

2022-2023 Güz Dönemi

ZT0113 TOPRAK BİLGİSİ

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. Hafta: Giriş (Toprağın Tanımı, Temel Bileşenleri)
2. Hafta: Toprak Ana Materyalleri (İnorganik, Organik ve Taşınmış Ana Materyaller)
3. Hafta: Topraklara Karakter Kazandıran Etmenler (Ana Materyal, Topoğrafya, 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, Özgül Ağırlık, Hacim Ağırlığı, Kıvam, Renk)
8. Hafta: Ara Sınav
9. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (toprak reaksiyonu, tuzluluk, toprak kolloidleri)
10. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (katyon değişimi, bazla doygunluk, besin maddeleri)
11. Hafta: Toprak Havası, Suyu ve Sıcaklığı
12. Hafta: Toprakların Sınıflandırılması
13. Hafta: Toprak Sorunları ve Islahı (Sorunlar ve Sonuçlar, Tuzlu ve Alkali Toprakların Oluşumu ve Islahı)
14. Hafta: Toprak Sorunları ve Islahı (Erozyon, Oluşumu ve Islahı, Toprak Kirliliği ve Islahı)

Toprakların Biyolojik Özellikleri

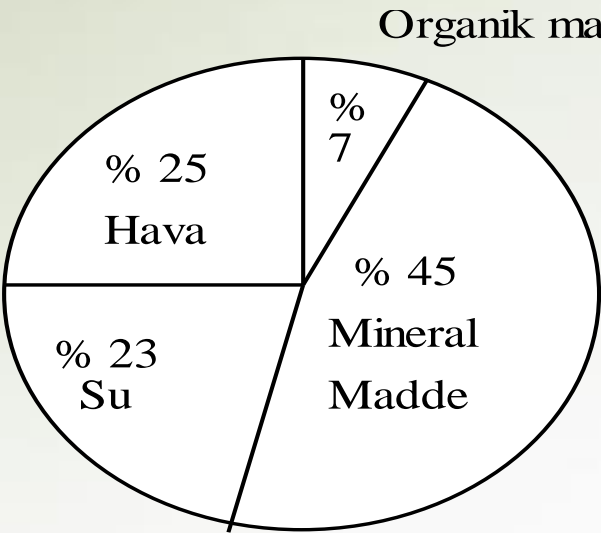
- Toprakların tanımlanmasında kullanılan Ayırt Edici Özellikler:
 - Fiziksel özellikler
 - Kimyasal özellikler
 - Biyolojik özellikler
 - Biyolojik Özellikler
 - İklim
 - Bitki örtüsü
 - **Toprak canlılarının (Edafon) hakimiyetiyle** oluşur.
 - Toprak organik maddesinin (humus) oluşumu ve ayrışması,
 - Besin maddelerinin (BBM) açığa çıkması ve tutulması,
 - Organik madde, organik bileşikler ve BBM'nin toprak içine karışması,
- oluşan Toprakların Biyolojik Özellikleri üzerine etkilidir.

Toprakların Biyolojik Özellikleri

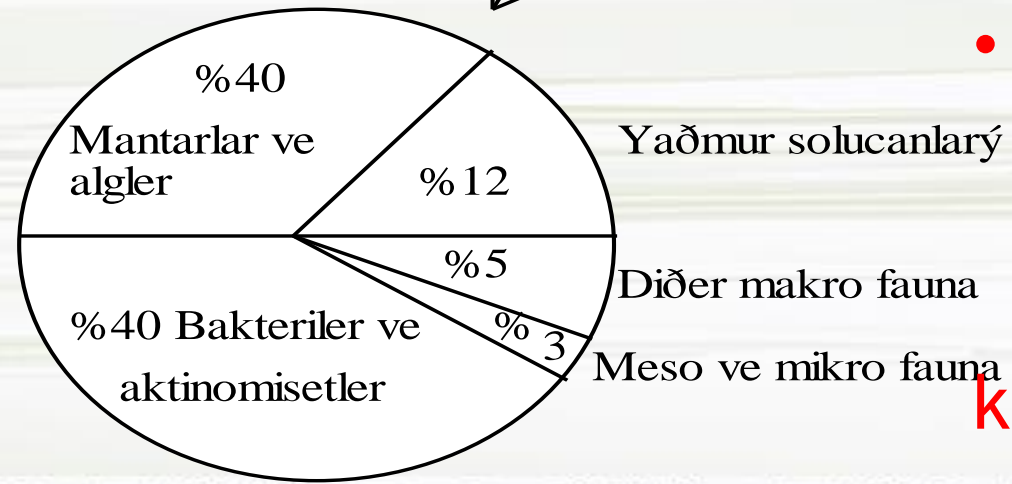
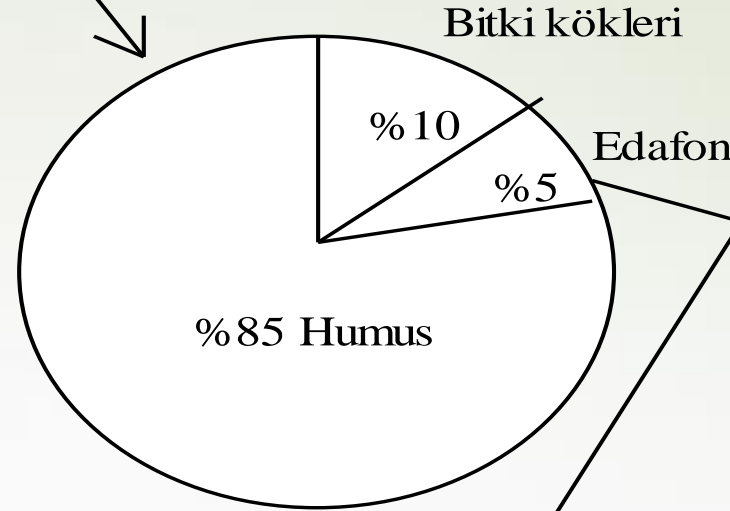
- Diğer taraftan Toprakların Biyolojik özellikleri; Fiziksel ve Kimyasal özelliklerinin oluşumu üzerine etkilidir.
- Döngü sürekli dir. Birinde meydana gelen bir değişim doğrudan diğerlerinin de değişmesine neden olur.
- Dolayısıyla farklı topraklar farklı özelliklere sahip olur.
- Toprağın biyolojik özellikleri TOPRAK VERİMLİLİĞİ ile doğrudan ilişkilidir.



Toprak Organizmaları = EDAFON



Ýdeal bir çayýr mer'a toprađýnýn kýsýmlary (% hacim)



Genel olarak toprak hacminin %5'ini oluşturan organik kısımin

- %85'ini humus,
- %10'unu bitki kökleri
- %5'ini Edafon olarak tanımlanan toprak canlıları kapsamaktadır.

Toprak Organizmalarının Sınıflandırılması

Sınıflandırma	Boyut	Örnek
Mikroflora	< 10 μm	Bakteriler Mantarlar
Mikrofauna	< 200 μm	Protozoalar Nematodlar
Mesofauna	200 μm - 10 mm	Akarlar (maytlar) Kolembola
Makrofauna	20 mm - birkaç cm'ye	Solucanlar Salyangozlar Kırkayaklar...
Megafauna	-	Bazı memeli hayvanlar

