

TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

pH,
Tuzluluk,
Kolloidler
Bitki besin elementleri

TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

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

Toprak pH'sı

- pH= Potentia Hydrogenia

- 1 lt saf sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonunun tersinin logaritması.

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

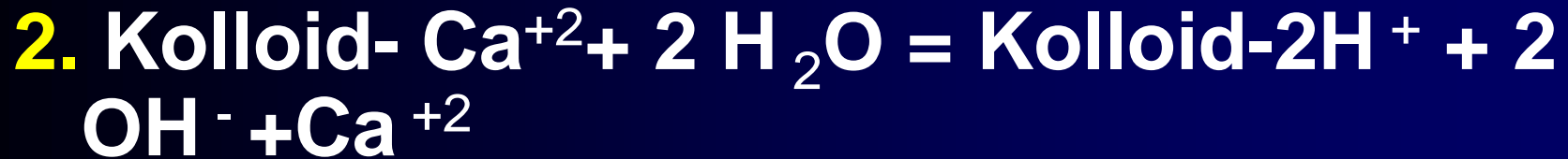
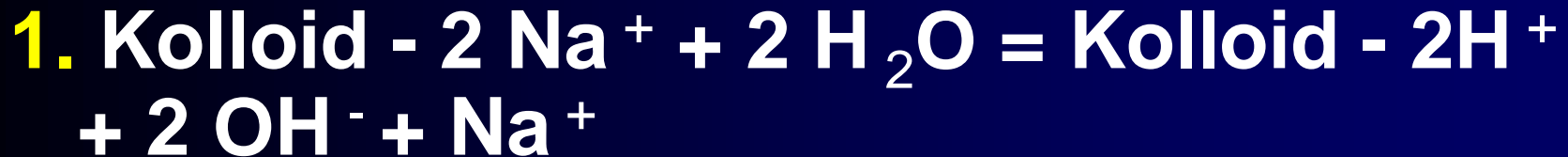
Hidrojen kaynakları:

- Al^{+3} (hidroliz)
- 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.

**DEĞİŞİK pH DEĞERLERİNDE
ASİDİTE (ASİTLİK)
VE
ALKALİNİTE (BAZİKLİK) DERECELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

TOPRAK pH'SI		pH = 7'YE GÖRE ASİTLİK/BAZİKLİK DERESESİ
9	BAZİKLİK ORANI	x 100
8		x 10
7	NÖTR	
6	ASİTLİK ORANI	x 10
5		x 100
4		x 1000

Prof. Dr.Ayten NAMLI 2012-Güz

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 kalevi	7.9-8.4
Orta derecede asit	5.6-6.0	Kuvvetli kalevi	8.5-9.0
Hafif asit	6.1-6.5	Çok kuv. kalevi	> 9.1

pH'yi etkileyen etmenler:

- Düşük bazla doygunluk
- Yüksek asitlik
- Organik kolloidler
- Mineral kolloidler
- Organik asitler (asetik asit, sitrikasit, oksalik asit)
- İnorganik asitler (HNO_3 , H_2SO_4)
- Oksidasyon (nitrifikasyon)
- Redüksiyon

Toprak reaksiyonunun değişiminde etken faktörler:

- CO₂ gazı (karbonik asit dissosiyeye 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 metotları,
- ortamdaki fazla 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 ASİTİN KARAKTERİ

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

- Toprak reaksiyonunun değişmesinde etkili olan önemli faktörlerin başında **CO₂** gelmektedir.
- Bu gaz su ile birleşerek **karbonik asiti** oluşturur.
- **CO₂ basıncı ne kadar fazla olursa, topraktaki H konsantrasyonu o nispette artar.**
- Karbonik asit ve onun oluşturduğu bikarbonatlar, nemli bölgelerde toprağın alt katlarına doğru taşınmaktadır. Böylece topraklar asitleşirler.

○ **Aktif Asitlik:** Toprak çözültisindeki H iyonları konsantrasyonu

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

- 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.



YÜKSEK pH'LI TOPRAKLAR

Özellikle az yağış alan bölgelerdeki birçok topraklar, yüksek pH değerlerine sahiptir. Yüksek pH değerleri topraklardaki Bitki Besin Maddelerinin bitkiler tarafından alınabilirliği, toprağın verimliliği ve gübreleme programları üzerinde çok önemli rol oynar.

Yüksek pH'lı toprakların genellikle verimsiz olmasının baş nedeni yüksek pH'nın FOSFOR ve iz elementlerin (DEMİR, MANGAN ve ÇİNKO) toprakta hareket etmez hale gelmesine yol açması ve de buna ilaveten bu tür topraklarda yüksek miktarlarda SODYUM bulunabilmesidir.

Yüksek pH'lı toprakların verimi pH'ı düşürerek iyileştirilebilir. Ancak böyle toprakların etkin bir biçimde düzeltilebilmesi toprağın alkalinite (baziklik) yapısı ve düzeyine, sulama suyunun kalite ve miktarına, toprak tipine ve yetiştirilen mahsule bağlıdır. T

TAMPONLUK

- pH' da önemli bir değişme, şüphesiz ki 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.

- pH'yi artırmak için: Kireçleme

Kireçleme için: CaCO_3 , CaO , sıvı

Ca(OH)_2

- pH'yi azaltmak için: FeSO_4 , kükürt

tozları; Elementel Kükürt, Sülfürik Asit,

Amonyum Sülfat, Kalsiyum Sülfat (Alçı).

- Partikül boyutu önemlidir.

pH'ın;

- (1) Mikro organizmaların aktivitesi
- (2) Toksik iyonların suda çözünürlüğü
- (3) Bitki Besin Maddesi alımı,

üzerinde büyük ölçüde etkisi vardır

1. MİKRO ORGANİZMALARIN AKTİVİTESİ

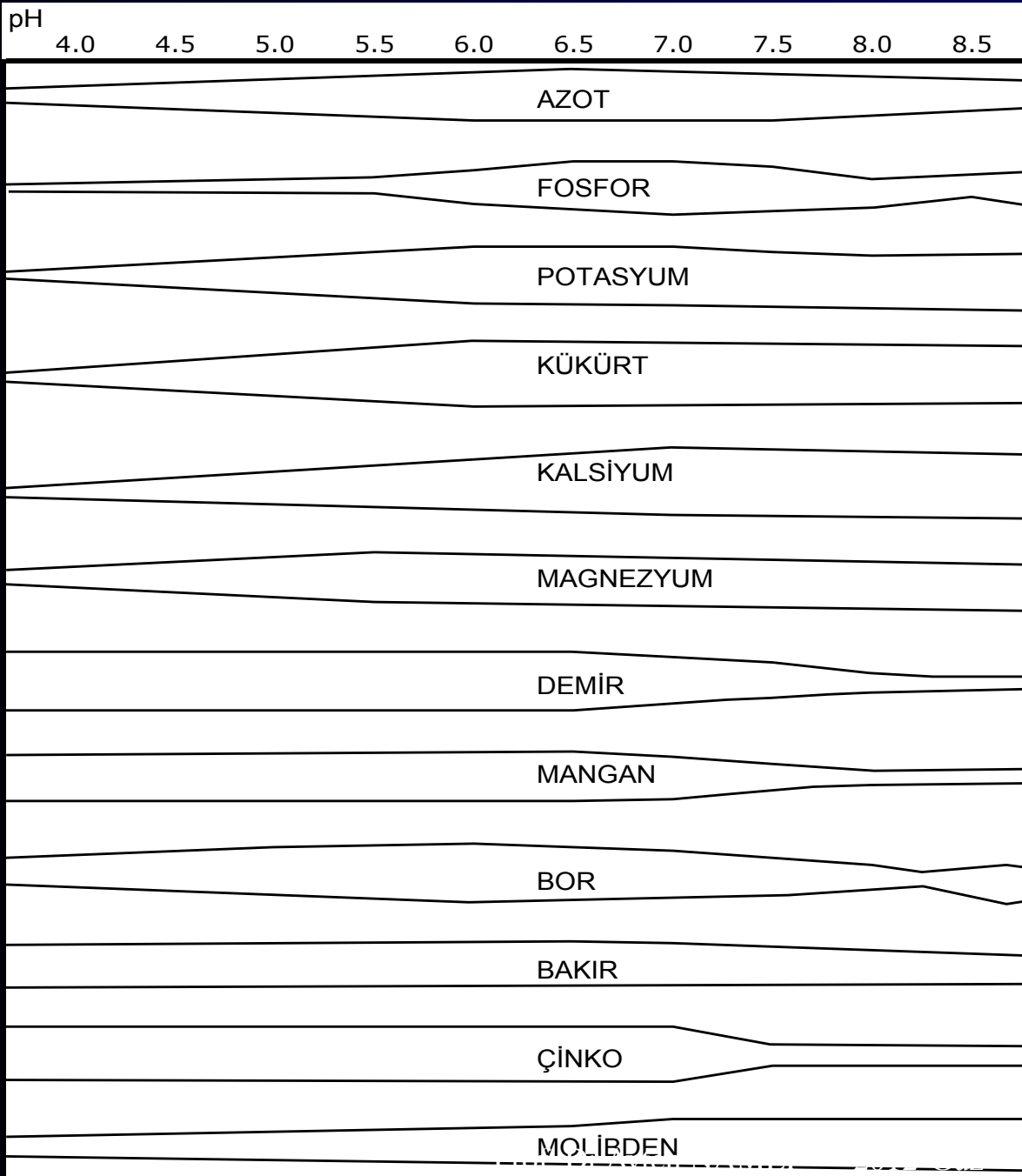
- Mikro organizmalar toprağın, bitki gelişimi ve büyümesinde uygun verimli bir ortam haline dönüşmesinde çok önemli bir rol oynarlar.
- Mikro organizma popülasyonlarının çoğunluğu, toprağın biyolojik aktivitesini oluşturan fonksiyonlarını, **nötr civarındaki pH değerlerinde** ideal bir biçimde yerlerine 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.
- Toprakta ağır metaller (Cd, Ni, Pb vd) pH azaldıkça mobiliteleri artar ve bitki tarafından daha kolay alınırlar.

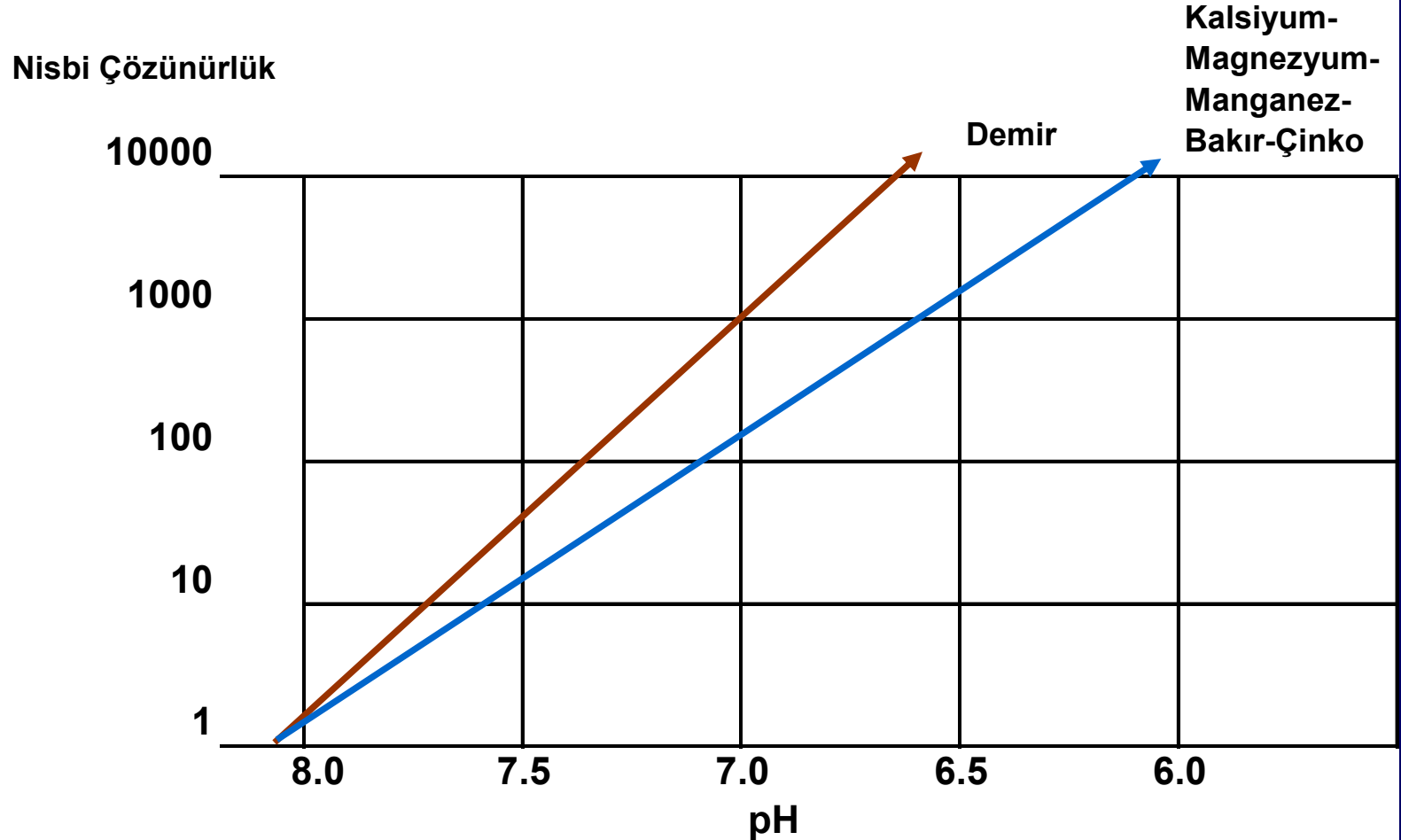
3. BİTKİ BESİN MADDELERİNİN ALIMI

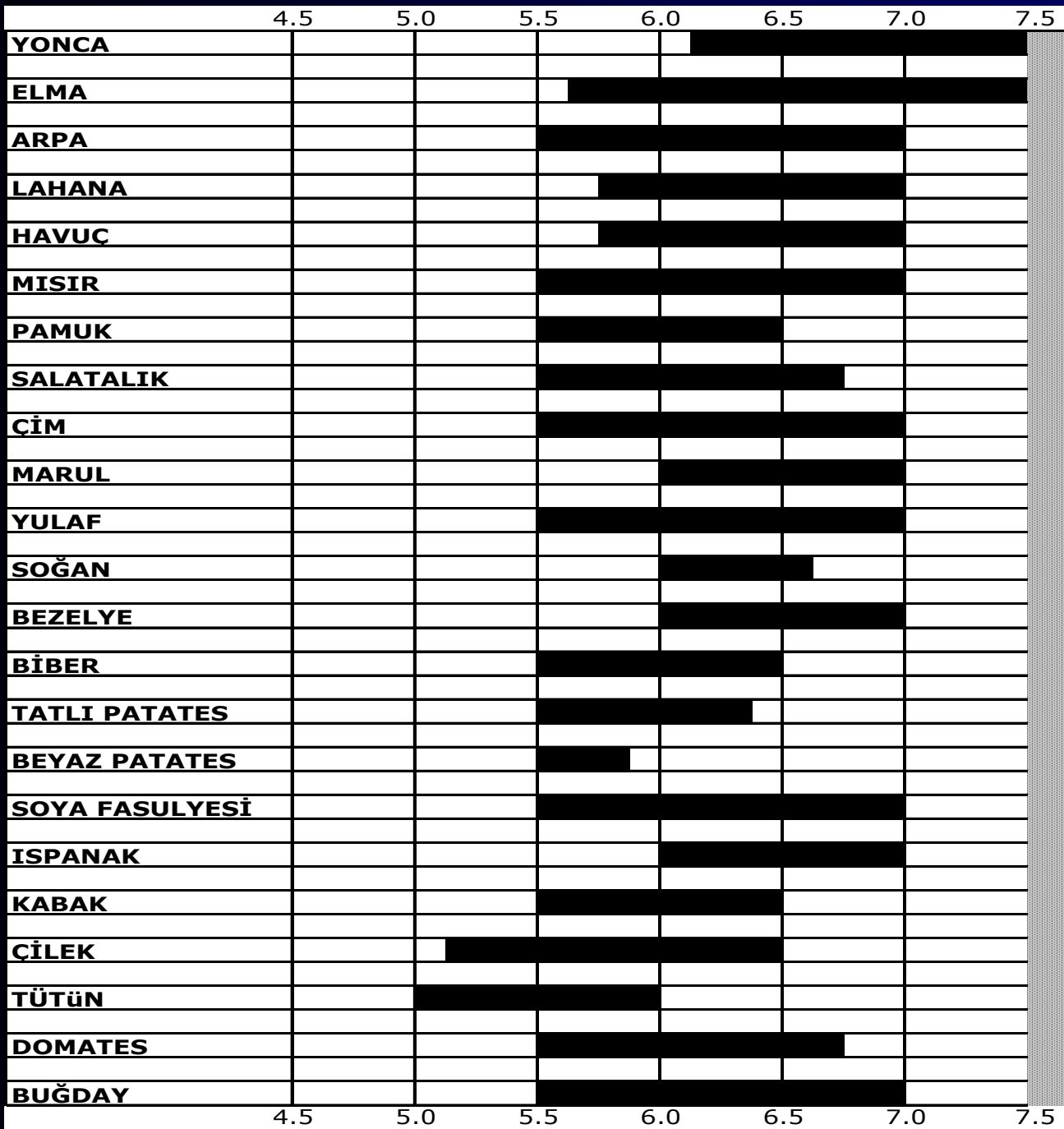
- Bitki Besin Maddelerinin çözünlüğü ve bitki tarafından alınabilirliği toprak pH değerine göre değişkenlik gösterir.
- Bazı Bitki Besin Maddeleri yüksek pH değerlerinde suda çözünemezken bazı Bitki Besin Maddeleri ise düşük pH değerlerinde kökler tarafından alınamaz.
- Her bir bitkinin optimum gelişimi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



**TOPRAK pH'SINA
BAĞLI OLARAK
BİTKİ BESİN
MADDELERİNİN
ALINABİLİRLİĞİ**

TOPRAK SOLÜSYONUNDAKİ KATYONLARIN DEĞİŞİK pH DEĞERLERİNDEKİ NİSPİ ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ

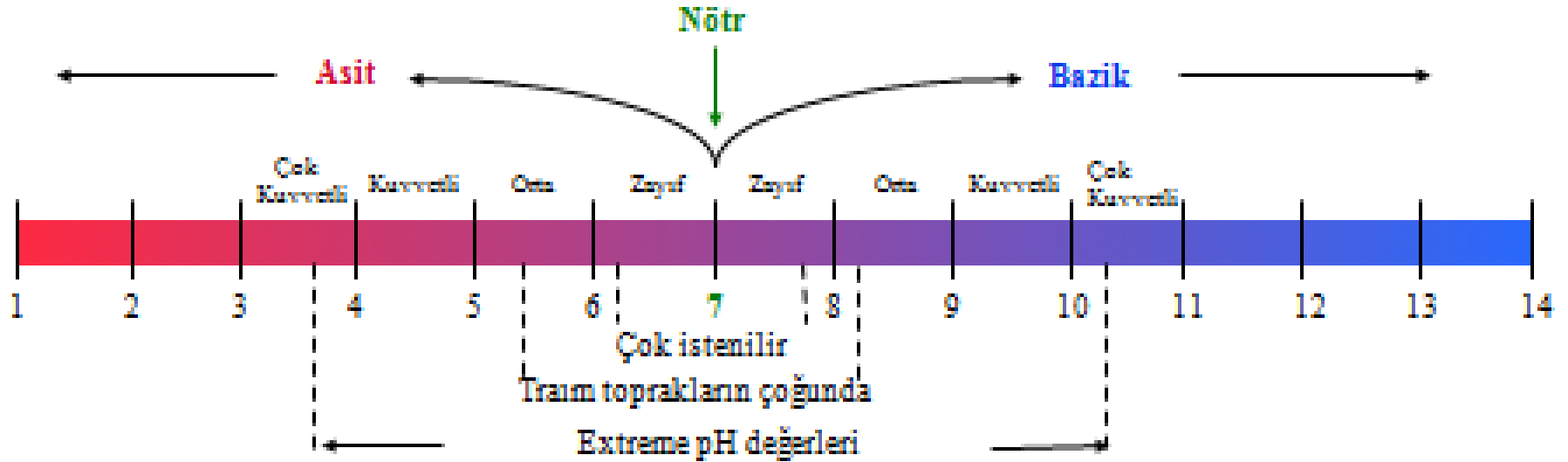




**BAZI BİTKİLERDE
BİTKİ BESİN
MADDELERİNİN
ALIMINDA
OPTİMUM
TOPRAK pH
DEĞERLERİ**

pH

Doğal toprak koşullarında pH değişimleri



Elma: 5.0-6.5

Isıpanak: 6.0-7.5

Domates: 5.5-7.0

Kiraz: 4.2-5.0

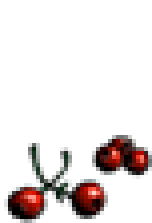
Buğday: 5.5-7.0

Hıyar: 5.5-7.0

Havuç: 5.5-7.0

Çam ağacı: 4.5-6.0

Ceviz ağacı: 6.0-8.0



Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yer altı suyuna karışan **çözünabilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması** ve buharlaşma sonucu suyun uçmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayıdır.

