

Single-celled Protozoa (*Euglena*) with a whip-like flagellum that it uses for locomotion  
Copyright Lizzie Harper

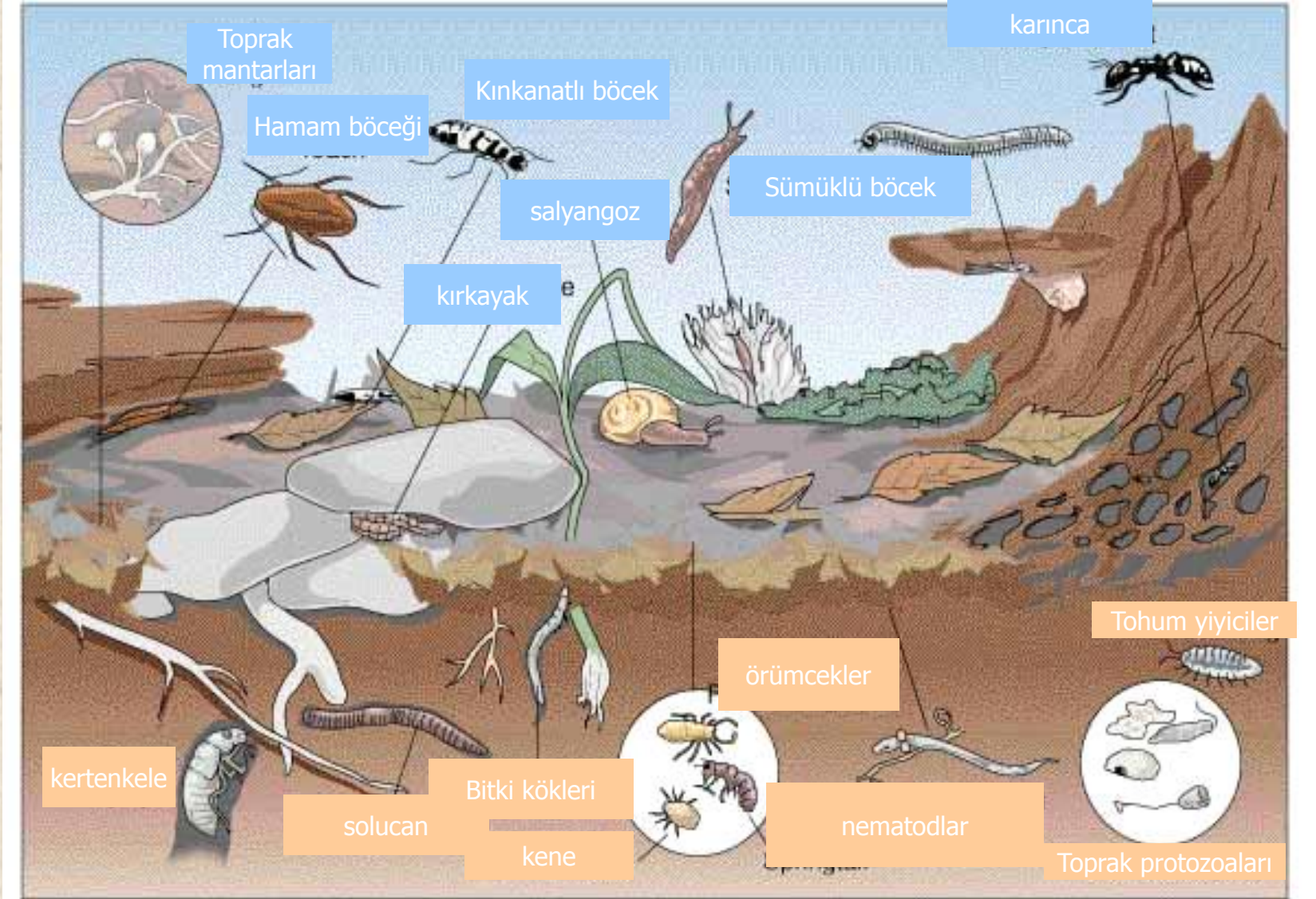
lichens

# TOPRAK CANLILARI

Prof. Dr. Ayten NAMLI



# Küçük ama karmaşık dünya



# Besin Döngüsü



Toprak organizmaları arasında birkaç üretici olmasına karşın, diğer ana bileşenler ; tüketiciler, ayrıştırıcılar ve cansız maddelerdir.

# TOPRAK CANLILARININ TOPRAKTAKİ YERİ VE ÖNEMİ

- Toprağın canlı ve dinamik bir yapı kazanmasını sağlayan toprak canlıları (organizmalar), sayıları 1 gram toprakta birkaç yüzden milyarlara kadar değişebilen ve toprak oluşumu ve verimliliği açısından son derece önemli katkılar yapan canlılardır.
- **Toprak canlılarının en önemli işlevi; bitkisel ve hayvansal artıkları ayrıştırarak bitki besin maddelerinin bitkilere yararlı geçmelerini sağlamaktır.**
- Ancak toprak canlılarının sayı ve aktivite düzeyi yaşamını sürdürdüğü toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin uygunluğu ölçüsünde yüksek olmaktadır.

# TOPRAK CANLILARI

Topraktaki organizmaları ve bunların her türlü aktivitelerini **Toprak Biyolojisi** bilim dalı inceler.

