

# TOPRAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

## BİTKİ YAŞAMINI DESTEKLEYEN TOPRAĞIN SAHİP OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER:

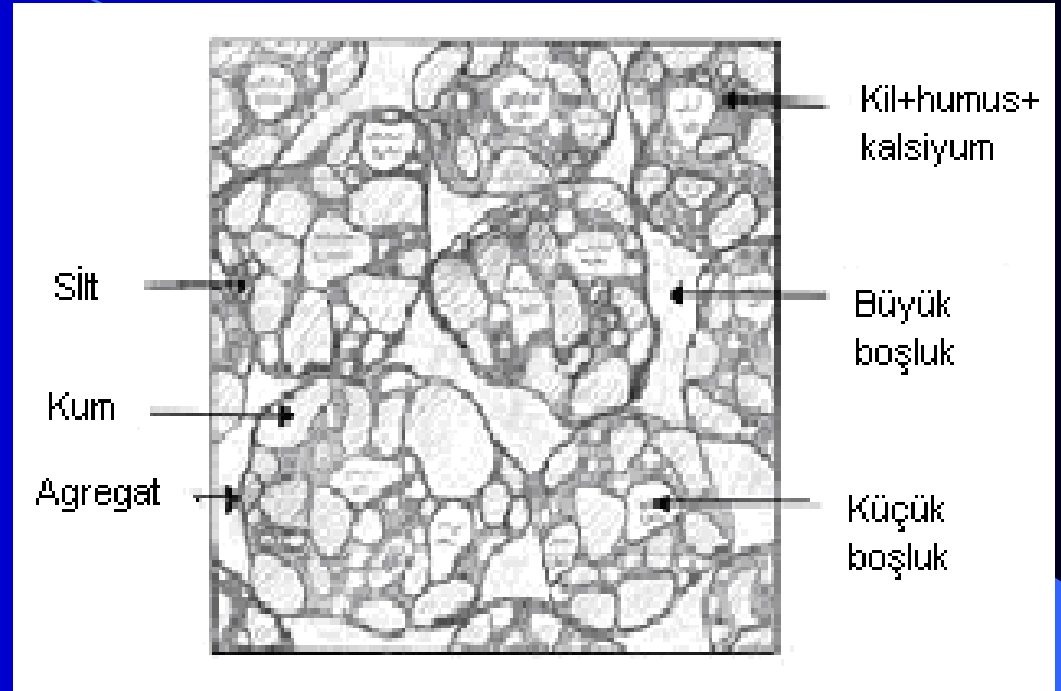
1. Yağmur ve sulama suyunu uygun miktarlarda geçirecek kadar **gözenekli** olmalı, ancak aşırı su ve besin madde kaybına neden olacak kadarda büyük gözenekli olmamalı,
2. **Nemi** bitkinin ihtiyacını karşılayacak oranda **tutabilmeli**, taban suyunu yükseltecek kadar da tutmamalı,
3. Bitki kök hücrelerinin iyi havalanmasını sağlayacak kadar **oksijen içermeli**, ancak köklerin nemli toprak taneleri ile temasını kesecek derecede de fazla havalanmamalı.

# MİNERAL TOPRAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- Toprak tekstürü,
- Toprak strüktürü,
- Su tutma kapasitesi,
- Agregat stabilitesi,
- Havalanma,
- Geçirgenlik,
- Toprak sıcaklığı,
- Toprak rengi,
- Kıvamlılık

# İyi fiziksel yapıya sahip topraklar:

- ✓ Su ve besin maddelerini tutar
- ✓ İyi drenajlı
- ✓ İyi havalanır
- ✓ İyi bitki kök sistemi
- ✓ Çalışma kolaylığı
- ✓ Baharda hızlı ısınır
- ✓ İyi biyolojik aktivite
- ✓ Toprak kaybı ve sıkışmaya



# TOPRAK TEKSTÜRÜ (BÜNYE)

- Bir toprak kütlesi içerisindeki **bireysel taneciklerin yüzde oranlarına** toprak bünyesi / Toprak tekstürü denir
- Kum, silt ve kilin nispi miktarları
- Toprak taneleri: Primer ve sekonder (kümeler),
- **Primer toprak taneleri:** Birbirine yapışmamış kum, silt, kil parçacıkları,
- **Sekonder toprak taneleri:** Primer tanelerin çeşitli bağlayıcı maddelerle bağlanması (toprak doğal kümesi-ped, toprak işleme sonucu oluşan kümeler-kesek)

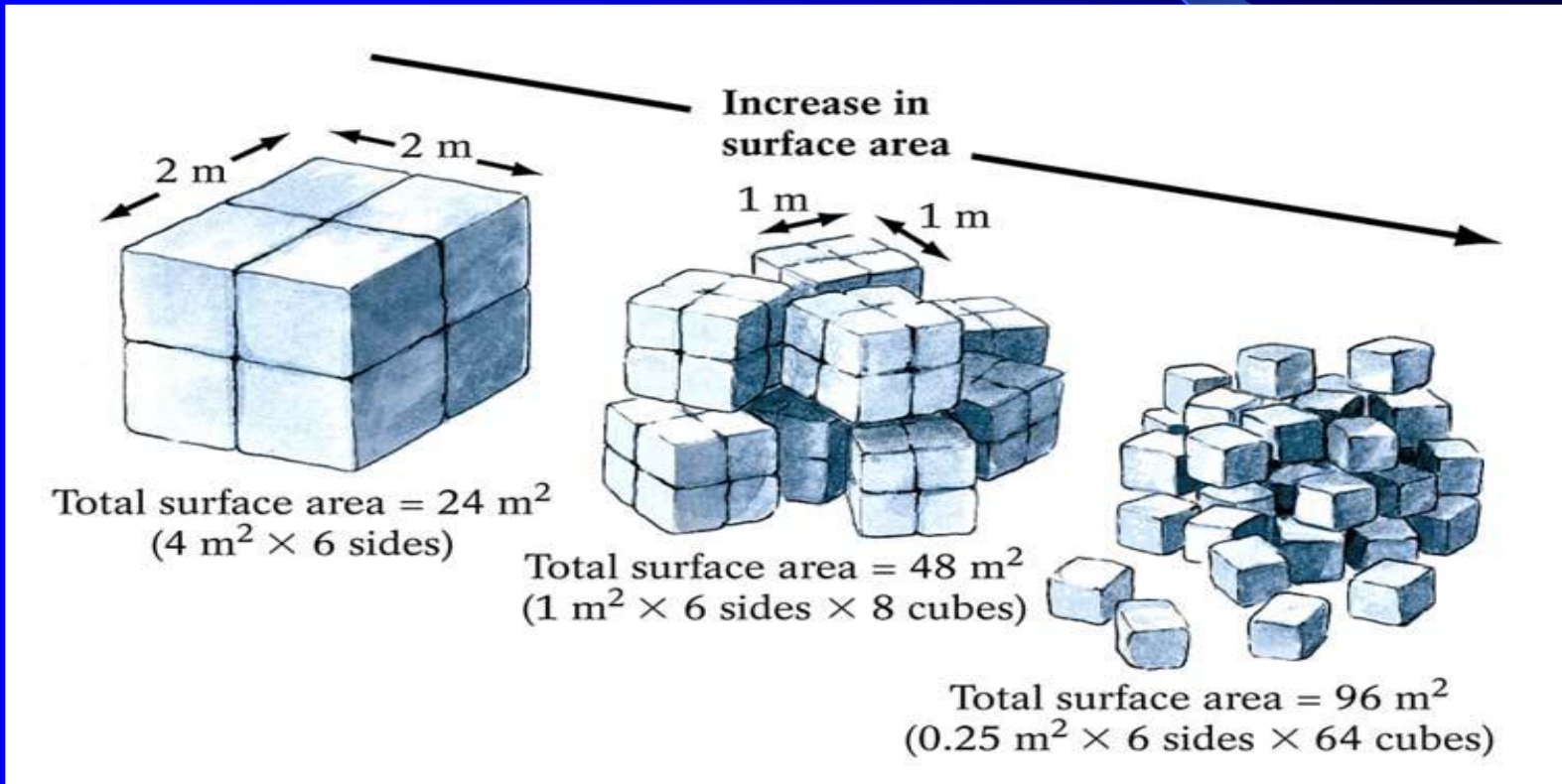
## Primer tanelerin

- 2 mmden büyük olanlar Çakıl ve Taş (İSKELET)
- 2 mmden küçük olanlar: Kum, silt, kil (TOPRAK FRAKSİYONU)

Mineral parçacığın çapı küçüldükçe, 1 g toprakta bulunan miktar ve yüzey alanları artar

(besin madde ve su tutma gücü artar)

Parçacık büyüklüğü ile yüzey alanı arasında önemli ilişki



## **HAFİF TOPRAKLAR:**

- Kum gibi iri parçacıklardan oluşan topraklar
- Su tutma kapasiteleri düşük, sızdırma kapasiteleri yüksek.

## **AĞIR TOPRAKLAR:**

- Kil gibi küçük parçacıklardan oluşan topraklar,
- Su tutma kapasiteleri yüksek, sızdırma kapasiteleri düşük.
- Plastiklik ve yapışkanlık fazla (işlenmeleri güç).

# MEKANİK ANALİZ

- Toprağı fraksiyonlarına ayırma yüzde oranlarını tespit etme işlemi.

Analizde mutlaka,

- OM (yapıştırıcı), -Hidrojen peroksit ile kaynatma
- Serbest demir ve alüminyum oksit (yapıştırıcı),
- Ca, Mg gibi iyonlar (kümeleşme yapan)

uzaklaştırılmalı –

**seyreltik asitlerle yıkama veya**

**disperse edici sodyum hidroksit, sodyum hekzameta fosfat vs maddeler**



**DISPERSİYON:** Toprak agregatlarınının kum, silt ve kil parçacıklarına ayrılması.

## **MEKANİK ANALİZ YÖNTEMLERİ:**

- Çökeltme,
- Hidrometre \*\*\*
- Pipet,
- Kühn,
- Sürüklenme.

- Eleme, 50  $\mu\text{m}$ 'e kadar
- Çöktürme
  - Hidrometre yöntemi
  - Pipet yöntemi



# Hidrometre yöntemi

- %5 lik toprak-su solüsyonunu iyice çalkalayın
- 40. sn de hidrometre ile yoğunluk (I.okuma) ve sıcaklık okuyun.



$$\%Kil+Silt = \left( \frac{\text{Düzeltilmiş 40. sn okuması}}{FKT} \right) \times 100$$

# Hidrometre yöntemi

- 2. saatte hidrometre ile yoğunluk (II.okuma) ve sıcaklık okuyun.

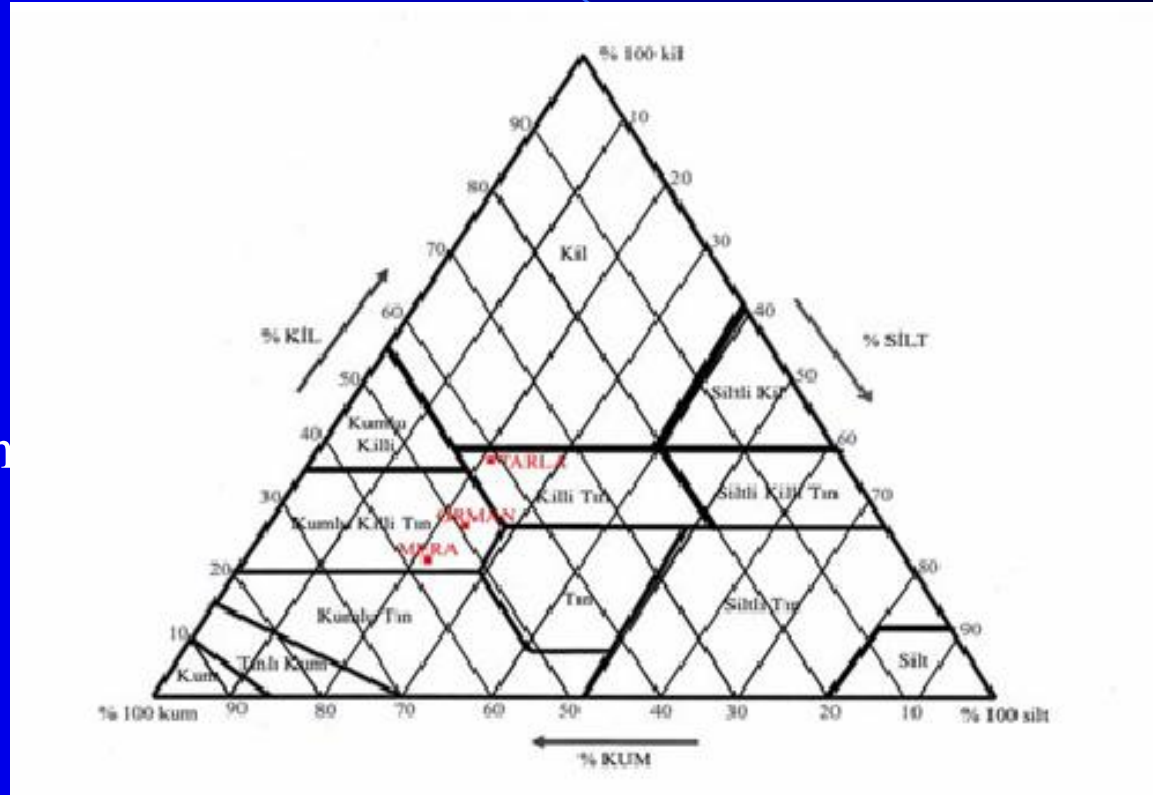
$$\% \text{ Kil} = (\text{Düzeltilmiş 2h okuması} / \text{FKT}) \times 100$$