Tuzluluk;



Tuz kaplamış toprak örnekleri

- 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 ve Alkali (Sodik) Toprakların Sınıflandırılması

Kriter	Tuzlu	Tuzlu- Alkali/ Sodik	Alkali/ Sodik
ECx10³-25 °C	> 4	> 4	< 4
Değişebilir Na %	< 15	> 15	> 15
pH	< 8.5	> 8.5	> 8.5

Prof. Dr. Ayten NAMLI 2012-Güz

TOPRAKTA TUZLULUK

- 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.

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



Taban suyunun yükselmesi sonucu yapısı bozulmuş toprak

Prof. Dr.Ayten NAMLI 2012-Güz



Yetersiz drenaja sahip araziden bir görünüm

Prof. Dr. Ayten NAMLI, 2012 Güz

Toprakların EC ve % tuzluluğa göre sınıflandırılması

ECx10 ³	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 içindenden 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;

Sulama sularındaki en büyük ve en önemli tuz kaynağı, sızıntı ve dönek sulardır.

Bu nedenle, ırmaklarda kaynaktan mansaba doğru gidildikçe tuzluluk artma

Taban Suyu Seviyesinin Tuzluluk Üzerindeki Etkileri:

Toprakların tuzlanmasında en önemli etken **tuzlu taban suyu** seviyesinin yüksekliğidir.

Tarım arazilerinde veya daha geniş bir ifade ile toprakta tuz birikmesi 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

•Tuzluluğun sebep olduğu sorunlar

Türkiye'de 1.5 milyon Ha alanda tuzluluk problemi var

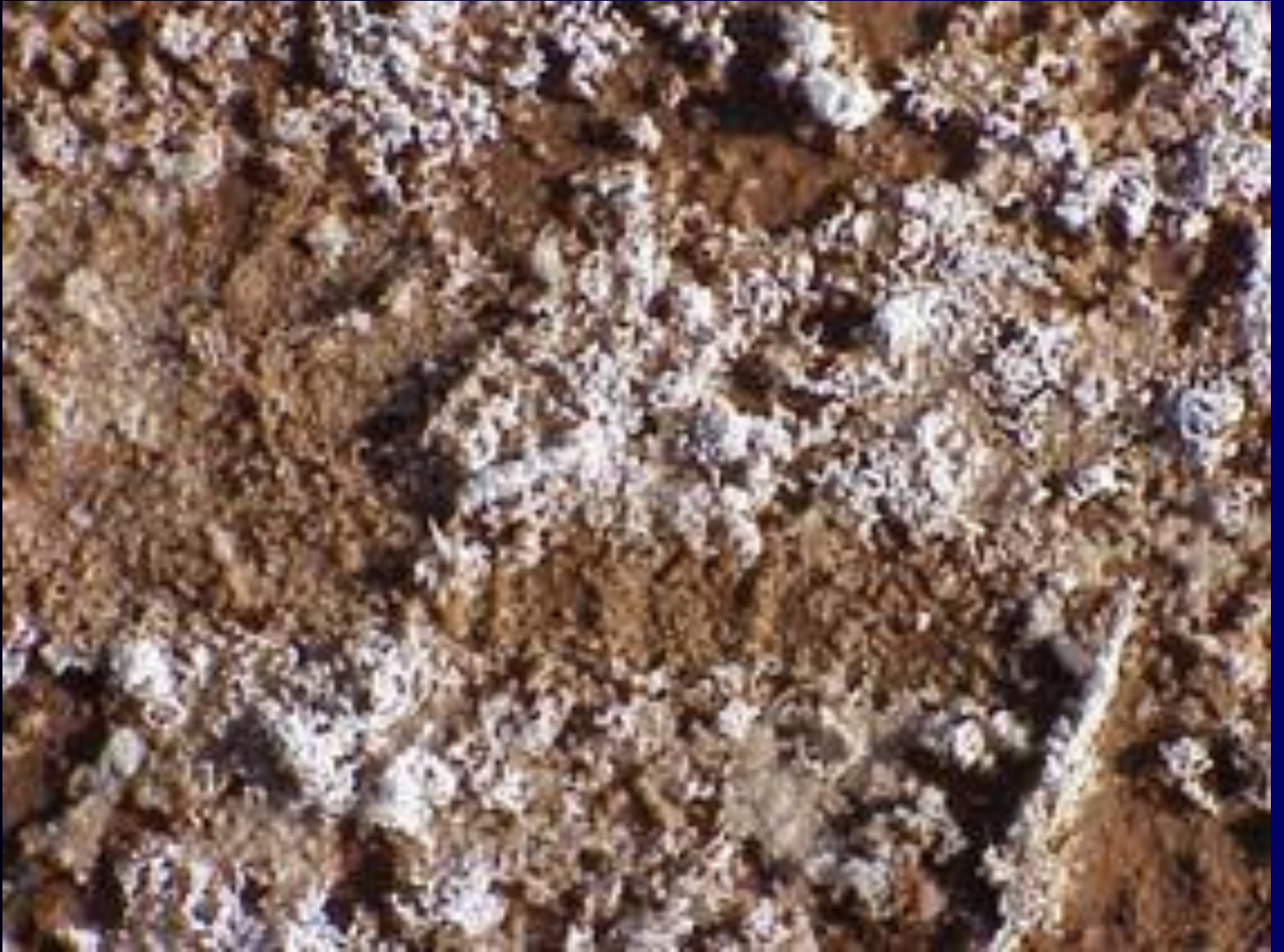
1. Toprak Yüzeyinde Tuz Birikmesi

- 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

Prof. Dr.Ayten NAMLI 2012-Güz





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 çözültisindeki 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)

TOPRAK KOLLOİDLERİ

TOPRAK KOLLOİDLERİ

Besin maddelerini adsorbe ederek yıkanmaya karşı korurlar.

TOPRAK KOLLOİD ÇEŞİTLERİ:

1. İNORGANİK (MİNERAL) KOLLOİDLER= KİL
MİNERALİ

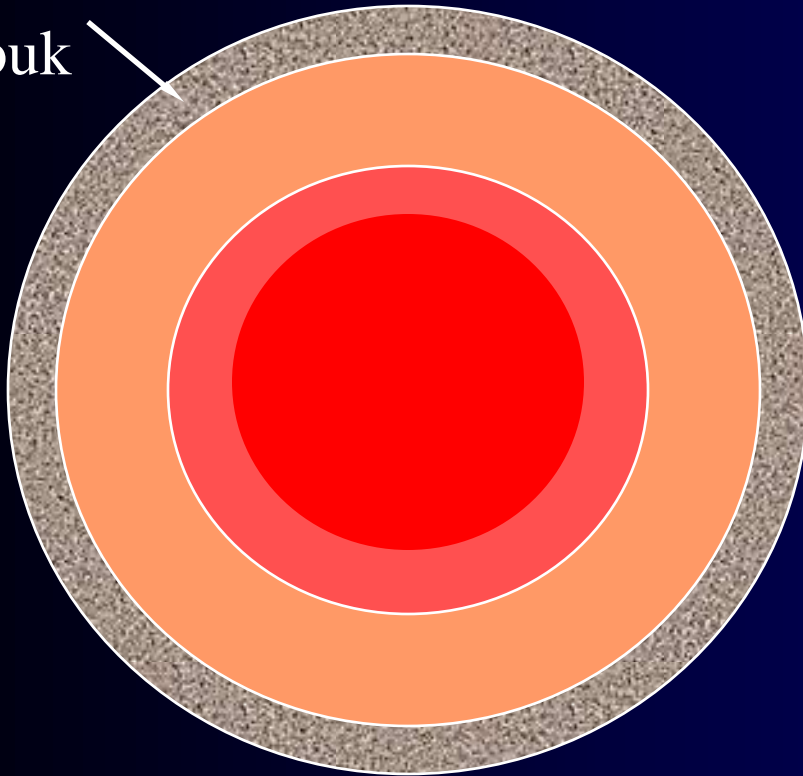
2. ORGANİK KOLLOİDLER= HUMUS

Toprak Kolloidleri

- Organik kolloidler = humus
 - Mineral kolloidler =
kil tipleri
-

Yerkabuğu Elementleri

8-35 km
kabuk



12500 km çap

yeryüzü kabuğundaki
atom ağırlık %'leri

O	= 49.2	} 82.4%
Si	= 25.7	
Al	= 7.5	
Fe	= 4.7	
Ca	= 3.4	
Na	= 2.6	
K	= 2.4	
Mg	= 1.9	
diğer	= 2.6	

Toprak Kolloidleri = “Kil”ler

- Kil, doğal olarak oluşmuş, başlıca ince taneli minerallerden meydana gelen, yeterli miktarda su katılınca genellikle plastikleşen ve kuruma ile sertleşebilen mineral
- İkincil silikat killeri
- Fe – Al Oksi-hidrat killeri

Silikat Killerinin Yapıları

Philosilikat Mineralleri = İnce-levhalı Silikat Mineralleri

Phyllo- (ince levhalı)

SEKONDER SİLİKAT KİLLERİ (Ilıman bölgelerde)

DEMİR VE ALÜMİNYUM OKSİ HİDRAT KİLLERİ (tropik-yarı tropik)

Silikat Killerinin Yapıları

Silikat killeri,

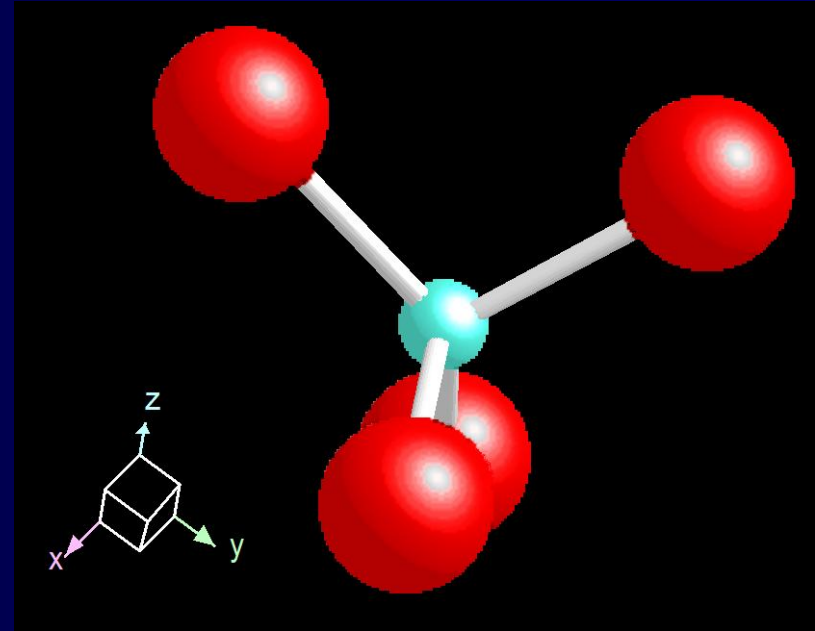
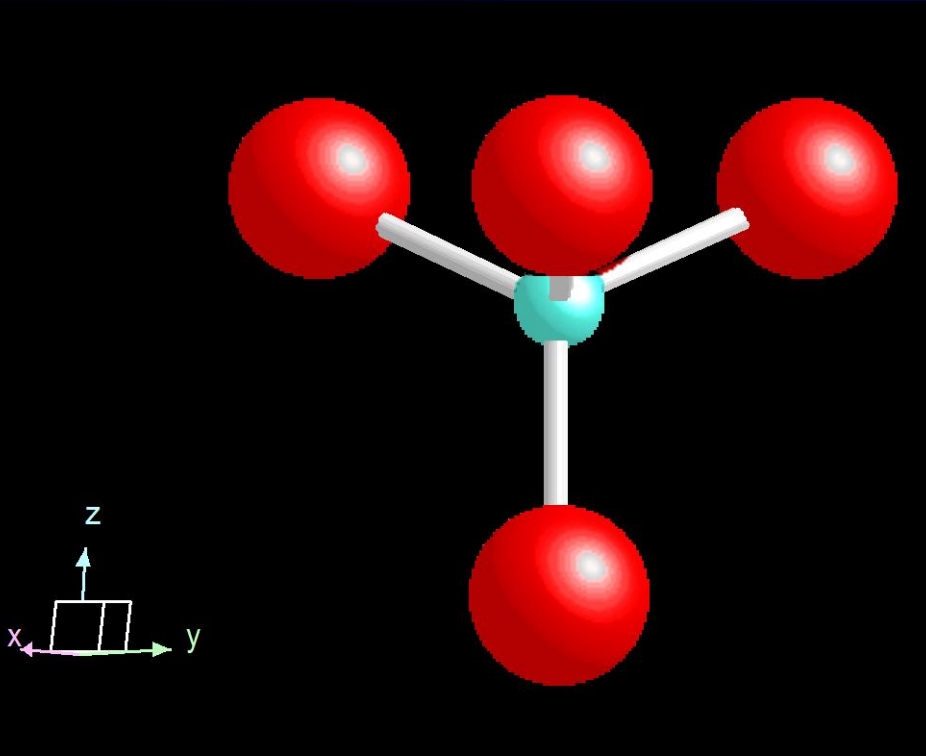
1. “*silis tetra-ederleri*”nin yan yana dizilip bağlanması ile oluşan silis levhaları ile
2. “*aluminyum okta-ederleri*”nin yan yana dizilip bağlanması ile oluşan aluminyum levhalarının **1:1 (Si-Al) ve 2:1 (Si-Al-Si)** oranlarında bağlanmaları sonucunda oluşan kristal ünitelerinin, kitap sayfaları gibi üst-üste dizilmeleri ile meydana gelmektedirler.

SİLİKAT KİLLERİN YAPILARI

- Kristal kafeslerinde Si ve Al atomları merkezde, O atomları ve OH grupları tetrahedron ve oktahedron köşelerinde bulunur.
- Tetrahedronların köşelerinde 4 O (Oksijen) atomu merkezde Si atomu (Si tabakası)
- Oktahedronların köşelerde 6 O veya OH merkezde Al atomu (Al tabakası)

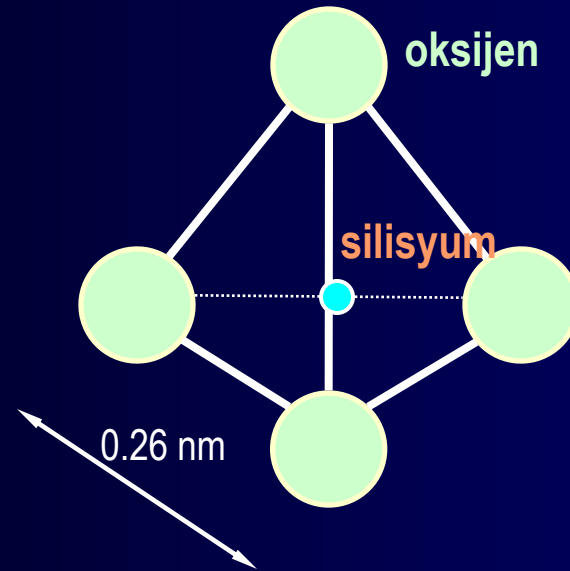
Tetra-eder Levhaların İnşası

SiO₄ tetra-eder



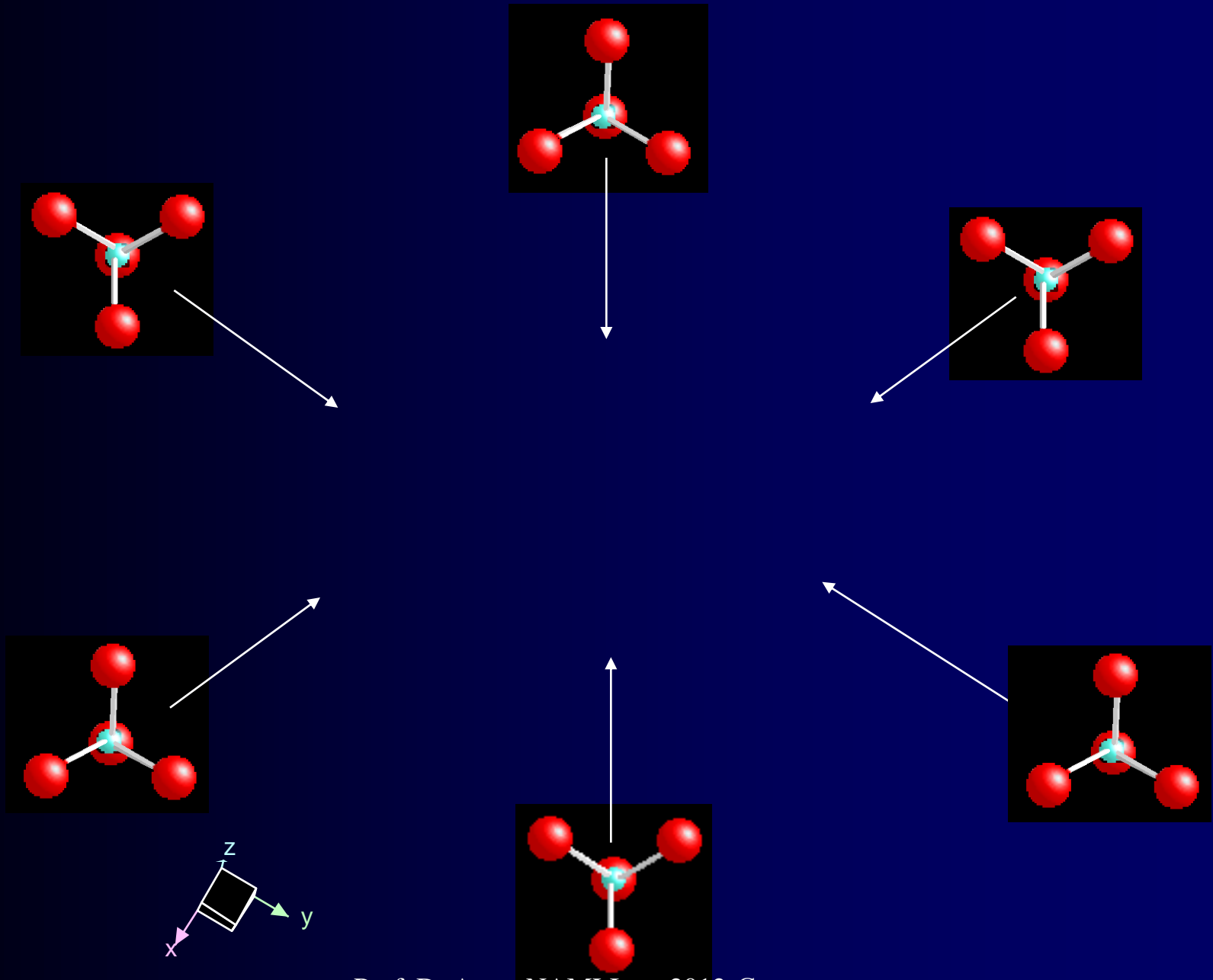
Silisyum (Si) atomları, “*tetra-eder*” şeklinde dizilmiş 4 oksijen (O) atomu içerisindeki boşluğa

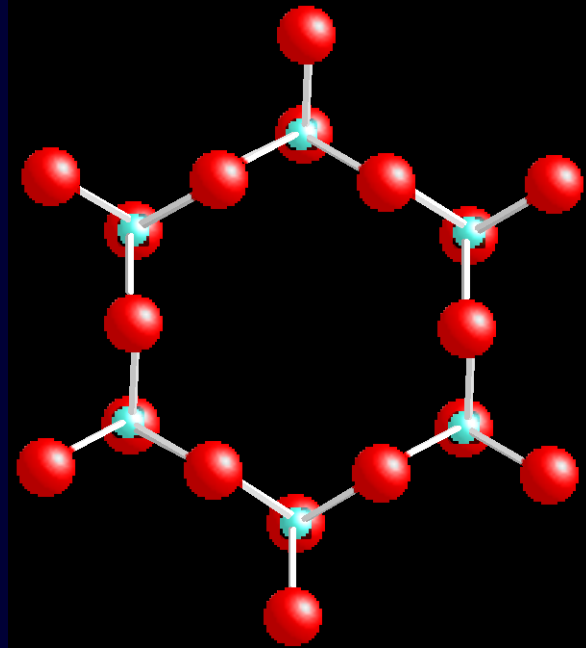
Temel Yapısal Birim



Silisyum tetra-eder

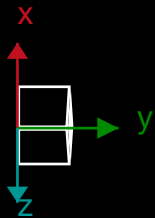
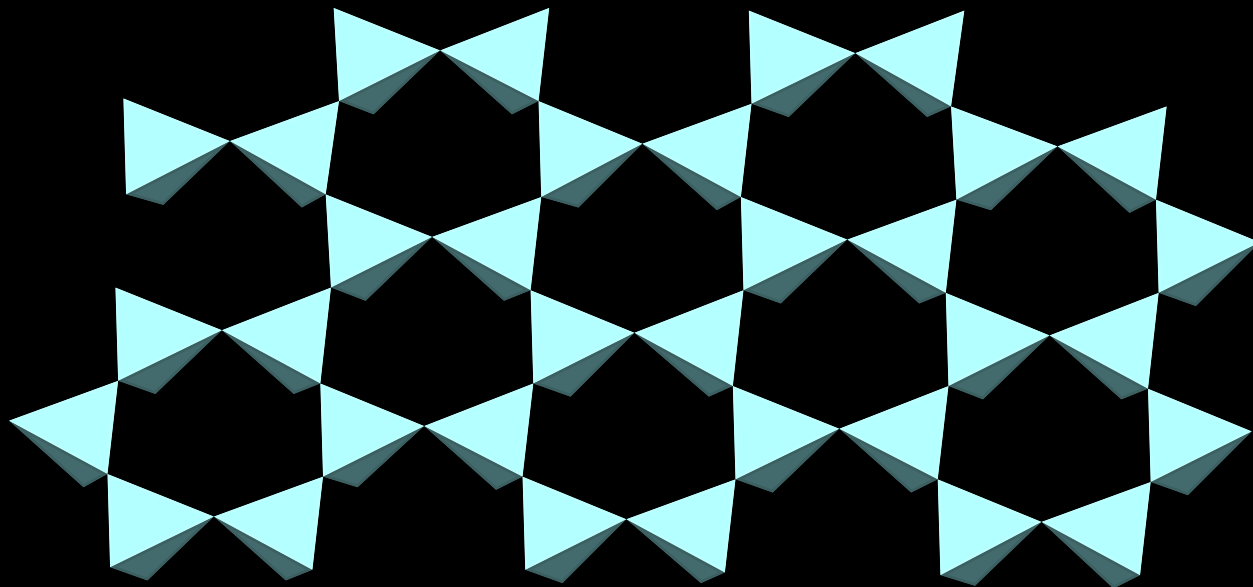
nanometer (nm = m x 10⁻⁹)