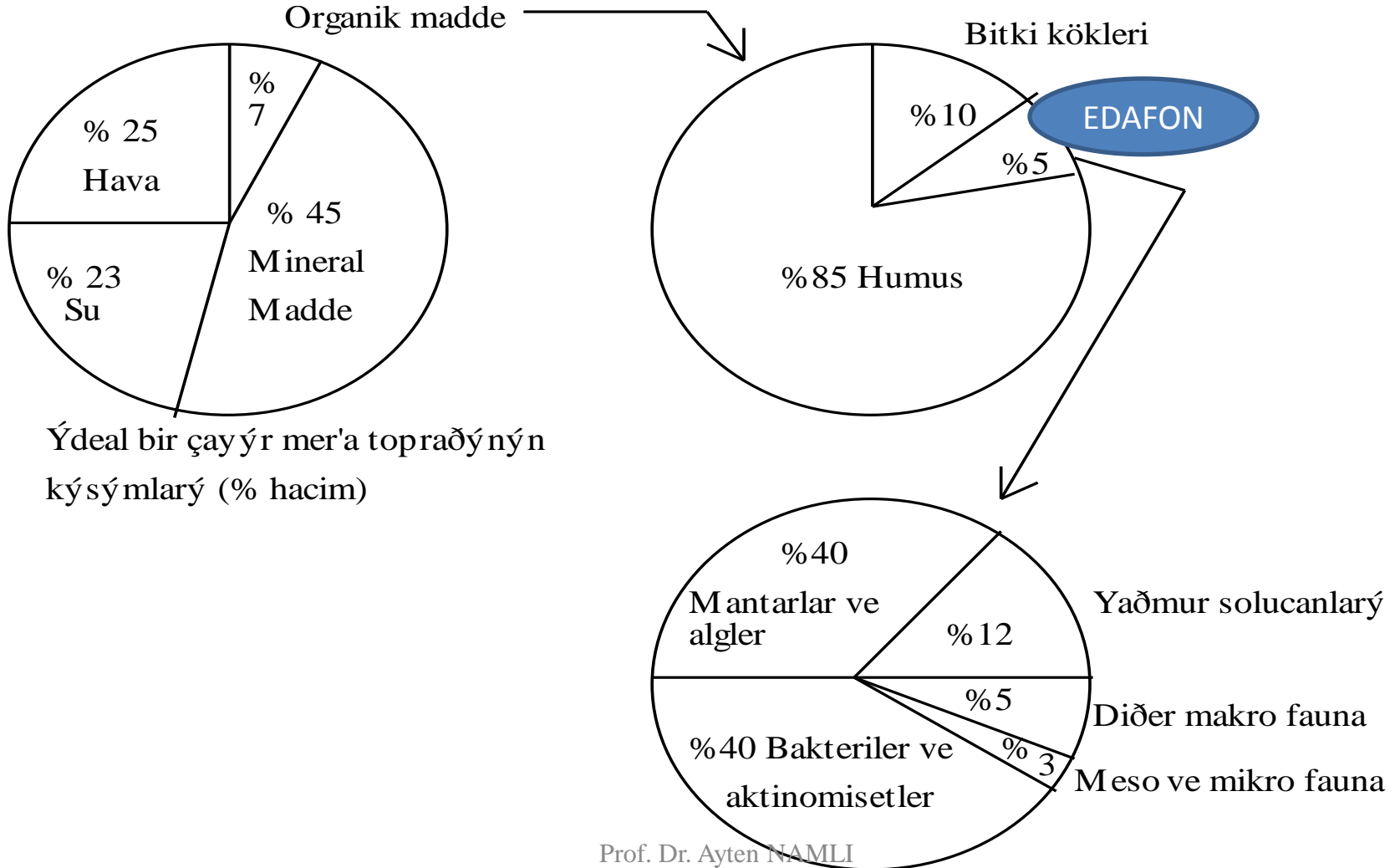
Toprak mikroorganizmalarının tümü **EDAFON** olarak tanımlanmaktadır.



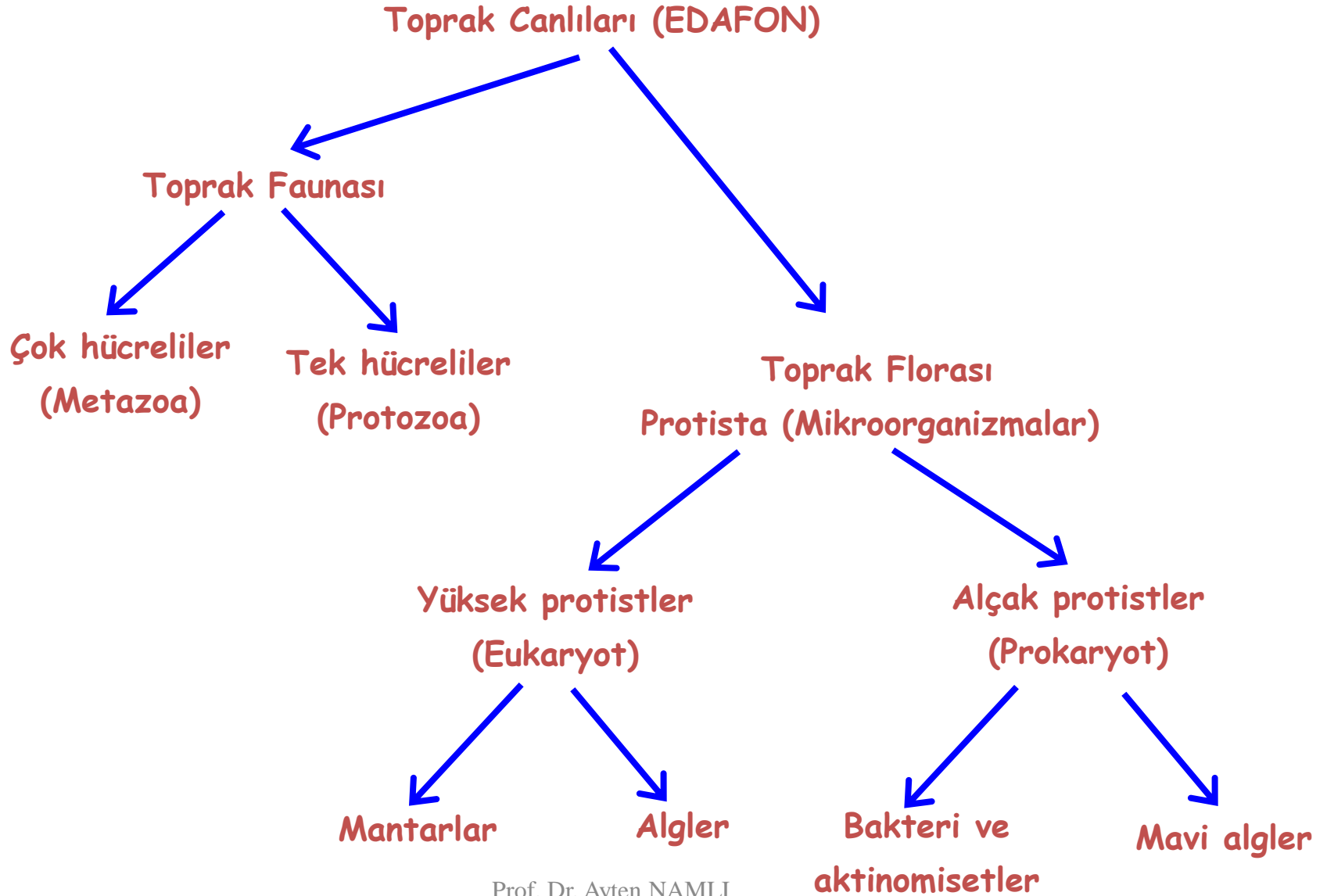
## TOPRAK CANLILARININ SINIFLANDIRILMASI

- Toprakta, farklı morfolojik özelliklerinin yanısıra enerji elde etme, solunum, üreme, hava azotunu fikse etme vb pek çok açıdan birbirinden farklı fizyolojik özelliklere sahip canlılar bulunmaktadır.
- Toprak canlılarının sistematğinde de bu farklı özellikler önemli yer tutmaktadırlar.

Genel olarak toprak hacminin %5'ini kapsayan organik kısmın %85'ini humus, %10'unu bitki kökleri ve %5'ini de Edafon olarak tanımlanan toprak canlıları kapsamaktadır.