- % silt

$$\% \text{ Silt} = 100 - [(\% \text{ kum}) + (\% \text{ kil})]$$

# Toprak Bünye Sınıfları

- Kum
- Tınlı kum
- Kumlu tın
- Tın
- Siltli tın
- Silt
- Kumlu killi tın
- Killi tın
- Siltli killi tın
- Kumlu kil
- Siltli kil
- Kil



- USDA ( ABD Tarım Bakanlığı)

<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,25</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>0,002</b>
çok kaba kum	Kaba kum	orta kum	ince kum	çok ince kum	silt	kil

- IUSS ( Uluslararası Toprak Bilimi Birliği)

<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,02</b>	<b>0,002</b>
Kaba kum	İnce kum	Silt	Kil

# Toprak Bünyesi İle Önemli Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki

<b>İnce Bünyeli Topraklar (Ağır-Killi Topraklar)</b>	<b>Orta Bünyeli Topraklar (Tınlı)</b>	<b>Kaba Bünyeli Topraklar (Kaba Kumlu Topraklar)</b>
Su Tutma Kapasitesi Büyük	Tarım arazileri olarak en elverişli topraklardır.	Su Tutma Kapasitesi Düşük
Su Geçirgenliği Kötü	Fiziksel ve kimyasal özellikleri,	Su Geçirgenliği İyi
Çok Bağlı ( Kompakt) Çok Az Yıkanır	kültürel önlemlerle her iki tarafa doğru değiştirilebilir.	Az Bağlı (Teksel) Çok Kolay Yıkanır
Bitki Besin Maddesi Zengin Kimyasal Özellikleri İyi		Bitki Besin Maddesi Fakir Kimyasal Özellikleri Kötü
Fiziksel Özellikleri Kötü Geç Isınır, Geç Tava Gelir, İşlenmesi Güç		Fiziksel Özellikleri Kötü Erken Isınır, Erken Tava Gelir, İşlenmesi Kolay
Mutlak çayır ve mer'a arazileridir. Kimyasal özellikleri iyi, fiziksel özellikleri kötü olan arazilerdir.		Mutlak orman arazileridir. Fiziksel özellikleri iyi, kimyasal özellikleri kötü olan topraklardır.

04.11.2012

Prof. Dr. Ayten NAMLI 2012 GÜZ

# Elle Tekstür Tayini

- Toprak tekstürünün tayini laboratuvar şartlarında yapılır ancak arazi şartlarında hemen teşhis yapmak gerekebilir.
- Bu amaçla bir miktar toprak orta derecede nem düzeyine getirilip, daha sonra baş ve işaret parmakları arasında ovulur.
- Bu ovma sırasında **kum zımpara etkisi yapar. Şekillenmez ve eli kirletmez.**
- **Silt elde kadife hissi verir az şekillenir**
- **Kil ise sabun hissi verir, yapışır ve şekillenir.**
- Tamamen uygulamayı yapan kişinin tecrübesine bağlı olarak eldeki toprağın yaklaşık olarak kumlu mu, tınlı mı yoksa killi mi olduğu kestirilebilir.



# TEKSTÜR

- **KİL**, plastik ve iyi şekil alma özelliğine sahiptir ve elde iyi şekil alabilen sakız hissi bırakır.
- **SİLT**, fraksiyonu yumuşaktır, elde unsu ve kadife hissi bırakır.
- **KUM** fraksiyonu taneli ve pürüzlüdür, elde zımpara hissi bırakır. Kum miktarını daha sağlıklı tahmin etmek için toprak örneği daha fazla sulandırılır.
- Sonuçta toprağın **TEKSTÜR ÜÇGENİ**'ndeki tekstür sınıfı belirlenir.

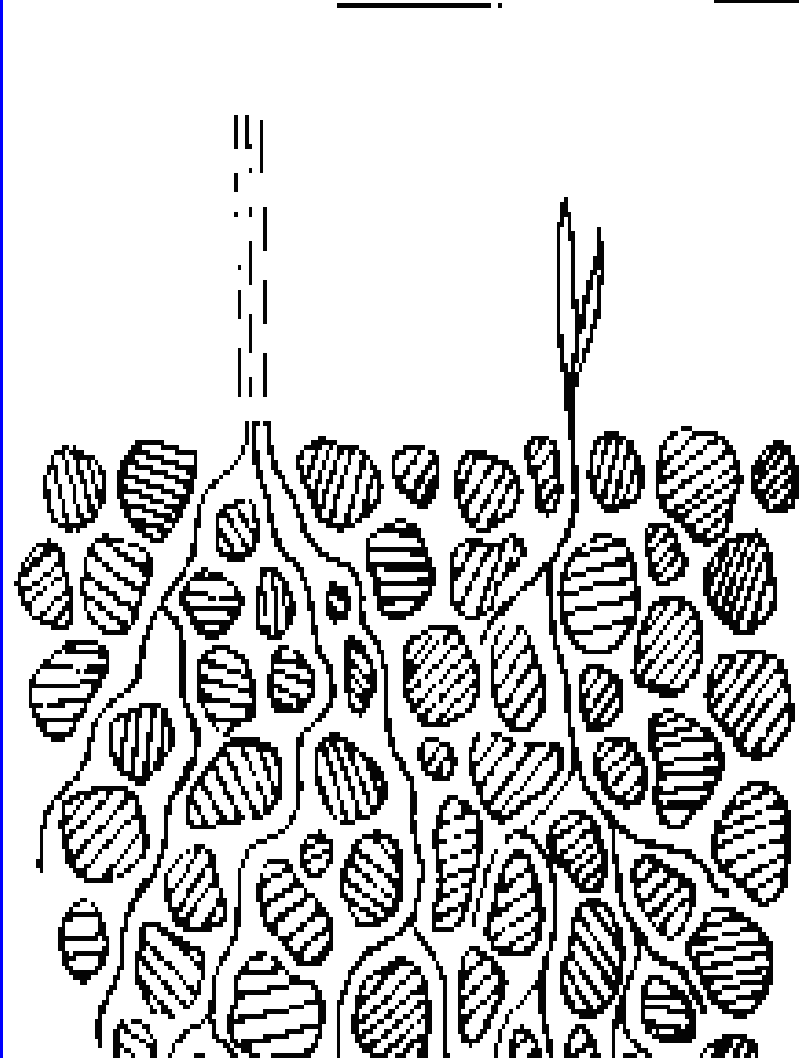
Türkiye'de yüzde satürasyona göre toprak tekstürünün bölgesel dağılımı (Çevre Bakanlığı 1997)

Bölgeler	Toprak sayısı	< 30 kumlu	30-50 tınlı	50-70 killi-tınlı	70-110 killi
Trakya ve Marmara	8577	7.3	38.0	44.1	10.2
Karadeniz	101137	1.9	25.6	55.9	16.4
Orta Anadolu	25706	3.6	40.2	48.1	7.5
Güneydoğu	4061	1.6	33.9	56.1	8.4
Doğu Anadolu	1329	0.5	37.8	55.4	6.0
Ege	7342	1.9	47.1	37.2	13.6
Göller	3759	6.2	45.8	38.5	8.9
Akdeniz	3168	0.9	32.1	52.0	14.6
Türkiye ortalaması (%)		3.4	37.9	47.9	10.4

# Toprak Yapısı – Toprak Strüktürü

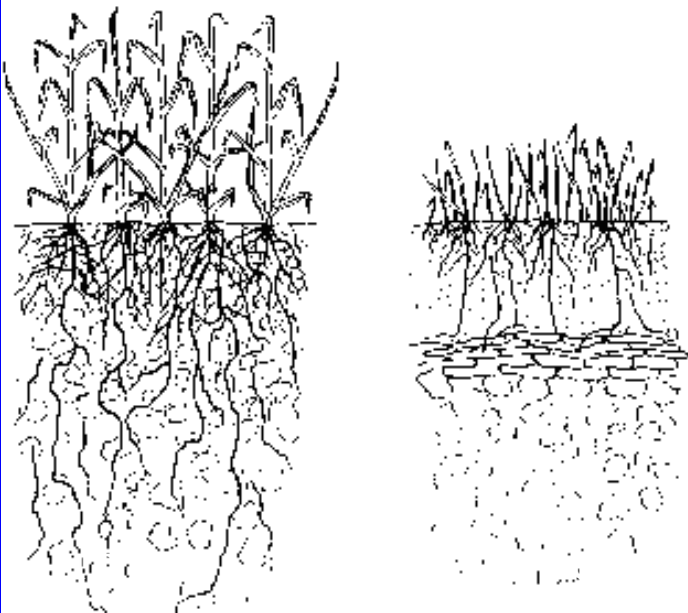
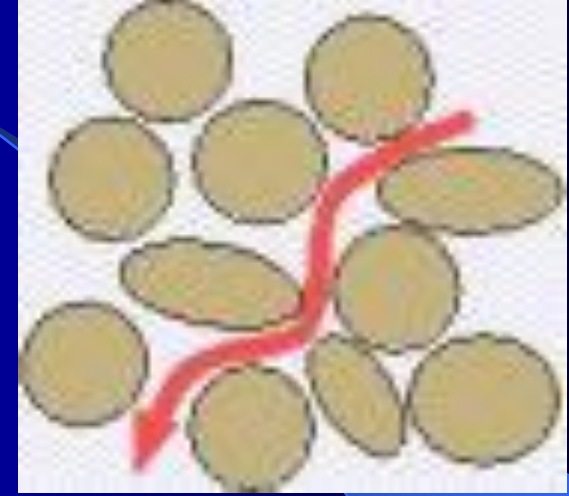
- Bir toprak kütlesi içerisindeki bireysel tanelerin gruplar halinde kümeleşmesine toprak yapısı denir.

Toprak yapısı toprakların önemli bir özelliğidir ve bitki gelişimi için esastır.



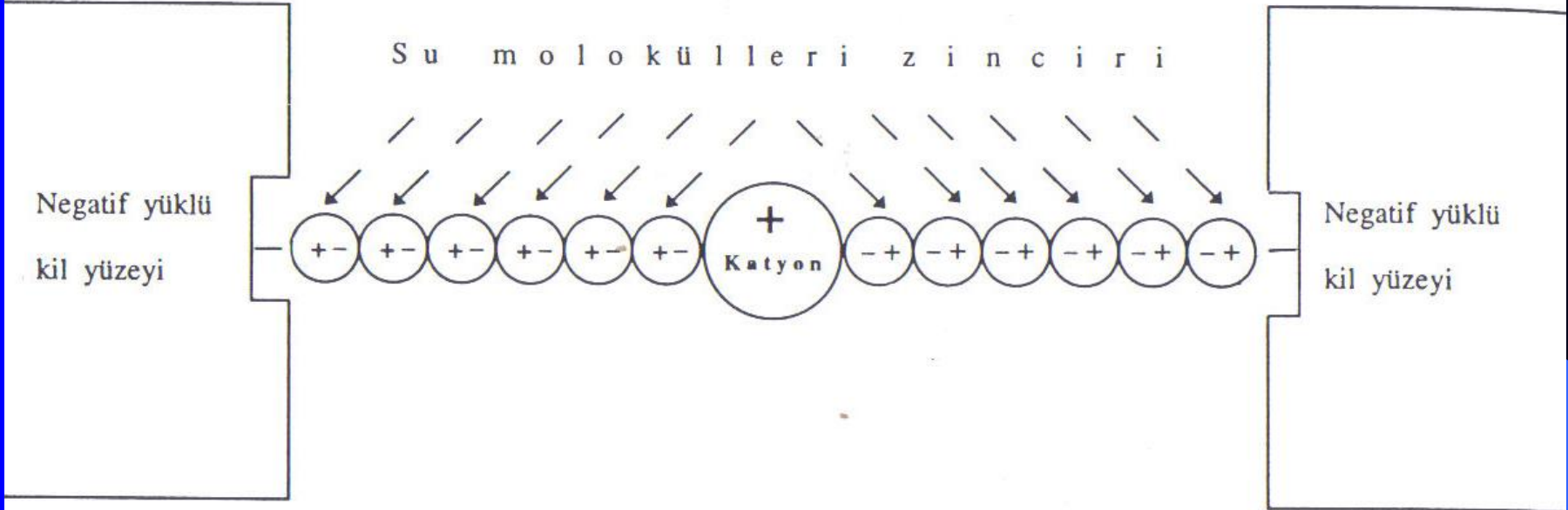
- İyi yapıya sahip topraklar kök gelişimini artırır.
- İyi drenaj özelliğine sahiptir.
- Yüksek su tutma kapasitesine sahiptirler.
- İyi havalanma ve gaz değişim özelliği gösterirler.

