TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

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

Toprak pH'sı

- pH= Potentia Hydrogenia

- 1 lt saf sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonun tersinin logaritması.
- pH= log 1/H+ 1/10.000.000H+

TOPRAKTAKİ H VE OH İYONLARININ KAYNAKLARI?

Hidrojen kaynakları:

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

$$Al^{+3} + H_2O = Al(OH)_2 + 3H^{+}$$

Hidroksil kaynakları:

Bazik katyonlar (hidroliz)

1. $Kolloid - 2\ Na^{+} + 2\ H_2O = Kolloid - 2H^{+} + 2\ OH^{-} + Na^{+}$

2. $Kolloid - Ca^{+2} + 2\ H_2O = Kolloid - 2H^{+} + 2\ OH^{-} + Ca^{+2}$

- **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 **ALKALİN**DİR.

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

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

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'yı 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:

- CO_2 gazı (karbonik asit dissosiye olup asitlik artar)
- Organik madde
- Bazların yıkanması
- Ticaret gübreleri (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 SiO2,
- 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 CO_2 gelmektedir.
- Bu gaz su ile birleşerek karbonik asiti oluşturur.
- **CO_2 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.

- pH topraktaki aktif asitliğin bir ölçüsüdür. Bir diğer asitlik ise potansiyel asitlik olup ikisi sürekli denge halinde bulunur.
-

- Toprak çözeltisindeki H+ iyonları (**Aktif asitlik**)  Toprak Kolloidlerinde Adsorbe edilmiş H+ (**Potansiyel Asitlik**)

- Toprak pH sına yapılan müdahalelerde potansiyel asitliğin dikkate alınması gerekir.

- Bir toprağın kireç ihtiyacı rezerve asitliği belirtir. Kil oranı yüksek veya organik maddece zengin topraklar yüksek miktarda rezerv asidite ihtiva ederler

- **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, aluminyum ve manganın çözünürlükleri 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.

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'yı artırmak için: Kireçleme

  Kireçleme için: $CaCO_3$, CaO, sıvı $Ca(OH)_2$
- pH'yı azaltmak için: $FeSO_4$, kükürt tozları; Elementel Kükürt, Sülfürik Asit, Amonyum Sülfat, Kalsiyum Sülfat (Alçı).
- Partikül boyutu önemlidir.

Tınlı bir toprakta pH nın düşürülmesi için gerekli Alüminyum sülfat ve Kükürt miktarları

Mevcut pH	Uygulanacak Alüminyum sülfat, kg/da				
	İstenilen pH				
	6,5	6.0	5,5	5,0	4,5
8,0	880	1170	1610	2050	2340
7,5	585	1025	1320	1760	2050
7,0	290	585	1025	1465	1760
6,5		290	730	1170	1320
6,0			290	730	1025
Uygulanacak Kükürt, kg/da					
8,0	145	195	245	290	340
7,5	98	145	195	245	290
7,0	49	98	145	195	245
6,5		49	98	145	195
6,0			49	98	145

pH'nın;

- **(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

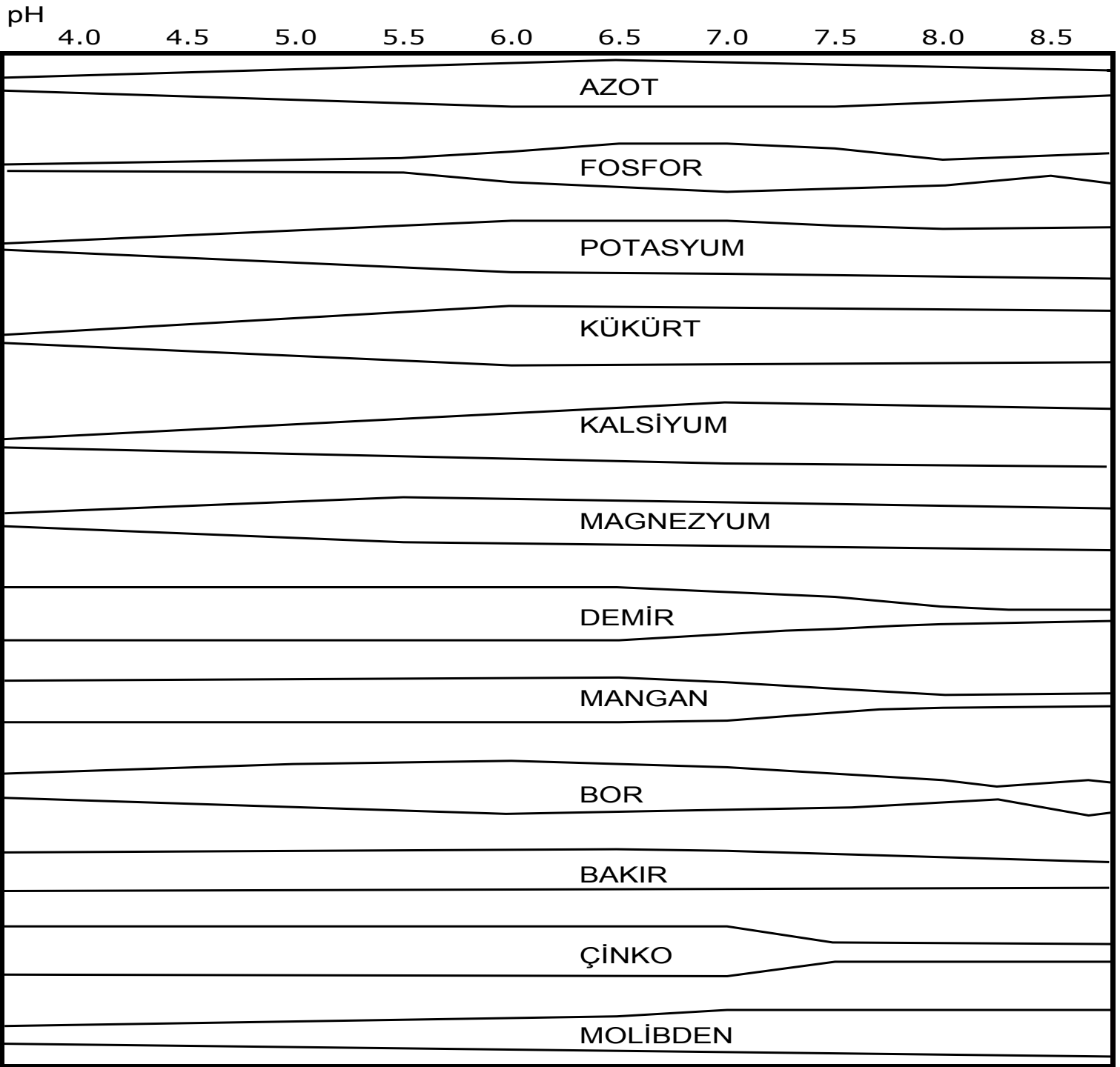
- **Bitki hücre gelişimi için önemli olan Protein molekülleri, toprak ortamında H^+ iyonları ya da OH^- iyonlarının aşırı derecede bulunması durumunda önemli ölçüde değişebilir.**

- **pH, H^+ ve OH^- iyonlarının dengesini gösteren ifadedir.**

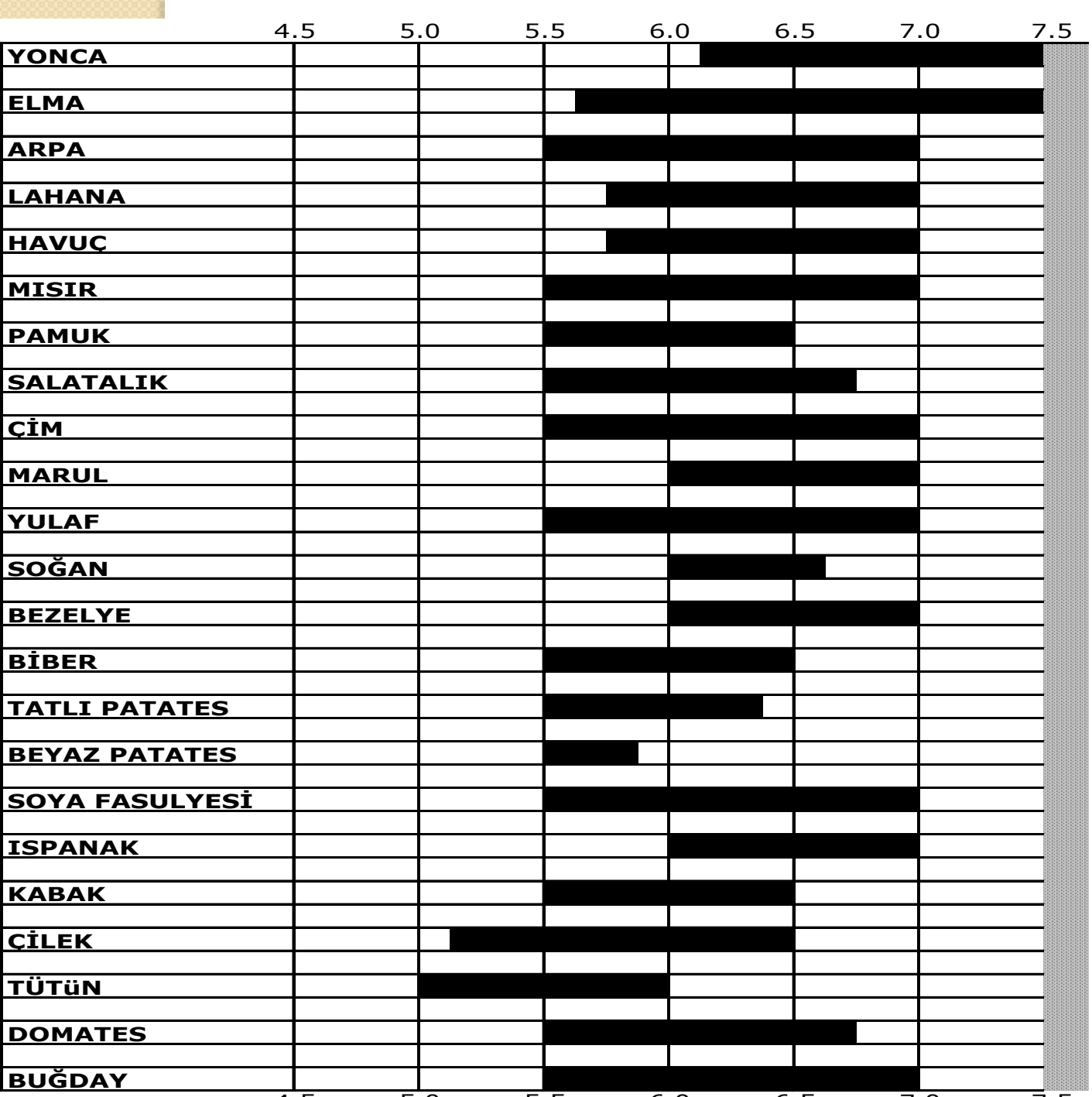
- **Alüminyum gibi H+ iyonlarının fazla bulunduğu ortamlarda (düşük pH değerlerinde) suda çözünürlükleri artan fitotoksik elementler mahsul veriminin düşmesinde önemli rol oynar.**
- **Genel kural, toprak pH'sının yüksekliği mahsulün verimini kısıtlayan bir faktördür.**
- **Toprakta ağır metaller (Cd, Ni, Pb vd) pH azaldıkça mobiliteleri artar ve bitki tarafından daha kolay alınırlar.**

3. BİTKİ BESİN MADDELERİNİN ALIMI

- Bitki Besin Maddelerinin çözünürlüğü 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.



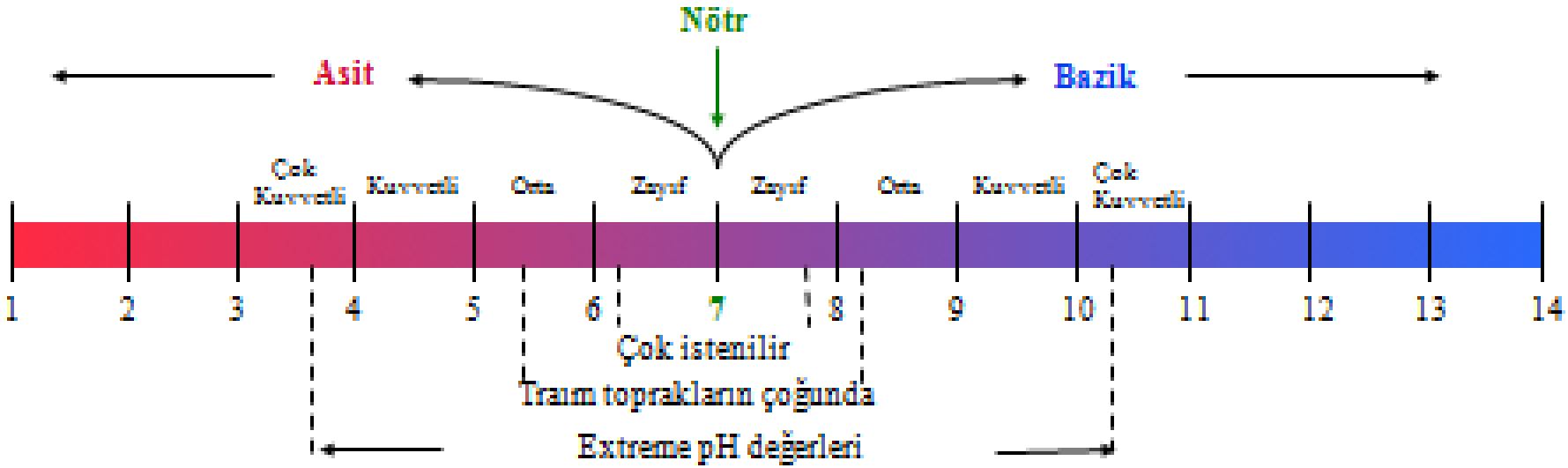
TOPRAK pH'SINA BAĞLI OLARAK BİTKİ BESİN MADDELERİNİN ALINABİLİRLİĞİ



BAZI BİTKİLERDE BİTKİ BESİN MADDELERİNİN ALIMINDA OPTİMUM TOPRAK pH DEĞERLERİ

pH

Doğal toprak koşullarında pH değişimleri



Elma: 5.0-6.5

Ispanak: 6.0-7.5

Domates: 5.5-7.

Kiraz:4.2-5.0

Buğday: 5.5-7.

Hıyar: 5.5-7.0

Havuç: 5.5-7.0

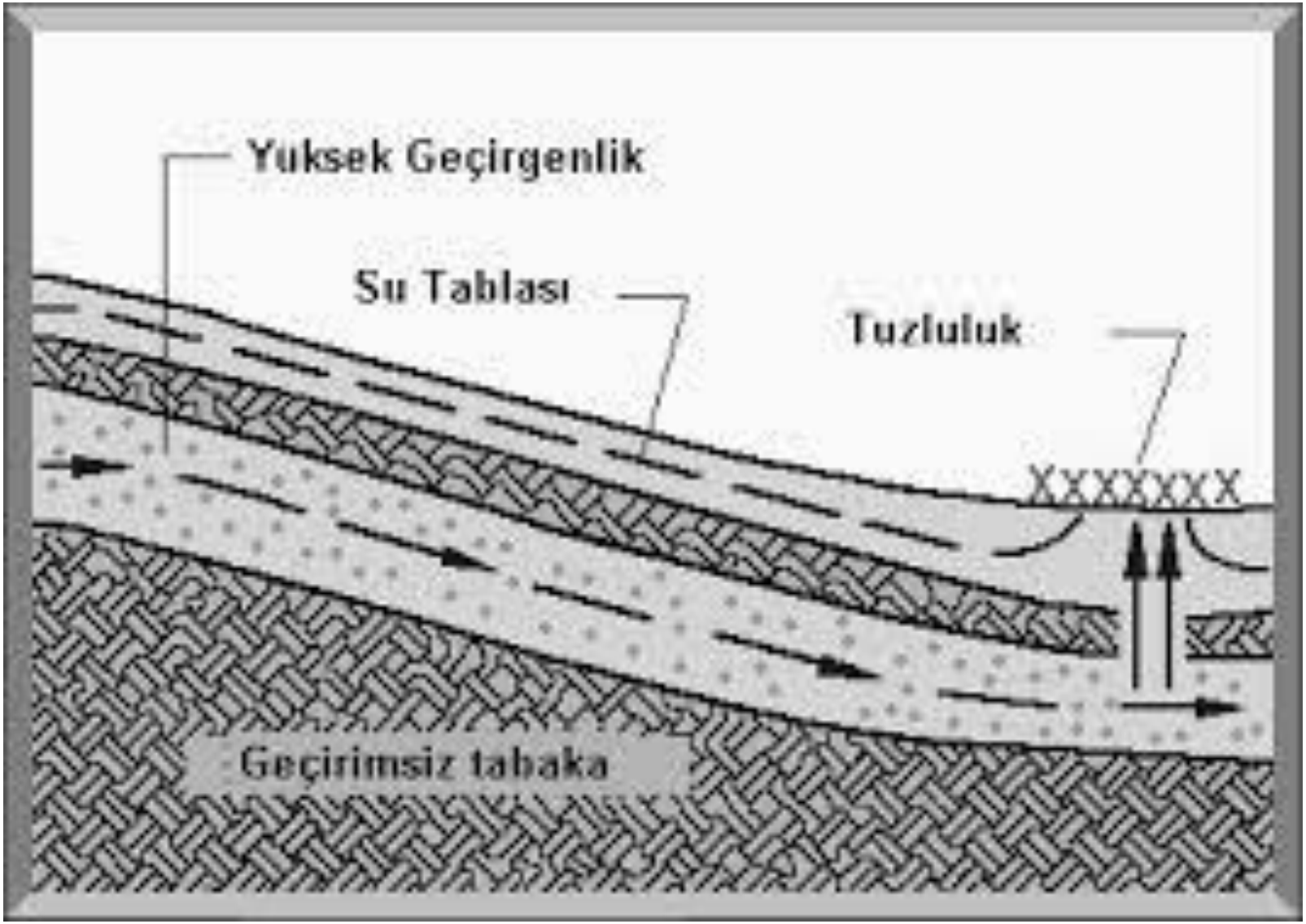
Çam ağacı: 4.5-6.0

Ceviz ağacı: 6.0-8.0

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.




Yuksek Geçirgenlik
Su Tablası
Tuzluluk
XXXXXXX
Geçirimsiz tabaka

- 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
ECx10^3-25 ^{o}C	> 4	> 4	< 4
Değişebilir Na %	< 15	> 15	> 15
pH	< 8.5	> 8.5	> 8.5

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.
- Ülkemizde yapılan arazi etütlerine göre sulanabilir özelikte 12,5 milyon ha arazinin yaklaşık 1,5 milyon ha da tuzluluk.

Türkiye'de sorunlu toprakların dağlımı

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	1oo



Taban suyunun yükselmesi sonucu yapısı bozulmuş toprak



Yetersiz drenaja sahip araziden bir görünüm

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 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;

Sulama sularındaki en büyük ve en önemli tuz kaynağı, sızıntı ve dönek sulardır. Bu nedenle, ırmaklarda kaynaktan mansaba doğru gidildikçe tuzluluk artma eğilimi gösterir.

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 buharlaşma 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 buharlaşma olanağı da var ise tuzlanma kaçınılmaz duruma gelmiş olur.