# Toprak Canlıları





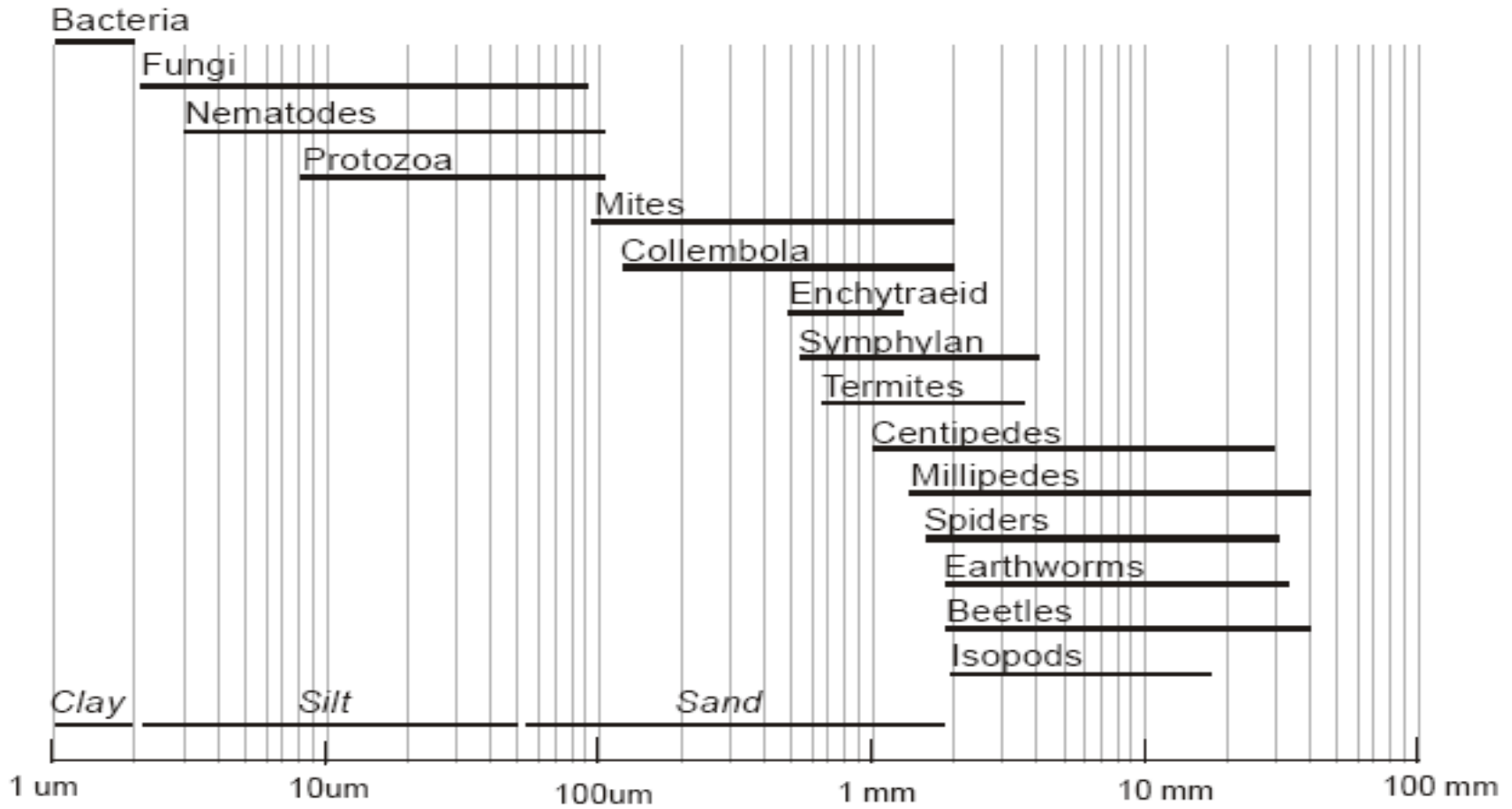
# TOPRAK CANLILARININ GENEL SINIFLANDIRILMASI

## A. TOPRAK FAUNASI:

1. Makro fauna (kırkayaklar, karınca, solucanlar)
2. Mezofauna (nematodlar, collemboller, rotatorlar)
3. Mikrofauna (Amipler, kamçılılar)

## B. TOPRAK MİKROFLORASI (Biota):

- 1. Bakteriler
- 2. Mantarlar
- 3. Algler



## BOYUTLARINA GÖRE TOPRAK CANLILARI

# Toprak Bakterileri

- Bu organizmalar topraklarda sayı, aktivite ve ekolojik etkileri bakımından en önemli grubu oluştururlar.
- **1 gram toprakta bakteri sayısı 1milyon ila 4 milyar arasında değişir.**
- Bakteriler "Bergey'in tanımlayıcı bakteriyolojik klavuzun" da belirtildiği gibi **sistemik veya taksonomik** esaslara göre gruplanabilir.
- Bunun dışında fizyolojik farklılıklarına göre gruplar oluşması mümkündür.
- Örneğin **beslenme ve metabolik karakteristiklerine göre, enerji kaynakları, karbonhidratların gelişme için kullanımı, elementel azotu azot kaynağı olarak kullanabilme yeteneği, oksijen istekleri** gibi .
- Hücre yapısı da bakteri tanımlanmasında kullanılmaktadır;
- Ana morfolojik tipler arasında **çubuk (bacilli)** şeklinde olanlar en yaygınlarıdır. Bunun dışında **yuvarlak şekilli (cocci)** ve **spiral şekilli (spirilla)** bakteriler mevcuttur.

## Sıcaklık gereksinimlerine bakılarak üç gruba ayrılmaktadırlar:

- **Psikrofil organizmalar:** 5 °C'nin altındaki düşük sıcaklıklarda gelişebilen fakat mezofillere benzer şekilde daha yüksek sıcaklıkta optimum gelişme gösteren
- **Mezofil organizmalar:** Düşük sıcaklıkta veya kırk derecenin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda gelişemeyen organizmalar. Gelişme optimumları genellikle 25 ile 37°C'dir.
- **Termofil organizmalar:** 45 ve 75 °C gibi yüksek sıcaklıklarda gelişebilen ve optimumları 55-65 °C olan organizmalar olup, kırk derecenin altında çok zayıf gelişme gösteren

# Enerji ve karbon kaynakları kullanımlarına göre sınıflanması

**1. Ototrofik bakteriler:**

**2.. Heterotrofik bakteriler:**

# 1. OTOTROF BAKTERİLER:

- Gerekli olan karbonu havanın karbondioksiti veya metan gibi inorganik bileşiklerden, enerjiyi de **inorganik maddelerin yükseltgenmesinden** sağlarlar.

