organik maddeyi ayrıştırmaları ile toprak tanelerinin bağlayıcı özellikteki kolloidal organik bileşiklerin oluşumunu sağlar.
- Makro canlılar toprakta açtıkları kanalların çevresinde basınç etkisi yaparak toprak tanelerinin bağlanmasına katkıda bulunur.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü=Yapısı

- Toprak Strüktürü, pedlerin oluşturduğu boşluklarda suyun iletimi ve depolanmasını ve atmosfer ile toprak arasındaki hava değişimini sağlar, ayrıca toprağın erozyona uğrama derecesinin kontrol eder.
 - Bu boşlukların karakteristiklerini de pedlerin şekil ve büyüklükleri belirler.
 - Buna göre; Strüktür tanımlamasında «**derece**» «**sınıf**» ve «**agregat tipi**» ifadeleri kullanılır
- **Tip:** Oluşan yapının şeklini ifade eder, en önemlisidir: Levhalı, sütun benzeri, blok, granüler, furda gibi
 - **Sınıf:** Oluşan Yapının büyüklüğünü ifade eder: küçük, iri, orta, ince, büyük, kalın, küçük-orta, orta-iri vs.
 - **Derece:** Oluşan yapının sağlamlığını ifade eder: Yapısız, zayıf, orta, kuvvetli, vss gibi

Strüktür Şekil ve Büyüklüğüne göre

| SINIF | TİP | | | |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| | Levhalı* | Prizmatik | Blok | Granüler |
| Çok küçük | 1 mm | 10 mm | 5 mm | 1 mm |
| Küçük | 1-2 mm | 10-20 mm | 5-10 mm | 1-2 mm |
| Orta | 2-5 mm | 20-50 mm | 10-20 mm | 2-5 mm |
| İri | 5-10 mm | 50-100 mm | 20-50 mm | 5-10 mm |
| Çok iri | > 10 mm | > 100 mm | > 50 mm | > 10 mm |

*Levhalı strüktürde küçük yerine ince ve iri yerine kalın kullanılır

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktür Tipi

1. Strüktürsüz (Yapısız):

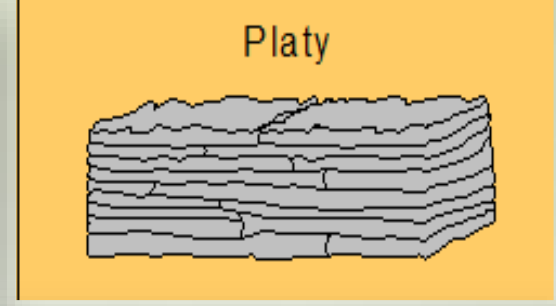
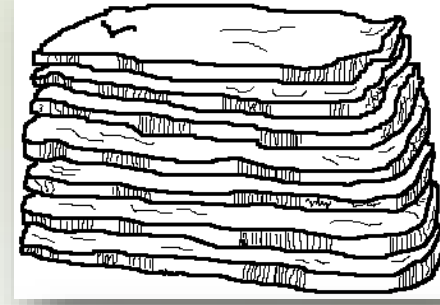
- Dikkat çeken ped oluşumu yoktur
- Taneler ya gevşek bir şekilde (teksel) ya da çok kuvvetli çimentolanmıştır (masif)
- Teksel hal; fazla kumlu olan ve toprak tanelerini birbirine bağlayacak kil ve diğer çimentolayıcı maddelerin olmadığı yerlerde görülür
- C horizonunun yapısıdır. Eğer strüktür oluşumu söz konusu ise bir B horizonu var demektir ve B horizonuna göre strüktür sınıfını alır.



Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktür Tipi

2. Levhalı strüktür:

- Pedler yassı levha şeklinde
 - Kümelerin düşey eksenini yatay eksenden küçük
 - Levhalar toprakta yatay konumda
- Çoğunlukla E horizonunda görülür.
- Doğal oluşumlara sedimentasyon sonucudur (birbiri üzerine çökme)
- Sürüm, trafik ve toprağı ezerek sıkıştıran diğer uygulamalar da neden olabilir.



