

2022-2023 Bahar Dönemi

## ZTO104 TOPRAK BİLİMİ

**Öğretim Görevlisi Dr. Esra Güneri**

A.Ü. Z. F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

eguneri@ankara.edu.tr; egbagci77@gmail.com

0312 596 1744; 0312 596 1541 (Toprak Anabilim Dalı  
Sekreterliği)

# Haftalık Ders İçeriği

- 1-2. Hafta: Giriş (Toprağın Tanımı, Temel Bileşenleri) ve Toprak Ana Materyalleri (İnorganik, Organik ve Taşınmış Ana Materyaller)
3. Hafta: Topraklara Karakter Kazandıran Etmenler (Ana Materyal, Topođrafya, İklim, Biyosfer, Zaman)
4. Hafta: Toprak Oluşumunda Meydana Gelen Olaylar (Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Olaylar)
5. Hafta: Toprak Profili (Toprak Horizonları ve Özellikleri)
6. Hafta: Toprakların Biyolojik Özellikleri (Toprak Canlıları ve Organik Madde)
7. Hafta: Toprakların Fiziksel Özellikleri (Bünye, Strüktür, Özgöl Ağırlık, Hacim Ağırlığı, Kıvam, Renk)
- 8. Hafta: Ara Sınav**
9. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (toprak reaksiyonu, tuzluluk, besin maddeleri)
10. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (toprak kolloidleri, katyon değişimi, bazla doygunluk,)
11. Hafta: Toprak Havası, Suyu ve Sıcaklığı
12. Hafta: Toprakların Sınıflandırılması
13. Hafta: Toprak Sorunları ve İslahı

# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları

- Ana materyal ve toprağın oluşması için; ana kaya kütesinin aşınarak ve parçalanarak daha küçük boyutlarda materyallere dönüşmesi, bunların ayrışması ve ayrışan ürünlerin yeniden birleşmesi gibi değişimlerden geçmesi gerekmektedir.
- **Aşınma-Ayrışma-Birleşme Olayları 3 etmenin hakimiyetindedir.**
  - **Fiziksel etmenler**
  - **Kimyasal etmenler**
  - **Biyolojik etmenler**
- **Bu olaylar zinciri toprağı oluşturan pasif ve aktif faktörlerin oluşturduğu koşullara göre bir arada veya birbirini izleyen (ardışık) bir düzen içinde ilerler ve sürekli tekrar eder.**

# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayırışma ve Birleşme Olayları - Fiziksel Etmenler

- Başlangıçta, yağış, sıcaklık ve rüzgar gibi iklim koşullarının etkisiyle kaya ve minerallerin **ZAYIF** noktalarından etkilenmeleri suretiyle sadece **şekil ve büyüklüklerini değiştiren** aşınma, parçalanma ve ufalanma gibi mekanik olaylara neden olur. Belirli bir güç ve basıncın etkisi ile oluşur.
- Kimyasal ve mineralojik yapıda bir **değişim gerçekleşmez.**



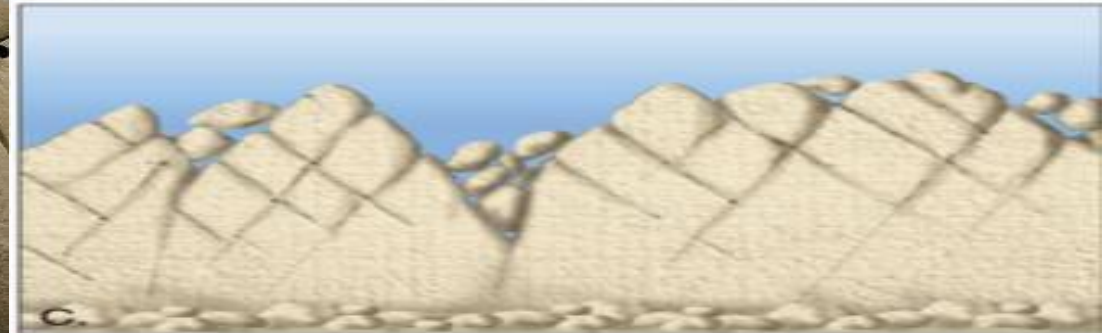
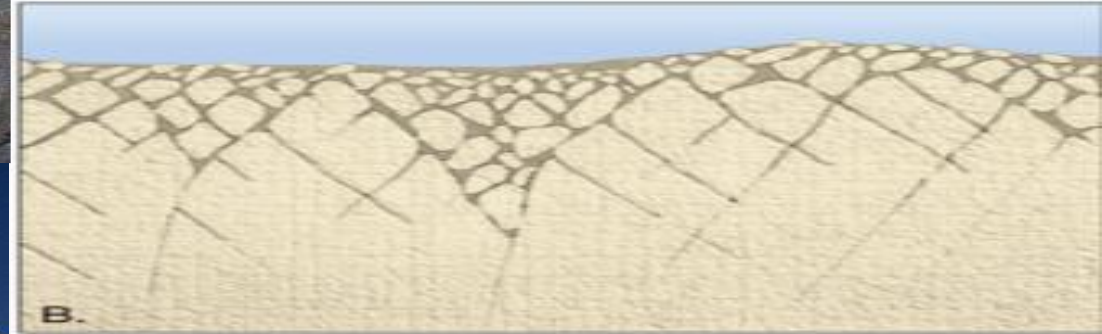
Tortul kayalar - farklı birikme seviyeleri

**MEKANİK AYRIŞMA = AŞINMA**

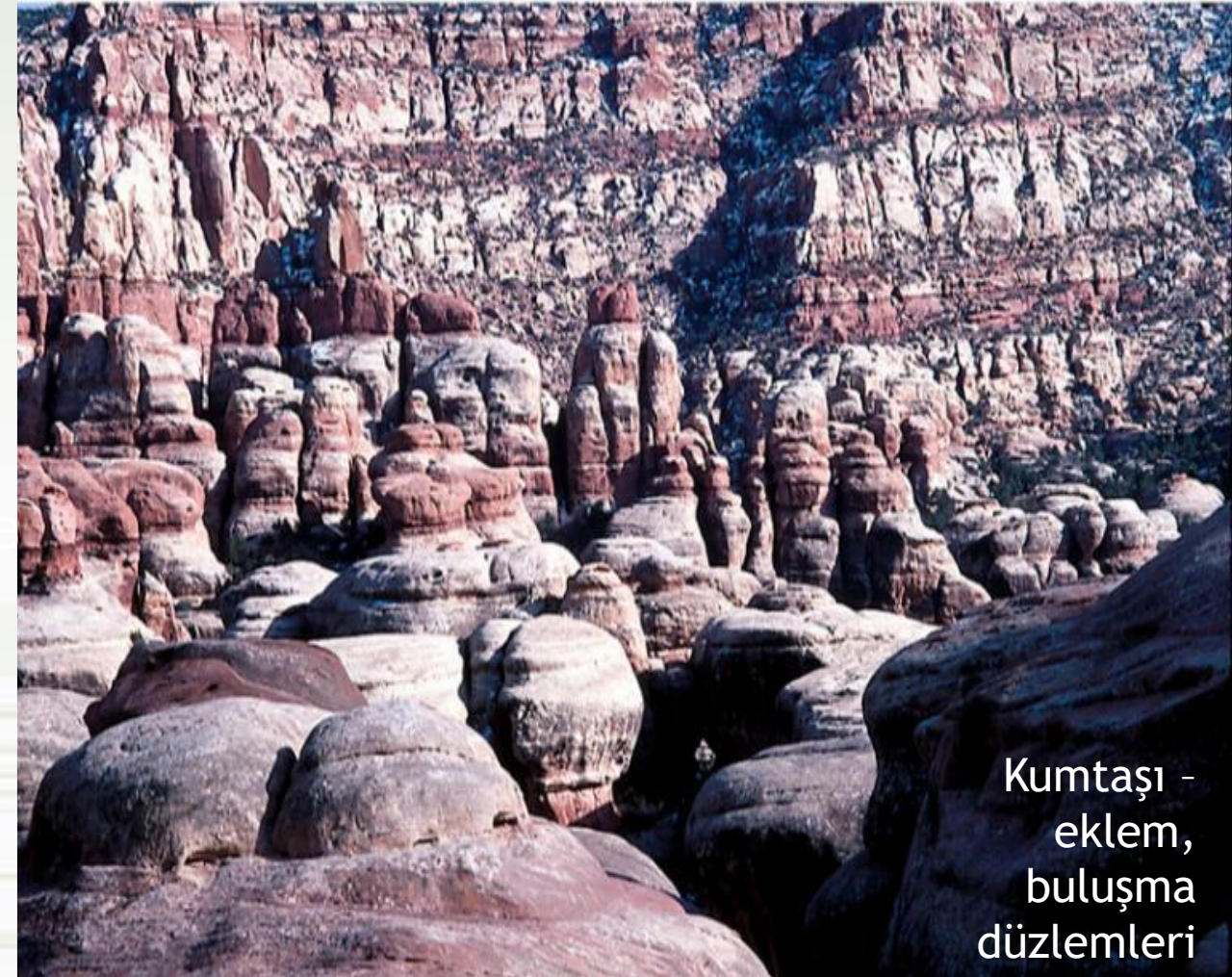
# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayırışma ve Birleşme Olayları - Fiziksel Etmenler



