



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ**  
**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ**

Ankara University Faculty of Agriculture

Department of Soil science and Plant Nutrition

*"Tarım, Çevre ve Yaşam Bilimlerinde Öncü"*  
*"Pioneer in Agriculture, Environment and Life Sciences"*

# Toprak Oluşumu

ZTO 211 Toprak Bilimi

Doç. Dr. Selen Deviren Saygın

# Haftalık ders akışı

1. Toprak Bilimine Giriş
2. Toprak Ana Maddesi
3. Kayaçlar ve Mineraller
- 4. Toprak Ayrışması ve Oluşum Faktörleri**
5. Toprak Profili ve Horizonlar
6. Toprak Fiziksel Özellikleri
7. Ara Sınav Haftası
8. Toprak Kolloidleri (Toprak Kimyasal Özellikleri)
9. Toprak Reaksiyonu (Toprak Kimyasal Özellikleri)
10. Bitki Besin Maddeleri (Toprak Kimyasal Özellikleri)
11. Toprak Suyu
12. Toprak Biyolojisi
13. Toprak ve Su Koruma
14. Toprak Sınıflandırma Sistemleri

# Toprak Ayrışma Faktörleri

Temel yapıyı oluşturan ana kayalardan ana materyal (C horizonu) ve toprağın (A ve B horizonları = Solum) oluşması için,

- Kayaçların ve minerallerin ufalanması (fiziksel parçalanma),
- kimyasal ve biyolojik olaylar ile ayrışması,
- ayrışan bir kısım materyalin yeni bileşikler oluşturmak üzere tekrar birleşmesi gibi değişmelere uğraması gerekmektedir.

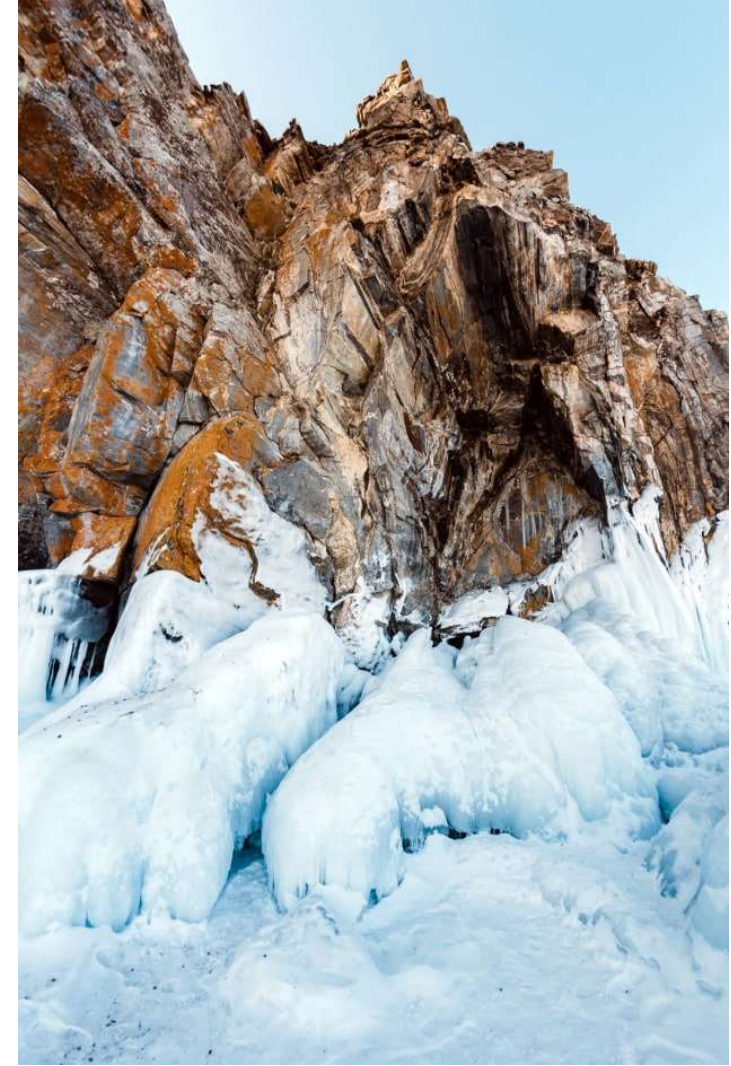
Bu aşınma, ayrışma ve tekrar birleşme olayları

- fiziksel,
- kimyasal,
- ve biyolojik etmenlerin altında oluşmaktadır.

# Fiziksel (Mekaniksel) Ayrışma

- ✓ Toprak oluşumunda ilk aşama olarak tanımlanabilir.
- ✓ Kaya ve minerallerin sadece şekil ve büyüklükleri değişmekte, kimyasal ve mineralojik yapıları değişmemektedir.
- ✓ Kurak bölge topraklarının oluşumu ve gelişiminde başattırlar.

- 1. Sıcaklık değişimleri**
- 2. Hareket eden su, buz ve rüzgarların etkisi**
- 3. Biyolojik varlıkların etkisi**



Kaynak: <https://www.twinkl.es/teaching-wiki/weathering>

## ***Sıcaklık değişimleri***

### ***Çatlaklarda suyun donması ve çözünmesi***

Granit kayasının  
donma çözümler  
ile ayrışması

\*Yaz - Kış

\*Gece - Gündüz

\*Su donduęu zaman  
1/11 oranında  
hacmini genişletiyor.





## ***Hareket eden su buz ve rüzgarların etkisi***

***Suyun etkisi....***Akan su kitlesi taşıdığı katı taneler vasıtası ile üzerinden aktığı materyali aşındırır ve kopardığı tanecikleri birlikte sürükleyerek hızının kesildiği yerlerde depo eder.



