

# Toprağın Kimyasal Özellikleri-I



# Kimyasal Özellikler

- toprakta bulunan mineral besin elementleri,
- genellikle killerin oluşturduğu **inorganik ve organik toprak kolloidleri**,
- katyon değişimi,
- toprağın reaksiyonu ve tuz içeriği
- bitki besin elementleri

# Toprak pH'si

• pH= Potentia Hydrogenia

• 1 lt saf sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonun tersinin logaritması.

•  $\text{pH} = \log 1/\text{H}^+ 1/10.000.000\text{H}^+$

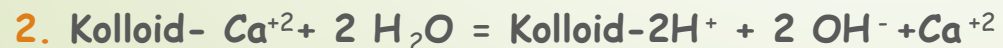
## Hidrojen kaynakları:


- $\text{Al}^{+3}$  (hidroliz)
- $\text{H}^+$



## Hidroksil kaynakları:

- Bazik katyonlar (hidroliz)



- 
- pH daki 1 birimlik artış, OH iyonları konsantrasyonunda 10 misli artış demektir.
  - *pH = 6 OLAN BİR TOPRAK, pH = 7 OLAN BİR TOPRAKTAN 10 KEZ DAHA FAZLA ASİTTİR.*
  - *pH = 8 OLAN BİR TOPRAK İSE pH = 6 OLAN BİR TOPRAKTAN 100 KEZ DAHA FAZLA ALKALİDİR.*

## Toprakların pH Değerlerine Göre Sınıflandırılması

Reaksiyon	pH değeri	Reaksiyon	pH değeri
Fevkalade asit	< 4.5	Nötr	6.6-7.3
Çok kuvvetli asit	4.5-5.0	Hafif kalevi	7.4-7.8
Kuvvetli asit	5.1-5.5	Orta derece	7.9-8.4
Orta derecede	5.6-6.0	kalevi	8.5-9.0
asit	6.1-6.5	Kuvvetli kalevi	> 9.1
Hafif asit		Çok kuv. kalevi	

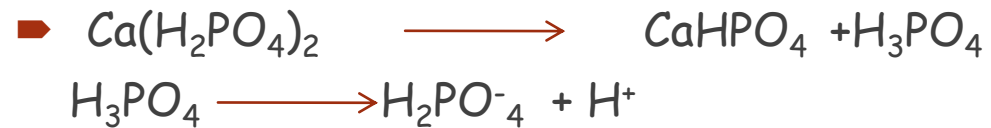
# Toprak reaksiyonunun değişiminde etken faktörler

- CO<sub>2</sub> gazı (karbonik asit dissosiyasyonu olup asitlik artar)
- Organik madde
- Bazların yıkanması
- Ticaret gübrelere (amonyum sülfat, sodyum nitrat, kalsiyum siyanamid)

Amonyum sülfat gübresi



Ca fosfat



- Bitkiler - mikroorganizmalar
- Mevsimler
- Ana kaya

# pH'yi etkileyen etmenler:

- Düşük bazla doygunluk
- Yüksek asitlik
- Organik kolloidler
- Mineral kolloidler
- Organik asitler (asetik asit, sitrik asit, oksalik asit)
- İnorganik asitler ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Oksidasyon (nitrifikasyon)
- Redüksiyon

## Toprak reaksiyonunun değişiminde etken faktörler:

- $CO_2$  gazı (karbonik asit dissosiye olup asitlik artar)
- Organik madde
- Bazların yıkanması
- Ticaret gübrelere (amonyum sülfat, sodyum nitrat, kalsiyum siyanamid)
- Bitkiler - M.organizmalar (pH düşmesini frenler)
- Mevsimler
- Ana kaya




## Toprak asitliğine etki eden faktörler

- Yağış: topraktaki alkali elementler sudaki hidrojen iyonlarıyla yer değiştirir ve toprak asidik karakter kazanır.
- ana kayanın jeolojik özellikleri ,
- topraktaki organik madde miktarı ve bunun çözünmesiyle oluşan asitlik,
- tek taraflı gübre kullanımı,
- toprak işleme metodları,
- ortamdaki fazla  $\text{SiO}_2$ ,
- münavebesiz ziraat,
- toprakta mevcut inorganik asitler,
- hidroliz,
- kök solunumu,
- piritin oksitlenmesi,
- toprağın yaşı, tabii vejetasyon (legüm bitkileri toprağı asitlendirir), ve
- topografya (drenaj)

## ASİT TOPRAKLARDAKİ ASİDİN KARAKTERİ

- Bu asitler genellikle suda çözünmeyen HUMİN ASİDİ ve asitli killeridir.
- Az miktarda karbonik, nitrik , sülfürik ve fosforik asitler gibi suda çözünebilir asitler de mevcuttur.

- 
- Toprak reaksiyonunun değişmesinde etkili olan önemli faktörlerin başında  $CO_2$  gelmektedir.
  - Bu gaz su ile birleşerek karbonik asiti oluşturur.
  - $CO_2$  basıncı ne kadar fazla olursa, topraktaki H konsantrasyonu o ölçüde artar.
  - Karbonik asit ve onun oluşturduğu bikarbonatlar, nemli bölgelerde toprağın alt katlarına doğru taşınmaktadır. Böylece topraklar asitleşirler.

○ **Aktif Asitlik:** Toprak çözeltilisindeki  $H^+$  iyonları konsantrasyonudur.

○ **Potansiyel (rezerve) asitlik:** kolloid yüzeylerinde adsorptif güçle tutulan H iyonları konsantrasyonudur.

- Bir toprağın kireç ihtiyacı rezerve asitliği belirtir.
- Kil oranı yüksek veya organik maddece zengin topraklar yüksek miktarda rezerv asidite ihtiva ederler
- **Aktif asitlik pH ile ifade edilir.**

## TOPRAKTA ASİTLİK ARTARKEN NE GİBİ DEĞİŞİKLİKLER OLUR?

- Öncelikle topraktaki değişebilir bazlar hidrojen ile yer değiştirir.
- Yer değiştiren bazlar ya bitkiler tarafından alınırlar, ya da çözünebilir tuzlar şeklinde sulama ve yağmur sularıyla topraktan yıkanarak uzaklaşırlar.
- Böylece toprak asitliği yükselir ve demir, alüminyum ve manganın çözünebilirlikleri artar.
- Fosfor, bu elementlerle birleşerek çözünmeyen bileşikler oluşturur.
- Organik maddelerin parçalanmasını sağlayan, nitrat üreten ve atmosferdeki azot miktarını sabit tutan bakterilerin aktifliği azalır.
- Sonuçta toprağın drenaj ve havalanma kabiliyeti düşer.
- Toprak yağış sularını zor emer, işlenmesi zorlaşır.
- Organik madde (hayvan gübreleri, anız ve bitki artıkları, vs...) parçalanmadan uzun süre toprakta kalır.
- Bazı durumlarda suni gübre olarak verilen fosfor, toprakta birikir ve toprak yüzeyi mazot dökülmüş gibi renk alır.