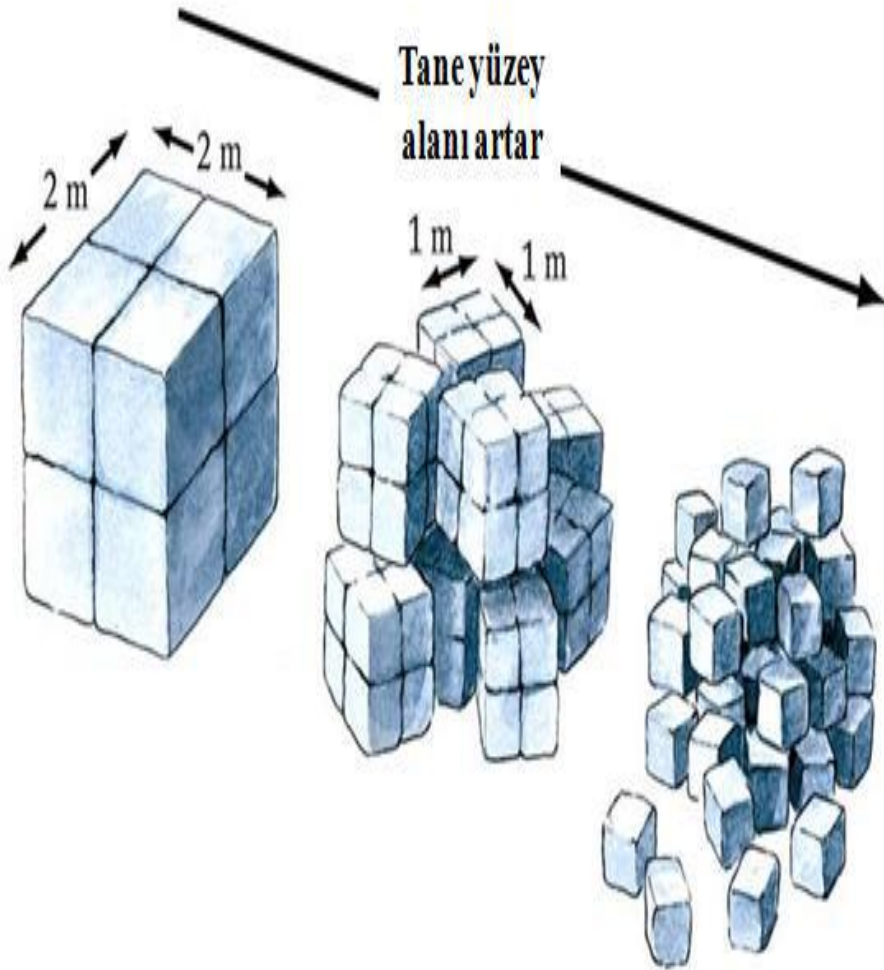
Püskürük kayalar - eklem, buluşma düzlemleri



# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayırışma ve Birleşme Olayları - Fiziksel Etmenler



# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Fiziksel Etmenler



- Ana kayanın özellikleri, iklim, Zaman ve üzerinde oluşan Toprak aşınma oranında önemlidir.
- Fiziksel olaylarda **3 Etki** söz konusudur:
  1. Sıcaklık değişimlerinin etkisi
  2. Hareket eden su, buz ve rüzgarların etkisi
  3. Biyolojik varlıkların etkisi
- Fiziksel aşınma olaylarının bir kısmı kimyasal ve biyolojik olaylarla birlikte ilerler.

## Mekanik ayrışma (aşınma)

Kaya ve minerallerin, kimyasal yapılarında herhangi bir değişim olmaksızın, daha küçük parçacıklara aşınması



**Buz-kaynaklı ayrıklar**  
Çatlaklarda suyun donması ve çözünmesi

**Kristal Gelişimi**  
Buharlaşan tuzlu sulardan tuz kristallerinin oluşumu

**Mekaniksel Kırılmalar**  
Kayaların genişleme ve büzülme sonucu kırılmaları

**Kök Girişimleri**  
Kaya çatlaklarında kök gelişimi

**Termal Genişleme ve Büzülme**  
Isınma ve soğuma sonucu mineral kristallerinin hacimsel büyümesi ve küçülmesi

**Sürtünme**  
Bir akışkan ile taşınan taneciklerin çarpışmaları



# Fiziksel Etmenler- Sıcaklık Değişimleri

- Yaz ve kış mevsimi ile gece ve gündüz sıcaklıkları arasındaki farklılıklar ana kaya üzerinde genişleme ve büzülme olaylarına sebep olur.



- Ana kaya ve minerallerinin Sertlik Dereceleri, Gözenekli ve Pürüzlü Yapıları, Isınma-Soğuma Isıları ve Genişleme-Büzülme Oranları birbirinden farklıdır ve dolayısıyla farklı şekilde veya zamanlarda ZAYIF noktalarından çatlama başlar ve dağılır.
- Üzerinde toprak oluşmaya başlayan ana kaya ve materyallerinde de benzer etkiler devam eder.

# Fiziksel Etmenler- Sıcaklık Değişimleri

- Artan sıcaklık kayacın yüzeylerinin iç kısımlarına göre daha fazla ısınmasına neden olur. Yüzeyde soğumanın etkisiyle katmanlar veya dilimlenmeler şeklinde kırılmalar oluşur, bu sırada yüzey ısısı kayacın iç kısımlarına iletilir. Aynı kayacın oluştuğu bu ısı farklılıkları gerilmelere yol açar ve iç kısımlarda genleşme devam eder.



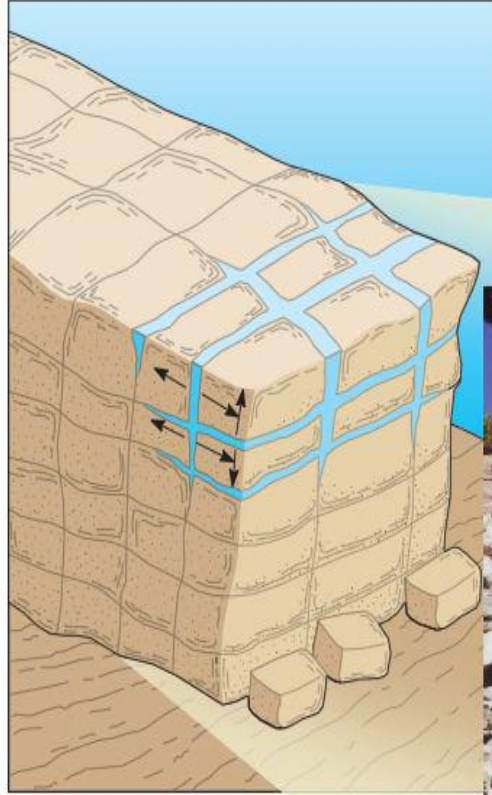
# Fiziksel Etmenler- Sıcaklık Değişimleri

- Kayaçlardaki bu değişimlerde açık ve koyu renkli ve özellikle sertlik derecesi düşük minerallerin etkisi büyüktür. Koyu renkli mineraller açık renkli olanlara göre ısıyı daha hızlı emer ve iletir.



# Fiziksel Etmenler- Sıcaklık Değişimleri

- Ana kaya veya mineraller zayıf noktalarından çatladıktan sonra yağışla gelen su bu çatlaklara su sızar.
- Sıcaklığın yükselmesi sonucu katı kütle içine sızan suyu buharlaştırır.
- Genişleyen çatlaklar dış etmenlere daha duyarlı hale gelir ve süreç devam eder.