Kaynak: <https://www.scientificamerican.com/article/weathering-rocks/>

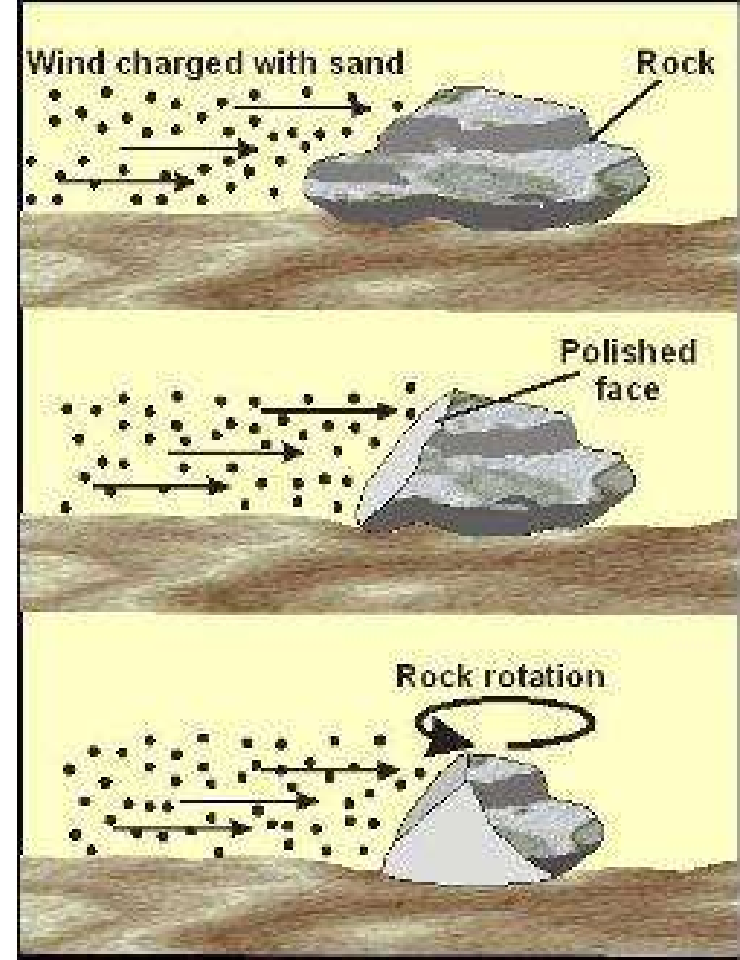
## ***Hareket eden su buz ve rüzgarların etkisi***

***Buzun etkisi....***Çok yavaş akan buz kitleleri olan buzullar, aktıkları yataklarda aşındırma yaparlar ve kopardıkları materyali moren (buzultaş), yığınları halinde belli noktalara depo ederler.



## *Hareket eden su buz ve rüzgarların etkisi*

**Rüzgarın etkisi....**Rüzgarlar hareket eden hava kütleleri olup, oldukça güçlü taşıma kapasitesine sahiptirler. Gerek doğrudan temas ettikleri yüzey ile kendi aralarında gerekse taşıdıkları materyallerin temas ettikleri zeminle olan etkileri sonucunda fiziksel aşınmaya yol açarlar.





## ***Biyolojik varlıkların etkisi***

- *Yosun ve liken gibi basit bitkiler kayaların üzerlerinde bir yaşam ortamı oluşturarak kayanın dayanıklılığının azalmasına yol açmaktadır.*
- *Köklerde kayalardaki çatlakların oluşmasına ve gelişmesine katkı sağlayarak fiziksel ayrışmaya yol açarlar.*
- *Bitki ve hayvanlar ana materyalin parçalanmasından daha çok toprağın olgunlaşmasında etkili role sahiptir.*



En çok görülen liken türlerinden biri *Xanthoria parietina*

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Likenler>

# Kimyasal ayrıştırma etmenleri

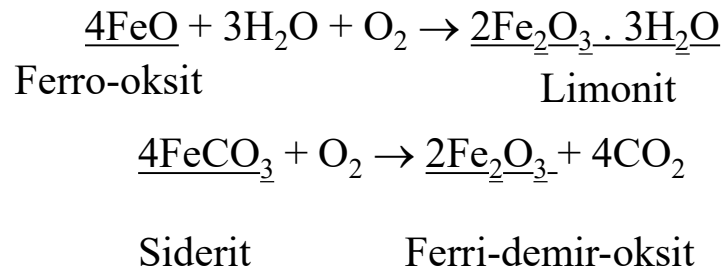
- ✓ Ana kayanın kimyasal bileşimi değişiyor.
- ✓ Ana materyal ve toprak oluşumuna hizmet ediyor.
- ✓ Fiziksel olarak dayanıklılık azalmış ve gözenekli hale gelmiş kaya ve minerallere kimyasal etmenleri etkisi kolaylaşmaktadır.
- ✓ Yağışlı ve nemli bölgelerde toprak oluşumunda kısmen fiziksel, daha çok kimyasal etmenler aktif rol oynamaktadır.
- ✓ Su, hava ve sıcaklık büyük rol oynamaktadır.

- 1. Yükseltgenme ( $O_2$  varlığı)**
- 2. Hidroliz ( $H^+$  veya  $(OH_3)^+$ )**
- 3. Hidrasyon ( $H_2O$ )**
- 4. Karbonasyon ( $CO_2$  veya  $H_2CO_3$ )**
- 5. Solusyon ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ )**
- 6. İndirgenme ( $O_2$  noksanlığı)**

# Yükseltgenme

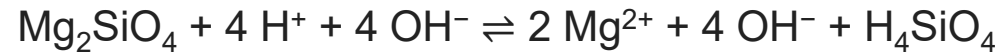
Oksijen çok etkin bir atmosfer elementi olduğu için, diğer elementler ile serbest olarak birleşir (paslanma); ve birleşme sonucu artan O<sub>2</sub>, bileşiğin dayanıklılığını azaltır.

- Yükseltgenmeye en fazla maruz kalan bileşikler demir sülfür, karbonat ve silikat tuzlarıdır.
- Amfibol ve piroksen grubu demirli silikat mineralleri demirin yükseltgenmesinden kolayca etkilenirler ve çok değişik görünümlü ürünler oluştururlar.