## TAMPONLUK

- pH' da önemli bir değişme, toprak ortamında bilhassa besin maddelerinin elverişliliğinde büyük bir fark meydana gelmesine yol açar.
- Toprak pH' sındaki değişmeye karşı görülen mukavemete "**TAMPONLUK**" denir.
- Zayıf asit ve bunların benzeri tuzların karışımını içeren çözeltiler tamponluk özelliğindedir (karbonat, bikarbonat, fosfatlar)
- KDK artıkça tamponluk artar
- **En etken kil ve humus kolloidleri**
- Tamponluk kapasitesi büyük olduğu nispette pH' nın değişmesi için gerekli kireç ve kükürt daha fazladır.

## Topraklarda tamponluk ve tampon sistemler

- Asitlik ve bazlık değişmelerine karşı koyabilen süspansiyon veya çözeltiler tampon çözeltiler olarak tanımlanır.
- Her tampon sistem **kendilerine özgü belli pH** sınırlarında etkilidir.
- Tampon sistemlerinde seyrelme ile **pH değişimi ya çok az olur ya da olmaz.**
- Toprakların pH larının yağış, mevsim ya da sulamadan çok az etkilenmelerinin nedeni tamponlama kapasitelerinden kaynaklanır.

## Nötr ve Alkalin reaksiyonlu (pH:6.8-8.8) Topraklardaki tampon sistemler

Bu topraklar

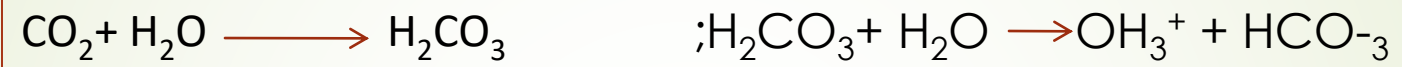
-kireçce zengindir

-Değişebilir katyonların %100 ünü bazik katyonlar oluşturur.

-Bu tip topraklarda atmosferden gelen, gübreleme, humifikasyon, nitrifikasyon, oksidasyon-redüksiyon, biyolojik olaylar sonucu meydana gelen  $CO_2$ 'nin suda çözünmesiyle oluşan asit iyonları  $CaCO_3$  tarafından tamponlanır.

Aşağıda örnek verilmiştir.






➔ Bazlığı azaltmak için: Kireçleme

Kireçleme için:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ , sıvı  
 $\text{Ca(OH)}_2$

➔ Asitliği artırmak için:  $\text{FeSO}_4$ , kükürt

tozları; Elementel Kükürt, Sülfürik Asit, Amonyum Sülfat, Kalsiyum Sülfat (Alçı).

➔ *Partikül boyutu önemlidir.*



Arazi uygulamasında kireç uygulaması  
pH'yi nasıl yükseltir?



pH'nin;

- (1) Mikroorganizmaların aktivitesi
- (2) Toksik iyonların suda çözünürlüğü
- (3) Bitki Besin Maddelerinin alımı, üzerinde büyük ölçüde etkisi vardır.

***PEKİ BU ETKİLER NASIL MEYDANA GELİR?***

# 1. MİKRO ORGANİZMALARIN AKTİVİTESİ

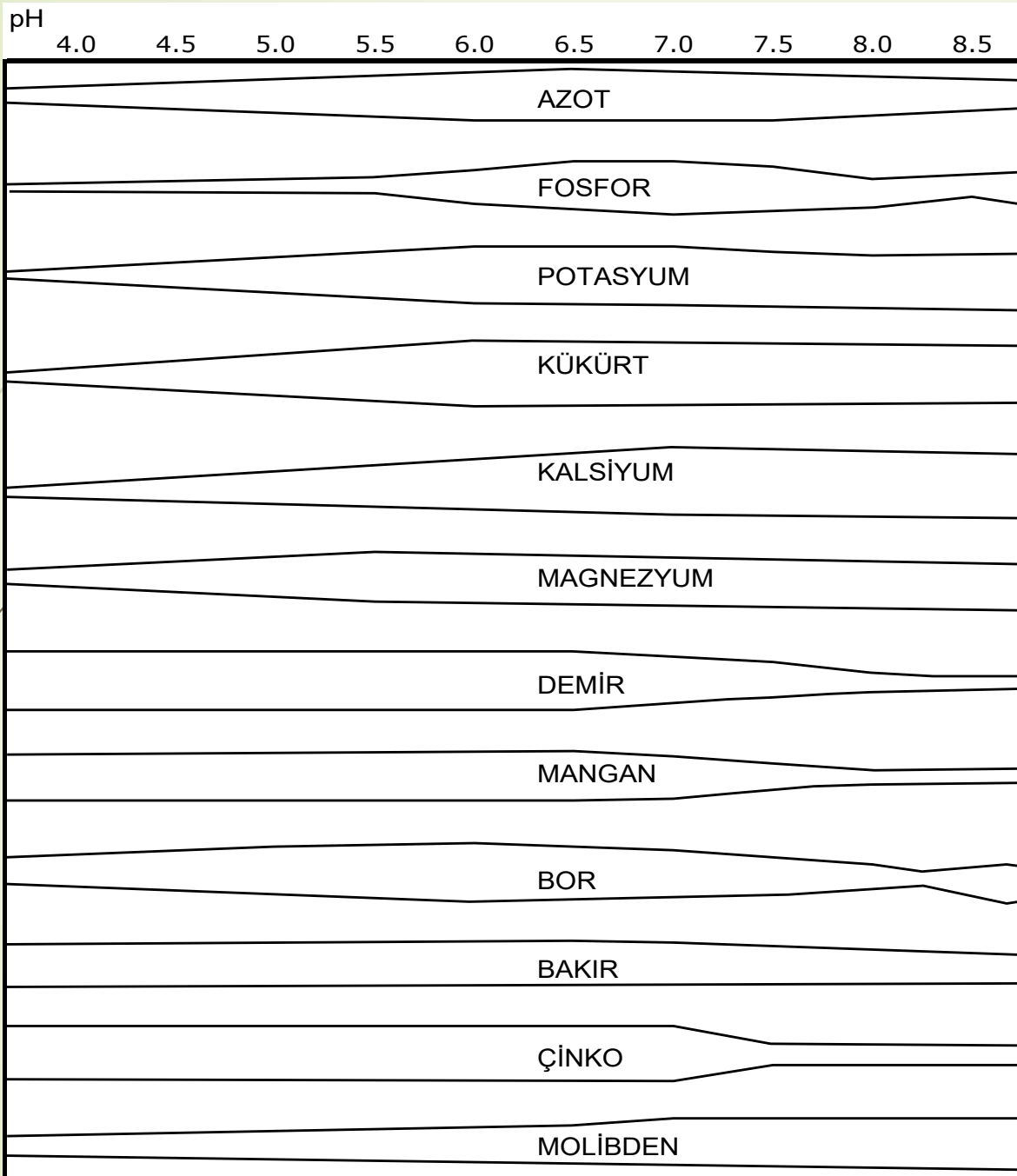
- Mikroorganizmalar toprağın, bitki gelişimi ve büyümesinde uygun verimli bir ortam haline dönüşmesinde çok önemli bir rol oynarlar.
- Mikroorganizma popülasyonlarının çoğunluğu, toprağın biyolojik aktivitesini oluşturan fonksiyonlarını, **nötr civarındaki pH değerlerinde** ideal bir biçimde yerlerine getirirler.