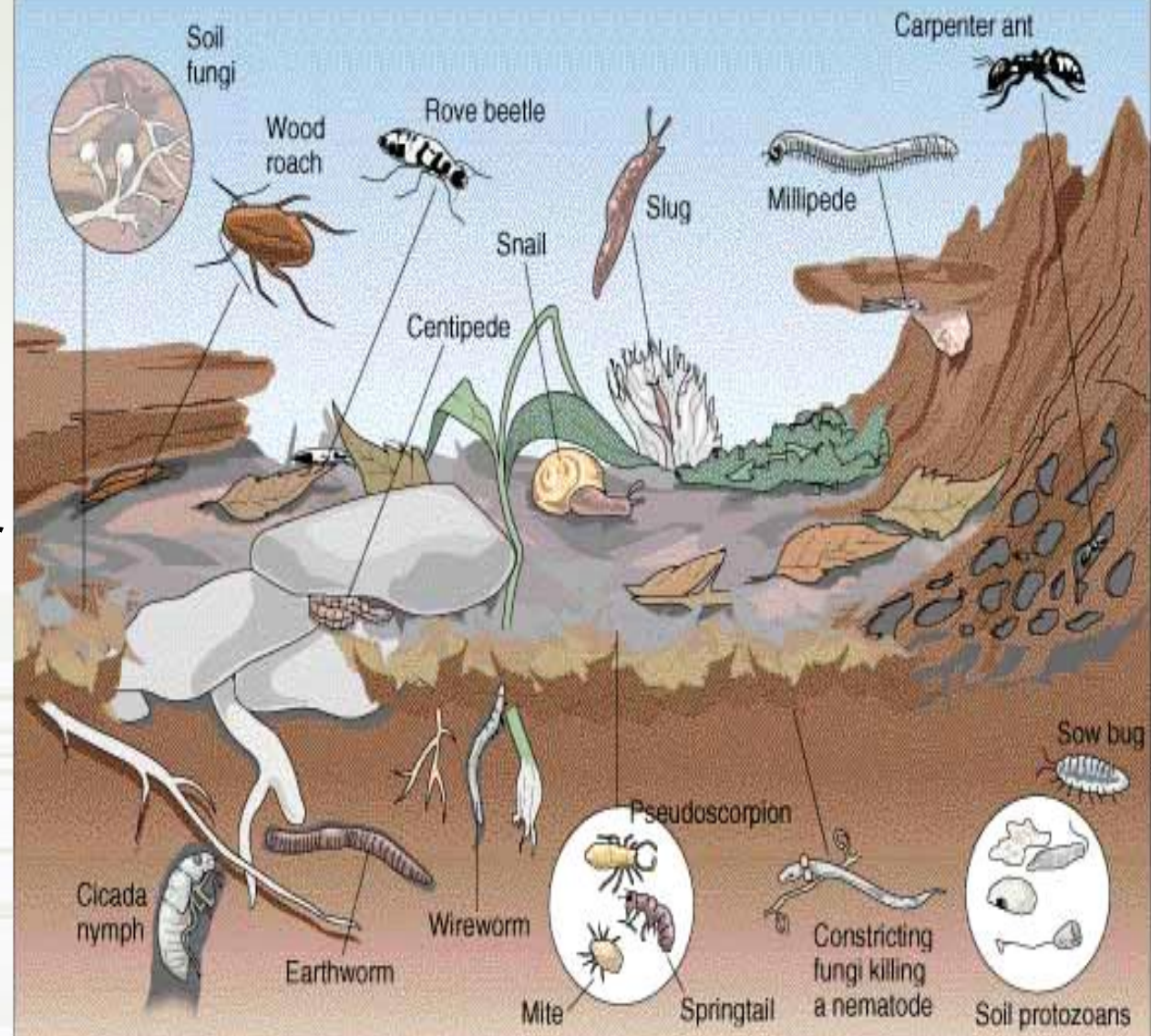
Toprak Organizmaları

Bitkisel Organizmalar

- Bakteriler
- Mantarlar
- Aktinomisetler
- Algler

Hayvansal Organizmalar

- Protozoalar
- Nematodlar
- Rotiferler
- Büyük organizmalar

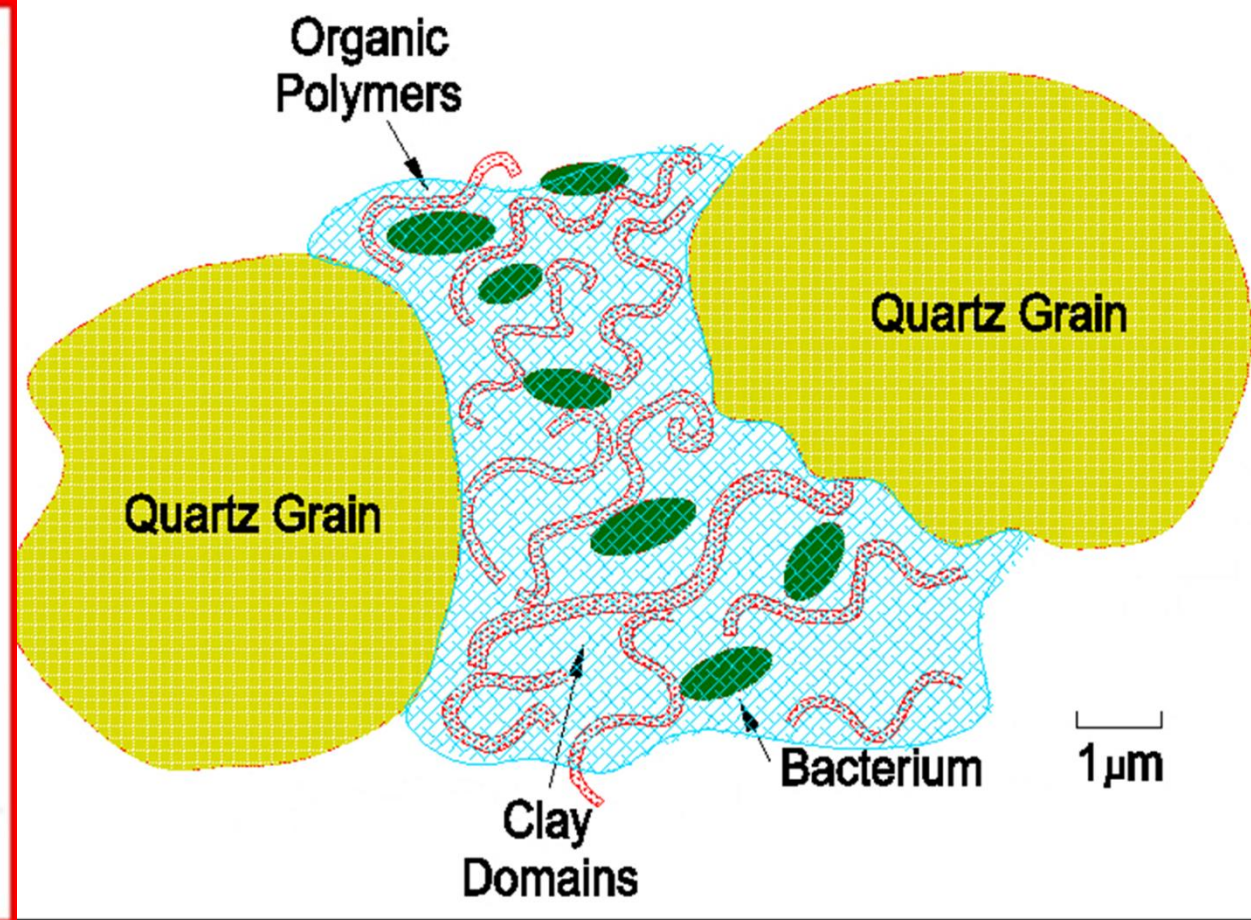
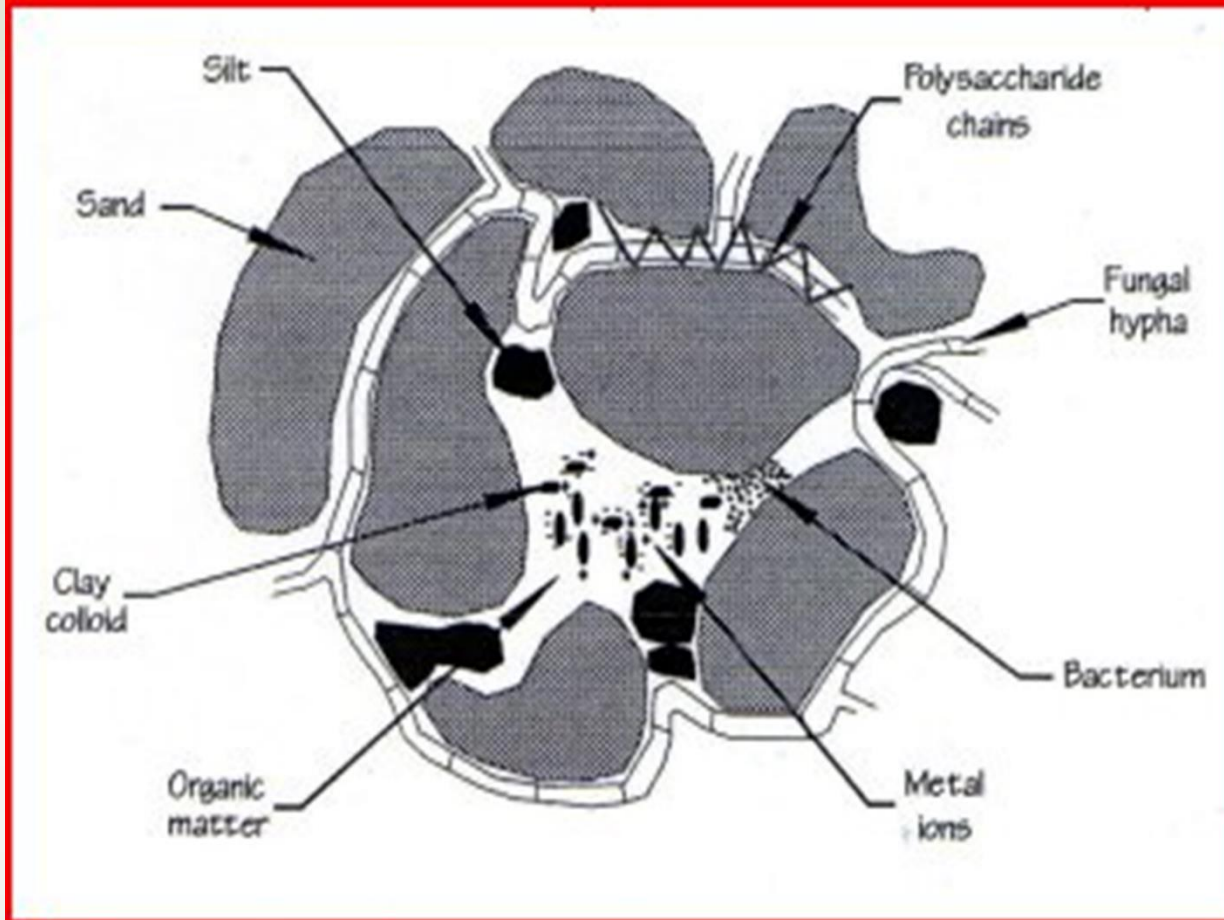


Toprak Organizmaları Nerelede Yaşar?

Toprağın canlı ve dinamik bir yapı kazanmasını sağlayan toprak canlıları;

- ***Rizosfer bölgesinde***: rizosfer, hemen köklerin etrafındaki 3-5 mm kalınlığındaki toprak bölgesidir.
- ***Döküntülerde***, özellikle mantarlar...
- ***Humusta***, sadece mantarlar humusu parçalara ayırıp ayrıştırabilirler.
- ***Toprak agregatlarının yüzeyinde***, ki biyolojik etkinlik burada agregat iç kısımlarından daha fazladır.
- ***Toprak agregatları arasındaki boşluklarda***...