# Hidroliz

Su çok etkin bir kimyasal ayrıştırıcıdır. Suyun serbest H<sup>+</sup> iyonları diğer bileşiklerdeki katyonlar ile yeni bir bileşik meydana getirmek üzere yer değiştirme eğilimindedir. Özellikle feldspatların, mikaların ve benzeri silikat minerallerinin ayrışmasında ilk önce meydana gelen kimyasal değişimlerden biridir.



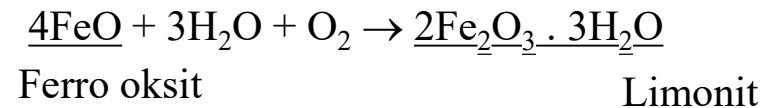
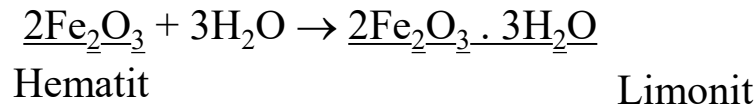
[olivin](#)



[ortoklaz](#)

## Hidrasyon

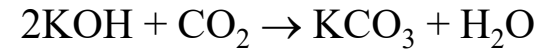
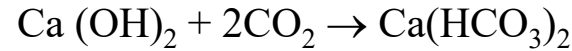
Suyun toprak minerallerine bağlanmasına hidrasyon denilmektedir. Birçok mineral ve özellikle feldspat, amfibol, piroksen ve mika grupları kolaylıkla su molekülü olarak hidrasyona uğrarlar. Hidrasyon sonucu mineraller, yumuşar, parlaklık ve esnekliklerini kayıp ederler ve hacimleri artar. Bunun sonucu olarak, fiziksel ve kimyasal etmenlerin etkisinde kolaylıkla kalırlar. Hidrasyon ürünü, değişen hava koşulları altında kuruduğu takdirde, su kaybederek dehidrasyona uğrayabilmektedir. Bu şekilde örneğin limonit tekrar daha az hidrate bir şekil olan hematit'e dönüşerek kırmızı bir renk alabilir.





# Karbonasyon

Topraktaki organik maddelerin ayrışması ve köklerin solunumları sonucunda, toprak havasına fazla miktarda  $CO_2$  katılmaktadır. Bu gaz, hidroliz sonucu açığa çıkan metal hidroksitleri etkileyerek onları *karbonat veya bikarbonat* haline dönüştürmektedir. Karbonasyon olarak adlandırılan bu reaksiyon, toprak minerallerinin ayrışmasında çok etkilidir.



Toprak havası atmosfere kıyasla daha fazla  $CO_2$  içermektedir. İnce toprak taneciklerini çevreleyen su zarı da bu gazca zengindir. Mineral taneciklerinin yüzeylerinde oksijen, su ve karbondioksitin yan yana bulunuşu sebebiyle bunların bağımsız olarak etkide bulunmaları söz konusu olamaz. Aslında, oksidasyon (yükseltgenme), hidroliz ve karbonasyon bir arada ve iç içe gerçekleşir.

Component	Soil air (%)	Atmosphere (%)
$N_2$	79.2	79.0
$O_2$	20.6	20.9
$CO_2$	0.25	0.03

Source: Russel, E. J., and Appleyard, A. 1915, The atmosphere of the soil, its composition and causes of variation. *J. Agr. Sci.* 7:1-48.

## Solusyon (Çözünme)

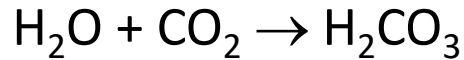
Topraktaki kimyasal tepkimeler ile bir takım bileşikler meydana gelirken,

- ✓ toprak çözeltisinde kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum [ $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  = toprak alkali katyonları] ve diğer katyonlar bol miktarda bulunabilir.
- ✓ bu katyonlar genellikle klorür, sülfat, bikarbonat, karbonat ve benzeri anyonlar ile bir denge teşkil etmektedirler [ $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ].
- ✓ ayrıca toprakta, kimyasal ve biyolojik olaylar ile meydana gelen mineral asitler bulunmaktadır [ $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ].

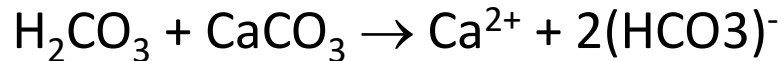
Bu toprak çözeltisinde bulunan bileşikler, minerallerin son ayrışmalarında önemli rol oynamaktadırlar.

Kireç taşlarının, karbonik asit içeren sularla çözünmesi, solusyonun en önemli örneklerinden birini oluşturmaktadır.

İlk önce karbonik asit oluşur:



Daha sonra toprak çözeltisinde bulunan karbonik asit, kireç taşıyı çözer:

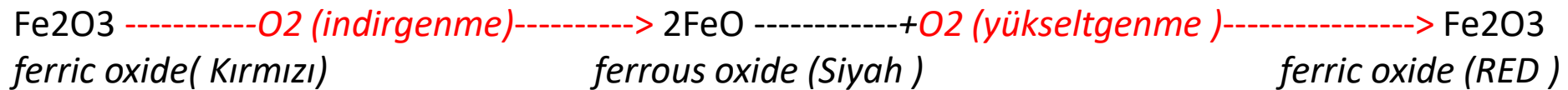
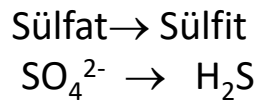
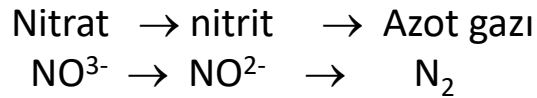


# İndirgenme

Yükseltgenmenin tersi olan indirgenme oksijenin yetersiz olduğu yerlerde meydana gelir. Bu nedenle indirgenme arz kabuğunun alt kısımlarında,

- kötü drenaj koşullarına sahip,
- suyun hava boşluklarını doldurduğu,
- havanın yeterli olmadığı topraklarda oluşur.

