

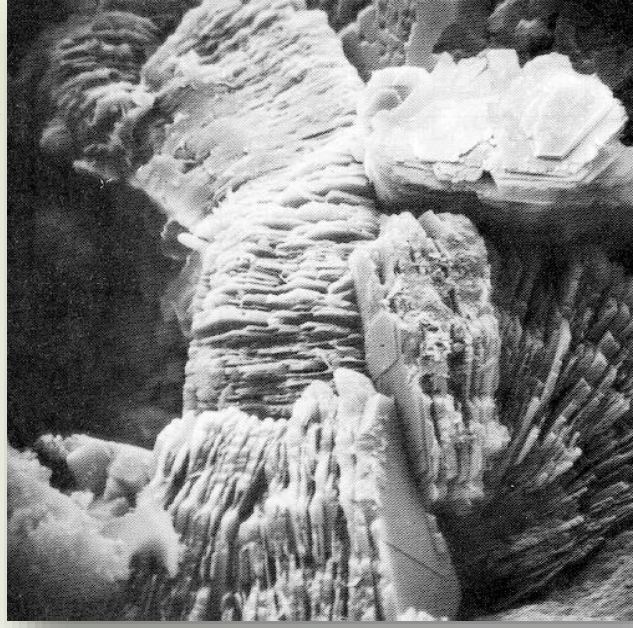
Toprağın Kimyasal Özellikleri-II



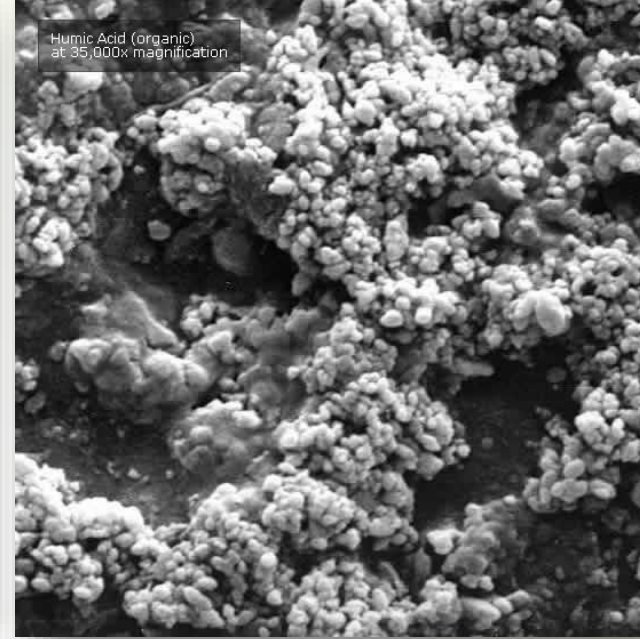
Toprak Kolloidleri

- Toprağın kimyasal, fiziksel ve fiziko-kimyasal yönden en etkin ve en önemli yapı maddeleri inorganik ve organik kolloidlerdir.
- İnorganik kolloidler = kil mineralleri
- Organik kolloidler = humik maddeler

Elektron mikroskop görünümleri



Kil mineralleri



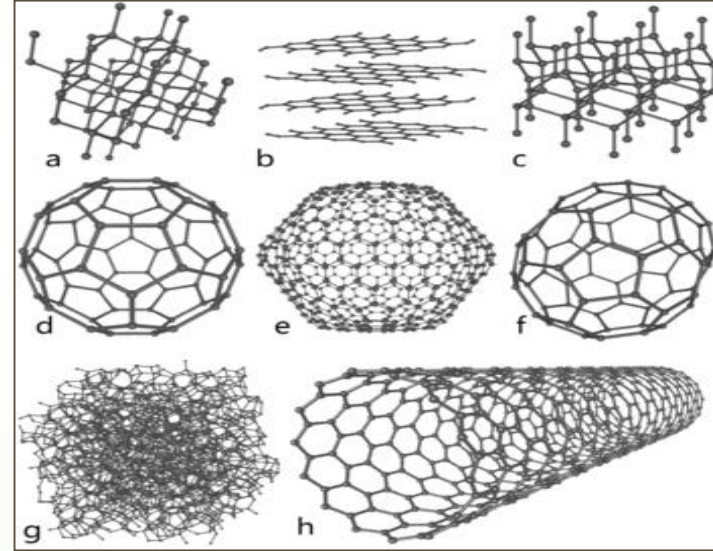
Humik maddeler

- Killer yaprakçıklar halinde, kat kat dizili görünüm verir.
- Elektrik yüklüdürler ve bir mıknatıs gibi davranırlar,
- Besin maddelerini çekerler ve tutarlar.
- Humik maddeler amorf yapıdadır,daha fazla yüzey alanı ve boşlukları vardır.

Doğal nano materyaller

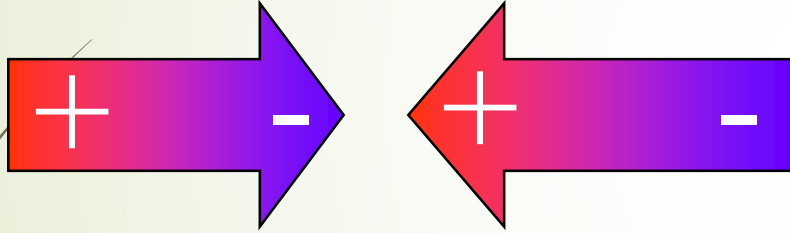


Yapay nano materyaller (Sentetik)

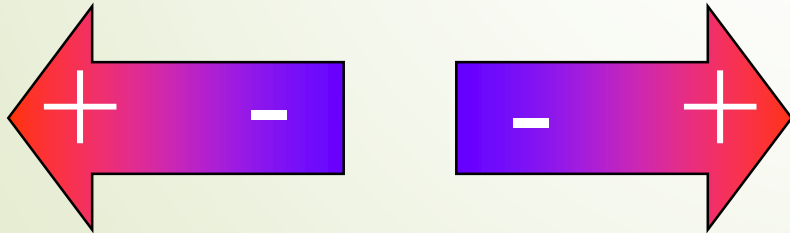


mıknatıs

Birbirini çeker



Birbirini iter



toprak

kil

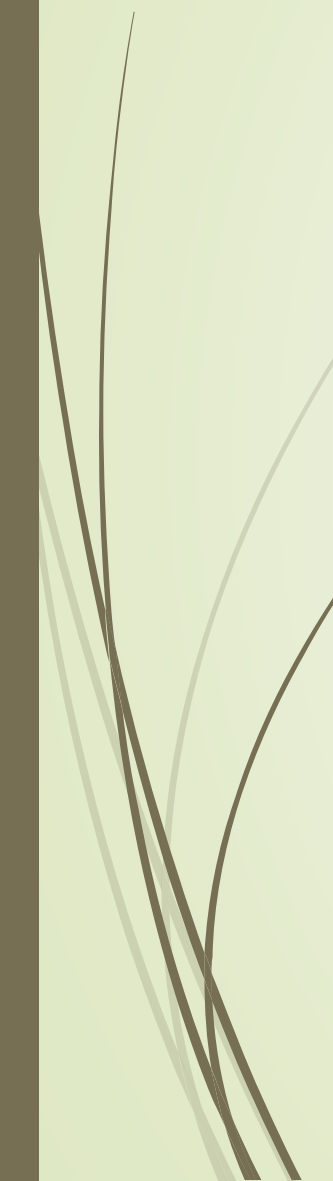
kil

NH_4^+
(Amonyum)

K^+
(Potasyum)

kil

NO_3^-
(Nitrat)



Kil teriminin kullanımı

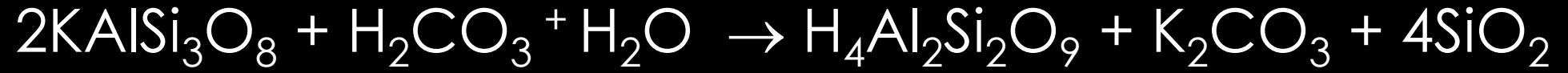
- Kil fraksiyonu: tane büyüklüğü <0.002 mm olan parçacıkları ifade eder.
- Tekstür sınıfı: killi
İçinde fazla miktarda kil bulunan toprak

- Kil: jeolojide kayaç
- Kil mineralleri: Büyük bir kısmı kolloidal büyüklükte, amorf veya belirgin bir strüktürü olan, kil fraksiyonunda bulunan bir mineral grubudur.

Toprak inorganik Kolloidleri "Kil" ler

- Kil: Feldispat, mika ve diğer silikatların ayrışması ile oluşmuş, yeterli miktarda su katılınca genellikle plastikleşen ve kuruma ile sertleşebilen minerallerdir.
- İkincil silikat killeri
- Fe - Al Oksi-hidrat killeri

Silikat Killerinin Oluşmaları



Mikroklin

Hidrate silikat

Çözünebilir karbonat



1-Katlı silikat killeri

1:1, 2:1, 2:1:1 yapı

2-Fe ve Al oksitler

- Fe-oksitler: kırmızı renk

3-Allofan

- amorf yapı

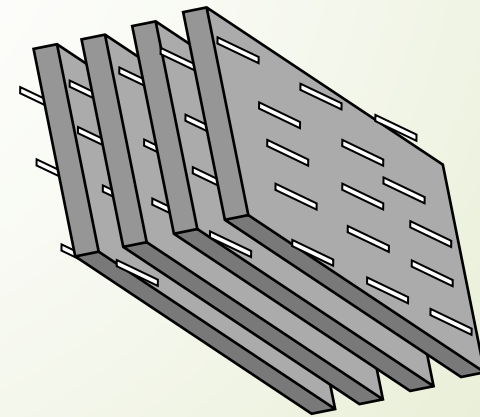
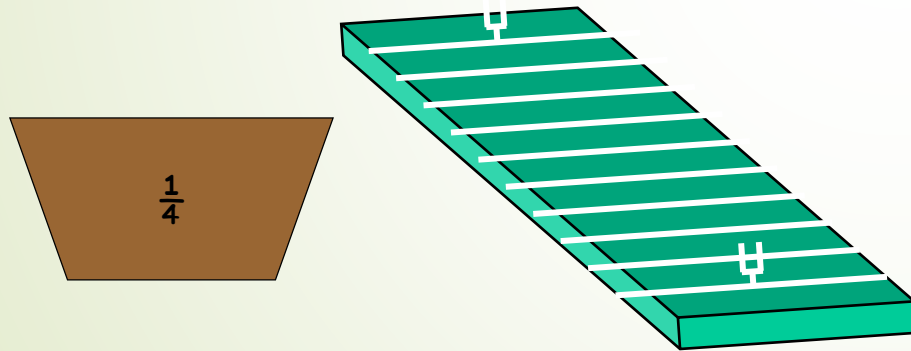
Killerin genel özellikleri