Ancak tuz birikmesini, doğal koşullarda yağışlar ve tabiî 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

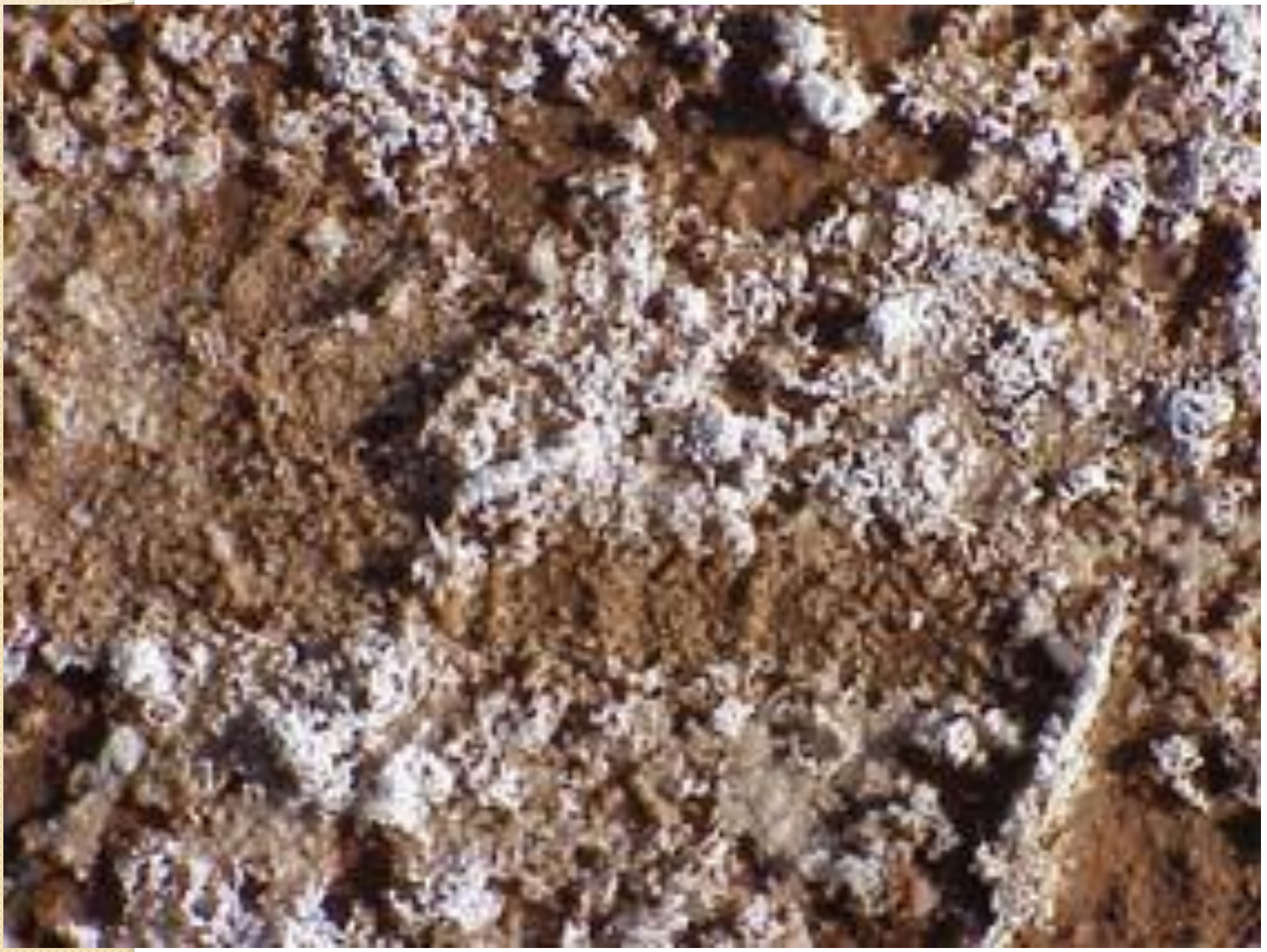
Türkiye'de 1.5 milyon Ha alanda tuzluluk problemi var

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





2. Bitki Gelişimine Etkisi

- Bitki yetişme 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 çözeltisindeki 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 ÇEVRİLMESİ (JİPS)

3. TUZLULUĞUN KONTROLU:

a. BUHARLAŞMAYI AZALTMAK (MALÇLAR)

b. FAZLA SU İLE SULAMA YAPMAKTAN KAÇINMAK

c. TUZA DAYANIKLI BİTKİ YETİŞTİRMEK (Ş.PANCARI, PAMUK, DARI, ARPA, ÇAVDAR, YONCA)

Toprak tuzluluğunun çeşitli bitkilerde verim kaybına etkisi.



Tuzluluğu yüksek olan sulama suyu ile bazı bitkilerin sulanmasında ürün kaybı

Toprak Tuzluluğu (ECmmhos/cm)	7.7	9.6	13	17	27
Su Tuzluluğu (ECmmhos/cm)	5.1	6.4	8.4	12	18
Ürün Potansiyeli	100	90	75	50	0

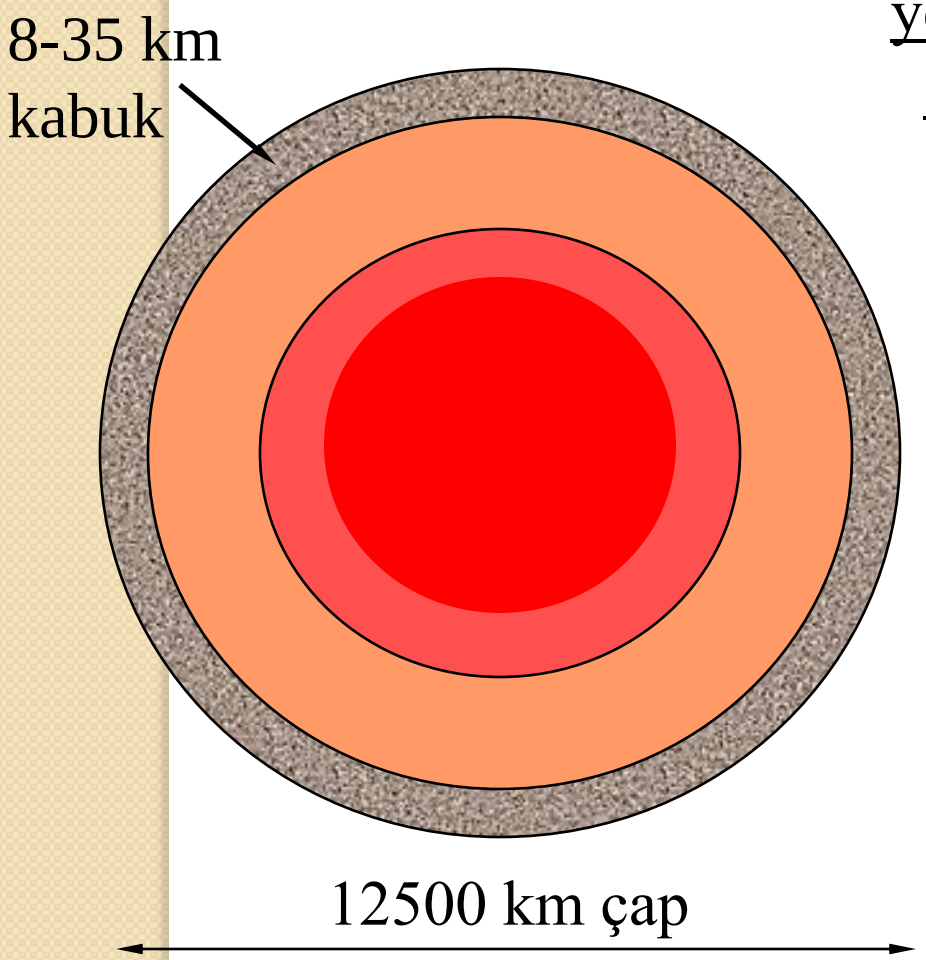
TOPRAK KOLLOİDLERİ

Toprak Kolloidleri

Besin maddelerini adsorbe ederek yıkanmaya karşı korurlar.

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

Yerkabuğu Elementleri



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 terimi, topraklar için doğal olarak oluşmuş 2μ' dan küçük ince taneli karışık uygun su kapsamında plastik ve pişirildiğinde sertleşen materyal olarak ifade edilir.

- 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

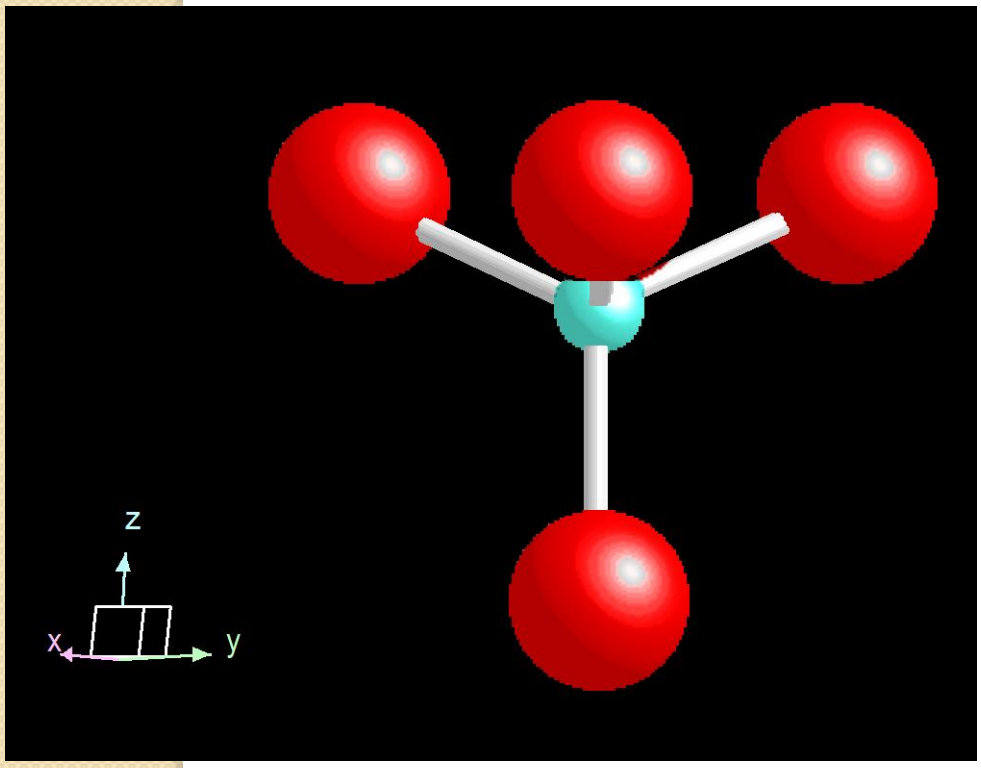
2. "*aluminyum okta-ederleri*"nin yan yana dizilip bağlanması ile oluşan aluminyum levhalarının 1:1 (Si-Al) ve 2:1 (Si-Al-Si) oranlarında bağlanmaları sonucunda oluşan kristal ünitelerinin, kitap sayfaları gibi üst-üste dizilmeleri ile meydana gelmektedirler.

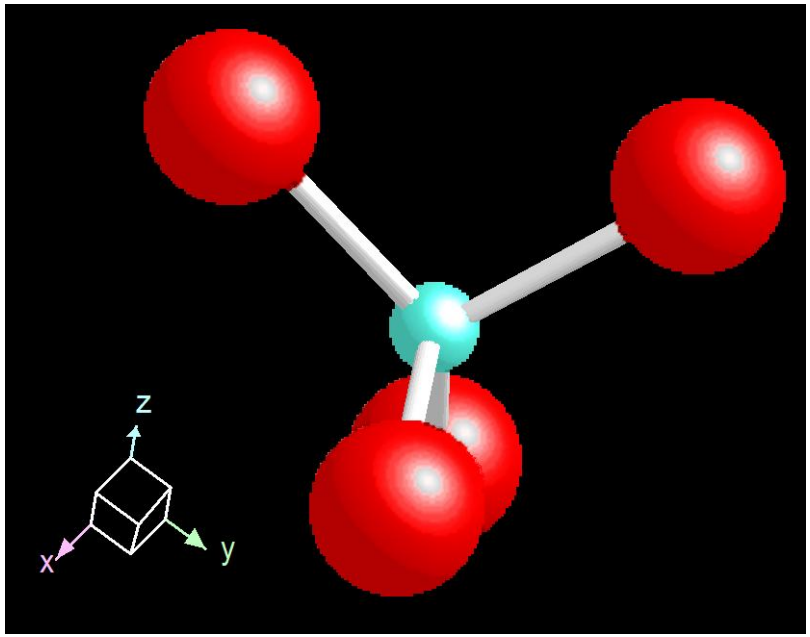
SİLİKAT KİLLERİN YAPILARI

- 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

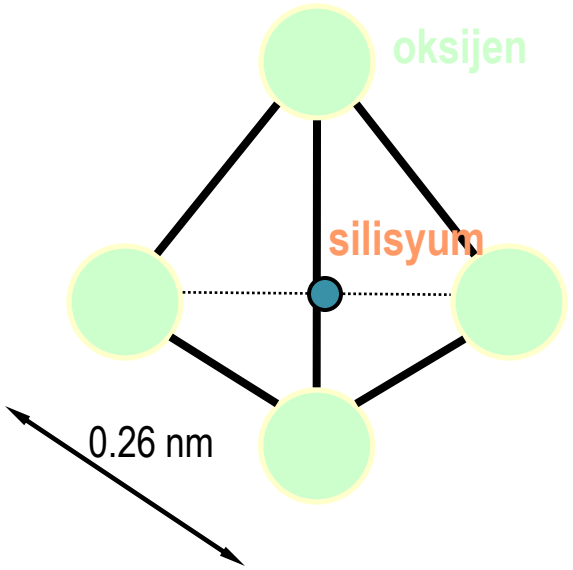
SiO_4 tetra-eder





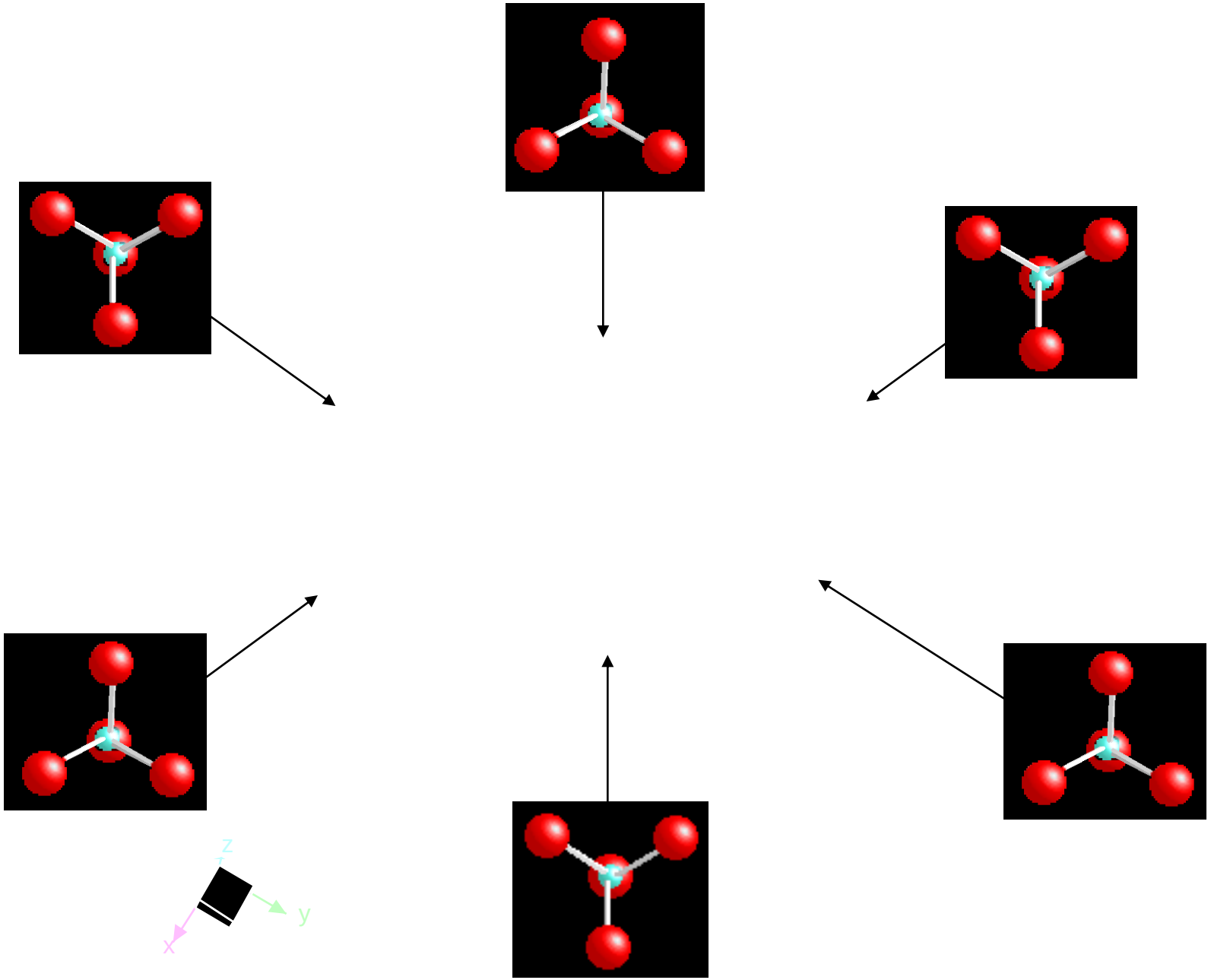
Silisyum (Si) atomları, "*tetra-eder*" şeklinde dizilmiş 4 oksijen (O) atomu içerisindeki boşluğa yerleşmiştir

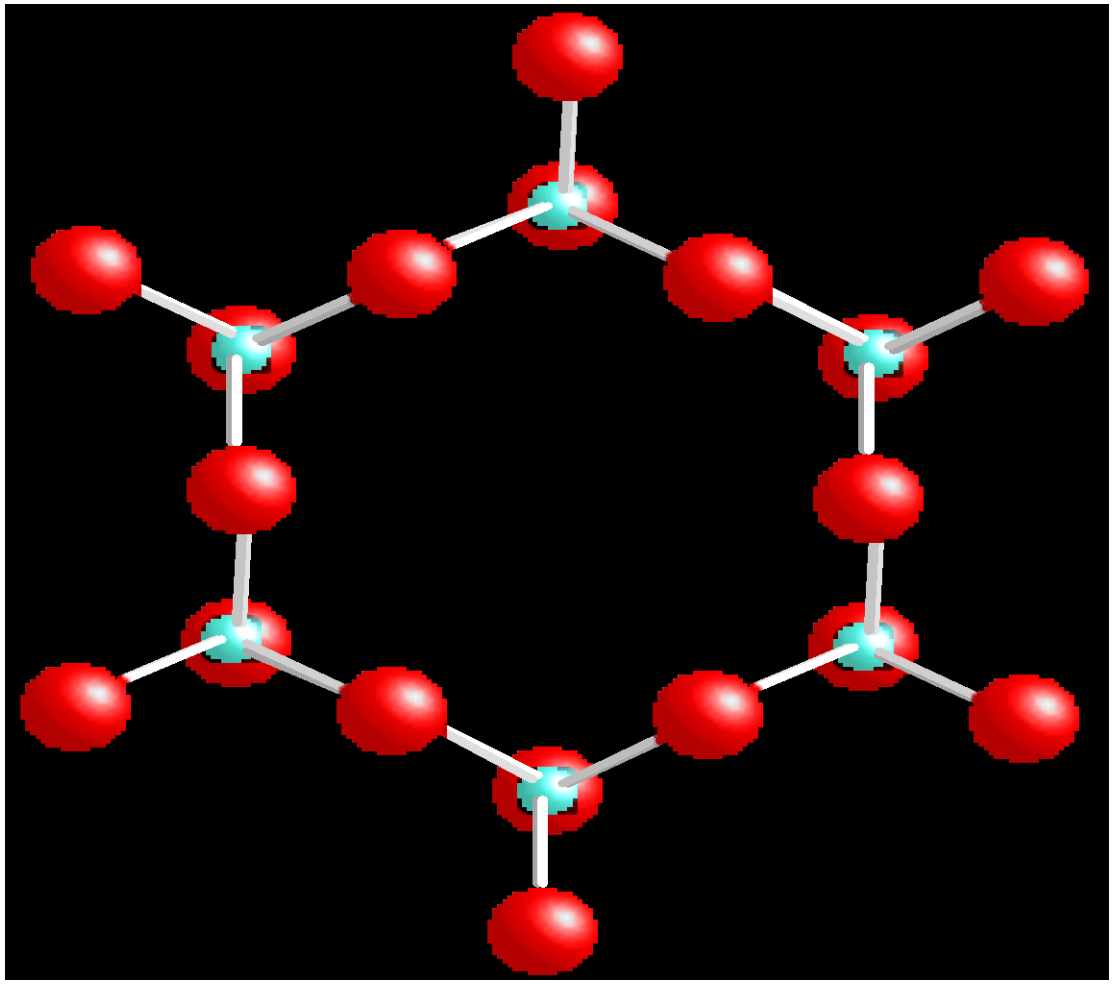
Temel Yapısal Birim



Silisyum tetra-eder

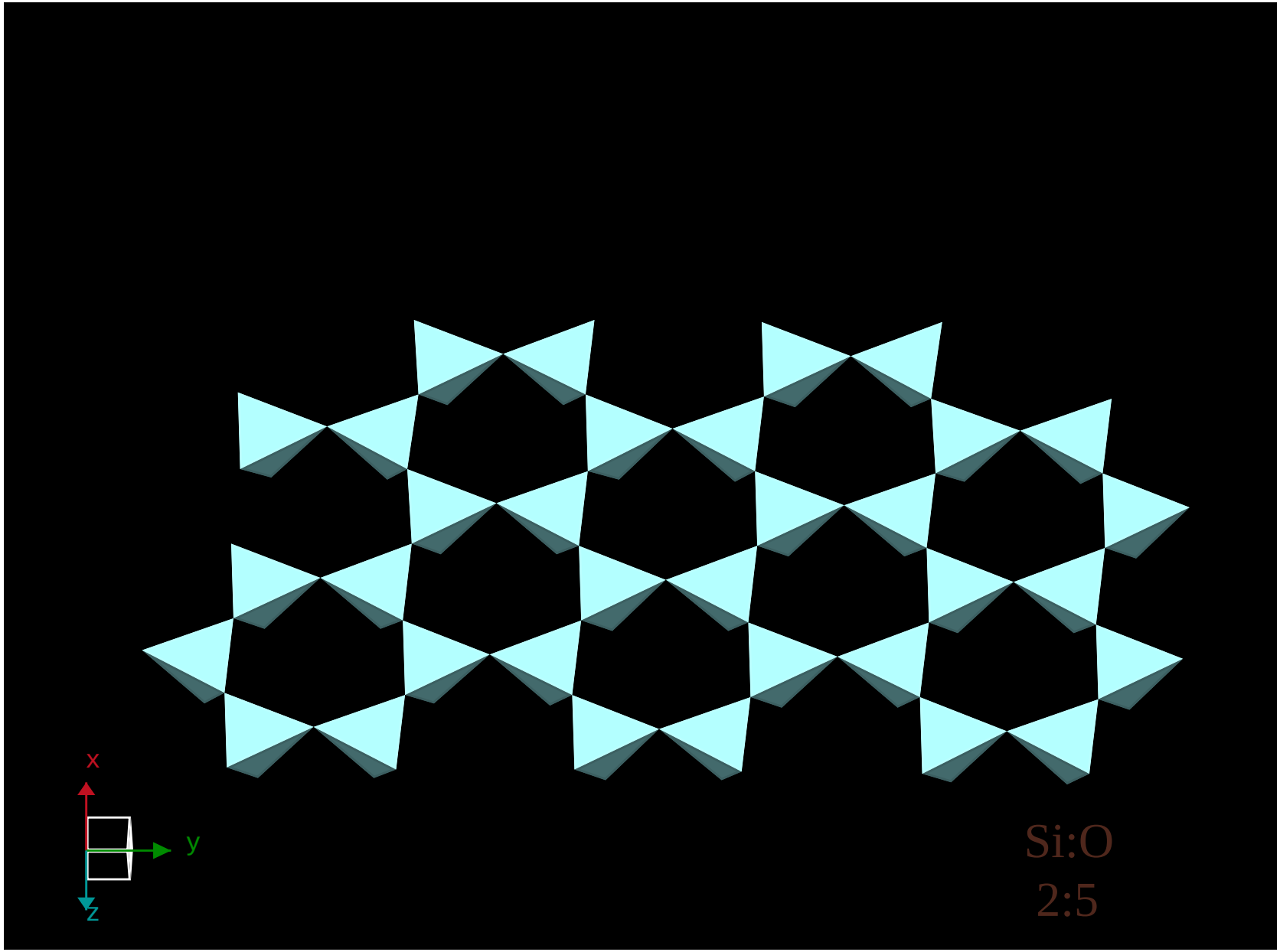
nanometer (nm = m x 10^{-9})