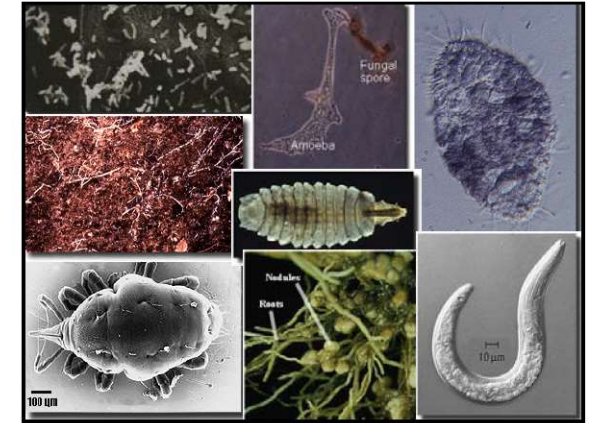
Bitkilerin kullanabildikleri  $\text{NO}_3$  ve  $\text{SO}_4$  gibi anyonlar indirgenerek element haline dönüştüklerinden, zararlı tepkimeler olarak kabul edilmektedirler.



# Biyolojik ayrıştırma etmenleri

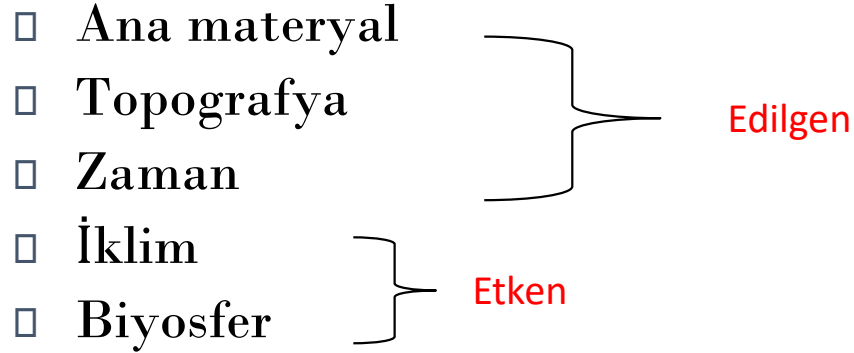
Minerallerin ayrışması ve toprak oluşumunun ilk dönemlerinde liken, mantar ve bakteri gibi mikrobik canlılar önemli rol oynamaktadırlar.

- ✓ Likenlerin kayalar üzerinde yaşama olanağı bularak en sert kayalarda dahi ince bir toprak materyali oluşumunun gözlemlenmesi
- ✓ Bazı bakterilerin toprak oluşumunun ilk dönemlerinde havanın nitrojenini kullanarak, bunun toprağa aktarılması ve bitki gelişiminin emrine sunulması
- ✓ Yüksek bitki artıklarınının ayrıştırılarak humus haline dönüştürülmesi,
- ✓ Kurtçuk böcek ve solucanların toprak havalanmasındaki ve hava-su iletimindeki rolleri
- ✓ Solucanların toprağı vücutlarından geçirmeleri sonucunda toprak organik maddesine yaptıkları katkılardır.