## 1.1 Nitrifikasyon bakterileri:

- Bunlar organik maddenin mineralizasyonu sonucunda ortaya çıkan amonyumun önce nitrite sonra da nitrata yükseltgenmesini sağlarlar

**1.2 Kükürt bakterileri:** S bileşiklerinin yükseltgenmesinden sorumludurlar.

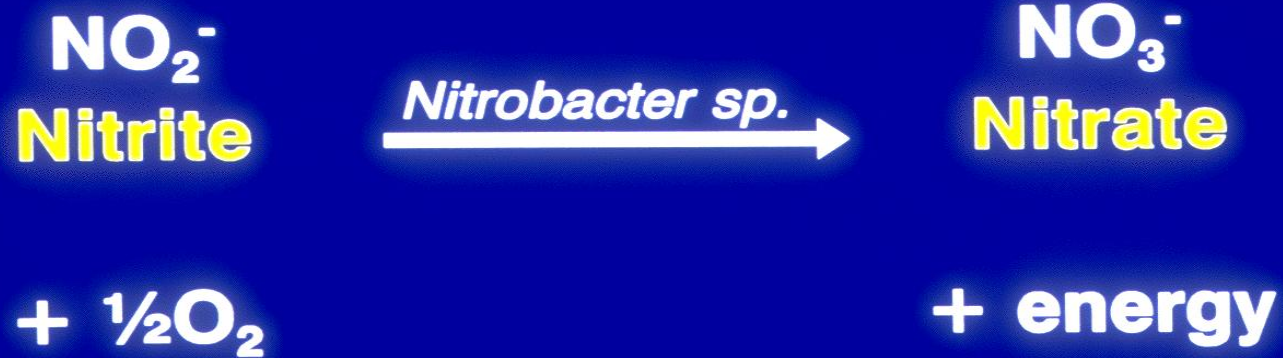
**1.3 Demir bakterileri:** Demirin yükseltgenmesinden sorumludurlar.

**1.4 Hidrojen bakterileri:** patlayıcı gaz bakterileri olarak da bilinirler. Moleküler hidrojeni yükseltgerler. Sonuçta su ve enerji oluşur.

# Toprak Bakterilerinin enerji kazanım mekanizmaları, Nitrifikasyon I



# Nitrifikasyon II





# HETEROTROF BAKTERİLER

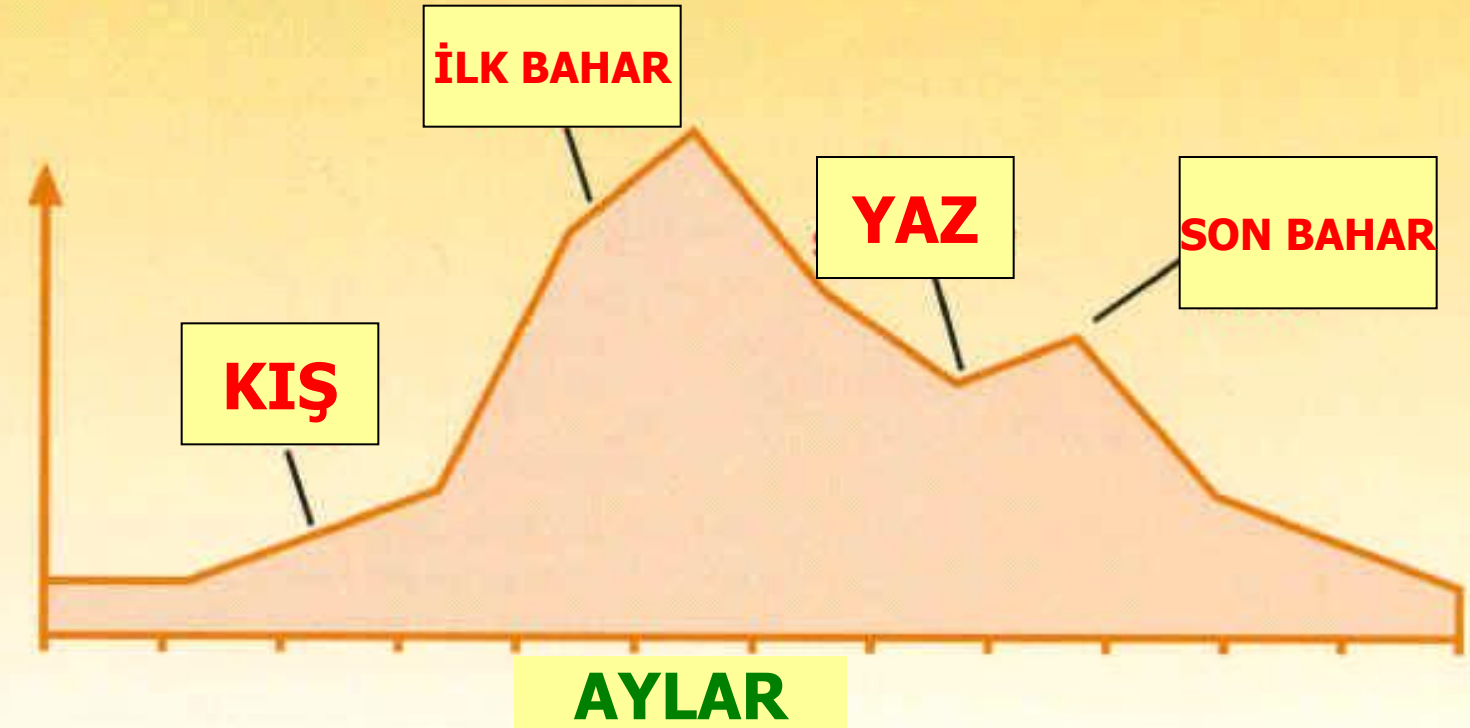
- Toprak mikroorganizmalarının %80-90'lık kısmı heterotrof yaşamlıdırlar.
- Enerji ve karbon kaynağı olarak toprak organik maddesini kullanırlar.
- Toprak organik maddesinin mineralizasyonu, toprak verimliliği ve bitkisel üretim açısından bu grubun ayrı önemi vardır.