- Büyüklük $< 2 \text{ um}$
 - kil fraksiyonu
- Yüzey alanı - (birim kütledeki alan)
 - yüksek yüzey alanı
 - 1 g kilin yüzey alanı 1 g kumdan 1000 kez daha fazladır
- $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$ olarak gösterilir

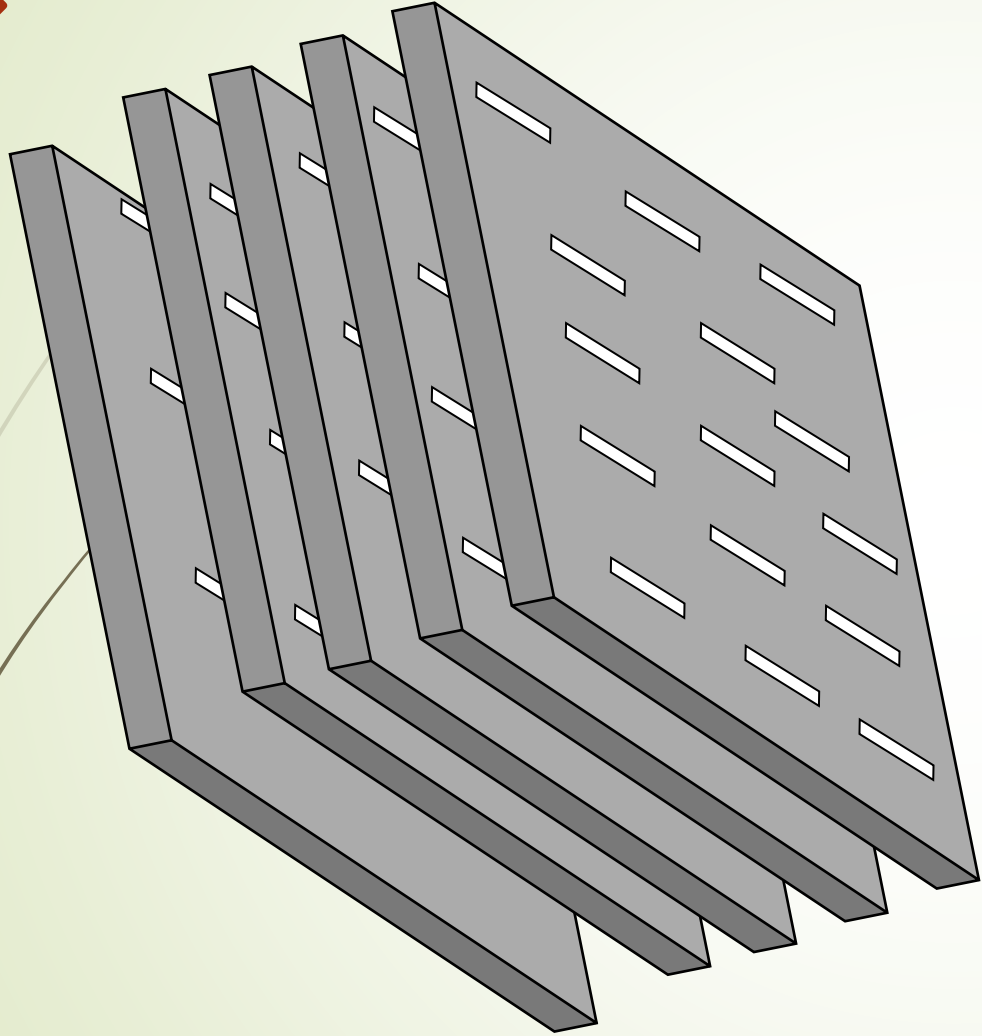
Geniş yüzey alanının kile sağladığı avantajlar;

- 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.



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



Kil tanecikleri kağıt destesi gibi tabakalar halinde yığılırlar.

Her bir kil levhası negatif yüke sahiptir.

Negatif yükler pozitif yüklü katyonlarla dengede olmalıdır.

Silikat Killerinin Yapıları


Philosilikat Mineralleri = İnce-levhali Silikat Mineralleri

SEKONDER SİLİKAT KİLLERİ (İlman bölgelerde)

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

Silikat killeri,

1. "silisyum tetraederlerin" yan yana dizilip bağlanması ile oluşan silis levhaları ile
2. "aluminyum oktaederlerin" yan yana dizilip bağlanması ile oluşan aluminyum levhalarının 1:1 (Si-Al) veya 2:1 (Si-Al-Si) oranlarında bağlanmaları sonucunda oluşan kristal ünitelerinin, kitap sayfaları gibi üst-üste dizilmeleri ile meydana gelir.

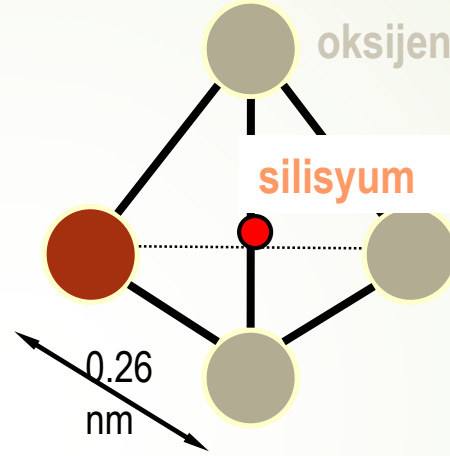
- 
- Kristal kafeslerinde Si ve Al atomları merkezde, O atomları ve OH grupları tetraheder ve oktaheder köşelerinde bulunur.
 - Tetrahederlerin köşelerinde 4 O (Oksijen) atomu merkezde Si atomu Si tabakası)
 - Oktahederlerin köşelerinde 6 O veya OH merkezde Al atomu (Al tabakası)

Temel Yapısal Birim

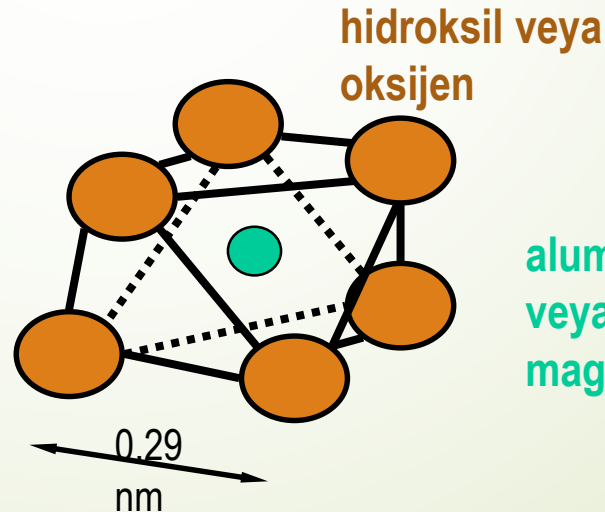
Kristal kafeslerinde Si ve Al atomları merkezde, O atomları ve OH grupları tetraheder ve oktaheder köşelerinde bulunur.

Tetrahederlerin köşelerinde 4 O (Oksijen) atomu merkezde Si atomu Si tabakası)

Oktahederlerin köşelerinde 6 O veya OH merkezde Al atomu (Al tabakası)

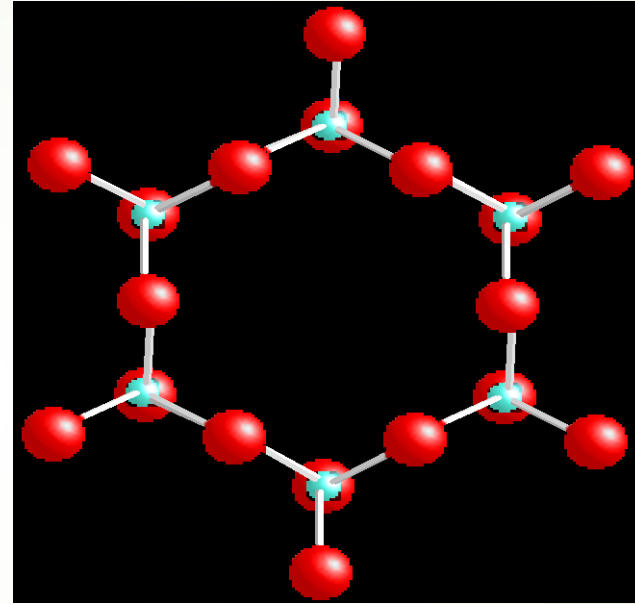
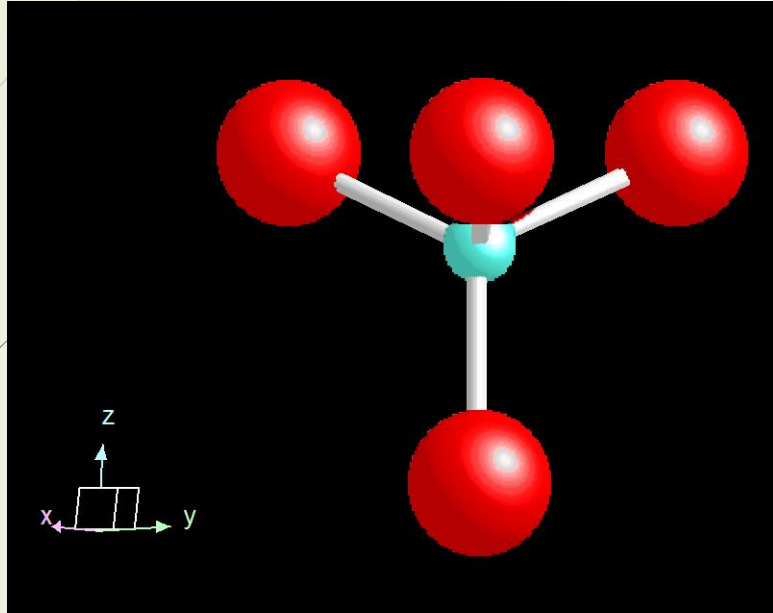