Tetra-eder Levhalarının Oluşumunda Halkaların Biraraya- gelmesi

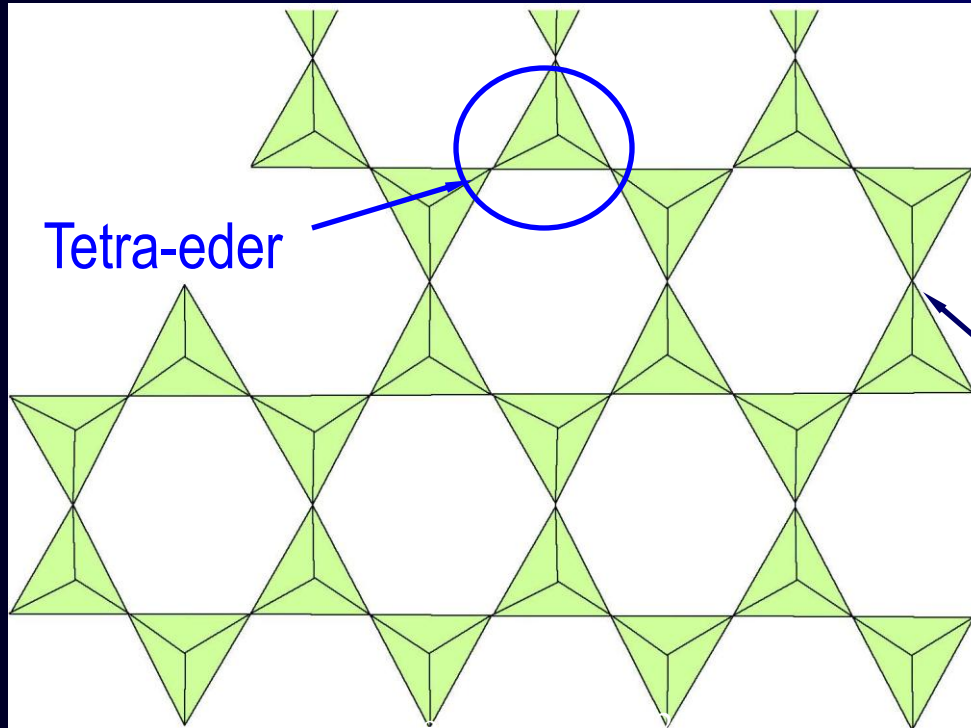
Tetra-eder Levha



Si:O
2:5

Tetra-eder Levha

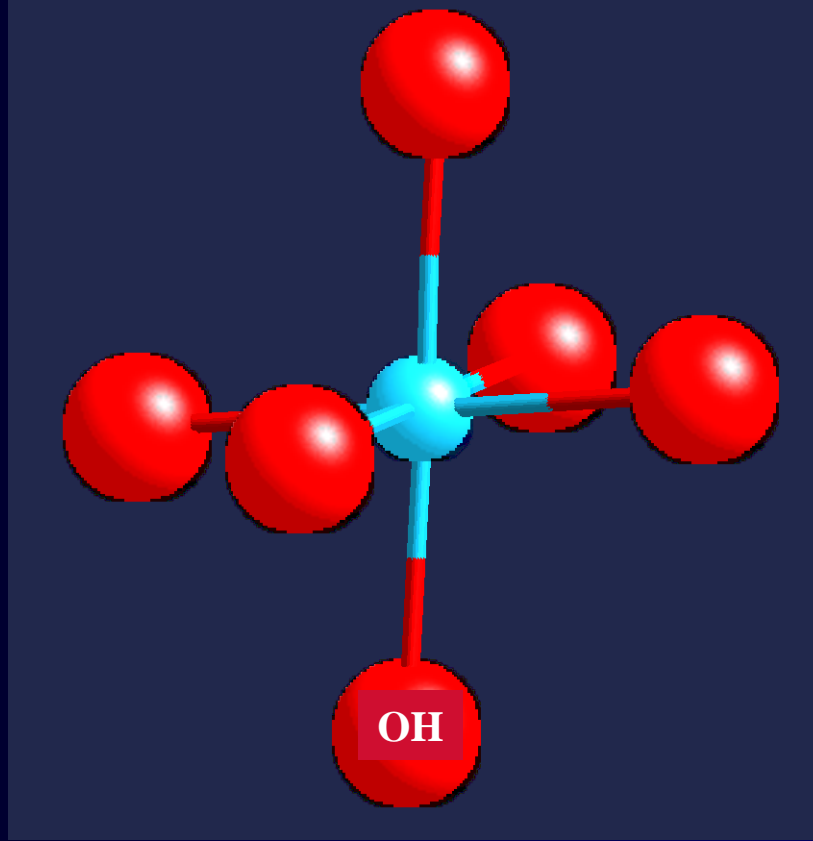
Birçok tetra-eder biraraya gelerek bir tetra-eder levhası oluşturur



Okta-eder Levhaların İnşası

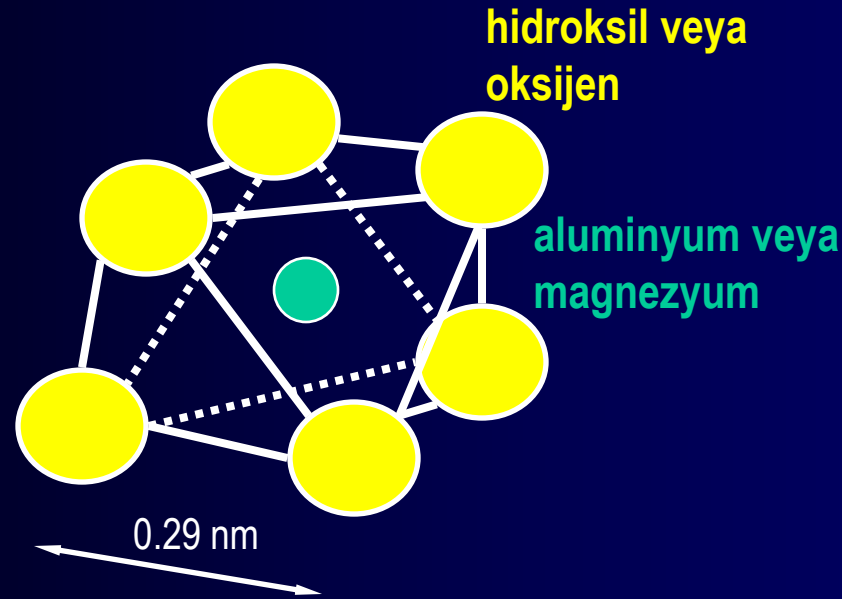
Ochta - (6)

$\text{Al}(\text{OH})_6$ veya $\text{Mg}(\text{OH})_6$ Okta-eder

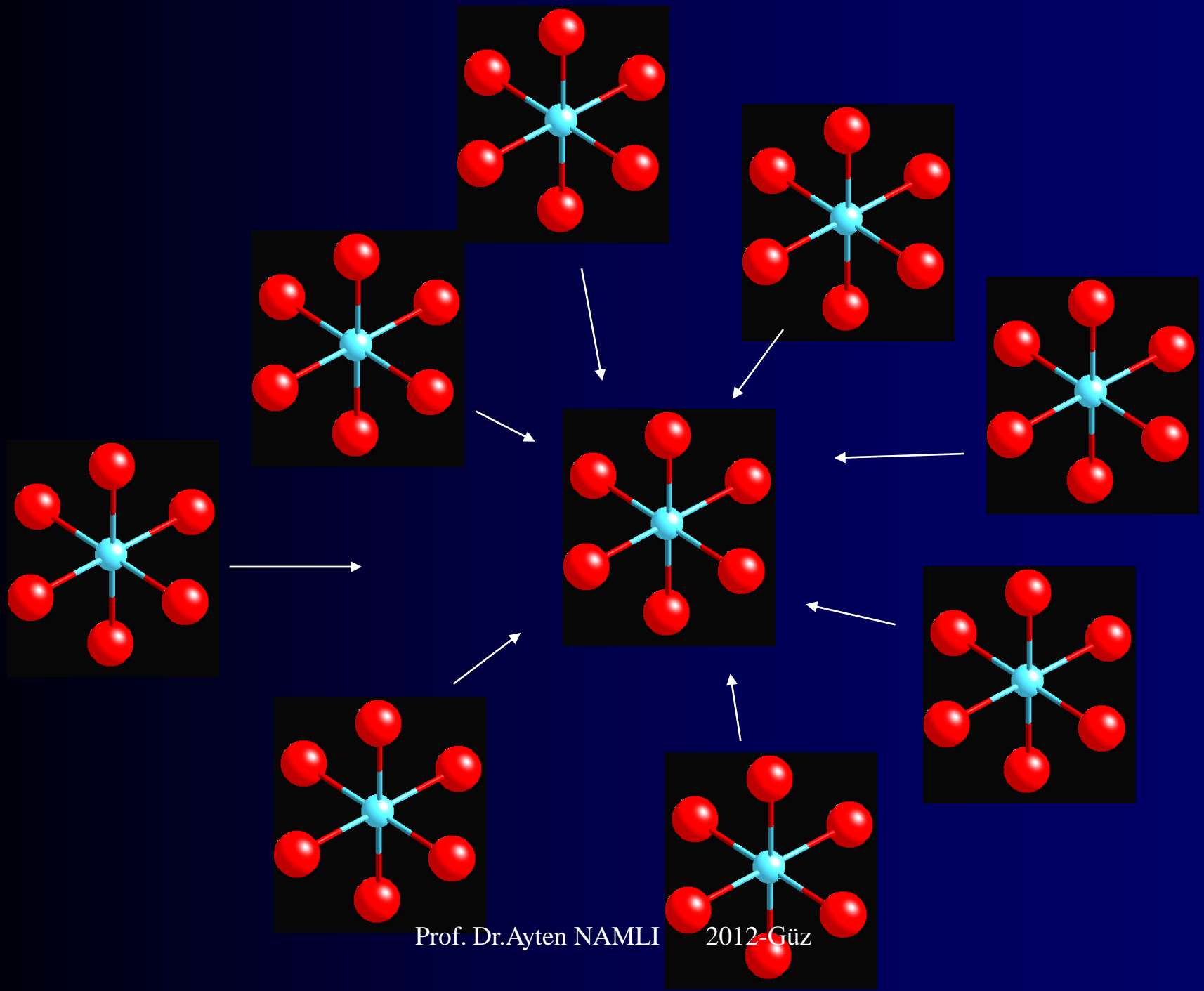


Aluminyum (Al) atomları, “*okta-eder*” şeklinde dizilmiş 6 hidroksid (OH veya O) atomu içerisindeki boşluğa yerleşmiştir

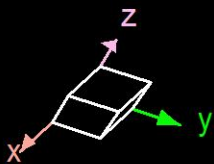
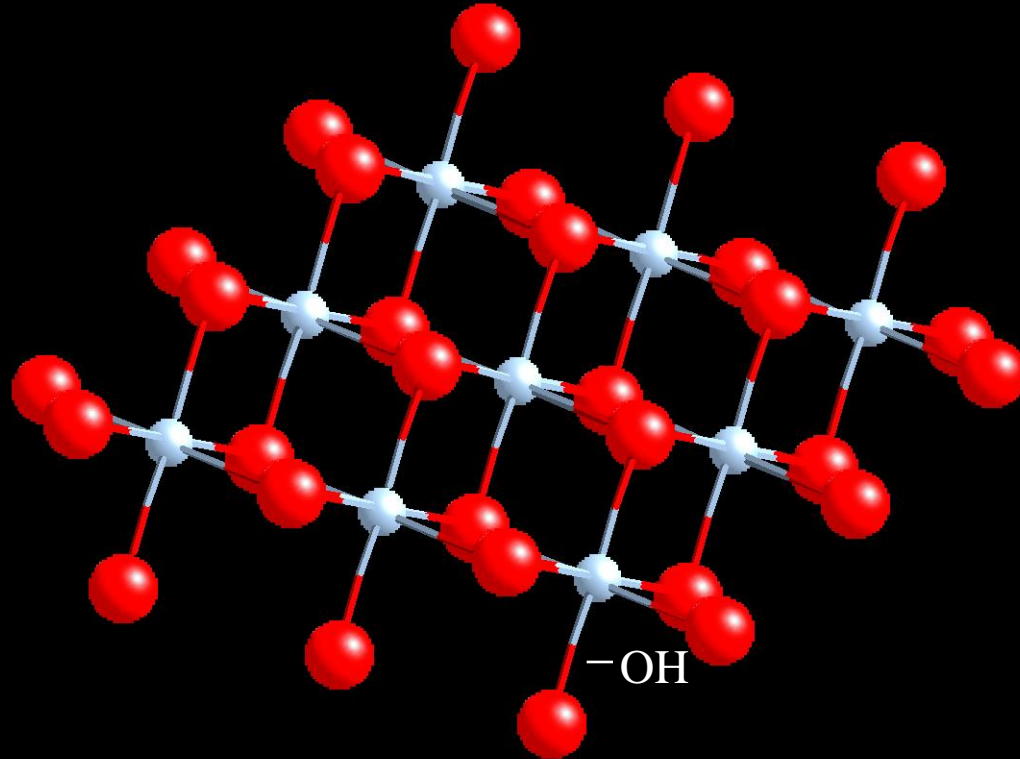
Temel Yapısal Birim



Alüminyum Okta-eder



Okta-eder Levha



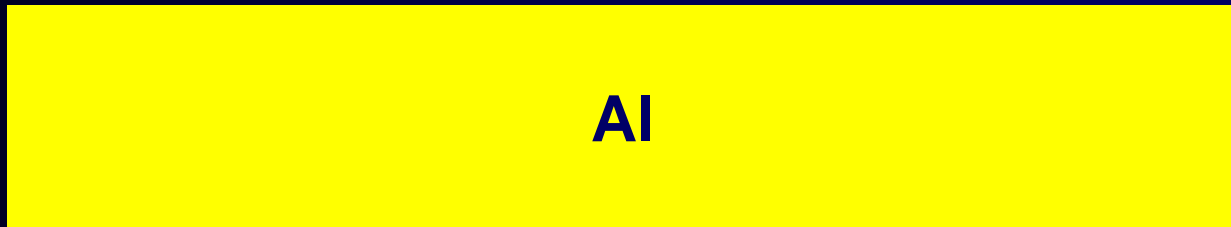
Oktaeder – Tetraeder Bağlantıları

“Oktaeder – Tetraeder” Bağlantıları

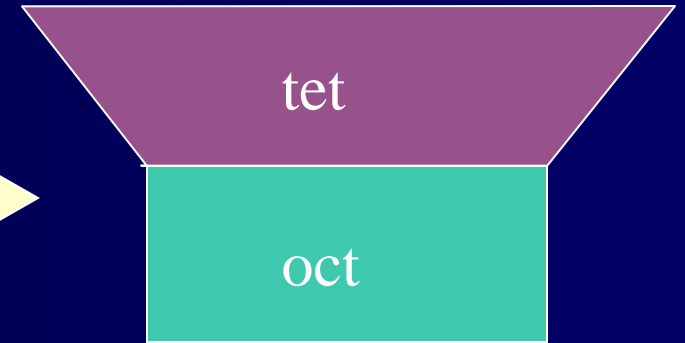
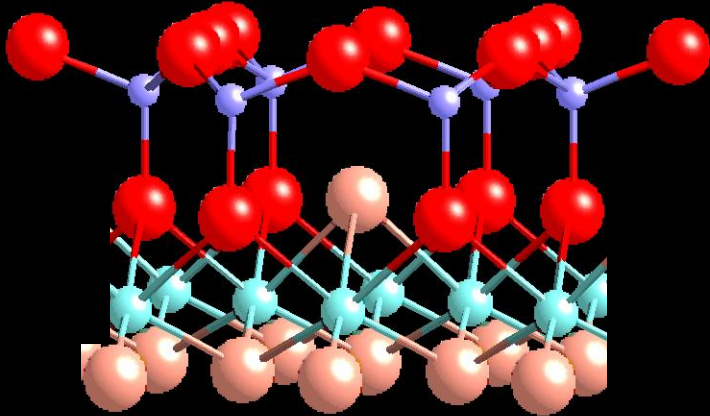
Daha kolay anlaşılır olması için,
silisyum “**tetra-eder levhası**” ile:

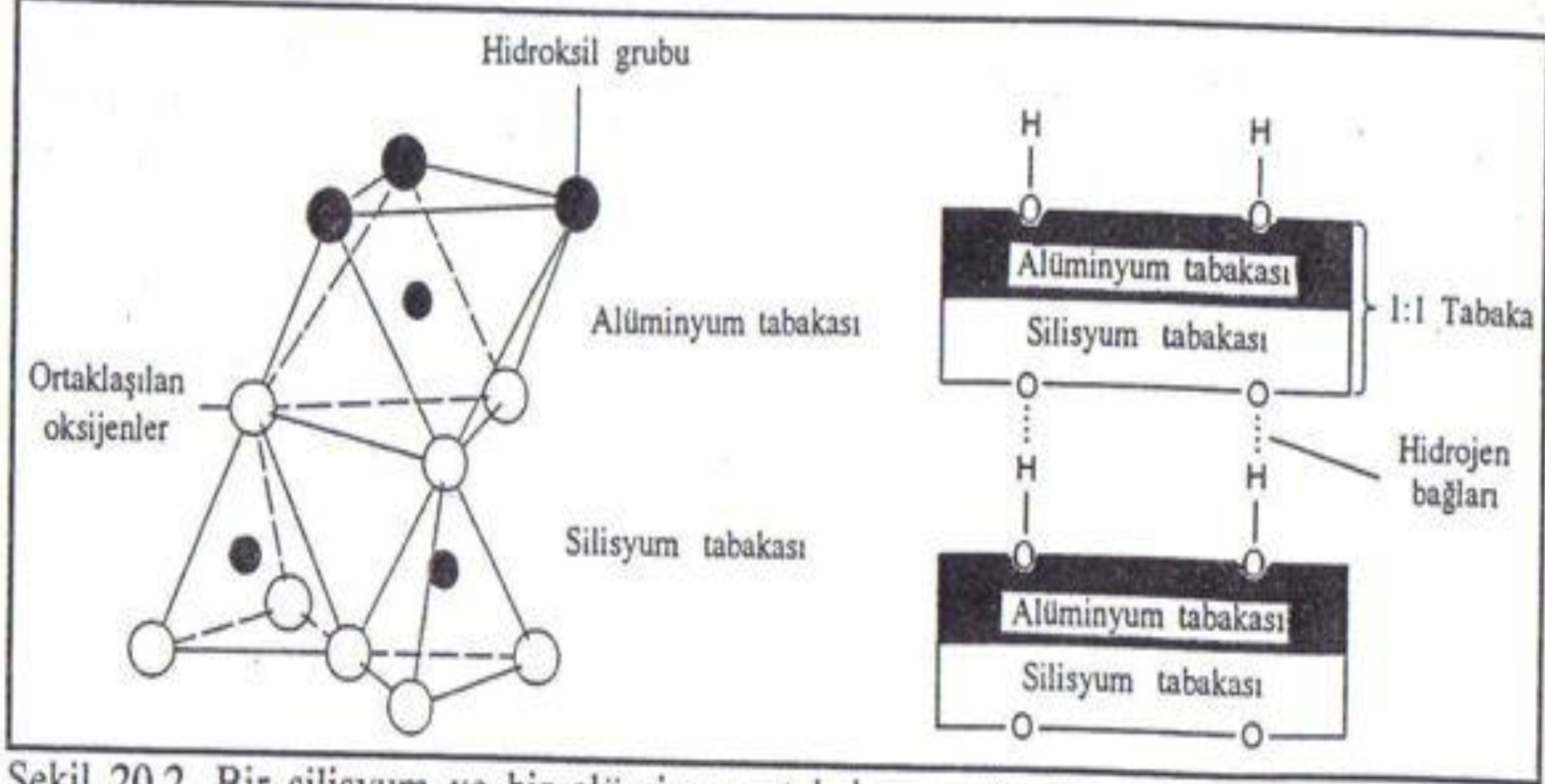


ve alüminyum “**okta-eder levhası**” da:



Kolay-çizim Simgeleri = Bloklar

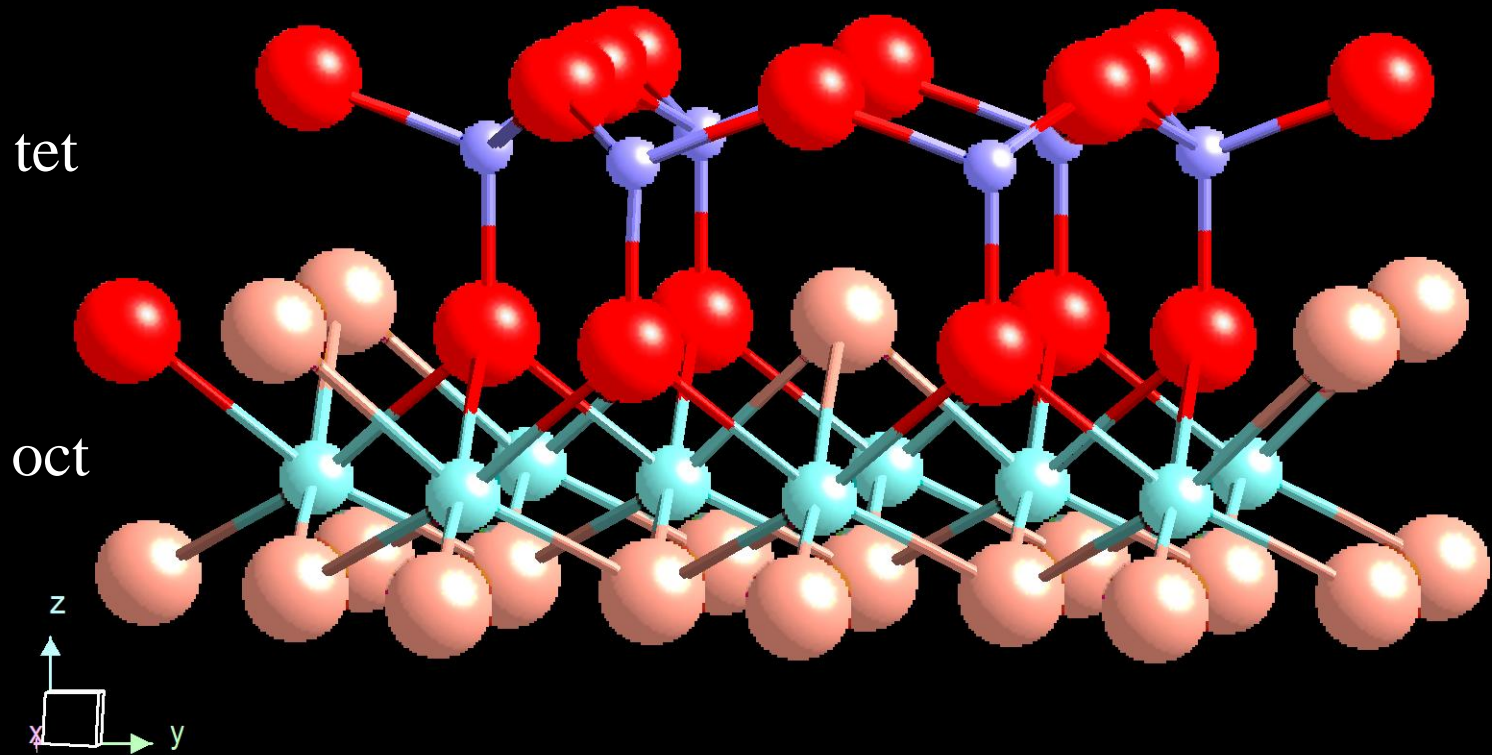


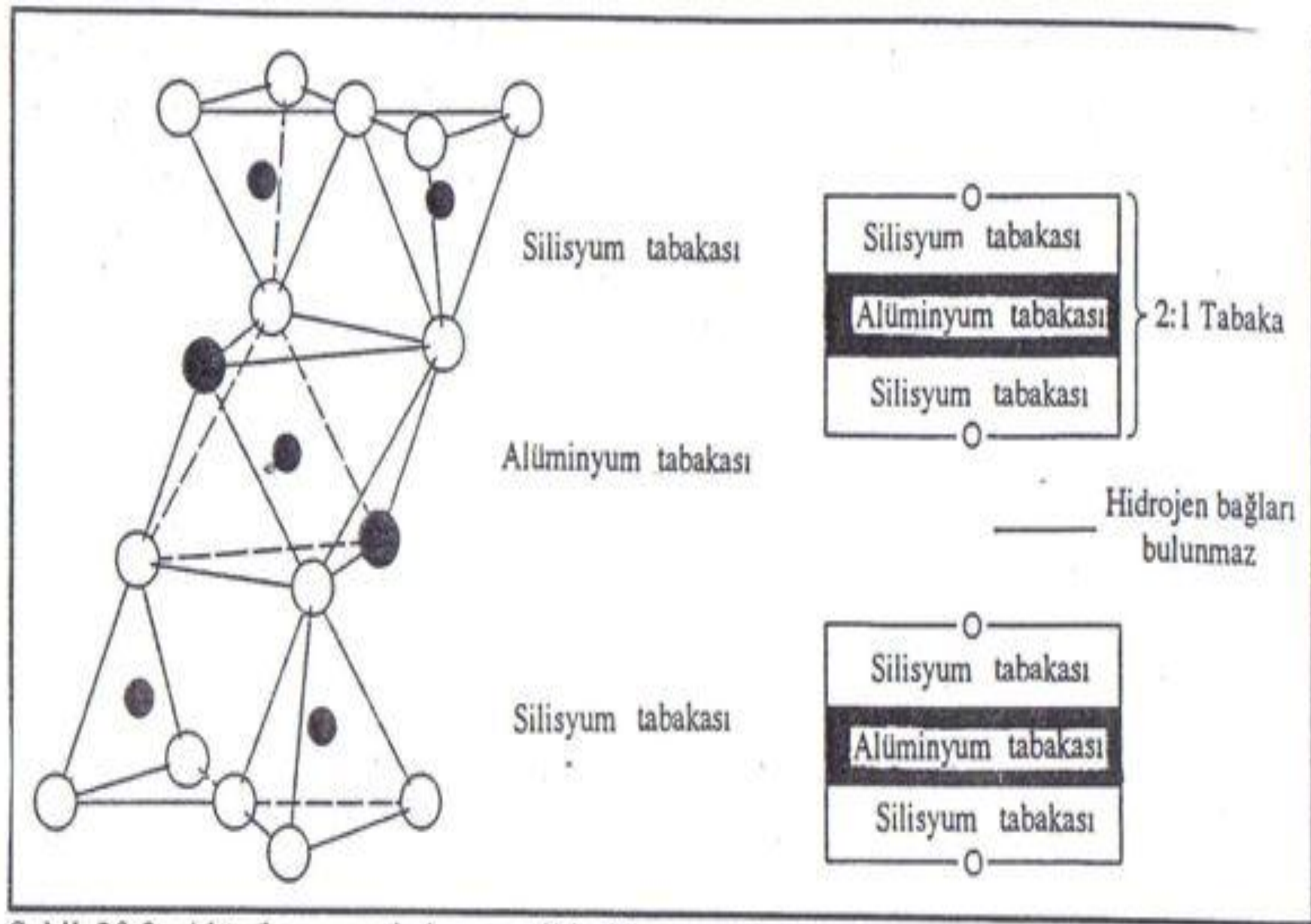


Şekil 20.2. Bir silisyum ve bir alüminyum tabakasının üst üste gelmesi ve oktahedron hidroksilleriyle tetrahedron oksijenlerinden bir sıranın ortaklaşarak bağlanmasıyla oluşan 1:1'lik kristal ünitelerine sahip kil örneği (Plaster 1985)

“Tetra-eder Levhası” Uç-noktalarındaki Oksijenler İle “Okta-eder Levhası” Hidroksillerinin Ortak Kullanımı

Serpentin (1:1 üçokta-eder mineral)

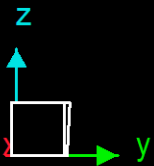
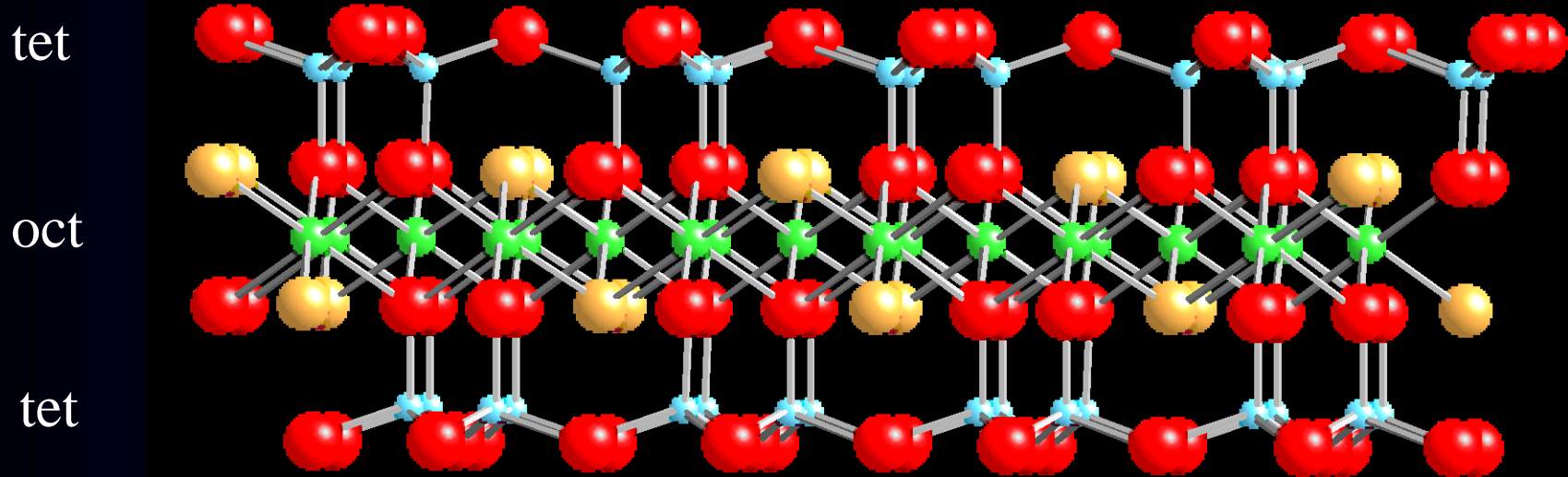




Şekil 20.3. Alüminyum tabakasının iki silisyum tabakası arasına girerek oluşturduğu 2:1 kristal ünitesinin diğer bir üniteyle gevşek O-O köprüsü aracılığıyla meydana getirdiği kil örneği (Plaster 1985)

“Tetra-eder Levhası” Uç-noktalarındaki Oksijenler İle iki “Okta-eder Levhası” Hidroksillerinin Ortak Kullanımı

Talk (2:1 üçokta-eder mineral)



Philosilikatlar, katman yükü yoktur

T:O
(sınıf)

trioctahedral = üçoktaeder

diocahedral = ikioktaeder

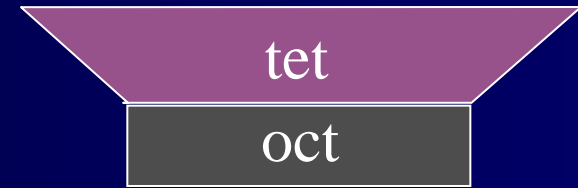
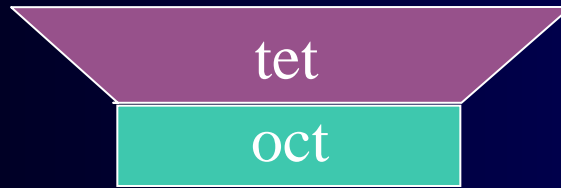
oktahedra



brucite = brusit

gibbsite = jipsit

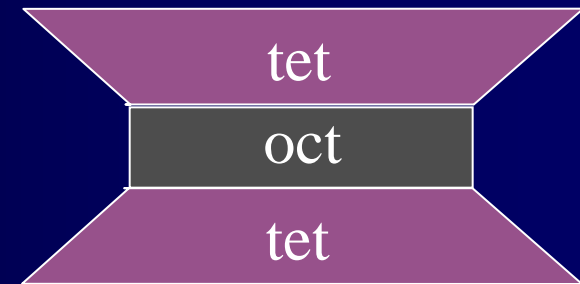
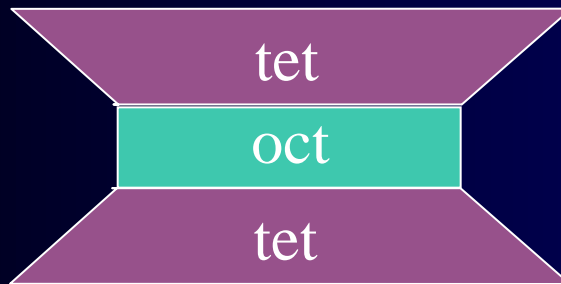
1:1



serpentine = serpentin

kaolinite = kaolinit

2:1



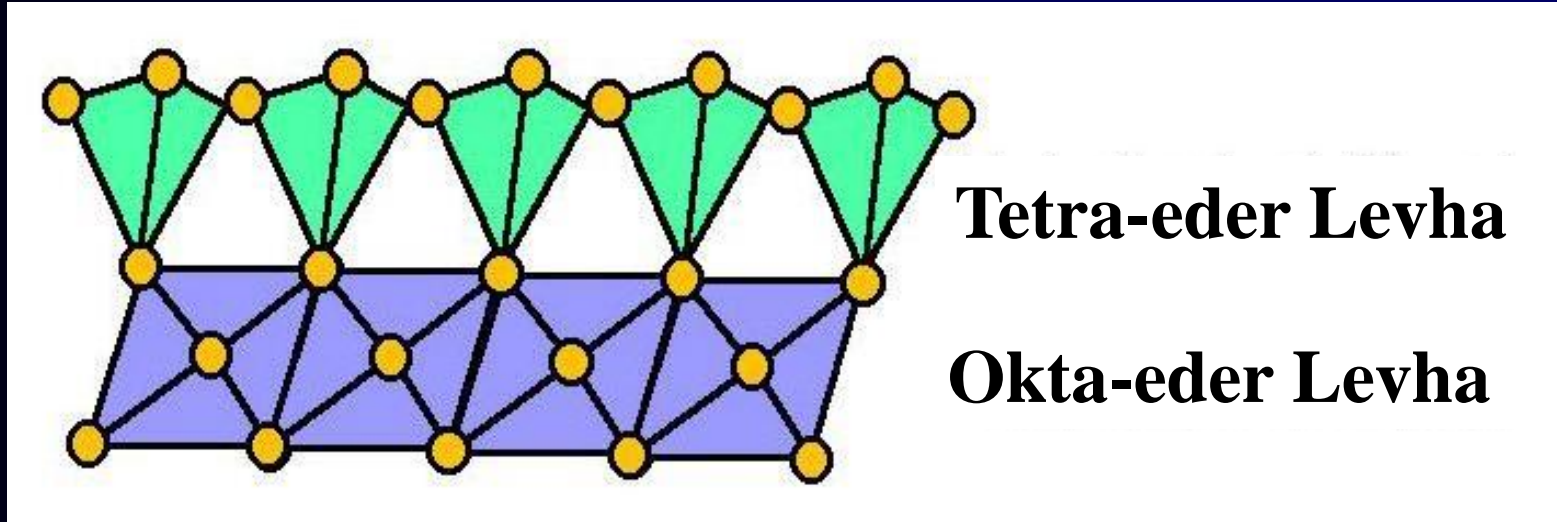
talc = talk

pyrophyllite = pirofillit

Farklı Kil Mineralleri

“Tetra-eder Levhaları” ve “Okta-eder Levhaları”
nın farklı kombinasyonları farklı kil minerallerini
meydana getirir:

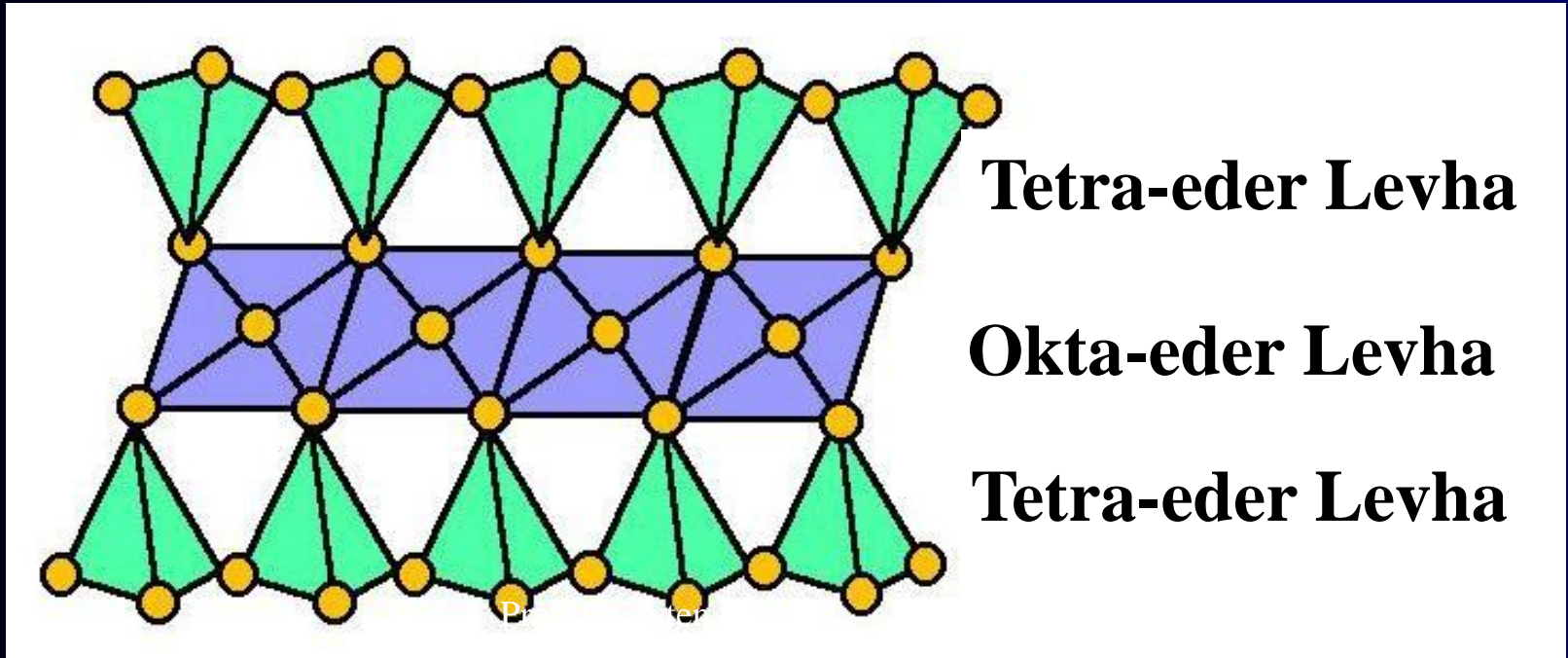
1:1 Kil Minerali (örneğin, kaolinit, halloysit):



Farklı Kil Mineralleri

“**Tetra-eder Levhaları**” ve “Okta-eder Levhaları”
nın farklı kombinasyonları farklı kil minerallerini
meydana getirir:

2:1 Kil Minerali (örneğin, montmorillonit, illit)



KİL MİNERALLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

I. Amorf olanlar:

- Allofon grubu

ALLOFONLAR:

- AMORF YAPILI (şekilsiz)
- YÜKSEK KDK SAHİP
- VOLKAN KÜLLERİNDEN OLUŞAN TOPRAKLARDA BULUNUR

KİL MİNERALLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

II. Kristalin olanlar :

A. İki tabakalı tipler 1:1 tipi

(levha yapılar bir silis tetraeder tabakası ile bir alüminyum oktaeder tabakası)

1. Eşboyutlu olanlar : Kaolin grubu kaolinit, dikit, nakrit.

2. Uzamış olanlar: Halloyisit grubu

B. Üç tabakalı tipler 2:1 tipi

(levhali yapılar 2 silis tetraeder tabakasıyla 1 adet merkezi dioktaedral veya trioktaedral tabakadan ibarettir