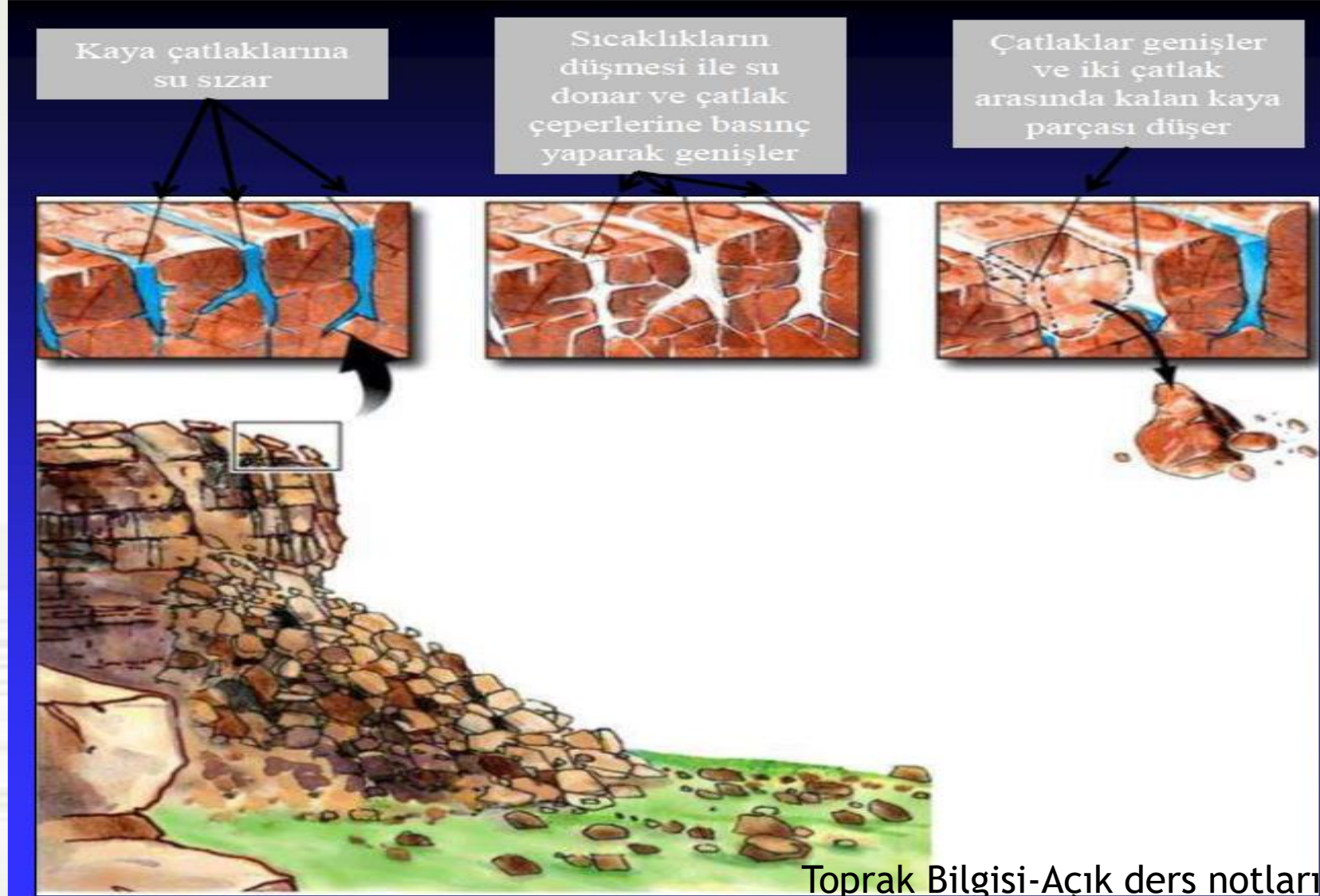
(a)



(b)

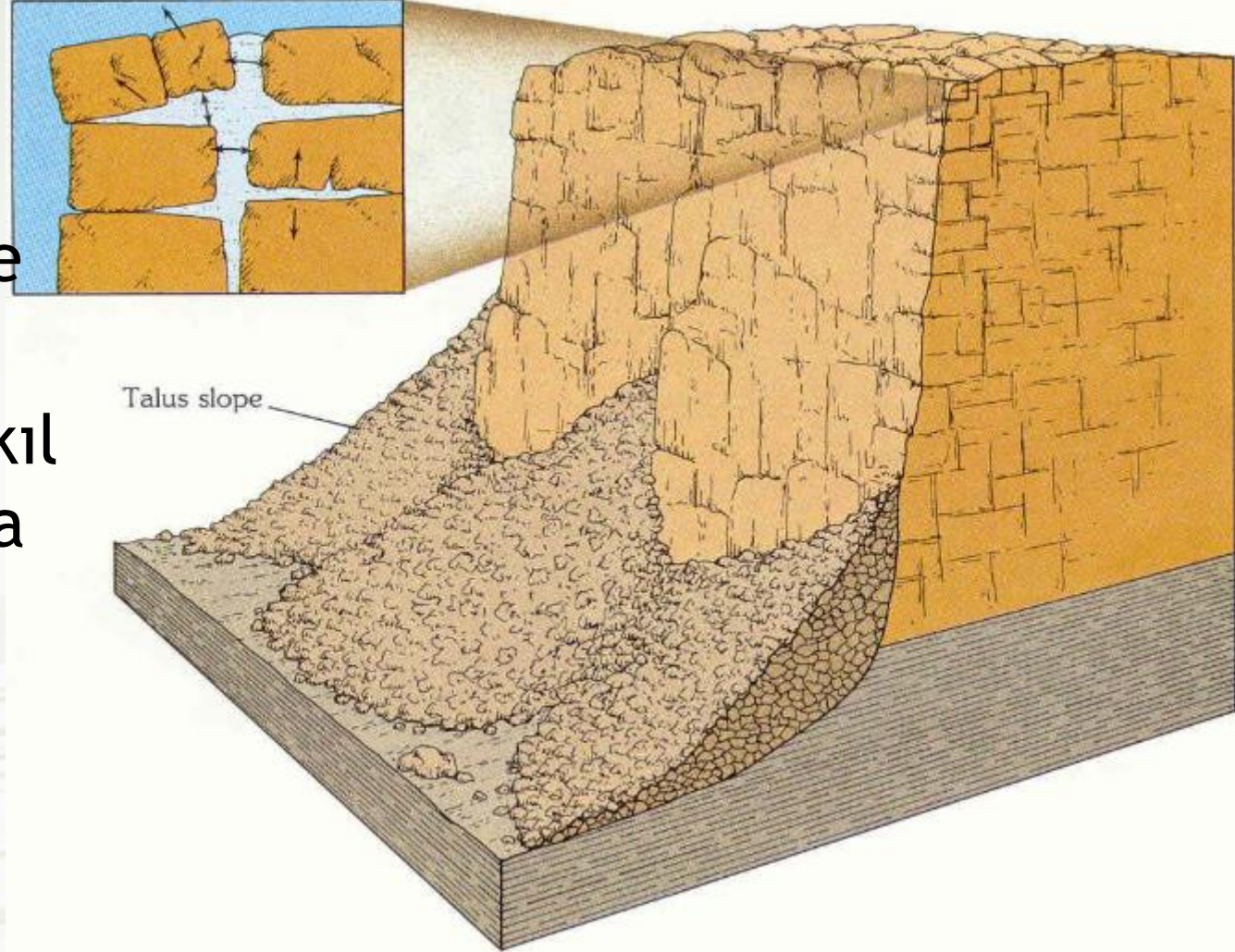
# Fiziksel Etmenler- Sıcaklık Değişimleri

- Soğuk havanın etkisiyle çatlaklara sızan su donar ve hacminin %9 (1/11) oranında genişleyerek buz oluşturur.
- Bu genişleme çevresine yaklaşık 165 kg/cm<sup>2</sup> lik basınca sebep olur, katı kütledeki çatlaklar genişler ve parçalanır.



# Fiziksel Etmenler- Sıcaklık Değişimleri

- Donma ve erime olaylarının tekrarlanmasıyla parçalanan kayalar kopar, yamaç diplerinde birikir = **Moloz birikimi**
- Parçalanan kayalardan taş ve çakıl meydana gelir. Bu malzemeler ya oldukları yerde ya da taşınarak biriktikleri bir başka yerde parçalanmaya ve ufalanmaya devam eder.



# Fiziksel Etmenler- Hareket eden su, buz ve rüzgarların etkisi

- **SUYUN ETKİSİ:** Akarsular ve taşıdığı katı materyaller üzerinden aktığı katı kütlenin aşınmasına sebep olur. Gücü ve basıncı etkisiyle kopan parçalar ve daha küçük taneler sürüklenerek akarsuyun hızının kesildiği alanlarda birikir.



# Fiziksel Etmenler- Hareket eden su, buz ve rüzgarların etkisi

- RÜZGARIN ETKİSİ: Rüzgar gücü ve basıncı etkisi yumuşak ana kaya ve materyalinin yüzeylerinde aşındırma etkisine sahiptir. Kopan küçük taneler sürüklenerek rüzgar hızının kesildiği alanlarda birikir.





# Fiziksel Etmenler- Hareket eden su, buzul ve rüzgarların etkisi

- **BUZUL ETKİSİ:** Çok yavaş akan buz kütleleri olan buzullar, üzerinden aktığı yataklarda veya katı kütlede aşınmaya sebep olur. Gücü ve basıncı etkisiyle kopan parçalar ve daha küçük taneler sürüklenerek buzulların eridiği alanlarda birikir.