Silisyum tetraeder



Alüminyum oktaeder

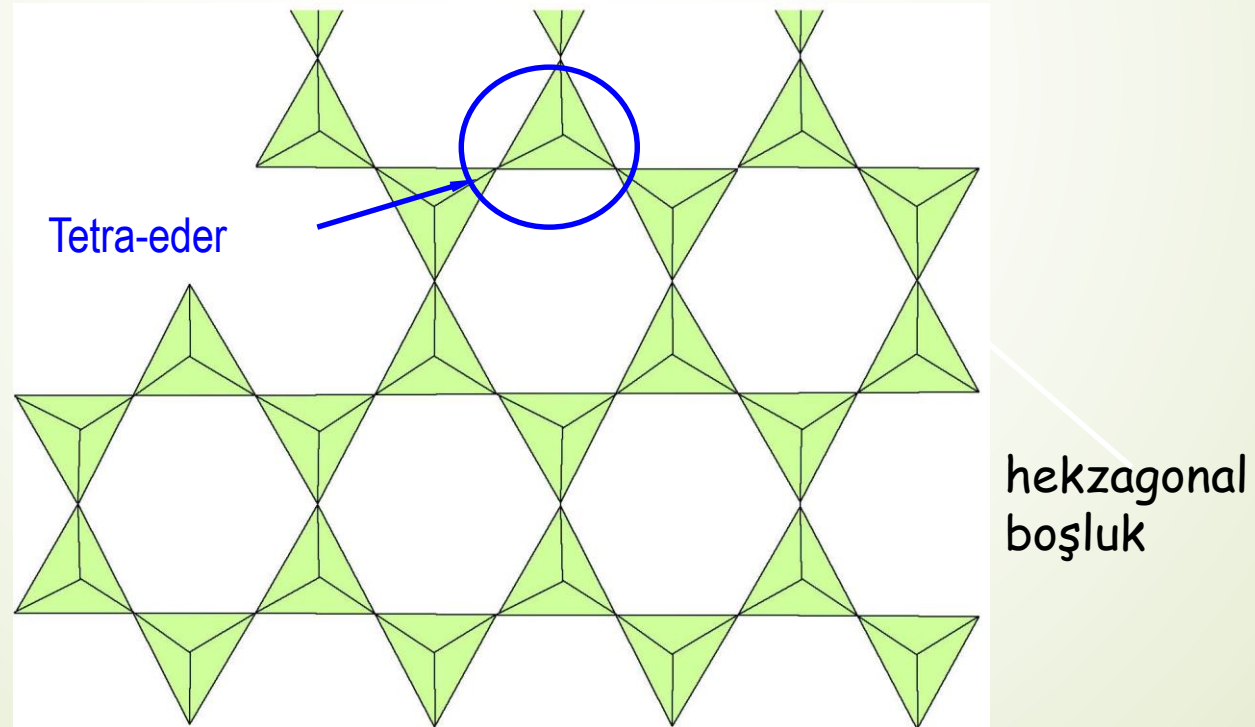
SiO₄ Tetra-eder



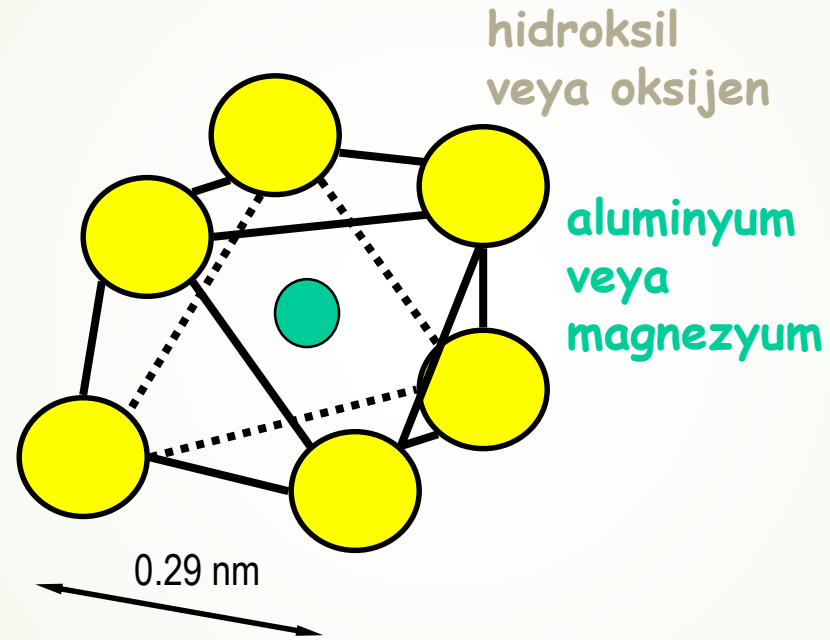
Silisyum (Si) atomları, "*tetra-eder*" şeklinde dizilmiş 4 oksijen (O) atomu içerisindeki boşluğa yerleşmiştir

Tetra-eder Levha

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

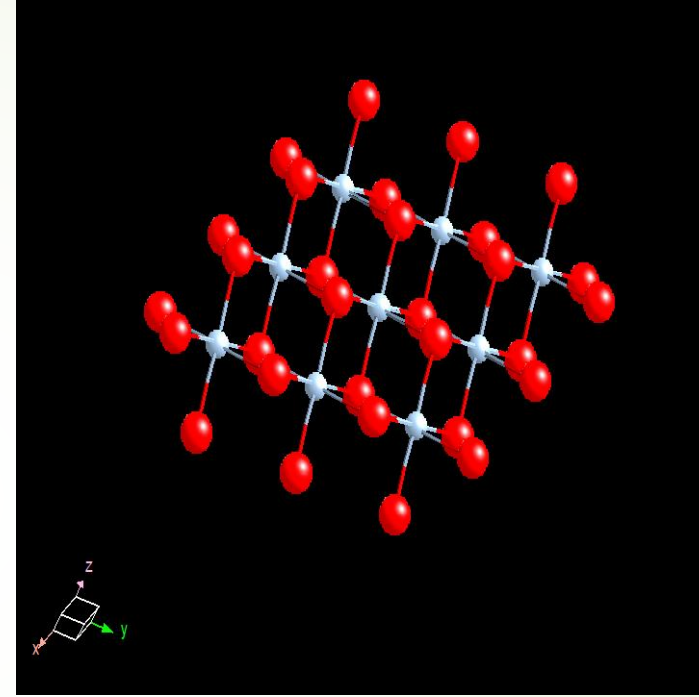
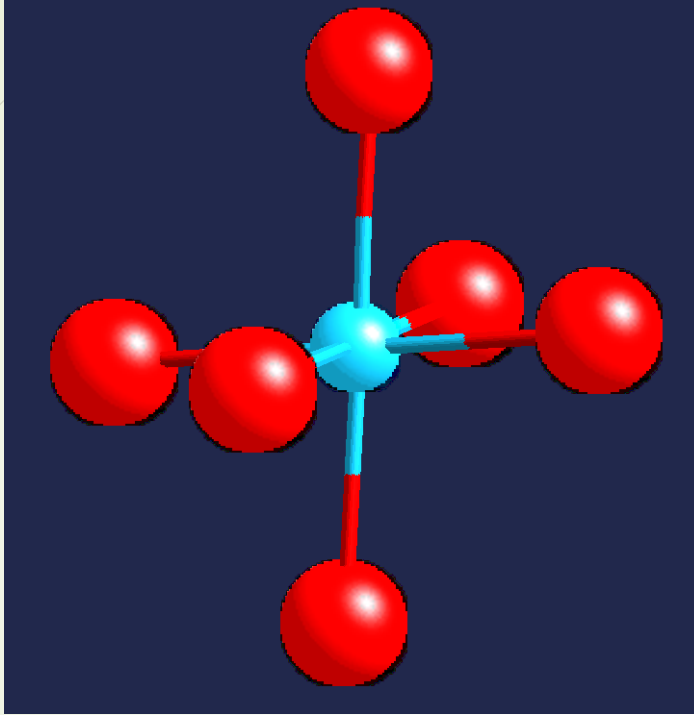


Temel Yapısal Birim



Alüminyum Okta-eder

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



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

KİL MİNERALLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

I. Kristalin yapıda olmayan (amorft) kil mineralleri:

- Allofon grubu

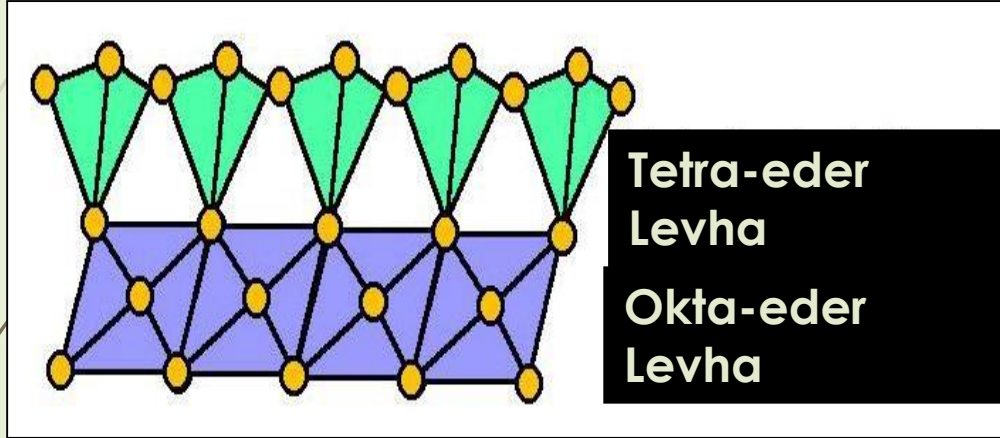
Allofanlar

- amorf yapılı (şekilsiz)
- yüksek katyon değişim kapasitesi
- volkan küllerinden oluşan topraklarda bulunur