Kuvvetli ince levhalı yapı
(derece-sınıf-tip)

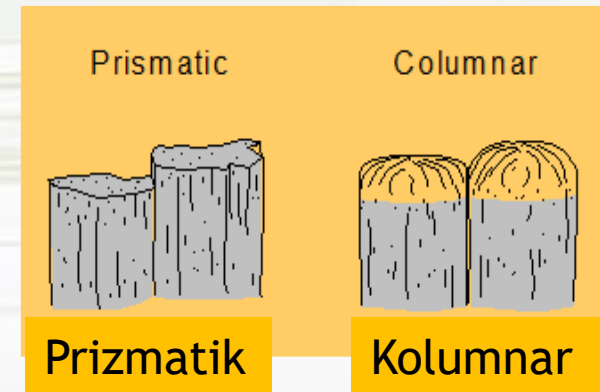
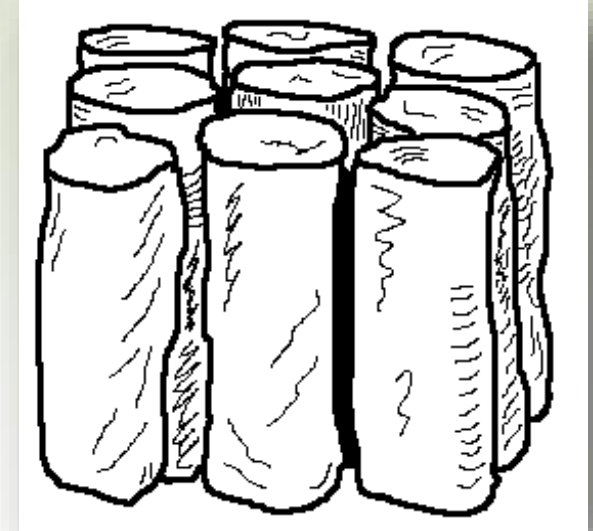
Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktür Tipi

3. Prizmatik strüktür (Sütun benzeri):

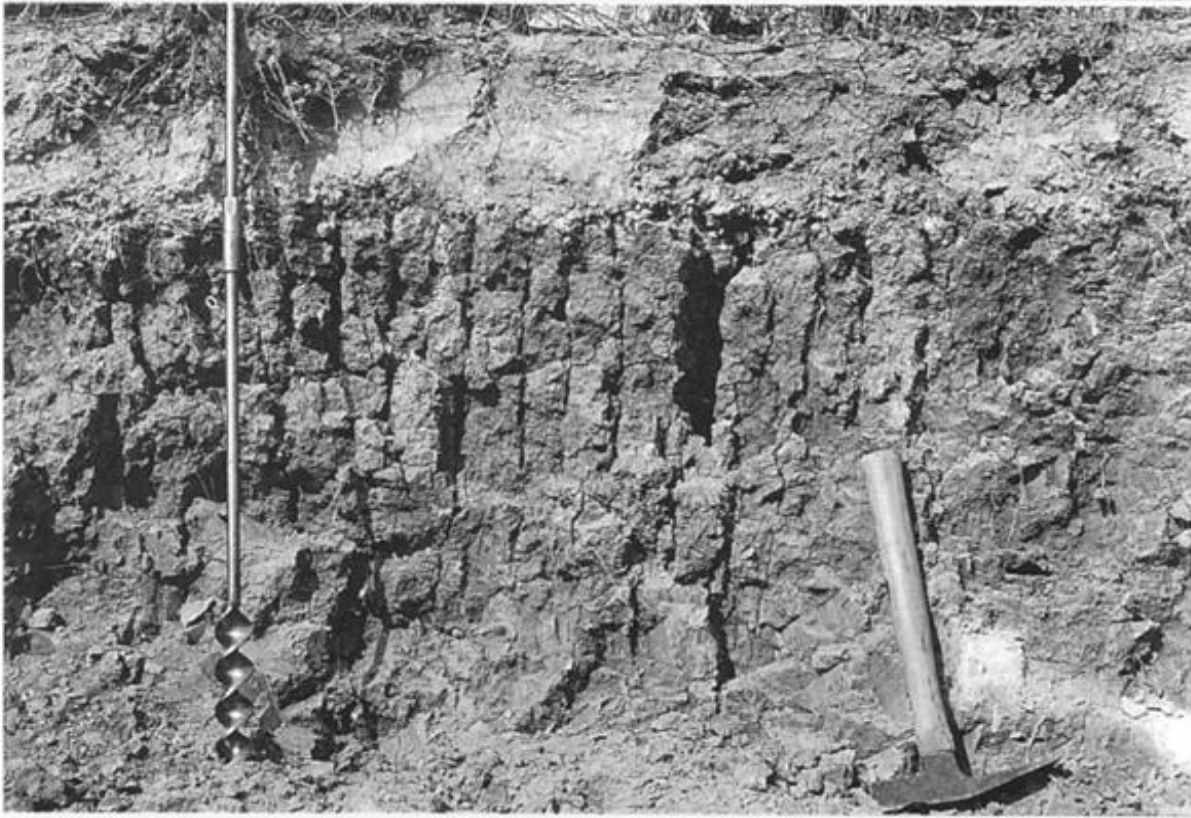
- Kümelerin düşey eksenini yatay eksenden büyük, sütun şeklinde altıgen prizmaya benzer
 - Sütunun üst kısmı yuvarlaklaşmış ise Kolumnar (Sütun benzeri)
 - Sütunun üst kısmı düz ise Prizmatik
- B horizonunda bulunur.