## 2. İYON TOKSİSİTESİ

- Bitki hücre gelişimi için önemli olan Protein molekülleri, toprak ortamında  $H^+$  iyonları ya da  $OH^-$  iyonlarının aşırı derecede bulunması durumunda önemli ölçüde değişebilir.
- pH,  $H^+$  ve  $OH^-$  iyonlarının dengesini gösteren ifadedir.
- Alüminyum gibi  $H^+$  iyonlarının fazla bulunduğu ortamlarda (düşük pH değerlerinde) suda çözünürlükleri artan fitotoksik elementler mahsul veriminin düşmesinde önemli rol oynar.
- **Genel kural, toprak pH'sının yüksekliği mahsulün verimini kısıtlayan bir faktördür.**

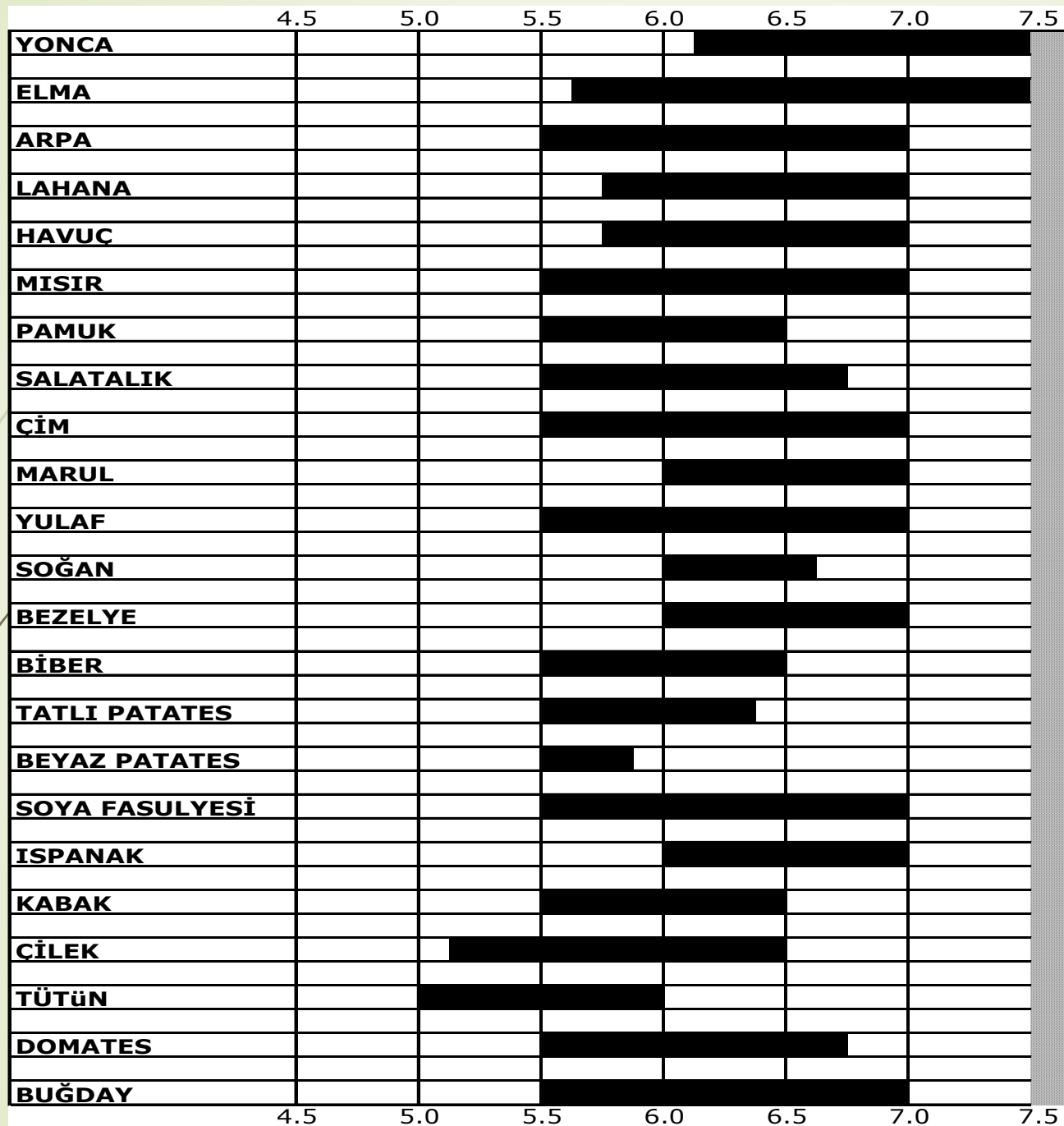
### 3. BİTKİ BESİN MADDELERİNİN ALIMI

- Bitki Besin Maddelerinin çözünlüğü ve bitki tarafından alınabilirliğı toprak pH değerine göre değişkenlik gösterir.
- Bazı Bitki Besin Maddeleri yüksek pH değerlerinde suda çözünmeyenken bazı Bitki Besin Maddeleri ise düşük pH değerlerinde kökler tarafından alınamaz.
- Her bir bitkinin optimum gelişimi için gerekli pH değeri farklıdır.
- Bitki Besin Maddelerinin çoğunluğunun azami alınabilirliğı 5.5 ile 7.0 arasındaki pH değerlerinde gerçekleşir.