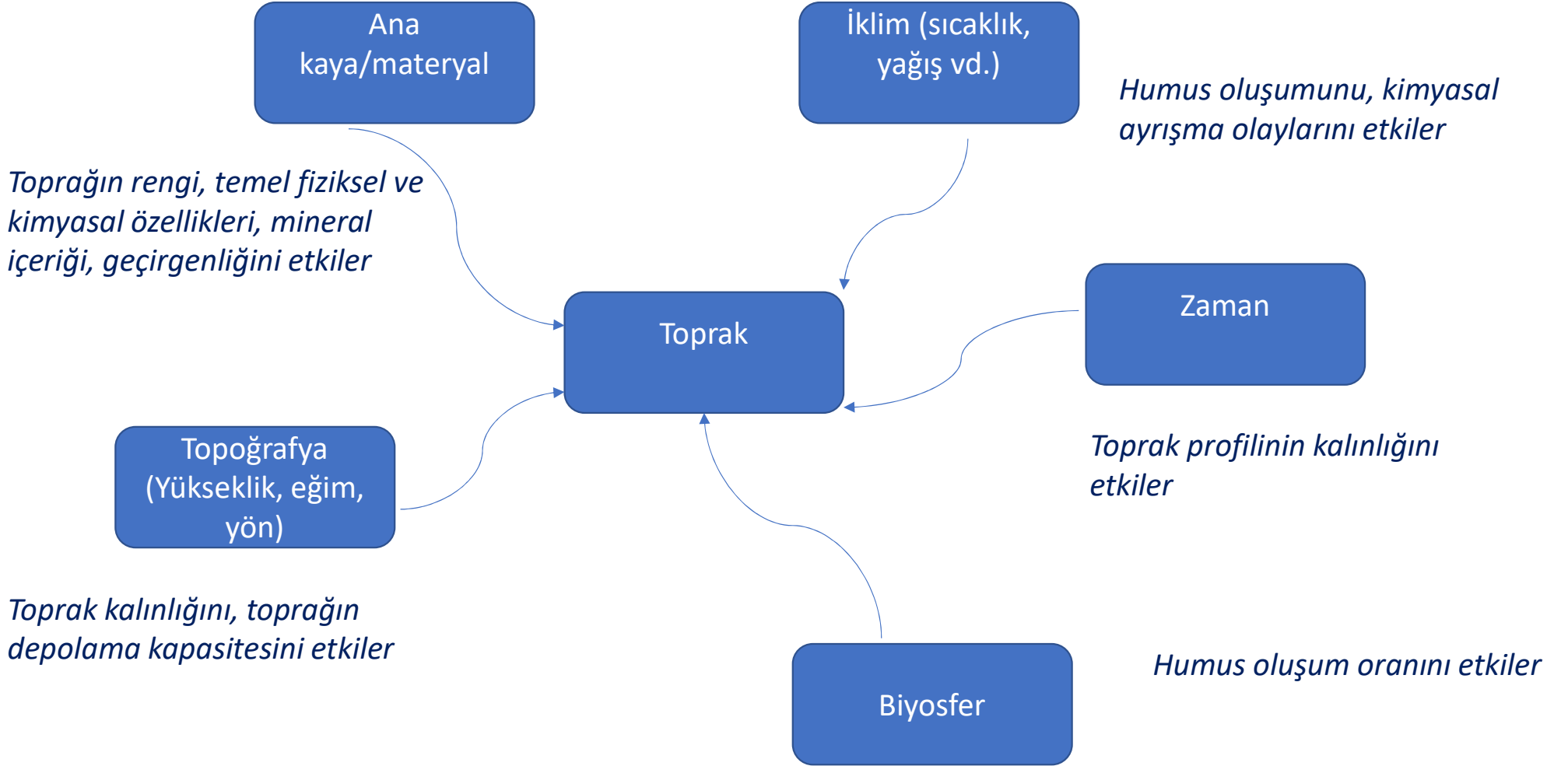


# Topraklara Karakter Kazandıran Etmenler (Oluşum Faktörleri)

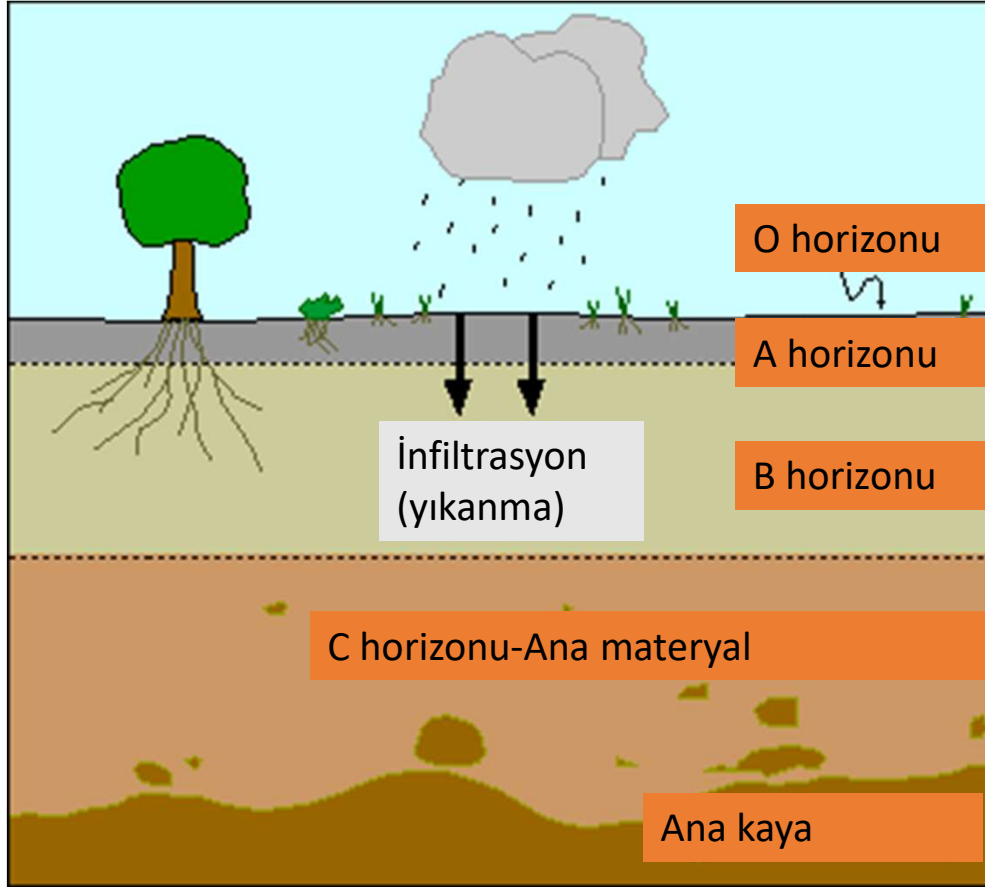
- Topraklar aşağıda belirtilen 5 etmenin etkisi ve değişimleri sonucunda birbirlerinden farklı yapıya/karaktere sahip olmaktadır.