Organik madde ve killerin az olduğu

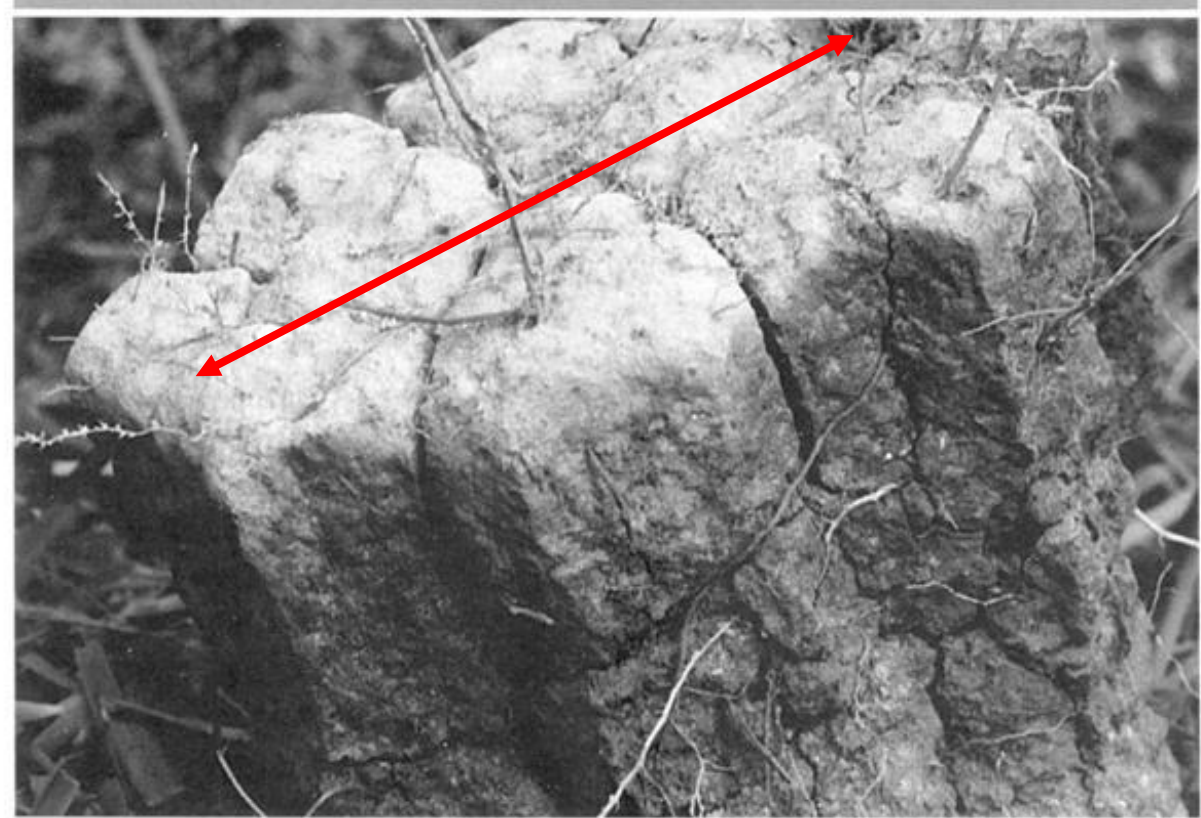
Kilce zengin gley ve kahverengi topraklar ve alüviyal topraklarda



Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktür Tipi



Kuvvetli orta prizmatik (sütunsal) yapı
(prizma büyüklüğü 35-45 mm)