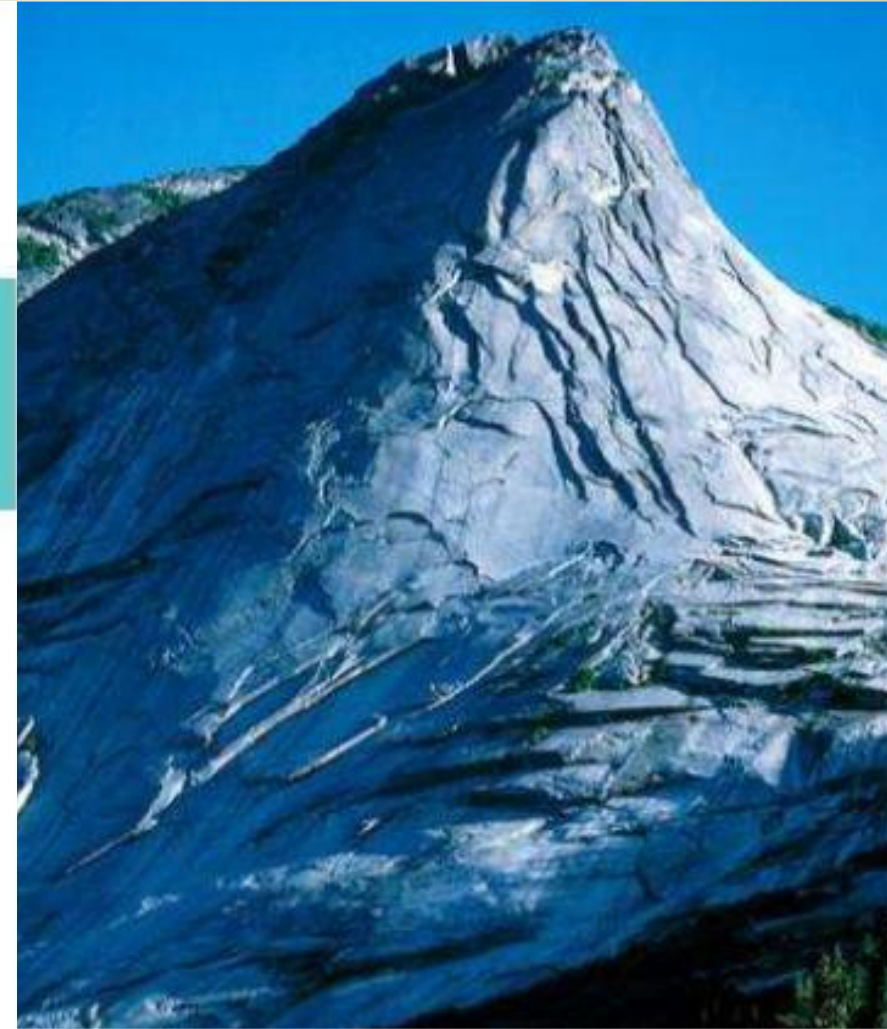
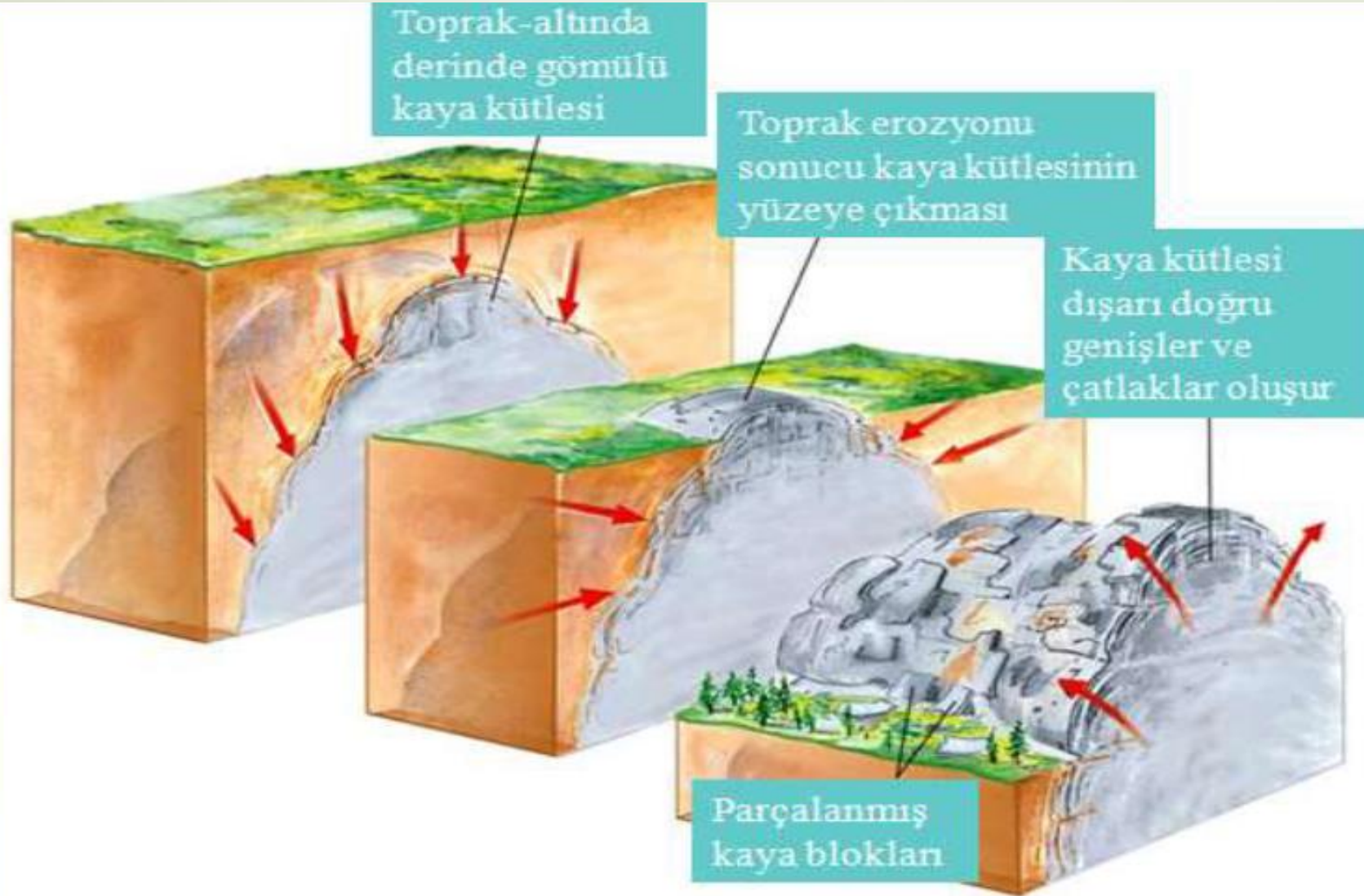


# Fiziksel Etmenler- Hareket eden su, buz ve rüzgarların etkisi

- Üzerinde toprak oluşumu başlamış olan ana kayada da benzer oluşumlar söz konusudur.
- Ana materyal üzerinde oluşan toprak; su, rüzgar ve buzulların etkisiyle aşınma, taşınma ve başka bir yerde birikme olaylarına maruz kalır. Bu olay **EROZYON** olarak tanımlanır.



# Fiziksel Etmenler- Hareket eden su, buz ve rüzgarların etkisi



# Fiziksel Etmenler- Biyolojik varlıkların etkisi

- Yosun ve liken gibi basit bitkiler olarak tabir ettiğimiz canlılar ile mikroorganizmalar kayalar üzerinde gelişim gösterir.



Özellikle yosun ve likenler gelişimleri sırasında toz tanelerini yakalar ve yüksek oranda organik bileşikler içeren ince bir zar oluşturur. Bu zar kayanın dayanıklılığının azalmasına sebep olur ve kayaç yüzeylerinde ince çatlaklar oluşur.



# Fiziksel Etmenler- Biyolojik varlıkların etkisi

- Yüksek bitkiler kaya çatlaklarında gelişme imkanı bulduğunda, genişleyen ve uzayan kökler çatlakların büyümesine ve kayanın parçalanmasına neden olur.

Biyolojik varlıkların ana kaya ve materyalinin parçalanmasında dolaylı bir etkisi olmakla birlikte **TOPRAĞIN OLGUNLAŞMASINDAKİ etkisi daha büyüktür.**



# Fiziksel Etmenler- Biyolojik varlıkların etkisi



# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Kimyasal Etmenler

- Ana kayanın kimyasal bileşiminde kısmen veya tamamen değişikliğe sebep olan ana materyal ve toprak oluşumunda aktif rol oynayan kimyasal ayrıştırma etmenlerinin tamamıdır.
- Fiziksel etmenler sonucu ufalanmış veya gözenekli hal almış materyalde etkisi daha yüksektir.
- Kurak ve soğuk bölgelerde yağışın az olması nedeniyle fiziksel aşınma olayları daha yüksek,
- Yağışlı ve sıcak bölgelerde ise kimyasal ayrışma olayları daha yüksek olmaktadır.
- Fiziksel ve biyolojik etmenlerle birlikte ilerler.

# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Kimyasal Etmenler

- İklim ve Biyosferin, kayanın mineralojik özelliklerine etkisi söz konusudur.
- Kimyasal ayrışma süreci anakaya veya ana materyalin
  - Tane büyüklüğüne
  - Minerolojik yapısına,
  - Pürüzlülüğüne,
  - Gözenekliliğine,
  - Sertliğine,Bağlıdır.
- Katı kütlede dıştan içe doğru bozunma-ayrışma gerçekleşir.
  - Çatlaklar varsa
  - Yumuşaksa,
  - Gözenekleri varsa,
  - Çözünür mineraller oranı yüksekse,
  - Çözünmeyi etkileyen nem, asidik koşullar ve sıcaklık hakimse,**KİMYASAL AYRIŞMA HIZLANIR.**



## Kimyasal ayrışma

Kaya ve minerallerin, kimyasal yapılarında değişimlerin oluşması



★  
Kimyasal  
ayrışma  
olayları  
çoğunlukla  
birlikte veya  
ardışık ilerler

**Yükseltgenme**  
O<sub>2</sub> varlığı

**Hidroliz**  
H<sup>+</sup> veya (OH<sub>3</sub>)<sup>+</sup>

**Hidrasyon**  
H<sub>2</sub>O

**Karbonasyon**  
CO<sub>2</sub> veya H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

**Solusyon**  
Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>

**İndirgenme**  
O<sub>2</sub> yokluğu

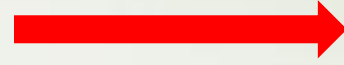
# Kimyasal Etmenler - Hidrasyon

- Suyun bağlayıcı özelliğinden kaynaklanır.
- Diğer kimyasal olayların bir çoğunda öncü bir reaksiyondur.
- H<sub>2</sub>O molekülünün diğer bileşiklere doğrudan bağlanması olayıdır.
- Kayalarda çözünme ve ayrışmaya neden olan en önemli etmendir.
- Feldspat, amfibol, piroksen, mika ve kil mineralleri kolaylıkla hidrate olur.
- Hidrate olan materyal yumuşar, esneklik kazanır ve parlaklığını kaybeder.