1. Genişleyen şebeke yapılı olanlar:

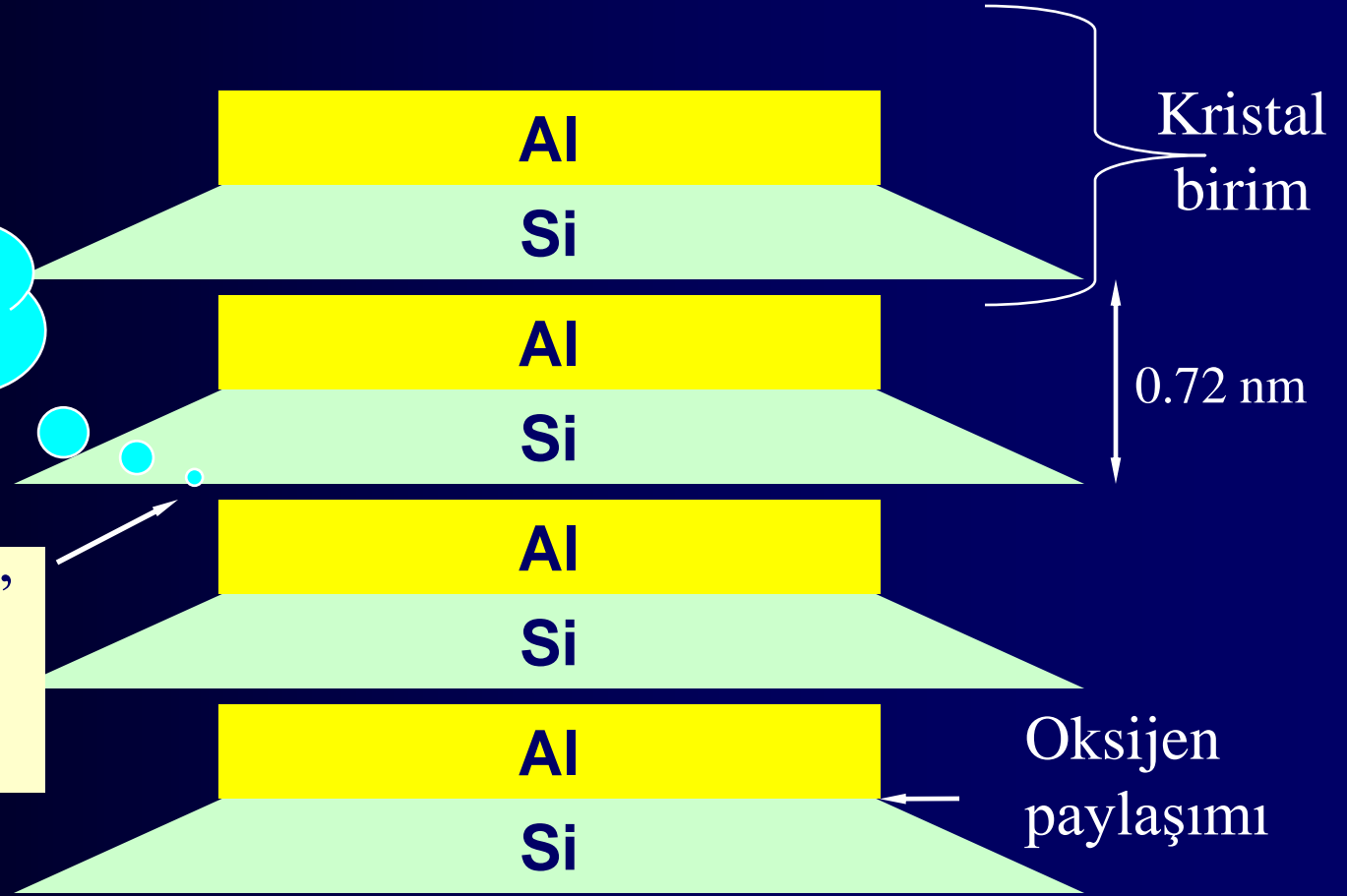
a) Eşboyutlu olanlar: Montmorillonit grubu: montmorillonit, sasonit, vb.

b) Uzamış olanlar: Montmorillonit grubu: montronit, saponit, hektorit.

2. Genişlemeyen şebeke yapılı olanlar:

o İllit grubu

Kaolinit



Genel olarak 70-100 levha

güçlü bir "H-bağı"
∴ kolaylıkla açılmaz

KAOLİN (Eş boyutlu/genişlemeyen):

- Sulu alüminyum silikatlardır.
- Bir oktahedral tabakaya bağlı bir tetrahedral tabakadan oluşur. (1:1 tipi tabakalı silikatlar)
- Granit kayalardan elde edilen bir kil türüdür.
- **Kaolinit** kaolin mineralleri arasında en yaygın bulunanıdır.
- Hidrojen Köprüsü
- KDK küçük (3-15 me/100 g)
- Kaolinit **şişmeyen** bir mineraldir.

Kaolinit

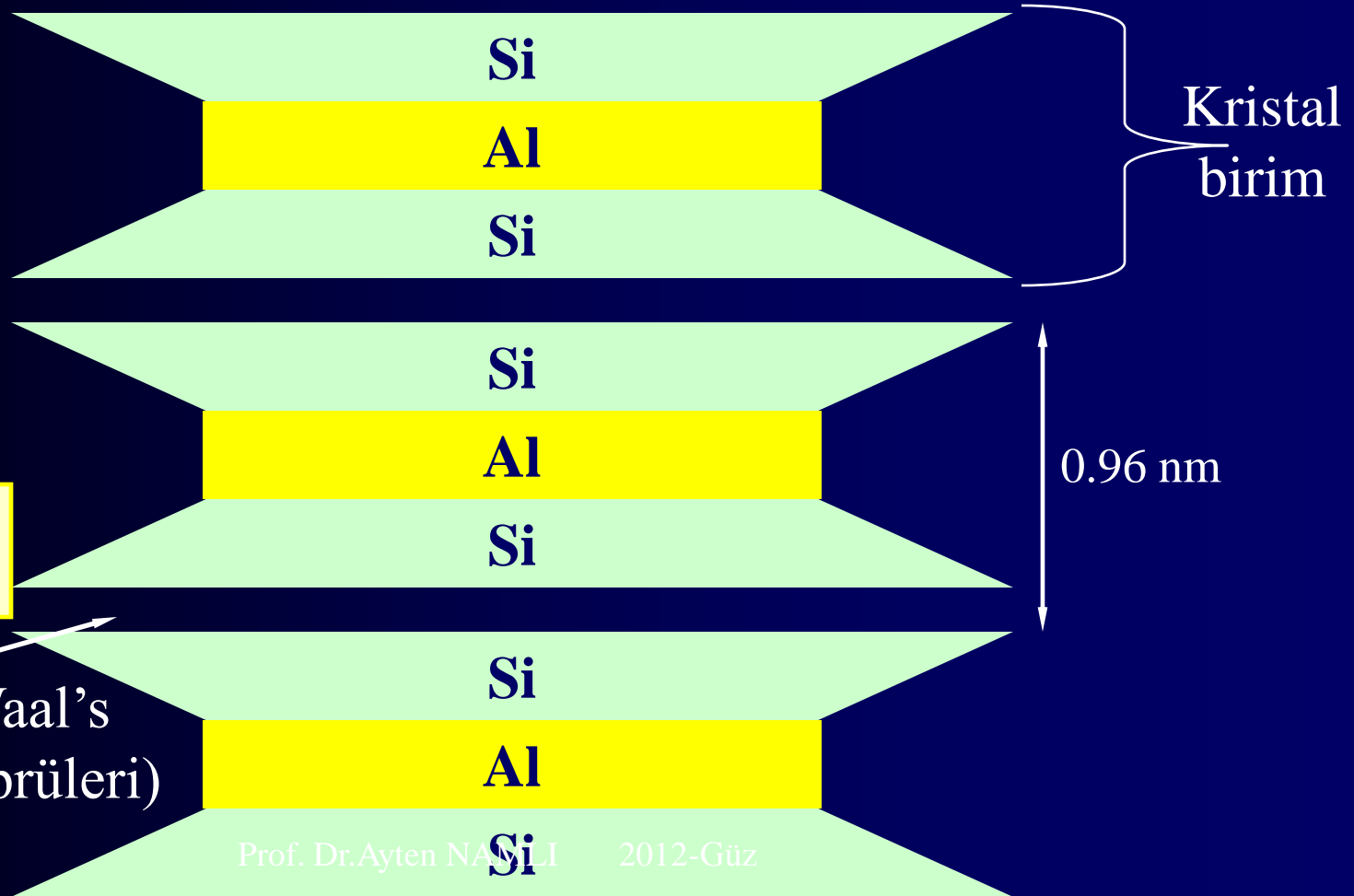
- Seramik, porselen, boyalarda, kağıt ve çömlekçilikte plastik eşya, yapay kauçuk, ilaç, gübre, mürekkep ve kozmetik ürünlerin yapımında kullanılır.
- $(\text{OH})_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}$

Halloysit

- kaolinit ailesi; sulu ve çubuk yapıllı kil mineralleri
- $(\text{OH})_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Montmorillonit

- smektit olarak da adlandırılır; su ile temasta genişler



Montmorillonit (genişleyen)

- Montmorillonit 2:1 tabaka yapısına sahiptir.
- Bu grup; propillit, talk, vermikulit, sakonit, saponit, nontronit ve montmorilloniti kapsayan bir çok mineralden oluşur.
- Tetrahedrallerin tümü Si^{4+} iyonu içerir.
- Ancak oktahedrallerin sekizde biri Al^{3+} iyonu yerine Mg^{2+} iyonu içermektedir.
- Su ile temas ettiğinde, su tabakalar arası boşluğa girer ve kil şişer (gevşek O-O köprüsü)
- Yüksek plastiklik ve kohezyon
- Montmorillonit; su ve iyon adsorbsiyonu için büyük yüzey alanına sahip.
- Bu nedenle çok yüksek katyon değiştirme kapasitesi (80-120 me/100 g).

Montmorillonit

- Yüksek derecede tepkisel (şişebilen) bir kil mineralidir
- $(OH)_4Al_4Si_8O_{20} \cdot nH_2O$

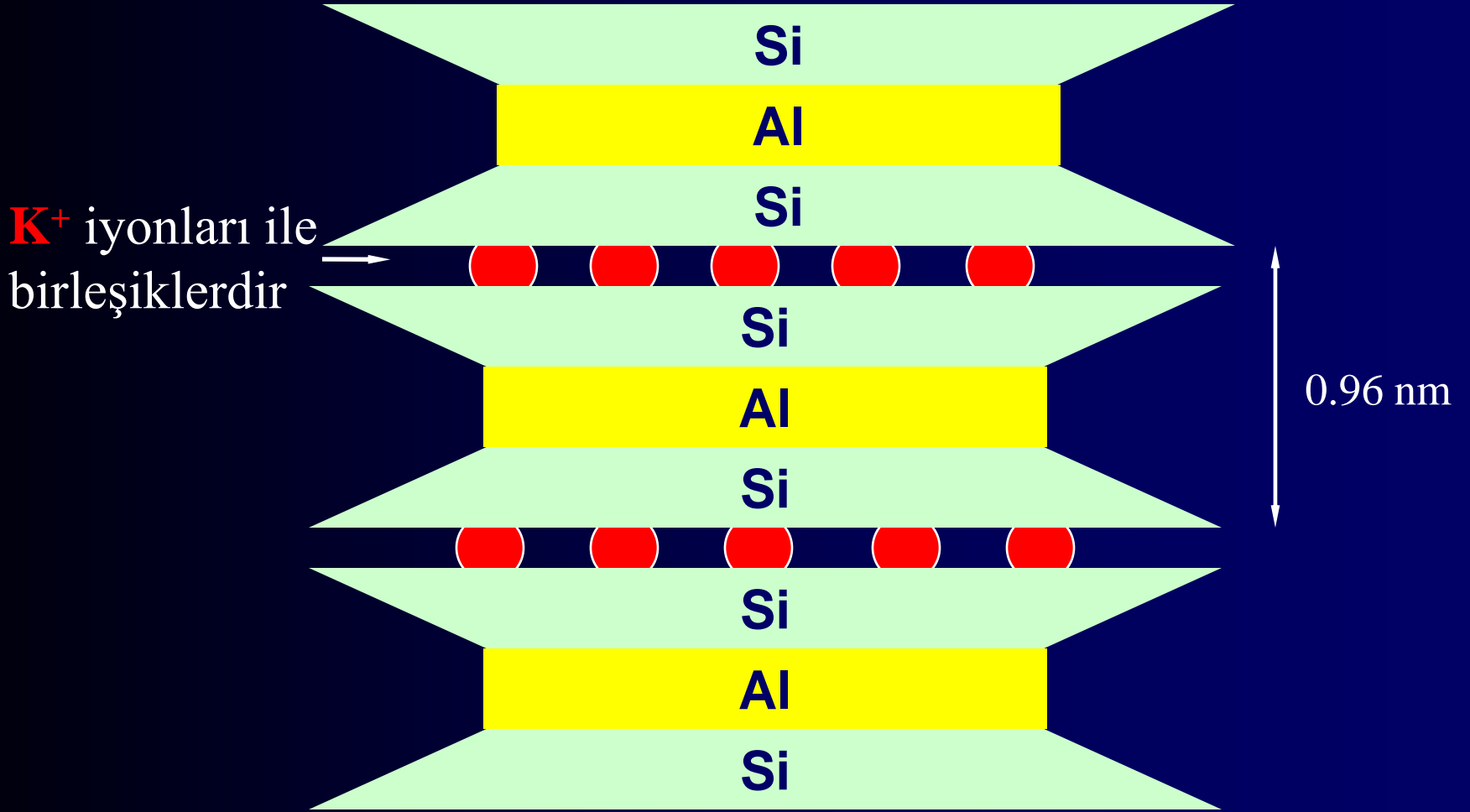
Su ile temasta şişer-genişler

aşırı su çekim eğilimi

Bentonit

- montmorillonit ailesi
- sızıntıları önlemek için, delgi çamuru olarak veya hendek duvar sıvalarında başarıyla kullanılırlar

İllit

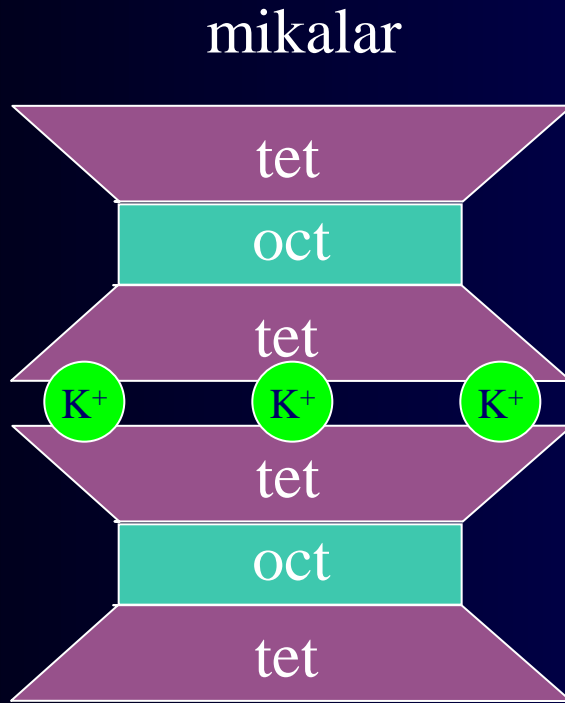


K⁺ iyonları büyüklüğü Si-tetra-eder levhalarındaki hegzagonal boşlulara tamamiyle uygundur

İLLİT (genişlemeyen)

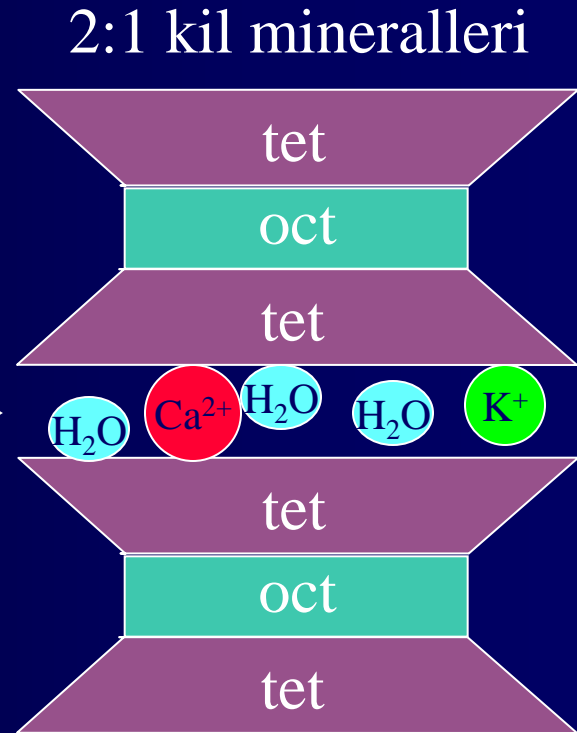
- İllit minerallerinin yapı özellikleri genellikle mika minerallerinin yapısına benzer.
- Bu yapılar, smektit grubunda olduğu gibi iki silis tetrahedra tabakası arasında yer alan Aluminyum oktahedraları şeklindedir (2:1).
- **Potasyum** iyonlarının birim tabakaları arasında köprü vazifesi görmesi ve bunları bağlamalarından dolayı genişlemezler.
- **Kristal üniteleri arasına K katyonu** yerleşebilir
- Muskovit ve Biotitten oluşur

İnce-tabakalı silikatlar: yüklü 2:1 levhaları



Her bir formül biriminde
1 birim (-) levha yükü

Prof. Dr.Ayten NAMLI



Her bir formül biriminde
< 1 birim (-) levha yükü

2012-Güz

Diğerleri...

Klorit

- Bir 2:1:1 (???) minerali
- Si Al Al veya Mg

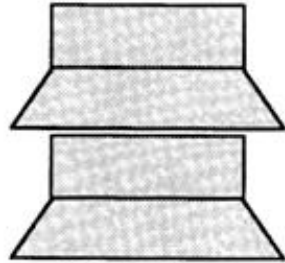
Vermiculit

montmorillonit ailesi; kristal üniteler arasında 2 molekül su, Muskovit ve biyotit katmanları arasındaki K yerine Mg geçer, **İzolasyon materyali** olarak kullanılır

