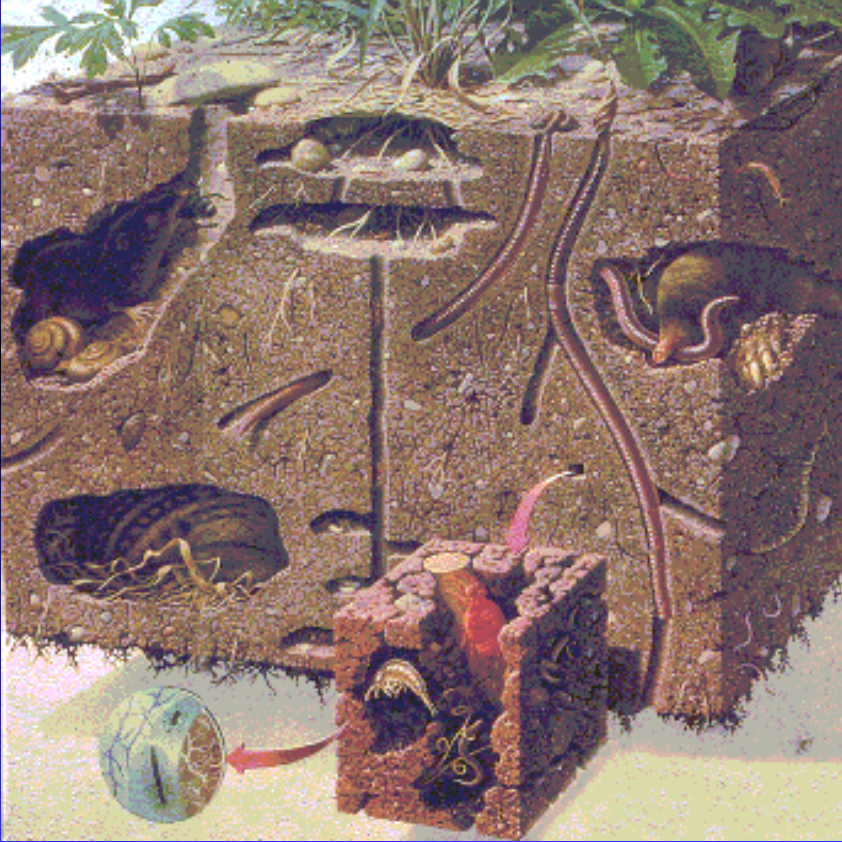


TOPRAK BİYOLOJİSİ

Toprak Bilgisi Dersi

Prof. Dr. Günay Erpul
erpul@ankara.edu.tr

Toprak Biyolojisi



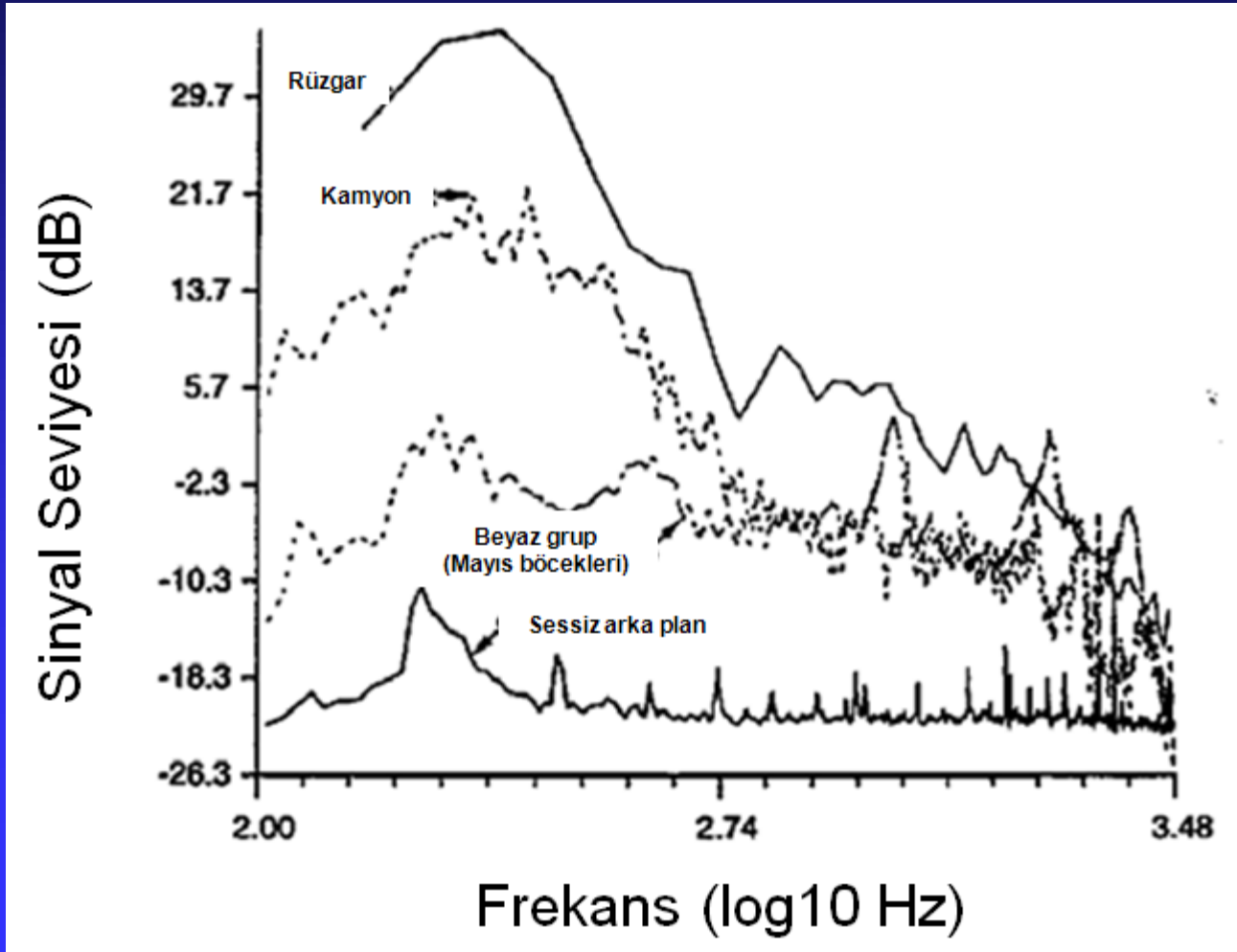
Toprak, birçok küçüklü-
büyükü gözle
görülebilir ve gözle
görülemez
(mikroskopik veya
elektron-mikroskopik
[büyütme oranı $2 \cdot 10^6$]
canlılar için yaşam
ortamıdır.