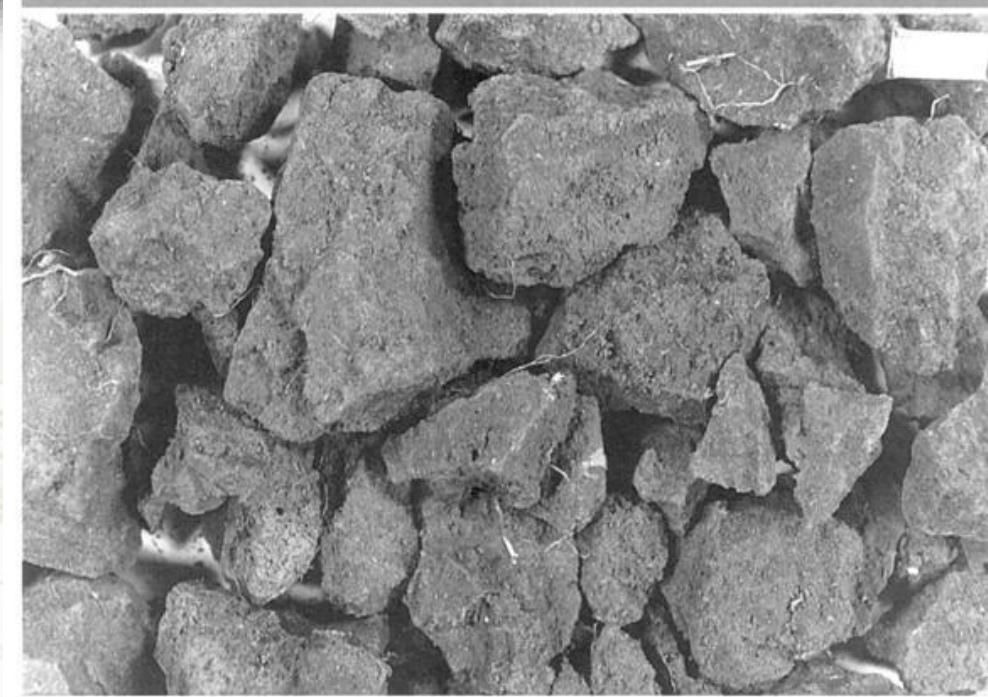
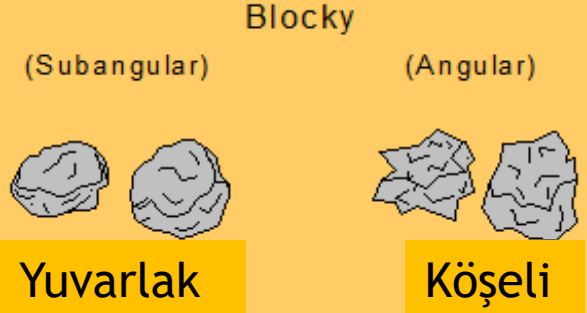
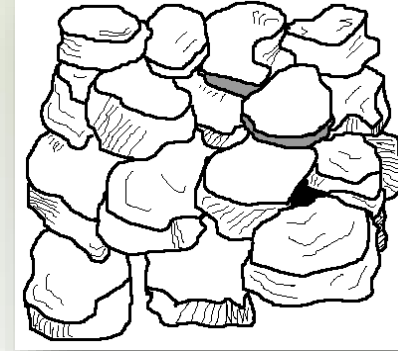


Kuvvetli orta kolumnar yapı (sütun
benzeri ama üst kısımları köşeli değil)
(demet üst genişliği 135 mm)

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktür Tipi

4. Blok strüktür:

- Pedler küplere benzer
- Pedlerin yatay ve düşey eksenini birbirine eşit
- Köşeler kırık ise köşeli blok veya kırık blok
- Köşeler tam yuvarlanmış ise yuvarlak blok (ceviz)
- Köşeler yuvarlaklaşmaya başlamış ama tam değilse yarı köşeli blok
- B horizonunda gözlemlenir.
- Kil içeriği yüksek tarla topraklarının çok ıslak yada kuru olduğu dönemde işlenmesiyle de oluşabilir
- Kil kapsamı yüksek, organik madde ve köklerin az olduğu topraklarda Prizmatik yapı görülür
- Kurak bölge tuzlu topraklarında Kolumnar yapı görülür.