z
y
x



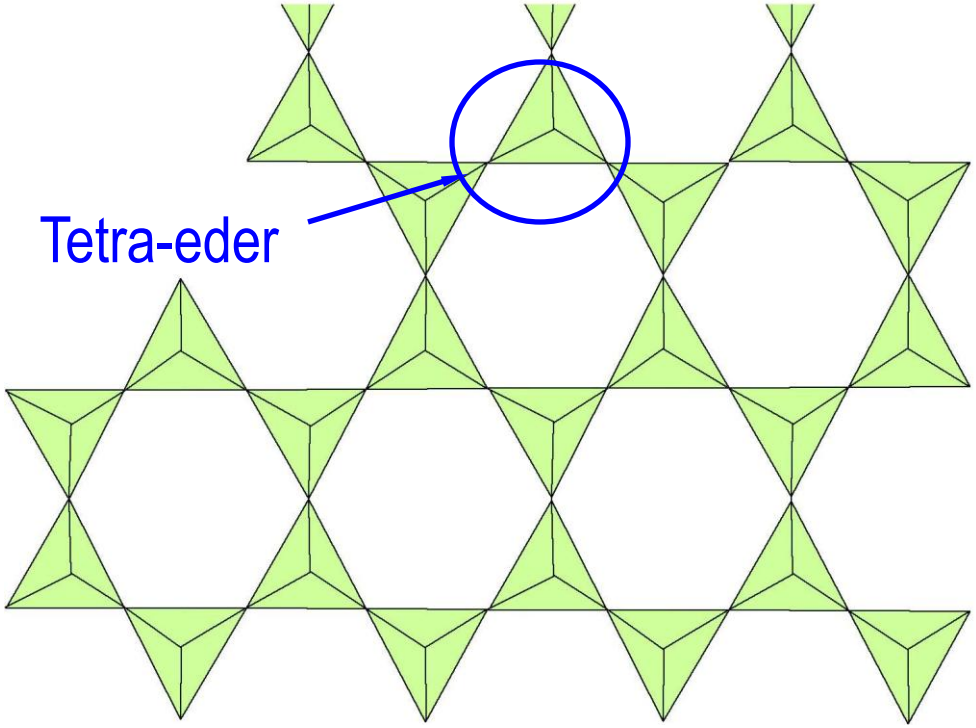
Si_6O_{18}

Tetra-eder Levhalarının Oluşumunda Halkaların Biraraya-gelmesi


x
y
z
Si:O
2:5

Tetra-eder Levha

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

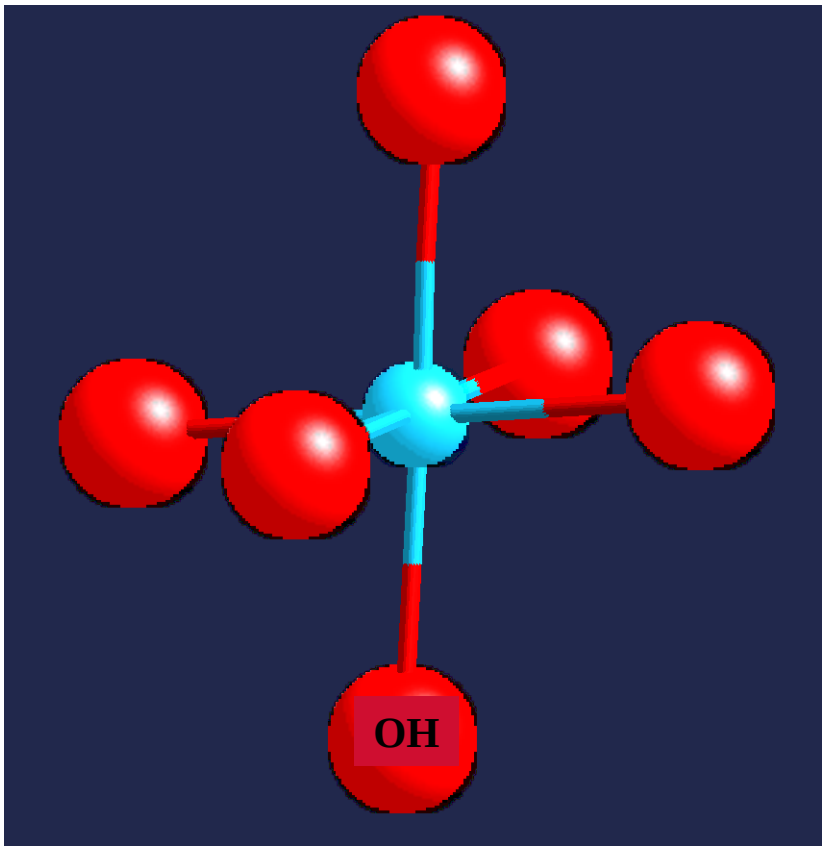


hekzagonal boşluk

Okta-eder Levhaların İnşası

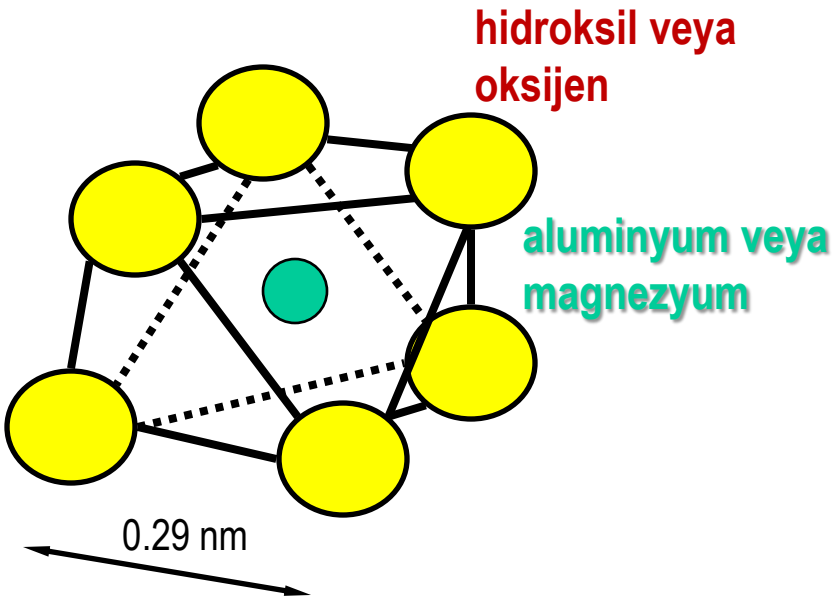
Ochta **- (6)**

$Al(OH)_6$ veya Mg $(OH)_6$ Okta-eder

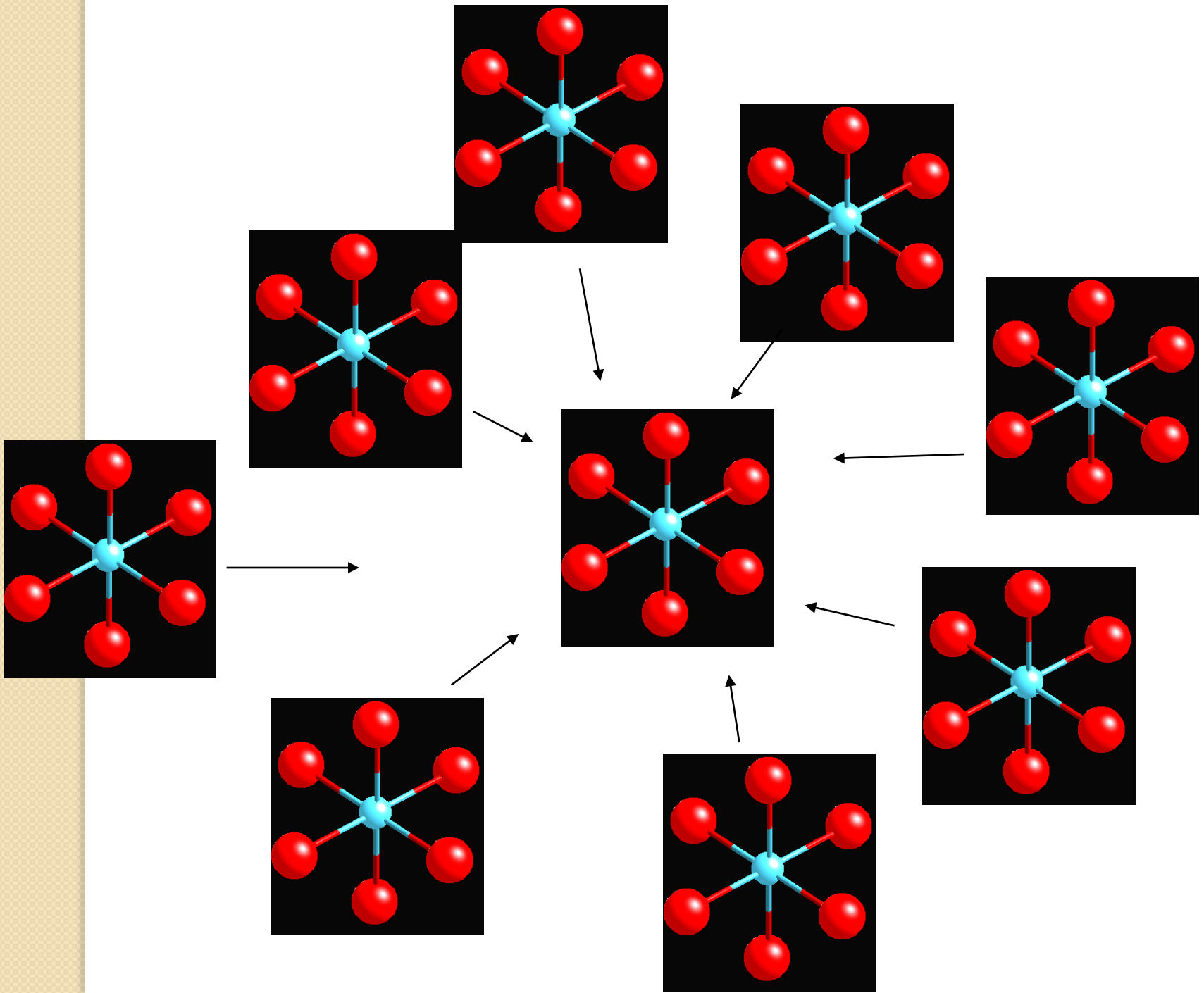


Aluminyum (Al) atomları, "*okta-eder*" şeklinde dizilmiş 6 hidroksid (OH veya O) atomu içerisindeki boşluğa yerleşmiştir

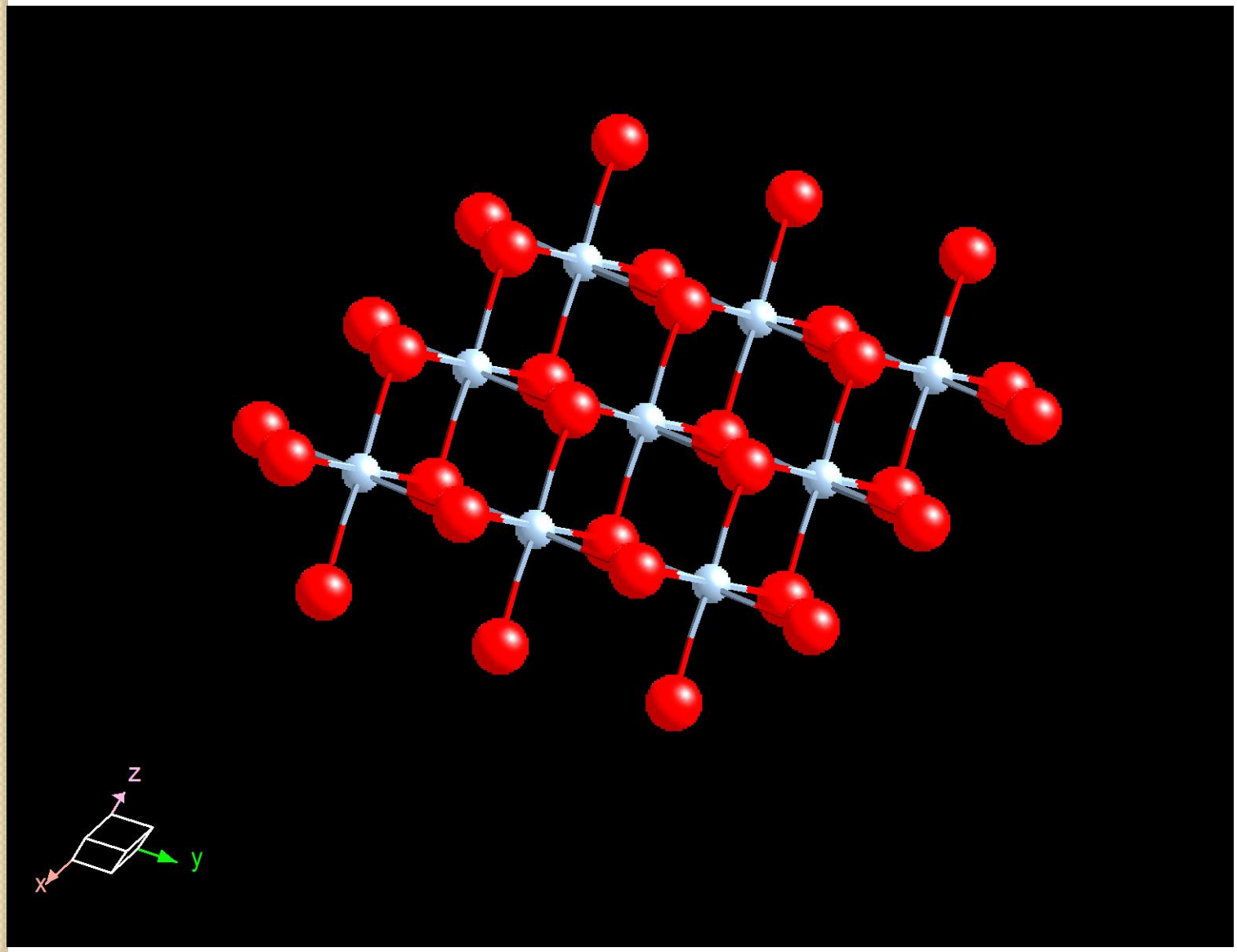
Temel Yapısal Birim



Aluminyum Okta-eder



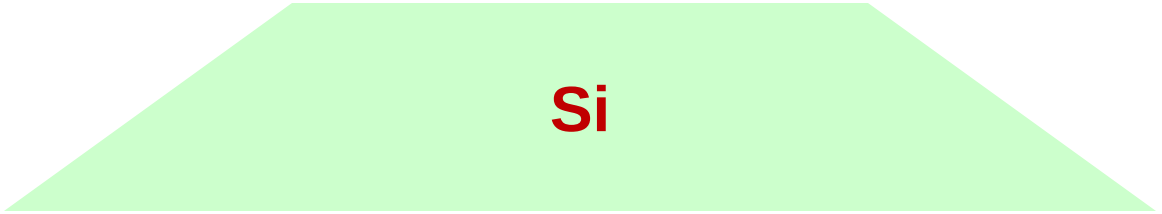
Okta-eder Levha



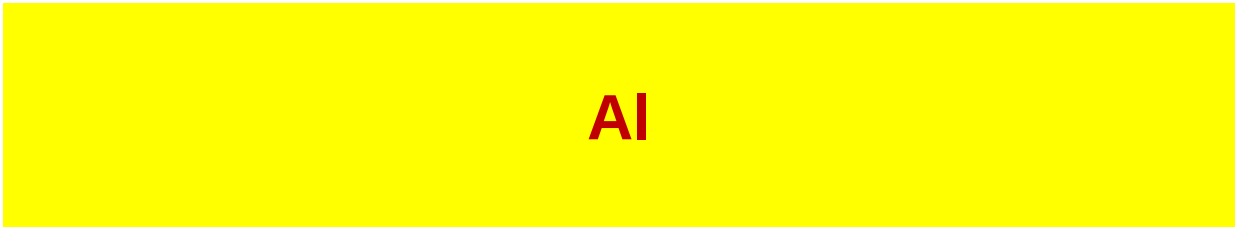
Oktaeder – Tetraeder Bağlantıları

“Oktaeder – Tetraeder” Bağlantıları

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

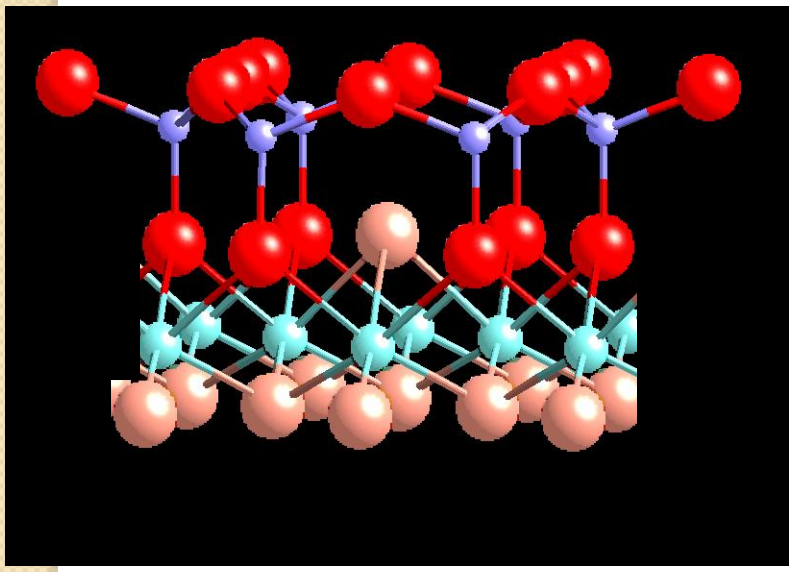


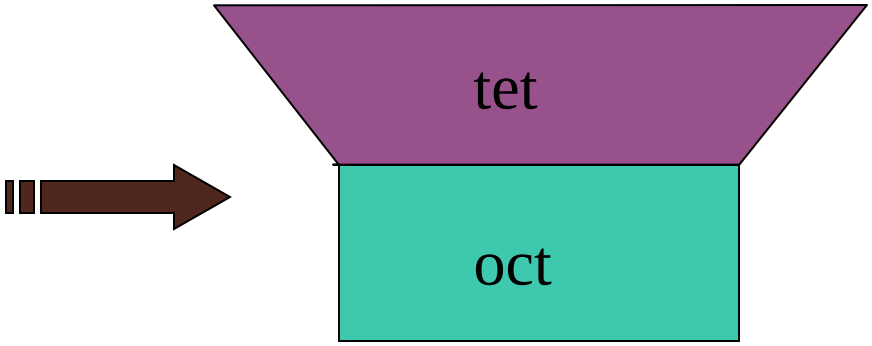
ve aluminyum “**okta-eder levhası” da**:

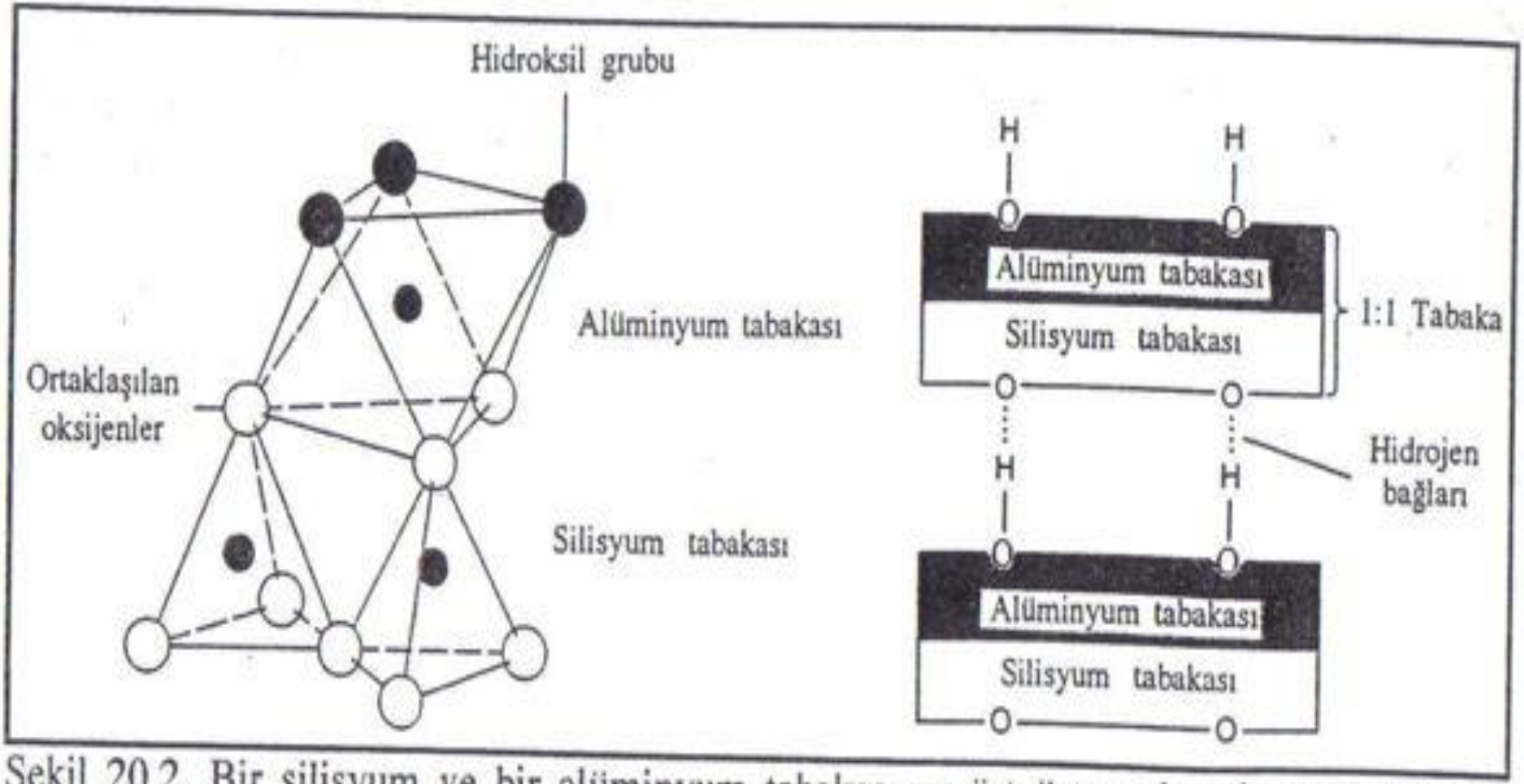


ile gösterelebilir

Kolay-çizim Simgeleri = Bloklar







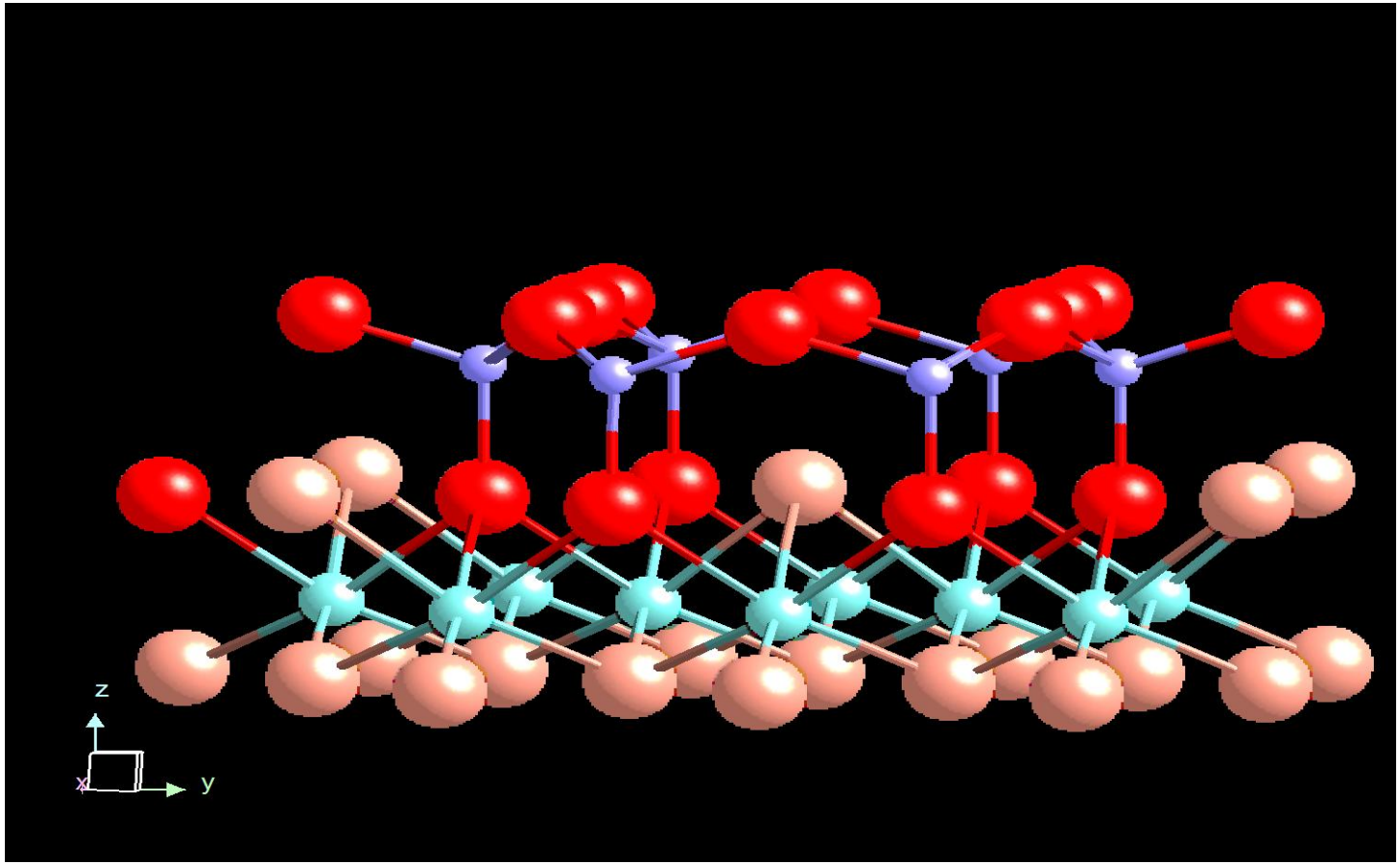
Şekil 20.2. Bir silisyum ve bir alüminyum tabakasının üst üste gelmesi ve oktahedron hidroksilleriyle tetrahedron oksijenlerinden bir sıranın ortaklaşarak bağlanmasıyla oluşan 1:1'lik kristal ünitelerine sahip kil örneği (Plaster 1985)

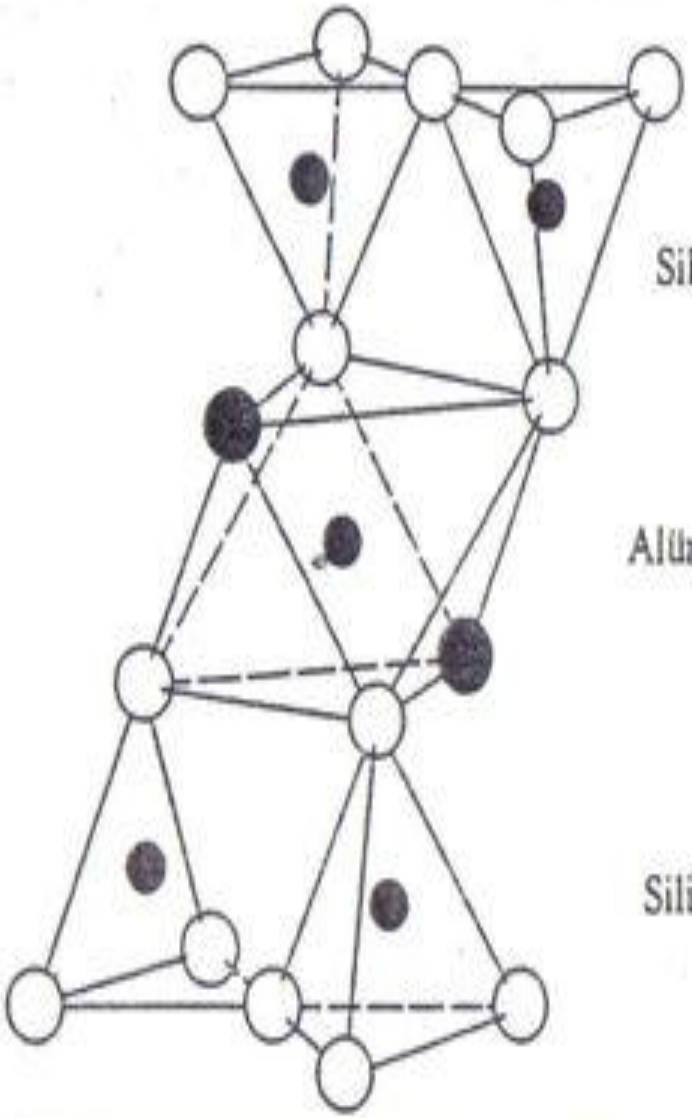
"Tetra-eder Levhası" Uç-noktalarındaki Oksijenler İle "Okta-eder Levhası" Hidroksillerinin Ortak Kullanımı

Serpentin (1:1 üçokta-eder mineral)

tet

oct

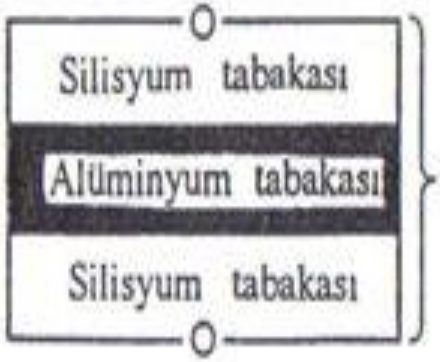




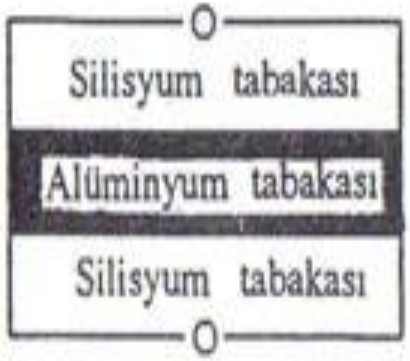
Silisyum tabakası

Alüminyum tabakası

Silisyum tabakası

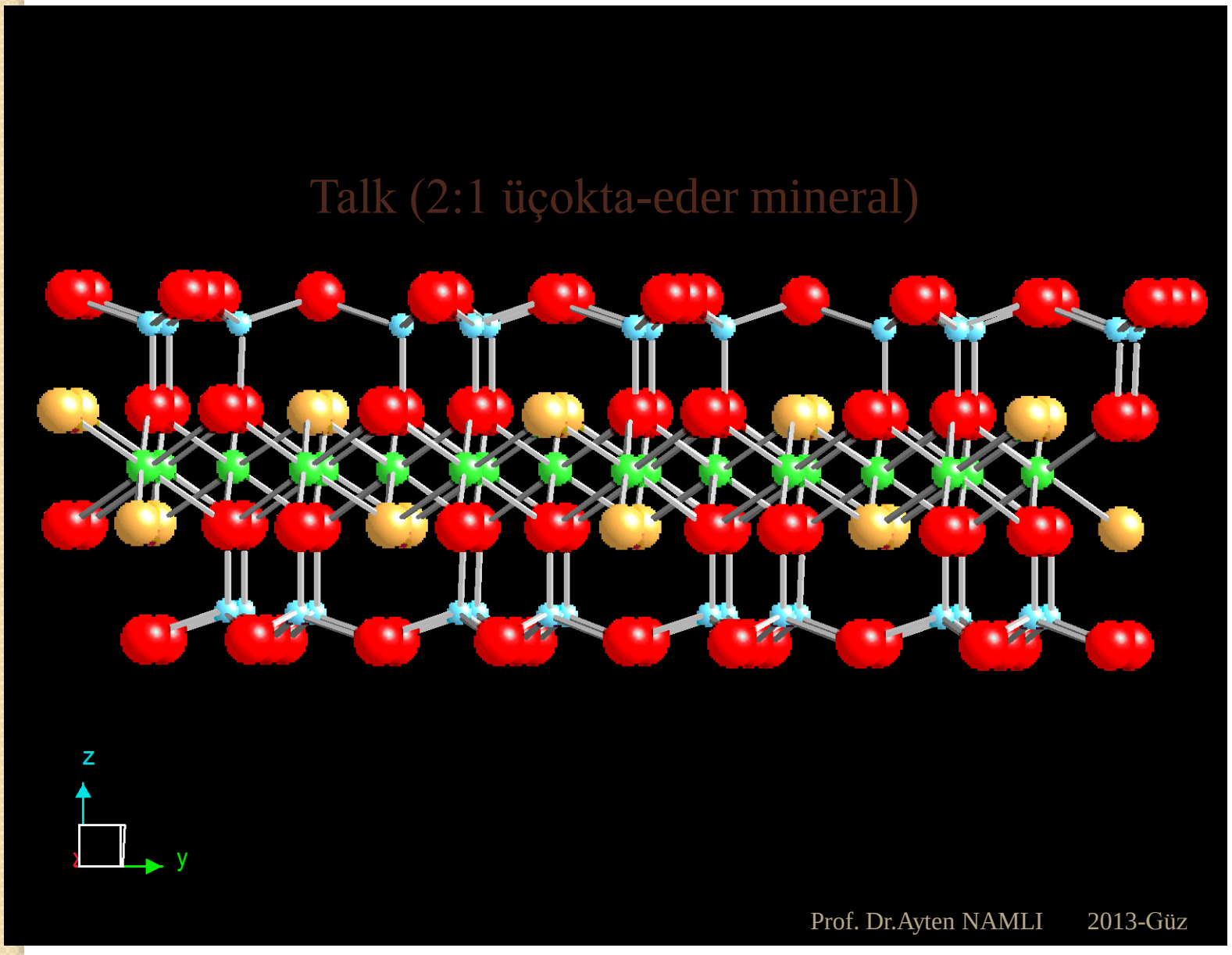


Hidrojen bağları bulunmaz

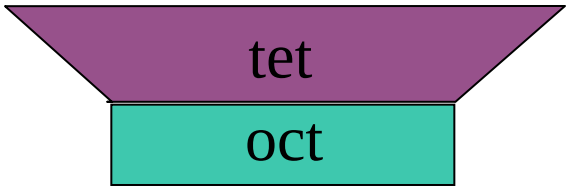
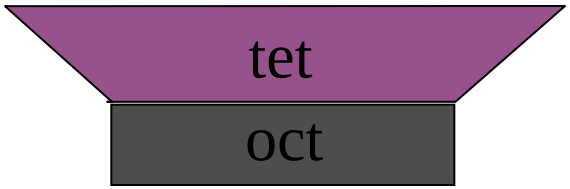
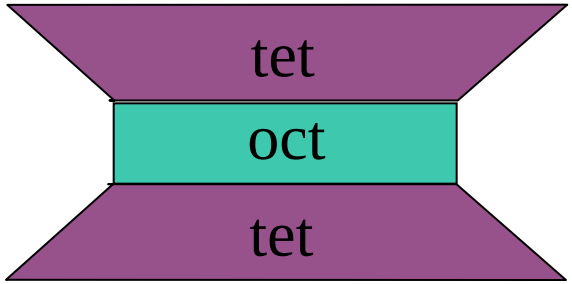
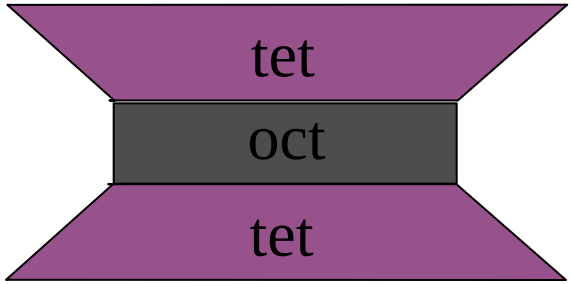


Şekil 20.3. Alüminyum tabakasının iki silisyum tabakası arasına girerek oluşturduğu 2:1 kristal ünitesinin diğer bir üniteyle gevşek O-O köprüsü aracılığıyla meydana getirdiği kil örneği (Plaster 1985)

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



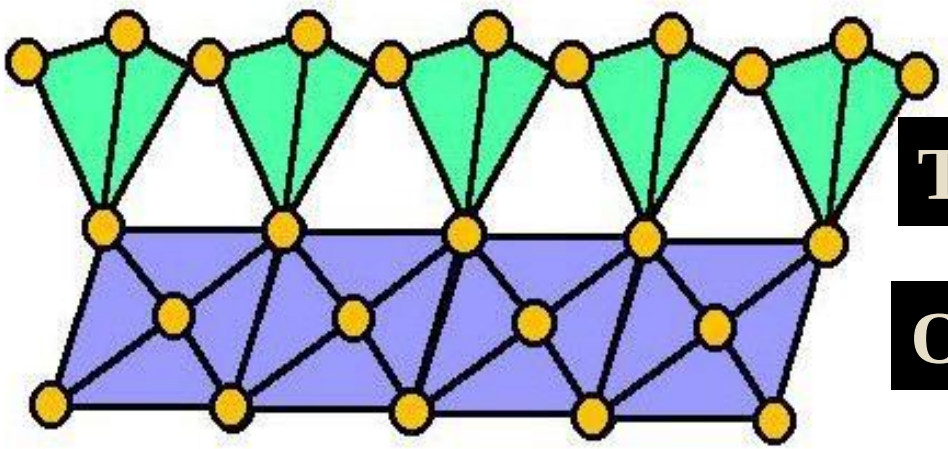
Philosilikatlar, katman yükü yoktur

T:O (sınıf)	trioctahedral = üçoktaeder	dioctahedral = 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):



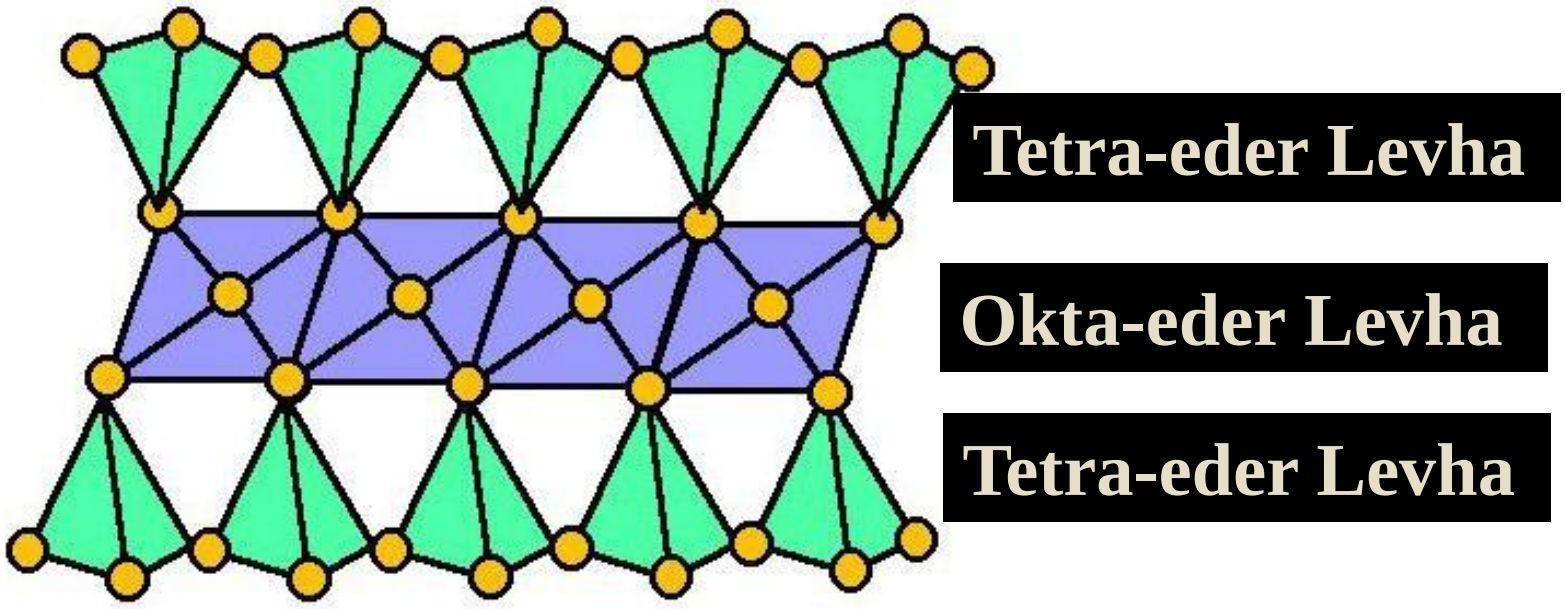
Tetra-eder Levha

Okta-eder Levha

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),
- Si tetraederler ile diğer 3-4 tetraederlerin rastgele ve simetriden yoksun şekilde kümelenmeleriyle oluşurlar.
- 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 tedraeder tabakası ile bir alüminyum oktaeder tabakası)