**TOPRAK pH'SINA BAĞLI OLARAK  
BİTKİ BESİN MADDELERİNİN  
ALINABİLİRLİĞİNE BAKALIM...**





**BAZI BİTKİLERDE BİTKİ BESİN  
MADDELERİNİN  
ALIMINDA OPTİMUM TOPRAK  
pH DEĞERLERİNE BAKALIM...**



Bitkiler farklı pH'larda en iyi gelişim gösterirler.

- Çay bitkileri pH 5.5'da veya daha altında en iyi gelişimi gösterir.
- Patates, pH 5.5 ile 6.0 arasında
- Çoğu bahçe bitkileri, ağaçlar 6.0 veya 6.5 pH da iyi gelişim gösterir.

## ✓ Tuzluluk;

Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yer altı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun uçmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayıdır Bu birikme **toprak yüzeyinde** olabileceği gibi yüksek sıcaklık etkisiyle **yüzeyden daha aşağılarda da** olabilmektedir.



- **Halomorfik** topraklar denilen bu tip topraklar; **tuzlu, tuzlu alkali (sodik) ve alkali** toprak olmak üzere üç gruptur.
- Tuzlu topraklar, birçok kültür bitkisinin yetişmesine engel olacak miktarda çözünebilir tuz içerir.
- Toprak yüzeyi beyaz tuz kabuğu ile örtülüdür.



## Tuzlu-alkali toprakların sınıflandırılması

Sınıf	pH	EC (dS/m)	ESP (%)	SAR	Toprağın Fiziksel Özellikleri
Tuzsuz	<8,5	<4	<15	<13	iyi
Tuzlu	<8,5	>4	<15	<13	iyi
Tuzlu-Alkali	<8,5	>4	>15	>13	iyi
Alkali	>8,5	<4	>15	>13	kötü

## TOPRAKTA TUZLULUK NASIL MEYDANA GELİR?

- Dünyada sulanan alanların büyük bir kısmında sulamaya paralel olarak tuzluluk ve drenaj problemi ortaya çıkmaktadır.
- Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzların yıkanamayıp toprak yüzeyinde birikmesi (yüksek taban suyu-kapillarite) sonucu oluşur.
- Ülkemizde yapılan arazi etütlerine göre sulanabilir özelikte **12,5 milyon ha arazinin yaklaşık 1,5 milyon ha da tuzluluk.**

# Türkiye'de sorunlu toprakların dağılımı

Sorunun niteliği	Alan (ha)	Sorunlu alanlara göre %
Hafif tuzlu	614617	41
Tuzlu	505603	33
Alkali	8641	0.5
Hafif tuzlu-alkali	125863	8
Tuzlu alkali	263958	17.5
Toplam	1518722	100

## Toprakların EC ve % tuzluluğa göre sınıflandırılması

ECx10 <sup>3</sup>	0	2	4	8	16
Sınıf	Tuzsuz	Çok Az Tuzlu	Orta Tuzlu	Fazla Tuzlu	Çok Fazla Tuzlu
Özellik	Tuz tesiri yok	Bazı hassas bitkilerde verim azalır	Verim azalır. Pamuk, ş. pancarı ve hububatlardan özellikle arpa dayanıklıdır	Tuza dayanıklı bitkilerin verimi yeterli düzeydedir	Sadece tuza dayanıklı ot ve çayırlar yetişebilir
% Tuz	0	0.1	0.3	0.6	1.0



## Tuzlaşmaya neden olan anyonlar ve katyonlar

- Anyonlar; en fazla rastlanan Cl,  $SO_4$  bunların yanında  $HCO_3$ ,  $CO_3$ ,  $NO_3$
- Katyonlar; fazla miktarda Na, Ca, Mg az miktarda K bulunur.
- Topoğrafik yapı (kapalı havzalar)
- Sulama suyu kalitesi

## Sulama Suyu Kalitesinin Tuzluluk Üzerine Etkileri

Sulama sularının tuzluluğu esas itibariyle bazı kaynakların bir veya birkaçının katkısıyla ortaya çıkar :

Bu kaynaklar;

- ✱ 1- Drenaj sularının toplandığı drenaj havzası içindeki tuzlu toprak veya kayaların varlığı, dağılımı ve karakteristikleri;
- ✱ 2- Irmak veya sulama kanallarının içinden geçtiği formasyonlarla, tuzla doymuş toprak veya kayaların varlığı;
- ✱ 3- Mansap tarafında bulunan tarım arazileri için sulama suyu olarak kullanılacak tuzlu sızıntı veya sulama artığı (sulamadan dönen) suların durumu;

## Taban Suyu Seviyesinin Tuzluluk Üzerindeki Etkileri:

Toprakların tuzlanmasında en önemli etken **tuzlu taban suyu** seviyesinin yüksekliğidir. Büyük ölçüde yüksek taban suyunda kapillarite ile ortaya çıkan yükselmeler ve sonrada **buharlaştırma ve terleme** ile meydana gelmektedir. Bu gelişme ile yeraltı suyunun tuzu kök bölgesine ve arazi yüzeyine kadar taşınmakta ve de çoğalabilmektedir. Buna göre **taban suyu kapillar yükselmeyi besleyecek kadar yüksek** ise ve buharlaştırma olanağı da var ise tuzlanma kaçınılmaz duruma gelmiş olur.

Ancak tuz birikmesini, doğal koşullarda yağışlar ve tabii drenaj durumu kontrol eder.