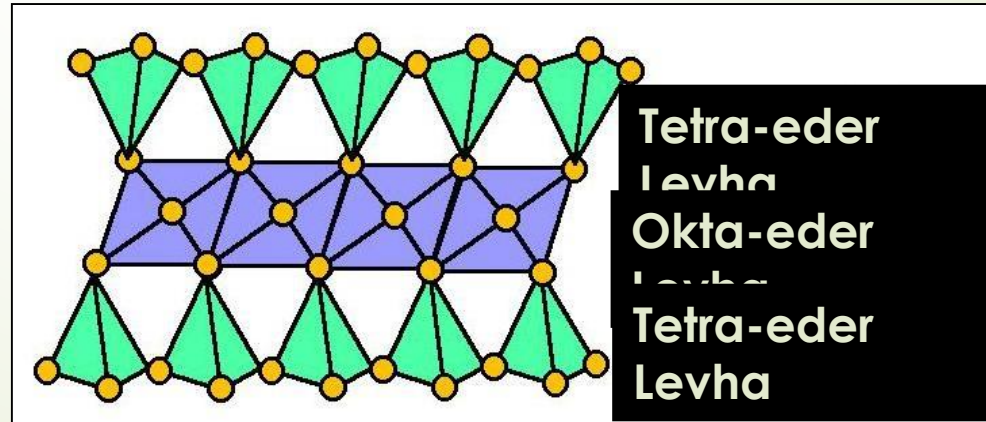
Farklı Kil Mineralleri

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

1:1 Kil Minerali (örneğin,



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



KİL MİNERALLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

I. Amorf olanlar:

➤ Allofon grubu

ALLOFANLAR:

➤ AMORF YAPILI (şekilsiz)

➤ YÜKSEK KDK

➤ VOLKAN KÜLLERİNDEN OLUŞAN TOPRAKLARDA BULUNUR

KİL MİNERALLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

II. Kristal yapıda 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. Zincir yapılı: Halloysit grubu

B- Üç tabakalı tipler 2:1 tipi

(levhalı yapılar 2 silis tetrahederi 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:

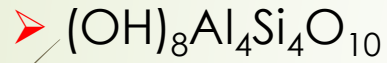
İllit grubu

KAOLİN (genişlemeyen):

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

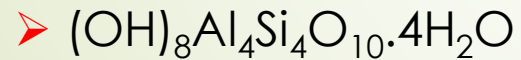
Kaolinit

➤ Seramik, porselen, boyalarda, kağıt ve çömlekçilikte plastik eşya, yapay kauçuk, ilaç, gübre, mürekkep ve kozmetik ürünlerin yapımında kullanılır.

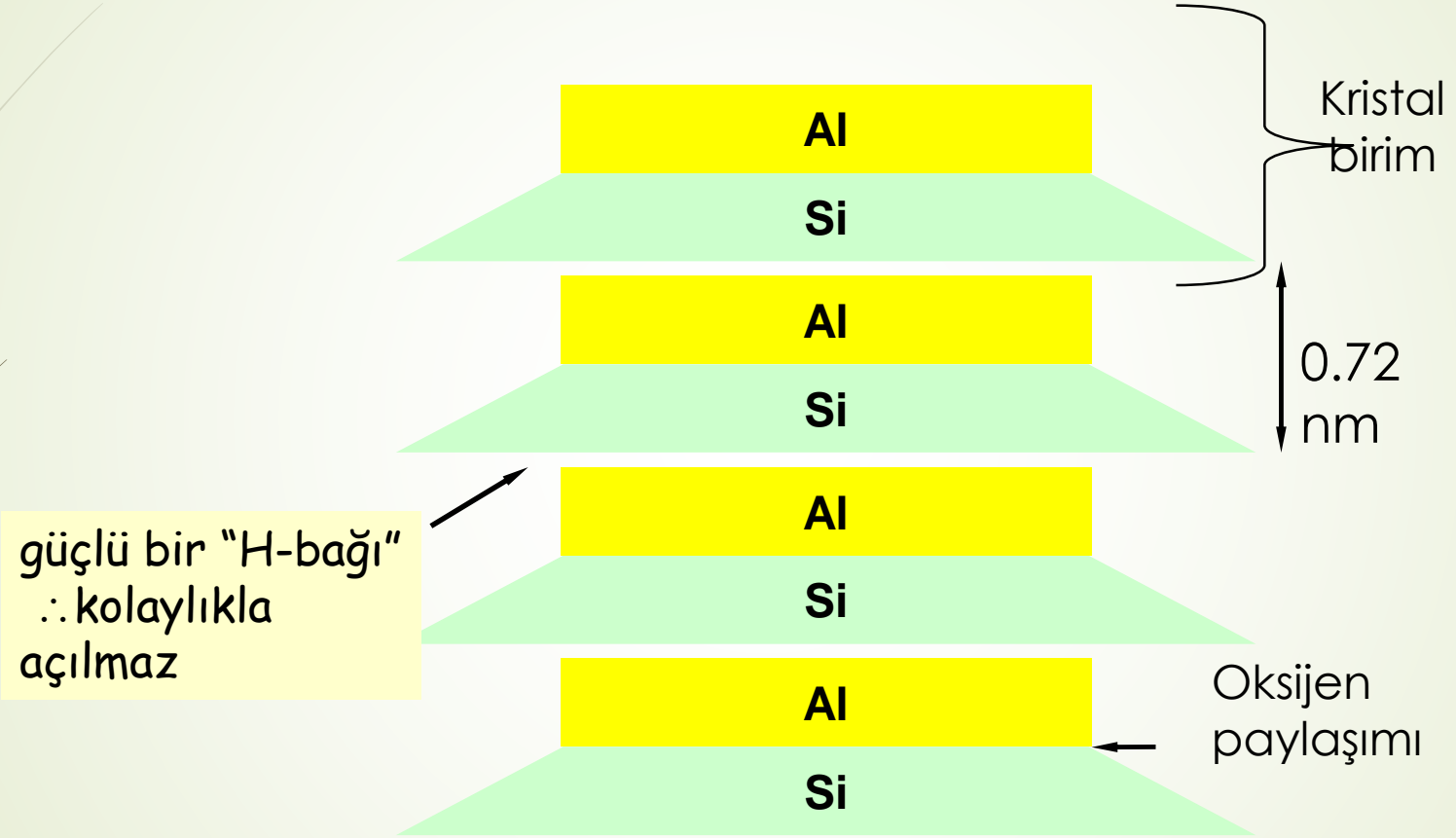


Halloysit

➤ kaolinit ailesi; sulu ve çubuk yapılu kil mineralleri



Kaolinit

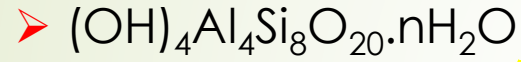


Montmorillonit (genişleyen)

- 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



Su ile temasta şişer-genişler

aşırı su çekim eğilimi

Bentonit

➤ montmorillonit ailesi

➤ sızıntıları önlemek için, delgi çamuru olarak veya hendek duvar sıvalarında başarıyla kullanılırlar

Montmorillonit

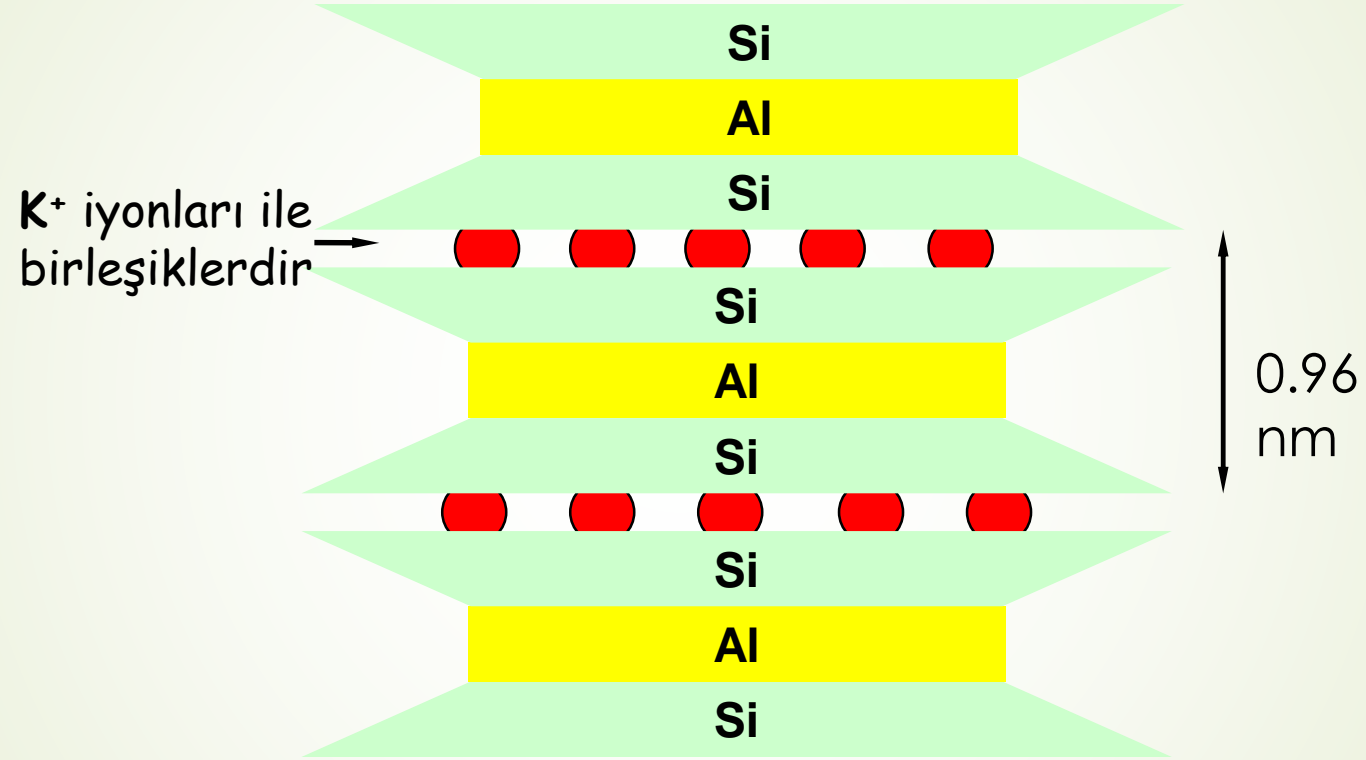
- smektit olarak da adlandırılır; su ile temasta genişler