Kuvvetli orta ve iri köşeli blok yapı

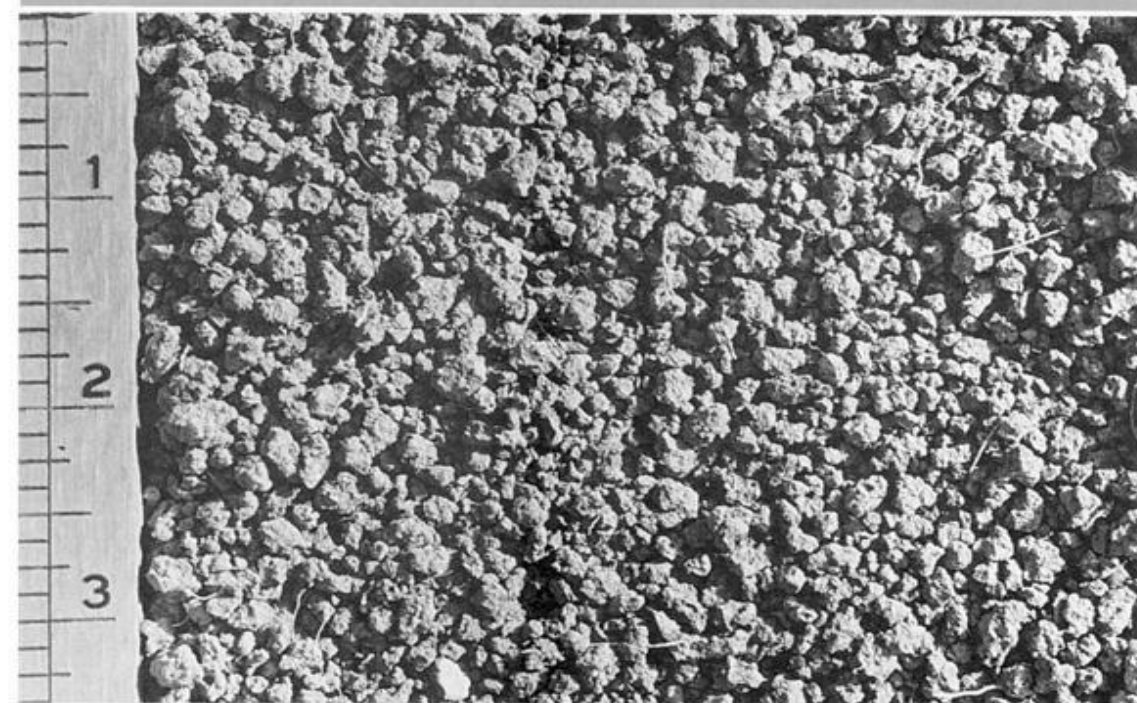
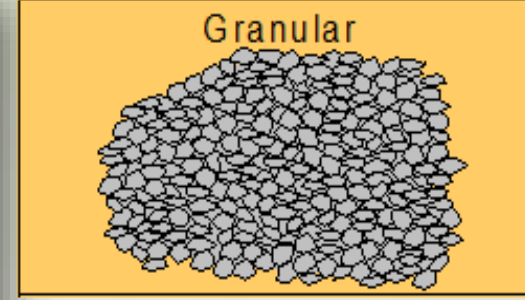
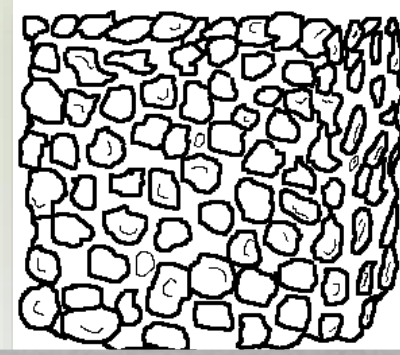
Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktür Tipi

5. Küresel strüktür (Granüler):

- Pedler küreye benzer şekilde yuvarlak

Granüler ve furda strüktür diye 2 çeşidi var

- Granüler strüktür: toprak parçacıkları küresel agregatlar halinde birleşmiş
- Furda strüktür: agregatların aralarında boşluk bırakarak birleşmeleri



Kuvvetli ince ve orta granüler yapı

Toprak Strüktürü neden önemlidir?

- Dayanıklı strüktür demek daha kuvvetli toprak demektir, yani daha fazla ağırlığa dayanabildiğini gösterir.
- Strüktürün en önemli fonksiyonu porozite (boşluklar hacmi) üzerine olan etkisidir. Su ve hava, pedlerin arasından geçer. Agregatların büyüklük, şekil ve devamlılıkları boşluklarda da aynı etkiyi yaratır. Suyun infiltrasyonu ve toprak-atmosfer hava değişimi bu boşluklar sayesinde gerçekleşir.
- Pedler arasındaki boşluklar aynı zamanda bitki köklerinin büyüme/uzama yerleridir.
- Kuvvetli strüktüre sahip topraklar zayıf strüktüre sahip topraklara nazaran daha az erozyona uğrarlar.
- Sonuç olarak kuvvetli strüktüre sahip toprakların yönetimi ve işlenmesi daha kolaydır ve bitki gelişimi için daha yararlıdırlar.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Strüktürü

➤ Toprak Strüktürünü Bozan Prosesler

1. Popülasyonu artan delici canlıların aşırı faaliyetleri
2. Tarımsal Toprak işleme faaliyetleri
3. Toprak üzerindeki yapı veya trafik (sıkışma etkisi)

➤ Strüktürü Sürdürebilmek için

1. Islah maddeleri (Jips, hümik asit, kireç, vs.)
2. Organik polimerler
3. Organik madde (ahır gübresi, kompost, vs. gibi)
4. Bitki rotasyonu (Çayır-yem bitkileri>Tahıllar>Çapa bitkileri)
5. Uygun ve Doğru gübreleme (Na içermeyen veya Ca içeren gübreler)