# Kimyasal Etmenler - Hidrasyon

$\text{Fe}_2\text{O}_3$   
Hematit

+  $3\text{H}_2\text{O}$



$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   
Limonit



Toprak Bilgisi-Açık ders notları  
Hematit-mta.gov.tr-bilgi merkezi

# Kimyasal Etmenler - Hidrasyon

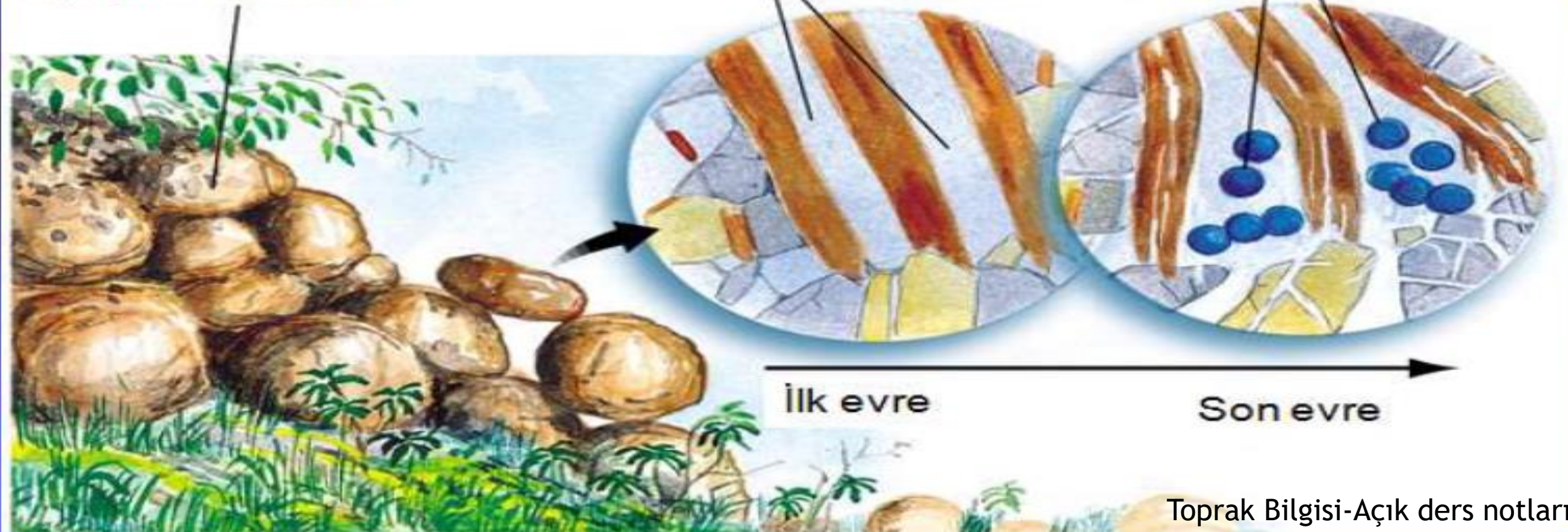


# Kimyasal Etmenler - Hidrasyon

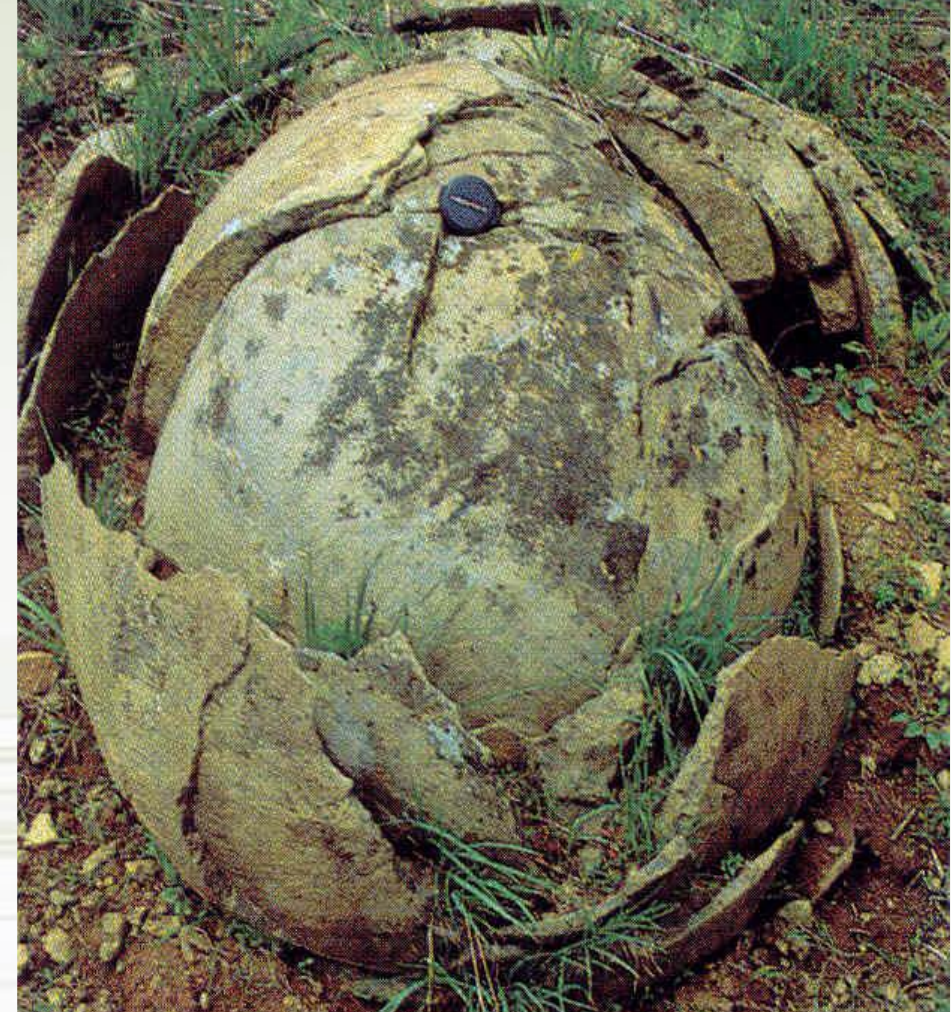
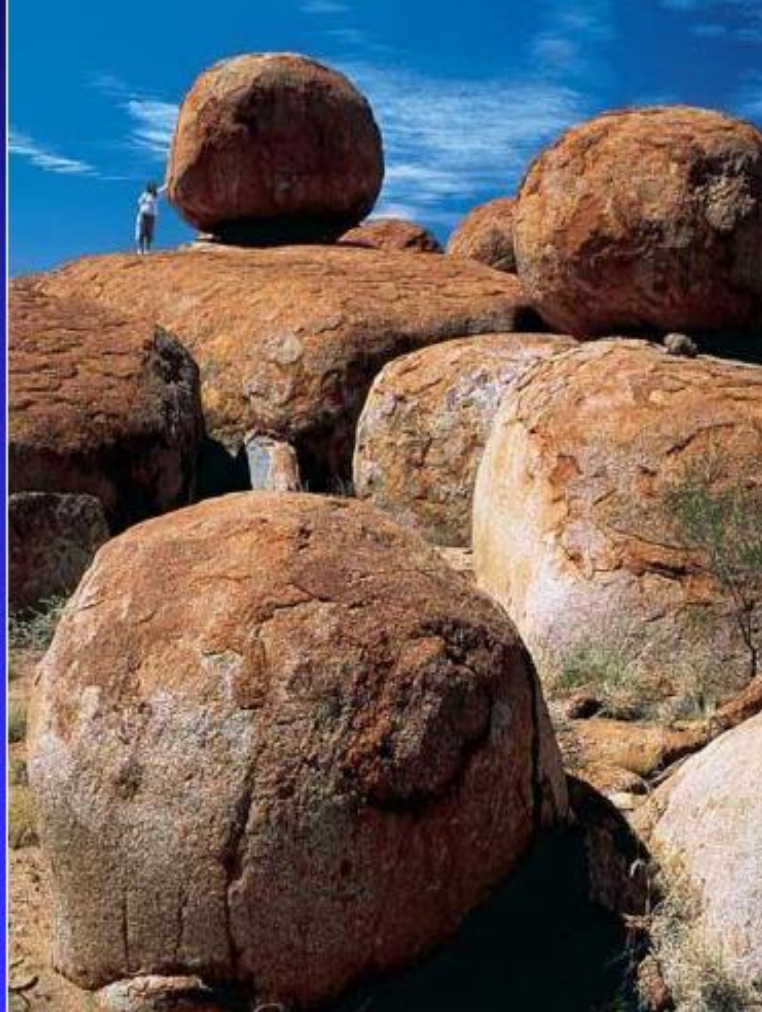
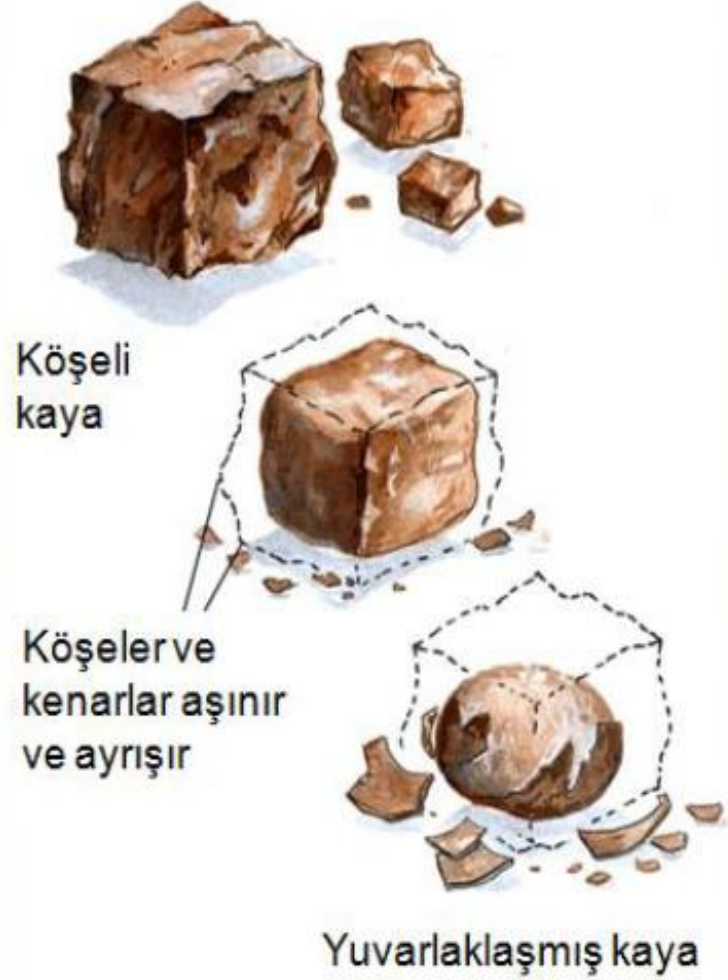
Kayanın yüzeyinde ayrışma benekleri