İLLİT (genişlemeyen)

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

İllit



K^+ iyonlarının çapı Si-tetra-eder levhalarındaki hegzagonal boşlulara tamamiyle uygundur

Diğer kil mineralleri

Klorit

- Bir 2:1:1 minerali
- Si Al Al veya Mg

Vermikulit

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

Silikat kili tipleri

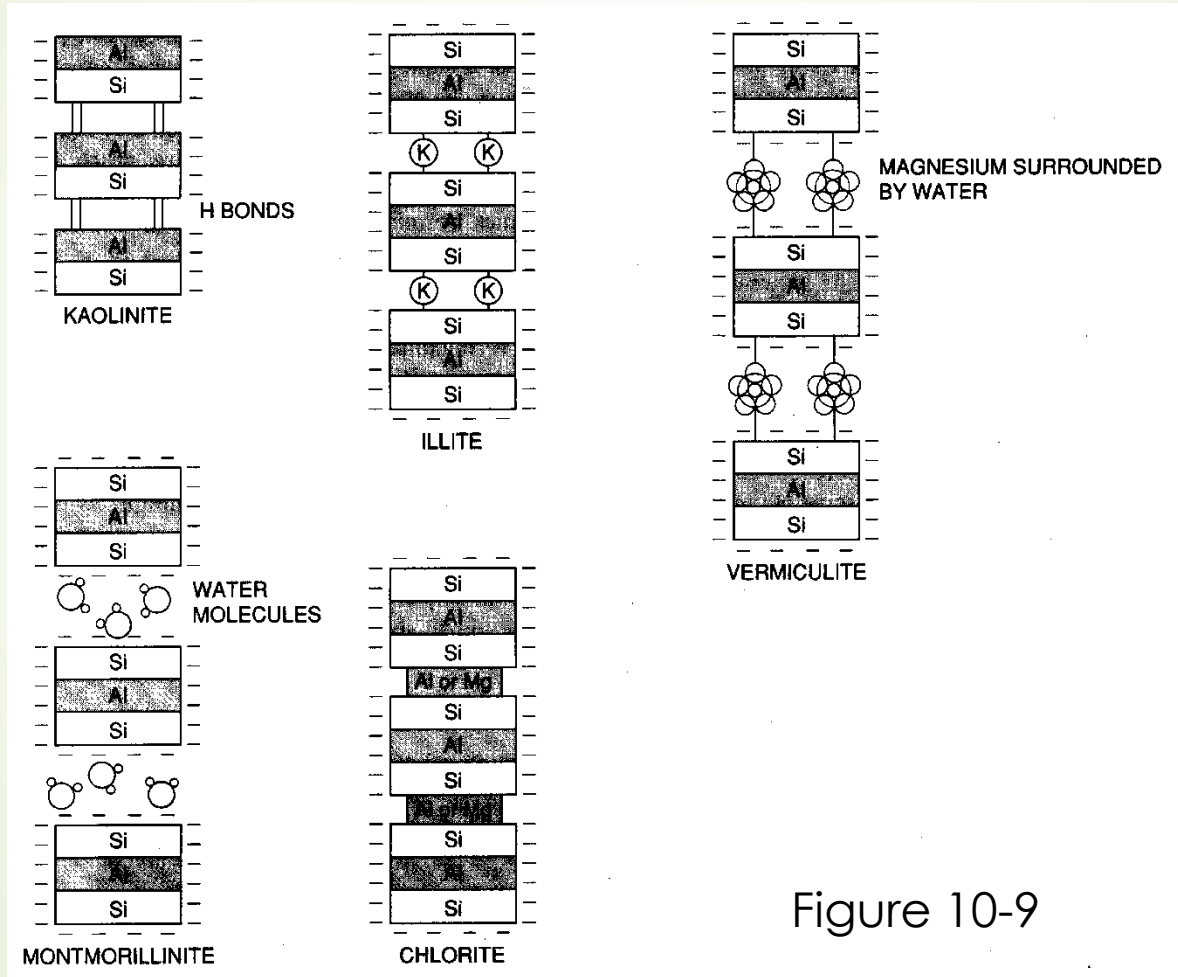
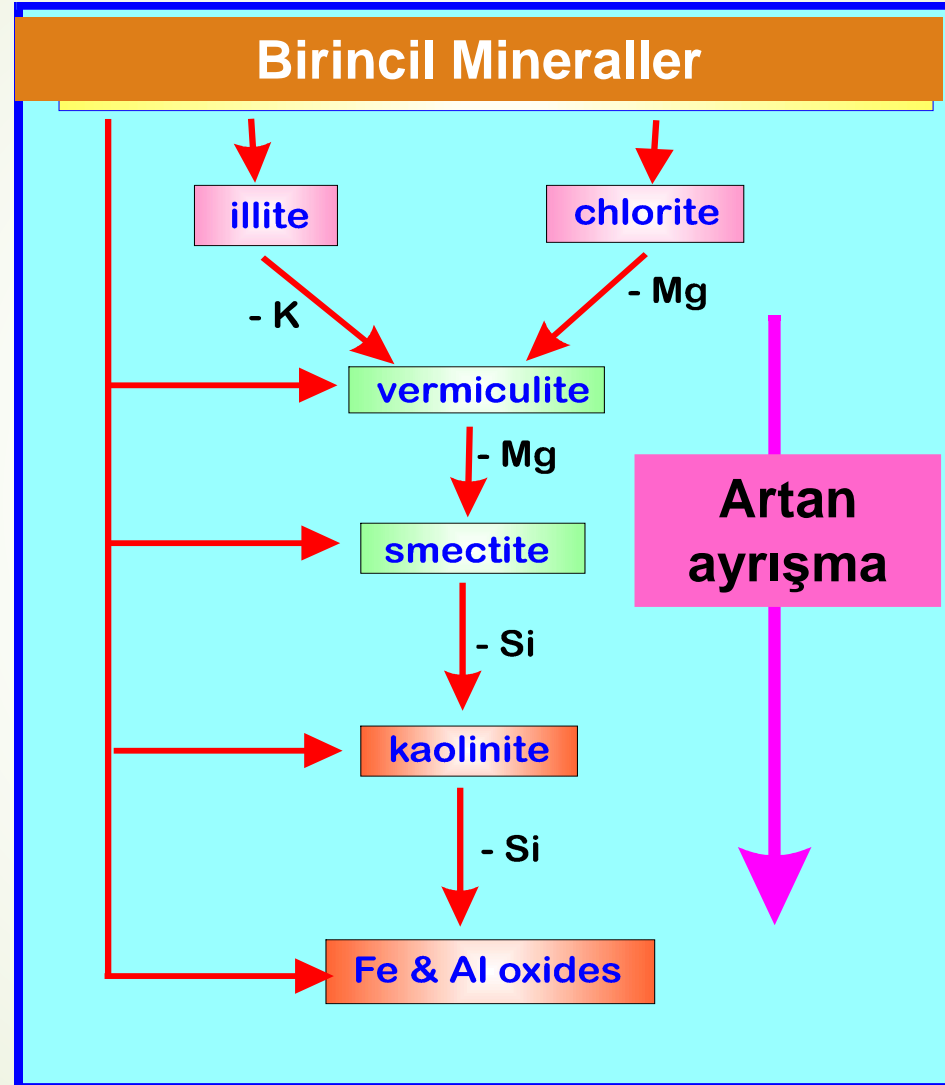


Figure 10-9

Killerin Ayrışması



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)

Toprakta kil ve organik maddeden gelen negatif yük kaynakları

➤ 1-sabit negatif yükler

- Klinkerin Tetraheder ve oktaheder katlarında katyonların yer değişimi

➤ 2-pH-'ya bağlı yük değişimi

- Kristal kenarlarındaki kırık bağlar

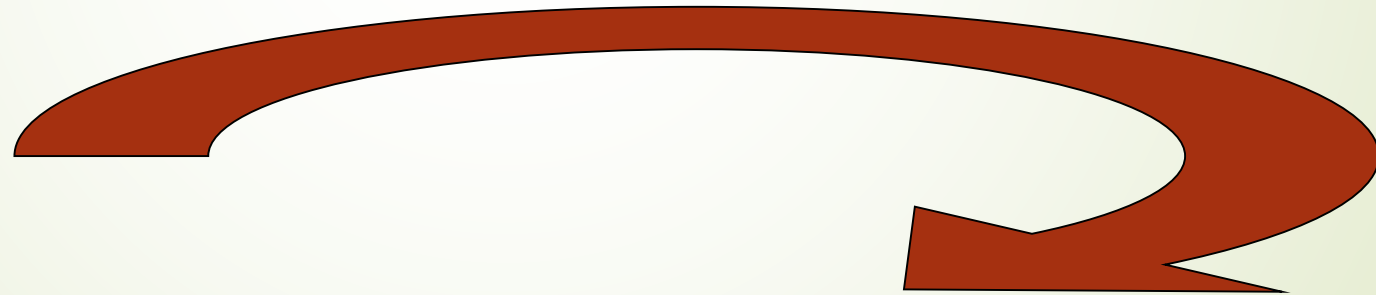
- Amorf minerallerin ve hidroksi oksitlerin yüzeylerinden dissosiyeye olma ile kazanılan yükler