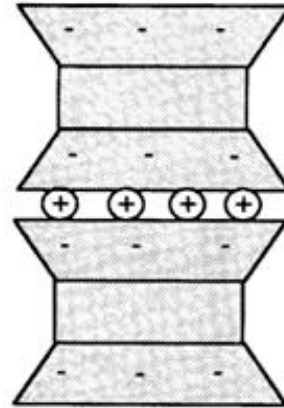
Attapulgit

- zincir yapılı (levhasız); iğne benzeri bir görünüm

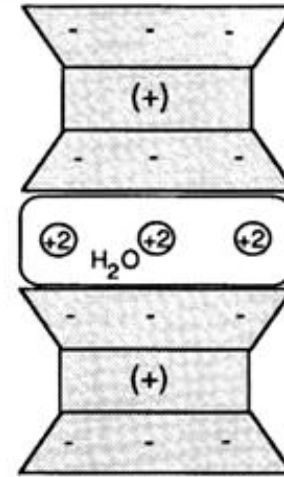
Özet



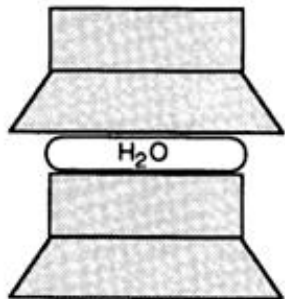
KAOLİNİT



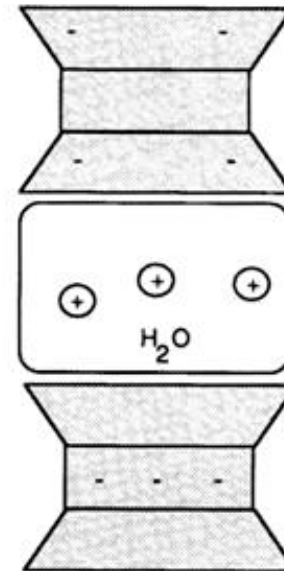
İLLİT



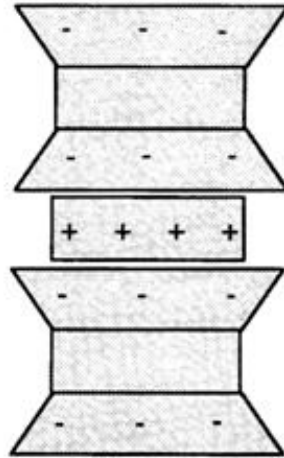
VERMİKULİT



HALLOYSİT

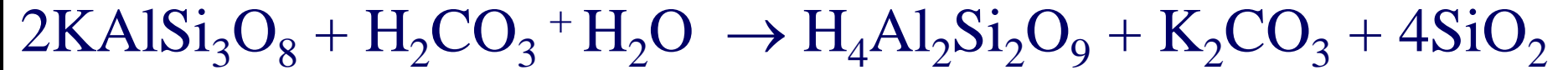


SMEKTİT



KLORİT

Silikat Killerinin Oluşmaları

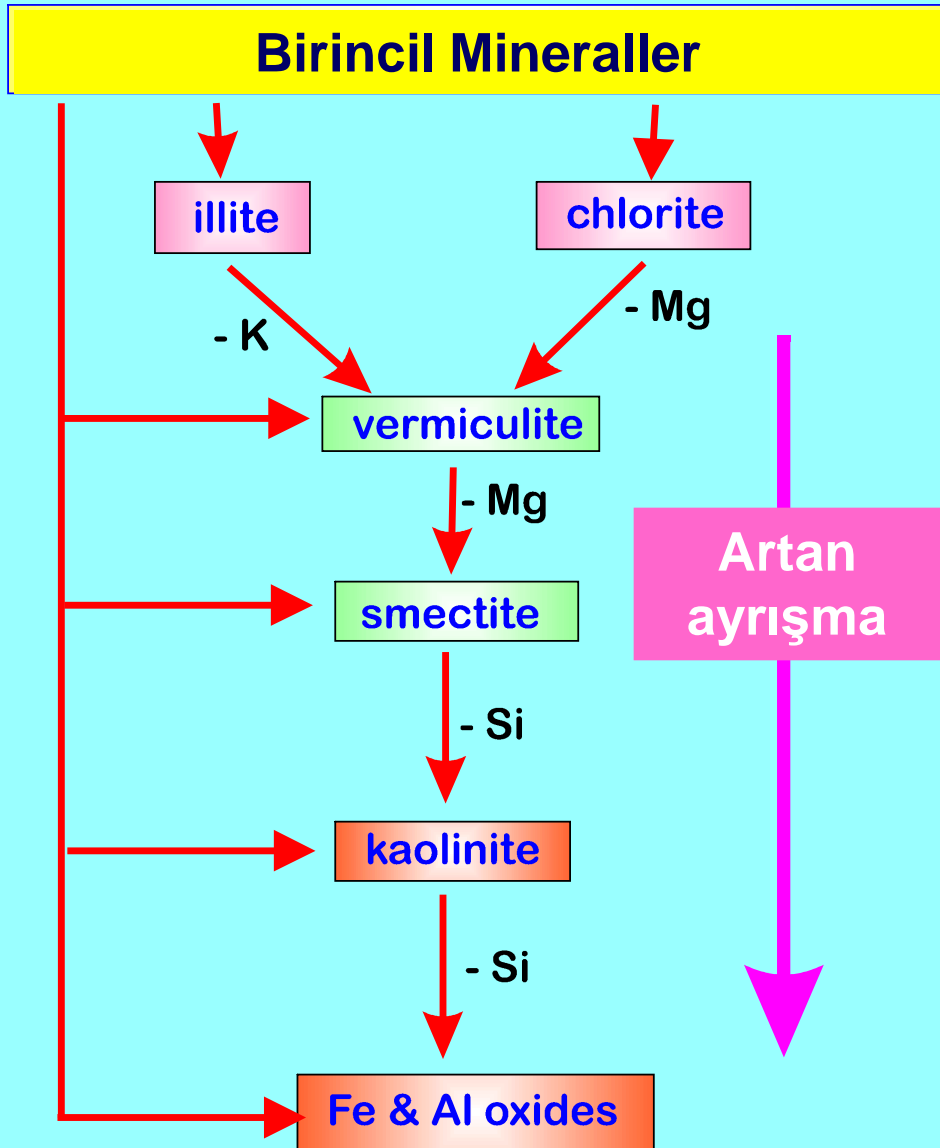


┌──────────┐
│ │
└──────────┘
↓
Mikroclin

┌──────────┐
│ │
└──────────┘
↓
Hidrate silikat

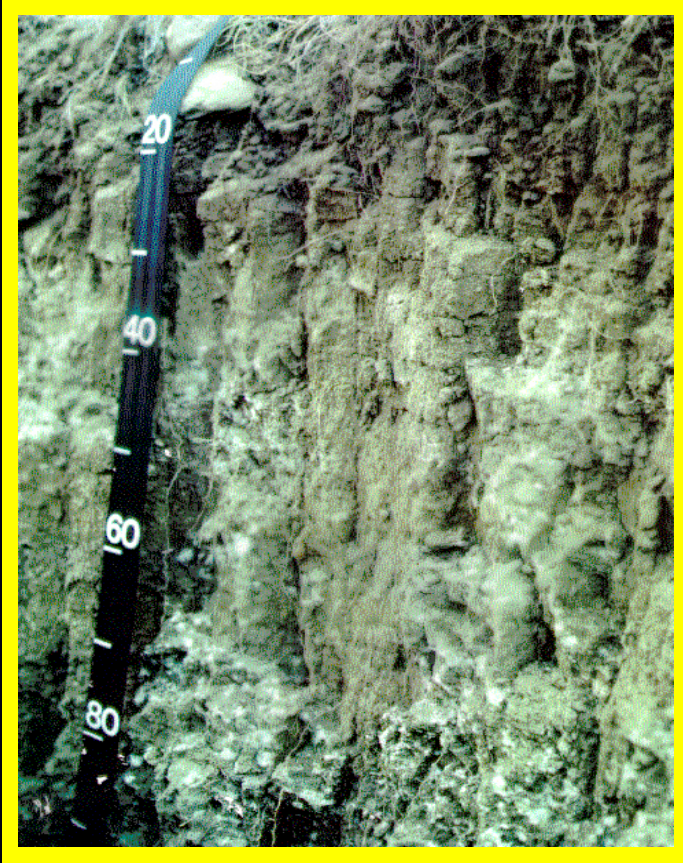
┌──────────┐
│ │
└──────────┘
 ↓
 Çözünebilir
 karbonat

Killerin Ayrışması



Smektit Toprak

Demir ve Al-oksitçe Zengin Toprak



Vertisol



Oxisol

Kil mineralojisi ayrışma süreçlerini yansıtır

Mikalar → Vermikulit → Smektit → Kaolinit → Al,Fe-Oksitler

Genç, az ayrılmış topraklar

= ince-taneli mika, klorit, vermikulit

(Entisol, Inceptisol)

Orta derecede ayrışma

= vermikulit, smektit, kaolinit

(Mollisol, Alfisol, Ultisol)

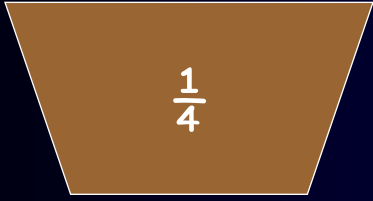
Yüksek derecede ayrışma

= kaolinit, hidrate oksitler

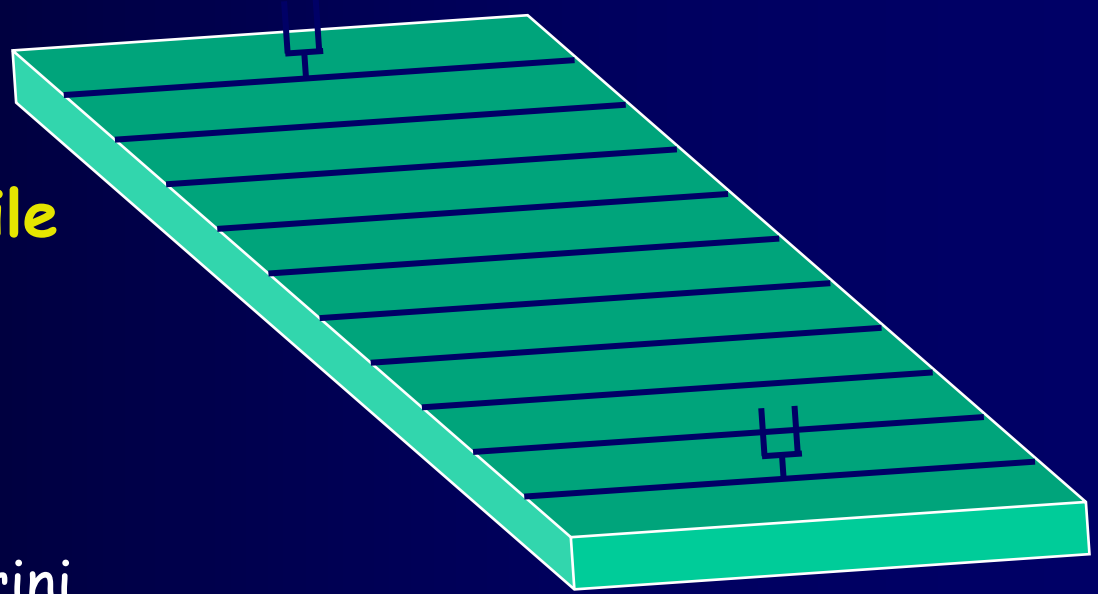
(Ultisol--> Oxisol)



Kaolin ve Oksitçe Zengin Ultisol



Kilden yapılmış bir kabın $\frac{1}{4}$ ü bir futbol sahasından daha fazla yüzey alanına sahiptir.



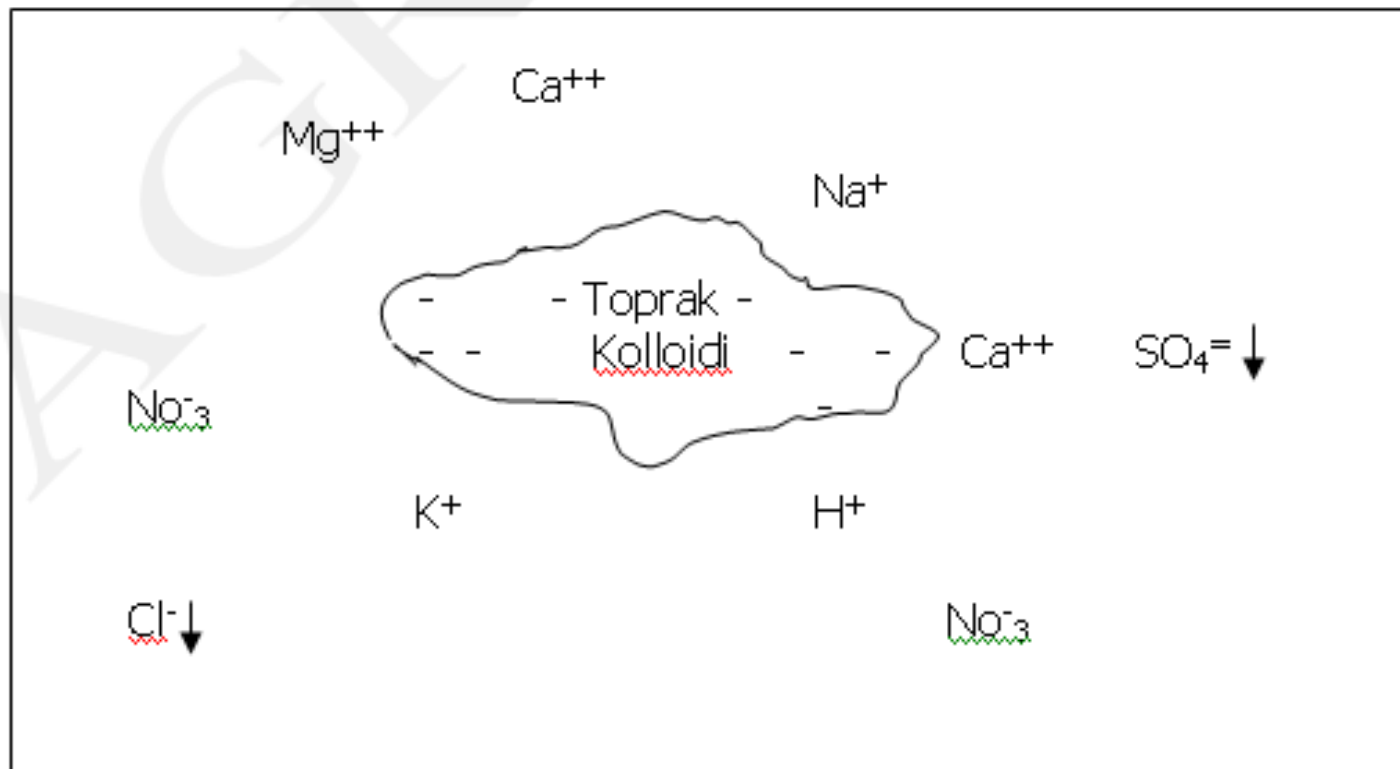
Geniş yüzey alanının kile sağladığı avantajlar;

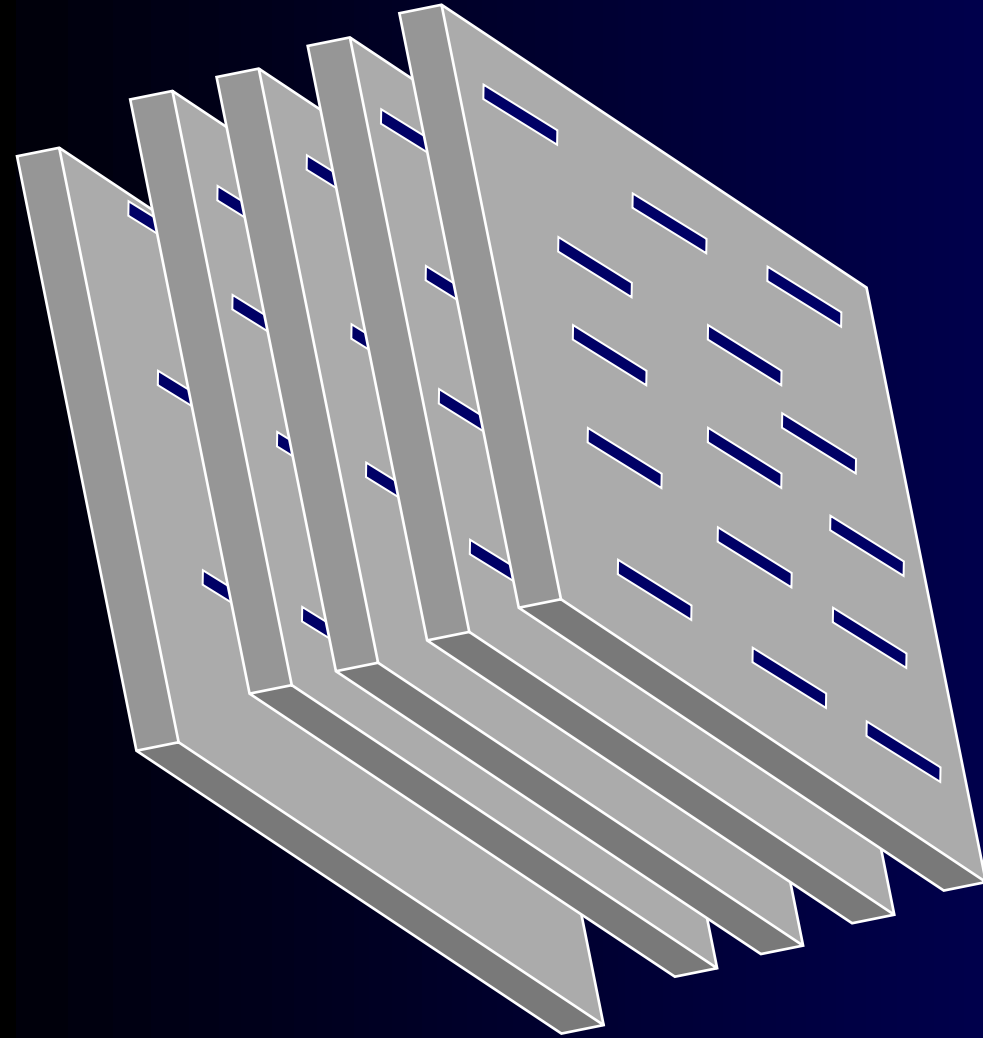
- Fazla su adsorbe eder
- Besin maddelerini tutar
- Diğer toprak partiküllerini yapıştırır

SİLİKAT KİLLERİNİN FİZİKSEL ÖZELİKLERİ

- PLASTİKLİK
- ÇATLAMA VE KOHEZYON
 - ŞİŞME
- KÜMELEŞME

KİL KOLLOİDLERİ, KATYONLAR VE ANYONLARIN HAREKETLERİNİN ŞEMATİK OLARAK GÖSTERİLMESİ





Kil tanecikleri kağıt destesi gibi tabakalar halinde yığılırlar.

Her bir kil levhası negatif yüke sahiptir.

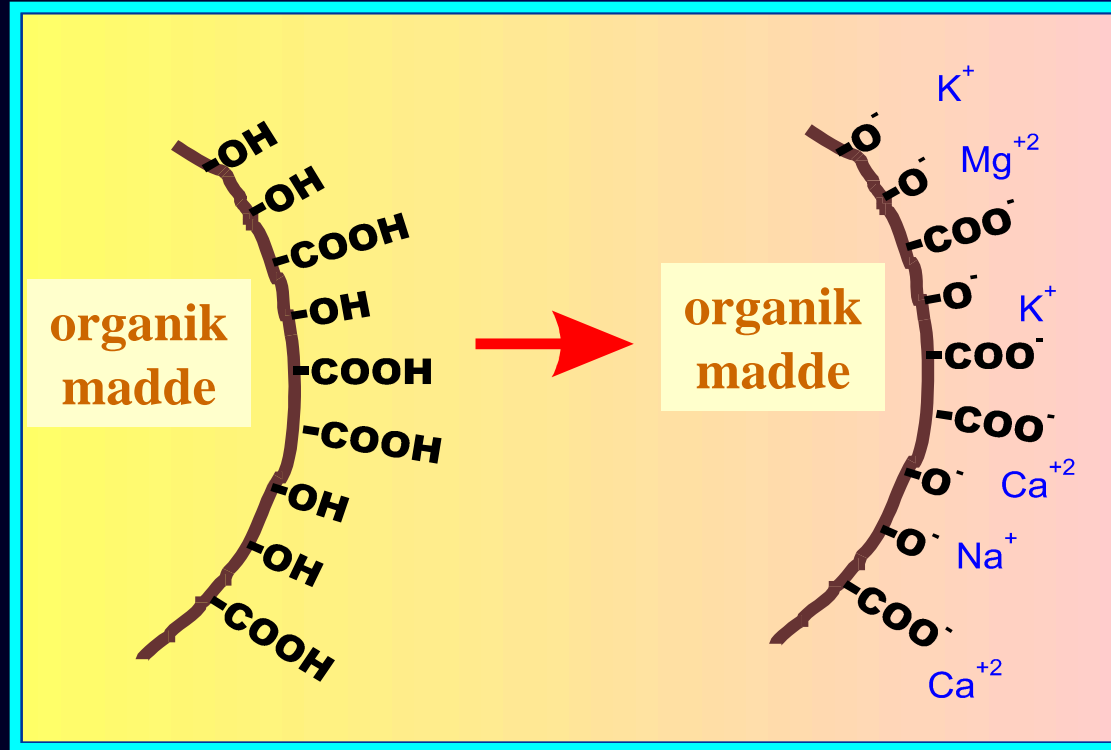
Negatif yükler pozitif yüklü katyonlarla dengede olmalıdır.

← $1/20,000$ →

2. Organik Toprak Kolloidleri

- Toprak organik maddesi; canlı, cansız yada çürümüş (dekompoze) olan tüm organik maddeleri içeren bir terimdir.
- Tamamen çürümüş organik yapılar **HUMUS** olarak adlandırılır.
- En iyi humus kaynağı dekompoze olmuş bitki yada kompost materyalleridir.