Kil mineral katmanları

Bünyeye giren su molekülleri kil minerallerinin şişmesine neden olur ve diğer katmanları itmeye-ayırmaya başlarlar



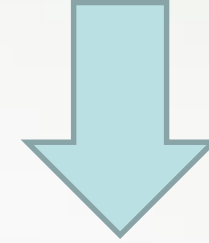
# Kimyasal Etmenler - Hidrasyon+Fiziksel aşınma



# Kimyasal Etmenler - Hidroliz

- Suyun ayrıştırıcı özelliğinden kaynaklanır.
- Diğer kimyasal olayların bir çoğunda öncü olan diğer bir reaksiyondur.
- $\text{OH}^-$  ve  $\text{H}^+$  iyonlarından oluşan suyun varlığında serbest  $\text{H}^+$  iyonlarının diğer bileşiklerdeki katyonlar ile yer değiştirerek yeni bir bileşik oluşturur.
- Feldspat ve mika gibi silikat minerallerinin ayrışmasında oluşan ilk kimyasal değişimdir.
- Kil minerallerinin oluşumunda etkindir.

# Kimyasal Etmenler - Hidroliz



Diğer reaksiyon türlerine göre kil minerallerinin oluşumuna katılır



Potasyum hidroksit açığa çıkar



# Kimyasal Etmenler - Hidroliz



Olivin

Serpantin

Ferro-oksit



= Hematit

Toprak Bilgisi-Açık ders notları  
Olivin-mta.gov.tr-bilgi merkezi

Özdeniz vd. 2017 - <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/322981>

# Kimyasal Etmenler - Yükseltgenme = Oksidasyon

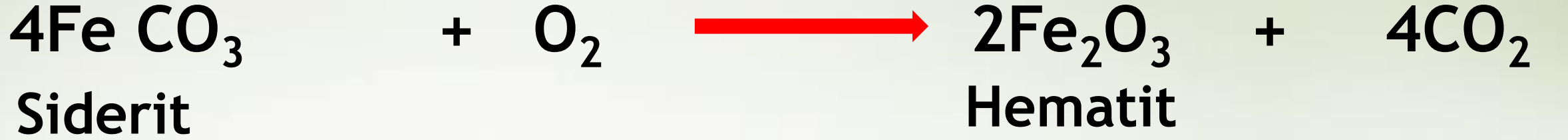
- Aktif bir element olan Oksijen ile diğer elementlerin birleşmesi sonucunda oluşur.
- Oksidasyona en çok maruz kalan özellikle demir sülfür, karbonat ve silikat tuz bileşikleridir.
- Kayanın renginde değişime neden olabilir. Örneğin Fe'in yükseltgenmesinde sarıdan kırmızı, kahverengiye değişen renkler hakim... gibi
- Amfibol ve piroksen grupları demir silikat bileşimleri nedeniyle oksidasyondan kolay etkilenir. Olivin gibi...
- Demir içeren karbonatlar grubu, Siderit gibi...

# Kimyasal Etmenler - Yükseltgenme = Oksidasyon

Koyu gri ve siyaha kadar değişen renklerde olan **Bazalt**; içeriğindeki piroksen ve demir oksit minerallerinden kaynaklı olarak oksidasyona maruz kalan püskürük kayalara bir örnektir.

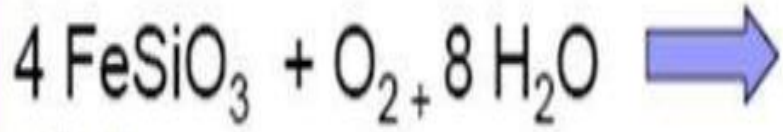


# Kimyasal Etmenler - Yükseltgenme = Oksidasyon

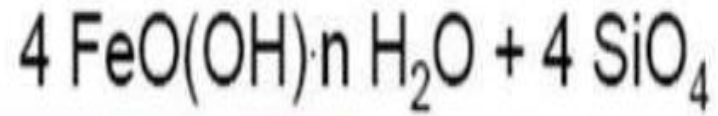


Toprak Bilgisi-Açık ders notları  
Hematit-mta.gov.tr-bilgi merkezi  
<https://tr.wikipedia.org/>

# Kimyasal Etmenler - Oksidasyon+Hidrasyon



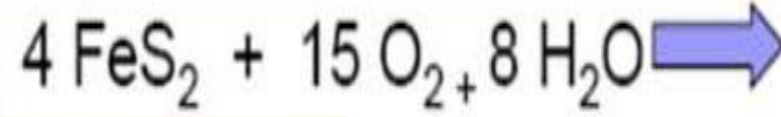
Piroksen



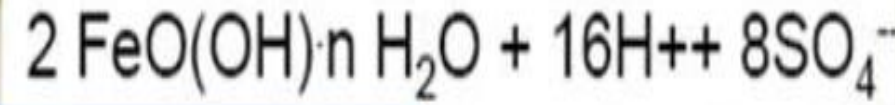
Limonit



Götit



Pirit



Limonit



Götit

# Kimyasal Etmenler - Hidrasyon+Oksidasyon



= Hematit



# Kimyasal Etmenler - Karbonasyon

- Organik maddenin ayrışması ve köklerin solunumu sonucunda ortamda CO<sub>2</sub> gazı artar.
- CO<sub>2</sub> nin hidrolizi sonucu karbonat ve bikarbonatlar oluşur.



- Oksidasyon, hidroliz ve karbonasyon olayları birlikte ilerler.

# Kimyasal Etmenler - Karbonasyon+Hidroliz



Ortoklaz

Kaolinit



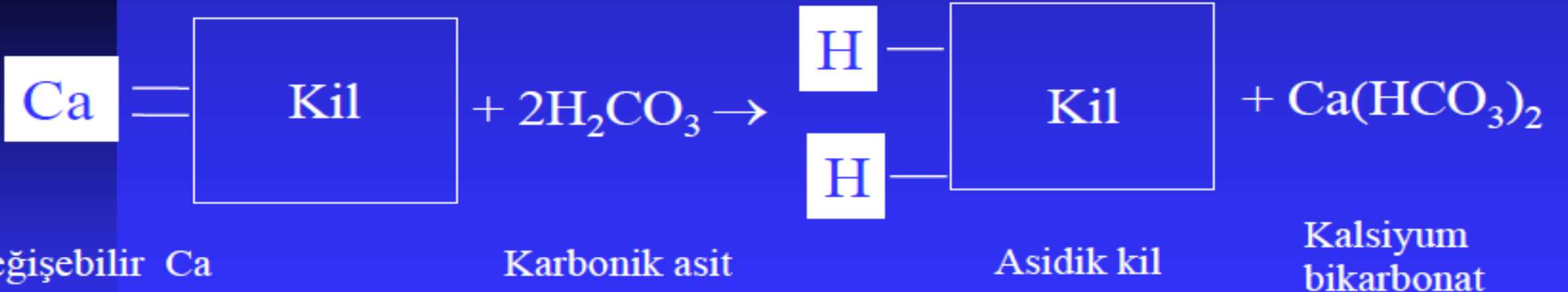
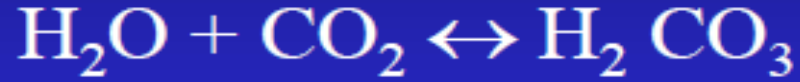
Trikalsyum Fosfat

Dikalsyum Fosfat



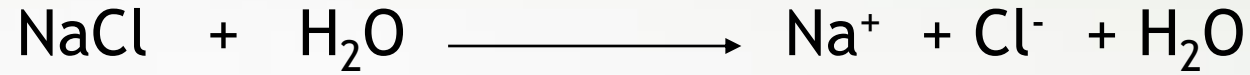
# Kimyasal Etmenler - Karbonasyon+Hidroliz

Toprak havasındaki CO<sub>2</sub> ile H<sub>2</sub>O birleşerek oluşturduğu karbonik asit H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, bazlarla doygun killeri etkileyerek, bazların yerine H<sup>+</sup>'ni yerleştirip, bazları toprak çözeltisine geçirmektedir.