- organik maddedeki karboksil grupları

- organik maddedeki fenolik hidroksil grupları

Killerdeki negatif yükler

- 1-oktahedral tabakada izomorfik yer değişimi
- 2-tetrahedral tabakada izomorfik yer değişimi ,
- 3- kristal kenarlarındaki kırık bağlar
- 4-pH-ya bağlı yükler(amorf veya oksit minerallerdeki)



Katyon değişim kapasitesi

1-İzomorfik yer değişimi ile yük kazanımı

1:1 tip kil minerali

Si tabakası

Al tabakası

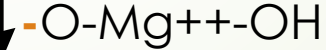
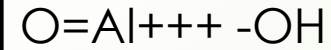
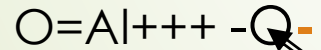
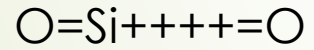
2:1 tip kil minerali

Si tabakası

Al tabakası

Si tabakası

İzomorfik yer değişimi

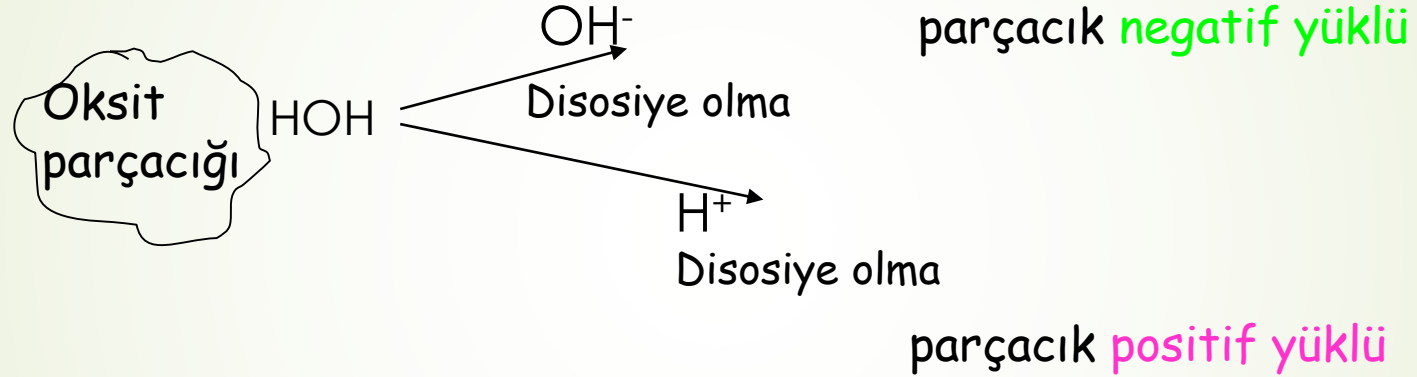


Killerde yük ve KDK

Killer	İzomorfik yerdeğişimi dominant	KDK cmol/kg
1:1 strüktür		
Kaolinit	yok	1-15
halloysit	yok	1-15
2:1 strüktür		
Montmorillonit (genişleme)	Mg ile Al	80-150
Vermikulit (sınırlı genişleme)	Al ile Si	140-200
İllit (genişlemez)	Al ile Si	40-70
klorit (" ")	Al ile Si	30-40

2-pH-'ya bağlı yük

➔ Oksit parçacığı+HOH



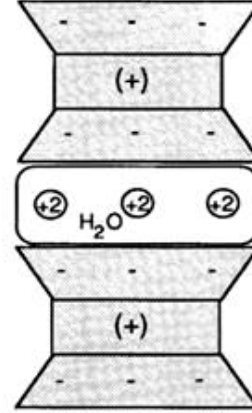
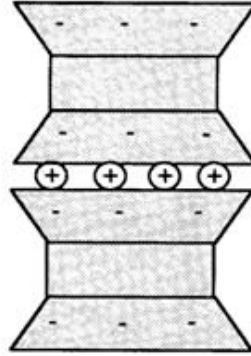
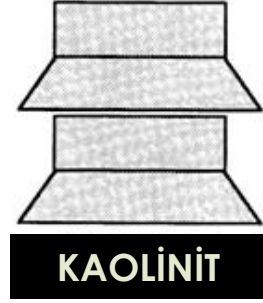
- Çözelti pH'sı OH⁻ ve H⁺ iyonlarının oluşumunu belirler.
- Belli pH da disosiyeye olma eşit olduğunda parçacıkta yük yoktur. Bu noktaya zero point charge.
- pH artıkça, H⁺ yüzeyden ayrılır, katyon değişim yerleri artar.

Bu nedenle KDK belli pHda (7.0 or 8.0) belirlenir.

- Sabit yük pH 3.

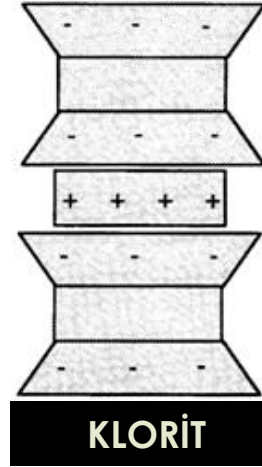
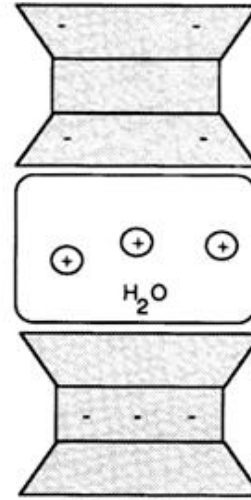
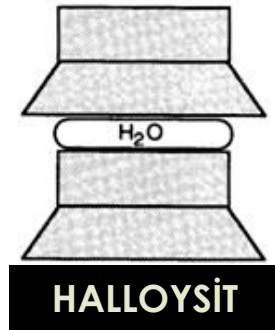
Özet

genişlemeyen



genişleyen

Genişlemeyen,
katlar arası potasyum

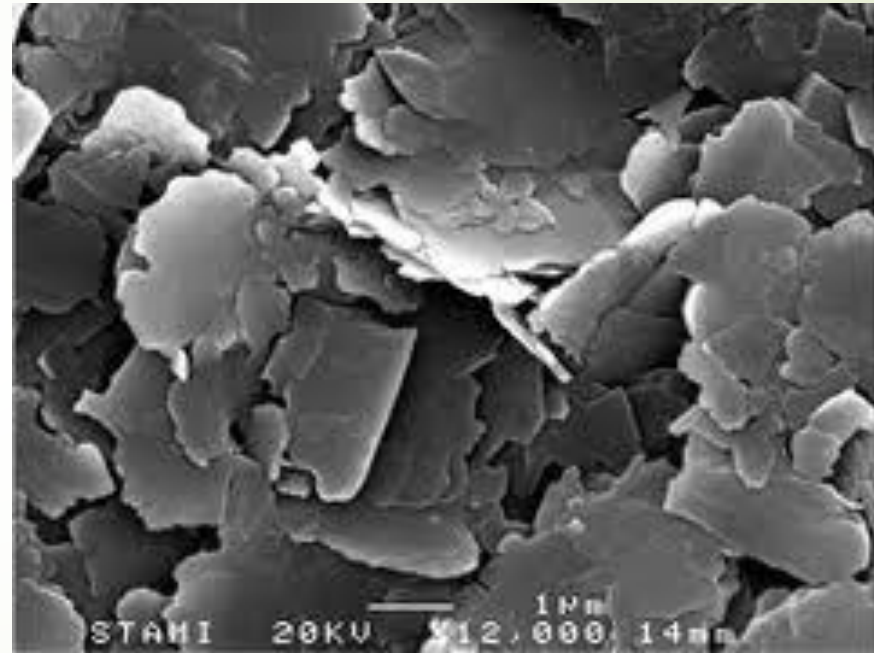
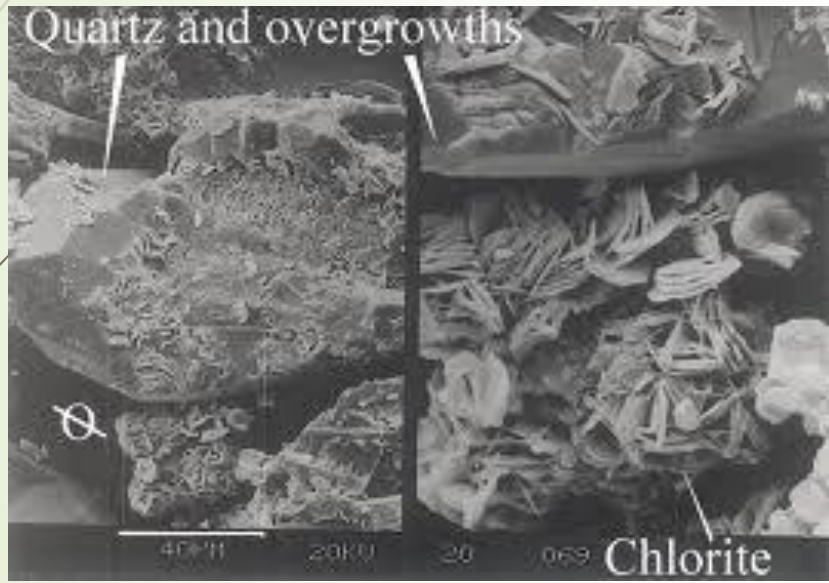


Su alınca şişen

genişleyen

Fe ve Al oksitler

- Fe oksitler (gotit ve hematit)
- Al oksitler (gibsit)
- Fe ve Al içeren primer minerallerin ayrışması ile açığa çıkar.
- çok aktif yüzeyler
- Tropik bölgelerde daha etkin