1. Eş boyutlu olanlar : Kaolin grubu kaolinit, dikit, nakrit.

2. Uzamış olanlar: Halloyisit grubu

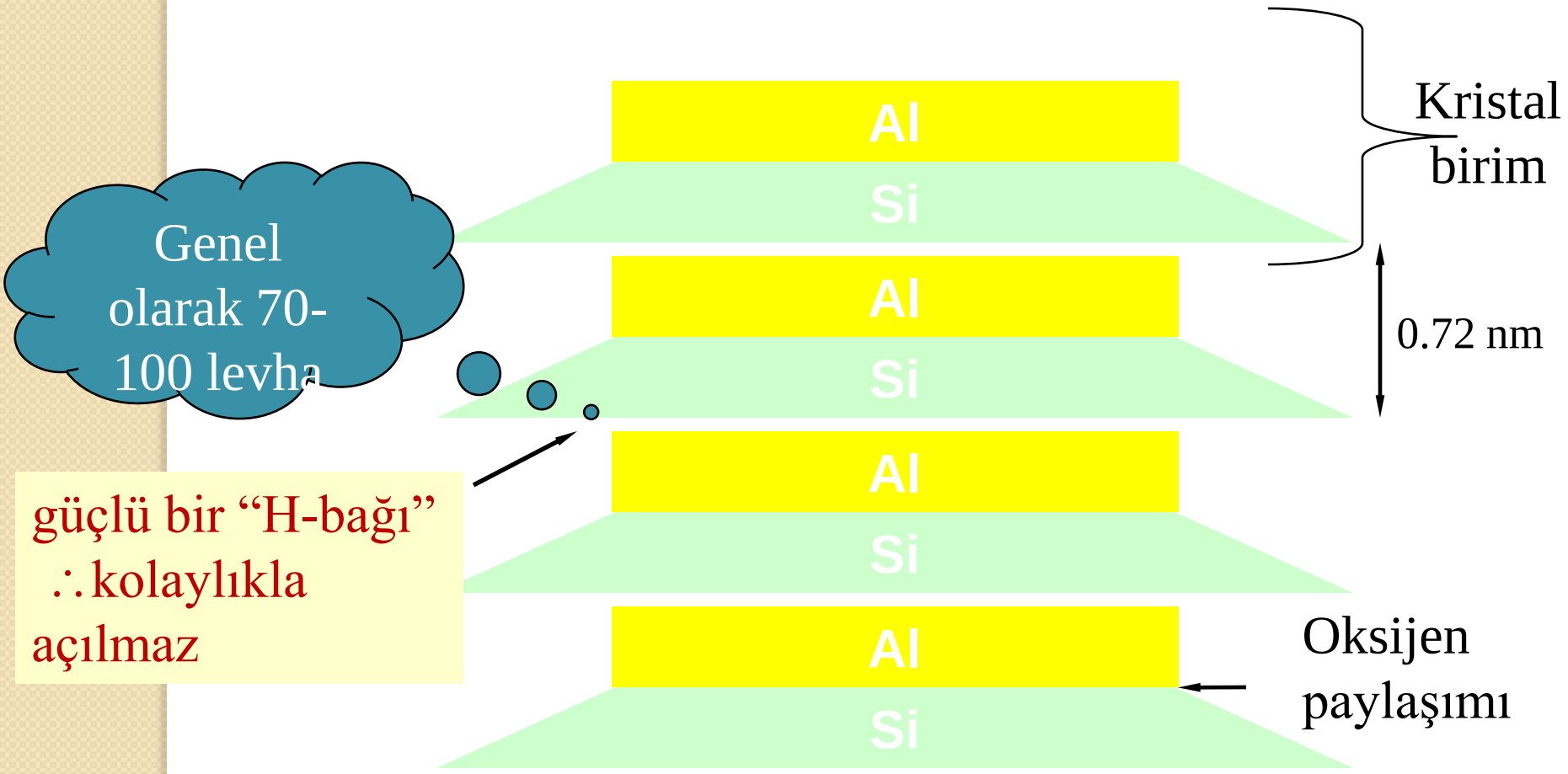
B. Üç tabakalı tipler 2:1 tipi

(levhalı yapılar 2 silis tedraederi tabakasıyla l adet merkezi dioktaedral veya trioktaedral tabakadan ibarettir

1. Genişleyen şebeke yapılı olanlar:

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

Kaolinit


Genel olarak 70-100 levha
güçlü bir "H-bağı"
∴ kolaylıkla açılmaz
Al
Si
Al
Si
Al
Si
Al
Si
Kristal birim
0.72 nm
Oksijen paylaşımı

KAOLİN (Eş boyutlu/genişlemeyen):

- Sulu alüminyum silikatlardır.
- Bir oktahedral tabakaya bağlı bir tetrahedral tabakadan oluşur. (1:1 tipi tabakalı silikatlar)
- Granit kayaçlardan 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

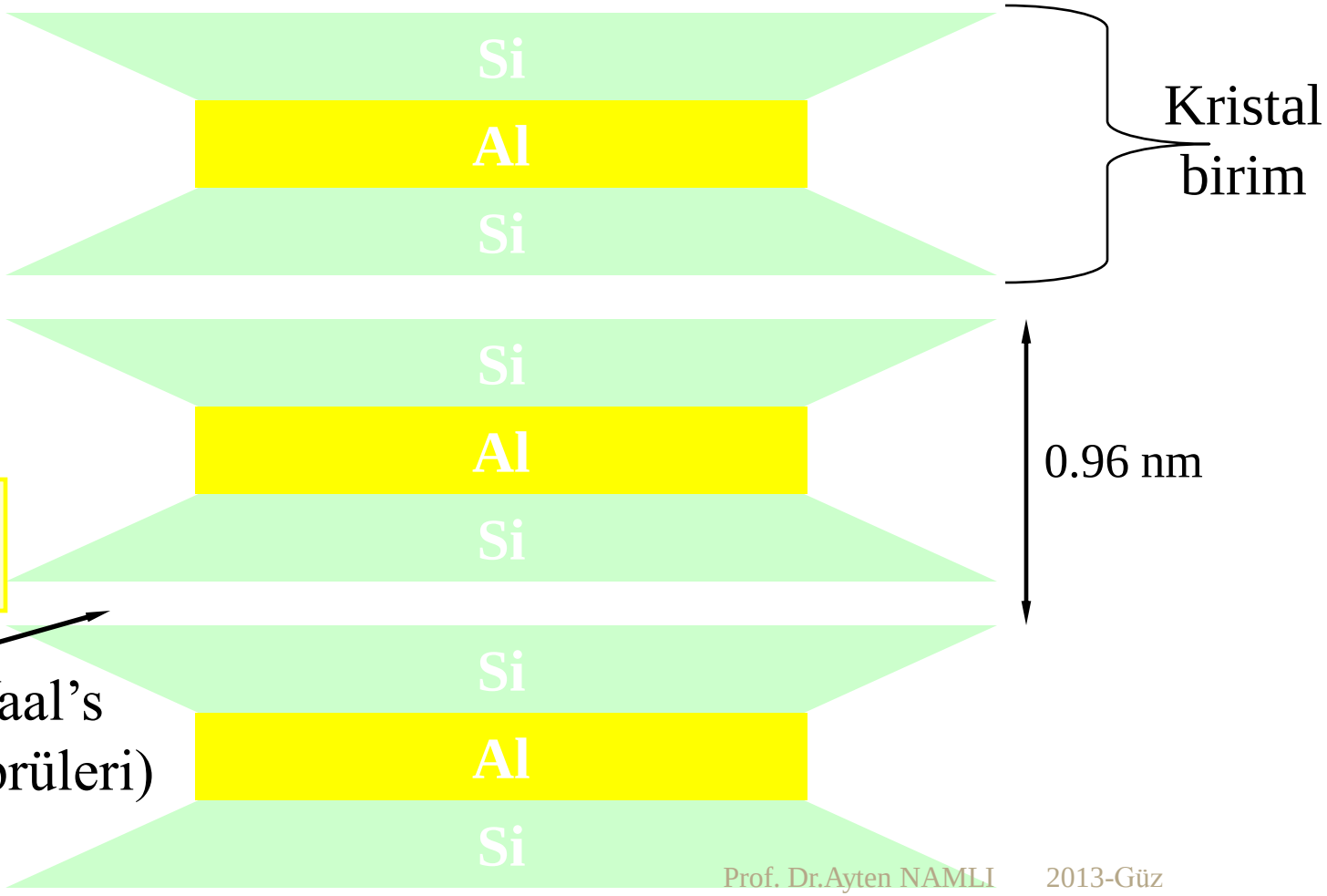
- Seramik, porselen, boyalarda, kağıt ve çömlekçilikte plastik eşya, yapay kauçuk, ilaç, gübre, mürekkep ve kozmetik ürünlerin yapımında kullanılır.
- $(OH)_8Al_4Si_4O_{10}$

Halloysit

- kaolinit ailesi; sulu ve çubuk yapılı kil mineralleri
- $(OH)_8Al_4Si_4O_{10}.4H_2O$

Montmorillonit

- **smektit** olarak da adlandırılır; su ile temasta genişler



zayıf van der Waal's bağı (O – O köprüleri) ile bağlanmıştır

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 Si4+ iyonu içerir.
- Ancak oktahedrallerin sekizde biri Al3+ iyonu yerine Mg2+ 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
- $(OH)_4Al_4Si_8O_{20}.nH_2O$

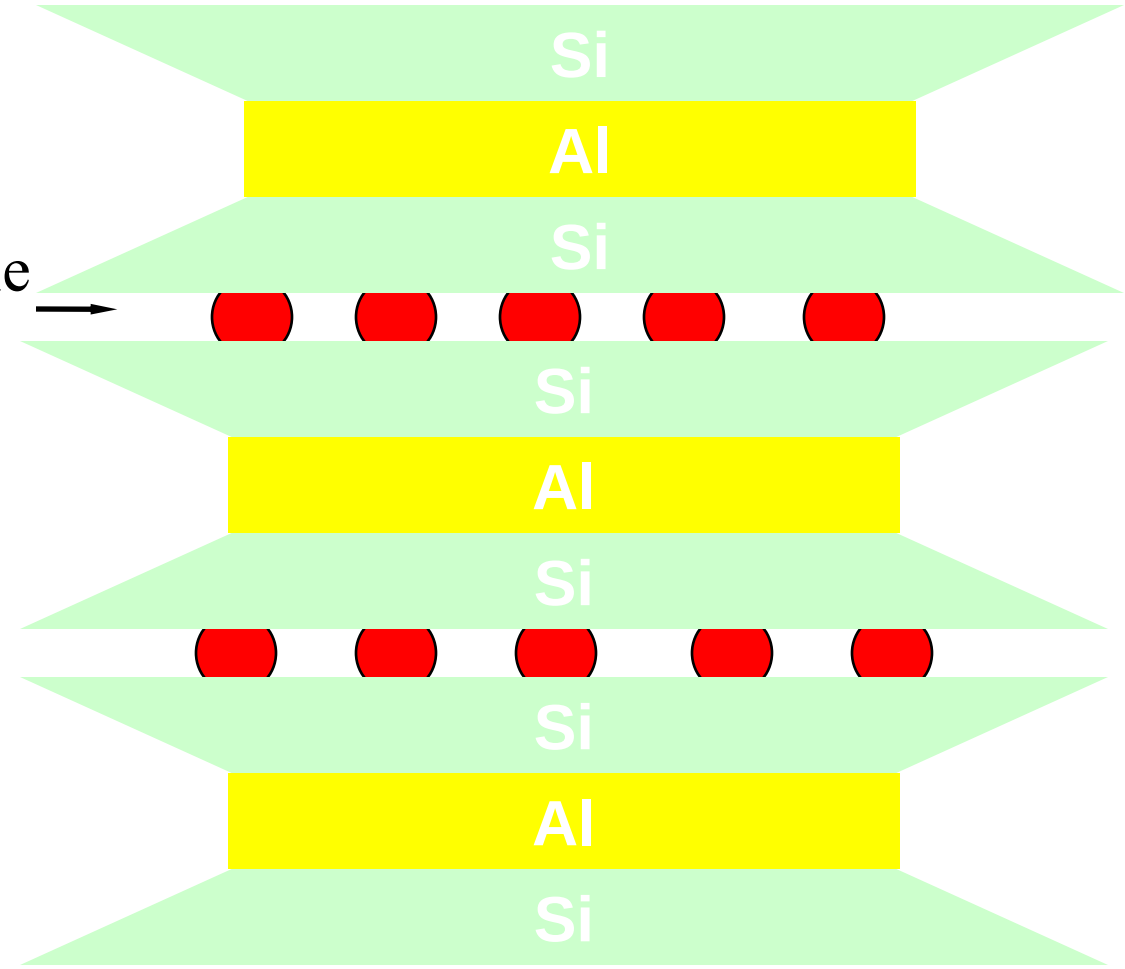
Su ile temasta şişer-genişler

aşırı su çekim eğilimi

Bentonit

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

İllit



K^+ iyonları ile birleşiklerdir

0.96 nm

K^+ iyonları büyüklüğü Si-tetra-eder levhalarındaki hekzagonal boşluklara tamamıyle uygundur

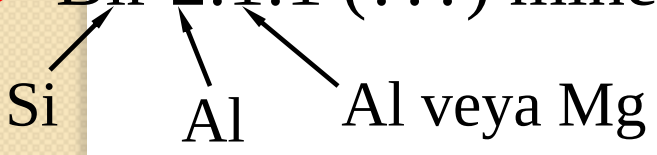
İLLİT (genişlemeyen)

- **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).
- **Si levhalarındaki tetraederlerin silisyum atomlarından en çok %15 inin yerine Al atomları yerleşmiştir. Ve negatif yükler artar ve oluşan boşluklara K iyonu yerleşir.**
- Potasyum iyonlarının birim tabakaları arasında köprü vazifesi görmesi ve bunları bağlamalarından dolayı genişlemezler.
- **Kristal üniteleri arasına K katyonu** yerleşebilir
- Muskovit ve Biotitten oluşur

Diğerleri…

Klorit

- Bir 2:1:1 (???) minerali



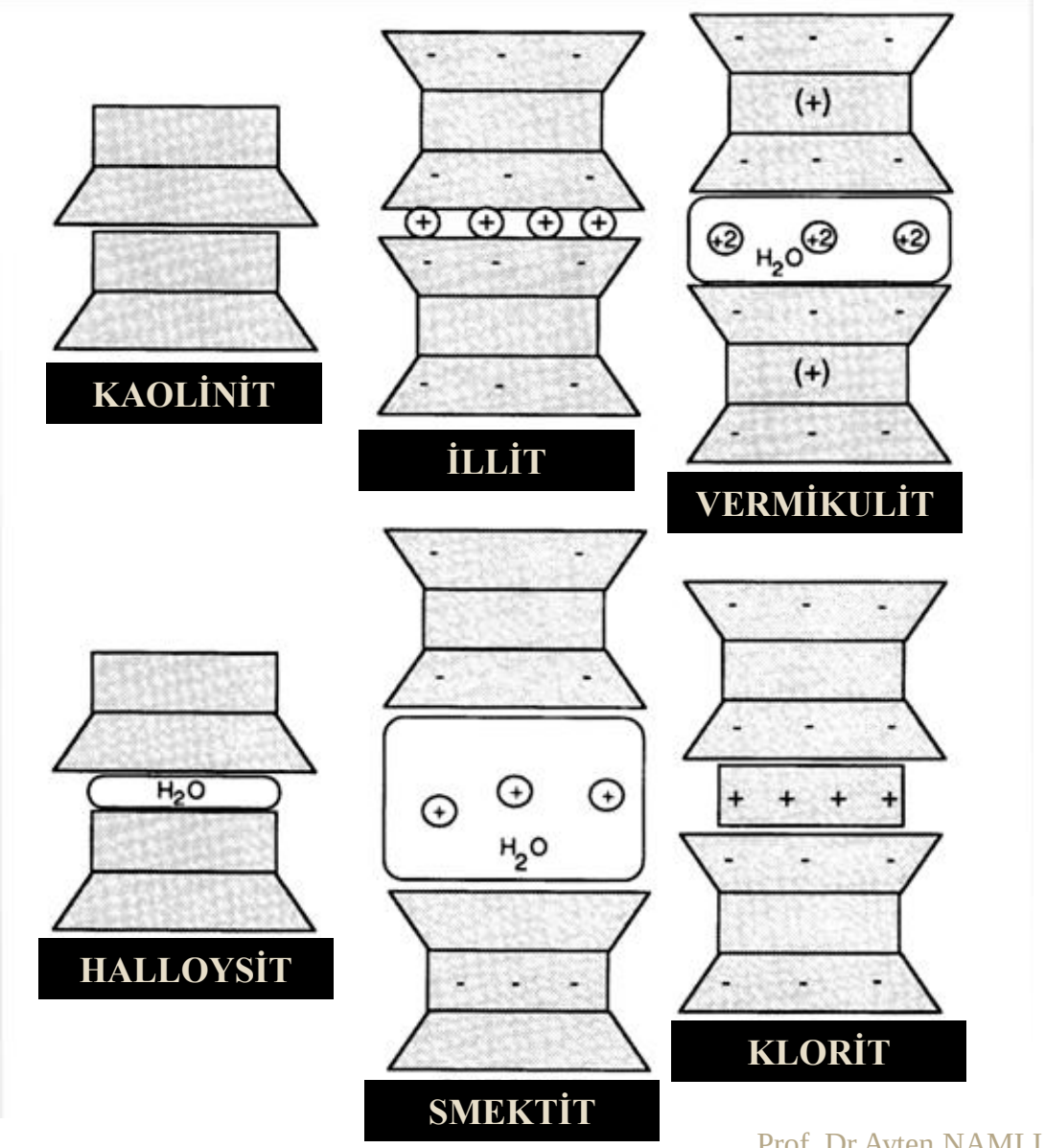
Vermiculit

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
(+)
+2
H_2O
(+)
VERMİKULİT
H_2O
HALLOYSİT
H_2O
SMEKTİT
KLORİT

Silikat Killerinin Oluşmaları

$$2KAlSi_3O_8 + H_2CO_3 + H_2O \rightarrow H_4Al_2Si_2O_9 + K_2CO_3 + 4SiO_2$$

Mikroklin

Hidrate silikat

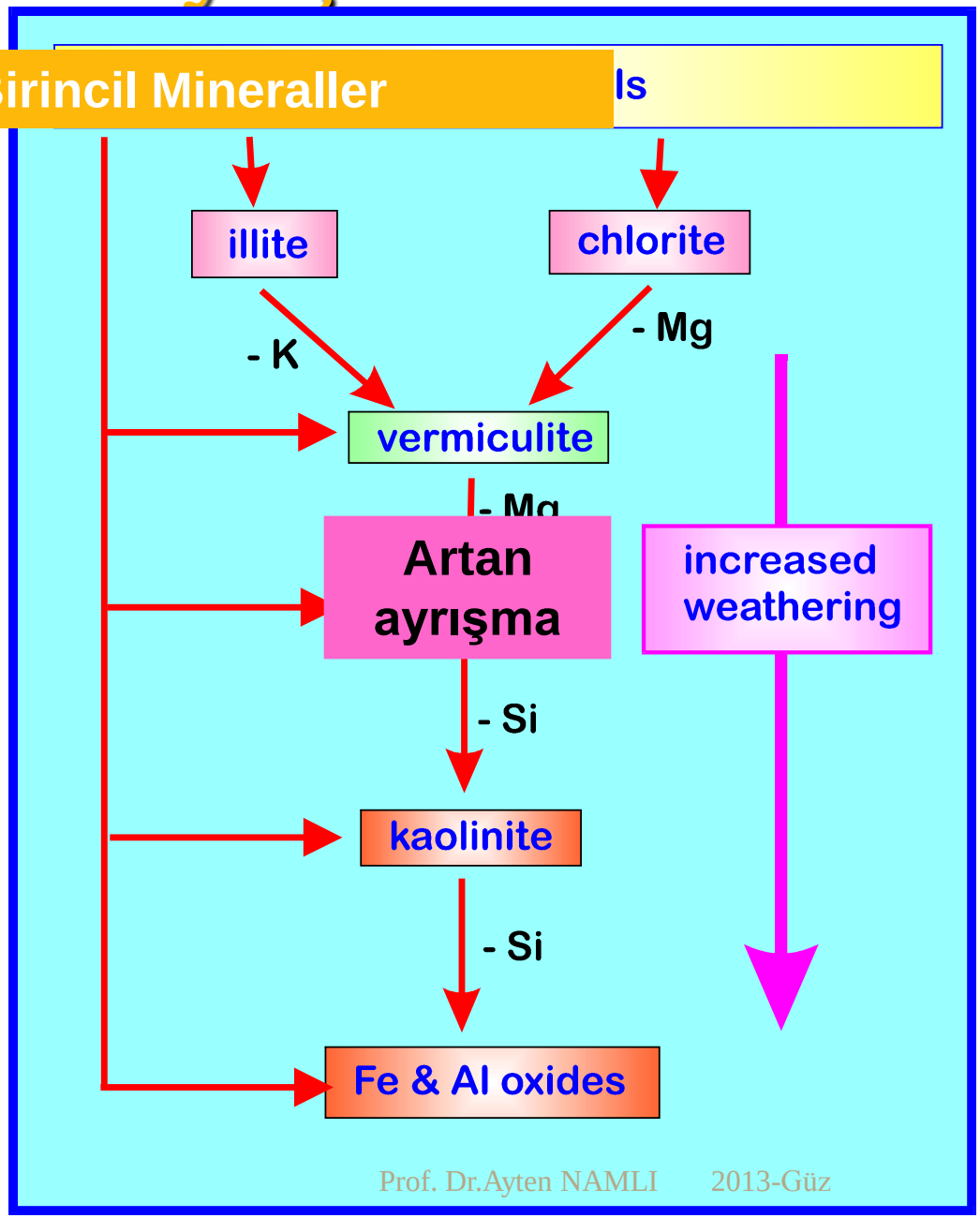
Çözünebilir karbonat

Feldispat, mika amfibol, proksen vb silikat minerallerinden, bu minerallerin değişime uğramaları veya tamamen ayrıştıktan sonra ayrışma ürünlerinin tekrar kristalleşme ile oluşurlar.