# Toprak Bakterilerini Etkileyen Faktörler

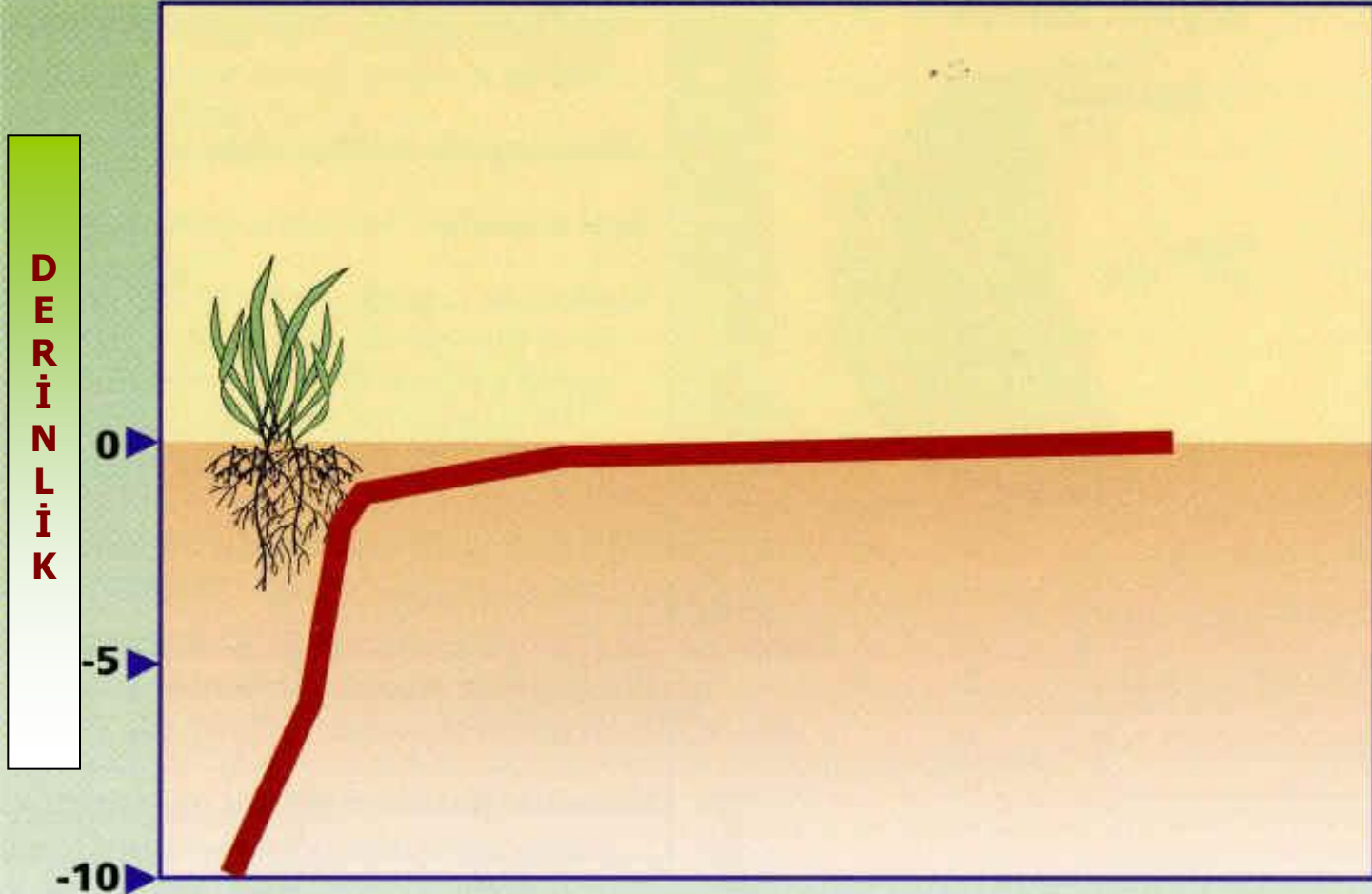
- a. Çevre ve toprak sıcaklığı
- b. Organik madde
- c. İnorganik besin elementleri
- d. pH
- e. Derinlik
- f. Mevsimler
- g. Toprak işleme ve kültürel işlemler

# Mevsimlere bağlı mikrobiyal aktivite durumları

S  
I  
C  
A  
K  
L  
I  
K  
  
D  
E  
Ğ  
İ  
Ş  
İ  
M  
L  
E  
R  
İ



## Derinlik ile Biyokütle Arasındaki İlişki



**Toplam biyokütledeki artış**

# KİL MİNERALLERİ VE BAKTERİLER



Relative size of a bacterium, clay particle, virus, and fungus.



Bacterium  
*Bacillus* sp.



Clay Mineral  
Kaolinite



Virus  
(Bacteriophage)

Scale  
1 μm

Cross-section of  
Fungal Mycellum

# Aktinomisetler,

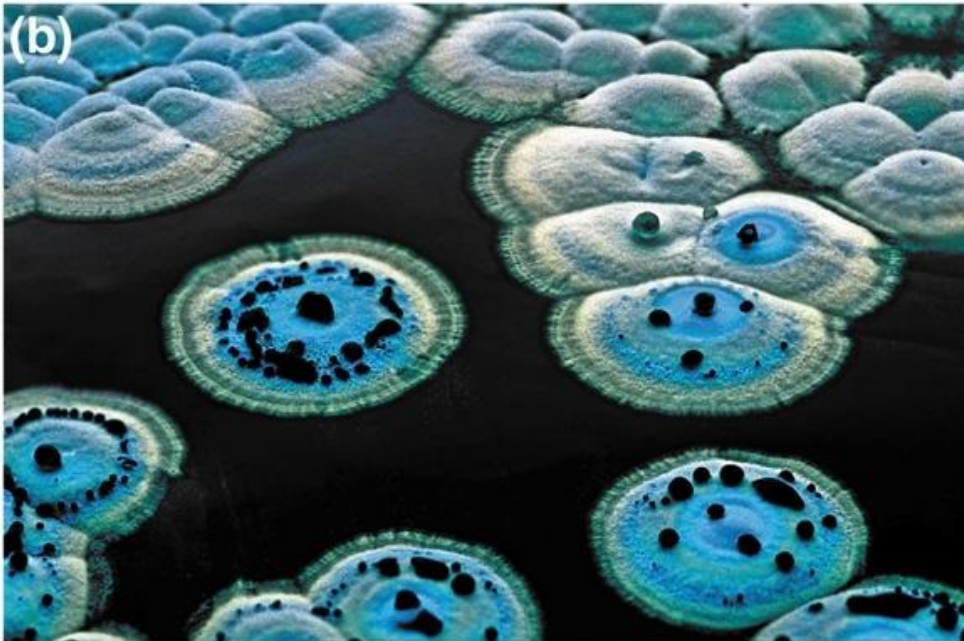
- Aktinomisetler, prokaryotik bakteriler olup, bakteriler ile mantarlar arasında bir geçit formudur.
- Hücre yapıları bakımından bakteri özelliği göstermekle birlikte mantarlar gibi dallanmış, miselli bir yapı oluştururlar.
- Aktinomiset adının taksonomik bir değeri bulunmamaktadır.
- Aktinomisetler, toprak toplam mikroorganizma sayısının % 10 ile 50'sini oluştururlar.

**Aktinomisetler toprakta bakteri ve mantarlardan daha az biyokimyasal öneme sahip olmakla birlikte toprak ekosisteminde şu işlevlere sahiptirler:**

- a. Topraktaki bazı dirençli **bitki ve hayvan dokularının ayrışması**
- b. Bitki dokuları ve yaprak döküntülerinin çeşitli formlara dönüştürülmesi ile **humus oluşumu**
- c. Yeşil gübrelerin, **kompost** ve hayvan gübresi yığınlarının olgunlaşması
- d. **Toprak kökenli bitki hastalıklarının oluşturulması**  
Örneğin patates uyuzu ve leke hastalığı
- e. Bazı insan ve hayvan **enfeksiyonları.**