Genel olarak **400-450 mm** üstünde yıllık yağış alan bölgelerde drenaj koşullarına bağlı olarak yeterli derece iyi bir doğal tuz yıkanması olabilmektedir

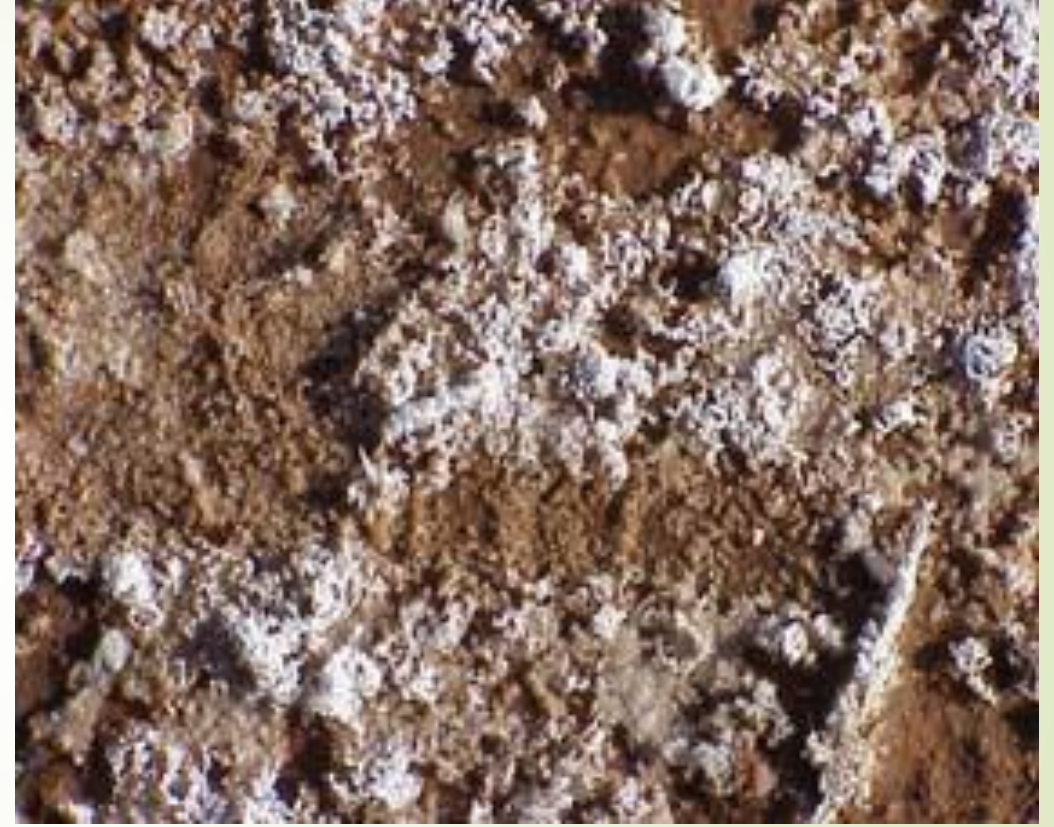
Ülkemizde 1.5 milyon Ha alanda tuzluluk problemi var...

## 1. Toprak Yüzeyinde Tuz Birikmesi

- Tuzlu topraklarda yüzeyde ve yüzey altında tuz birikmesi meydana gelir. Beyaz görünümünden dolayı böyle topraklara **beyaz alkali topraklar** denilir.



Tuzun toprak yüzeyinde belirgin bir şekilde görünüşü

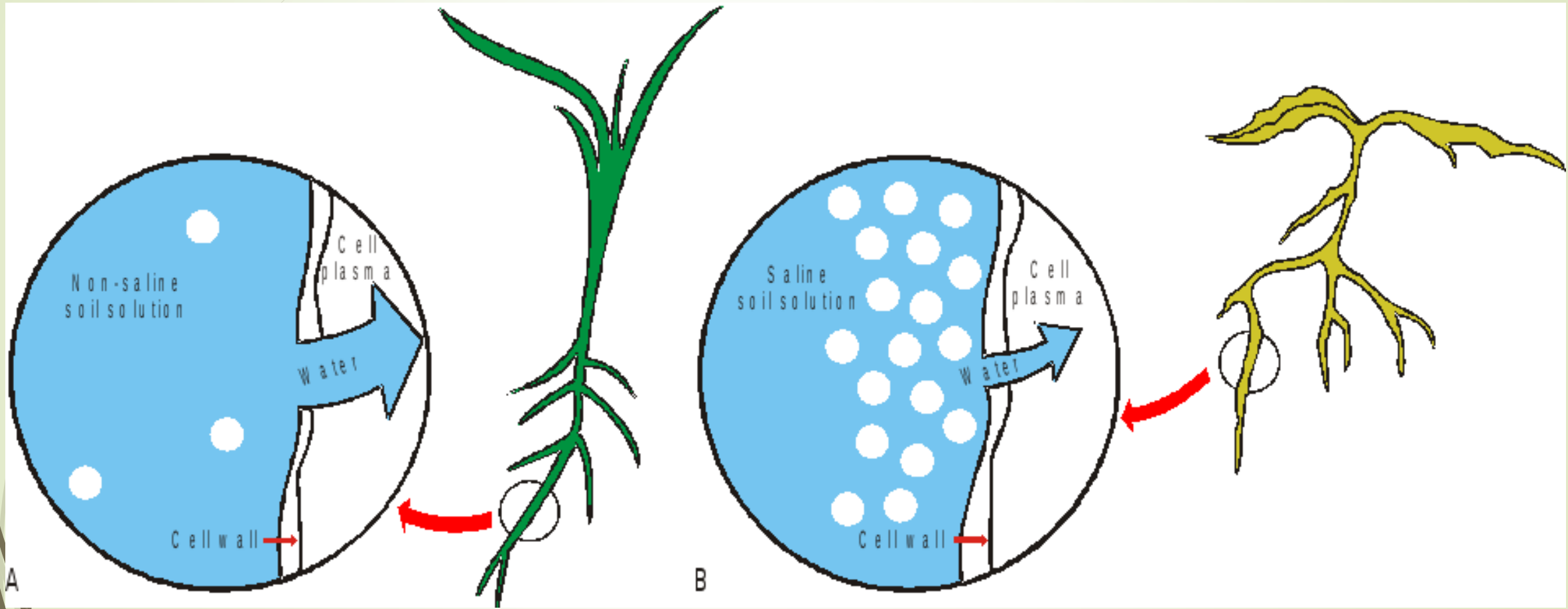


Tuzun toprak yüzeyinde belirgin bir şekilde görünüşü

## Tuzluluğun sebep olduğu sorunlar

### Bitki Gelişimine Etkisi

- Bitki yetiştirme ortamındaki fazla tuz bitkinin gelişmesinin önemli ölçüde sınırlar.
- Tuzlar bitki büyümesine 2 türlü etki ederler.
  - 1. zehir etkisi:** Sodyum ve Bor gibi elementler bitkilerde zehir etkisi yaparlar.
  - 2. bitkide su açığı yaratma:** Çözünebilir tuzlar besin ortamının su potansiyelini düşürür. Böylece bitkinin su alımı sınırlandırılmış olur.