# Ana materyal



O horizonu

A horizonu

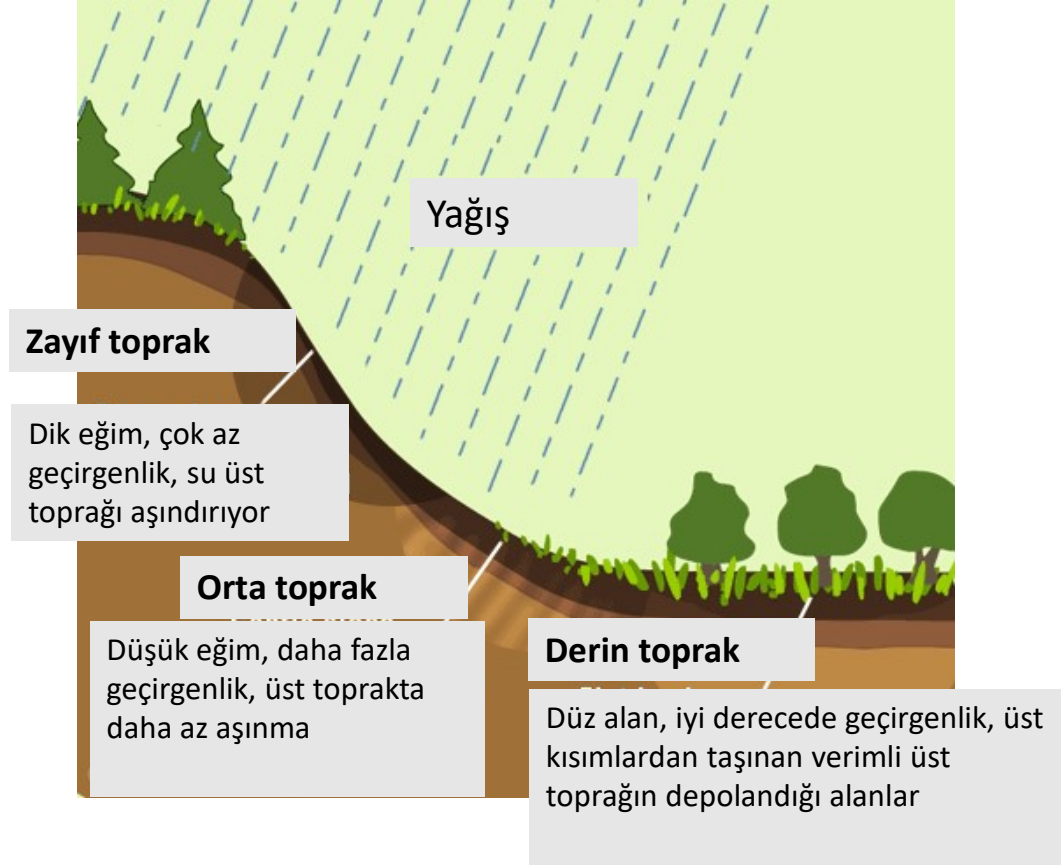
E horizonu

B horizonu

C horizonu

**Ana materyal özellikle oluşumun ilk devrelerinde etkili olmaktadır.**

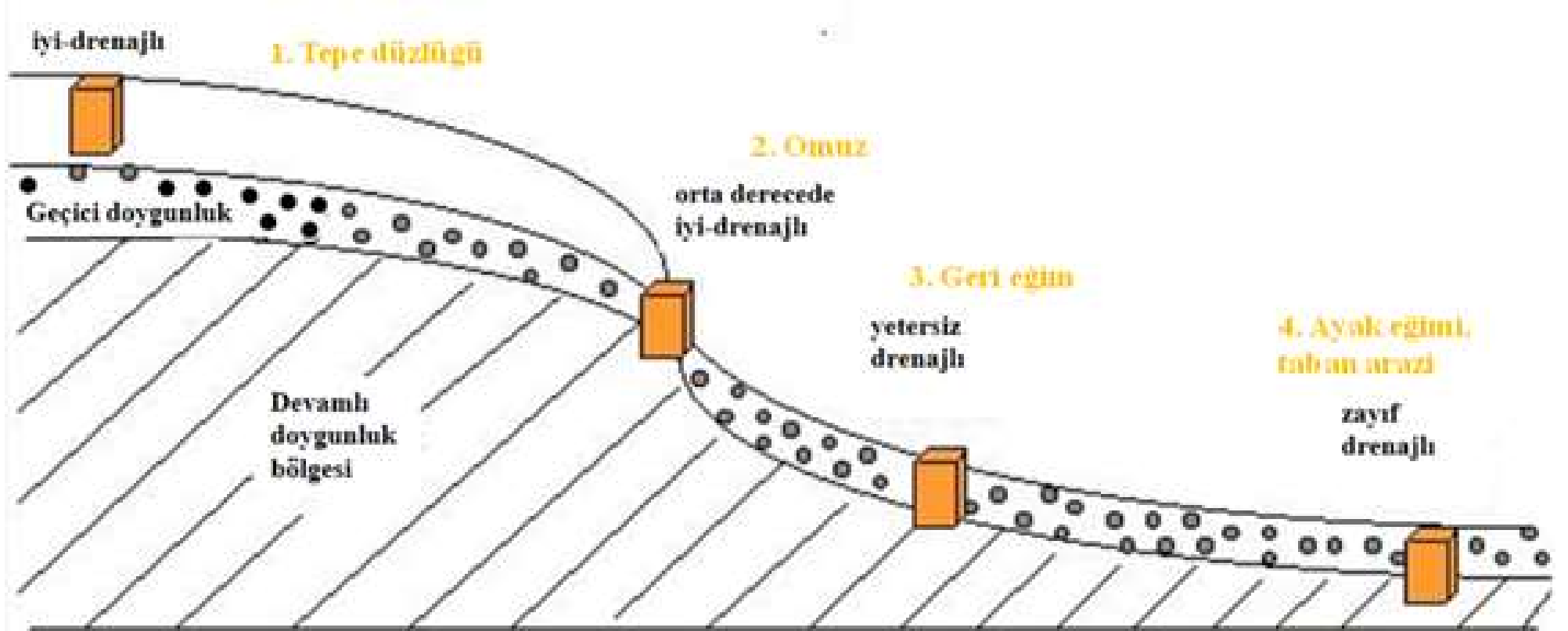
# Topografya



Topografya, iklimin ve özellikle suyun etkilerini hızlandıran veya yavaşlatan arazi şekilleri olarak toprak oluşumunda rol oynar.

Kaynak: <https://www.eschooltoday.com/soils/factors-that-affect-soil-formation.html>

# Topografya

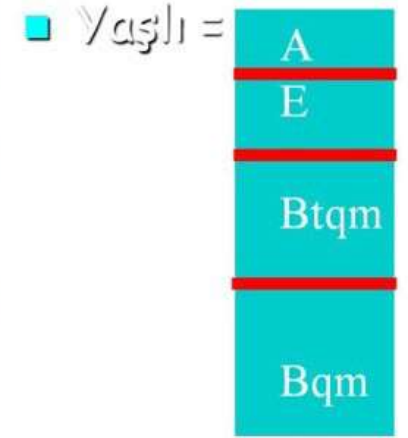
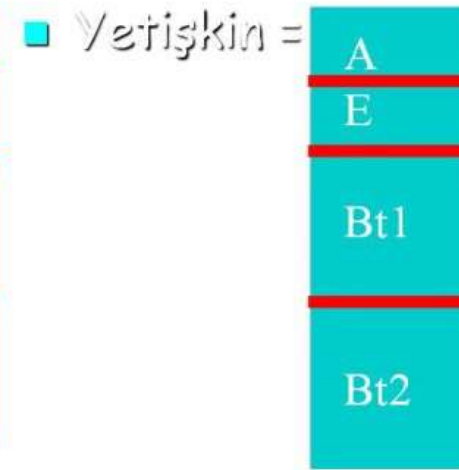
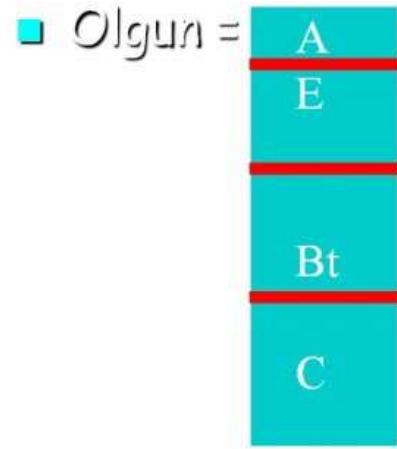
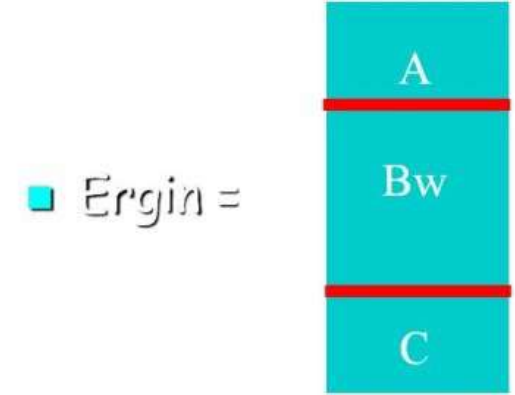
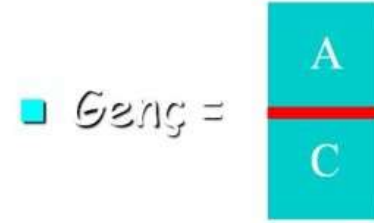