Killerin Ayrışması

En genç killer MİKA grubu (hidros mika-illit), Montmorillonit, Kaolin

Oksihidrat killeri ise en ileri ayrışma ürünü killerdir.



Smektit Toprak



Vertisol

?

Demir ve Al-oksitçe Zengin Toprak



Oxisol

Kil mineralojisi ayrışma süreçlerini yansıtır

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

Genç, az ayrışmış 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

KİL MİNERALLERİNİN OLUŞMA ÇEVRELERİ

- İllitler, ılıman bölgelerde K'ca zengin silikat içeren deniz orijinli Shallerden oluşur.
- Tatlı su sedimentlerinde kaolin ve illitler oluşur,
- Genç sedimentlerde özellikle volkanik orijinli olanlarda Montmorillonitler oluşur.

KİL MİNERALLERİNİN OLUŞMA ÇEVRELERİ

- Mg'ca zengin bazik püskürük kayaların, az yağışlı ve zayıf drenajlı yerlerde ayrışmalarıyla **Mg yıkanmayarak yerinde birikir ve montmorillonit oluşur.**
- Fazla yağışlı ve iyi drenajlı yerlerde açığa çıkan bazların ayrışmalarıyla ortaya çıkan **asidik koşullarda kaolinler oluşur,**
- Fazla miktarda K ve Mg içeren asid püskürük kayaların ayrışmasıyla ortaya çıkan **Mg ve K yıkandığında illit ve montmorillonit oluşur,**
- **Mg'un az, K'un fazla olduğu kayalardan yalnız illitler oluşur,**
- K az olduğunda ise yalnız montmorillonit oluşur.
- K ve Mg'un hızla yıkandığı koşullarda Kaolinler oluşur.
- Çevrede **fazla Ca iyonu varsa kaolin oluşmaz**,
- Kalkerli çökeltilerde en çok montmorillonit ve biraz da illit killeri bulunur.

Killerin Negatif Elektrik Yük Kazanmaları

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

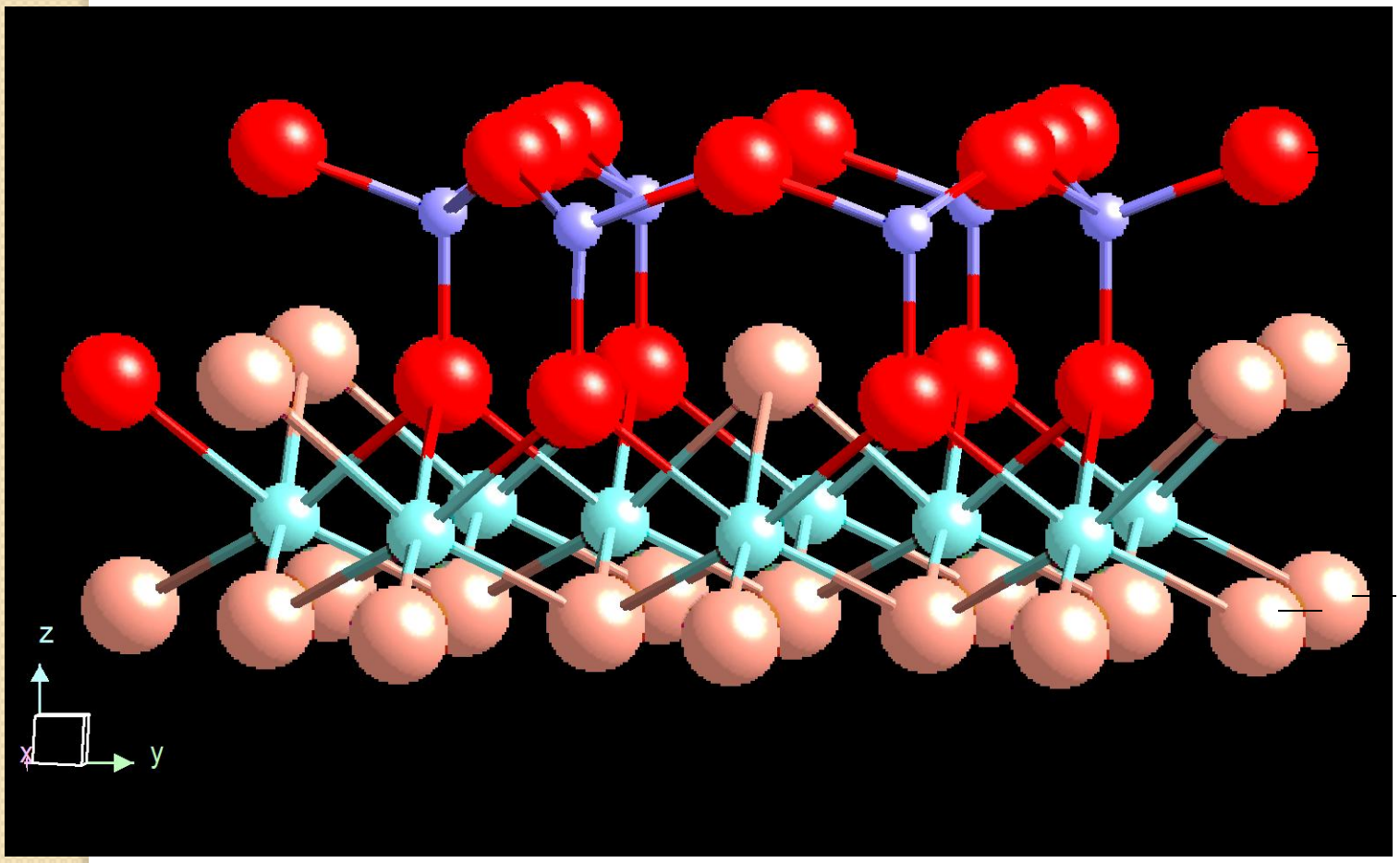
Killer negatif elektrik yüklerini başlıca iki yoldan kazanmaktadırlar:

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

1. Açık kristal kenarlarındaki kırılmalar:

- Kaolinit gibi kil minerallerinin düz olan dış yüzeylerine dahil olmak üzere bütün slikat killerinde 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.

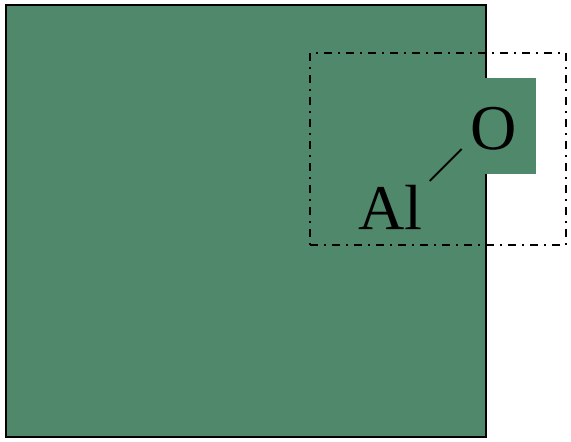
Bağlantı Uçları



Uç bağlar

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

Kenar-köşe Bağlantı Uçları: İyonlaşabilen Fonksiyonel Gruplar



$Al\text{-}OH_2^+ \leftrightarrow Al\text{-}OH^o + H^+ \leftrightarrow Al\text{-}O^- + H^+$

Düşük pH

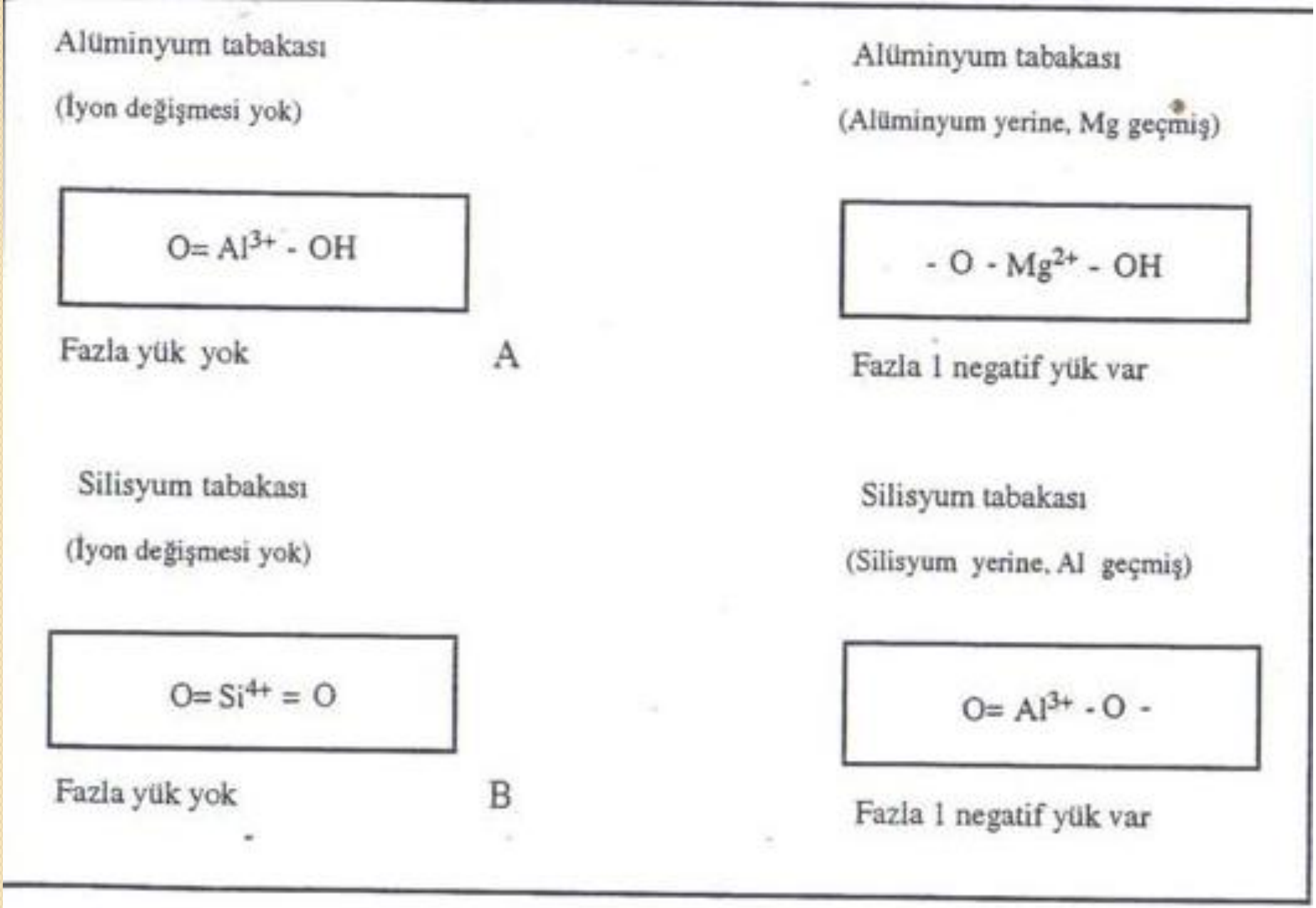
Yüksek pH

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

- pH-bağımlı yükler
- Philosilikat kenarları; Fe- and Al-oksitlerdeki tüm yüzeyler

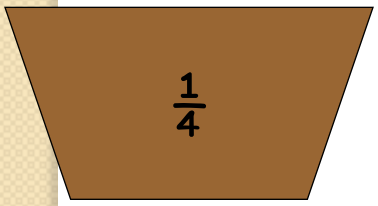
2. İyonik (izomorfik) Yer-değiştirme

- Kil mineralleri iyonik yer değiştirme veya OH gruplarındaki hidrojenlerin dissosiye olmasıyla 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.

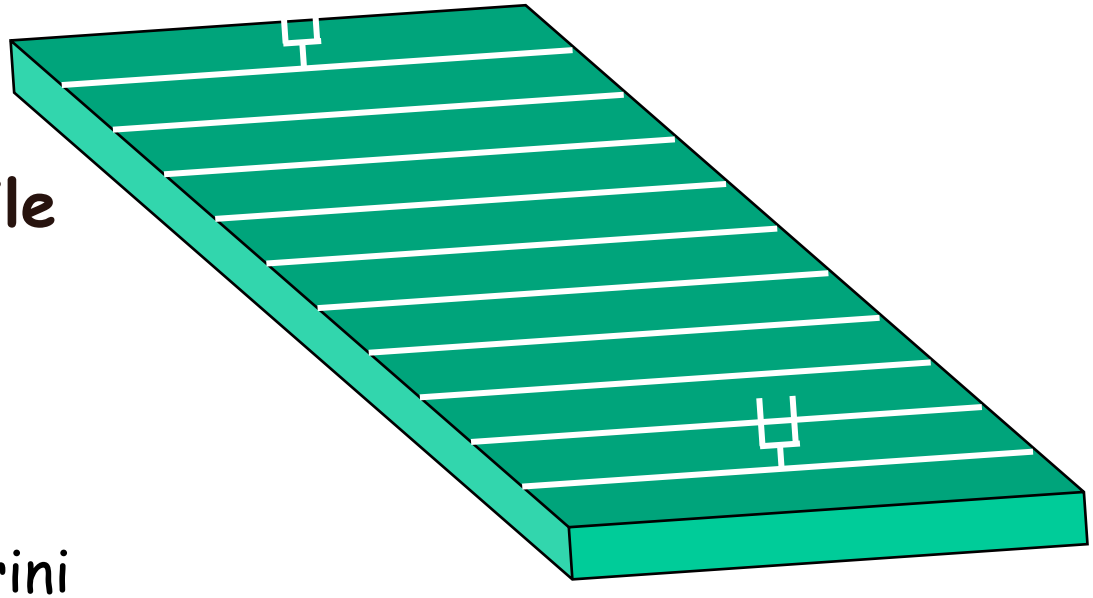


Şekil 20.13. Silikat killerinde iyonik yerdeğiştirme (Akalan 1987)

Killerin önemli özellikleri

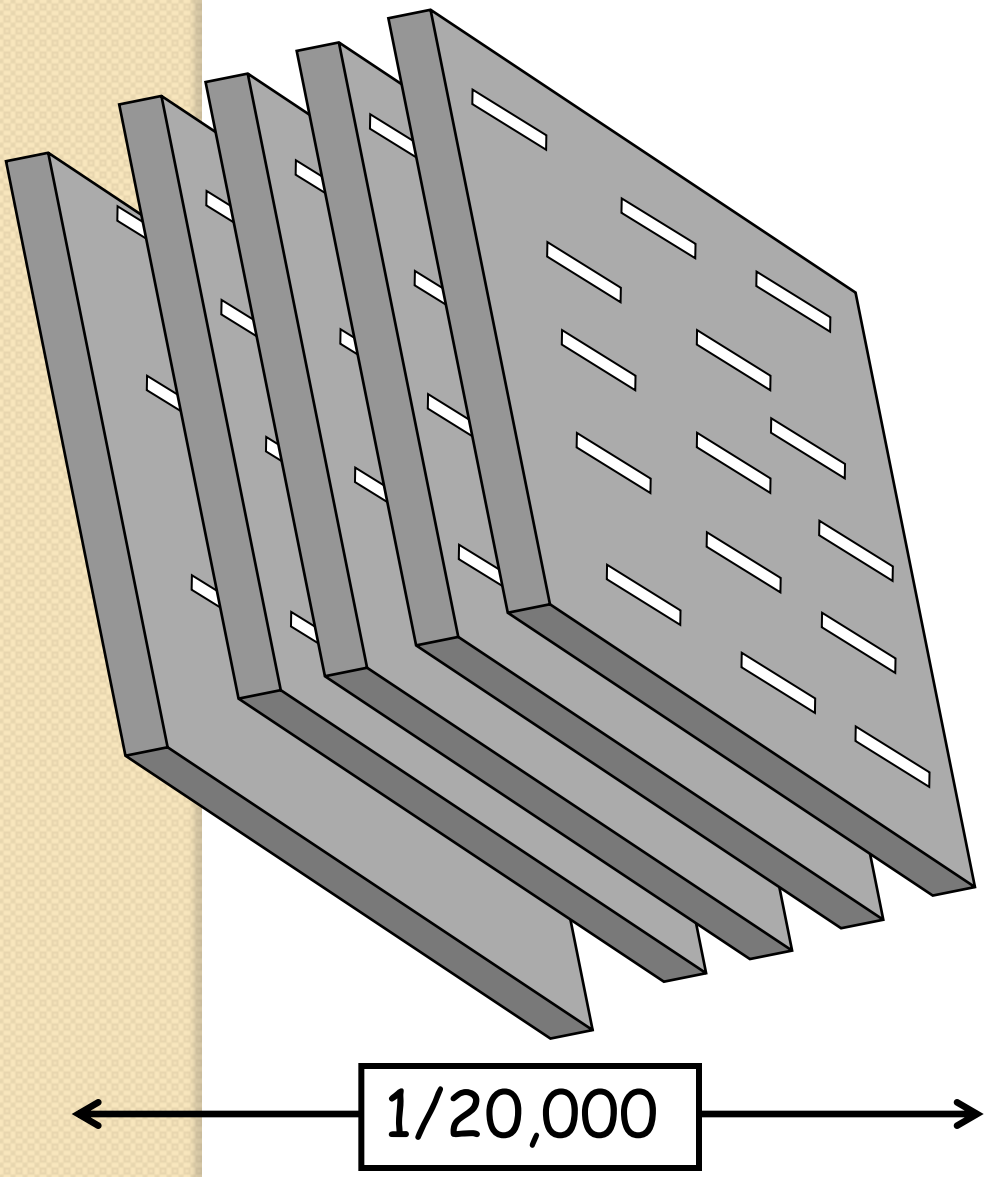


Kilden yapılmış bir kabın $\frac{1}{4}$ ü bir futbol sahasından daha fazla yüzey alanına sahiptir.



Geniş yüzey alanının kile sağladığı avantajlar;

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



Kil tanecikleri kağıt destesi gibi tabakalar halinde yığılırlar.

Her bir kil levhası negatif yüke sahiptir.

Negatif yükler pozitif yüklü katyonlarla dengede olmalıdır.

SİLİKAT KİLLERİNİN FİZİKSEL ÖZELİKLERİ

- PLASTİKLİK
- ÇATLAMA VE KOHEZYON
- ŞİŞME
- KÜMELEŞME

Fe ve Al Hidros Oksit Killeri

- Ilıman bölgelerde silikat killeriyle bulunabilirler,
- Tropik ve yarı tropik bölgelerde ekseriya hakim durumdadırlar.
- Hidros oksitler su molekilleriyle hidrate olmuş oksidlerdir.
- Gibsit ($Al_2O_3.3H_2O$),
- Götit ($Fe_2O_3.H_2O$),
- Limonit ($2Fe_2O_3.3H_2O$) en çok rastlanann Al ve Fe hidros oksitlerdir.