Toprak Organizmaları Nerelerde Yaşar?



Organizmalar

- Enerji ve besin kaynaklarına göre ikiye ayrılır:
 - **Heterotrofik** (diğer beslek): Organik besin maddelerini enerji ve karbon kaynağı olarak kullanan organizmalardır.
 - **Ototrofik** (kendi beslek): Enerjilerini güneş enerjisi veya basit inorganik bileşiklerin oksidasyonundan, karbonu da atmosferdeki CO₂'in özümlemesinden sağlayan organizmalardır.
- **Heterotroflar:** Mantarlar, protozoalar, bütün hayvanlar ve bakterin çoğu
- **Ototroflar;**
 - **Fotoototroflar:** enerjiye güneş ışığından sağlayan; Algler, yüksek bitkiler ve bazı bakteri türleri
 - **Kemoototroflar:** enerjiyi inorganik maddelerin oksidasyonundan sağlayan; tarımsal ve ekonomik önemi olan sınırlı bakteri türleri. N bakterileri gibi...

Organizmalar - Gelişimlerini Etkileyen Etmenler

- Gelişimlerini Etkileyen Etmenler:

1. Hava
2. Nem
3. Sıcaklık
4. Organik madde
5. Besin maddesi
6. pH
7. Güneş ışığı

1. **Hava:** Atmosfer ve toprak havasında bulunan O₂, CO₂ ve N₂ gibi gazların konsantrasyonu toprak organizmalarının popülasyonu üzerine etkilidir. İyi havalandırılan koşullarda **aerob**, kötü havalandırılan koşullarda **anaerob** organizmalar faaliyetlerini artırır. Bu yüzden havalı ve havasız koşullarda meydana gelen olaylar farklıdır. Bazı bakteri grupları **hem aerob hem de anaerobtur = fakültatif bakteriler** olarak tanımlanır.

Organizmalar - Gelişimlerini Etkileyen Etmenler

2. **Nem:** Genellikle yüksek bitkiler için uygun olan nem koşulları çoğu organizma için de uygundur. Bazı organizmalar daha kurak koşullarda bazıları ise nemli koşullarda yaşayabilirler. Buradaki temel etmen topraktaki oksijen miktarına bağlıdır. Nem arttıkça oksijen azalır.

3. **Sıcaklık:** Organizma faaliyetlerini kontrol eden en önemli faktördür. Büyük bir kısmı 20-35 °C optimal sıcaklıklara ihtiyaç duyar. Çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklarda popülasyonlarında azalma meydana gelir, çoğunluğu spor oluşturarak ekstrem koşullara uyum sağlar. Düşük sıcaklıklara en uyumlu olanlar bakteri ve mantarlardır.

Organizmalar - Gelişimlerini Etkileyen Etmenler

4. **Organik madde:** Büyük bir kısım için organik madde besin ve enerji kaynağıdır. Heterotroflar için olduğu kadar bazı ototrofların da yaşamsal kaynağıdır.

5. **Besin maddesi:** N başta olmak üzere P, K, Ca, Mg, S, Fe, H₂ gibi besin elementlerini organik ve inorganik kaynaklar sağlar. Bir kısım bakterinin atmosfer azotunu fikse etme (tutma) özelliği vardır, dolayısıyla toprak azotu üzerine etkilidir.

Organizmalar - Gelişimlerini Etkileyen Etmenler

6. pH: Gelende yararlı organizmalar nötr pH'larda (pH 6,5-7,5) faaliyet gösterir. Asit karakterli topraklarda mantarların sayısı bakteri ve aktinomisetlere göre fazladır. N bakterileri ortam pH'sından en çok etkilenendir.

- Aktinomisetler 7-7,5;
- bakteri ve protozoalar 6-8;
- mantarlar 4-5 pH derecelerini tercih eder.

7. Güneş ışığı: Organizmaların bir çoğu güneş ışığına doğrudan maruz kalınca ölür. Gün ışığı fotootrofik organizmaların gelişimlerinde faydalıdır.

Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- Toprakta sayı ve tür bakımından en fazla bulunan canlılardır.
- Tek hücrelidir.
- Uygun koşullar varsa, toprak kümeleri (agregatları) etrafında inorganik ve organik materyalden oluşturdukları jel halindeki karışımda koloniler halinde yaşam sürer.
- Büyüklükleri mm'nin binde biri düzeyindedir.
- En önemlileri:
 - Amonyak oluşturan bakteriler
 - N bağlayan-simbiyotik (ortak yaşam) olan bakteriler
 - N bağlayan-simbiyotik olmayan bakteriler
 - Nitrifikasyon bakterileri
 - Kükürt bakterileri
 - Demir bakterileri

Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- **Amonifikasyon (Amonyak oluşturan) bakterileri:** Bazı bakteriler Organik maddeyi peptin, protein ve diğer azotlu bileşiklere (amino asitler) ayrıştırır. Bu olaya **aminizasyon** denir. Ardından basit bileşiklere parçalanarak amonyak ve sonrasında amonyum oluşturulur. Bu olaya ise **amonifikasyon** denir. Bu olaylar zinciri nitrifikasyonun yani bitkiler için yararlı azot formlarının oluşumunun ilk basamağıdır.



Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- N bağlayan-simbiyotik (ortak yaşam) olan bakteriler: Atmosferdeki serbest azotu, özellikle baklagil bitkilerinin köklerinde simbiyoz (ortak) yaşayan **Rhizobium** cinsine giren bakterilerdir. Bakteri köklerinde oluşturdukları nodüller içinde NH_4 formunda azotun depolanmasını sağlar.



Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- **N bağlayan-simbiyotik olmayan bakteriler:** Toprakta bağımsız olarak yaşayan ve atmosfer serbest azotunu kullanarak yaşamsal faaliyetlerini sürdüren **Azotobacter** ve bazı **Klostridium** cinsine giren bakterilerdir.
- **Nitrifikasyon bakterileri:** Karbon kaynağı olarak CO₂'yi kullanan bu bakteriler, enerjilerini amonyağı nitrit ve nitrat haline okside ederek temin eder. Oluşan bu olaya **Nitrifikasyon** denir. Toprak azotu için en önemli olaylardan biridir.

Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- Nitrifikasyon iki aşamada gerçekleşir
- 1. Aşamada Nitrosomonas türleri amonyaktan Nitrit oluşturur.



2. Aşamada Nitrobakter türleri Nitrit'i Nitrat'a dönüştürülür.



Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- **Kükürt bakterileri:** Karbon kaynağı olarak atmosferdeki serbest CO₂'i kullanır. Enerji kaynağını ise inorganik kükürt (S) ve S bileşiklerini okside ederek sağlar. Çürüme olayları sırasında H₂S olarak açığa çıkan S, **Thiobasillus** bakterileri tarafından okside edilerek sülfat (SO₄⁻) ve sülfirik asite (H₂SO₄) dönüştürülür.



- Oluşan H₂SO₄ özellikle toprakta çözünürlüğü düşük olan kalsiyum fosfat bileşiklerinin yararlılığını artırır.
- Alkali toprakların (yüksek oranda çözünürlüğü düşük NaCO₃ içeren) ıslahında (S bileşikleri kullanılır) bu bakteriler görev yapar.

Bitkisel Organizmalar-Bakteriler

- **Demir bakterileri:** Bazı bakteri türleri, karbon özümlemesinde kullandıkları enerjiyi; inorganik ferro (Fe^{2+}) demir bileşiklerini ferri demire (Fe^{3+}) okside ederek sağlar. Bu bakteriler arasında en yaygın olanı **Ferrobacillus** türleridir.



Bitkisel Organizmalar-Mantarlar

- Klorofil içermeyen, dolayısıyla enerji ve karbon kaynağı olarak organik materyali kullanan organizmalardır.
- Parçaladıkları bileşiklerdeki karbon ve azotun büyük kısmını kendi vücut yapımında kullanır ve daha az CO₂ ile amonyum üretirler.
- 1 g topraktaki mantarı sayısı 100000'den 1 milyona kadar olabilmektedir.
- Bakteri ve aktinomisetlerin yeterli olmadığı olumsuz toprak koşullarında parçalanma olayını mantarlar gerçekleştirir. Ancak oksidasyon veya fiksasyon özelliğine sahip değildir.
- 3 grupta incelenir:
 - Maya mantarları
 - Küf mantarları
 - Şapkalı mantarlar

Bitkisel Organizmalar-Mantarlar

- **Maya Mantarları:** Toprakta az bulunur. Toprağa düşen organik materyalin fermantasyonunda kısmen rol oynar.
- **Küf mantarları:** Lif şeklinde mikroskobik ve yarı mikroskobik mantarlardır. Her türlü toprakta yaşayabilen türleri vardır.
- Küf mantarları özellikle bakterilerin faaliyet gösteremediği asidik topraklarda bakterilerin rolüne yakın bir görev üstlenir.
- Küf mantarlarından; Penisillium, Trioderma ve Aspergillus en önemli cinsleridir.

Bitkisel Organizmalar-Mantarlar

- **Şapkalı mantarlar:** Orman topraklarında ve yüksek nemli topraklarda bir çok türüne rastlanır.
- Şapkalı mantarlardan **Himenomiset** türleri, özellikle orman topraklarında ağaç köklerine yerleşik ‘mantar kökü’ anlamına gelen **Mikorriza** adı veren ortak yaşam sürdürmektedir.
- Eğer bu simbiyoz yaşam bitkiyi enfekte ediyorsa zararlıdır.
- Fakat, birçok bitki-mikorriza simbiyozunun topraktaki besin maddelerinin çözünürlüğünü ve su alımını artırması ile yararlı etkisi olduğu belirlenmiştir.
- Mikorrizaların, bitki tarafından oluşturulan fotosentez ürünlerine ihtiyacı vardır ve bunları kullanır.