# Zaman

✓ Bitki örtüsü ve iklim (etkin toprak oluşum etmenleri), ana materyal ve topografya üzerinde zaman'a bağlı olarak etkili olmaktadır.

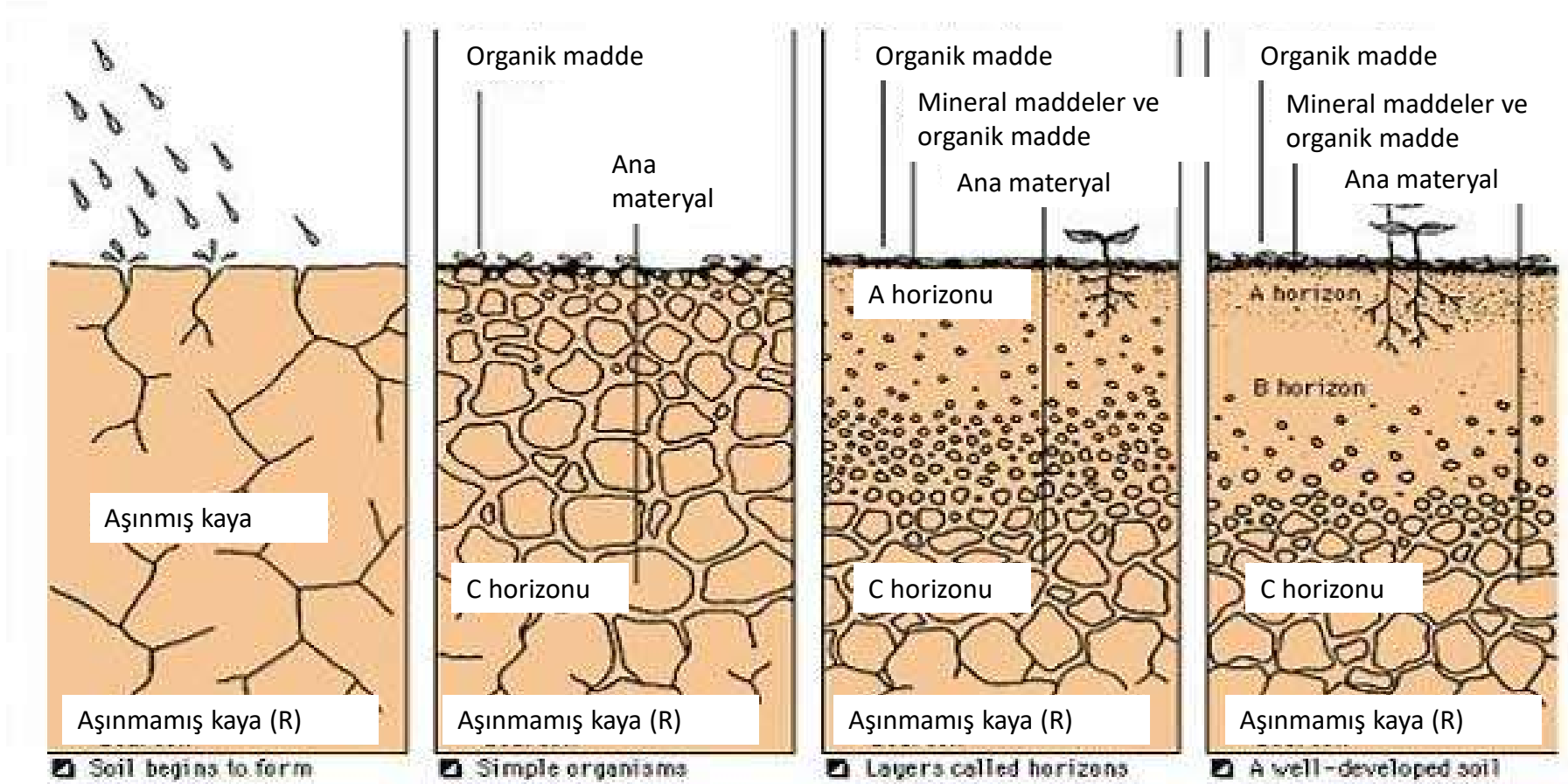
✓ Bir toprağın yaşı, gelişim göstermekte olduğu gerçek yıl sayısından daha çok, toprak gelişimi ile belirlenir.

✓ Bir toprağın yaşlı olması için ne kadar zaman geçtiği, diğer 4 toprak oluşturan sürecin şiddetine bağlıdır.