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Kıvamı

- Toprağın kohezyon (toprakların birbirine yapışması) ve adezyon (tanelerin başka cisimlere yapışması) özelliklerinden doğan ve dış baskılarla kırılıp-dağılmaya ve ezilip-büzülmeye karşı dayanıklılığını gösteren özellik Toprak Kıvamı olarak tanımlanır.
- Toprak kıvamı üç nem durumuna bağlıdır.
 - Islak: Tarla kapasitesi ve bunun üzerindeki nem durumudur.
 - Nemli: Tarla kapasitesi ile hava kuruğu toprak arasındaki nem durumudur.
 - Kuru: Hava kuruğu halindeki nem durumudur. Tamamen kuru sayılmaz...

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Kıvamı

- Toprak kıvamı; «YAPIŞKANLIK» ve «PLASTİKLİK» kavramları ile tarif edilir.
- **Yapışkanlık:** Toprak tanelerinin diğer cisimlere yapışmasının göstergesidir. Bu özelliğin tayini, toprağın baş ve işaret parmakları arasında sıkıştırılması suretiyle yapışkanlığını tespit etmek suretiyle yapılır

| YAPIŞKANLIK DURUMU | TANIMI |
|--------------------|--|
| Yapışkan değil | Basınç kaldırıldığında baş ve işaret parmağı arasında toprak tanesi yapışmaz |
| Hafif yapışkan | Toprak tanelerinde yapışma görülür, ancak basınç kalınca çoğu dökülür. Parmaklar aralandığı zaman gerilme görülmez |
| Yapışkan | Basınç uygulanınca toprak baş ve işaret parmaklarına yapışır, parmaklar açıldığı zaman gerilme görülür |
| Çok yapışkan | Basınç uygulanınca toprak baş ve işaret parmaklarına kuvvetli yapışır, parmaklar açıldığında büyük bir gerilme görülür |

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Kıvamı

| PLASTİKLİK DURUMU | TANIMI |
|-------------------|--|
| Plastik değil | İp oluşmaz |
| Hafif plastik | İp oluşabilir fakat kolaylıkla bozulabilir |
| Plastik | İp oluşabilir ve bozulması için orta derecede bir kuvvet gerekir |
| Çok plastik | İp oluşabilir ve bozulması için fazla kuvvet gerekir |

➤ **Plastiklik:** Toprağa uygulanan 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

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Kıvamı

Toprak Kıvamı İfadeleri

- **ıslak iken kıvam : yapışkanlık ve plastiklik özellikleri**
 - yapışkanlık (yapışkan değil[0], az yapışkan[1], yapışkan[2], çok yapışkan[3])
 - plastiklik (plastik değil[0], hafif plastik[1], plastik[2], çok plastik[3])
- **nemli iken kıvam : dağılabilirlik özellikleri**
 - çözükle[0], çok gevşek[1], gevşek[2], sıkı[3], çok sıkı[4], son derece sıkı[5]
- **kuru iken kıvam : sertlik ve çimentolanma özellikleri**
 - çözükle[0], yumuşak[1], hafif sert[2], sert[3], çok sert[4], son derece sert[5]