# Alkalilik

- Toprak çözeltilisindeki Na iyonu artışı
- Fazla orandaki değişebilir Na, kil ve OM'nin dispersiyonunu artırır
- **Islah için 3 aşama:**
  1. Drenaj
  2. Na ile Ca yer değiştirme (Jips)
  3. Serbest kalan Na uzaklaştırması

# TUZLU VE ALKALİ TOPRAKLARIN ISLAHI

## 1. TUZLARIN GİDERİLMESİ:

- a. TOPRAK ALTI DRENAJ
- b. YIKAMA
- c. TUZA DAYANIKLI BİTKİ YETİŞTİRME

## 2. KİMYASAL BİLEŞİMİ DEĞİŞTİRME:

ALKALİ KARBONATLARIN ALKALİ SÜLFATLARA ÇEVİRİLMESİ (JİPS)

## 3. TUZLULUĞUN KONTROLÜ:

- a. BUHARLAŞMAYI AZALTMAK (MALÇLAR)
- b. FAZLA SU İLE SULAMA YAPMAKTAN KAÇINMAK
- c. TUZA DAYANIKLI BİTKİ YETİŞTİRMEK (Ş.PANCARI, PAMUK, DARI, ARPA, ÇAVDAR, YONCA)

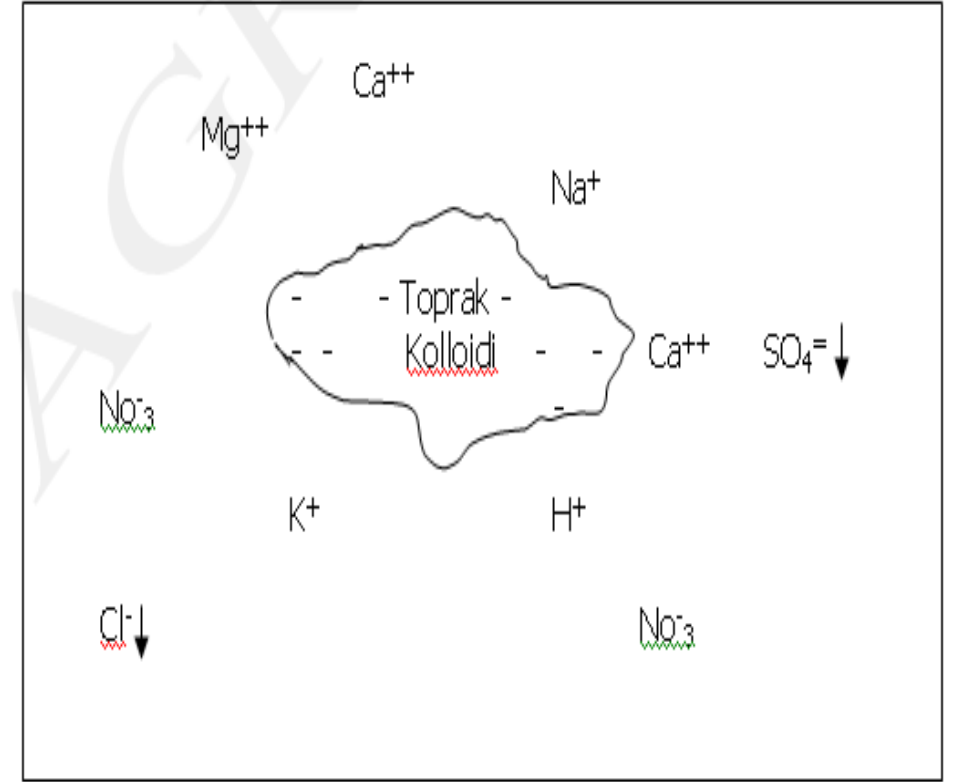
# Tarımda suyun yanlış kullanımı, tuz birikimi ve çölleşme

- Tuz toprakta ana materyalden kaynaklı bulunabilir ya da sulama suyu içinde toprağa dahil olabilir. Her iki durumda da sulama suyu, tuzu taban suyuna ulaştırmakta ve orada biriktirmektedir.
- Drenaj sistemi kurulmamış ve fazla su ortamdan uzaklaştırılamamışsa, aşırı sulamayla taban suyu yukarı doğru harekete geçer, kılcal kanallar vasıtasıyla toprak yüzeyine dek ulaşır, yüzeye ulaştığında ise sıcaklığın etkisiyle su buharlaşır ve içindeki tuzu toprak yüzeyinde bırakır.
- Zamanla toprak çoraklaşır. Toprağa ekilen tohumlar çimlenememeye başlarlar. Tuz toprak yapısını bozarak geçirimsizliğini azaltır. Toprakta yeterli nem bulunsa bile bitki bundan yararlanamaz, beslenemez ve gelişemez. Buna **fizyolojik kuraklık** denir.
- Olumsuzluğun devamında ise çölleşme yaşanır.

# İyon Değişimi

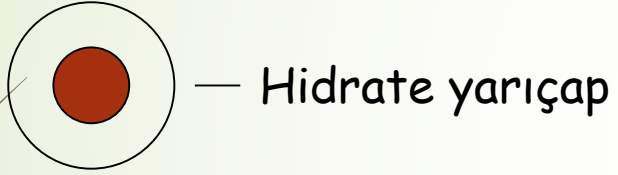
- 1-Katyon değişimi
  - 2-Anyon değişimi
- Toprakta bulunan moleküller ve iyonlar toprağın katı fazınca tutulabilir.
  - Toprağın katyon ve anyonları adsorbe ederek toprak çözeltisine başka iyonlar vermesi olayına iyon değişimi denir.

KİL KOLLOİDLERİ, KATYONLAR VE ANYONLARIN HAREKETLERİNİN ŞEMATİK OLARAK GÖSTERİLMESİ



# İyon değişimi

- $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$  tek (1 ) değerli
- Lityum=hidrate çapı en yüksek iyon dolayısıyla çok zayıf tutulur



- $\text{Mg} < \text{Ca} < \text{Sr} < \text{Ba}$  iki değerli
- Tek değerlilerden daha kuvvetli tutulur

# KATYON DEĐİŐİŐİM KAPASİTESİ

- **KATYON DEĐİŐİŐİMİ:** Kolloid yüzeyinde adsorbe edilmiş olan değişebilir katyonlarla toprak çözeltisi içinde bulunan katyonların yer deđiőtirmesi
- **Katyon Değişim Kapasitesi:** Bir toprağın adsorbe edebileceği değişebilir katyonların toplam miktarıdır.
  - me/ 100 g toprak
  - 1 miliekivalan, 1 miligram H ile bađlanan yada onun yerine gečen diđer bir iyonun miktarıdır.
  - KDK ' si 10 me/100g ise 100g toprak 10mg H veya ona eődeđer katyon tutmaktadır anlamına gelir.

# Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

değişebilir katyonlar olarak bilinirler

- toprak çözeltilisinden **katyonlar** çekme - alma kapasitesi (örneğin, kil mineralleri net negatif yüklerinin bir ölçüsüdür)
- **meq/100g** biriminde ölçülür (100 g kilin içerdęi net negatif yük)

**milieşdeğerlik sayısı**

- yüksek değerlikli ve yalın yarı-çapları büyük olan katyonların iyonik yer değiştirme gücü daha fazladır.



- **Bazla doygunluk yüzdesi:** Bir toprağın kolloidal komplekslerinin içerdiği değişebilir bazların (Ca, Mg, K, Na) katyon değişim kapasitesinin yüzdesi olarak ifade edilen miktarlarına **bazlarla doygunluk yüzdesi** adı verilir.
- Miliekivalan değişebilir bazlar / KDK x 100
- Bir toprağın bazla doygunluk yüzdesi 80 ise, kolloidin negatif yüklerinin % 80'i bazlar, % 20'si H<sup>+</sup> tarafından doyurulmuş demektir.
- **Hidrojenle doygunluk yüzdesi:** Bir toprağın kolloidal komplekslerinin içerdiği değişebilir hidrojenin kapasitesinin yüzdesi olarak ifade edilen miktarlarına **hidrojenle doygunluk yüzdesi** adı verilir.
- Miliekivalan değişebilir H / KDK x 100
- Kurak bölge topraklarının bazla doygunluk yüzdeleri %100 ve pH 8-10



## ➤ Örnek:

1 toprağın KDK: 16 me/100g, değişebilir bazları oluşturan katyon toplamı 12 me/100 g ise bazla doğgunluk yüzdesi?

$$12/16 \times 100 = \% 75$$

Yani:

➤ Toprağın KDK'sinin % 75'ini Ca, Mg, Na, K katyonları ile %25'ini H ve Al iyonları oluşturmaktadır.

## **KDK üzerine;**

- Kil tipi, Kil miktarı,
- Organik madde miktarı,
- pH etkilidir.

## **Kasyon değişim kapasitesine toprak tekstürü ve organik madde miktarının etkisi**

- Kil tipi aynı kalmak koşulu ile toprağın kil yüzdesi arttıkça kasyon değişim kapasitesi de artmaktadır. Kumlu olan hafif topraklarda kil kolloidleri ve humus miktarları düşük olduğundan dolayı, killi olan ağır bünyeli topraklara göre kasyon değişim kapasiteleri daha düşüktür.

## **Kasyon değişim kapasitesine kolloid tipinin etkisi**

- Humus miktarı eşit olmak koşulu ile aynı miktarda kil içeren topraktan montmorillonite sahip olanın kasyon değişim kapasitesi, kaolinite sahip olan toprağa göre 10-12 kat daha fazladır.
- Buradan anlaşılacağı üzere bir topraktaki kil tipi ve miktarı ile humus miktarı belirlendiğinde, o toprağın kasyon değişim kapasitesini tahmin etmek mümkündür.

**Problem:** HA: 1,15 g/cm<sup>3</sup> olan killi bir toprağın KDK=10me/100g ise değişebilir H iyonları (tutulabilir) miktarı?

**Çözüm:**

- HA=1 olduğunda 1 da arazide 200.000 kg toprak
- $200.000 \times 1.15 = 230.000$  kg toprak var.
- 1 me H = 1mg H
- 100 g toprak 10 mg H
- 100.000 mg toprak 10mg H
- 230.000 kg toprak 23kg H tutulabilir

### Problem:

HA: 1,15 g/cm<sup>3</sup> olan killi bir toprağın KDK=10me/100g ise değişebilir Ca iyonları (tutulabilir) miktarı?

### Çözüm:

○ 1 mg H ile yer değiştirebilmek için

40:2=20 mg Ca (20 mg Ca= 1 me Ca)

○ 10 me x 20 mg = 200 mg Ca

○ 100.000 mg toprak            200mg Ca

○ 230.000 kg toprak            460 kg Ca tutulabilir



➔ Problem:

Eğer 100 g toprak 300 mg Ca tutuyor ise  
bu toprağın KDK?

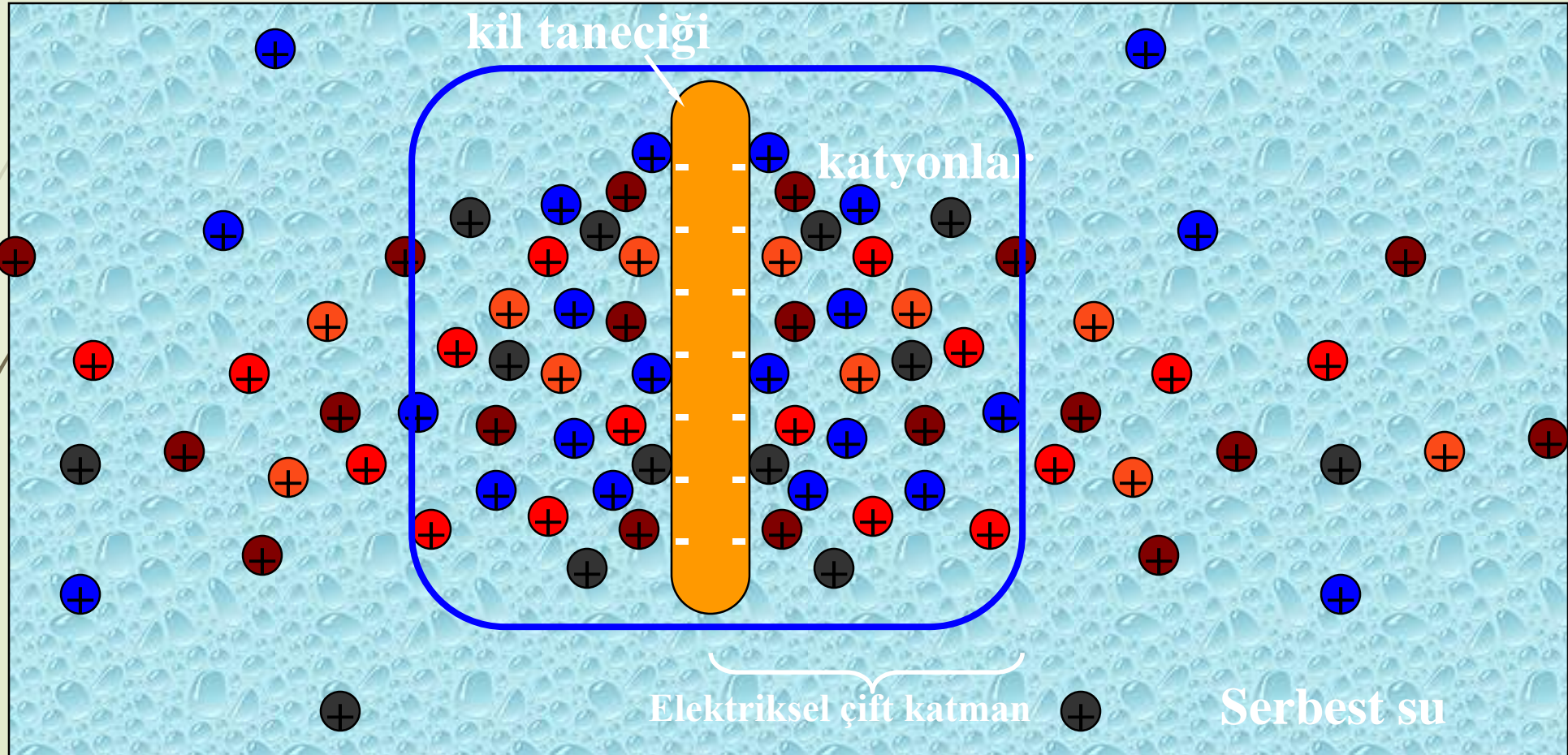
$$\text{KDK} = 300 : 20 = 15 \text{ me}/100\text{g}$$