# Zaman



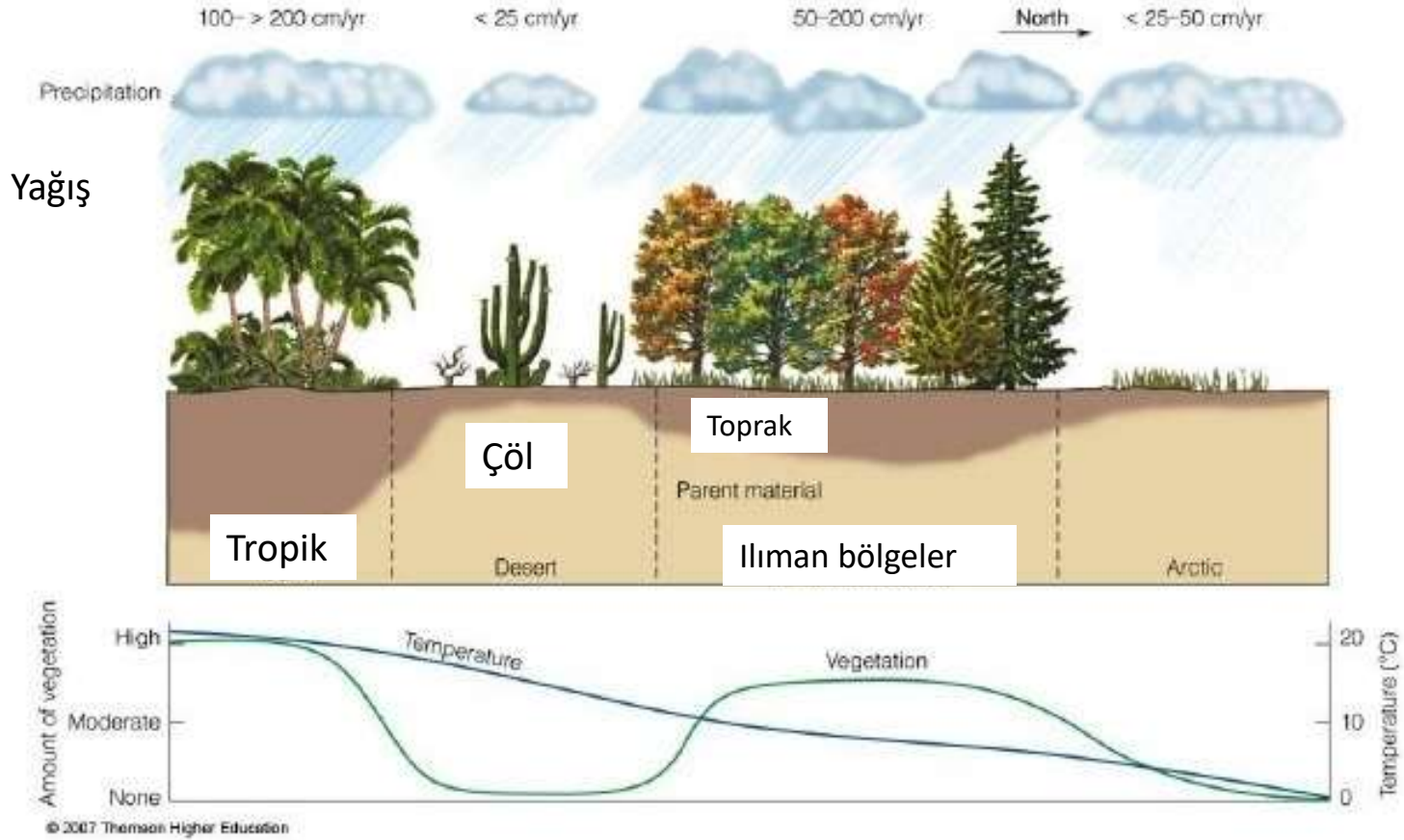
Kaynak: <https://www.civilax.com/formation-of-soil/>

## Zaman

“Zaman” ile toprakta ne tür değişimler oluşur

- ❑ Bitki besin maddelerinin (toprak alkali katyonlarının [ $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ] kayıp olması) = daha düşük pH veya toprak daha asidik olur
- ❑ Demir ( $\text{Fe}^{+3}$ ) konsantrasyonu (derişimi veya içeriği) yükselir veya toprak daha kırmızı olur
- ❑ Kil içeriği yükselir veya yaşlı topraklarda daha fazla kil vardır.
- ❑ Ana materyale ulaşabilen daha derin aşınma ve ayrışma vardır.

# İklim



Kaynak: <https://www.quora.com/How-will-climatic-condition-affect-the-soil-of-a-place>

# İklim

Sıcaklık: Daha sıcak (ılıman) = daha hızlı toprak gelişimi  
Daha soğuk = daha yavaş toprak gelişimi

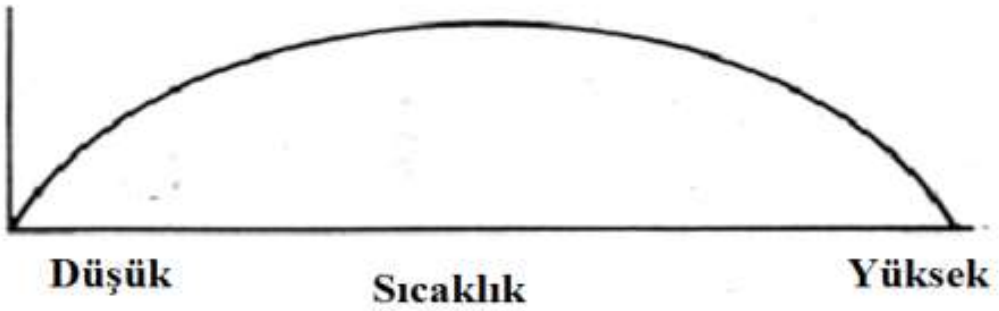
**Kil  
Oluşum  
Oranı**



**Karbonat  
Derinliği**



**Organik  
Madde**



# Biyosfer

Toprak canlılarının kendi aralarında ve toprak kütlesinin cansız kısmı (inorganik) ile kurdukları etkileşimler sonucu, topraklar özellik kazanmakta ve gelişmektedirler.