Organik kolloid: Toprak Organik maddesi

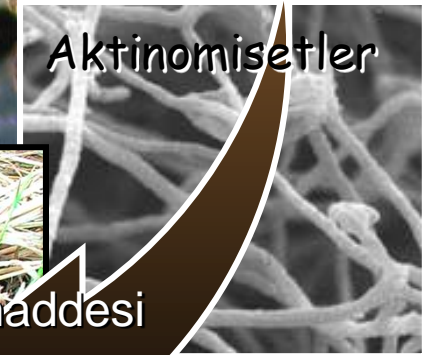
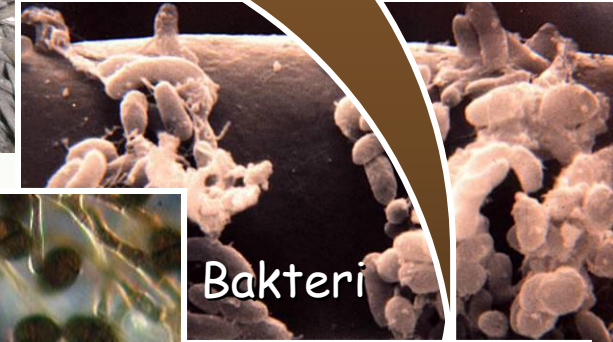
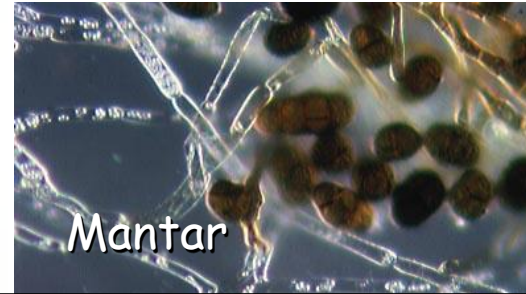
- Tarım topraklarında organik maddenin miktarı % 1- 10 arasında değişmektedir.
- Toprakların organik madde içerikleri birbirinden farklıdır örneğin çöl topraklarında % 0,2'den az, organik topraklarda ise % 80'den fazla organik madde bulunmaktadır.
- Toprak organik maddesi topraklar için son derece önemli bir kalite faktörüdür.

Organik Madde

- Toprak organik maddesi; Toprakta canlı biyolojik kütleye hariç, ayrılmış ve kısmen ayrılmamış dokuları kapsayan organik bileşikler bütünüdür.
- Tamamen çürümüş organik yapılar **HUMUS** olarak da adlandırılmakla beraber günümüzde organik madde terimi hepsini kapsamaktadır.
- En iyi humus kaynağı dekompoze olmuş bitki yada kompost materyalleridir.
- Organik madde amorf yapısı ve yapısında bulunan fenolik Oh- ve karboksil grupları ile katyon değişimi yapar. Killere göre katyon değişim kapasitesi çok daha fazladır (250-400 meq /100 g arasında değişebilir).

Toprak organik maddesi nedir?

- Toprakta karbon içeren maddelerin hepsi (karbonat ve bikarbonatlar hariç)
- Organik madde
 - Bitki artıkları (artık ve kökler)
 - Hayvan kalıntıları ve salgıları
 - Canlı mikroorganizmalar (mikrobiyal biyomas)
- Zamanla mikroorganizmalar taze organik maddeleri stabil toprak organik maddesine dönüştürür.



Toprak organik maddesine ait tanımlamalar

Terim	Tanımlama
Toprak Organik maddesi	Toprakta canlı biyolojik kütle hariç, ayrılmış ve kısmen ayrılmamış dokuları kapsayan organik bileşikler bütünü
Toprak biyolojik kütlesi	Yaşayan doku halindeki organik materyal
Organik kalıntılar	Ayrılmamış bitki ve hayvan dokuları ve bunların kısmen ayrılmış ürünleri
Humus	Toprakta ayrılmamış ve kısmen ayrılmış dokular ile toprak biyokütlesi dışındaki tüm organik bileşikler toplamı
Humik maddeler	Yüksek moleküler ağırlıklı, renkli, bu nedenle toprak ve sediment çevresinden ayrılan mikrobiyal ayrışmaya dayanıklı maddeler
Humik olmayan maddeler	Mikrobiyal ayrışmaya elverişli biyokimyasal olarak tanımlanabilen bileşikler, polisakkaritleri içerirler
Humin	Humusun alkalide çözünmeyen kısmı
Humik asit	Koyu renkli alkali ile ekstrakte edilebilen ve asitte çözünmeyen humik maddeler
Fulvik asit	Renkli, alkali ile ekstrakte olabilen asidifikasyonla humik asidin uzaklaştırılması sonucu çözültide kalan humik maddeler

Toprakta organik maddenin işlevleri

- Bitki besin maddeleri için kaynak ve depo görevi görür,
- toprak organizmaları için de enerji kaynağıdır.
- Toprağın agregasyonunu, havalanmasını, su tutma kapasitesini
- ve geçirgenliğini olumlu yönde etkiler,
- erozyonu önler, verimliliğini arttırır.
- Toprak organik maddesi toprakta pestisit taşınımı,
- su kalitesi ve evrensel karbon döngüsü üzerinde etkin bir rol oynar. Toprak organik maddesinde ve ayrışan bitki materyalindeki C miktarı canlı biyolojik kütleden 2-3 kez daha fazladır.
- Toprak organik maddesi dünya yüzeyindeki en büyük karbon rezervini oluşturmaktadır.
- Dünya topraklarının organik karbon kapsamının yaklaşık 1.395×10^{12} kg olduğu tahmin edilmektedir
- Toprakta organik maddenin ayrışması atmosfer için en büyük C girdisi kaynağını oluşturmaktadır.

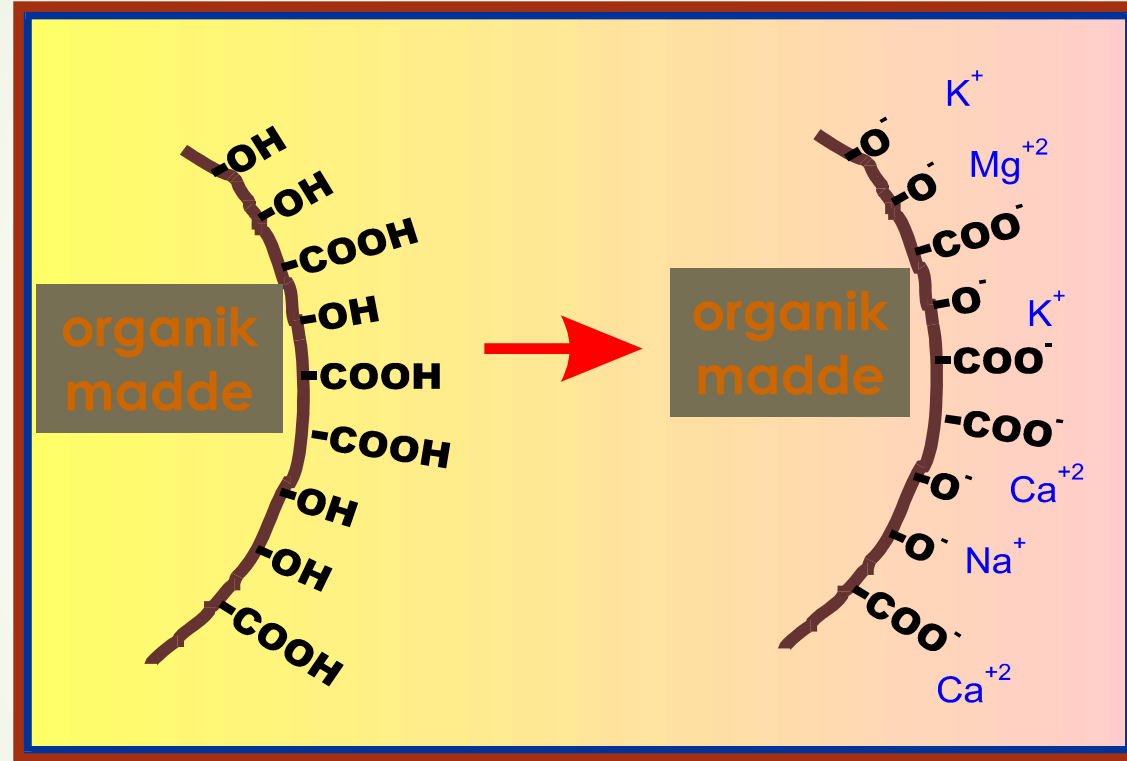
Genel olarak toprak organik maddesinin işlevleri

Özellik	Gözlemler	Toprağa Etkisi
Renk	Koyu renk	Isınmayı kolaylaştırmak
Su tutulması	Organik madde kendi ağırlığını 20 katı su tutar.	Şişme ve büzülme korur.
Kil mineralleri ile birleşim	Agregat oluşumu sağlar.	Gazların değişimine izin verir, strüktürü sabitleştirir, permeabiliteyi artırır.
Şelatlama	Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} ve diğer polideğerlikli katyonların durağan kompleksler oluşturması	Yüksek bitkilere mikrobelerin yararlılığını artırabilir.
Suda çözünürlük	Organik maddenin killerle beraberliği nedeniyle organik madde çözünmezdir.	Çok az bir organik madde yıkanma ile kaybedilir.
Tamponlama	Organik madde zayıf asit, nötral ve alkalın pH'larda tamponlama yapmaktadır.	Toprakta uniform bir pH reaksiyonunun devamlılığını sağlar.
Katyon değişim	Humus 300-1400 mEq100g ⁻¹	Toprakların katyon değişim kapasitesini artırabilir.
Mineralizasyon	CO ₂ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻ , SO ₄ ²⁻ gibi bileşenlerine ayrışmasıdır.	Bitki gelişimi için besin elementlerinin bir kaynağıdır.
Organik moleküllerle birleşimi	Pestisitlerin parçalanması, devamlılığı, biyoaktivitesini etkiler.	Kalıcı kontrol için pestisitlerin uygulama oranını değiştirir.