# Kimyasal Etmenler - Solusyon = özünme

- Su ve asitlerin çözücü özelliğinden kaynaklanır.
- Kompleks yapıdaki bileşiklerin polar özellikli su ile tepkimeye girdiğinde anyon ve katyon iyonlarında ayrışma olur. Bu olay Solusyon = özünme olarak ifade edilir. Tuz bileşiklerinin çözünmesi gibi...



- Çeşitli canlı faaliyetleri sonucu ortamda oluşan  $\text{CO}_2$ , suyun çözücü gücünü artırır ve karbonik asit oluşur.



- Çeşitli reaksiyonlar sonucu açığa çıkan asit bileşikleri de çözücü özelliğe sahiptir.  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , karbonik asit ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), organik asitler gibi... Kireçtaşı, kalsit gibi Karbonatlı bileşiklerdeki ayrışmadan sorumludur.

# Kimyasal Etmenler - Solusyon



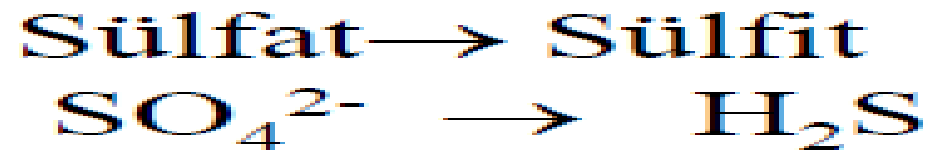
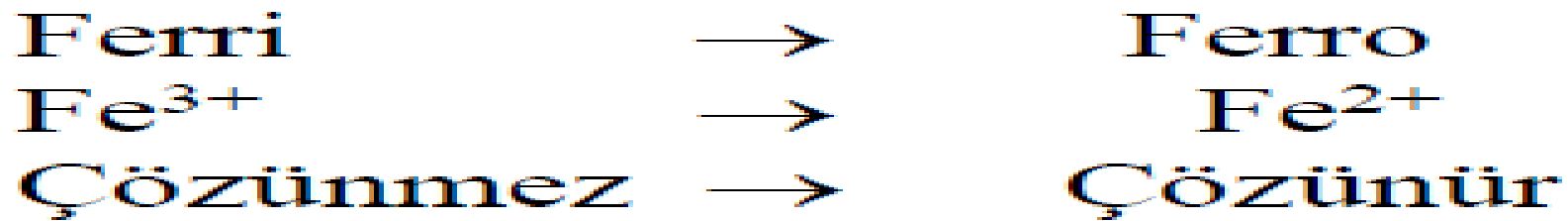
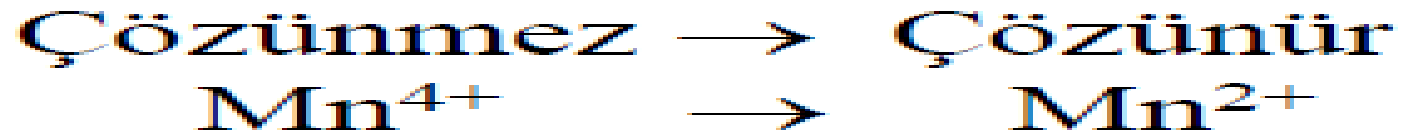
# Kimyasal Etmenler - Solusyon



# Kimyasal Etmenler - İndirgenme =Redüksiyon

- Oksidasyon reaksiyonunun tersi şeklinde gerçekleşen bir olaydır.
- Anaerobik (oksijensiz-havanın yeterli olmadığı) koşullarda meydana gelir. Bu nedenler yüzeyin alt kısımlarında, suyun toprak boşluklarını doldurarak biriktiği yani drenajı kötü alanlarda, kompaksiyona yani sıkışmaya maruz kalmış bölgelerde gerçekleşir.
- Toprağın alt katmanlarında indirgenmiş koşullarda genellikle gleyleşme denilen formasyonlar oluşur.
- Canlılar için yararlı olan bileşikler indirgenme sonucu zararlı bileşiklere dönüşür.

# Kimyasal Etmenler - İndirgenme =Redüksiyon

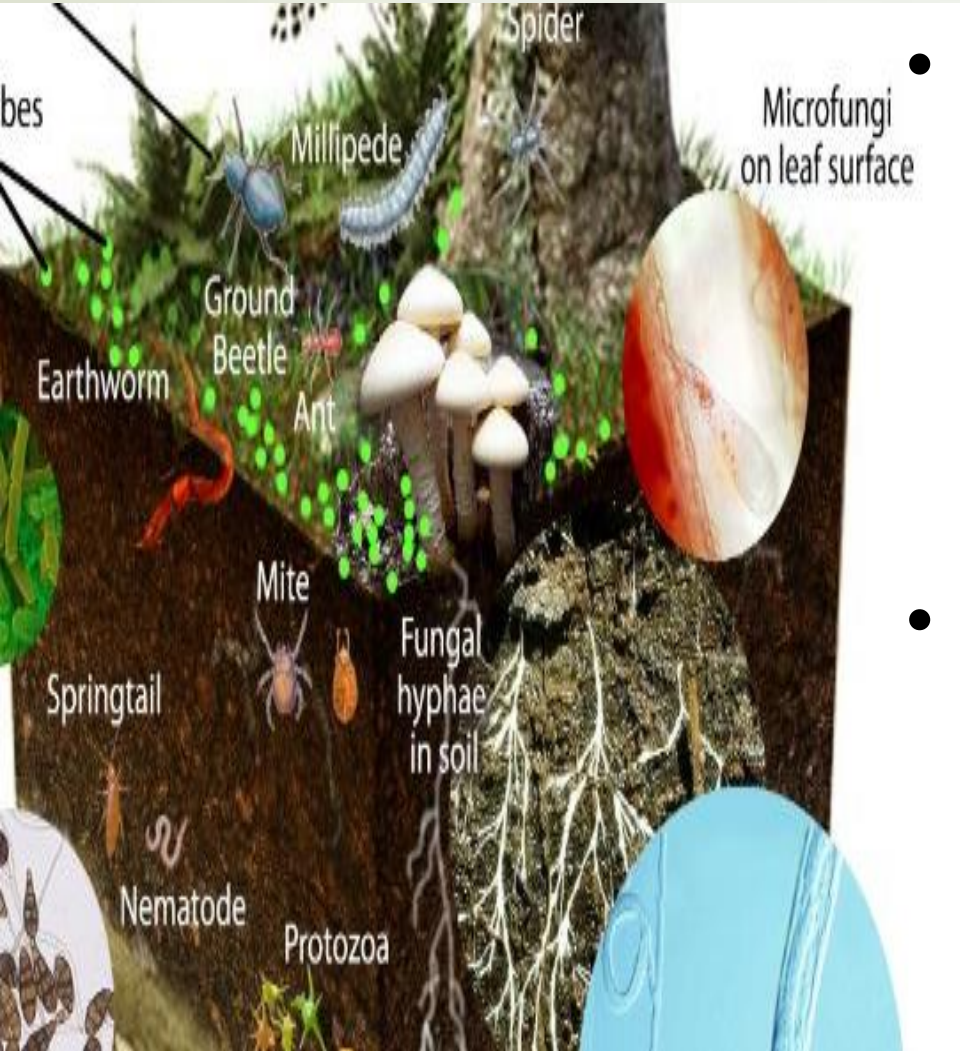


# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayırışma ve Birleşme Olayları - Biyolojik Etmenler

- Toprak oluşumuna etki eden faktörler aynı zamanda üzerinde gelişen bitkileri ile içinde yaşayan canlı çeşitliliğini etkilemektedir.
- Benzer şekilde oluşan toprak da bu biyoçeşitlilikten etkilenmektedir.



# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Biyolojik Etmenler



- Minerallerin ayrışması ve toprak oluşumunun ilk dönemlerinde liken, mantar ve bakteri gibi canlılar gelişimleri sırasındaki oluşturdukları organik asitlerle etki göstermekte ve kimyasal ayrışma süreçlerine katkı sağlamaktadır.
- Mantarlar alglerin fotosentez ürünleri sayesinde besin ihtiyaçlarını giderirken, Algler mantarın ayrıştırma özelliği sayesinde açığa çıkan besin minerallerinden faydalanır.