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Rengi

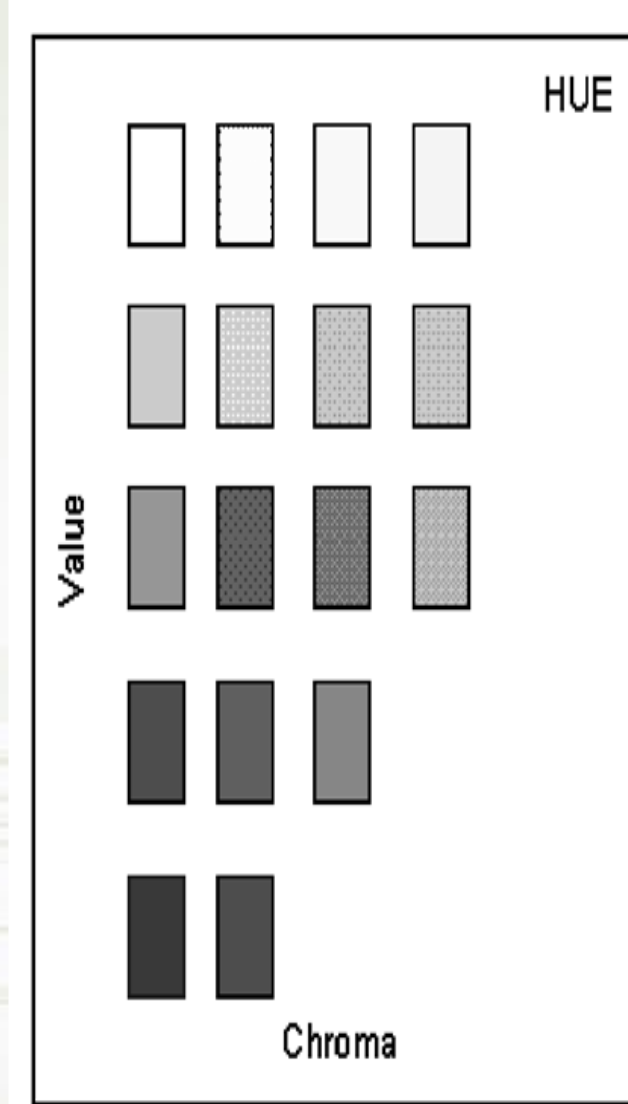
- Toprağı oluşturan katı maddelerin ve suyun; güneş ışığını yansıtması ile oluşan bir toprak özelliğidir. Toprak rengi;
 - Farklı toprak tipleri ve toprak oluşumu
 - Organik madde ve demir bileşiklerinin miktarı ve bazı kimyasal özellikleri,
 - Drenaj ve havalanma koşulları gibi fiziksel özellikleri hakkında önemli ölçülerde bilgi vermektedir.
- Toprak renginin belirlenmesinde Munsell Renk Skalası Kullanılır
MUNSELL Renk Skalasıyla belirlenen
 - Hue (10R, 2.5YR, 5YR, 7.5Y, 10 YR, 2.5Y, 5Y gibi)
 - Value (2,3,4 gibi)
 - Kroma (1,2,3 gibi) değerleriyle ifade edilir.



Soil color-nrcs.usda.gov*
Munsell soil colour chart - matest.com**

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Rengi

- Hue** (ışığın dalga uzunluğu, renğin tonu. Renkleri birbirinden ayıran temel özellik. Sarı, kırmızı, mavi, yeşil)
- Value** (nispi ışıklılık veya rengin değeri, renğin açıklığını veya koyuluğunu gösterir) **Rakam büyüdükçe koyuluk azalır**
- Kroma** (renğin nispi saflığını, berraklığı ifade eder. Rengin keskin yada zayıf olduğunu gösterir) **Rakam büyüdükçe saflık artar**



Hue: Rengin adı

mor mavi yeşil sarı kırmızı

Value:
Değer

sade (bem) beyaz
değeri = 10

sade (sim) siyah
değeri = 10

Chroma: Berraklık

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Rengi

Munsell Skalası Nasıl Kullanılır?

Kuru ve ıslak olmak üzere iki ayrı nem içeriğinde belirlenir.

Doğal bir toprak keseği alınır.