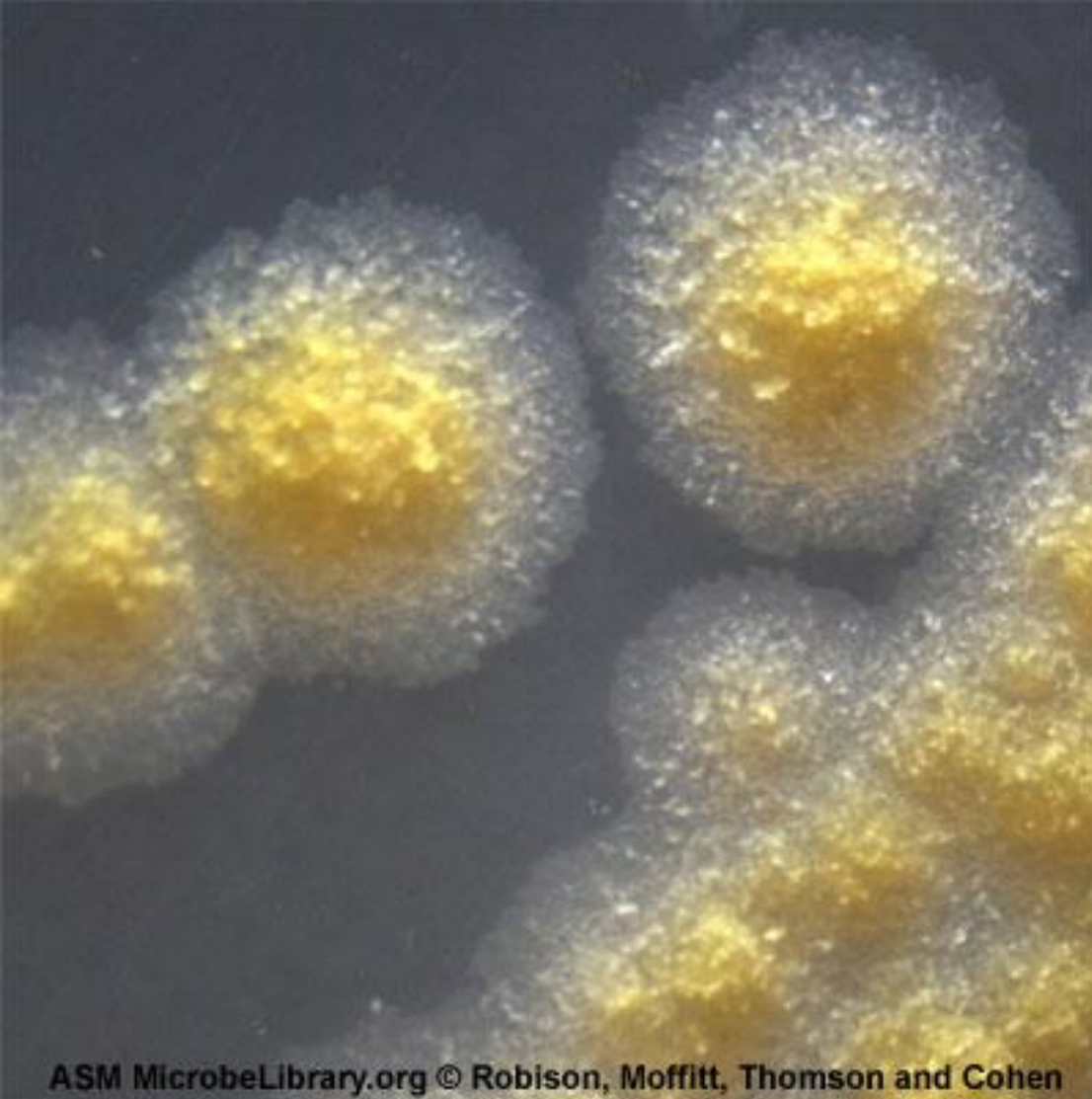
Bitkisel Organizmalar-Mikorriza



Bitkisel Organizmalar-Aktinomisetler

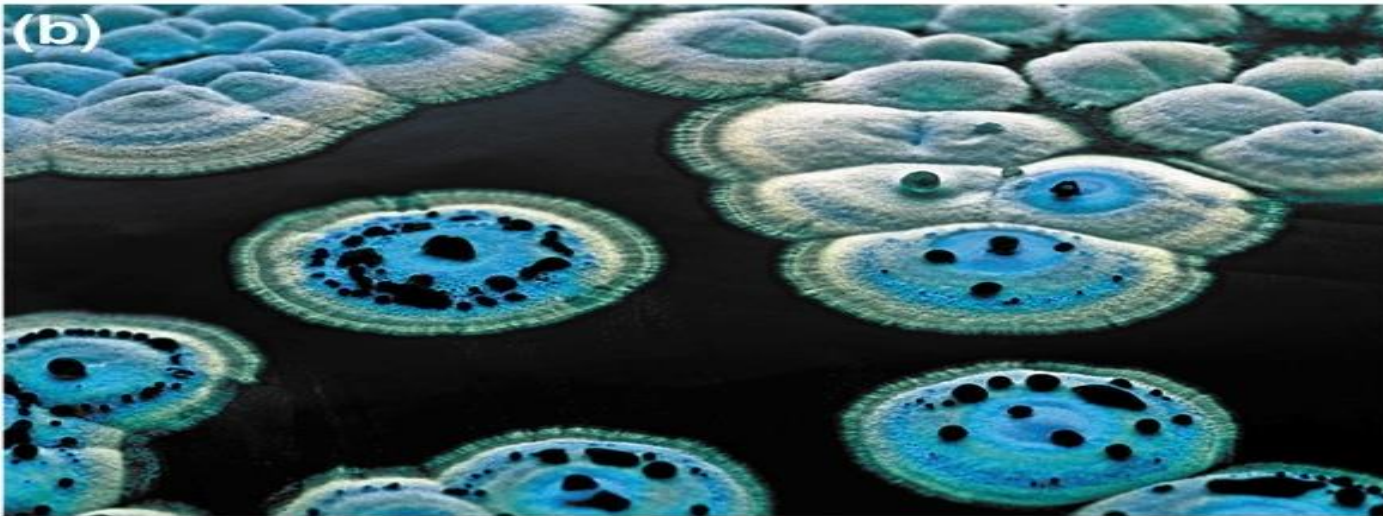
- Morfolojik özellikleri bakımından bakteriler ile mantarlar arasındadır.
- Genellikle küf mantarına benzeyen ancak daha kısa miselleri vardır.
- Diğer yandan boyut olarak bakterilerle aynı büyüklüktedir ve spor oluşturabilme yetenekleri vardır.
- İyi havalandırılan topraklarda daha iyi gelişir.
- Asidik topraklarda ($\text{pH} < 5$) faaliyet gösteremez.
- Toprak mikroorganizmalarının %10-50'sini oluşturur.
- 1 g toprakta 15-20 milyon civarında olabilir.

Bitkisel Organizmalar-Aktinomisetler



- Aktinomisetler mikroskopik görünümde toz, pudramsı yapıları ile diğer mikroorganizmalardan kolaylıkla ayırt edilebilirler.
- Toprak kökenli bitki hastalıklarının oluşması ile bazı insan ve hayvan enfeksiyonlarından sorumludur.
- Bakteriler gibi organik materyalin çözünmesinde ve bitki besin maddelerinin açığa çıkmasında önemli rolleri vardır. Diğer organizmalarca güç parçalanan humus ve lignin gibi dayanıklı bileşikler kolayca ayrıştırır.

Bitkisel Organizmalar-Aktinomisetler



Aktinomisetlerin en önemli türü Streptomyces cinsine ait türlerdir. Bunlar antibiyotik üretebilme özelliğine sahiptir.

Bitkisel Organizmalar-Algler

- Toprak algleri klorofil içeren mikroskobik canlılardır.
- Klorofil yapabilmek için güneş ışığının etkisindeki toprak yüzeylerinde aktivite gösterir.
- Bazıları ise enerjilerini organik maddeden sağlayabildiklerinden yüzey altında da faaldir.
- Genellikle verimliliği yüksek toprakları sever.
- Çeşitli uygulamalar sonrası toprak yüzeyinde oluşan yeşil renk alglerin sayısındaki artıştan ileri gelir.
- 3 ana grup altında toplanır:
 - Mavi-yeşil algler
 - Yeşil algler
 - Diatomeler

Bitkisel Organizmalar-Algler

- Yararları:

1. Toprakta organik maddenin oluşumuna yardım eder. Ürettikleri klorofil organik madde yapımında kullanılır.
2. Özellikle su altında kalan (çeltik yetiştirilen alanlar gibi) toprakların havalanmasından sorumludur. Çeltik bitkileri algler tarafından sağlanan oksijenden faydalanır.

3. Atmosfer azotunu fikse eder. Aynı zamanda toprakta çözünürlüğü yüksek olan azot ve diğer besin elementlerinin tutulmasını sağlar ve yıkanma sonucu kaybını önler.
4. Kaya ve mineral yüzeylerinde çözücü faaliyetler gerçekleştirerek toprak oluşumuna katkı sağlar.

Bitkisel Organizmalar-Likenler

- Bu organizmalar mantar ve alglerin oluşturduğu ileri düzeyde bir simbiyoz şeklidir.
- Likenler toprak oluşumunun başlamasında en önemli görevi üstlenir.
- Tutundukları kayaları salgıladıkları asidik maddelerle yavaş yavaş parçalayarak kaya üzerinde ince bir toprak tabakası oluştururlar.