## ÇEŞİTLİ MADDELERİN KDK DEĞERLERİ

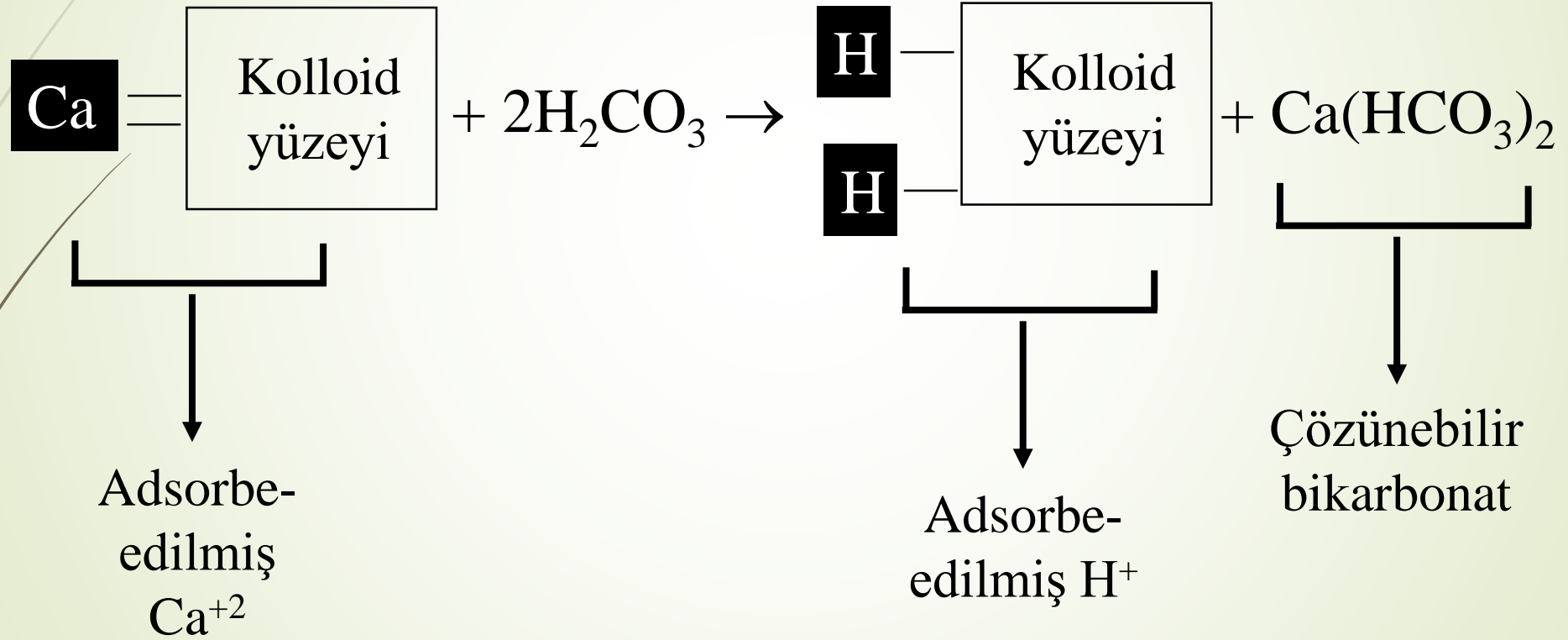
Organik madde	150-500
Kaolinit	3-15
Halloysit	5-10
Hidrate halloysit	40-50
İllit	10-40
Klorit	10-40
Montmorillonit	80-150
Vermikulit	100-150 +
Allofan	25-70
Al ve Fe hidroksit	4
Feldispat	1-2
Kuvars	1-2
Bazalt	1-3
Zeolit*	230-620

# Toprak Çözeltisi Katyon Konsantrasyonu

- katyon konsantrasyonu kil tanesinden uzaklaştıkça azalır



# Toprakta Kalsiyum'un Yarayışlı Hale Getirilmesi



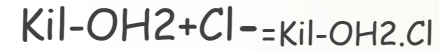


# Anyon Değişimi

► Katyon değişiminde rol alan iyon değiştiriciler anyon değişiminde de rol alır.

1-Spesifik olmayan anyon değişimi:

$Cl^-$ ,  $NO_3^-$  ve  $SO_4^{2-}$  gibi anyonlar iyon değiştirici de bulunan bir OH grubuna bir protonun tutulması ile pozitif yükle yüklenebilir.  $Kil-OH+H^+ = Kil-OH_2$



2-spesifik anyon değişimi:

Killerdeki OH iyonları ile yer değişimi