- Toprak yapısı gözenekli bir yapıya sahiptir
  - Su hareketi
  - Hava hareketi
- Ortam ve durak yeri hazırlar
  - Kökler
  - Çimlenen tohumlar



# Topraklarda kümeli yapının oluşması

- Organik maddenin etkisi
- Adsorbe edilen katyonlar
- Toprak işlemenin etkisi
- Donma ve çözülmenin etkisi



Kil parçacıklarının toprak strüktürünü meydana getirmek üzere birbirine bağlanması

# Strüktür;

- **Toprak içindeki su ve havanın miktarını kontrol etmekte,**
- **Hareket ve dolaşımlarını yönlendirmekte,**
- **Toprağın erozyona uğrama derecesini kontrol etmektedir.**
  
- **Kurak ve sıcak bölgelerde** OM az, kümeleşme de azdır,
- **Yağışlı/soğuk bölge topraklarında** kil ve OM fazla ancak yıkanma ile alta taşınır, üst katta agregasyon iyi değildir,
- **Yağışlı/sıcak bölge topraklarında;** kil ve OM az ancak Fe oksitler fazladır ve granül yapı/agregasyon iyidir.



# Mikroorganizmaların strüktür gelişimine etkisi;

1. Mikroorganizmaların flamentlerinin (misel) toprak tanelerini **mekanik olarak bağlaması,**
2. Mikrobiyal sentez ürünlerinin **çimentolayıcı etkileri,**
3. Mikrobiyal ayrışma ürünlerinin **bağlayıcı etkileri**

# Topraktaki strüktürel şekiller iki strüktürsüz kaynaktan oluşur;

1. Teksel taneler,
2. Masif Kütleler

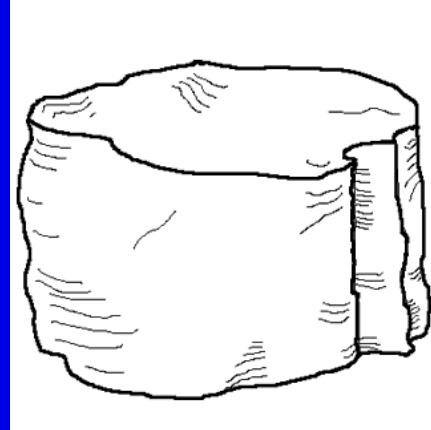
- Bazı toprak horizonlarında strüktür oluşumu görülmemektedir. **strüktür oluşumu görülmeyen** toprak horizonları iki türdür:
- **MASİF**, toprak kütlesi yerinden koparılmaya çalışıldığında yeni kırılma yüzeyi oluşturarak kırılan strüktürsüz topraklardır.
- **TEKSEL**, toprak kütlesi yerinden koparılmaya çalışıldığında bireysel tanelerine ayrılarak dağılan strüktürsüz topraklardır (genellikle kum, tınlı kum tekstürlü topraklar)

# Toprak yapısı

Teksel



Masif



## **Agregat Oluşumu:**

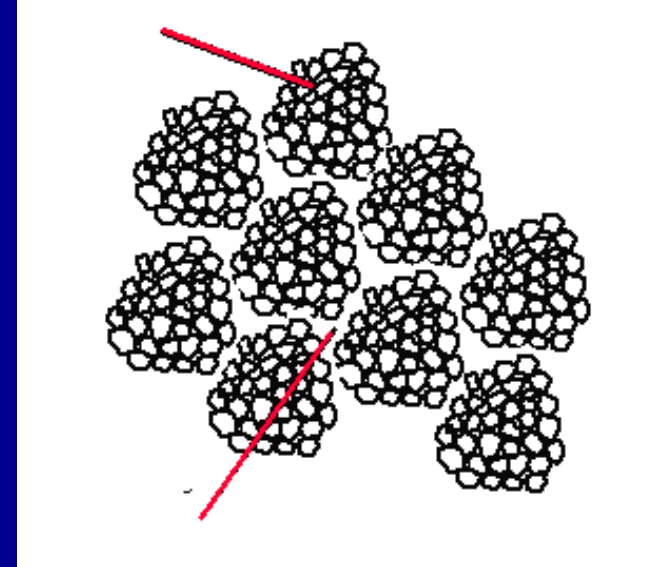
- a) Kolloidal kil,
- b) OM ve mikroorganizmalar,
- c) Kolloidal seski oksitler

- **Strüktür oluşumu görülen topraklarda** doğal olarak oluşmuş pedler bulunmaktadır. Strüktür tanımlaması yapılırken bu pedlerin **DAYANIKLILIĞI, BÜYÜKLÜĞÜ VE TİPİ** belirlenir.
- **DAYANIKLILIK**, strüktürün agregasyon (kümeleşme) derecesinin **ZAYIF, ORTA ve KUVVETLİ** şeklinde tanımlanmasıdır.
- **BÜYÜKLÜK**, agregetların ortalama çapına göre **ÇOK KÜÇÜK, KÜÇÜK, ORTA, KABA ve ÇOK KABA** şeklinde gruplamasıdır.
- Strüktür **TİPLERİNE** göre bu sınıflara giren pedlerin büyüklük ölçüleri değişmektedir.

- Ped: doğal toprak kümesi

## TOPRAK STRÜKTÜRÜ 3 KRİTERE GÖRE DEĞERLENDİRİLİR:

- Tip ( Pedlerin şekil ve dizilişi)
- Sınıf (Pedlerin büyüklüğü)
- Derece ( dayanıklılıkları)

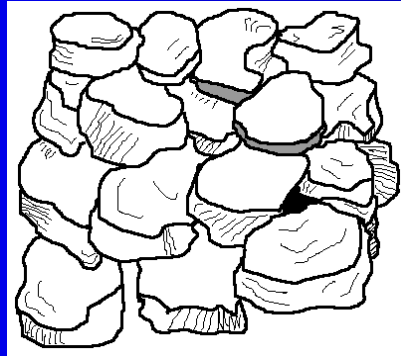


# 1. Toprak yapısı tipleri

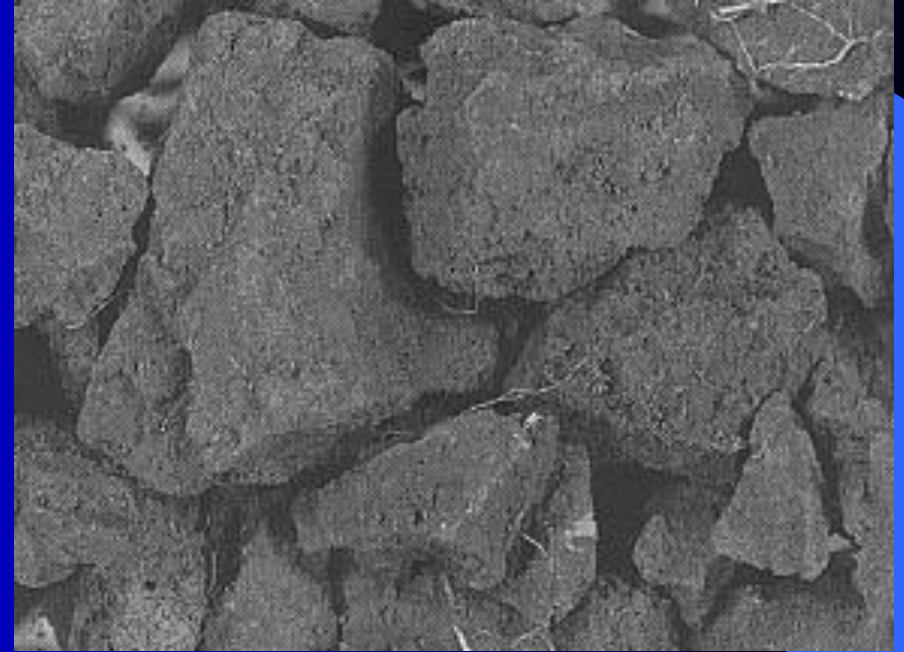
## 1. Blok strüktür:

- Pedler küplere benzer, yatay ve düşey eksen birbirine eşit,
- Kil yüksek tarla topraklarının çok ıslak yada kuru olduğu dönemde işlenmesiyle oluşur

Blok  
benzeri



Köşeli blok  
Yarı köşeli blok



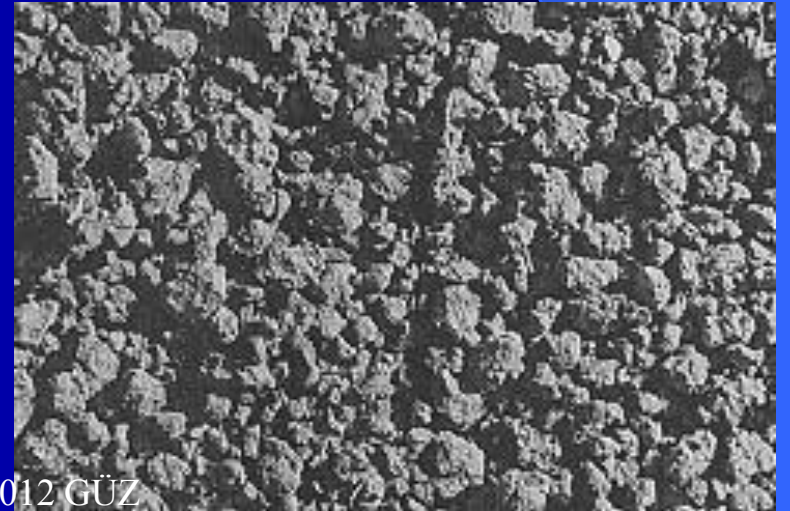
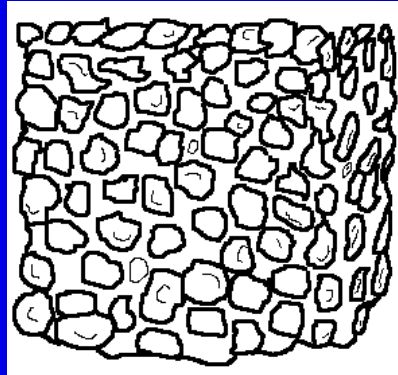
## 2. Küresel strüktür:

- 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

Küresel

Granüler  
Furda

04.11.2012



Prof. Dr. Ayten NAMLI 2012 GÜZ



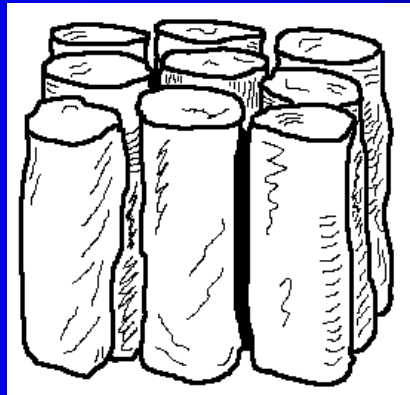
# Toprak yapısı tipleri

## 3. Prizmatik strüktür:

- Kümelerin düşey eksenini yatay eksenden büyük,
- Kilce zengin gley ve kahverengi topraklar ve alüviyal topraklarda görülür

Prizma  
benzeri

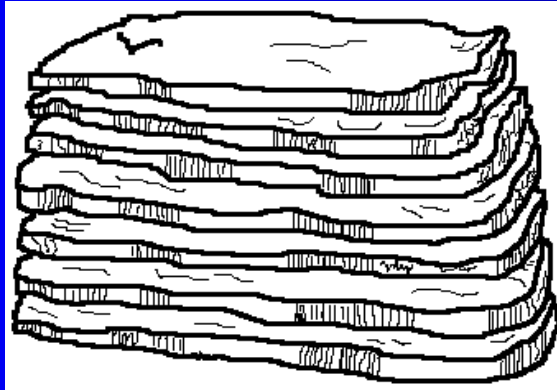
Prizmatik  
Kolumnar



## 4. Levha strüktür:

- Pedler yassı levha şeklinde,
- Kümelerin düşey ekseni yatay eksenden küçük,
- Levhalar toprakta yatay konumda,

Levhali



## 2. Toprak yapısı sınıfları

	mm
Çok küçük ya da çok ince	<1
Küçük ya da ince	1-2
Orta	2-5
İri ya da kalın	5-10
Çok iri ya da çok kalın	>10

# 3. Toprak yapısı dereceleri

Yapısız	Dikkati çeken ped yok, teksel veya masif
Zayıf	Pedler çok az belirgindirler
Orta	Orta derecede iyi oluşmuş pedler
Kuvvetli	Çok iyi oluşmuş pedler

# Toprak strüktürünün oluşumunda rol oynayan faktörler:

1. Kil, demir ve alüminyum oksitler, organik maddenin koloidal fraksiyonları,
2. Yavaş yavaş çürüyen organik madde,
3. Bir (Na) ve iki değerlikli katyonlar (Ca-Mg)
4. Bitki kökleri (basınç),
5. Mantarlar (misel),
6. Toprak solucanları (dışkıları),
7. İklim koşulları (yağışlı ve ılıman-lateritlerde agregatlaşma var, podzollerde iyi değil),
8. Islanma ve kuruma olayı,
9. Donma ve çözünme,
10. Uygun koşullarda toprak işleme (sonbahar ve ilkbahar),
11. Kültür bitkileri (çapa bitkileri pamuk ve şekerpancarı, mercimek strüktür bozular, yonca ve üçgülde strüktür düzelir-rotasyon yapılmalı)
12. Gübreleme

# TOPRAK AĞIRLIĞI

Toprak ağırlığı, topraktaki gözenek miktarıyla alakalıdır.