Bitkisel Organizmalar-Likenler

- Süreç zarfında ince toprak tabakasında organik madde artar ve diğer canlılar için enerji ve besin kaynağı sürekliliği sağlanır.
- Çıplak kaya yüzeylerinde bu organizmalar tarafından ilk kolonizasyon oluşturulduktan sonra, protozoalar, nematodlar, rotatorlar için yeterli bir habitat ortaya çıkar.



Bitkisel Organizmalar-Likenler



- Bunları takiben kara yosunlarının bir örtü şeklinde gelişmesi ile ham toprağın oluşması, sürece hız kazanır.
- Ağaç kabukları üzerinde yaşayan türleri de mevcuttur. Bunlar kök, gövde, yaprak gibi organlara sahip olmadığından besin ve enerjilerini bitkilerin fotosentez ürünlerinden karşılar. Aynı zamanda bu türler hava kirliliğinin derecesini gösteren biyolojik indikatör olarak görev yapar.

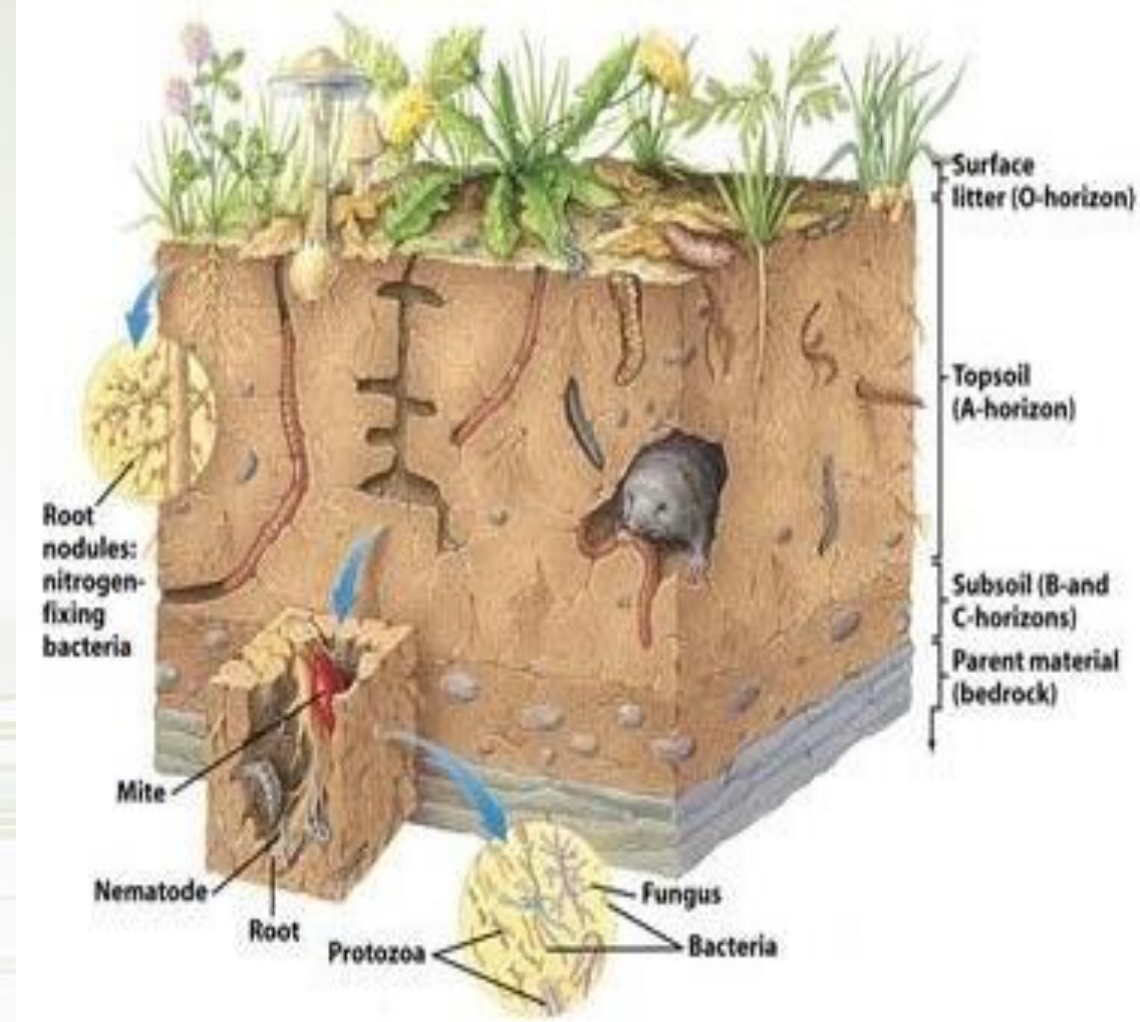
Bitkisel Organizmalar-Likenler

- **EKOLOJİK İŞLEVLERİ**

- Toprak oluşumunu sağlama
- Erozyonu önleme
- Yüksek bitkiler için gerekli organik maddenin artırılması
- Bazı fauna üyeleri için yaşam ortamı
- Likenlerle beslenen canlılara besin görevi
- Dekoratif amaçlı kullanım
- Biyolojik indikatör

Hayvansal Küçük Organizmalar-Protozoalar

- Hayvansal hayatın en ilkel formu olarak kabul edilir.
- Tek hücrelidir, boyları birkaç mikrondan 4-5 mm'ye kadar değişir. Bakterilerden daha büyüktür.
- Diğer organizmalara göre daha az sayıdaki bir gruptur.
- Çoğu aerobiktir, toprağın 10-15 cm derinliğinde bulunur.

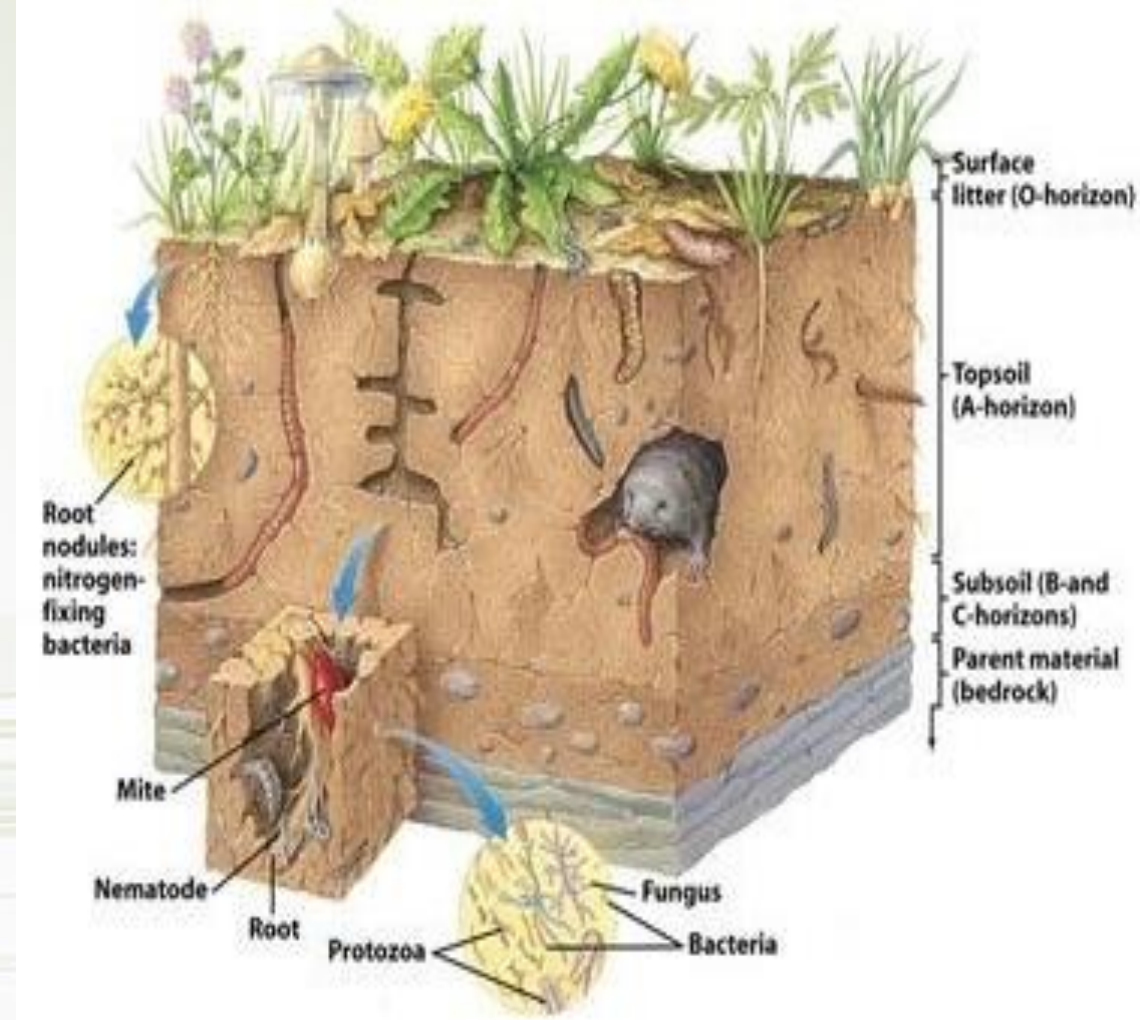


Hayvansal Küçük Organizmalar-Protozoalar

- Genellikle bakteriler için uygun yaşam koşulları bu organizmalar için de uygundur.
- Bu canlıların bir kısmı bakteri ve diğer organizmaları özümleyerek, bir kısmı da bitkisel ve hayvansal atıkları parçalamak suretiyle beslenir.
- Atıkları parçalayanlardan bazılarının topraktaki yararlı bakteriler üzerine olumsuz etkileri olabilmektedir.