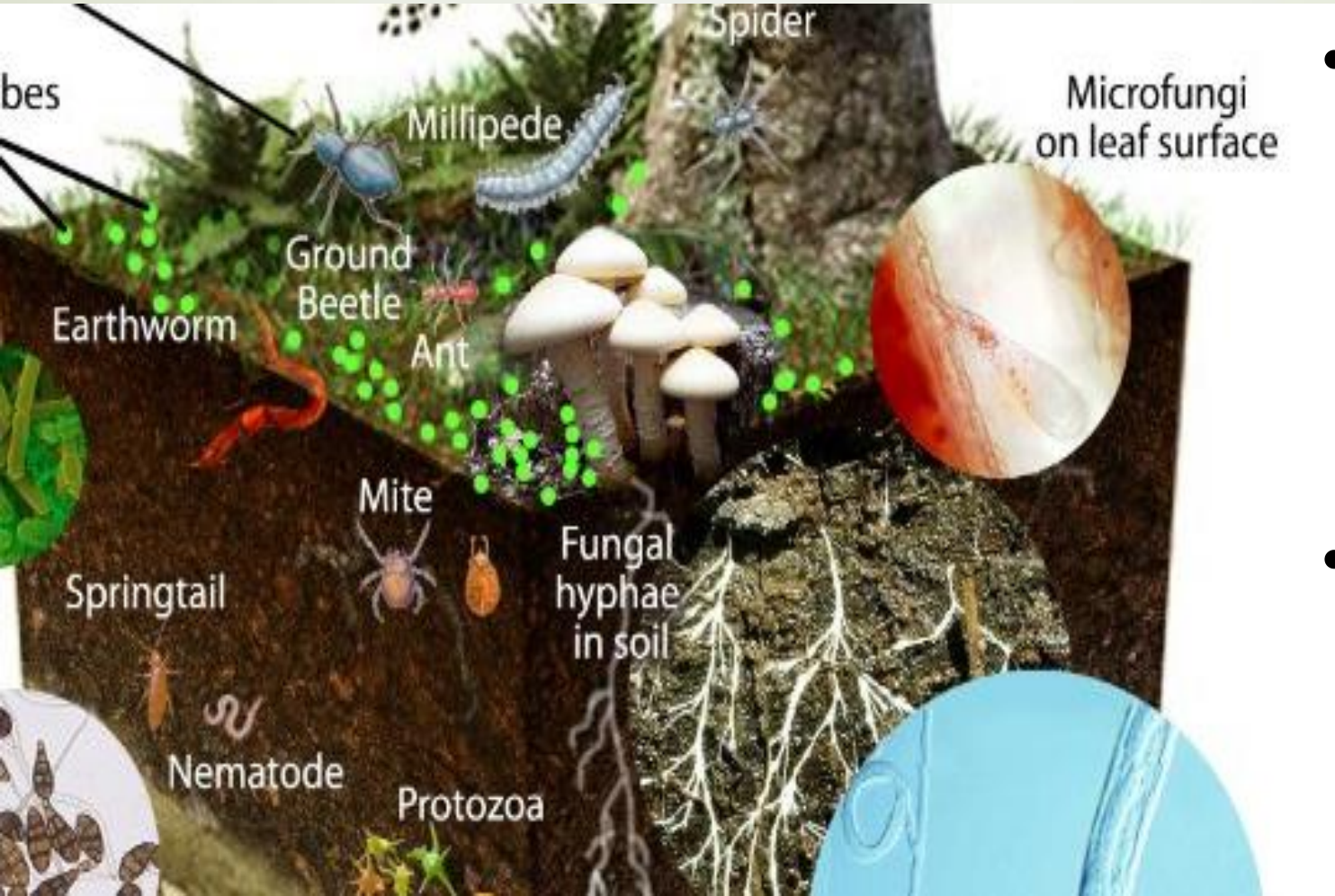


# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Biyolojik Etmenler



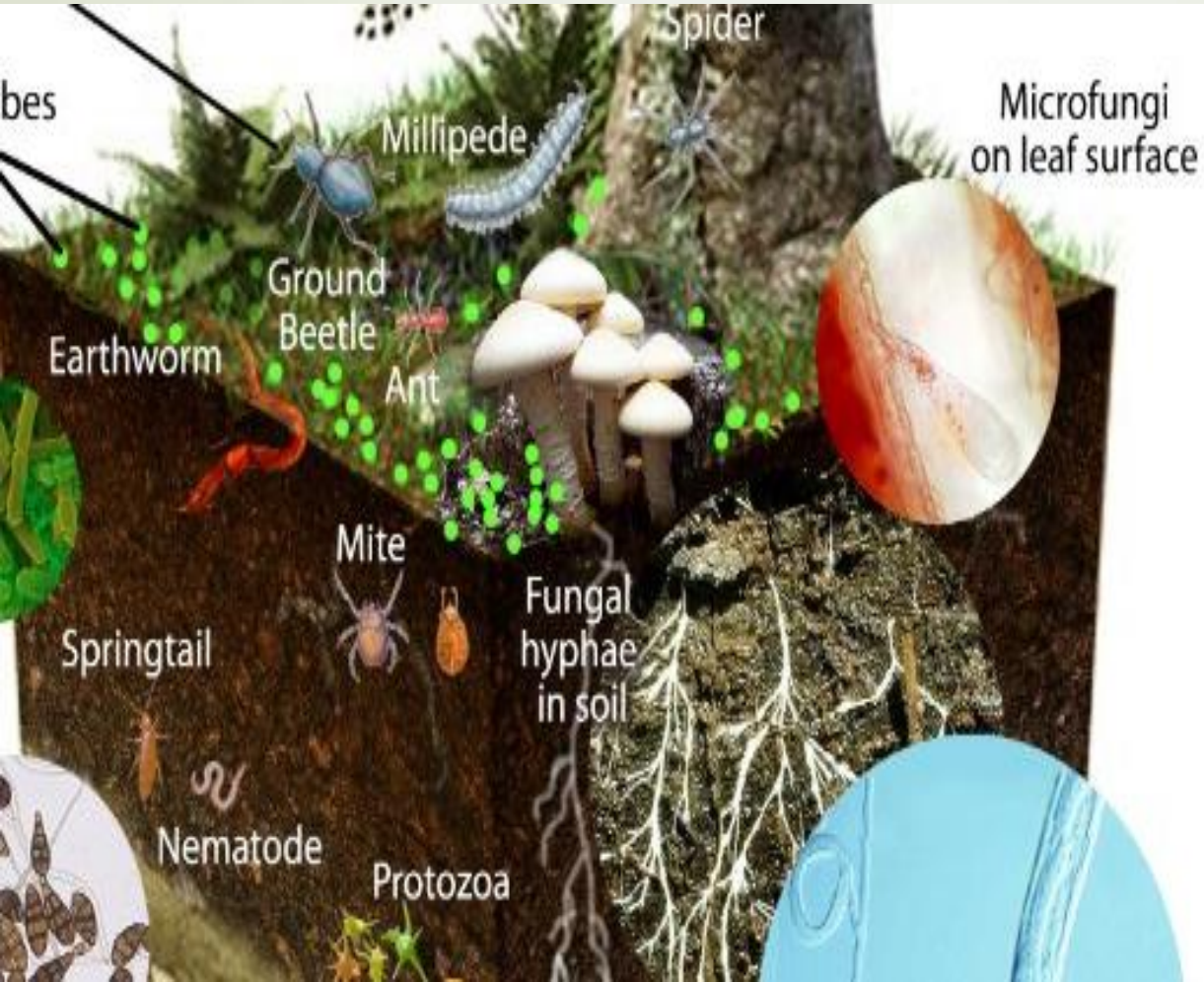
- Likenler (mantar-alg ortak yaşamı) mantarın ayrıştırıcı özelliğini kullanarak kayaların yüzeyini yavaş yavaş ayrıştırır ve kayacın rüzgar ve yağmur ile parçalara ayrılmasına neden olur.
- Toprak bakterilerinin bir kısmı havanın serbest azotunu fikse etme - tutma yeteneğine sahiptir.
- Azot fikse bakterileri aracılığıyla toprağa aktarılan azot; bitkilerin ve diğer toprak canlılarının azot gereksinimlerini karşılamakta kullanılır.

# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayırışma ve Birleşme Olayları - Biyolojik Etmenler



- Toprak makro ve mikroorganizmalarının hemen hemen hepsi bitki ve diğer canlıların atık ve artıklarının ayrışmasında rol oynar.
- Dolayısıyla topraklara bitki besin maddesi, organik madde ve humus temininde görev alırlar.

# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Biyolojik Etmenler



- Bitkiler dahil tüm toprak makro ve mikroorganizmaları toprak içinde hareket ederek organik materyal ile inorganik materyalin karışımını sağlar ve boşluklar oluşturur.
- Oluşan boşluklara yüzeyden gelen su ve havanın girişi kolaylaşır ve toprak strüktürünün oluşum ve değişimine katkı sağlar.

# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - Biyolojik Etmenler

- Solucanlar; toprak katmanlarında galeriler açarak toprak strüktürünün iyileştirilmesi, toprakların infiltrasyon ve su tutma kapasitelerinin artırılması gibi bir seri fiziksel özellik üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır.
- Organik maddeyi inorganik madde ile karıştırır.
- Toprağı vücutlarından geçirerek kimyasal değişimine neden olur ve dışkılarının içermiş olduğu yüksek besin maddesi nedeniyle toprak verimliliğine katkı sağlar.
- Ayrıca bu kimyasal değişim toprak tanelerinin tekrar bir araya gelmesini (stabil agregatların oluşumu) sağlayacak bileşiklerin açığa çıkmasını sağlar. Erozyona direnç açısından önemli...



# Toprak Oluşumunda Aşınma, Ayrışma ve Birleşme Olayları - ÖZET