Toprak ağırlığı hesap edilirken iki ayrı durumu dikkate almak gerekir.

a) Bunlardan birincisi, sadece toprak kütlesi esas alınarak hesap edilen yoğunluktur ve **topraktaki boşlukların oluşturduğu hacim dikkate alınmaz (tane yoğunluğu - $\rho_k$ )**.

İkincisi ise toprak parçaları arasında gözenek veya **boşluklar** hacme katılarak elde edilen toprak ağırlığıdır. Buna **hacim veya görünen ağırlık -  $\rho_b$**  denilmektedir.

## TANE YOĞUNLUĞU ( $\rho_k$ )

- Tane yoğunluğu- özgül ağırlık birimi:  $\text{gr/cm}^3$
- Dünya yüzeyindeki mineral toprakların tane yoğunlukları  $2.5-2.8 \text{ g/cm}^3$  ortalama  $2,65 \text{ g/cm}^3$  'dir
- $\rho_k = W_k / V_k$ ,  $\text{g/cm}^3$
- $W_k$  katıların ağırlığı
- $V_k$  katıların hacmi

– Kuvars =  $2,65 \text{ g/cm}^3$

– Jips =  $2,32 \text{ g/cm}^3$

– Biotit =  $2,80-3,20 \text{ g/cm}^3$

– hematit =  $4,80-5,30 \text{ g/cm}^3$

# Tane Yoğunluğu-Özgül ağırlık

- Tayin Yöntemleri

- Piknometre

- Hava piknometresi

- **Ölçü silindiri**



# Tane yoğunluğu- Özgül ağırlık belirlemesi

- 100 g toprak tartılır,
- 500 cm<sup>3</sup> silindirin yarısına kadar su doldurulur,
- Toprak silindire boşaltılır, çalkalanır,
- Silindirdeki su artışı belirlenir.
- Örneğin bu artış 38 cm<sup>3</sup> olsun,
- $\text{ÖA} = 100 / 38$
- $\text{ÖA} = 2.63$

# Hacim Ağırlığı $\rho_b$

- Doğal durumdaki kuru toprağın birim hacminin ağırlığı
- **Toprak tanecikleri arasındaki boşluklar hacmi de hesaplanarak elde edilen toprak ağırlığı)**

$$\rho_b = \frac{W_k}{V}$$

- $W_k$ = katıların ağırlığı
- $V$ = katı ve boşluklar hacmi toplamı
- Kumlu topraklarda  $\rho_b = 1,4-1,9 \text{ g cm}^{-3}$
- Killi topraklarda  $\rho_b = 0,9-1,4 \text{ g cm}^{-3}$

Tanelerin yoğunluğu, diziliş şekilleri, yapısı, organik madde miktarı, boşluklar hacmi, sıkışma



# Hacim ağırlığı belirlemesi

- 100 cm<sup>3</sup> madeni silindir toprağa çakılır,
- Toprak doğal durumu bozulmadan silindere alınır,
- 105 derecede kurutulup tartılır,
- Örneğin; 100 cm<sup>3</sup> hacmindeki kuru toprak boşluklarla beraber 130 g gelsin,
- $HA = 130 / 100$
- $HA = 1.3 \text{ g/cm}^3$

## Değişik Bünye Sınıfları ve Ortalama Hacim Ağırlıkları

Toprağın Bünye Sınıfı	Ortalama Hacim Ağırlık gr/cm <sup>3</sup>
Organik topraklar	0.2-0.9
Kil topraklar	1.1-1.3
Milli-Kil topraklar	1.20
Kumlu-Kil topraklar	1.23
Kumlu-Killi-Tın topraklar	1.25
Killi-Tın topraklar	1.28
Tın topraklar	1.40
Kumlu-Tın topraklar	1.52
Tın-Kum topraklar	1.57
Kum topraklar	1.60

# BOŞLUKLAR HACMİ / POROZİTE

## Porozite:

Toprak hacminin katı taneler tarafından işgal edilmeyen yüzdesi

**% Boşluklar hacmi / porozite=**

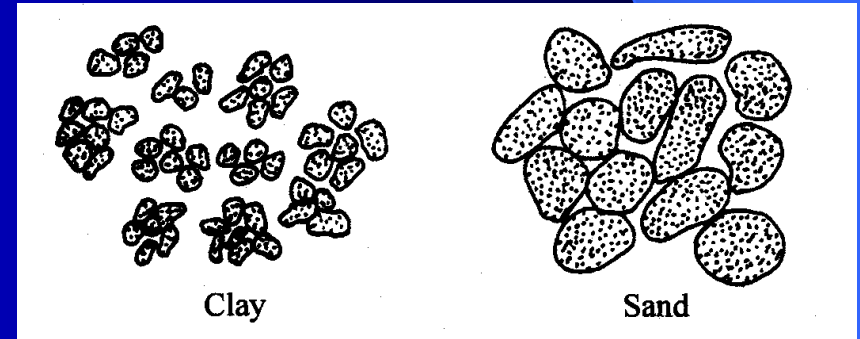
**100- Hacim ağırlığı/Tane yoğunluğu x  
100**

# BOŞLUKLAR HACMİNİ ETKİLEYEN ETMENLER:

- Organik madde: BH .....
- Toprak işleme: BH .....

**Boşluklar hacmi % 50 olan ve bunun yarısı büyük yarısı küçük boşluklardan oluşan topraklar fiziksel yönden tarım için ideal topraklardır.**

- Kumlu topraklarda %35-50
- Killi topraklarda %40-60

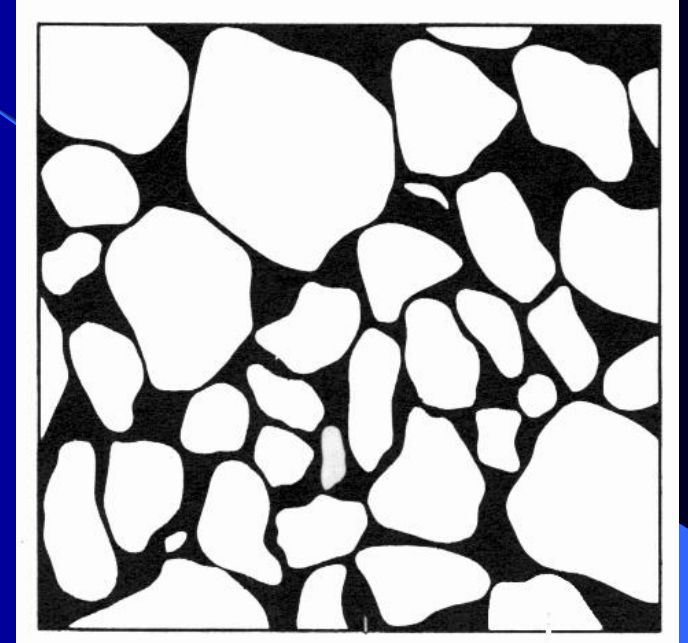


$\rho_k = \text{tanenin yoğunluğu (g/cm}^3\text{)}$

$P_b = \text{hacim ağırlığı g/cm}^3$

## Porozite ile hacim ağırlığı arasındaki ilişki

$$P = 1 - \left( \frac{\rho_b}{\rho_k} \right)$$

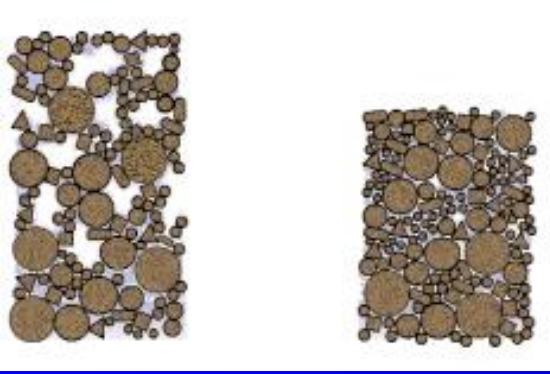


- Topraklarda hacim ağırlığı boşluklar hacmine (porozite) bağlı olarak değişir.
- Yani hacim ağırlığı toprağın strüktür durumunu belirler.
- Toprak zerreleri arasındaki **boşluklar hacmi artıkça hacim ağırlığı azalır.**
- Bunun tersine toprak sıkıştıkça hacim ağırlığı artar.
- **Bir toprağın hacim ağırlığı daima yoğunluğundan azdır.**



- Kumlu toprak parçacıkları fazla agregat oluşturmadıklarından poroziteleri daha azdır.
- Bu nedenle kumlu toprakların hacim ağırlıkları fazladır.
- Kumlu topraklar ile kumlu tınlarda hacim ağırlığı 1,20 – 1,80 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir.
- **Killi topraklarda** ise parçacıklar agregatlaşmayı oluşturarak aralarında birleşirler ve daha **geniş bir porozite** gösterirler.
- Bu sebeple de bunların **hacim ağırlıkları** kumlu topraklardan daha **azdır**.
- Kil, killi tınlı ve siltli tınlı üst topraklarda hacim ağırlığı 1,00 – 1,60 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişir.

# Toprak Sıkışması



Sıkışma nedir?



Toprak sıkışması, toprak taneciklerinin sıkışarak aralarındaki boşluklar hacminin azalmasıdır.

Bu olay birim hacme düşen ağırlığın (**hacim ağırlığı**) artmasıyla sonuçlanır.

Sıkışma riski topraklar **nemli** iken en fazladır.

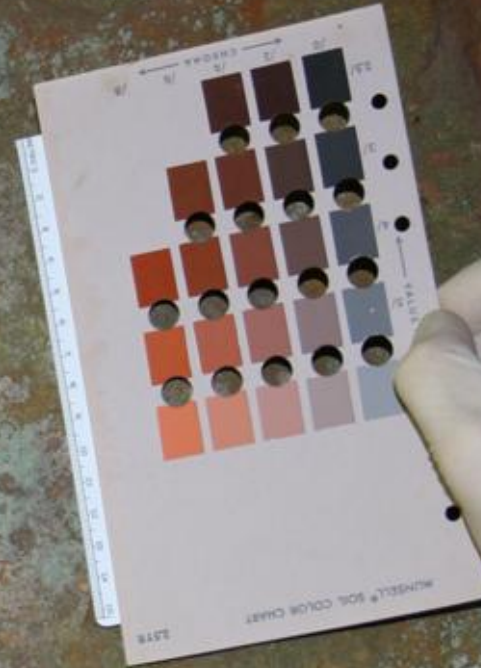
**Kompaksiyon**



## ● TOPRAK KIVAMI

- Toprağın **kohezyon (tanelerin birbirine yapışması)** ve **adhezyon (tanelerin başka cisimlere yapışması)** özelliklerinden doğan, dış baskılar karşısında kırılıp, dağılmaya karşı dayanıklılığını gösteren özellik.
- **Islak toprak kıvamı:** Tarla kapasitesinin biraz üzerindeki nemlilik durumu, plastiklik,
- **Plastiklik:** Uygulanan basınç altında şekil değiştirme ve kuvvet kaldırıldığında kazanılmış olan şekli koruma yeteneği.
- Plastik değil: ip oluşmaz,
- Hafif plastik: ip oluşur fakat çabuk bozular,
- Plastik: ip oluşur bozulması için orta derecede basınç gerekir,
- Çok plastik: ip oluşur bozulması için fazla basınç gerekir.