Hayvansal Küçük Organizmalar-Nematodlar

- Çoğu mikroskobik canlılardır. Büyüklükleri 0.5-2.0 mm arasında değişmektedir.
- Çayır-mera topraklarında 20 milyon/m², Orman topraklarında 30 milyon/m² civarındadır.
- Yeterli düzeyde nem olması faaliyetlerini artıran en önemli faktördür.



Hayvansal Küçük Organizmalar-Nematodlar

- Beslenme türlerine göre 3 gruba ayrılır:
 1. Çürüyen organik atıkların üzerinde yaşayan ve bunlarla beslenenler
 2. Küçük solucan, bakteri, protozoa, diğer nematod ve benzeri organizmalar üzerinde yaşayan ve bunlarla besleneler
 3. Yüksek bitkilerin köklerinde parazit olarak yaşayanlar
- 3.'sü tarımsal açıdan en önemlisidir. Bitkilerde hastalık oluşturarak büyük zarara neden olur.

Hayvansal Küçük Organizmalar-Nematodlar

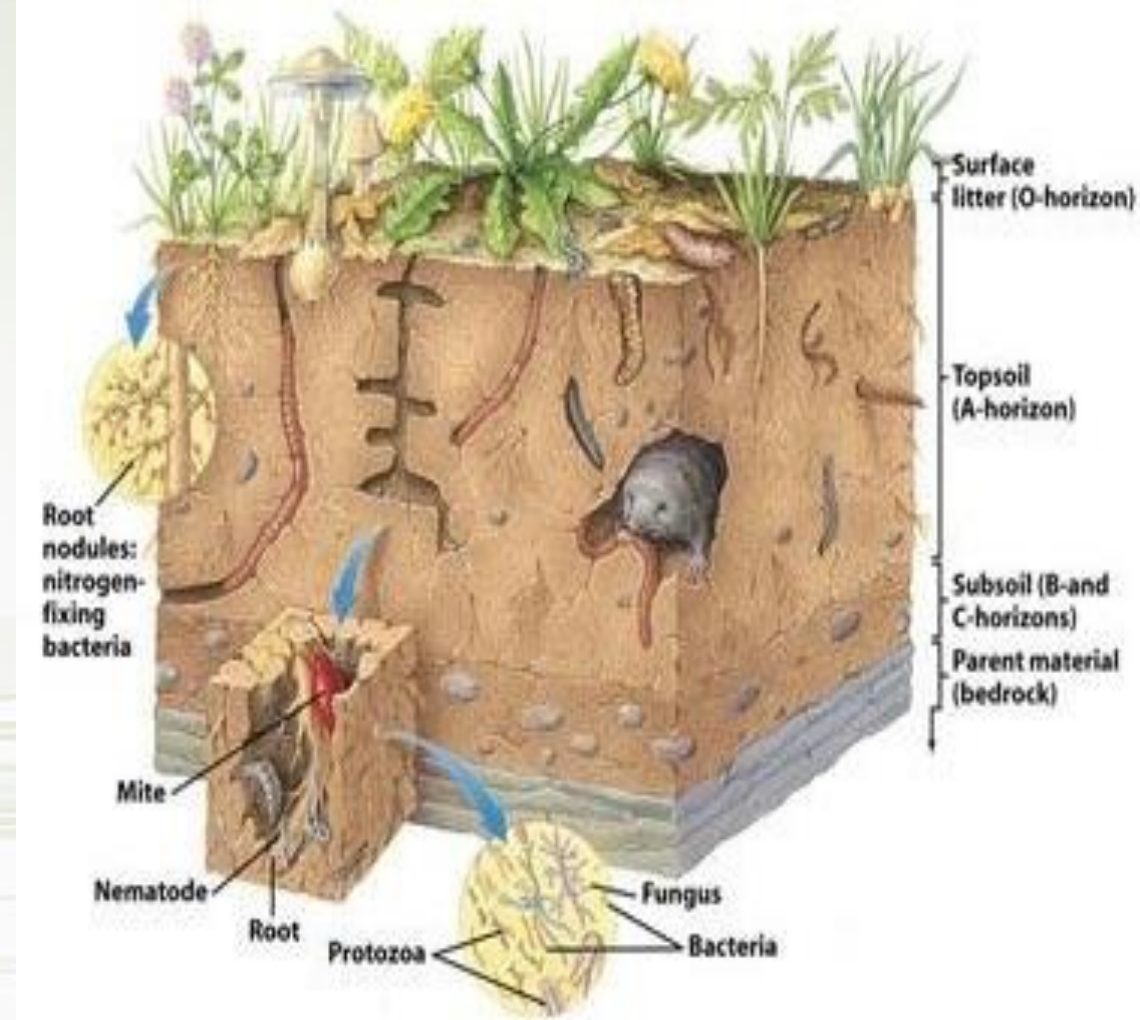
- Olumsuz etkilerinin yanı sıra, toprak humusunun oluşumuna ve toprak havalanmasına katkılarından dolayı olumlu etkileri de vardır.
- Nematodlar, topraklardaki selülozik ve lignin gibi güç ayrışan organik bileşikleri parçalamada rol almaktadır
- Bu organizmaların toprakta serbest yaşayanlarının büyük bir kısmı, bitki hastalıklarına neden olan bakteri ve mantarların çoğalmasına engel olur.

Hayvansal Küçük Organizmalar-Rotiferler

- Özellikle nemli topraklarda ve bataklıklarda fazla bulunan ve faaliyet gösteren küçük hayvansal Akuavatik canlılardır. Bunlar döngü/tekerlek hayvancıkları olarak da bilinirler.
- Orman topraklarının humus veya döküntü katmanında da bulunur.
- Boyutları 0.42-2.0 mm arasında değişir.
- Hayvansal kalıntılar, bitkisel döküntüler ve bazı protozoa ve alglerle beslenir.

Hayvansal Büyük Organizmalar

1. Kemiriciler ve böcek yiyenler
2. Böcekler
3. Binayaklılar
4. Tesbih böcekleri
5. Toprak pireleri
6. Yumuşakçalar
7. Kırkayaklar
8. Örümcekler
9. Solucanlar

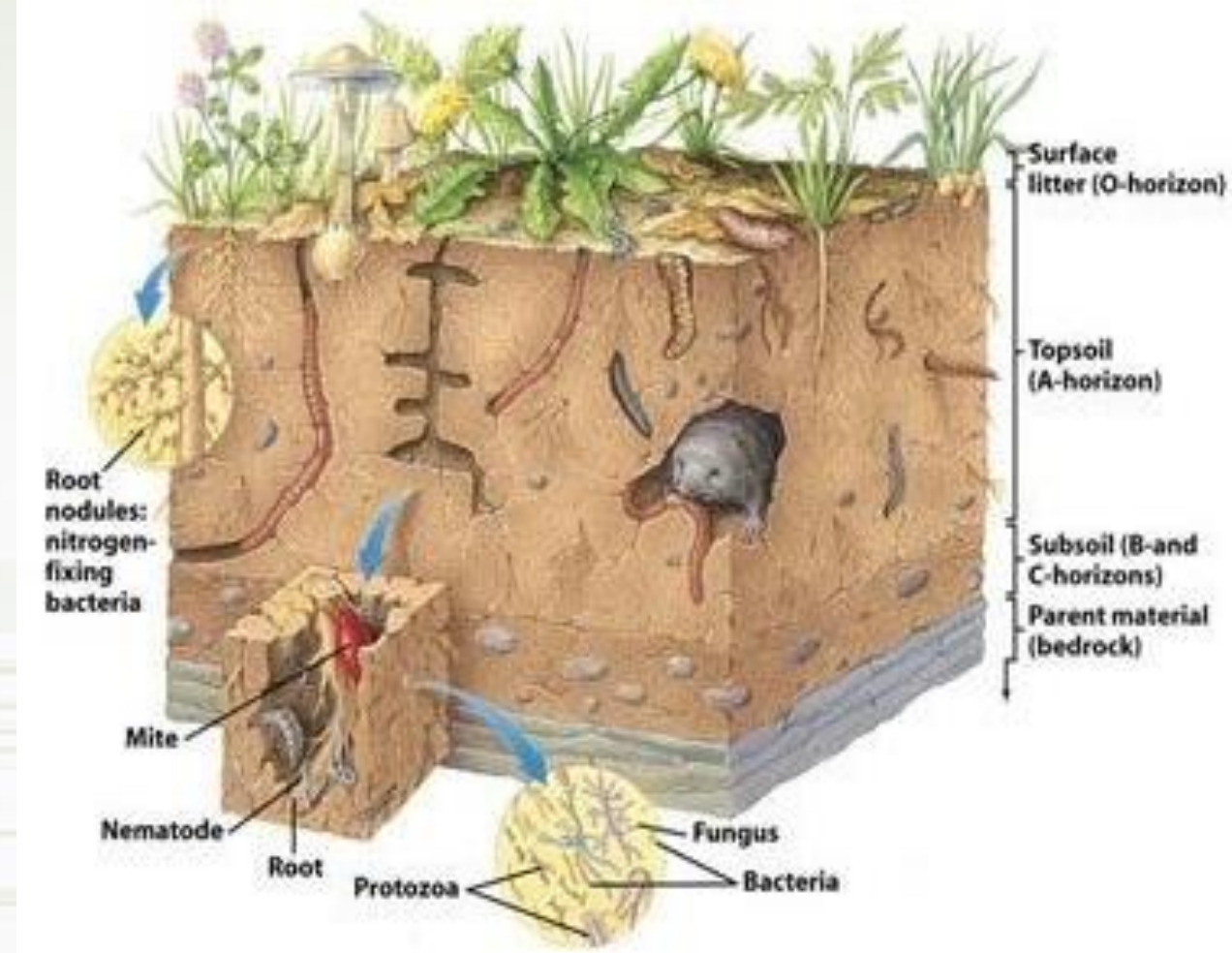


Hayvansal Büyük Organizmalar

- Bu organizmaların bir görevi; ayrışmamış organik materyallerin, ayrışmış organik madde ve bileşikleri ile çeşitli reaksiyonlar sonucu açığa çıkan organik veya mineral bitki besin maddelerinin yüzeyden alt katmanlara hızlı bir şekilde taşınmasını ve katmanlar-horizonlar arasında yer değiştirmesini sağlamaktır.
- Bu canlılarının diğer bir görevi; toprak yüzeyine düşen ve/veya alt katmanlara taşınan büyük fraksiyondaki ayrışması güç olan organik materyalleri ayrışması kolay olan daha küçük fraksiyonlara parçalamaktır.