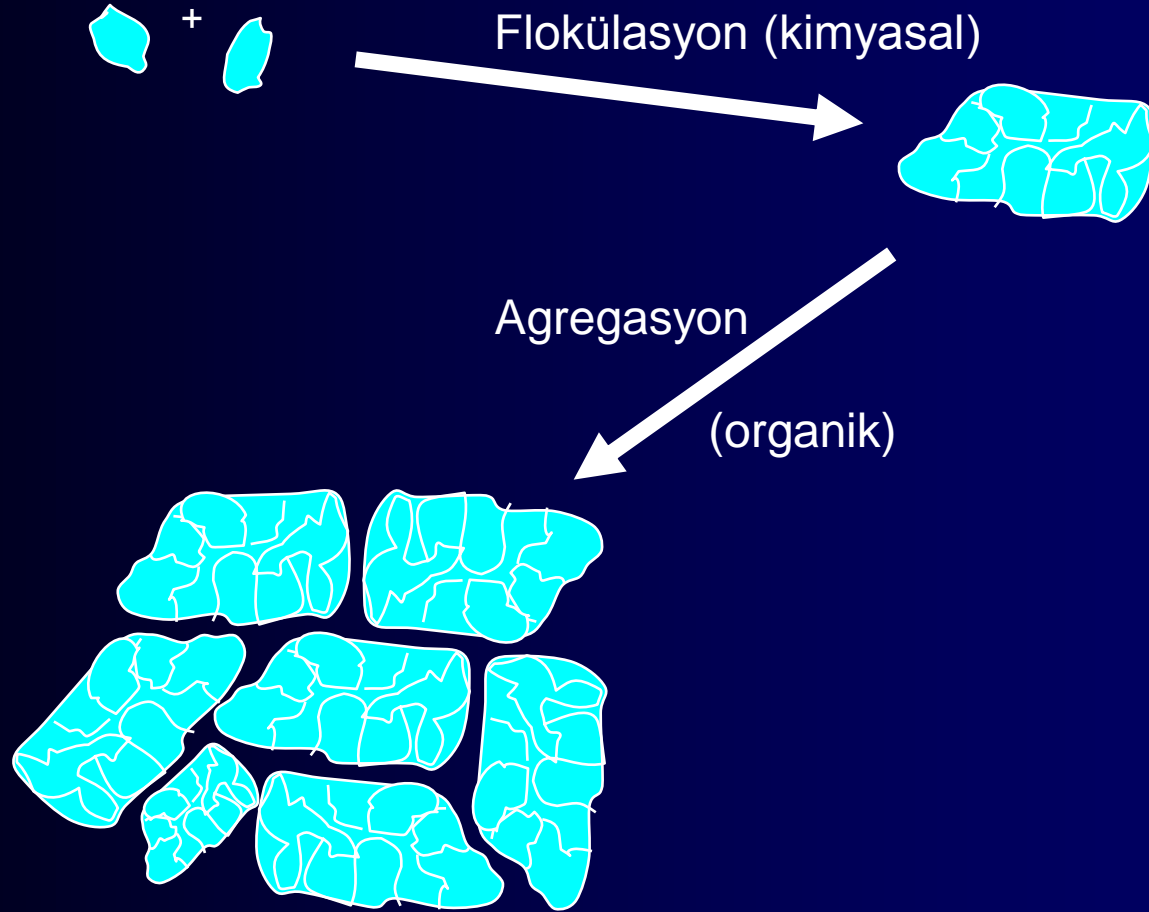
Organik Madde



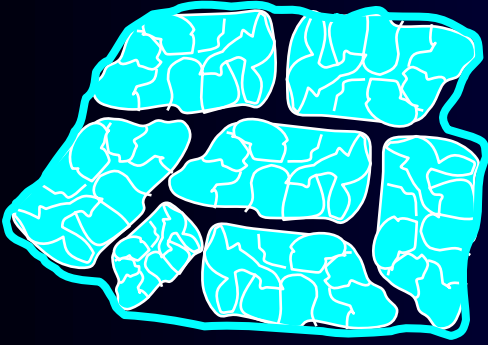
- tepkisel fonksiyonel gruplar: karboksil, hidroksil, fenolik

* Humus, Humik Asid, Fulvik Asid

Kümeleşme (Flokülasyon ve Agregasyon)



Organik Madde Destekli Kümeleşme



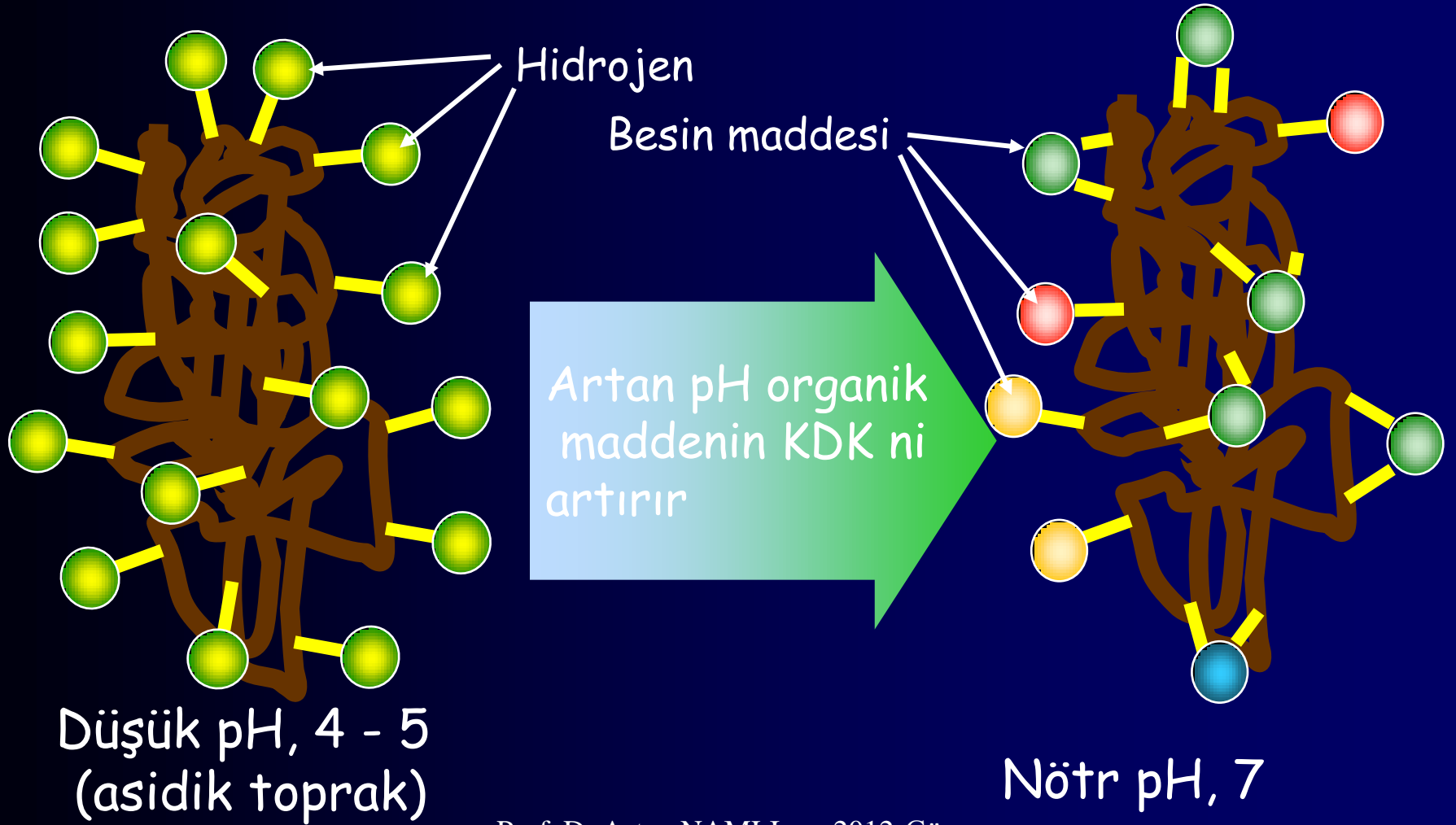
Toprak organik maddesinin fraksiyonlanması



Organik maddenin toprak özelliklerine etkisi

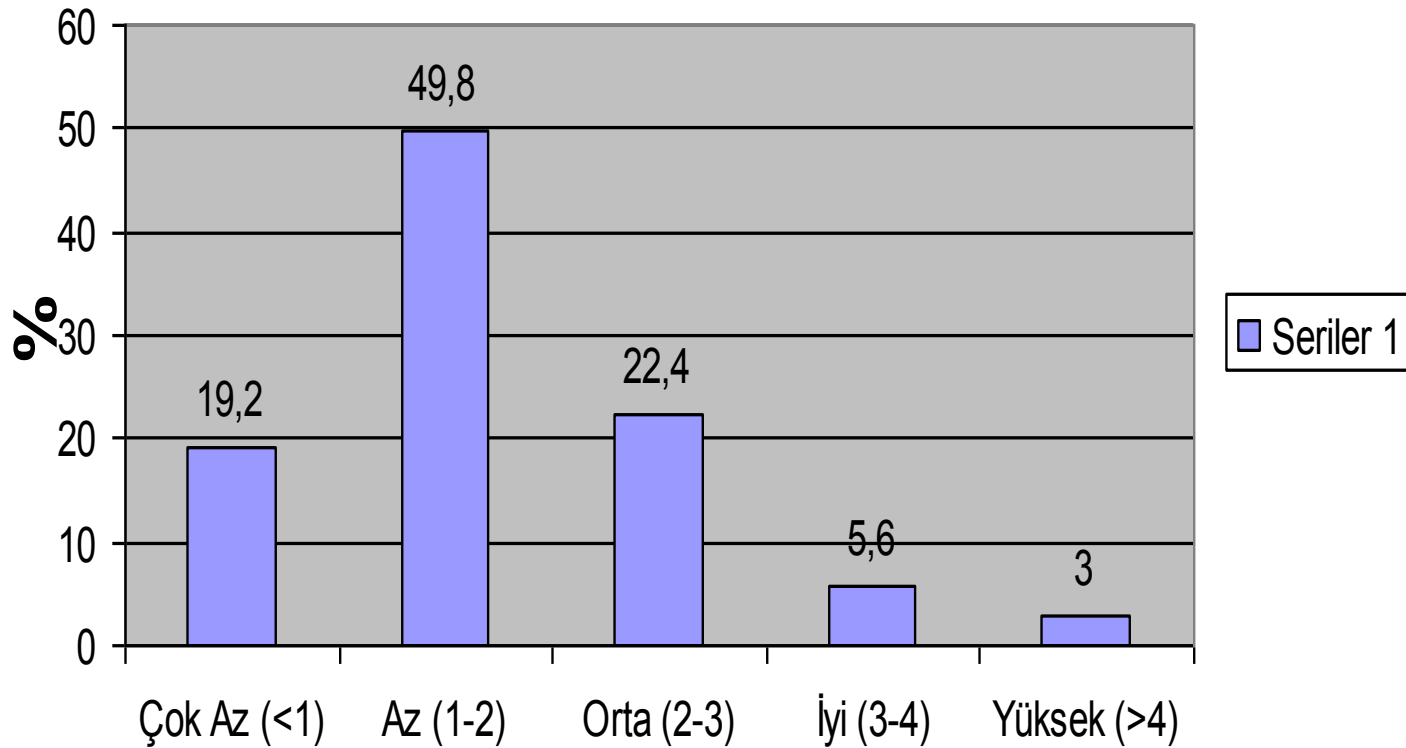
- ✓ Organik madde kendi ağırlınının 3-5 katı su tutma özelliğine sahiptir ve **toprakların su tutma kapasitelerini arttırır**
- ✓ Özellikle ağır topraklarda, havalanmayı düzenler ve daha iyi bir yapı ve tav durumu hazırlar
- ✓ Toprakta **kümeleşmeyi (agregatlaşma) sağlayarak**, iyi bir toprak yapısı ve tav durumu oluşturur
- ✓ İnfiltrasyonu (geçirgenlik) artırarak **yüzey akış kayıplarını azaltması**, su ve rüzgar erozyonu kayıplarının normal düzeye inmesinde de büyük rol oynamaktadır
- ✓ **Toprak pH'sını olumlu şekilde etkiler**

- ✓ Humin maddeler koyu renklidir ve güneş ışınlarını daha iyi absorbe ederler. Böylece toprakların daha çabuk ve iyi ısınmalarını sağlarlar. Organik maddece varsıl topraklar ilkbaharda erken ısınacakları için vejetasyon periyodu da uzamış olur
- ✓ Organik maddenin KDK'sının yüksek oluşu, kapsadıkları karboksil (COOH) ve fenolik hidroksil (OH) guruplarındandır ve topraklarda bbm'nin yıkanarak uzaklaşmalarına engel olur
- ✓ Tarım ilaçlarının adsorpsiyonuna veya deaktivasyonuna yada her ikisinde de etkilidir
- ✓ Bitki besin maddesi kaynağı olarak görev yapar ve bitki besin maddelerinin yararlılıklarını artırır.



Türkiye topraklarının çok büyük bir çoğunluğunun organik madde kapsamı tarımsal üretimden en yüksek verimin alınmasını engelleyecek düzeydedir.

Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu



- Topraklarımızın organik madde düzeyi tarımsal üretimi sınırlayıcı en önemli faktördür.
- Türkiye'nin toprak yönetimi açısından en önemli sorunlarının başında toprak organik madde seviyesinin yükseltilmesi gelmektedir.
- Uzun vadeli stratejik planlamalarda buna önem verilmezse, Türk tarımı büyük sorunlar ile karşı karşıya gelecektir

OM KAYNAKLARI

•Toprakta organik madde yetersizliğini en yaygın giderme yolu; toprağa ahır ve işletme gübrelere ilavesidir.

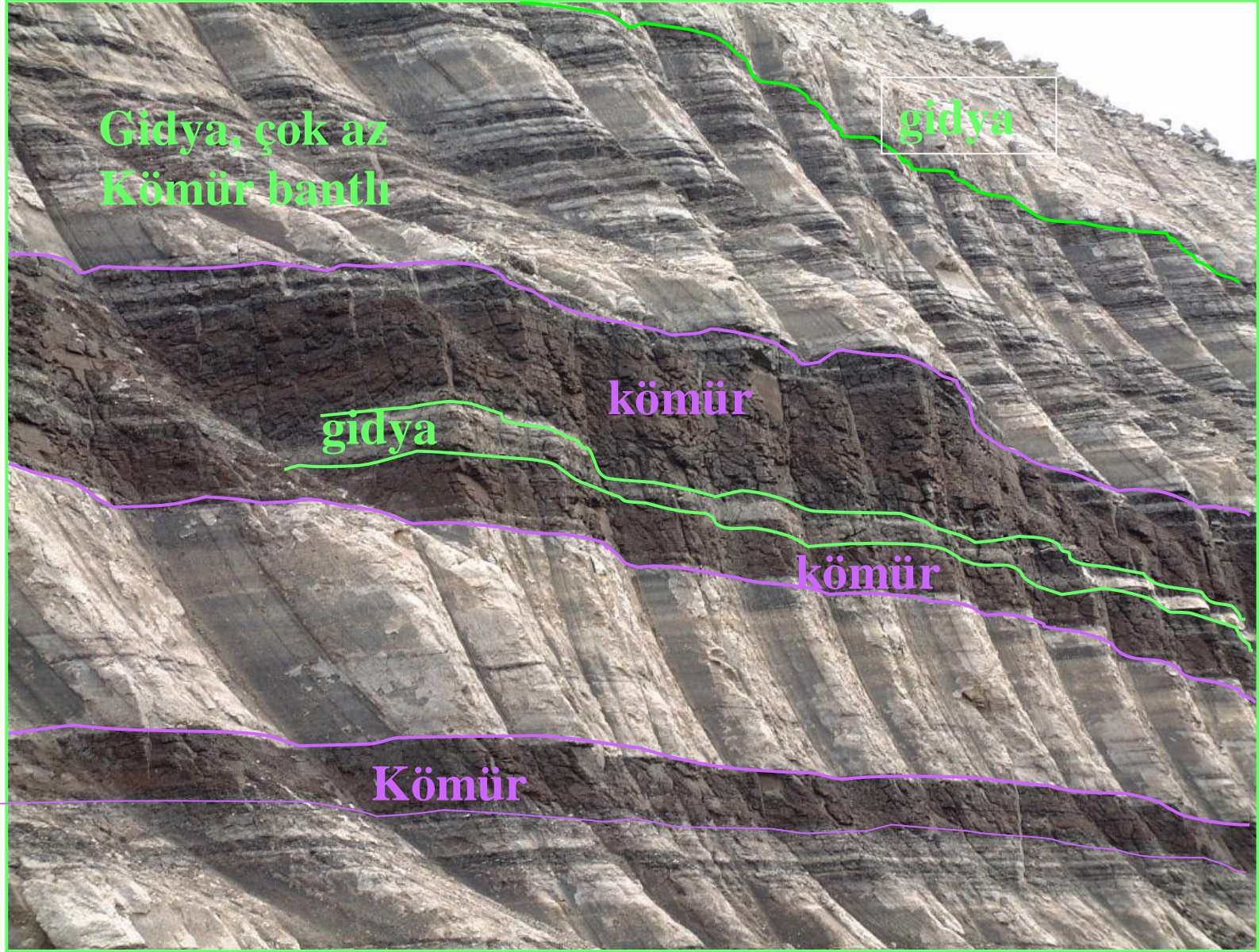
•Fakat bunlar bir yandan pahalı iken, diğer yandan miktarları da yetersiz olup, her zaman her yerde bulunamamaktadırlar.

•Bu nedenle bu açığı giderecek çeşitli organik kökenli materyaller günümüzde kullanılmaktadır.

•Bu materyallerden biri olarak da

GİDYA (HAM LİNYİT) , LEONARDİT ve HUMAT

sayılabilir.



Gidya, çok az
Kömür banlı

gidya

gidya

kömür

kömür

Kömür





Humus

- Humus kilerinkine benzer kolloidal yapıya sahiptir. Ancak kilden farklılıkları vardır.
- Kompleks humus miseli, Al, Si, oksijen yerine C, H, O den oluşmuştur.
- Humusun KDK momtmorillonitten fazladır.
- Humus miseli kristalin yapıda değildir.

KATYON DEĞİŞİM KAPASİTESİ

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

Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

değişebilir katyonlar olarak bilinirler

- toprak çözeltisinden **katyonları** çekme – alma kapasitesi (örneğin, kil mineralleri net negatif yüklerinin bir ölçüsüdür)
- **meq/100g** biriminde ölçülür (100 g kilin içerdiği 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⁺ 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 doygunluk 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.

Katyon değişim kapasitesine toprak tekstürü ve organik madde miktarının etkisi

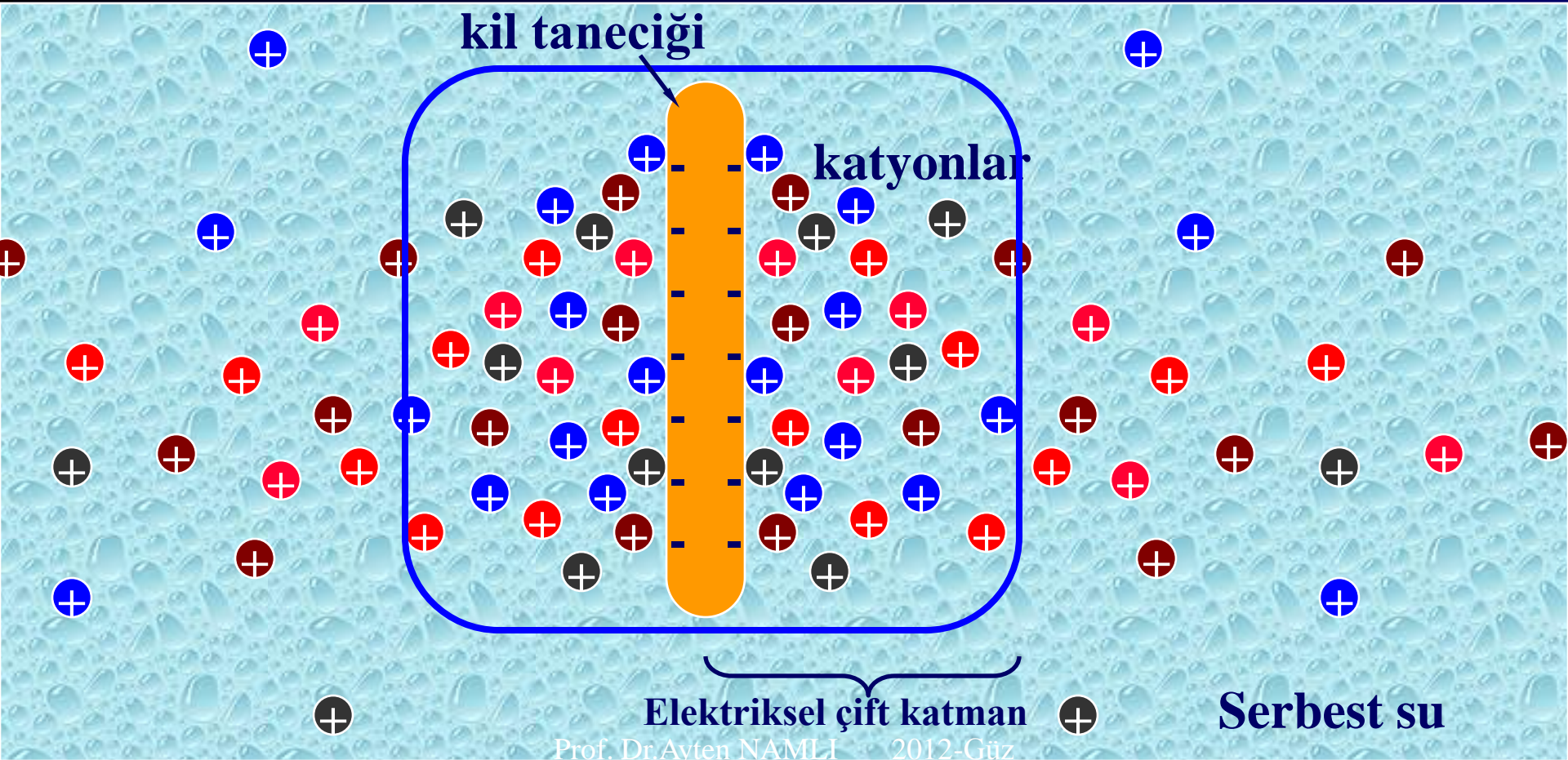
- Kil tipi aynı kalmak koşulu ile toprağın kil yüzdesi arttıkça katyon değişim kapasitesi de artmaktadır. Kumlu olan hafif topraklarda kil kolloidleri ve humus miktarları düşük olduğundan dolayı, killi olan ağır bünyeli topraklara göre katyon değişim kapasiteleri daha düşüktür.

Katyon değişim kapasitesine kolloid tipinin etkisi

- Humus miktarı eşit olmak koşulu ile aynı miktarda kil içeren topraktan montmorillonite sahip olanın katyon 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 katyon değişim kapasitesini tahmin etmek mümkündür.