# TOPRAK RENGİ



04.11.2012

Prof. Dr. Ayten NAMLI 2012 GÜZ

# RENK

- **Renk toprağın;**
- **-Organik madde,**
- **-Kireç ve**
- **-Serbest demir oksit içeriği,**
- **-Mineralojik bileşimi,**
- **-Taban suyu varlığı gibi özellikleri ile ilişkili bir özelliğidir.**

# RENK

Toprak rengi, **MUNSELL** Renk Iskalasıyla belirlenen HÜ (hue), VALÜ (value) ve KROMA (chroma) değerleriyle ifade edilir.

**HÜ:** Başat spektral rengi gösterir (10R, 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y gibi)

**VALÜ:** Rengin koyuluk derecesini gösterir (2, 3, 4,.. şeklinde rakamlarla ifade edilir ve **rakam büyüdükçe koyuluk azalır**).

**KROMA:** Rengin saflık derecesini gösterir (1, 2, 3,... şeklinde rakamlarla ifade edilir ve rakam büyüdükçe rengin saflığı artar).

# MÜNSELL TOPRAK RENK İSKALASI

- 1. Hue (ışığın dalga uzunluğu)
- 2. Value ( ışığın toplam miktarı)
- 3. Kroma ( doygunluk, rengin saflığı)

- Munsell Renk İskalası





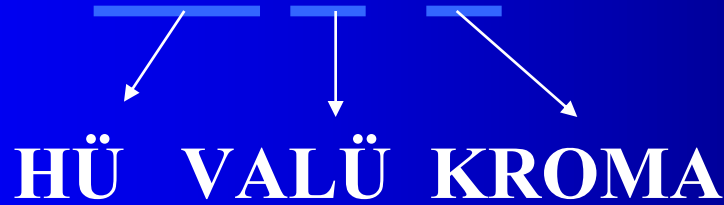


# Munsell renk ıskalası nasıl kullanılır?

- Güneş ışığı altında toprak keseği Münsell renk ıskalasında benzeri bulunur.
- **Hue** sayfa başında R (kırmızı), YR (sarı kırmızı), Y (sarı) ve 0-10 rakamları, **Rakam arttıkça kırmızılık azalır, sarılık artar.**
- **Value**'leri gösteren rakamlar; **0 (mutlak siyah)** ile **10 (mutlak beyaz)** arasında sıralanır. Kartın dikey kenarına paralel yukardan aşağıya sıralanmıştır.
- **Kroma**'ları gösteren rakamlarda 0 (nötr gri) ile 10, sayfanın üst kenarına paralel sıralanır. **Sayı arttıkça renk griden kahverengimsi sarıya dönüşür.**

# RENK

- ÖRNEK: **10YR 3 / 4** (koyu sarımsı kahve.)



## TOPRAK RENGİ;

-Kuru (hava kuru toprakta) ve

-Yaş (ıslatıldıkça rengin değişmediği nem içeriğinde)  
olmak üzere

iki ayrı **nem içeriğinde** belirlenir.

# TOPRAK RENGİ

## Renge bakarak;

- OM miktarı,
- Drenaj koşulları,
- Havalanma durumu,
- Toprak oluşumu hakkında bilgi edinilir.

## **Topraklara renk veren başlıca maddeler;**

- 1. Organik maddeler ( esmer, gri, siyah )**
- 2. Demir bileşikleri (esmer, kırmızı, sarı, yeşilimsi, mavimsi)**
- 3. Mangan bileşikleri ( esmer, gri, siyah)**

## ● TOPRAK SICAKLIğI

- Tohumların imlenmesi,
- Bitkinin buyyp gelişmesi,
- Toprağın nem içeriği,
- Strüktürün oluşumu,
- Biyolojik aktiviteler,
- Bitkisel artıkların ayrırşması,
- Besin elementlerinin yararırşlılığı,
- Kaya ve minerallerin parçalanması.

## ● Toprak sıcaklığını etkileyen faktörler:

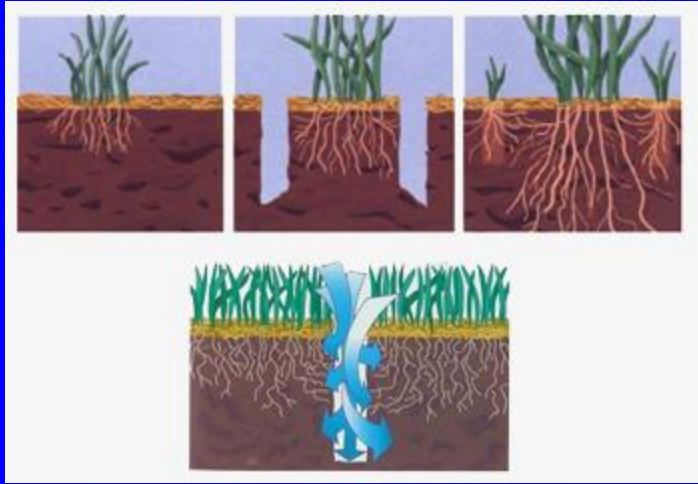
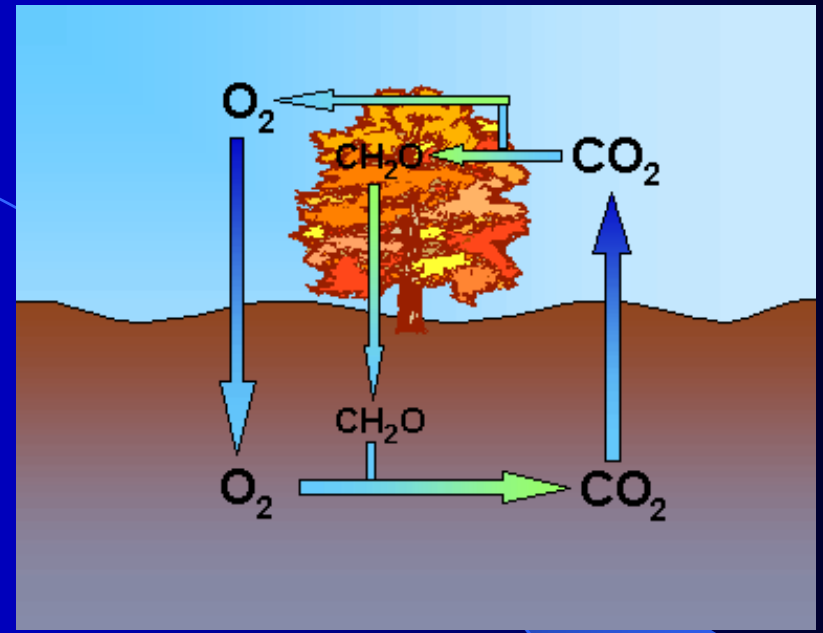
- Arazinin eğimi, yönü ve yüksekliği,
- Enlem derecesi,
- Atmosfer etkisi,
- Toprak rengi
- Toprak strüktürü,
- Toprağın hava boşlukları,
- Toprak suyu,
- Bitki örtüsü,
- Kar örtüsü.

# TOPRAK SICAKLIĞININ DENETİMİ:

- Malçlama,
- Sulama ve drenaj,
- Toprak yüzeyinin fiziksel özelliklerinin değiştirilmesi

# Toprak Havası

- Yüksek  $\text{CO}_2$
- Bitki köklerinin havalanması





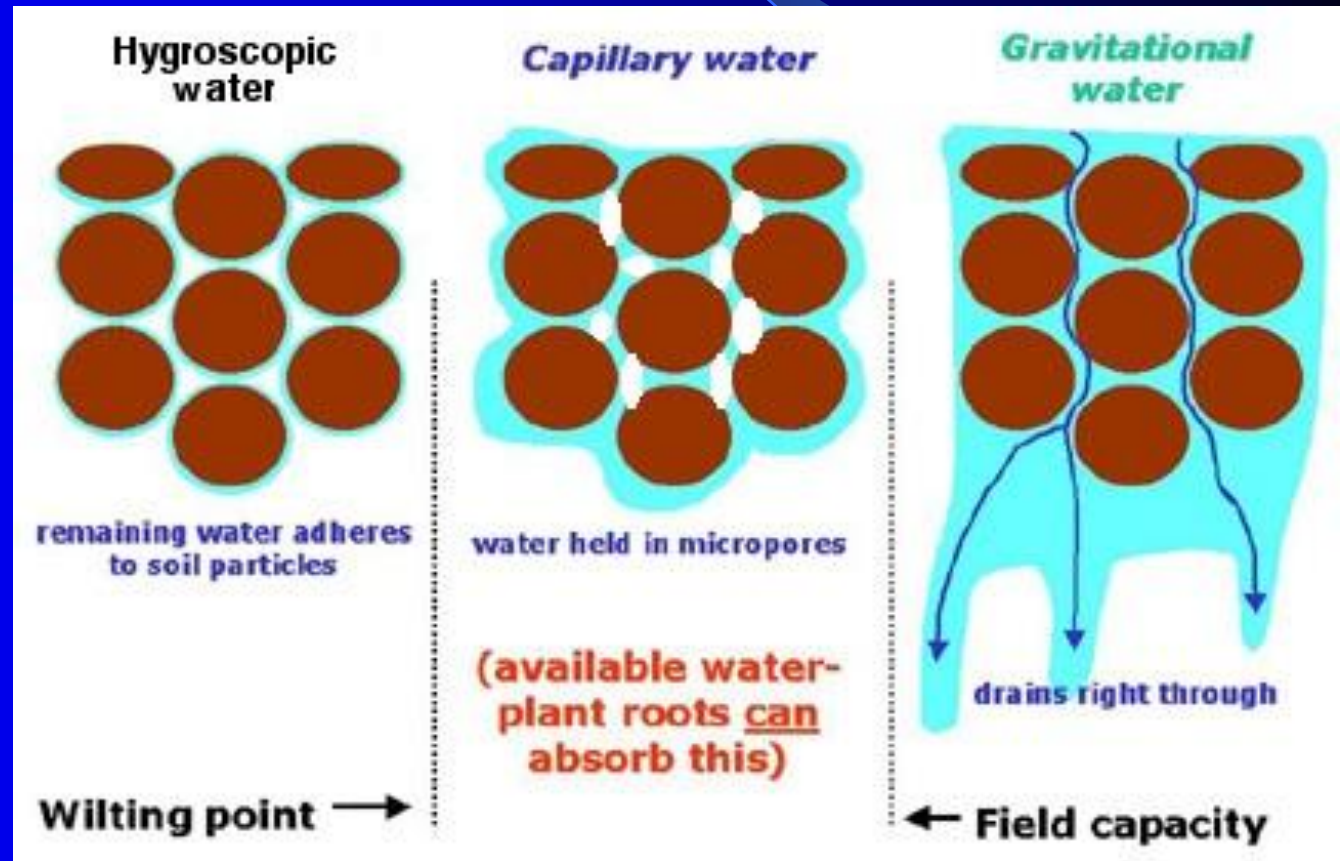
# TOPRAK HAVASI

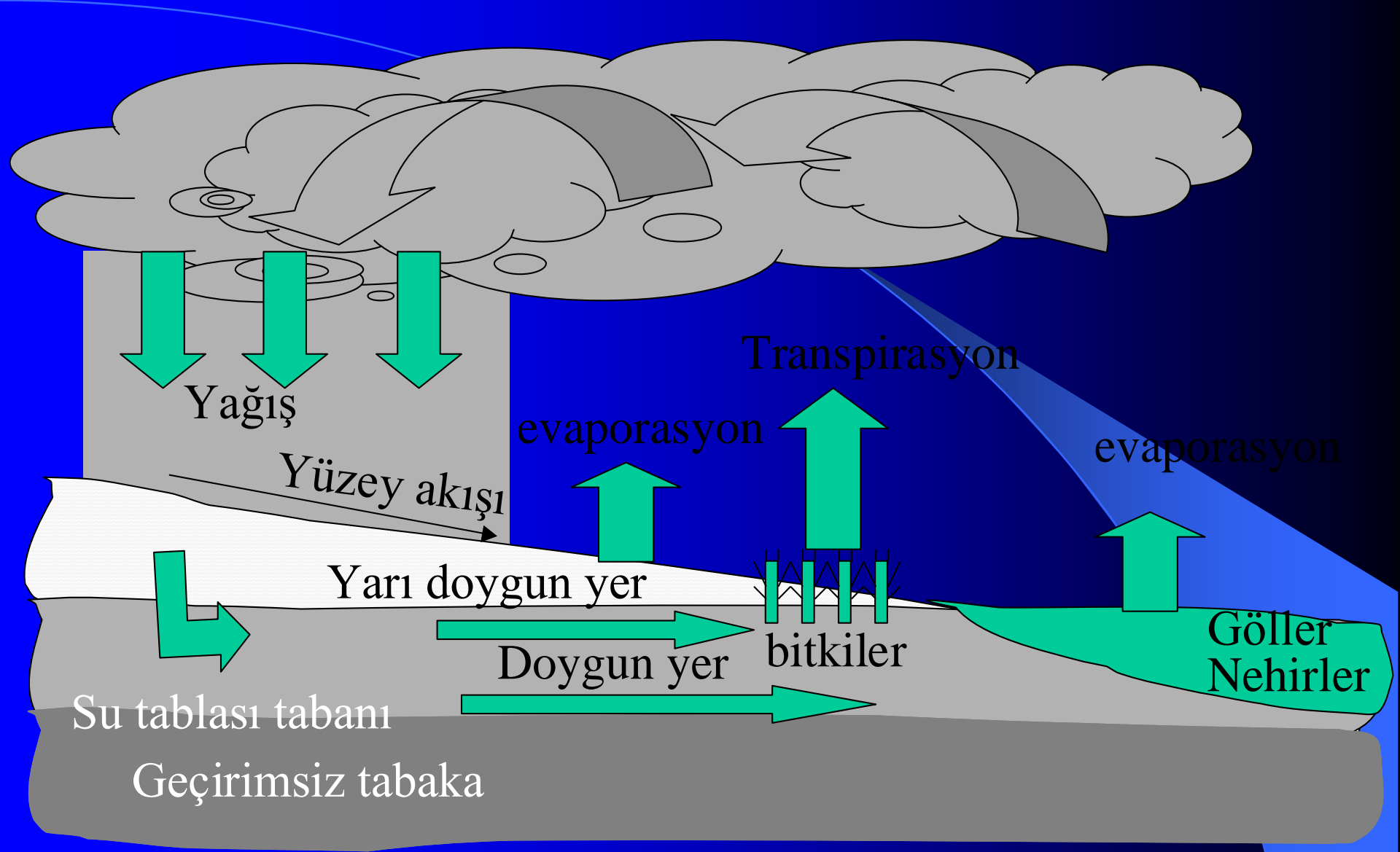
## Toprak havasının bileşimine etki eden faktörler:

1. Toprak havasının CO<sub>2</sub> kapsamı **mevsimlere göre değişir**. Yoğun kök sistemi ve artan mikroorganizma nedeniyle **yazın** CO<sub>2</sub> oranı **yüksek**, kışın ise düşük olur.
2. Kültür bitkileri yetiştirilen, kireçlenen, gübrelenen, sürülüp **işlenen toprakların** CO<sub>2</sub> kapsamı işlenmeyen, bitki yetiştirilmeyen topraklara göre daha **yüksektir**.
3. Difüzyonun engellenmesi nedeniyle **ıslak toprakların** CO<sub>2</sub> kapsamı kuru topraklara göre daha **yüksektir**.
4. Yüksek nem kapsamı ve buna bağlı olarak difüzyon oranının düşmesi nedeniyle **ince bünyeli toprakların** CO<sub>2</sub> kapsamı kaba bünyeli topraklara göre daha **yüksektir**.
5. Difüzyon oranlarındaki farklılık nedeniyle **zayıf agregasyonlu balçıklı toprakların** CO<sub>2</sub> kapsamı furdalı topraklara göre daha **yüksektir**.
6. Atmosfer havası ile teması az olan **alt toprak katlarının** CO<sub>2</sub> kapsamı, atmosferle direk teması olan yüzey katlarına göre daha **yüksektir**.

# Toprak Suyu

- Yağışlar
- Sulama



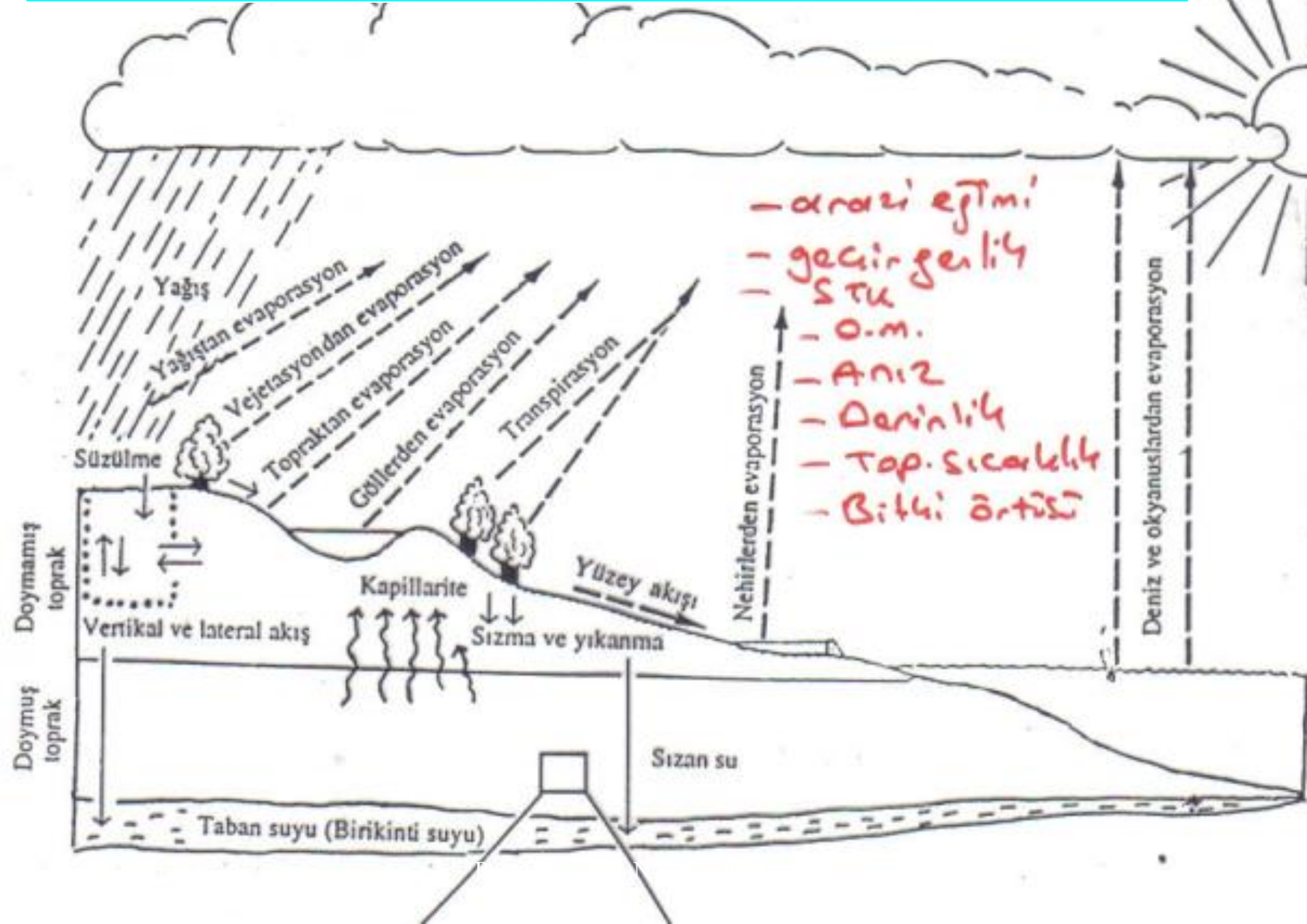


Bitkiler, toprak ve atmosfer arasındaki ilişkileri gösteren hidrolojik döngü diyagramı (Brady, 2019).

## Toprak su içeriği ve toprakta suyun hareketi tarımsal üretimde son derece önemlidir:

- Tarımsal ürünlerin tohumdan ekilişlerinde **iyi bir çimlenmenin sağlanabilmesi** için toprakta yeterli düzeyde nem bulunmasının gerekliliğinden başlayarak **çimlenmeden sonra bitkinin iyi gelişebilmesi** için gelişim periyodu boyunca **toprak suyunun belli bir düzeyde bulunması gerekir.**
- Bitkiler tarafından **kullanma, derine sızma, buharlaşma** gibi yollarla **topraktan kaybolan suyun** sulama ya da yağışlarla telafi edilerek bitkinin istediğı düzeylerde tutulması gerekir.

# Toprak-bitki-Atmosfer arasındaki HİDROLOJİK ÇEVİRİM



## Toprağın su içeriği:

- Toprakta birim **ktle veya hacimdeki suyun miktarı** toprak nemi olarak adlandırılır.
- **Toprak nem içeriğinin toplam ktle, toplam hacim ve toplam gözenek hacmi esas alınarak ifadesi en çok kullanılan ifade ekilleridir.**
- Ktle esasına göre nem içeriği toprakta bulunan suyun ktlesinin, kuru (105  C de fırında sabit ağırlığa kadar kurutulmuŐ) toprak parçacıklarının ktlesine oranıdır.
- Ktlece nem içeriği, genellikle yüzde olarak ifade edilmektedir.
- **Hacim esasına göre toprağın su içeriği ise topraktaki suyun hacminin toprağın toplam hacmine oranı olarak ifade edilir.**

- Suyun toprakta tutulması başlıca iki kuvvet yardımıyla olmaktadır:
- **Adhezyon**= katı toprak yüzeylerinin su molekülünü çekme kuvveti. Bu kuvvet 50 Atmosfere yakın bir güçtür.
- **Kohezyon**= adhezyon gücünün bittiği noktada su moleküllerinin birbirini çekme gücü.
- **Organik ve inorganik kolloidler tarafından (organik madde ve kil mineralleri) tutulan su tabakasının zerreler etrafındaki kalınlığı arttıkça suyun tutulma gücü azalır ve sıfıra ulaşır..**

# Topraktaki suyun tutulma güçleri: pF

- pF: Toprağın su tutma enerjisi, su sütununun cm olarak yüksekliğinin logaritması
- p= potansiyel,
- F= suyun serbest enerjisi
- Toprakta en yüksek emme gücü=10.000 atm
- pF= 10 üzeri 7 cm su
- Log 10 üzeri 7 ise pF= 7



Tabanı 1 cm <sup>2</sup> olan su sütununun cm olarak yüksekliği	~ Atmosfer basıncı	Ekivalan pF değeri
1	1/1000	0.0
10	1/100	1.0
100	1/10	2.0
346	1/3	2.54
1000	1	3.0
10000	10	4.0
15849	15	4.2
31623	31	4.5
100.000	100	5.0
1.000.000	1000	6.0
10.000.000	10.000	7.0

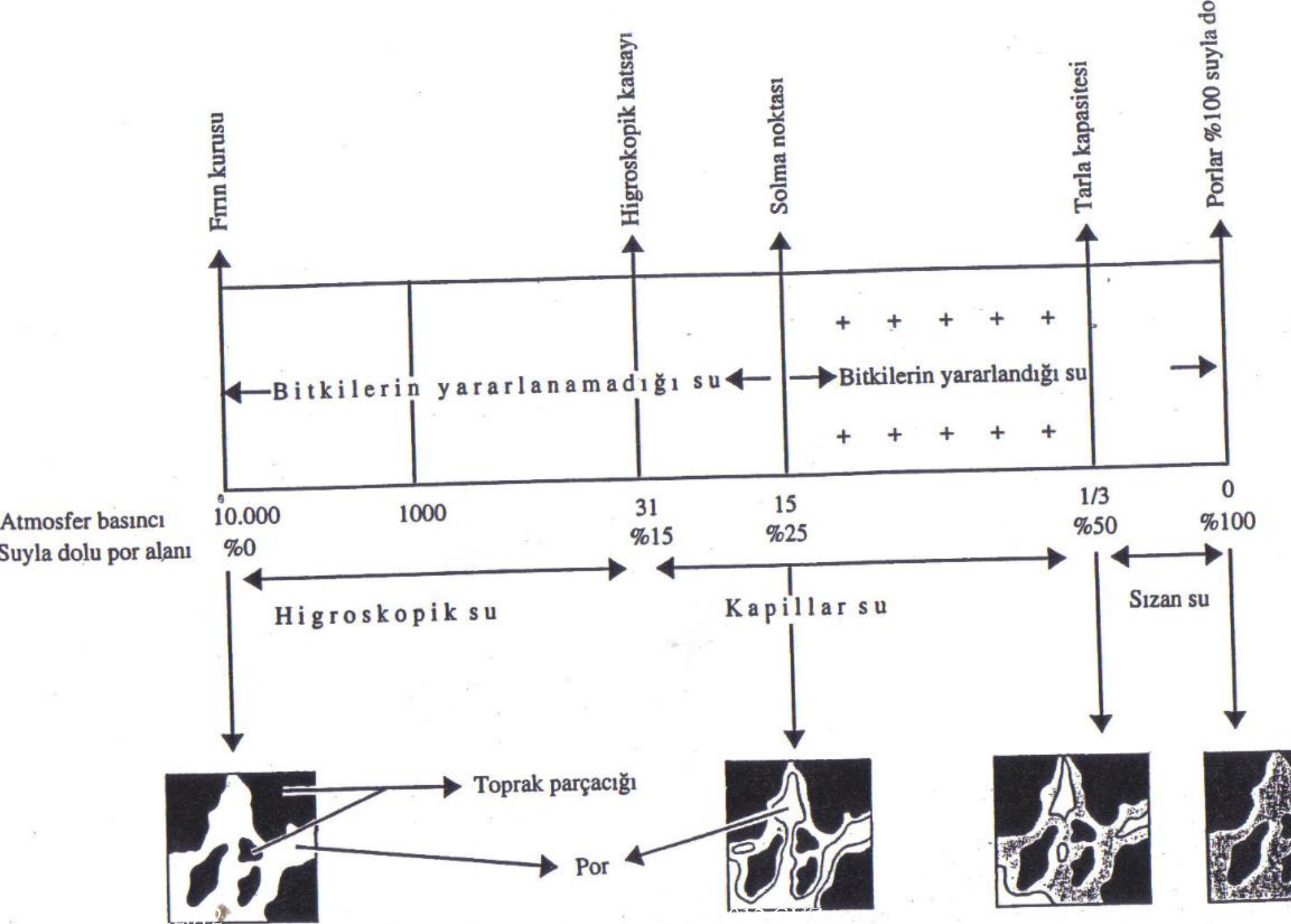
Tablo 19.4. Toprakta suyu tutan kuvvetlerle ilgili değerler (Türüdü 1992)