Hayvansal Büyük Organizmalar

- Bu canlılar genellikle aerob (havalı ortamlarda yaşayabilen) canlılardır ve toprak yüzeyi ile bağlantılıdır.
- Toprak katmanları arasında açtıkları galeriler (boşluklar) içinde hareket halinde yaşamlarını sürdürür ve yaşam alanlarını sürekli yeniler.

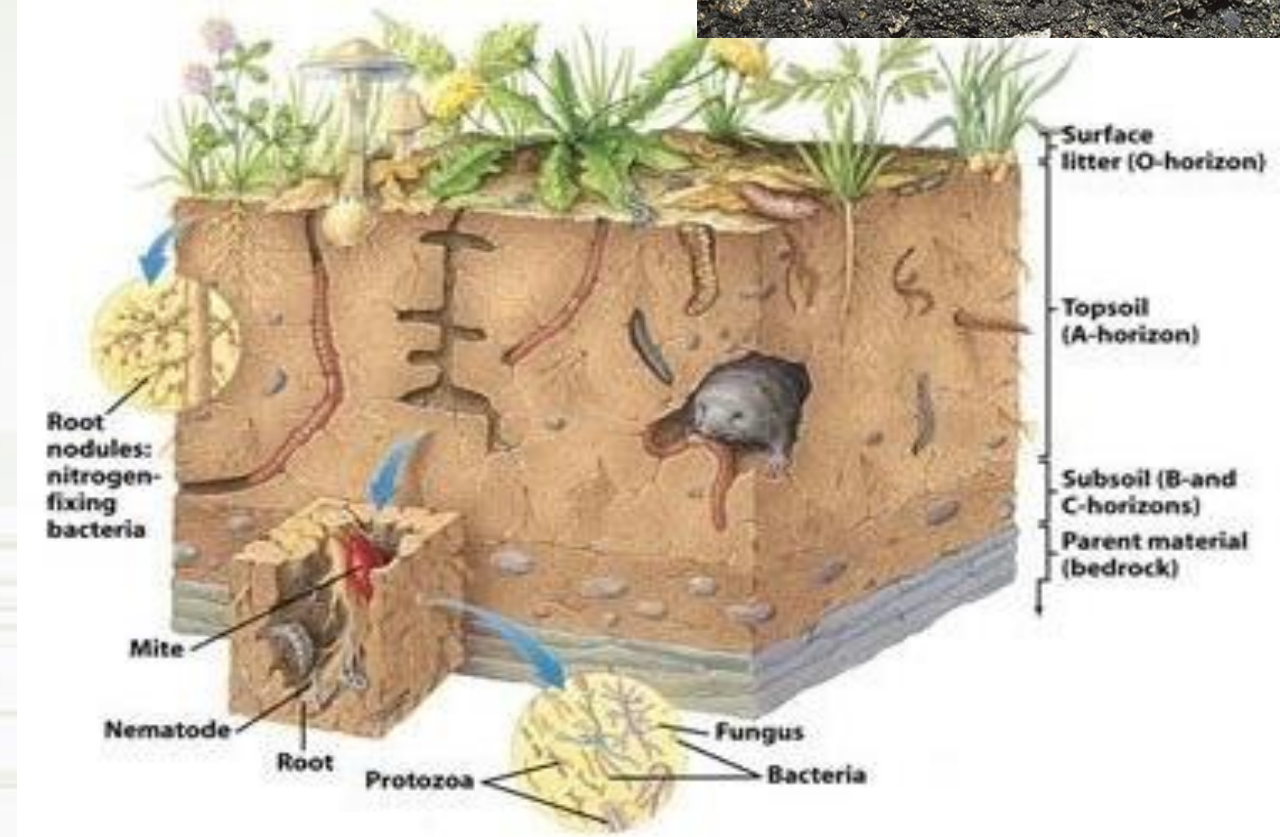


Hayvansal Büyük Organizmalar

- Bu galeriler, yüzeyden gelen su ve havanın büyük kitleler halinde toprak içine girişini sağlar.
- Aynı zamanda fazla suyun drene olmasında etkilidir ve toprak suyu ve havası sürekli tazelenir.
- Organik döküntülerin ve organik maddesinin toprak altına karışmasını sağlayan hayvansal büyük canlılar sayesinde toprakta yaşayan tüm canlı türleri için gerekli besin maddelerinin sürekliliği sağlanmış olur.

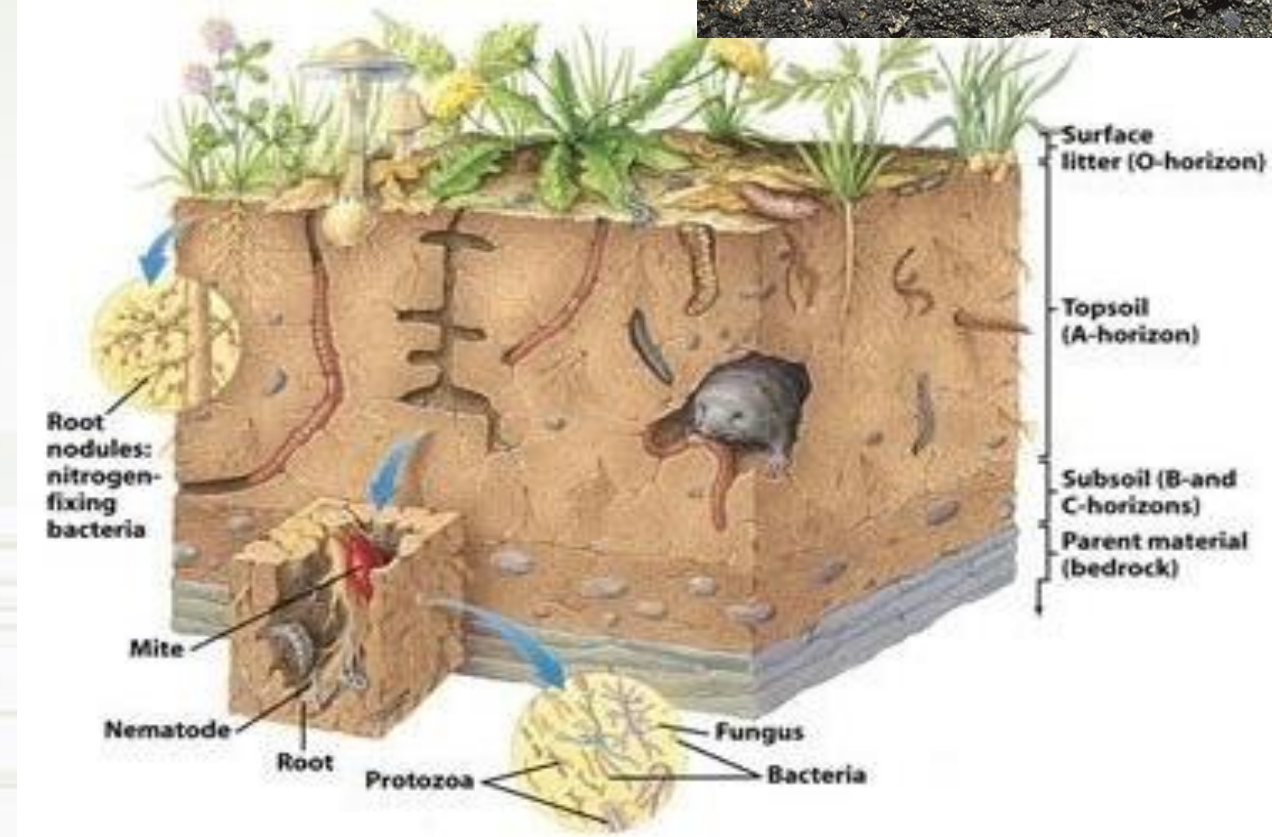
Hayvansal Büyük Organizmalar-Solucan

- Hayvansal büyük organizmalar içinde en önemlisidir.
- Nemli koşullarda aktiftir
- Her türlü protein dokuları ile beslense de, ana besin kaynağı ölü bitkisel döküntüler özellikle yaprak dokusudur. Bunlarla birlikte mineral toprak tanelerini de alır.



Hayvansal Büyük Organizmalar-Solucan

- Yutak sistemlerinde özel bir çene ve öğütücü kısım olmadığından aldıkları besinleri diğer mineral parçacıklarla öğütürler.
- Yararlanamadıkları kısımları ise dışkı halinde toprağa bırakırlar.