Toprak Çözeltisi Katyon Konsantrasyonu

- katyon konsantrasyonu kil tanesinden uzaklaştıkça azalır



ÇEŞİTLİ MADDELERİN KDK DEĞERLERİ

Maddeler	(me/100 gr kuru ağırlık)
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

Problem: HA: 1,15 g/cm³ 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 x 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/cm³ 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

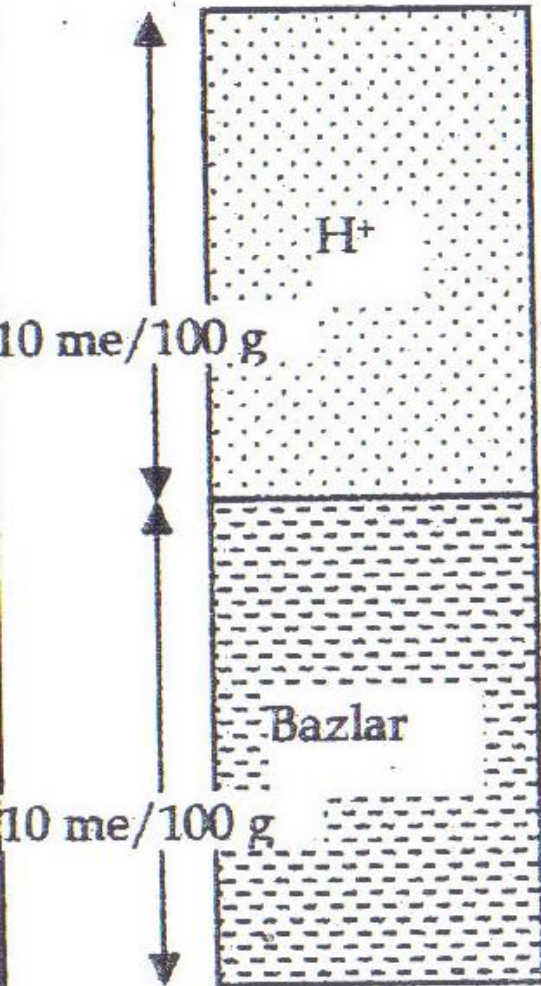
○ 230.000 kg toprak 460 kg Ca tutulabilir

- Problem:

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

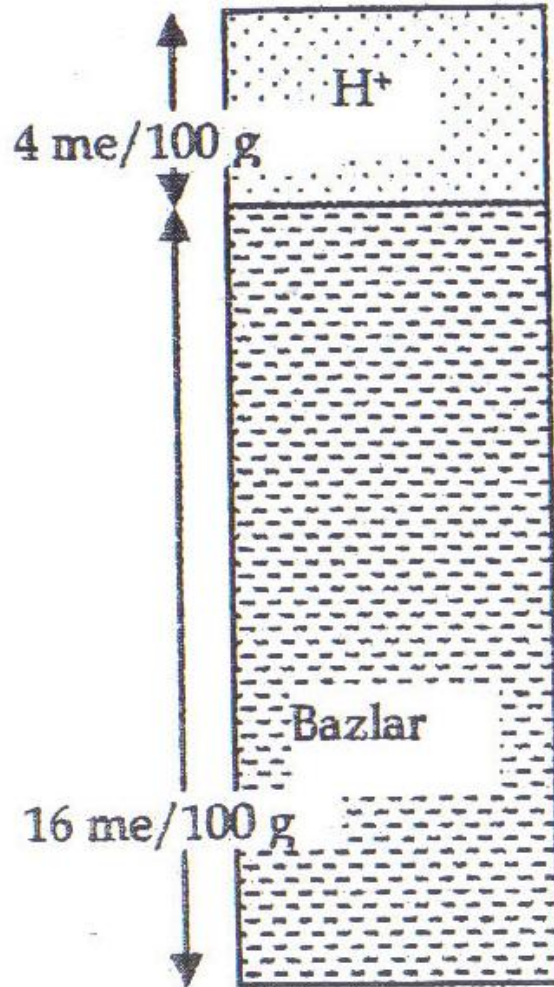
$$\text{KDK} = 300 : 20 = 15 \text{ me}/100\text{g}$$

KDK
20 me/100 g



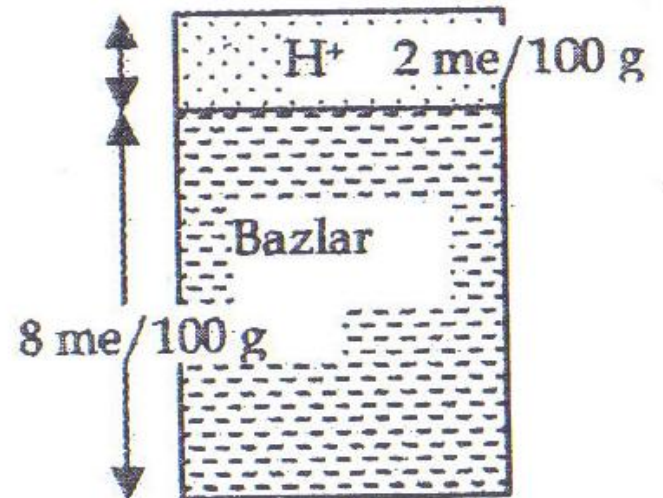
% 50
Baz doy.
pH: 5,5

KDK
20 me/100 g



% 80
Baz doy.
pH: 6,5

KDK
10 me/100 g

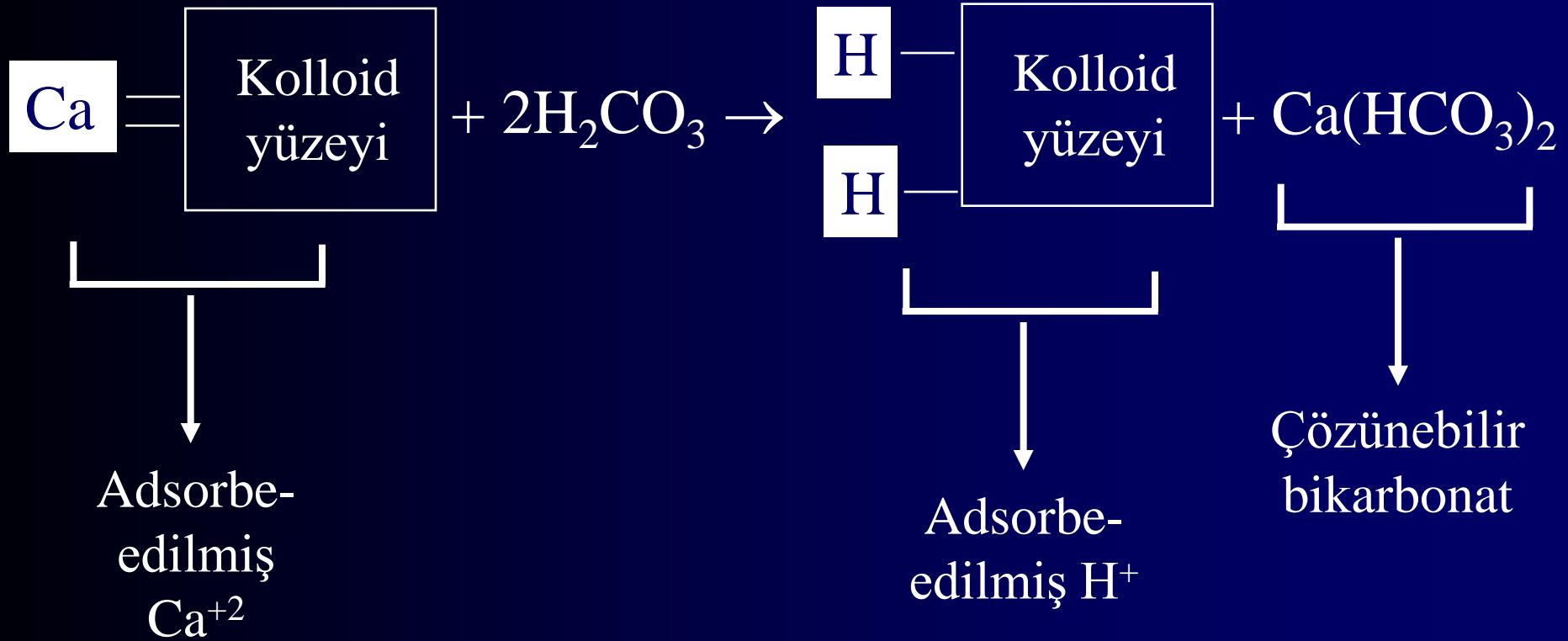


% 80
Baz doy.
pH: 6,5

SORU:

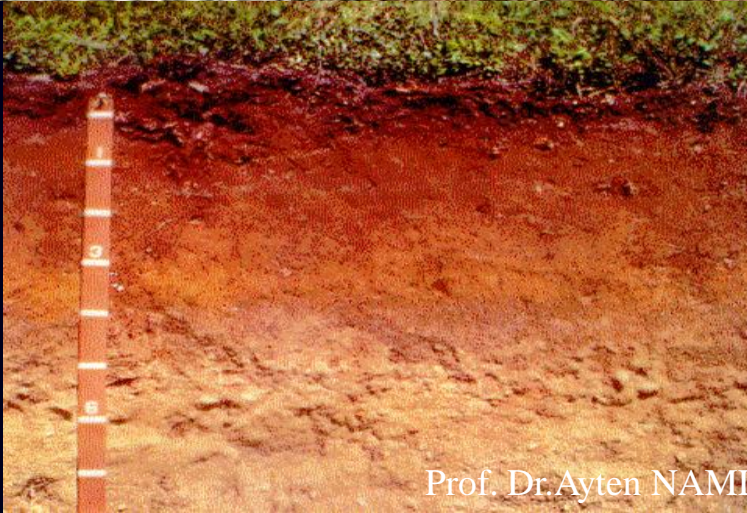
- | | |
|------------------|----------------|
| ● 1. toprak | 2. toprak |
| ● KDK=10 me/100g | KDK=40 me/100g |
| ● 8 me Ca | 8 me Ca |
- Hangisinde Ca'un yararışlılığı (bitkiler tarafından kolayca alımı) daha fazladır?
 - Not: Toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilen bir katyonun yararışlılığı toplam miktarına değil yüzde oranının yüksekliğine bağlıdır.

Toprakta Kalsiyum'un Yarayışlı Hale Getirilmesi



Karşılaştırma

Mineral	Özgül yüzey (m ² /g)	KDK (meq/100g)
Kaolinit	10-20	3-10
Illit	80-100	20-30
Montmorillonit	800	80-120
Klorit	80	20-30



Killerin Negatif Elektrik Yük Kazanmaları

- Killerin en önemli özellikleri olan iyon değişimi yapabilme kabiliyeti, onların **negatif elektrik yüküne sahip** olmaları ile mümkün olmaktadır.

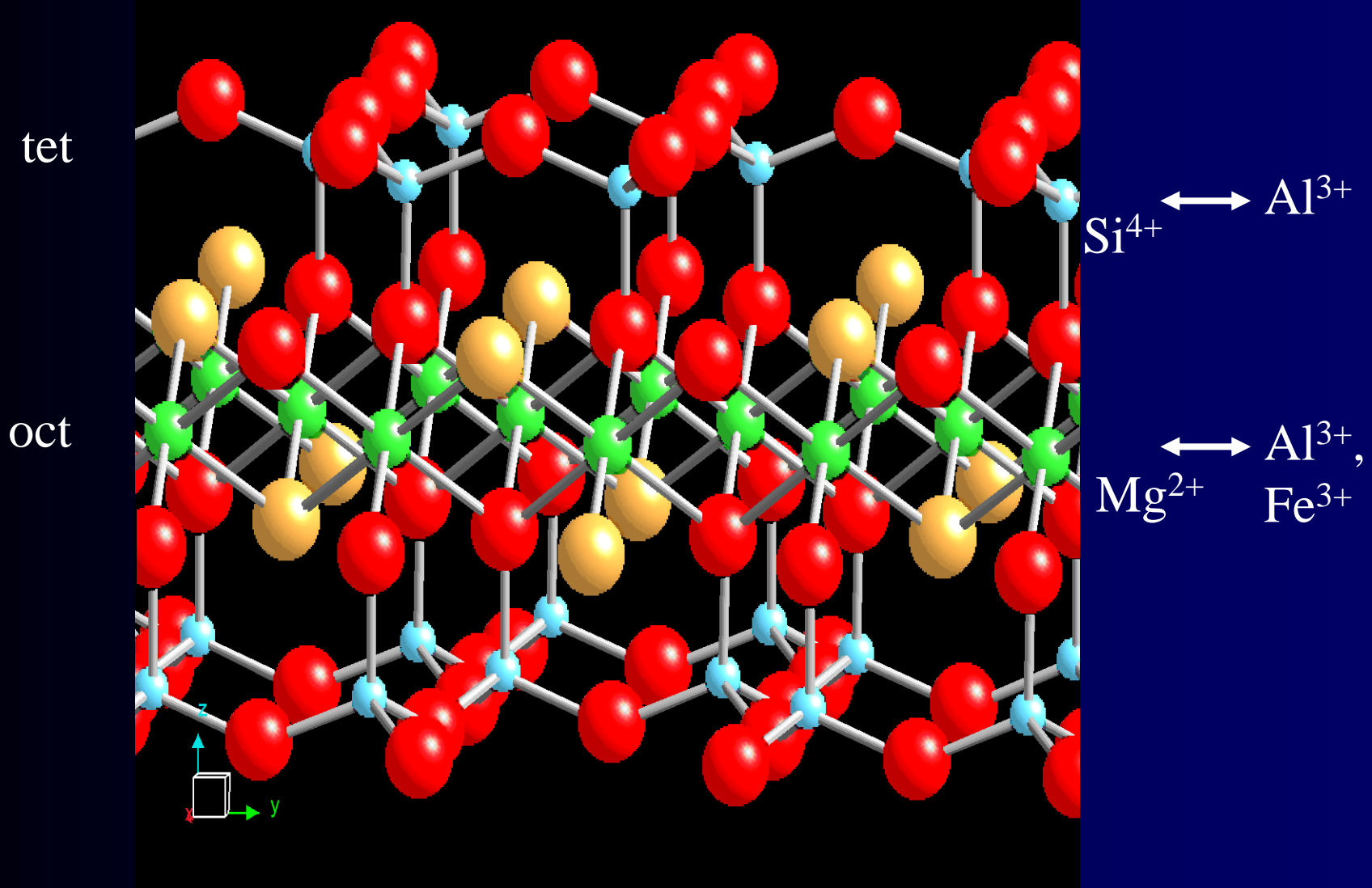
Killer negatif elektrik yüklerini başlıca iki yoldan kazanmaktadırlar:

- 1. Açık kristal kenarlarındaki kırılmalar**
- 2. İyonik (izomofik) Yer Değiştirme**

İyonik (izomorfik) Yer-değiştirme

- Kil mineralleri iyonik yer değiştirme veya OH gruplarındaki hidrojenlerin dissosiyasyonu ile negatif **yük** kazanmaktadır.
- Bu yüklere kristal kafese bağlı oldukları için daimi **“Permanent yük”** denir.
- **Bu şekilde yük kazanımı en çok 2:1 tipi kil minerallerinde görünür.**
- Bu şekilde elde edilen yüklerle hem H iyonları hem metalik iyonlar (Na, K, Mg, Ca) değişim yapabilir.

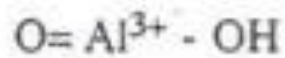
İyonik Yer-değiştirme



Kristal şebeke içinde, bir iyonun yerini, düşük değerlikli diğer birinin alması ile “-” yük kazanımı

Alüminyum tabakası

(İyon değişmesi yok)

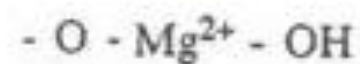


Fazla yük yok

A

Alüminyum tabakası

(Alüminyum yerine, Mg geçmiş)



Fazla 1 negatif yük var

Silisyum tabakası

(İyon değişmesi yok)

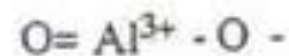


Fazla yük yok

B

Silisyum tabakası

(Silisyum yerine, Al geçmiş)



Fazla 1 negatif yük var

Şekil 20.13. Silikat kilerinde iyonik yerdeğiştirme (Akalan 1987)

Silikat Killerinin Negatif (-) Yüklerinin Kaynakları

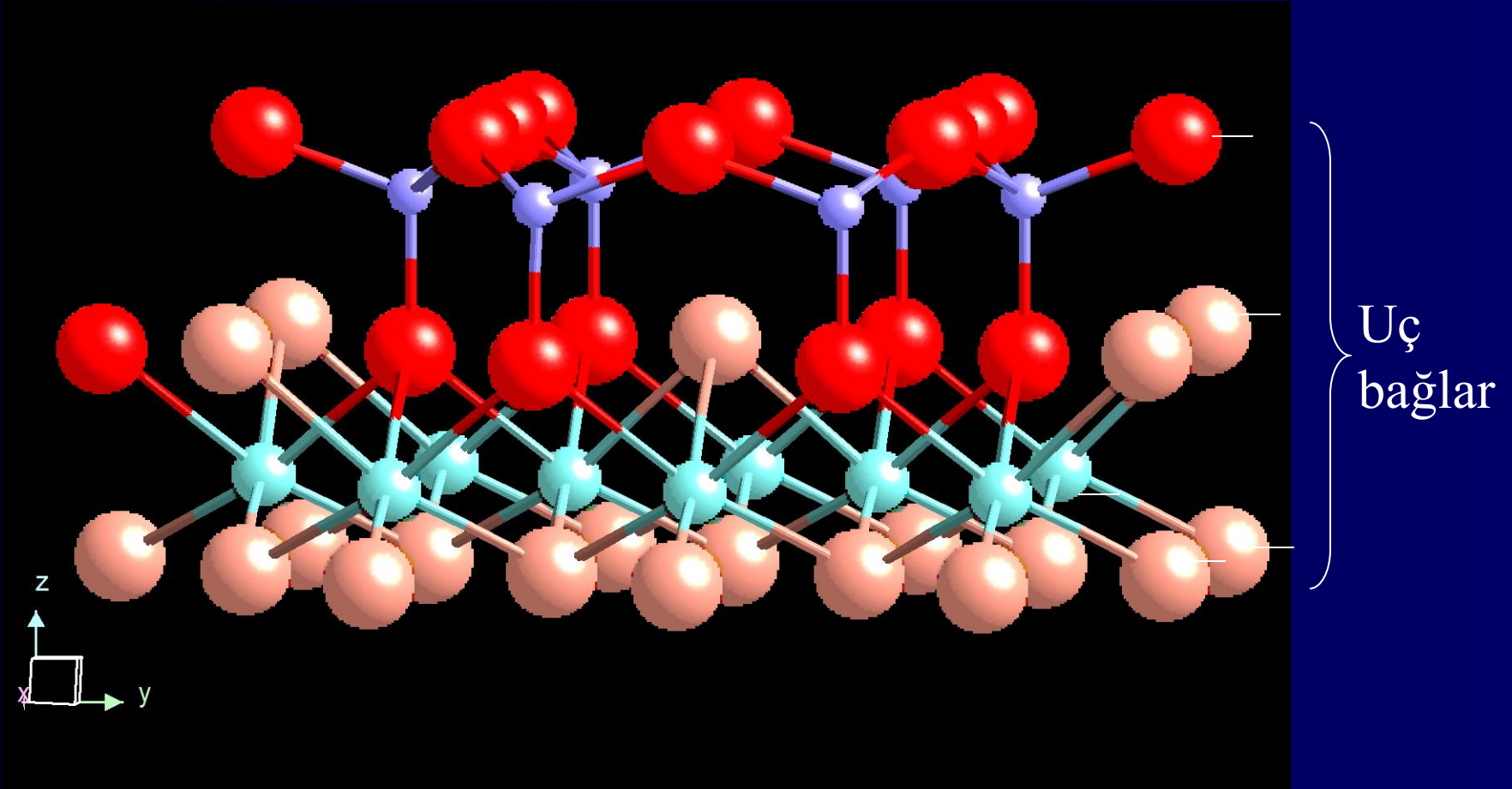
Uç Bağlar ; Bağlantı Uçları

→ pH bağımlı yükler
(iyonlaşabilen fonksiyonel gruplar)

Açık kristal kenarlarındaki kırılmalar:

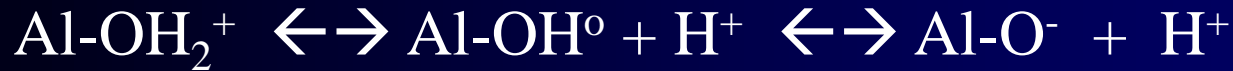
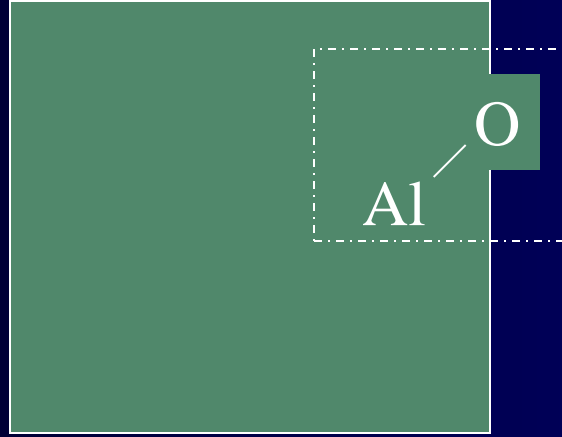
- Kaolinit gibi kil minerallerinin düz olan dış yüzeylerine dahil olmak üzere bütün silikat killlerinde kenarların kırılması ile hidroksil grupları açığa çıkar.
- Bu şekilde elektrik yük kazanımı en çok 1:1 killerde olur
- Değişken yük pH'a ve ortamdaki tuz konsantrasyonuna göre değişir.
- Değişken yük üzerine pH daha etkili olduğu için bu yüke pH'ya bağlı yükte denir.

Bağlantı Uçları



Kil minerallerinin kırılan kenar ve köşelerinde doymamış “-” elektriksel yük alanları ortaya çıkar

Kenar-köşe Bağlantı Uçları: İyonlaşabilen Fonksiyonel Gruplar



Düşük pH

Yüksek pH

Hidroksil grupları (OH⁻), yüksek pH derecelerinde iyonize olurlar ve kil kenar-köşelerinde oksijene (O) bağlı “-” elektriksel yük alanları ortaya çıkar

- pH-bağımlı yükler
- Filosilikat kenarları, Fe- and Al-oksitlerdeki tüm yüzeyler