Atmosfer	cm olarak su sütunu	pF	Toprağın nemlilik durumu
0	0	0	Taban suyu
0.1	100	2	Islak
1	1000	3	Nemli
10	10.000	4	Hava kurusu
10.000	10.000.000	7	Mutlak kuru

# TOPRAK SUYUNUN SINIFLANDIRILMASI

04.11.2012

Prof. Dr. Ayten NAMLI 2012 GÜZ



# 1. YERÇEKİMİNE BAĞLI SU gravitasyon suyu (Sızan su)

## Yerçekiminin etkisiyle toprak dahilinde hareket eden su

- Toprakta 2.54 pF den (1/3 atm) daha düşük güçle tutulan su.
- Bitkinin yararlanamadığı su
- **Gravitasyon suyu** bazı alanlarda taban suyunun yükselmesine neden olur.
- Yeraltı suları veya taban sularına ulaşan **gravitasyon suyu** alt toprak katmanlarında kapillar su haline dönüşebilir.
- Eğer kaliteli ve iyi özellikte bir taban **suyu** oluşumu söz konusu ise bu sudan bitkilerin yararlanması gerçekleşebilir.
- Taban **suyu** düzeyinin sürekli yükselmesi veya bitki kök bölgesine yakın olması bitki yetiştirmeyi engelleyeceğinden bu taban **suyu** düzeyinin yapay drenaj yolları ile daha aşağılara çekilmesi gerekir.

## 2. KAPİLLAR SU:

- **Gravitasyon** veya yerçekimi suyunun topraktan uzaklaşıp gitmesi sonucu toprakta kalan ve topraktaki küçük boşlukları (otuz mikrondan daha küçük) işgal eden su "**kapillar su**" dur.
- Kapillar su toprak parçacıkları dahilinde adhezyon ve kohezyon kuvvetleri tarafından 1/3 ile 31 atmosfer basınç altında tutulmaktadır
- pF= 2.54- 4.5
- İç kapillar su: pF 4.2-4.5 pF
- Dış kapillar su: pF 2.54-4.2 (bitkinin yararlandığı)/ toprağın yarayışlı su kapasitesi
- **Bitkilerin yararlandığı en önemli su**
- **Bir toprak ne kadar ince bünyeli ise kapilar boşluk miktarı o kadar fazla**

# Kapillarite prensibi

$$F' = F$$

$$\pi r^2 h \rho g = 2 \pi r \sigma \cos \theta$$

$$h = \frac{2 \sigma \cos \theta}{\rho g r}$$

$$h = \frac{0,297}{D}$$

$$h \approx \frac{0,3}{D}$$

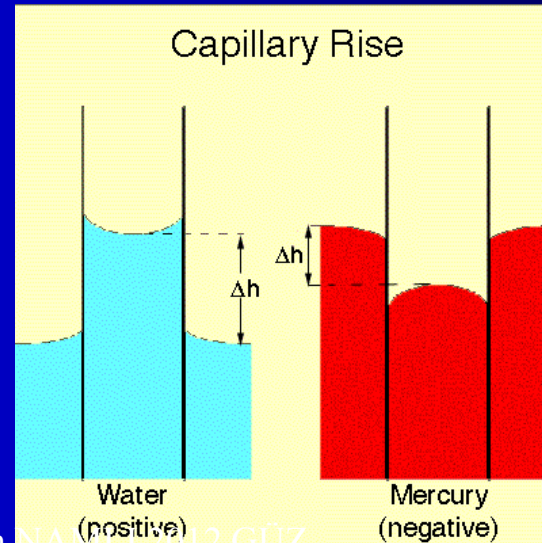
- 20 °C deki su için;

$$\rho = 0,998 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\sigma = 72,75 \text{ din cm}^{-1}$$

$$g = 981 \text{ cm sn}^{-2}$$

- $h$ = kapillar yükselişin miktarı (cm)
- $\sigma$ = suyun yüzey gerilimi (din  $\text{cm}^{-1}$ )
- $\theta$ = temas açısı
- $2\pi r$ =borunun çevresi (cm)
- $\rho$ = sıvının yoğunluğu ( $\text{g cm}^{-3}$ )
- $g$ = yerçekimi ivmesi ( $\text{cm sn}^{-2}$ )
- $r$ = kapillar borunun yarıçapı (cm)
- $D$ = kapillar borunun çapı (cm)

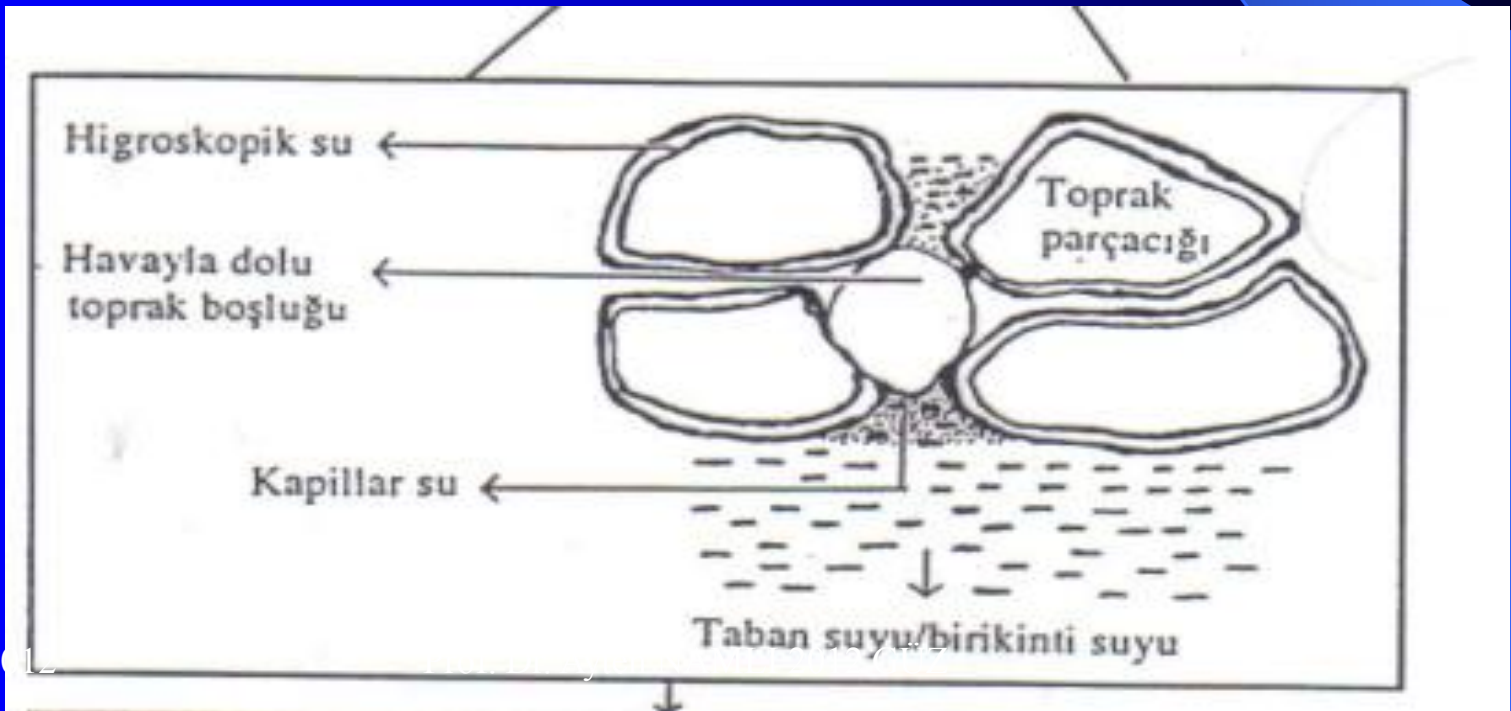


# Kapillar su

- 1/3 atm – 31 atm eksi basınç arasında tutulan su
- **Kapilar suya etki eden etmenler;**
  - Su filminin yüzey gerilimi
    - Sıcaklık
    - Sudaki iyon derişimi
  - Toprak bünyesi
  - Toprak yapısı
  - Organik madde miktarı

### 3. HİGROSKOPİK SU:

- Toprak kolloidleri yüzeyinde 31 atmosfer veya daha fazla basınçla tutulan (4.5 pF den daha yüksek güçle) su.
- **Toprak tanecilerinin atmosferdeki su buharından tuttukları su**
- Toprak taneciklerinde tutulma gücü 7 pF
- Sıvı durumunu ve akışkanlığını kaybettiğinden bitkilere faydalı olamaz





## 4. FAZLA SU

- TK ile maksimum su tutma kapasitesi arasındaki su
- Yerçekimi ile alt katlara sızar
- Bitkiye yararlı değil

## Faydalılık açısından toprak suyu

10000 atm

31 atm

15 atm

1/3 atm

0 atm

Yarayışsız su	Yarayışlı su	Fazla su
---------------	--------------	----------

Higroskopik su

**Kapillar su**

Sızan su

- **HAVA KURU TOPRAK (HKT)**= Lab. Koşullarında kurutulan toprağın içerdiği nem miktarı
- **FIRIN KURU TOPRAK (FKT)**= Etüvde 105 derecede kurutulan toprağın içerdiği nem (toprakta tutulma gücü: 7 pF-10.000 atm)
- **HİGROSKOPİK NEM**= NOS, oransal nemi bilinen kapalı bir atmosferde toprağın tutabildiği yüksek nem miktarı (toprakta 4.5 pF te tutulduğundan hareketsiz ve bitki kullanamaz)
- **TOPRAĞIN HAVALANMA KAPASİTESİ**= Toprağın toplam boşluk (porozite) hacmi ile hacim olarak TK sinde içerdiği su miktarı arasındaki fark. HK % 10'dan fazla olmalı

# TARLA KAPASİTESİ:

- Suyun tutulma gücü  **$pF = 2.54$  (1/3 atm)**
- Su ile doymun topraktan, yerçekimi etkisiyle fazla suyun aşağı katmanlara sızmasından sonra, toprakta tutulan su miktarı.
- Bünye **kumdan kile doğru TK artar**
- Kapillar boşluklardaki artış ile TK artar
- OM arttıkça tutulan su miktarı artar
  
- **Bol bir sulama veya yağmurdan sonra su ile doymuş bir hale gelen topraktan yerçekimi veya gravitasyon suyu ayrıldıktan sonra toprak tarafından tutulan su miktarına "tarla kapasitesi" adı verilir.**

# SOLMA NOKTASI

Bitkinin solmaya başladığı anda toprağın içerdiği su miktarı.