Toprak Biyolojisi

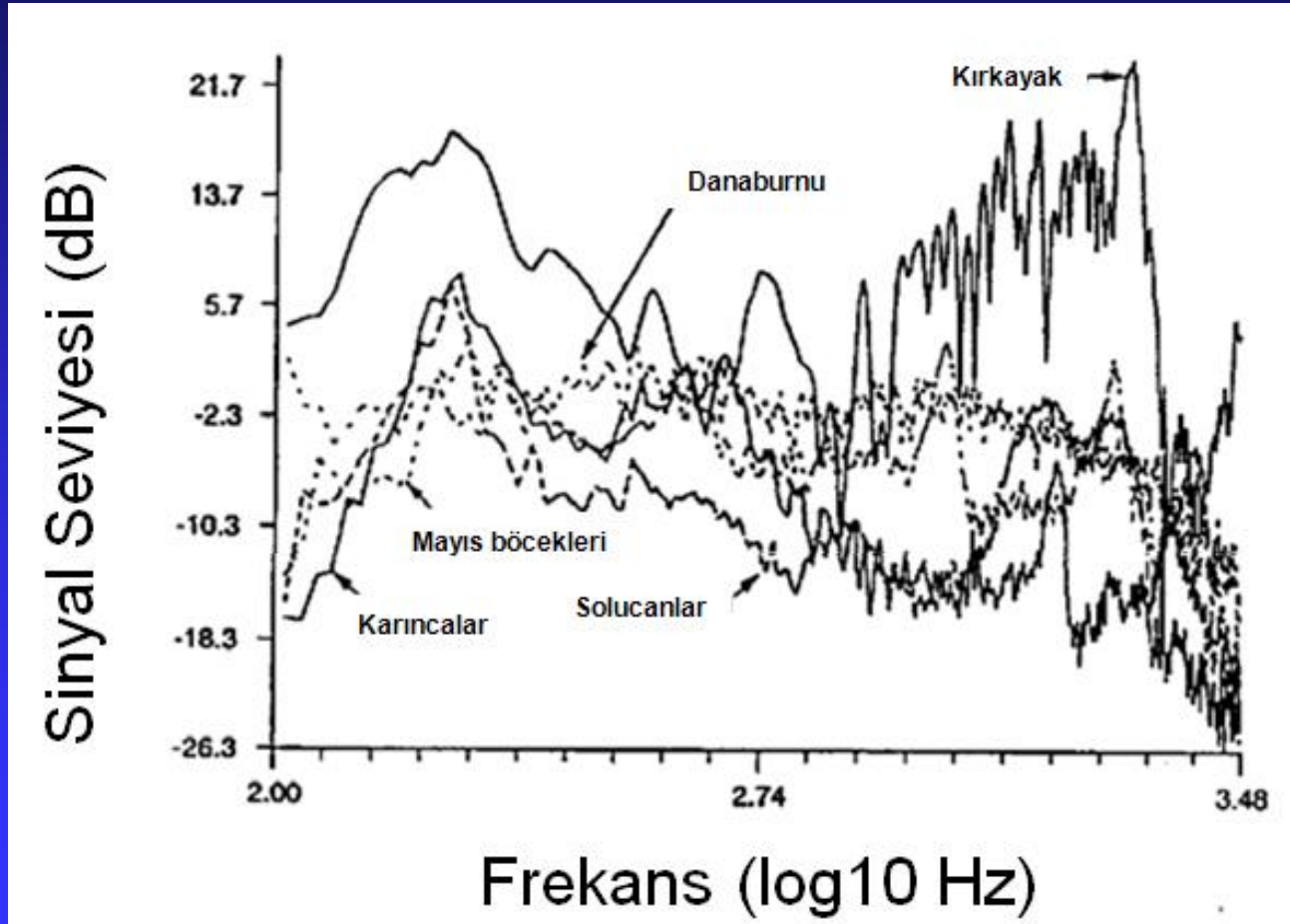
Toprak biyolojisi, aşağıda belirtilen alanlardaki çalışmalar ile doğrudan ilintilidir:

- Toprak sistemindeki biyolojik (**biology** [**bio**: yaşam; **logy**: bilim] = **yaşambilimsel**) süreçlerin araştırılması ve popülasyon dinamiklerinin araştırılması ve modellenmesi,
- Toprak fiziği ve kimyası ile birlikte, yaşambilimsel süreçlerin ve popülasyon davranışlarının fiziko-kimyasal parametrelerini ortaya koymak.

Toprađaa yerleştirilen bir mikrofon aracılığı ile kayıt edilen mayıs böcekleri ses tayflarının (spektrumlarının), rüzgar, araç gürültüsü ve sessiz fon tayfları ile karşılaştırılması



Organik bir toprağa (turf) yerleştirilen bir mikrofon aracılığı ile kayıt edilen böcek ve diğer organizmaların ses tayflarının karşılaştırılması



Toprak Biyolojisi

Toprakta bulunan önemli organizmalar

B İ T K İ L E R

I- Bakteriler:

A. Diğer beslek olanlar

1. Nitrojen bağlayanlar: (a) Ortak yaşay olanlar
(b) Ortak yaşay olmayanlar (1) Havacıl olanlar
(2) Havacıl olmayanlar
2. Bağlı nitrojen isteyenler: (a) Spor oluşturanlar (1) Havacıl olanlar
(2) Havacıl olmayanlar
(b) Spor oluşturmeyenler (1) Havacıl olanlar
(2) Havacıl olmayanlar