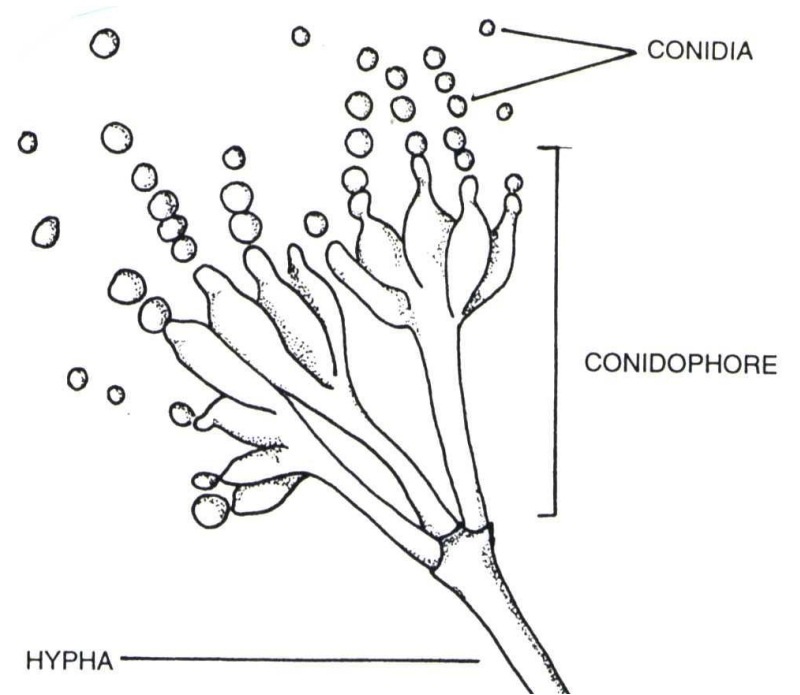
Aktinomisetler  
mikroskopik  
görünümde toz,  
pudramsı yapıları ile  
diğer  
mikroorganizmalardan  
kolaylıkla ayırt  
edilebilirler.





- AKTİNOMİSETLERİN
- EN ÖNEMLİSİ OLAN
  - Streptomyces cinsine ait türlerin en önemli dikkat çekici özelliği
  - antibiyotik üretmesidir

# TOPRAK MANTARLARI

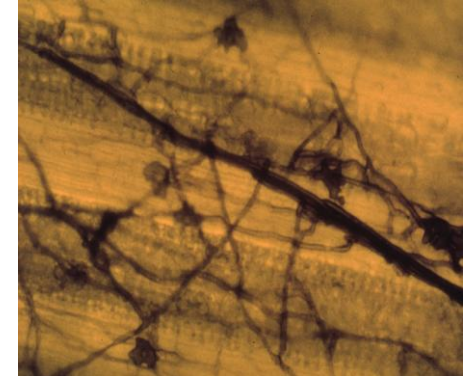
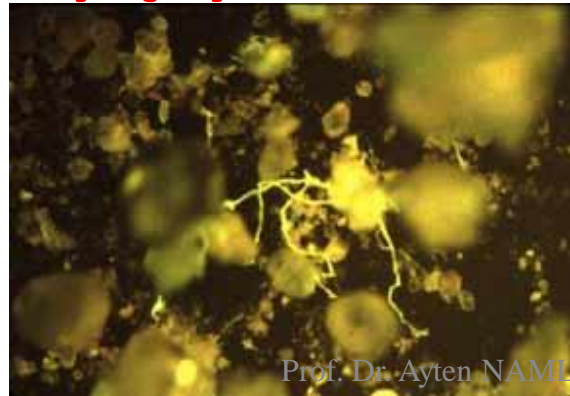


# Mantarlar latince Fungi denen büyük bir alemdir.

- 100 binden fazla mantar türü mevcuttur.
- Hemen bütün ekolojik ortamlarda (havada, suda, toprakta, insan, hayvan ve bitki organizmalarında) mantarlara rastlanır.
- **Mantarlar heterotrofik organizmalardır.**
- **Mantarların en fazla yayılım gösterdiği ortam topraktır.**
- **1 gram toprakta 100 binden 1 milyon adede kadar mantara rastlanabilir.**
- Toprağın üst katmanlarındaki toplam mantar kütlesi hektar başına 1-2 ton kadardır.

# MANTARLAR

- Özellikle **çalılık ve orman alan topraklarının** organik katmanında aktif olup, dominant mikroorganizma durumundadırlar.
- Özellikle **asit koşullu topraklarda mantarlar organik madde ayrışmasının ana unsurlarıdır.**
- **Asit topraklarda mantar sayısının fazla olmasının temeldeki nedeni; mantarlar pH 3-9 gibi geniş pH aralığında yaşayabilirken; bakteri ve aktinomistlerin asit koşullarda yaşayamamasıdır.**