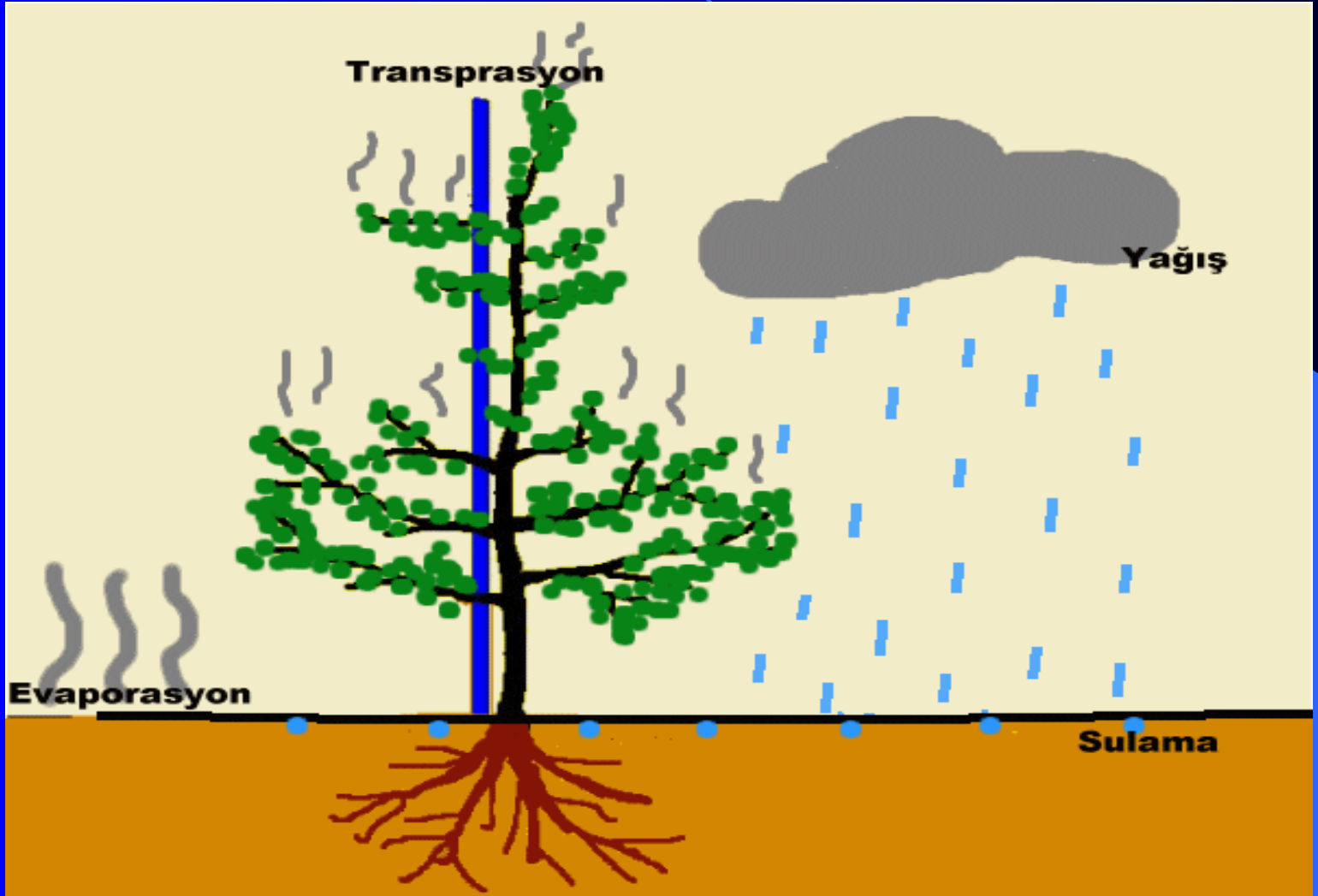
- Tarla kapasitesinde toprak su bakımından tavrında iken, daha sonra topraktaki suyun çeşitli şekillerde azalmasıyla bitkilerin su gereksinmesini karşılayamayacak düzeyde su içerirler.
- Bu durumda bitkiler turgor olayını gerçekleştiremez ve devamlı solma, pörsüme hali gösterirler. İşte bu anda toprakta bulunan su düzeyine "**solma noktası**" adı verilir.
- Böyle toprakların mutlaka sulanması gerekmektedir.
- **Suyun tutulma gücü 4.2 pF (15 atm)**

# YARAYIŞLI SU

- Topraktan bitkilerin yararlanabildiği su
- Toprağın tarla kapasitesi ile solma noktasındaki % nem düzeyleri arasındaki fark, toprağın **yarayışlı su %' sini** verir
- **Yarayışlı su (%)= Tarla kapasitesindeki % su- Solma noktasındaki % su**



# SU DÖNGÜSÜ





- **Toprak suyunun hareketi** sıvı halde veya gaz (buhar) halinde gerçekleşir.
- Sıvı halindeki hareket; yerçekimi etkisinde kalan suyun aşağı doğru hareketi (=perkolasyon) ile olur
- Kapillar hareketin tersi.
- **PERKOLASYON**: Suyun toprak içindeki hareketi (SÜZÜLME)
- **İNFİLTRASYON** (Sızma ile toprağın ıslanması)  
Suyun toprak yüzeyinden toprak içerisine hareketi

# İnfiltrasyon hızına etki eden etmenler:

- Tekstür (bünye),
- Strüktür (yapı),
- Gözeneklerin büyüklüğü,
- OM içeriği,
- Başlangıçtaki nem miktarı,
- Geçirimsiz katmanlar,
- Yüzey altı drenaj,
- Suyun darbe etkisi (yağış şiddeti),
- Agregatların dayanıklılığı
- Suyun vizkositesi.

# İNFİLTRASYON HIZININ KULLANILDIĞI ALANLAR:

- Sulama süresinin hesaplanması,
- Uygun karık ve tava boylarının belirlenmesi,
- Yağmurlama sistemlerinin planlanması,
- Yüzey akışın saptanması,
- Erozyon kontrol çalışmaları,
- Tuzlu ve alkali toprakların ıslahı

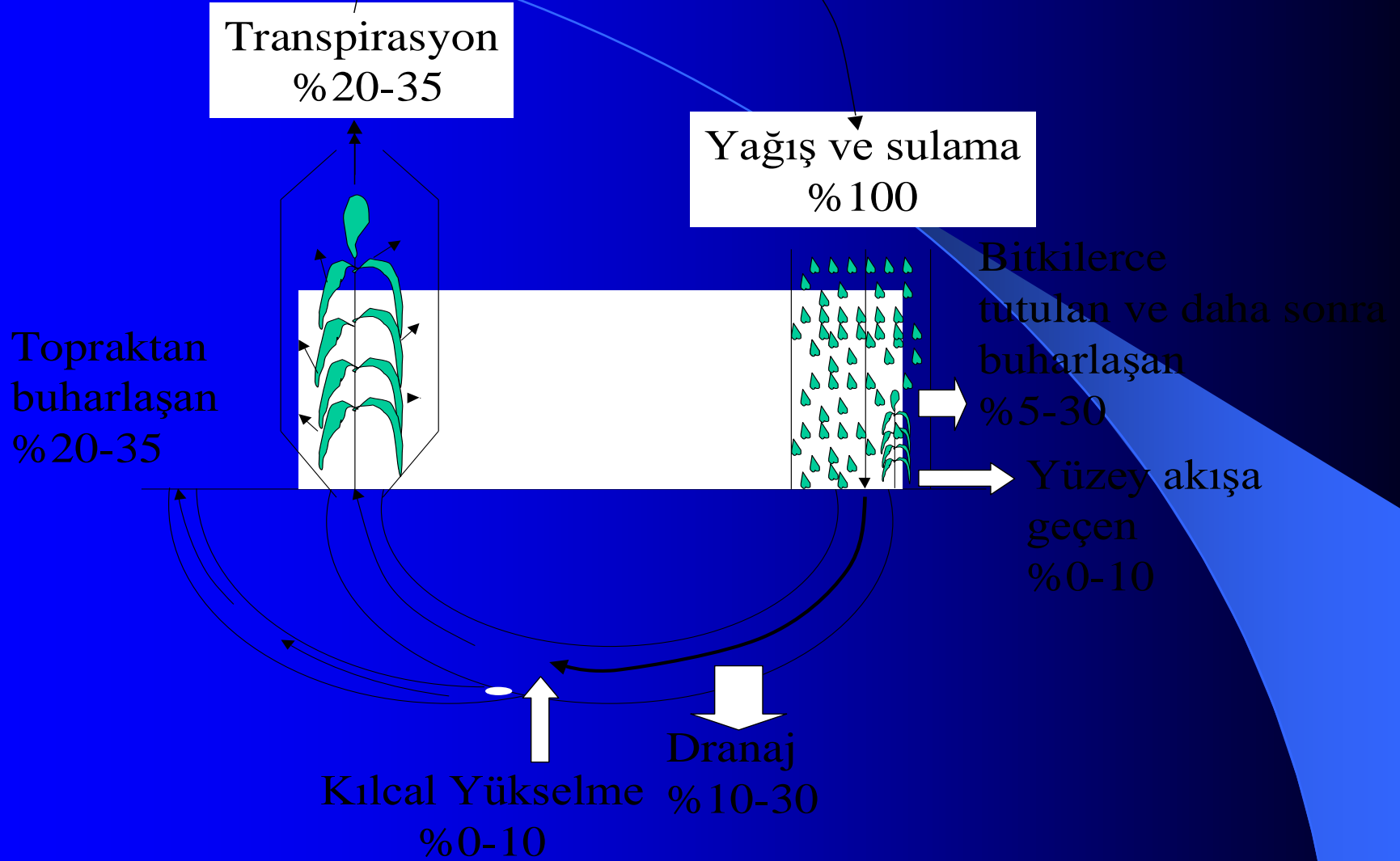
# KAPİLLAR YÜKSELME (toprağın alttan ıslanması)

- İnfiltirasyonun tersi,
- Aşağıdan yukarı doğru hareket eden taban suyu
- Kum bünyeli topraklarda kapillar yükseliş hızlı, killide hız azalır
- **Kapillar yükseliş yüksekliği kumluda az, killide orta, tında en yüksek**

<b>Organik madde/toprak</b>	<b>Maksimum su tutma kapa. %</b>	<b>Nem ekivalanı %</b>	<b>SN %</b>	<b>Yarayışlı Su %</b>
Killi Tınlı Toprak	44.3	20.2	7.1	13.7
Kuvars Toprak	28.3	1.4	0.57	0.83
<b>Yosun Turbası</b>	<b>1057.0</b>	<b>166</b>	<b>82.3</b>	<b>83.7</b>
Saz Turbası	374.0	112	60.8	51.2

# YARIKURAK VE YARINEMLİ BÖLGELERDE BUHARLAŞMA KONTROLÜ

- <600 mm yağış alan bölgelerde sulama zorunludur. İmkan yok ise kuru tarım yapılmalıdır.
  1. Buğday, mısır, çavdar gibi kuraklığa dayanıklı bitki yetiştirilmesi,
  2. Yabani ot mücadelesi syesinde su kaybının önlenmesi,
  3. Nemi koruyan toprak işleme yöntemleri
    - a) Toprak işleme teknikleri (Rüzgar yönüne dik sürüm, şerit üzerine ekim, anızlı tarım)
    - b) Nadas



Suyun topraktan bitkiye bitkiden atmosfere ve daha sonra atmosferden tekrar toprağa hareketini gösteren toprak-bitki-atmosfer sürekliliği

# Nadas:

- Amaç: Bir mevsimlik yağışı toprakta tutma,
- Anız bozumu yapılmaz,
- İlk baharda kaz ayağı ile anız bozulur,
- Yüzey kesekli bırakılır,
- Otlama olursa kaz ayağı ile ikileme,
- Otlamada ot yolucu alet kullanılmalı,
- Nadasla % 30 oranında fazla yararışlı su depolanır, toprakta azot miktarı artar.



- Yağışın, her yıl üretim yapmak için yetersiz olduğu bazı kurak bölgelerde tarla bir yıl boş bırakılarak o yılın suyu bir sonraki yıl için toprakta biriktirilir.
- Burada amaç, transpirasyonu devreden çıkararak, transpirasyon ile kaybedilen suyu bir sonraki yıl yetiştirilecek bitki için toprakta muhafaza etmektir.
- Nadasın bir önceki yılın anızını nadas yılının ilk baharına kadar toprak yüzeyinde bırakılır. Daha sonra toprak diskli pulluk ile sürülerek anızın büyük bir kısmının toprak yüzeyine yakın kısımlarda toprağa karıştırılması sağlanır.
- Yazın, büyüyen yabancı otlar hafif kültivatör veya herbisitler ile yok edilir.
- Nadasın yapıldığı yıl içerisinde topraktan su kaybı sadece toprak yüzeyinden evaporasyon ile olur.
- Transpirasyon devreden çıkarılmıştır, dolayısıyla, gelişmekte olan yabancı otlar anında yok edilerek bunların topraktaki suyu kullanmalarına asla izin

# Malçlar

- Evaporasyonu azaltmak veya yabancı otları kontrol etmek için toprak yüzeyinde tutulan her şey *malç* olarak adlandırılır.
- **Talaş, ahır gübresi, saman, yapraklar, bitki artıkları ve benzeri materyaller en fazla kullanılan malçlar arasındadır.**
- Malçlar, iyi birer evaporasyon engelleyicisi olarak bilinir ve pratikte en fazla bahçecilikte, çilek ve meyveler gibi ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin veya sık sık kültivasyon gereği duyulmayan diğer ürünlerin yetiştiriciliğinde kullanılırlar.
- Yoğun bahçeciliğin yapıldığı durumlarda kullanılmaları şiddetle önerilir.
- **Bitki artıkları malç olarak kullanıldıklarında evaporasyonu azaltarak toprakta önemli miktarlarda suyun muhafazasına imkan sağlarlar.**