Fe ve Al Hidros Oksit Killeri

- Belli bir kristal strüküre sahiptirler,
- Behre kristal tanede çok az negatif yüke sahip olduğundan katyon adsorpsiyonu kaolinden bile küçüktür,
- Silikat bkilleri kadar yapışkan, plastik değildir,
- Hidros oksitlerce zengin topraklar çok iyi fiziksel özelliklere sahiptirler.

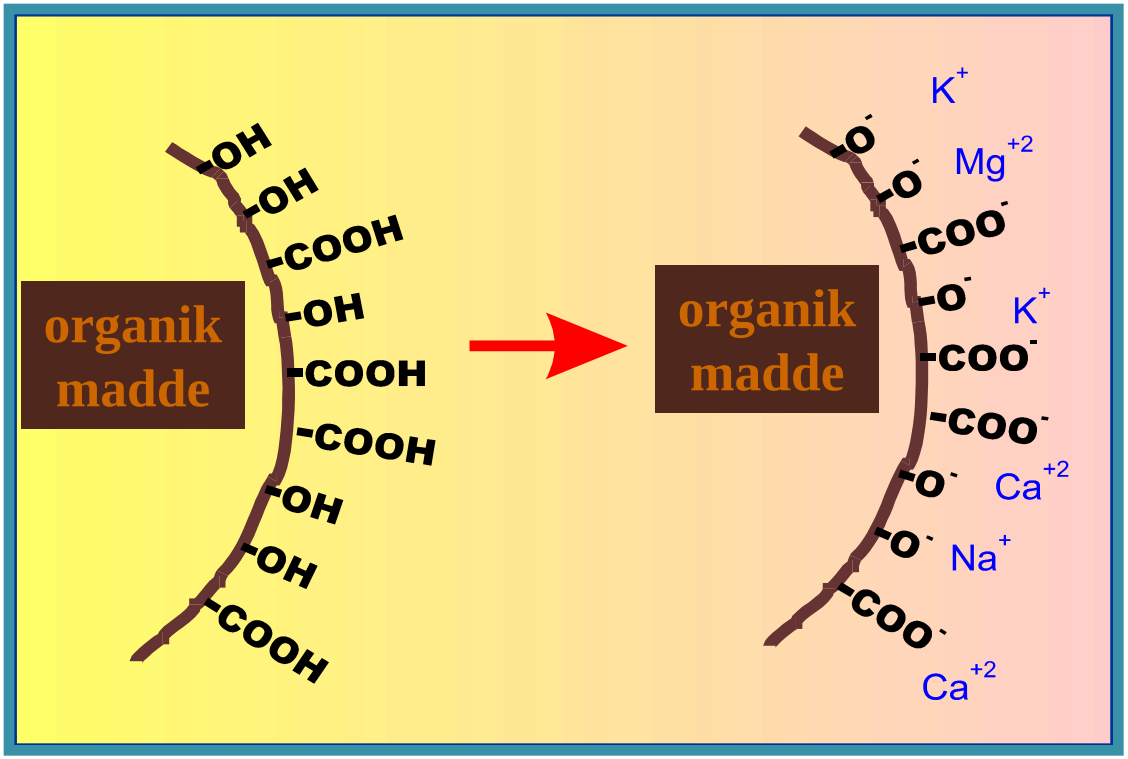
2. Organik Toprak Kolloidleri

- 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.

- **Silikat killerindeki Si, al ve O yerine c, H ve O'den oluşmuştur.**
- **Humus killer gibi stabil değildir,**
- **Killere oranla çok daha hızlı oluşur ve parçalanır.**

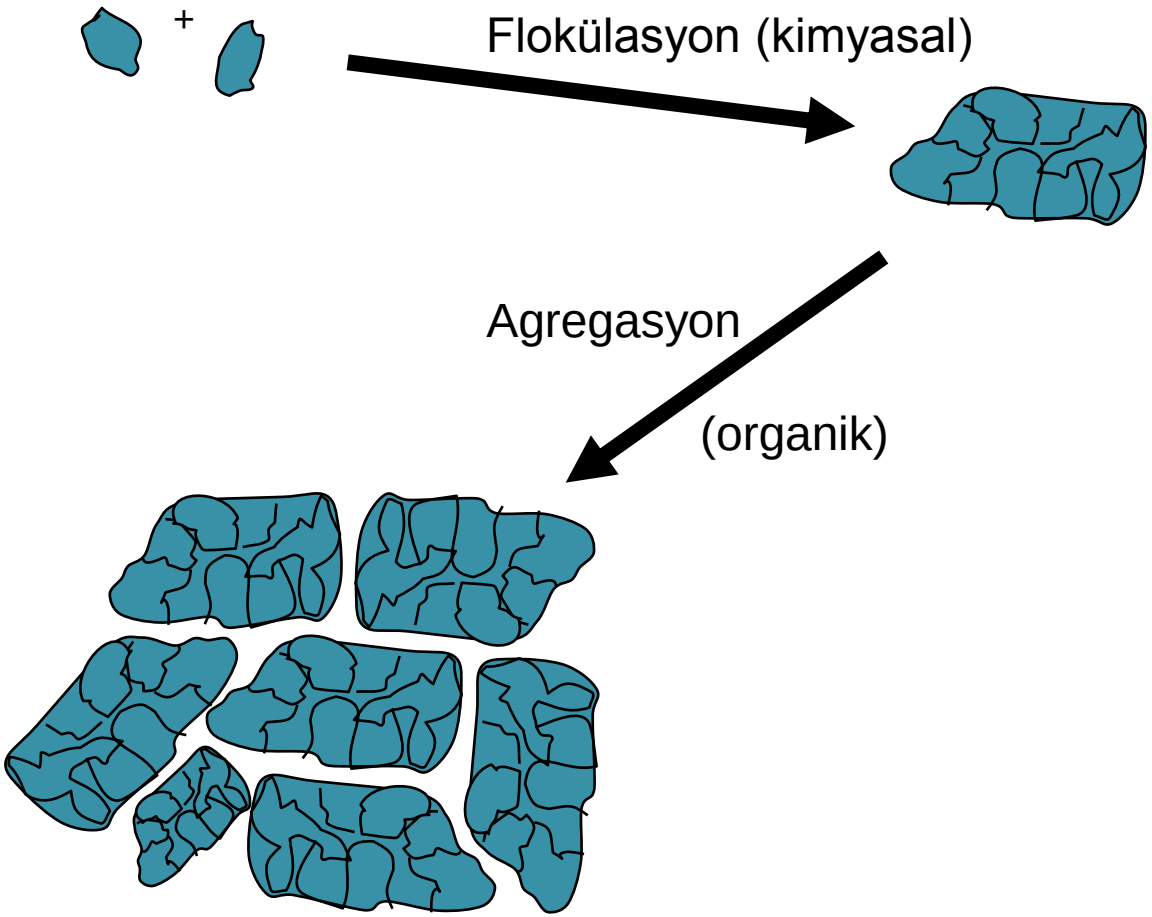
Organik Madde



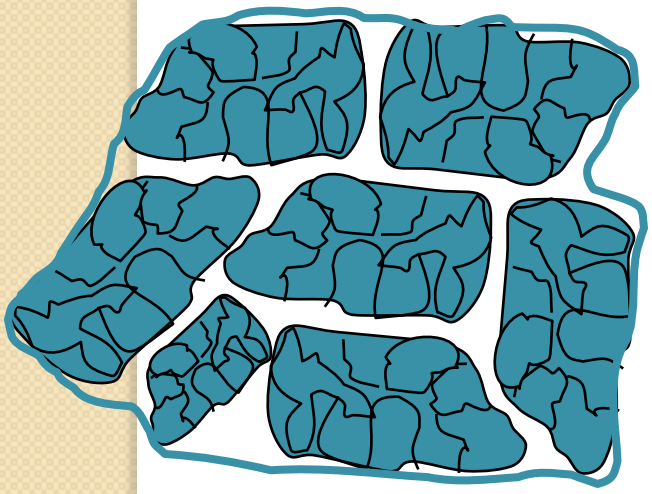
- tepkisel fonksiyonel gruplar: karboksil, hidroksil, fenolik

* Humus, Humik Asid, Fulvik Asid

Kümeleşme (Flokülasyon ve Agregasyon)

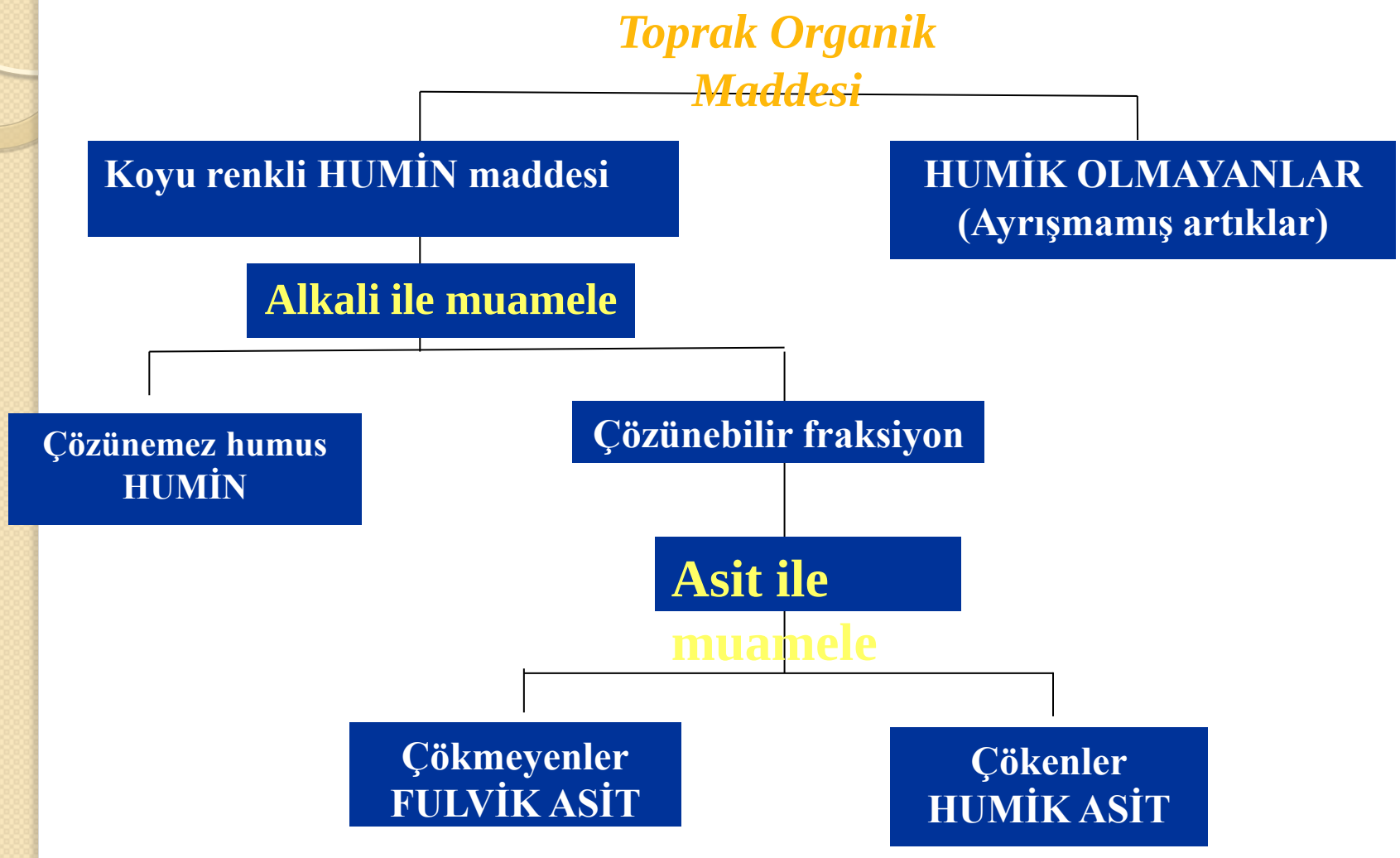


Organik Madde Destekli Kümeleşme





Toprak organik maddesinin fraksiyonlanması



Organik maddenin toprak özelliklerine etkisi

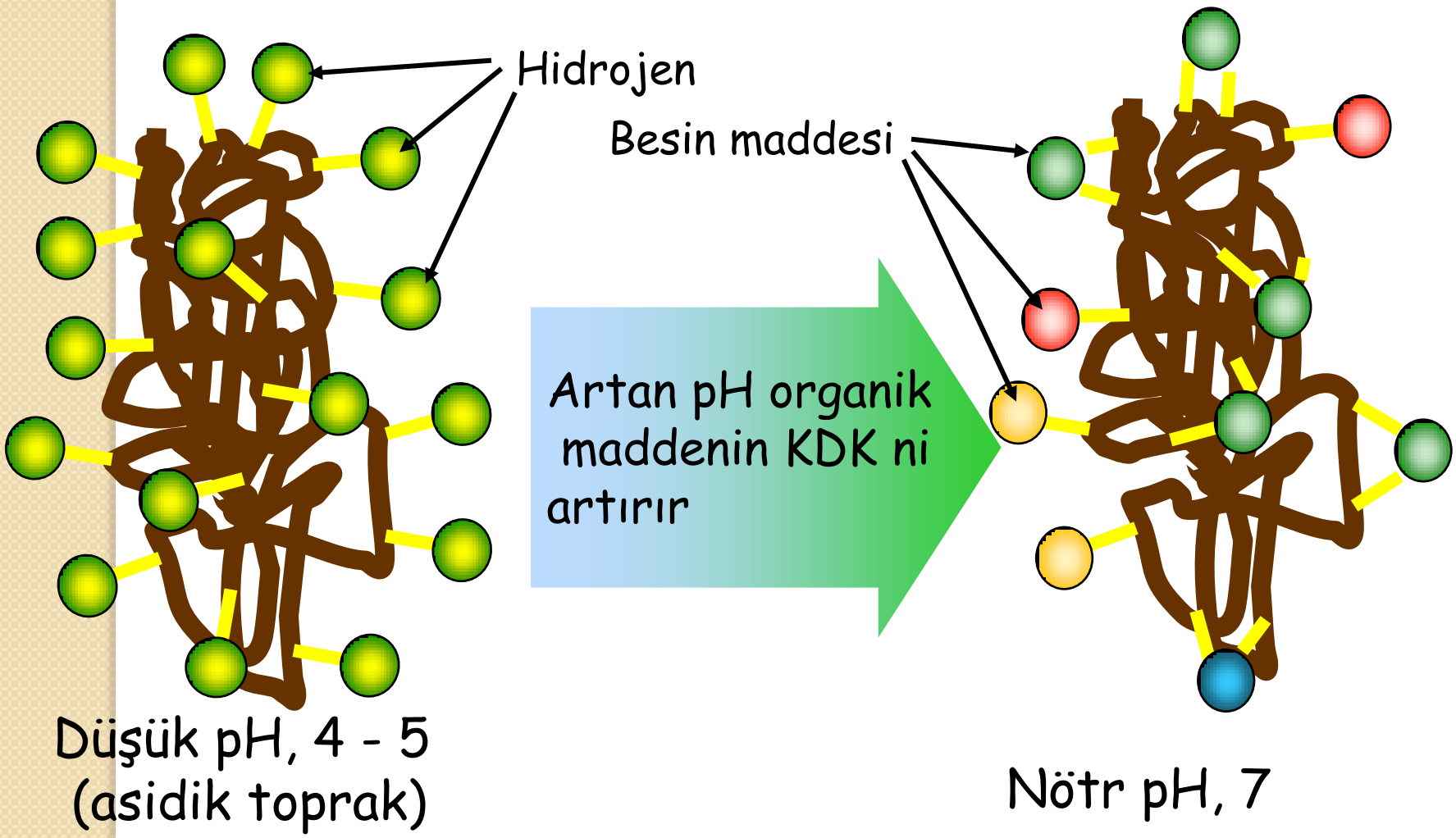
- ✓ Organik madde kendi ağırlının 3-5 katı su tutma özelliğine sahiptir ve **toprakların su tutma kapasitelerini arttırır**
- ✓ Özellikle ağır topraklarda, havalanmayı düzenler ve daha iyi bir yapı ve tav durumu hazırlar
- ✓ Toprakta **kümeleşmeyi (agregatlaşma) sağlayararak**, iyi bir toprak yapısı 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

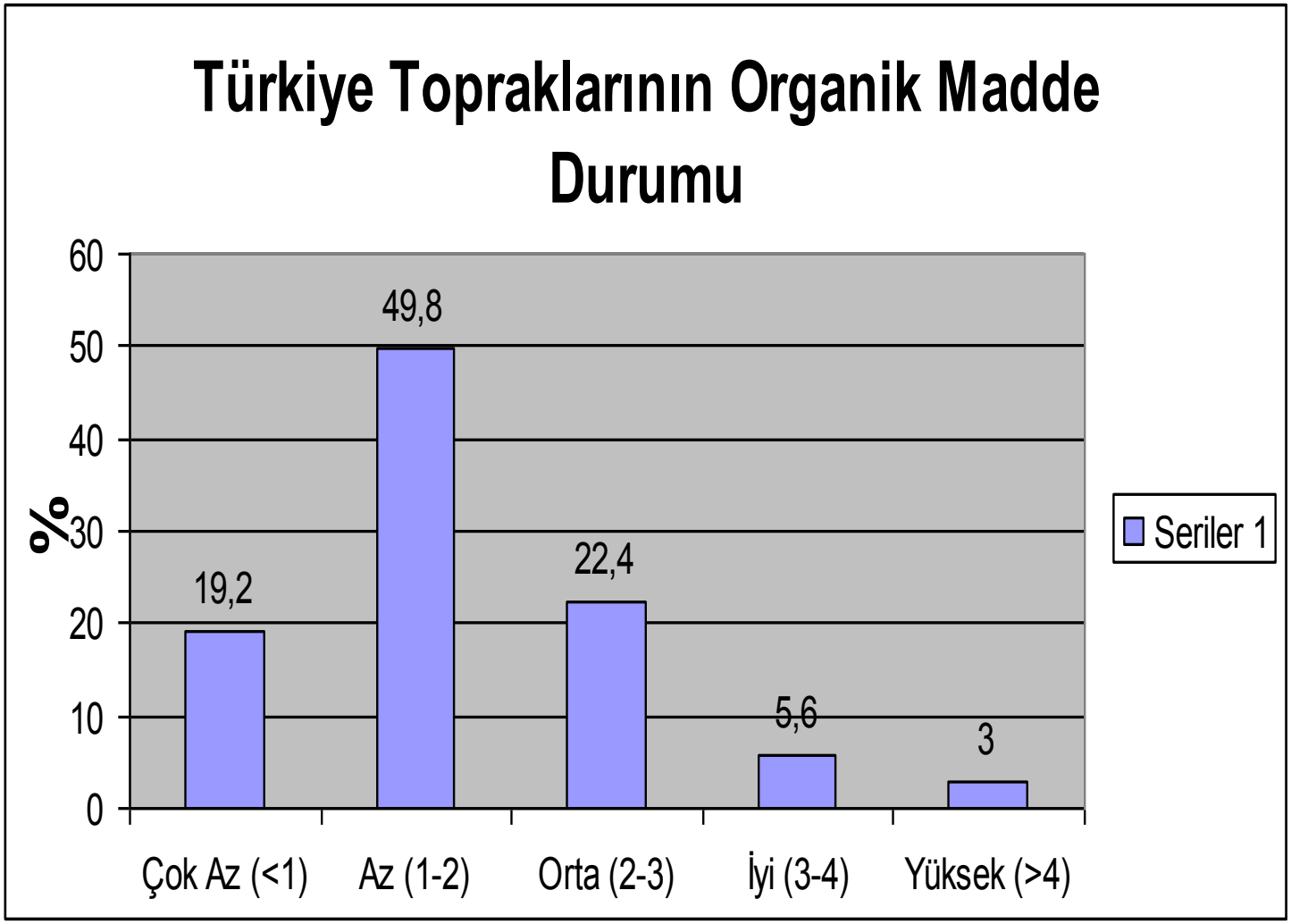
- ✓ Organik maddenin KDK'sının yüksek oluşu, kapsadıkları karboksil (COOH) ve fenolik hidroksil (OH) guruplarındandır ve topraklarda bbm'nin yıkanarak uzaklaşmalarına engel olur

- ✓ Tarım ilaçlarının adsorpsiyonuna veya deaktivasyonuna yada her ikisinde de etkilidir

- ✓ Bitki besin maddesi kaynağı olarak görev yapar ve bitki besin maddelerinin yarayışlılıklarını artırır.