B. Kendi beslek olanlar

1. Nitrit oluşturanlar
2. Nitrat oluşturanlar
3. Kükürt oksidleyiciler
4. Demir oksidleyiciler
5. Hidrojen ve hidrojen bileşiklerini etkileyenler

II - Mantarlar:

- A. Mayalar ve maya benzeri mantarlar
- B. Küf mantarları
- C. Şapkali mantarlar

III - Aktinomiset'ler:

IV - Alglar

- A. Mavi-yeşil alglar
- B. Yeşil alglar
- C. Diatomeler

H A Y V A N L A R

I - Protozoa'lar

- A. Kirpikliler
- B. Kamçılılar
- C. Amibler

II - Nematod'lar

- A. Çürüten organik maddelerle beslenenler
- B. Solucan, protozoa, bakteriler v.s. üzerinde beslenenler
- C. Yüksek bitki köklerinde yaşayanlar

III - Solucanlar (*)

IV - Diğer büyük hayvanlar (*)

(Böcekler, karıncalar, örümcekler, binayaklılar v.s.)

(*) Son iki grup, büyük hayvanlar gruplarına girmektedirler.

Toprak Organizmalarının Sınıflandırılması

Sınıflandırma	Boyut (Vücut genişliği)	Örnekler
Mikroflora	< 10 μm	Bakteriler
		Mantarlar
Mikrofauna	< 100 μm	Protozoa'lar
		Nematod'lar
Mesofauna	100 μm – 2 mm	Akarlar (maytlar)
		Kolembola
Makrofauna	2 mm – 20 mm	Solucanlar
		Salyangozlar



Toz akarı

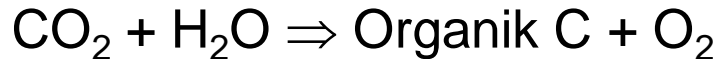


Collembola (kuyruk ile sıçrayarak hareket edenler)

Metabolik (Özümleme) Gruplama

Enerji Kaynağı		Karbon Kaynağı	
		Ototroflar CO ₂ bağlayıcılar	Heterotroflar Organik C kullanıcıları
Işık	(Foto-)	Foto-ototroflar	Foto-heterotroflar
Kimyasal	(Kemo-)	Kemo-ototroflar	Kemo-heterotroflar

Foto-ototroflar: algler, siyanobakteriler (mavi ve yeşil renkli – fotosentez bakterileri) ve yüksek bitkiler