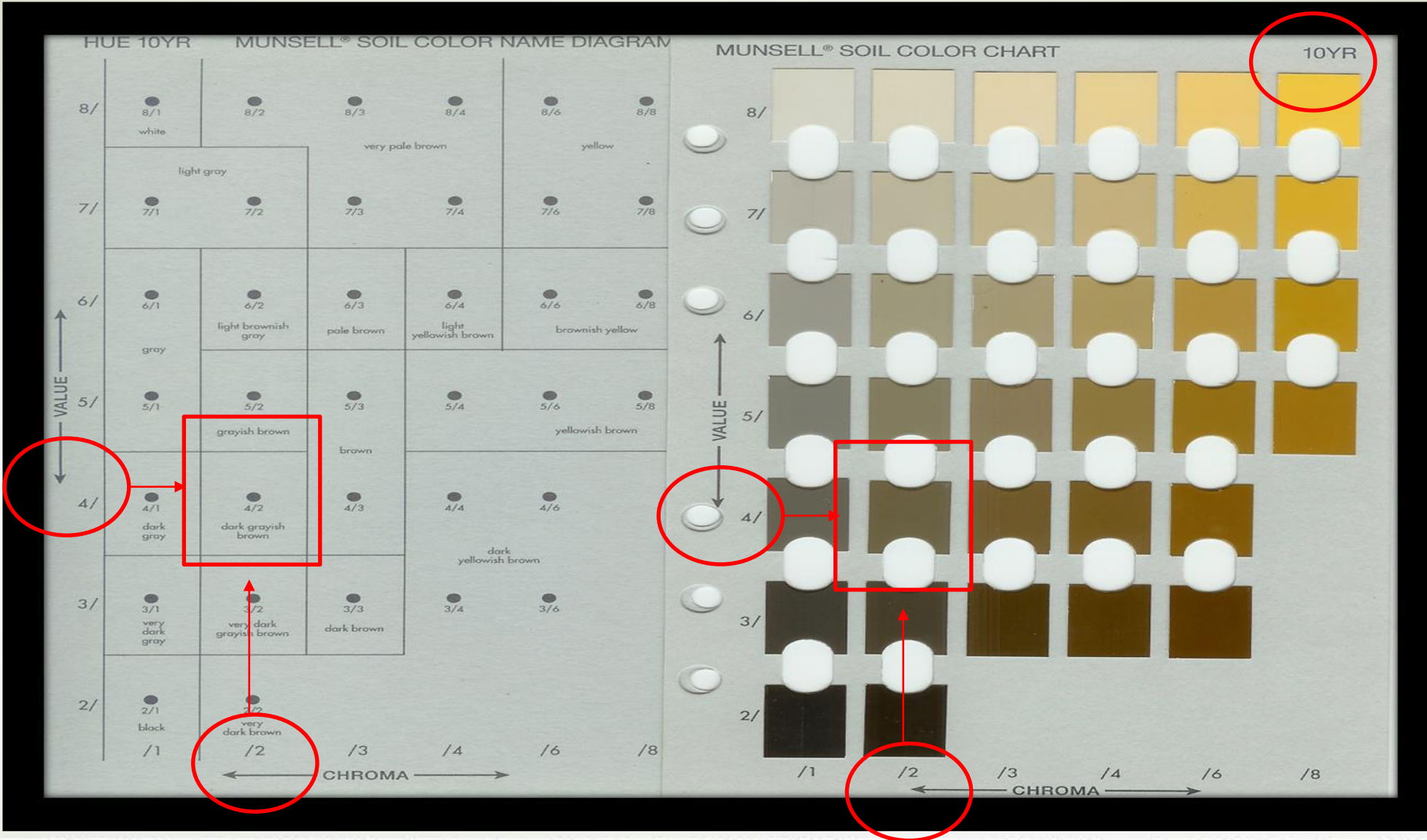
Güneş ışığı altında kesek renginin Munsell skalasında benzeri bulunur.

Hue sayfa başında; R (kırmızı), YR (Sarı kırmızı), Y (sarı) tanımlar; 0-10 arası değerler, rakamlar arttıkça kırmızılık azalır sarılık artar

Value sayfanın dikey kenarına paralel aşığıdan yukarı büyüyen rakamlar; 0-mutlak siyah ile 10-mutlak beyaz arasında değişir.

Kroma sayfanın üst kenarına paralel soldan sağa büyüyen rakamlar; 0-nötr gri ile 10 arasında değişir.

Toprakların Fiziksel Özellikleri-Toprak Rengi



Kuru halde

10 YR 4 / 2

Hue 10 YR

Value 4

Kroma 2

Toprak Rengi

Koyu grimsi

kahverengi

Toprağa rengini veren bařlıca maddeler

- Ana materyal ve bileřimindeki mineraller (limonit, hematit, bazalt, kuvars, tuz, jips gibi açık veya koyu renkler)
- Organik madde (esmer, gri, siyah)
- Demir Bileşikleri (esmer, kırmızı, sarı, yeşilimsi, mavimsi gri)
- Mangan ve Titan Bileşikleri (esmer, gri, siyah)

Toprağa rengini deęiřtiren bařlıca olaylar

- Yıkanma-Birikme-İndirgenme-Yükseltgenme
- Tuzlanma-Alkalileřme-Asitleřme
- Kireçlenme
- Gleyleřme
- Podzolleřme
- Lateritleřme

Toprağa Rengine Göre Tespit Edilen Toprak zellikleri

- ✓ **Kırmızı renk** drenaj ve havalanmanın iyi olduğunun göstergesidir. Hidrasyon azaldıkça yani oksidasyon arttıkça renk kırmızılaşır.
 - ✓ **Kırmızı renk dehidrate olmuş demir oksit (hematit- Fe_2O_3) varlığı**
 - ✓ **Sarı-Yeşilimsi Sarı renk hidrate olmuş demir oksit (limonit- $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$) varlığı**
- ✓ **Yeşilimsi/mavimsi renkler** indirgenme olayının göstergesidir.
- ✓ Tipik **gri renk**, su altında kalmış gley horizonun göstergesidir.
 - ✓ **Ferooksit (FeO) fazla ise toprak mavimsi gri renk alır.**
- ✓ **Beyaza yakın açık renkler** kireç ($CaCO_3$), alçı, $MgCO_3$ veya tuz varlığını gösterir.
- ✓ **Mn, Titan bileşikleri ve OM** toprağa **esmer/siyah/koyu kahve renk** verir.