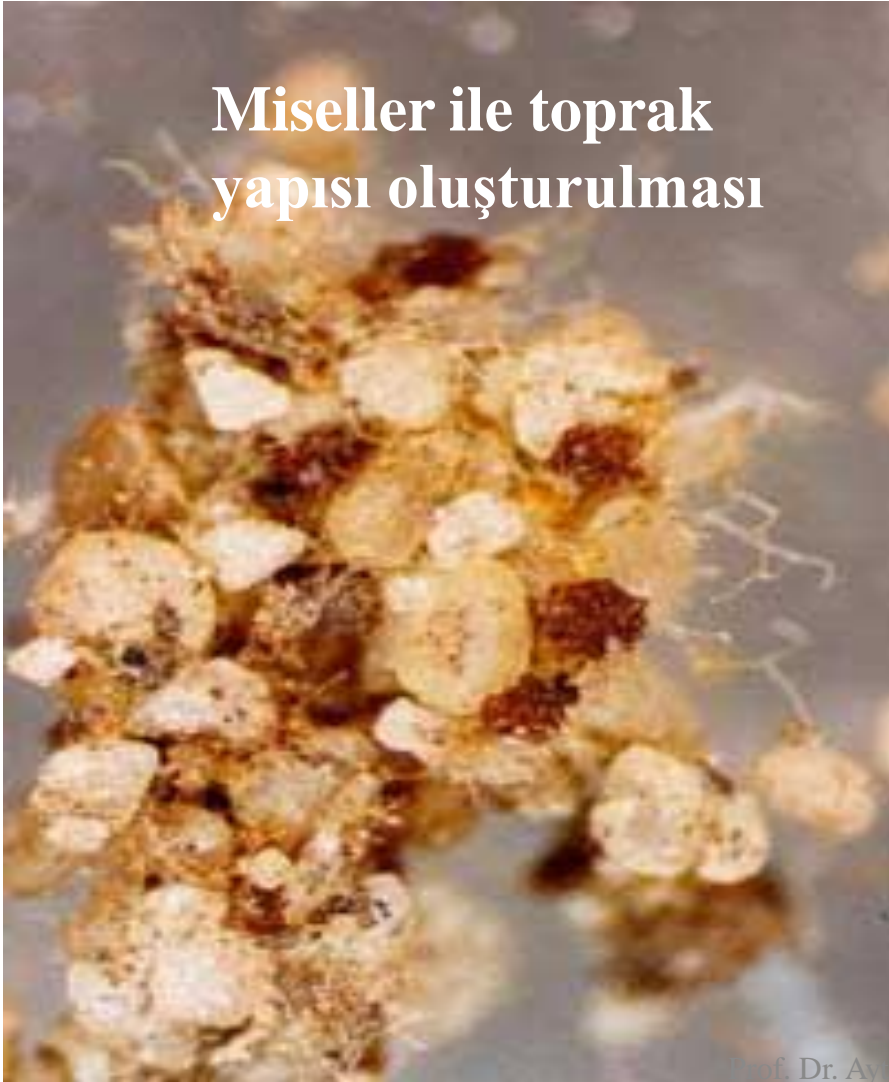


# Mantar Gelişimini Etkileyen Ekolojik Faktörler

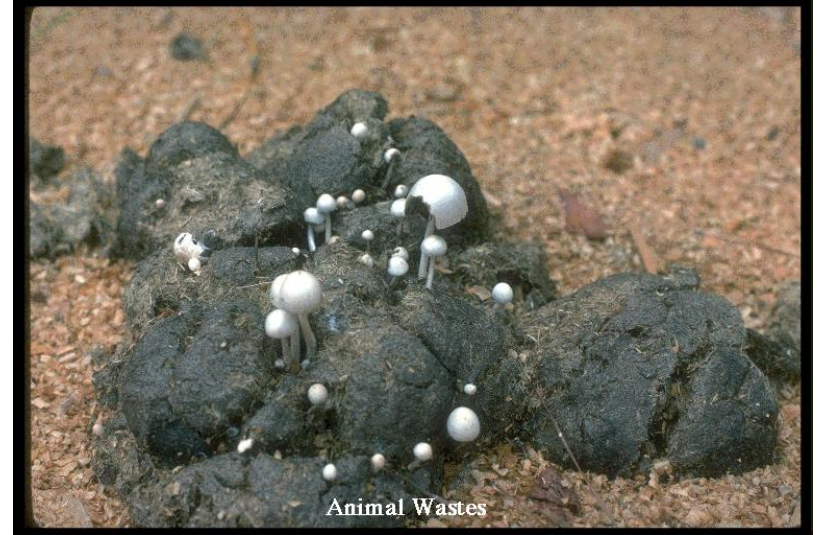
1. Organik madde statüsü,
2. Organik ve inorganik gübreler,
3. Su rejimi,
4. Havalanma,
5. Sıcaklık,
6. Profil durumu,
7. Mevsimler,
8. Vejetasyon

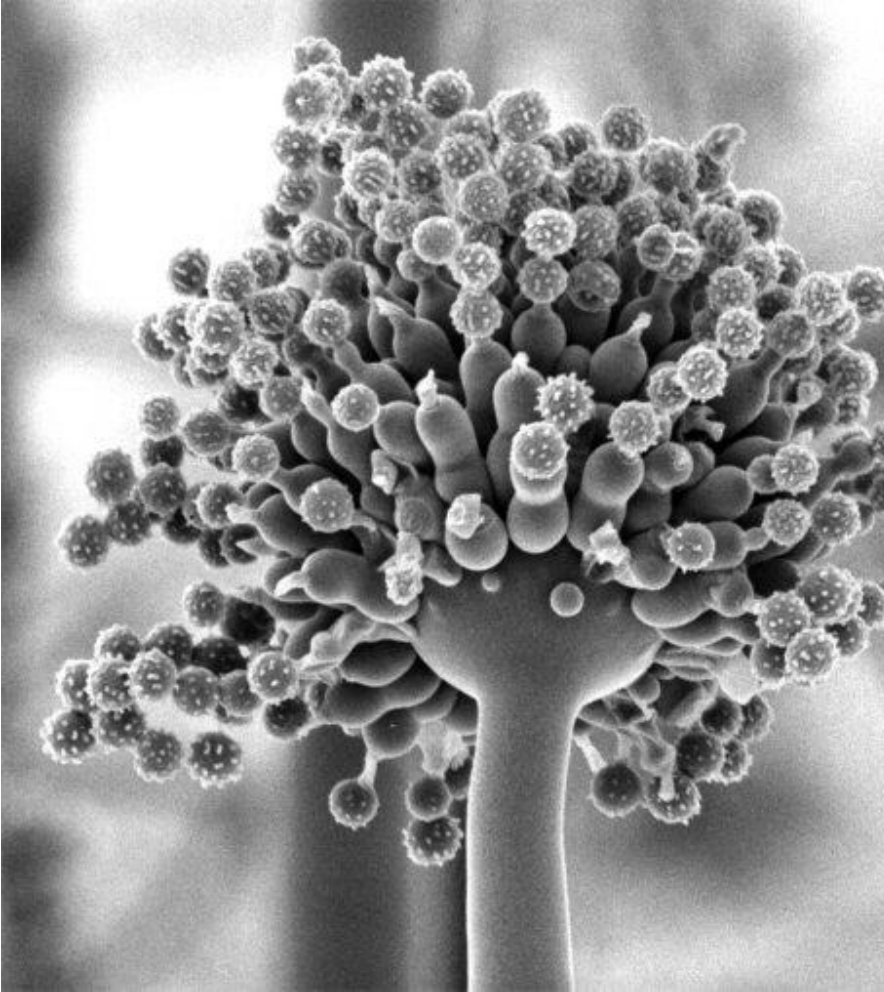
# Mantar Aktiviteleri

Miseller ile toprak yapısı oluşturulması



Hayvan Dışkılarının Mineralizasyonu





ASPERGILLUS FUMIGATUS

ASPERGILLUS NIGER- Sitrik asit üretimi



ASPERGILLUS FLAVUS



*Aspergillus niger*  
Siyah Çürüklük (Küf Hastalığı)  
soğan, sarımsak, incir ve turunçgil meyvelerinde





Prof. Dr. Ayten NAMLI

PENICILLIUM DIGITATUM



*Penicillium roquefortii.*

Prof. Dr. Ayten NAMLI



***Çilek üzerinde gelişmiş Rhizopus sp.***

Prof. Dr. Aytel NAMLI

# MİKORİZALAR

- Yüksek bitki kökleri ile birlik oluşturan mantarlara mikorriza adı verilmektedir.
- ***Mycorrhiza*** terimi yunancadan türemiş olup "kök mantarı" anlamındadır
- Yeryüzündeki bitkilerin %90'ından fazlası mantarlarla böyle bir ilişki içindedir.





Mikorizaya sahip bitkiler ve mikorizadan yoksun bitkilerde gelişim

# MİKORİZA ETKİSİ



Toyota trial





# LİKENLER: Mantar- Alg ortak yaşam

KAYA YÜZEYİNDE LİKEN GELİŞMESİ



# Likenler

- Bu organizmalar **mantar ve alglerin oluşturduğu ileri düzeyde bir simbiyoz** şeklidir.
- Likenler toprak oluşumunda önemli işleve sahiptirler.
- Tutundukları **kayaları salgıladıkları maddelerle yavaş yavaş parçalayarak kaya üzerinde ince bir toprak tabakası oluştururlar.**
- Daha sonra liken parçaları ve orada gelişen kara yosunlarının da katılmasıyla organik maddenin sürekli artması sonucu daha yüksek bitkilerin gelişmesine olanak sağlarlar.
- Çıplak kaya yüzeylerinde bu organizmalar tarafından ilk kolonizasyon oluşturulduktan sonra, protozoalar, nematodlar, rotatorlar için yeterli bir habitat ortaya çıkar.
- Bunları takiben kara yosunlarının bir örtü şeklinde gelişmesi ile ham toprağın oluşması, sürece hız kazanır.