Çizelge 6. Ülkemiz topraklarının organik madde kapsamlarına göre dağılımı (Eyüpoğlu, 1999)

Organik madde	Alan (ha)	Oransal dağılım (%)
Çok az (<% 1)	7 043 549	21.47
Az (% 1-2)	14 366 661	43.78
Orta (% 2-3)	7 423 594	22.62
İyi (% 3-4)	2 485 103	7.57
Yüksek (>% 4)	1 494 632	4.55

Organik Madde



- tepkisel fonksiyonel gruplar: karboksil, hidroksil, fenolik

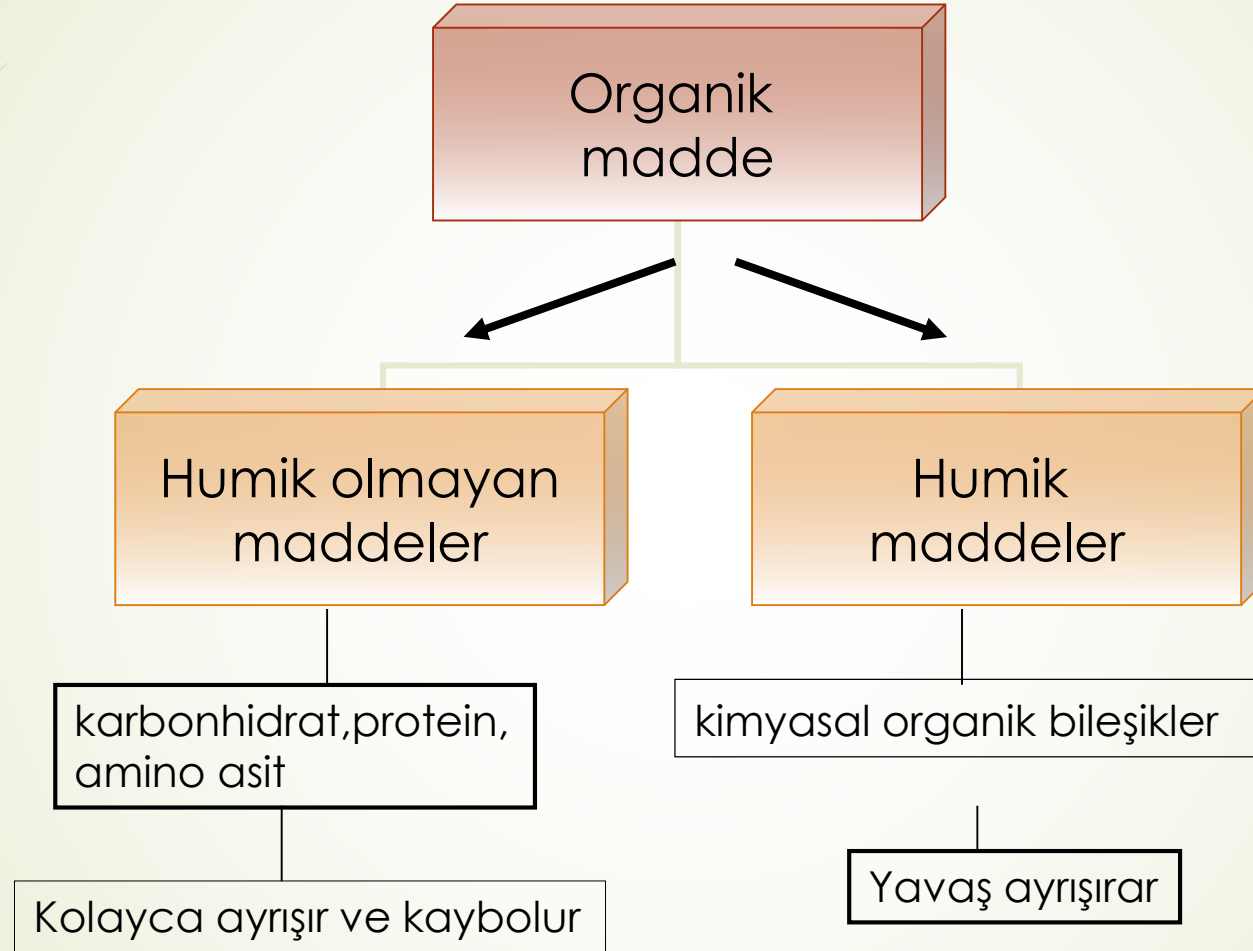
* Humus, Humik Asit, Fulvik Asit

Toprak organik maddesi

- Toprakların organik madde kapsamı % 0.1 (çöl toprakları)-50 (organik topraklar-histosol)(w/w)
- Organik maddenin kimyasal bileşimi yaklaşık olarak

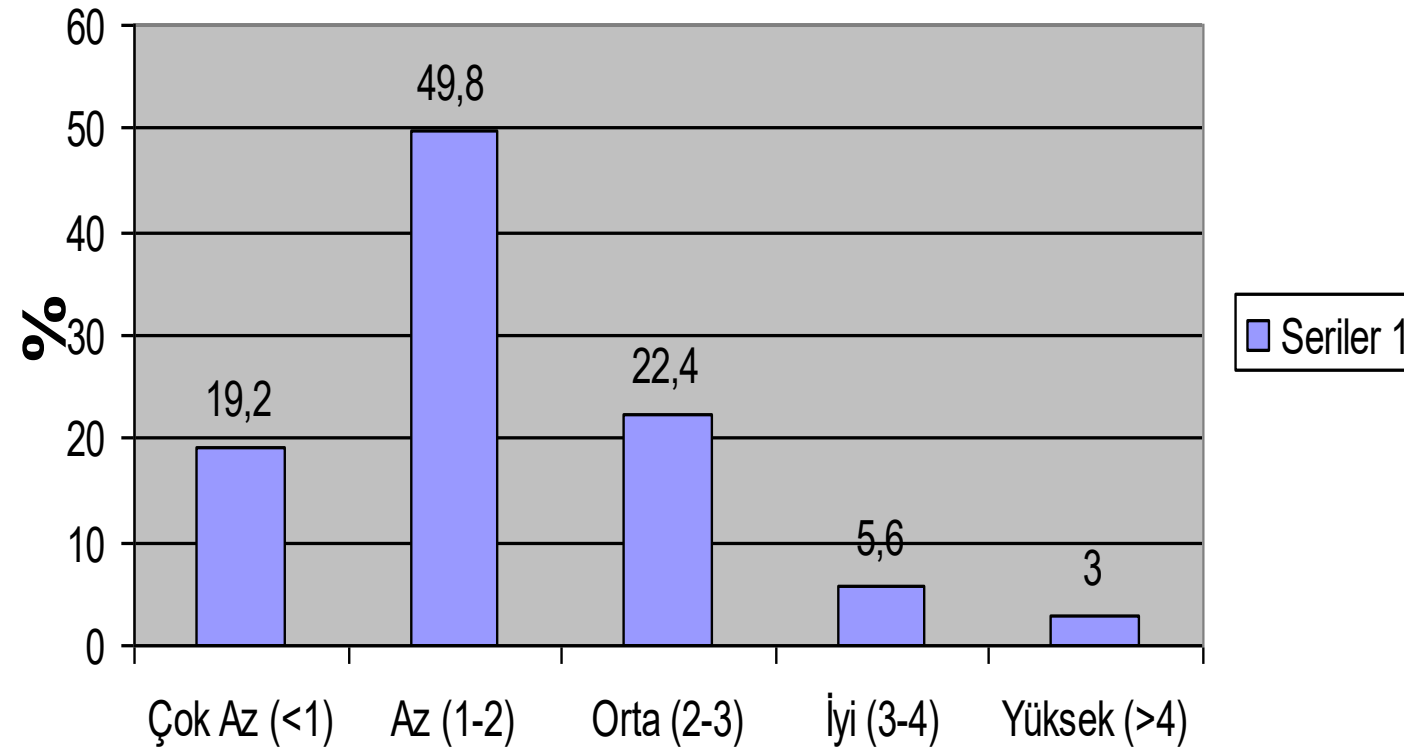
C %	N%	P%	S %	O%
50	5	0.5	0.5	39

(topraktan toprağa değişir)



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

Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu



Organik madde: azot kaynağı

- Azotun % 90'nı organik haldedir. Yarayışlı hale gelmesi için mineralize olması gerekir.
- Amonyum N (NH_4^+): İnorganik, çözünebilir halde
- Nitrat (NO_3^-): İnorganik, çözünebilir halde
- Atmosferik N (N_2): atmosferin % 80'nini oluşturmasına rağmen N-fikse eden bitkiler dışında diğer bitkilere faydalı değildir.
- Nitrit (NO_2^-): sadece anaerobik koşullar altında.Bitkiler için toksiktir. Genellikle topraklarda önemli miktarlarda bulunmaz.

Mineralizasyona karşı immobilizasyon

- **Mineralizasyon** - organik bağlı bileşiklerin organizma veya bitkilere yararılı hale gelmesi
- **İmmobilizasyon** - inorganik formdaki bir elementin bitkilere yararılı olmayan organik forma dönüşmesi

C:N (karbon/azot) oranı

- Düşük C:N oranı (<25:1) : mineralizasyonun ve hızlı ayrışma oranının göstergesidir.
- yüksek C:N oranı (>25:1) immobilizasyonun ve düşük ayrışma oranının göstergesidir.
- düşük C:N oranı (yüksek N değeri)
 - sulandırılmamış çiftlik gübresi, otlar, sebze atıkları
- Orta derecede C:N oranı olan materyaller
 - çoğu kompostlar, yaprak malçları, örtü bitkilerinin artıkları
- yüksek C:N oranı olan materyaller
 - saman, ağaç kabuğu, odu parçacıkları, talaş, mısır sapları,

Organik madde kaynakları

- Toprakta organik madde yetersizliğini en yaygın giderme yolu; toprağa ahır ve işletme gübrelerinin (kümes hayvanları gübresi) 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.
- Leonardit, humat ve gidya bu materyallere örnek verilebilir.