Hayvansal Büyük Organizmalar-Solucan

- Aynı zamanda, sindirim sistemlerinden geçen organik bileşikler, mineral tanelerin enzimatik yükseltgenmesini sağlar ve değişime uğratar. Yüzey topraklarının içeriği ile kıyaslandığında, **dışkılarındaki**
 - Organik madde %57,
 - Kireç %94,
 - Yarayışlı fosfor %406,
 - Toplam azot %38,
 - Toplam organik karbon %50 oranında daha fazladır.

Toprağın besin maddesi kapsamı yükselir.

Hayvansal Büyük Organizmalar-Solucan

- Yumurta şeklinde toprağa bırakılan bu dışkılar aynı zamanda suya dayanıklı toprak agregatlarının oluşumu açısından büyük önem taşımaktadır.
- Yer solucanlarının toprağı işleyerek açmış oldukları kanalların çeperleri, bu canlıların özel salgıları ile kaplanmış olduğundan oldukça dayanıklı bir boşluk sistemi sağlarlar.

Toprak agregatlarının dayanıklılığını artırır, dolayısıyla toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirir.

Toprak Organik Maddesi

- Toprakların verimlilik kapasitesi, toprak organik maddesi ile doğrudan ilişkilidir.
- Toprakların organik madde içeriği birbirinden farklıdır. Örneğin çöl topraklarında organik madde içeriği %0,2'den az iken, organik topraklarda %80'nin üzerindedir. Bunun yanı sıra; Tarım topraklarında toprak organik maddesi miktarı %1-10 arasında değişkenlik göstermektedir.

Toprak Organik Maddesi

- Toprak organik maddesi, toprakta mineral kökenli karbonat ve bikarbonatların dışında kalan, yapısında **CHONS karbon-hidrojen-oksijen-azot-kükürt** bileşikleri bulunduran organik materyallerin ayrışmaya uğramış maddelerinin tamamını temsil eder.
- Ayrışma sonucu oluşan toprak organik madde içeriğinde %58 organik karbon bulunur. Bu oran Van Bemmelen faktörü olarak ifade edilir. Diğer bir ifade ile toprak organik maddesinin %58'i organik karbondan (Organik C) oluşur. $100/58=1,724=$ **Van Bemmelen faktörü**

Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- Toprağa ilave olan organik materyaller, ayrışmadıkları sürece pek yararlı değildir. Bu materyallerin içerdiği besin maddeleri, ancak çürüme ve ayrışma olayları sırasında yararlı formlara dönüşür.
- Bu dönüşüm sırasında dokusal yapıları bozular ve kimyasal bileşimlerinde değişime uğrar ve böylece toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine katkıda bulunur.



Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- Toprak organik materyalin ayrışmasını ve ayrışma hızını etkileyen etmenler:
 1. Organik materyalin doğası: türü (bitkisel, hayvansal); karakteri (odunsu, yapraksı); kimyasal bileşimi
 2. Toprak: havalanma, sıcaklık, nem, toprak pH'sı, verimlilik durumu
 3. İklim: solar radyasyon, nem ve sıcaklık faktörleri
 4. Arazi şekli: iklim ve toprak tekstürünün etkisiyle birlikte
 5. Arazi kullanım uygulamaları

Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- Toprak Organik Materyal Kaynakları:

1. Bitki artıkları: Bitki kökleri, yaprak, dal vs gibi artıklarıdır. Toprakların karbon kaynaklarının büyük kısmını oluşturur. Aynı zamanda, bazı bitkiler yeşil gübre olarak kullanılmaktadır. Özellikle baklagil bitkileri ve yem bitkileri yeşil gübre materyalleridir.
2. Hayvan ve insan atık ve artıkları: Hayvan dışkıları, kanalizasyon atıkları, yapay organik atıklar (kompostlar) organik materyaller ayrıştığında organik karbon kaynak haline alır.
3. Canlı mikroorganizmalar (mikrobiyal biyokütle); organik materyali ayrıştırmaları sırasında organik karbon açığa çıkar. Aynı zamanda organizma atık, artık ve salgıları da organik karbon kaynağıdır.

Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- Bitkisel organik materyallerde bitki ne kadar genç ise çürüme ve ayrışma o kadar hızlı olur. Bunun nedeni yüksek oranda çözünebilir madde içermesi, ayrışması zor olan lignin ve benzeri bileşiklerin az olması, yüksek azot içeriği ve buna bağlı olarak C/N oranının düşük olmasıdır.
- Bitkilerin gelişimine elverişli olan toprak koşulları toprak organik maddesinin ayrışması için de uygun koşullardır.
- Organik materyalin çürümesi ve ayrışma olayı yavaş bir oksidasyon olayıdır. Havalanmanın artması, nemin azalması, sıcaklığın yükselmesi organik materyalin oksidasyonunu diğer bir ifade ile yanmasını hızlandırır. Belli bir düzeye kadar organik madde oluşur ama sürecin devam etmesi organik maddenin de yanmasına sebep olur.

Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- Diğer taraftan, nemin artışı, havalanmanın ve sıcaklığın düşmesi nedeniyle organik materyalin çürüme ve ayrışma hızını yavaşlatır, indirgenme olayları hakimiyet gösterir ve organik madde birikimi gerçekleşir.
- Toprak organizmalarının tamamı doğrudan veya dolaylı olarak toprak organik maddesinin ayrışması ile ilgilidir. Toprak organizmaları besin ve enerji ihtiyaçlarına göre organik materyallerine saldırır.

Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- Organik materyallerin ayrışması ile basit ve kompleks yapılı ürünler açığa çıkar, bunların tamamına organik madde denir.
- CHONSP gibi organik moleküller halinde bağlı olan element grupları (ki bunlar; C-grubu, N-grubu, S-grubu, P-grubu ve diğerleri şeklinde sınıflandırılan basit ürünlerdir) mikrobiyal aktiviteler sonucu zamanla serbest hale geçer. Bu süreçte Diğer ürünler olarak ifade edilen Ca, Mg, K ve mikro besin elementleri (Fe, Cu, Zn, Mn, vs) hızla mineralize olur ve serbest hale geçerler. Bunların tamamı basit yapılı ürünlerdir.

Toprak Organik Maddesi ve Humus Oluşumu

- **Kompleks yapılı ürünler ise Humus'tur**, aşırı derecede ayrışmaya uğramış organik madde ürününe verilen isimdir. Koyu renkli, heterojen yapılı, bitkisel ve hayvansal materyaller ile toprak mikroorganizmalarının sentezlediği hücre sel bileşenlerin karışımından oluşur.
- Humusun yapısında esas itibariyle lignin (%40-45) ve protein (%30-35) grupları hakimdir ve bu yapı ligno-protein olarak adlandırılır. Bu yapı oldukça stabildir ve parçalanması güçtür. Bu yüzden Humus basit yapılı ürünlere göre mikroorganizma saldırılarına daha dirençlidir.
- Humus; 3 esas maddeden oluşur: Fulvik asitler, Humik asitler ve Humin: Bunlara kısaca humik maddeler denir. **Humik maddeler Toprağın Organik Kolloidleridir.**

Toprak Organik Maddesinin Özellikleri ve İşlevleri

- Biyolojik Özelliklere

Özellik	İşlev
Metabolik enerji kaynağı	Toprak biyolojik prosesler yönlendiren metabolik enerji sağlar
Makroelementlerin kaynağı	Toprak OM mineralize olmasıyla (ayrışmasıyla) bitkiye yararlı N, P ve S sağlar
Ekosistemi onarma ve iyileştirme özelliği	Doğal veya insan katkısı sonucu bozulan ekosistemin düzeltilmesini sağlar
Enzim aktiviteleri ve bitki ve mikrobiyal gelişmeyi teşvik veya engelleme	Topraktaki enzim aktiviteleri ve bitkilerin gelişmesini ve mikroorganizmaları, toprak humik maddesine bağlı olarak teşvik eder veya engeller

Toprak Organik Maddesinin Özellikleri ve İşlevleri

- Fiziksel Özelliklere

Özellik	İşlev
Toprak yapısının dayanıklılığı	Toprak mineral tanecikleri arasında köprüler oluşturmak suretiyle, teksel taneciklerin bağlanmasında ve agregatların suya dayanıklılığının artırılmasını sağlar
Su tutma	Kütlesinin 20 katına kadar suyu tutabilmesi ve toprak yapısına ve boşluk geometrisine etkilerinden dolayı, OM toprakta su tutulmasını doğrudan etkiler.
Düşük çözünme	Toprağa ilave edilen OM toprak profilinin yıkanmasını ve olduğu gibi kalmasının sağlar
Renk	OM'nin koyu rengi toprağın termal özelliğini değiştirir.

Toprak Organik Maddesinin Özellikleri ve İşlevleri

- Kimyasal Özelliklere

Özellik	İşlev
Kasyon değişim kapasitesi	Toprak OM nin yüksek yüzey yükleri, katyonların (Al^{+3} , Fe^{+3} , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , NH_4^+ ve metal mikroelementlerin) tutulmasını sağlar
Tamponlama kapasitesi ve pH etkisi	Toprak organik madesinin hafif asidik özelliği dolayısıyla tamponlama görevi görür ve toprak pH sınırın istenilen hafif asidik özelliğinin korunmasına yardım eder.
Metalleri şelatlaması	Metaller ve iz elementlerle dayanıklı kompleks bileşikler oluşturarak minerallerin çözünmesini artırır, mikroelementlerin kaybını azaltır, metallerin potansiyel toksikliğini azaltır, fosforun yayırlılığını artırır.
Pestisitlerle reaksiyonu	OM topraktaki pestisitlerin (böcek ilaçları) parçalanmasını, aktivitelerini ve kalıcılığını etkiler