## *Likenlerin Ekolojik Değeri*

- **Toprak oluşumunu sağlama** (taş ve kayaları salgıladıkları asitler ile parçalayarak ufalanmasını sağlarlar)
- **Erozyonu önleme** (toprak likenleri toprağı hifleri ile tutarak dağılmasını önler)
- Toprakta yüksek bitkiler için gerekli olan **organik maddelerin artmasını** sağlarlar.
- Bazı **fauna üyeleri için yuva görevi** yaparlar.
- Likenlerle beslenen **hayvanlar için besin görevi** yaparlar.
- Dekoratif açıdan zengin görünüm sağlarlar (örn. Japon bahçe süsleme sanatında kullanılırlar)
- **Biyolojik indikatördürler.**



## Likenler biyolojik indikatördürler

- Likenler hava kirliliğine olan duyarlılıkları nedeniyle **yaşadıkları bölgenin kirlilik derecesini gösteren indikatör görevi** görürler.
- Likenler yüksek bitkiler gibi kök, gövde, yaprak gibi organlara sahip olmadıkları için kirleticileri de nem ve yağmur suları ile birlikte tallus yüzeyleriyle emerler.
- Liken türlerinin dağılımıyla bir bölgenin hava kirliliği derecesini ölçmek mümkün olabilmektedir.

# Toprak Faunası

- Büyüklüklerine göre
- Hayvanların habitat tercihi
- Beslenme yöntemleri,
- Hareket özelliklerine,
- Toprakta barınma (bulunma) zamanına göre sınıflandırılırlar.

## Büyüklik kriteri kullanılarak toprak faunası sınıflaması;

- **Mikro fauna:** 200  $\mu\text{m}$ 'den küçük hayvanlar bu grup içinde yer alır.
- **Mesofauna:** 200  $\mu\text{m}$ -10 mm boyutundaki hayvanlar. Nematodların çoğu, rotiferler ve çeşitli gruplara ait üyeler bu grupta bulunur.
- **Makrofauna:** cm ile ölçülebilen hayvanlar olup, yer solucanları, salyangoz ve arthropod grupları ile bazı omurgalılar.
- **Megafauna:** Toprakta barınan bazı memeli hayvanlar.

## Habitat Tercihleri bakımından sınıflandırma:

- Suyla dolu gözenekler ve agregatlar çevresindeki nemli film yüzeyleri olup bu kısım **akvatik bir mikro çevre,**
- Toprak atmosferinin hakim olduğu boşluklar olan **karasal mikro çevre.**

# Beslenme Bakımından Sınıflandırma

- Canlı organizmalar ile beslenenler (*biophagous*)
- Ölü dokularla beslenenler (*saprohagous*)

# Hareket özelliklerine göre sınıflandırma

1. Aktif toprak kazıcı organizmalar"

2. Aktif "kazıcı olmayanlar"

- Aktif kazıcı olmayan organizmalar toprak gözenek sistemi veya mevcut kanallardan yararlanırlar.

# Solucanlar (Oligochaeta)





# Solucanlar (Oligochaeta)

- Yer solucanları ancak nemli koşullarda aktif durumda bulunabilirler.
- Yer solucanları görece büyük canlılar olup aktif toprak işleyici özellikleri nedeniyle toprağın fizik özelliklerine etkileri vardır.
- Her türlü bitkisel artıklar, proteinli dokular ile beslenirlerse de, **ana besin kaynakları bitki artıkları, özellikle yaprak dokusudur.**
- Yutak sistemlerinde özel bir çene ve öğütücü kısım olmadığından besin maddelerini birlikte yutmuş oldukları ince taş parçacıkları yardımı ile öğütürler.
- Yer solucanları hem ayrışmakta olan bitki materyali, hem de mineral maddeleri sindirim sistemlerine alarak öğütür ve yararlanmadıkları kısımları dışkı halinde toprağa bırakırlar.
- Yumurta şeklinde toprağa bırakılan bu dışkılar normal topraktan daha fazla suya dayanıklı agregat özelliği , yarayışlı besin maddesi kapsamı bakımından daha zengindir.
- **Toprak faunasının pek çoğunun aksine, yer solucanları tarım toprakları için büyük öneme sahiptir.**
- Yer solucanlarının toprağı işleyerek açmış oldukları kanalların çeperleri, bu canlıların özel salgıları ile kaplanmış olduğundan oldukça dayanıklı bir boşluk sistemi sağlarlar.

# Solucanların topraktaki dağılımları

- Kuzey yarı-kürede çayır ve orman arazilerin mull katmanlarında m<sup>2</sup> de yüzlerce bulunabilen bu canlılar asit podzol topraklarda yaygın olmayıp, metre karede onlar ile ifade edilebilirler.
- Tropik ve yarı-tropik bölgelerde ılıman iklimde olduğu kadar yaygın değildirler.
- Kuzey yarı-küre türleri nötral ve alkali koşullara adapte durumdayken, pek çok tropik ve güney yarı-küre solucanları asit koşullara daha iyi uyum sağlamıştır.

## RİZOSFER;

- \* Toprak yüzeyi ve özellikle toprağın bir parçası olarak tanımlanan ve bitki köklerinin direk etkisi altında olan RİZOSFER, genellikle mikroorganizma yoğunluğu ve mikrobiyal aktivite bakımından en zengin olan kısımdır.
- \* Özellikle bitki kök bölgesinde yaşayan rizosfer mikroorganizmaları çok stabil bir toprak strüktürü oluşumunda özel bir öneme sahiptir.

## Rizosferin toprakta bakteri populasyonu ve çeşitliliğine etkisi

Kökten uzaklık (mm)	Populasyon ( $\times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ )	Belirlenen çeşit sayısı
0-1	120	11
1-5	96	12
5-10	41	5
10-15	34	2
15-20	13	2

Tablodan da görüleceği üzere, toprak yüzeyinden sadece 20 cm derinliğe inildikçe toprak bakterilerinin hem sayısı hem de çeşitliliğinde önemli şekilde azalma meydana gelmektedir.

**Rizosfer** yüzey toprağına kıyasla daha yüksek mikroorganizma sayısına, metabolik tür çeşitliliğine ve büyüme oranına sahiptir.

**Rizosfer etkisi;** populasyon yoğunluğu, büyüme oranı veya metabolik yeteneklilik gibi mikroorganizmaların aktivite ölçüm değerlerinin rizosfer ve yüzey toprağında kıyaslanmasıdır.

### **Rizosfer Etkisi: R/S**

R: aktivite/birim rizosfer toprak ağırlığı

S:aktivite/birim yüzey toprak ağırlığı

**Rizosfer etkisi** en az 1, en çok 20 veya 100 değerine sahiptir. 1'den az değer rizosferde bazı engelleyici veya toksik etki olduğunun belirtisidir.