Hidrojen
Besin maddesi
Artan pH organik maddenin KDK ni artırır
Düşük pH, 4 - 5
(asidik toprak)
Nötr pH, 7

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



• 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

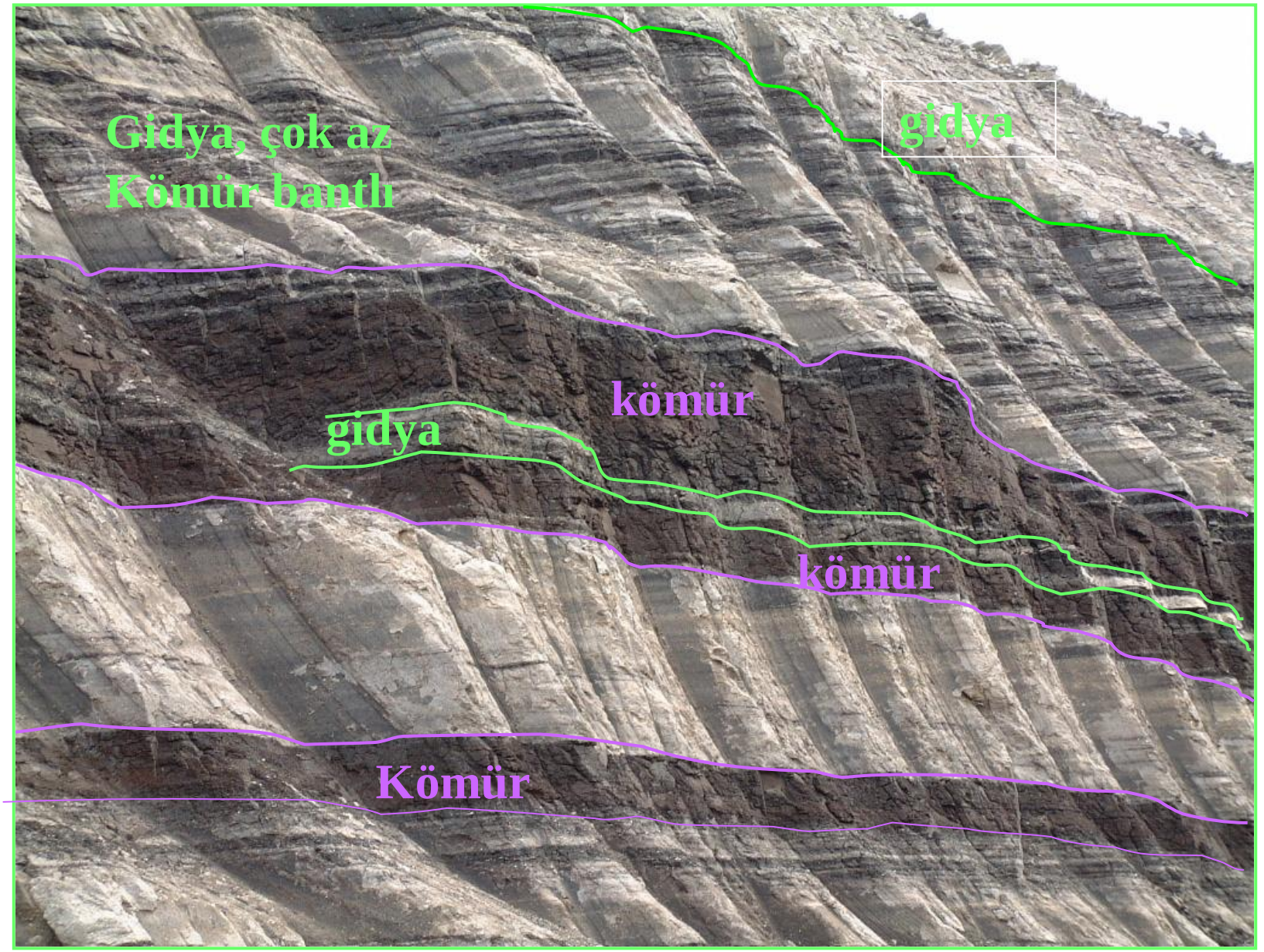
OM KAYNAKLARI

•Toprakta organik madde yetersizliğini en yaygın giderme yolu; toprağa **ahır** ve **işletme** gübrelerinin 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 bantlı
gidya
kömür
gidya
kömür
Kömür





Humus

- Humus killerinkine 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 Değişim Kapasitesi

- Toprakta bulunan elementler üç temel şekilde bulunur.
  - Kayaların yapısında
  - Kil ve organik kolloidler tarafından değişebilir olarak tutulmuş durumda
  - Toprak suyu içerisinde iyon halinde.

Toprak kolloidleri tarafından toprak çözeltisi ile değiştirilebilir şekilde tutulan katyon miktarına, toprağın **katyon değişim kapasitesi** (KDK) adı verilir. Burada değişebilir durumda tutulan bu elementlerin tamamına yakını bitki besin elementi olduğundan KDK toprağın besin elementi tutma kapasitesi olarak düşünülebilir.

Organik topraklar, organik madde içeriği yüksek topraklar ve killi topraklar sırasıyla KDK si yüksek olan topraklardır.

KATYON DEĞİŞİM KAPASİTESİ

- **Katyon Değişim Kapasitesi**: Bir toprağın adsorbe edebileceği değişebilir katyonların toplam miktarıdır.

- me/ 100 g toprak (10 ppm)

- 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.

$$Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} >> NH_4^+ > K^+ > H^+ > Na^+ > Li^+$$

SORU:

- Katyonların adsorpsiyon güçleri

H>Ca>Mg>K>Na şeklindedir. Buna göre;

Bir toprak örneğinde %50 Ca ve %50 H,

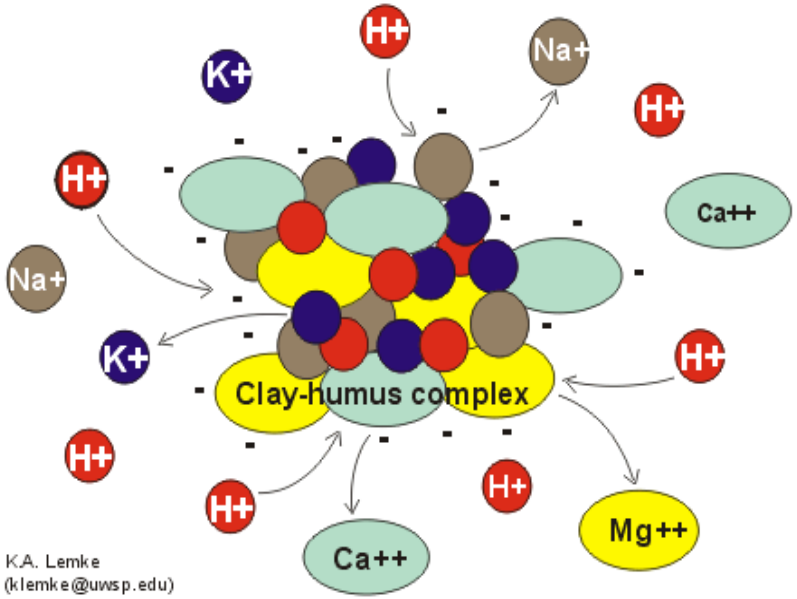
diğer toprak örneğinde %50 Ca ve %50 Na bulundunduğunda hangi koşulda yetişen bitkilerin Ca ihtiyacı fazladır?

Cevap

Birinci toprakta H iyonları Ca iyonlarından daha sıkı tutulduğundan, değişim sonucu toprak çözeltisinw gwçwn Ca miktarı fazla olur.

İkinci durumda ise Ca sıkı tutulacağından gevşek tutulan Na toprak çözeltisine geçer. Bu toprakta yetişen bitkilerin Ca gereksinimleri birincikinden daha fazla olur.

- Topraktaki kolloidler ile bunların çevresindeki toprak çözeltisi arasında koşullara bağlı olarak bir değişim vardır. İyon değişim adı verdiğimiz bu olay bitki besin elementlerinin toprakta tutulması, depolanması ve gerektiğinde kullanılmasını sağlayan mekanizmanın da esasını oluşturur.
- Gübreleme veya ıslah amaçlı toprağa kimyasal ilavelerinden sonra, ilave edilen elementin toprak çözeltisindeki miktarı artacağından, bu elementlerin bir kısmı kolloidler üzerine geçer, eşdeğer miktarda diğer bir katyon ise çözeltiye döner.
- **Bitkiler öncelikle çözeltideki iyonları kullanır. Azaldıkça , değişebilir durumdakilerden desteklenir.**



- **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**:

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

12/16 x 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

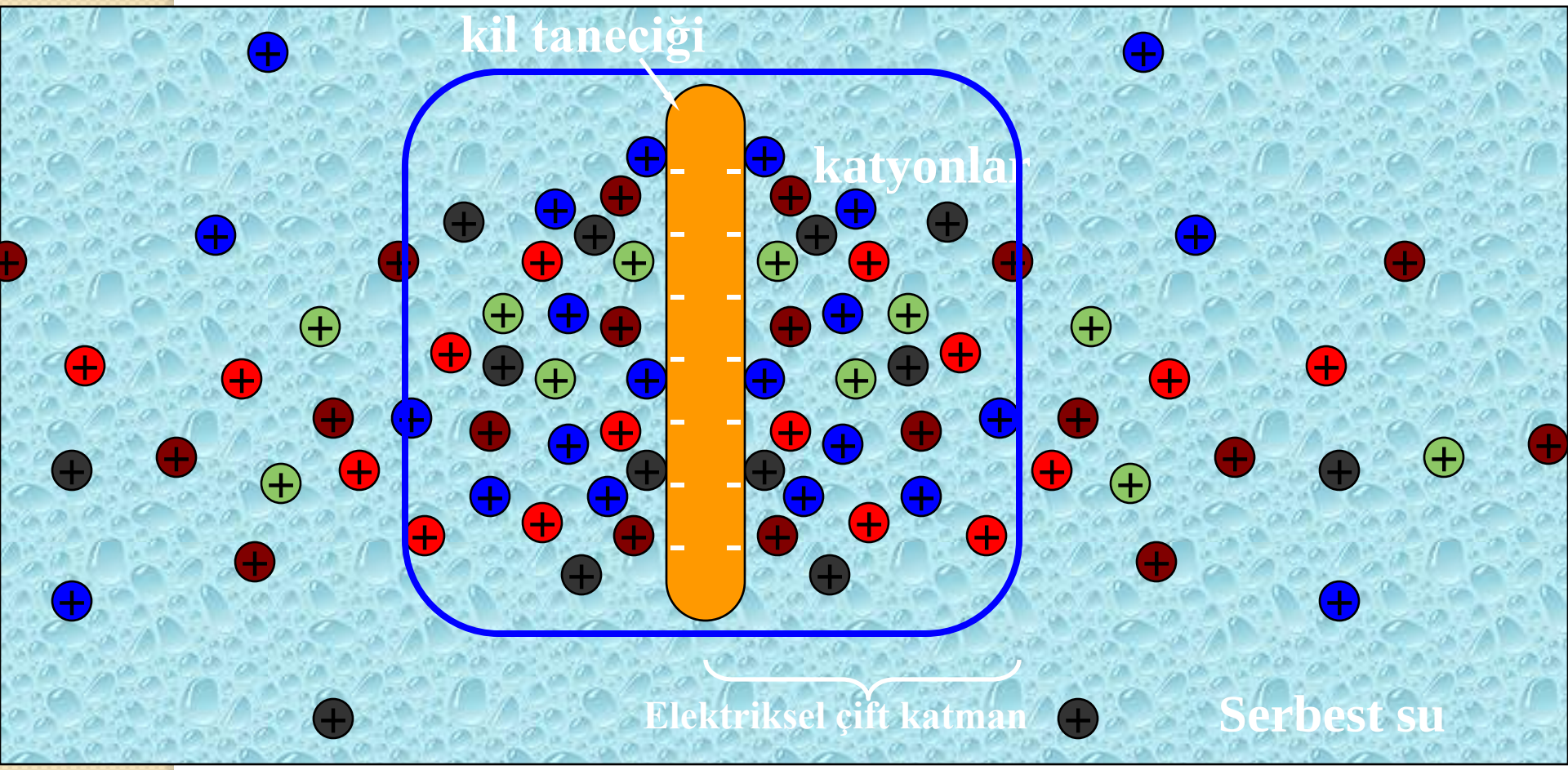
- Kil tipi aynı kalmak koşulu **ile toprağın kil yüzdesi arttıkça katyon değişim kapasitesi de artmaktadır.** Kumlu olan hafif topraklarda kil kolloidleri ve humus miktarları düşük olduğundan dolayı, killi olan ağır bünyeli topraklara göre katyon değişim kapasiteleri daha düşüktür.

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

Materyal	(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

KDK etki eden faktörler:

Katyonların farklı miktarlarda tutulmaları;

- Katyonun değerliğine
- Katyonun hidratasyon derecesine
- Katyonun polarizasyonuna bağlıdır.

- katyonun yükü ne kadar fazla olursa tutulma gücü o oranda yüksek olur. Örneğin;
- Al+3 > Mg+2> K- şeklinde bir tutulma söz konusudur.
- Çok hidrate olan iyon daha zayıf tutunur. Buna göre tutunma gücü bakımından iyonlar aşağıdaki gibi sıralanırlar:
- Li Na NH4 K Rb Cs Mg Ca Sr Al

- Tutunma gücünün zayıftan kuvvetliye doğru durumunu gösteren bu sıralamaya "LIOTROP SIRA" denir.

SORU

Değişebilir Ca	6-9me/100gr	13-16 me/100g
Değişebilir diğer bazlar	2-3	6-8
Değişebilir H	4-6	1-2
KDK	12-18	20-26
Bazla doygunluk %	66,6	95
Beklenen pH	5,6-5,8	7+

- Yağışlı bölge toprağı?
- Az yağışlı kurak bölge toprağı?

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
- 10 me KDK x 1mg H= 10 mg 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

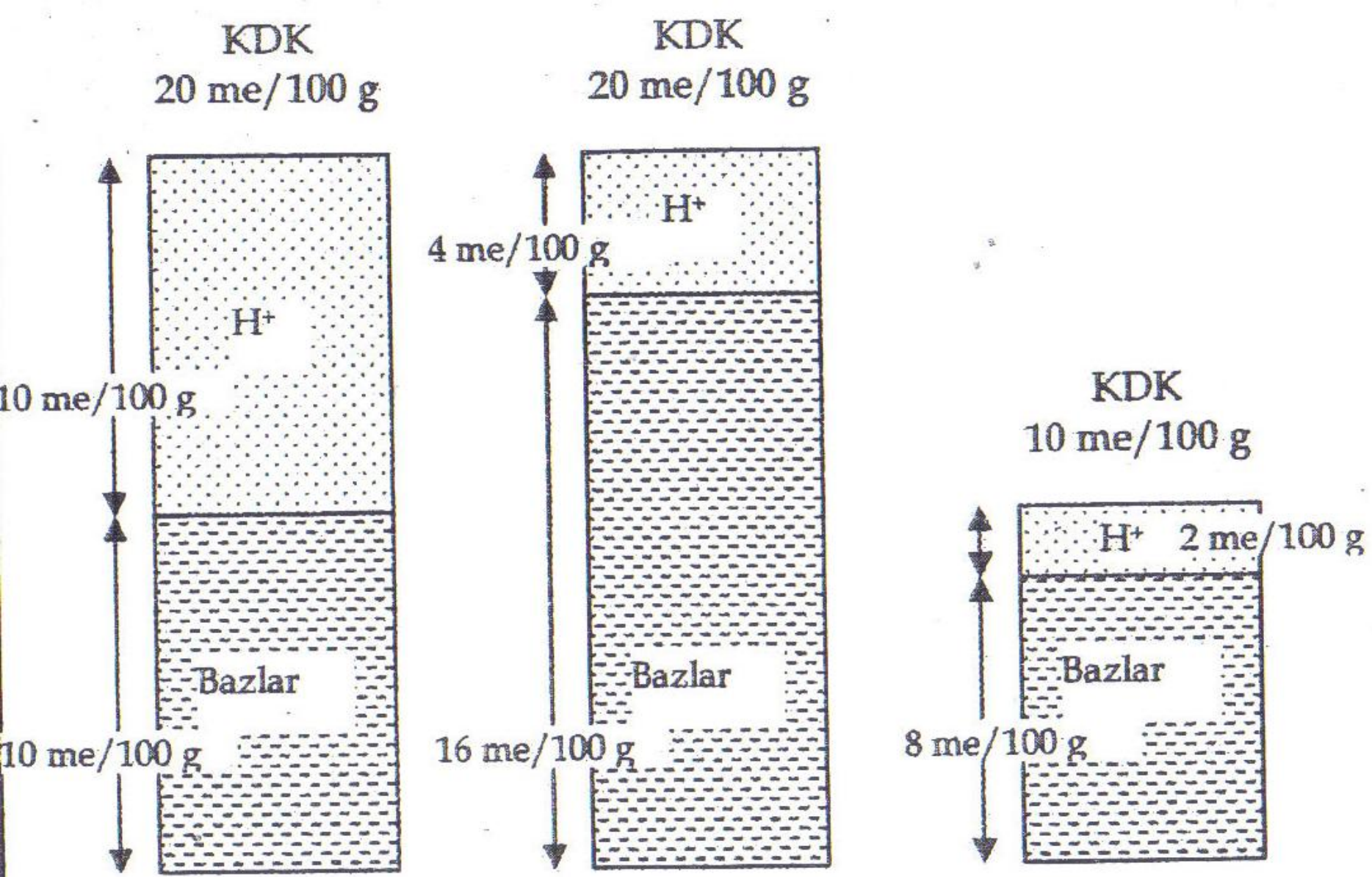
40:2=20 mg Ca (20 mg Ca= 1 me Ca)

- 10 me KDK 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?

KDK= 300: 20= 15 me/100g


KDK
20 me/100 g
H+
10 me/100 g
Bazlar
10 me/100 g
% 50
Baz doy.
pH: 5,5
KDK
20 me/100 g
H+
4 me/100 g
Bazlar
16 me/100 g
% 80
Baz doy.
pH: 6,5
KDK
10 me/100 g
H+ 2 me/100 g
Bazlar
8 me/100 g
% 80
Baz doy.
pH: 6,5

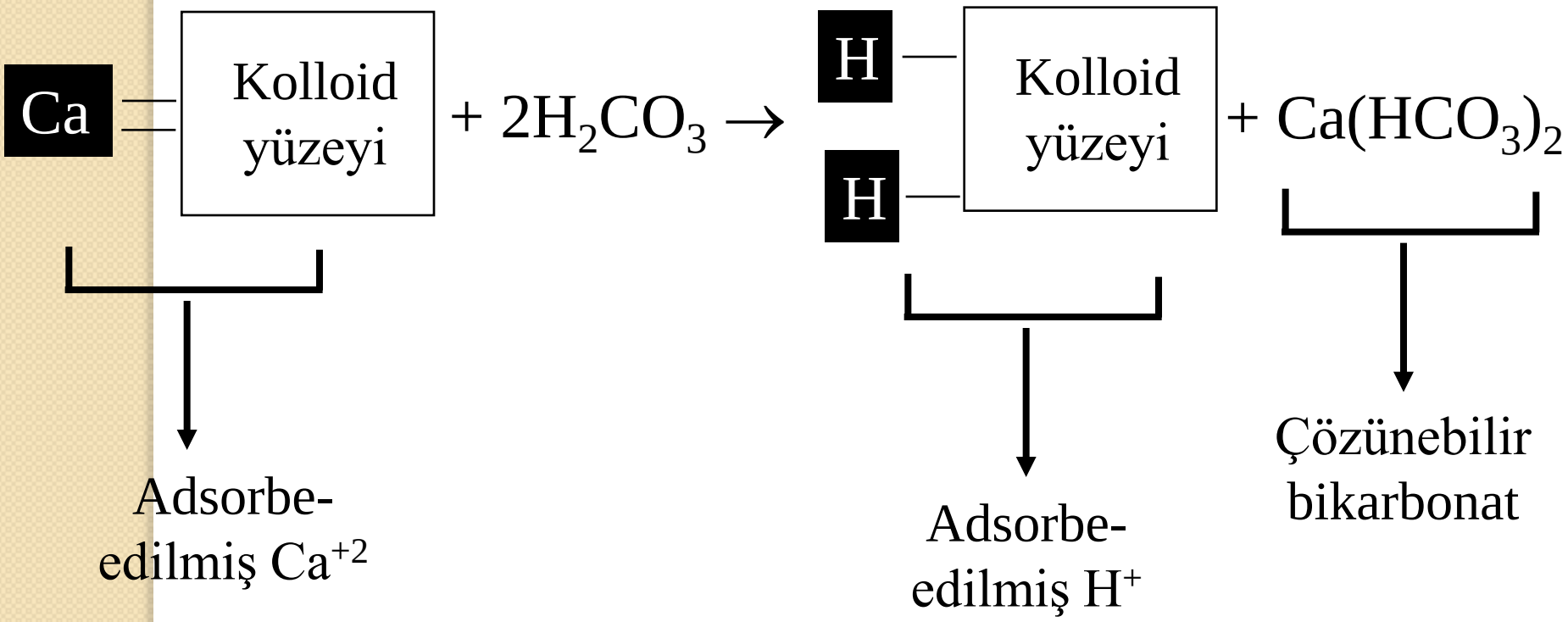
SORU:

- 1. toprak — 2. toprak
- KDK=10 me/100g — KDK=40 me/100g
- 8 me Ca — 8 me Ca

- Hangisinde Ca'un yarayışlılığı (bitkiler tarafından kolayca alımı) daha fazladır?

- Not: Toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilen bir katyonun yarayışlılığı toplam miktarına değil yüzde oranının yüksekliğine bağlıdır.

Toprakta Kalsyum'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