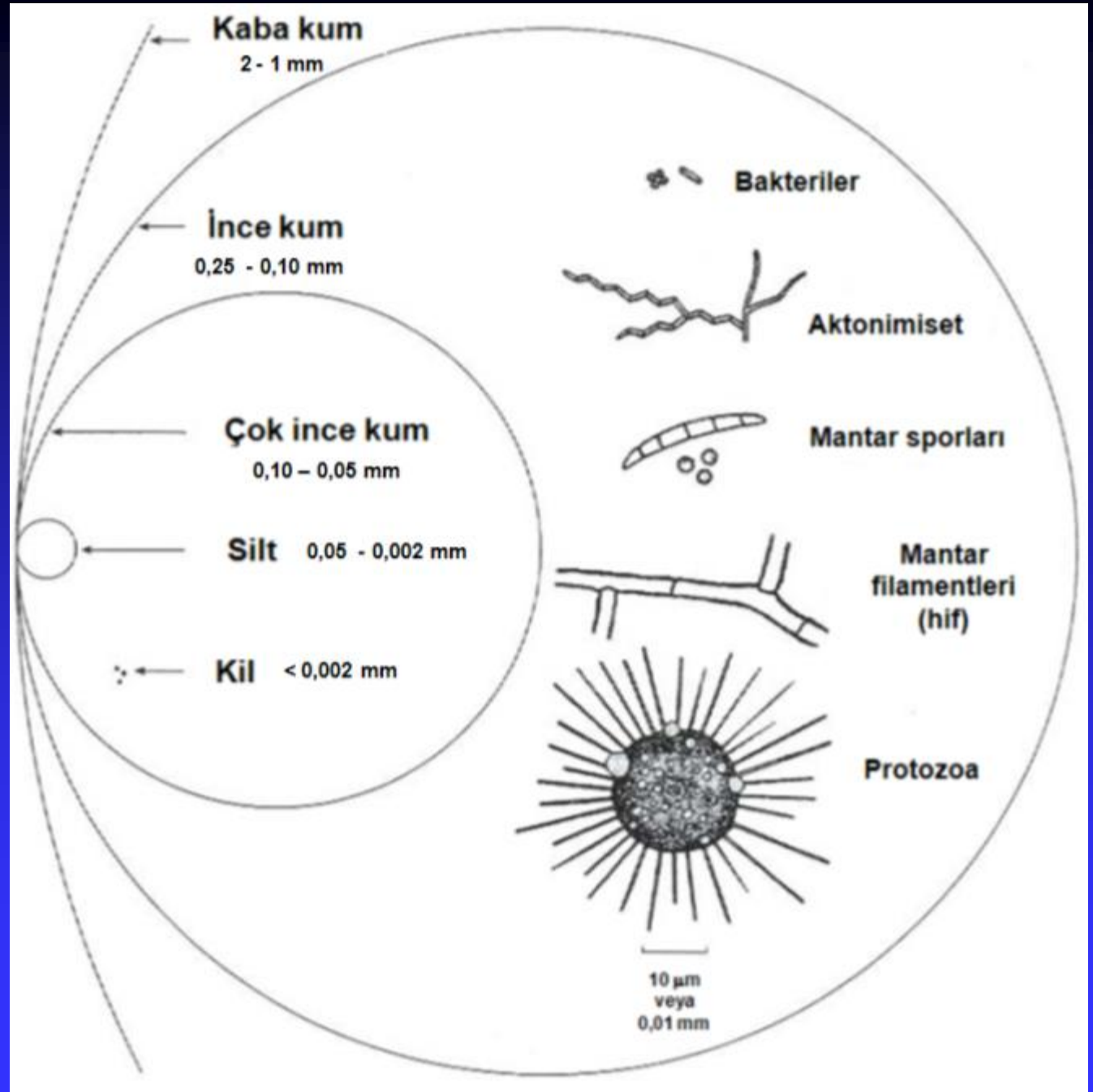


Kemo-heterotroflar: bakterilerin çoğu, mantarlar, Protozoalar

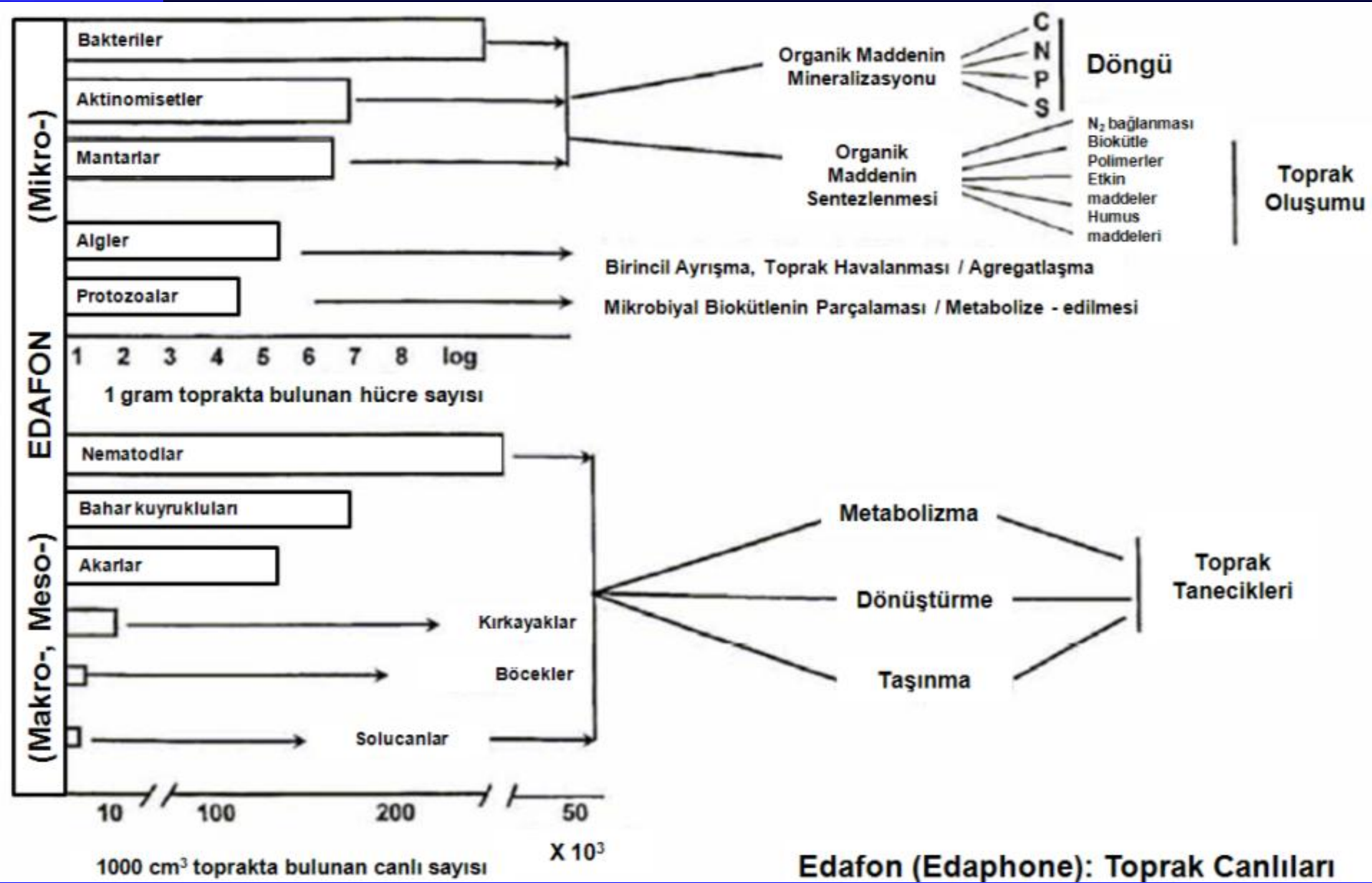


Ölçeklendirme

Organizma boyutlarının temel toprak tanecikleri ile karşılaştırılması

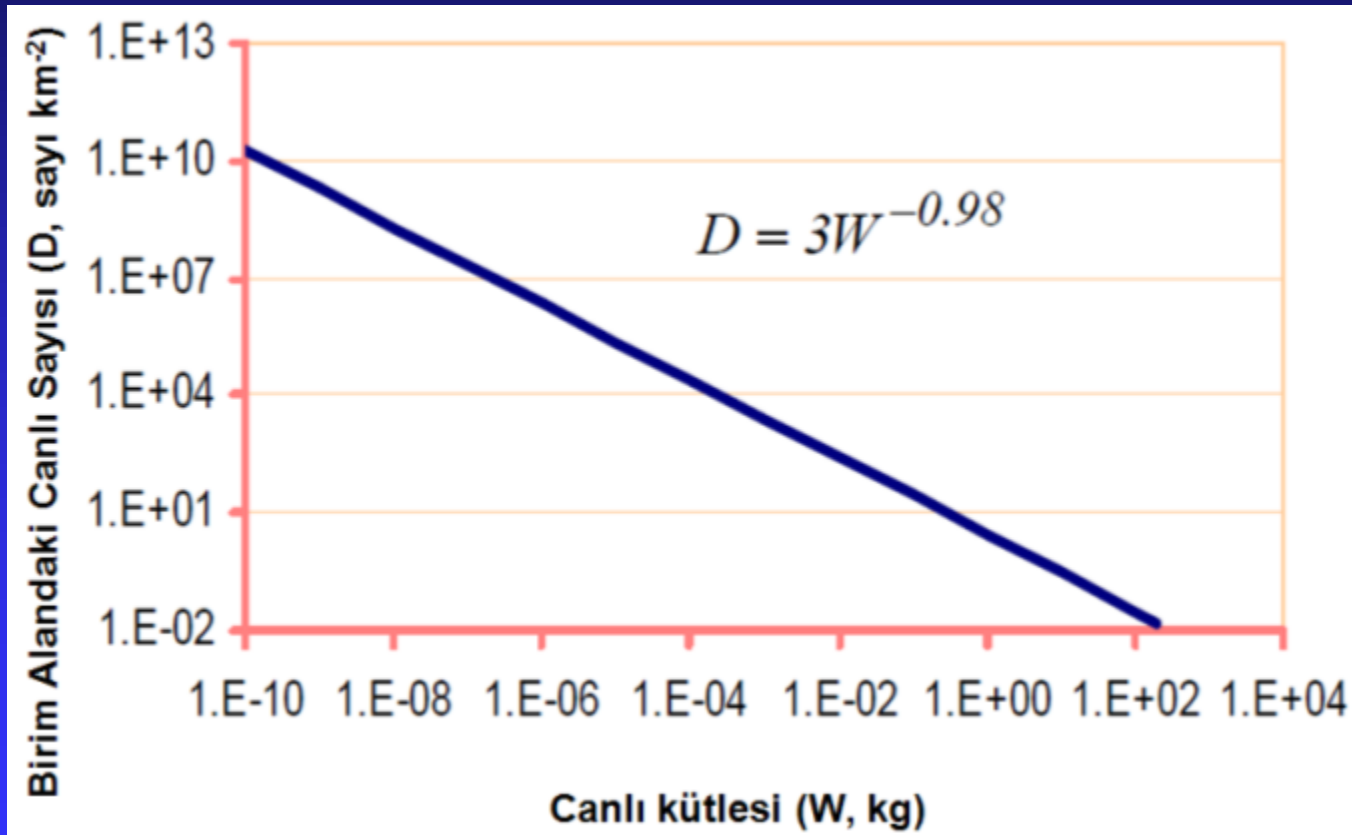


Toprak Organizmalarının Boyutları, Sayıları ve İşlevleri



Canlı Büyüklükleri ile Sayıları Arasındaki Bağını Ekolojik Saptama

Peters, RH. 1983



Toprakta bulunan ortalama (tüm ekosistemlerin ortalaması olarak) bakteri sayısı:
 10^7 - 10^9 hücre g⁻¹

Toprak Canlıları

Farklı ekosistemlerin topraklarında bulunan ilkel canlı (prokaryot) sayıları

Ekosistem Türü	Alan (x 10 ¹² m ²)	Hücre Sayısı (x 10 ²⁷)
Tropik yağmur ormanı	17,0	1,0
Tropik mevsimsel orman	7,5	0,5
Yaprağını dökmeyen ılıman bölge ormanı	5,0	0,3
Yaprağını döken orman	7,0	0,4
Kutup altı ormanı	12,0	0,6
Ağaçlık ve makilik	8,0	28,1
Geniş çayırılık (Savan)	15,0	52,7
Ilıman otlak (Çayırılık)	9,0	31,6
Çöl makiliği	18,0	63,2
İşlenmiş arazi	14,0	49,1
Tundra ve yüksek dağlık arazi	8,0	20,8
Bataklık ve sazlık arazi	2,0	7,3
Toplam	123,0	255,6

$$D = \frac{2,60 \times 10^{29} \cdot hücre}{1,23 \times 10^{20} \cdot km^2} = 2 \times 10^9 \cdot hücre \cdot km^{-2}$$

Toprak Bakterileri

Toprak ekosisteminde çok sayıda bakteri kolonileri bulunmaktadır: 15 m² g⁻¹ bir spesifik (özgül) yüzey alanını aldığımızda ve bir bakterinin çapı 10⁻⁶ m olduğuna göre, bir bakterinin kaplayacağı alan 3,14 x 10⁻¹² m²'dir. Bir gram bakteri ise 10⁹ hücre içerdiğinden (10⁹ hücre g⁻¹), toplam kaplanılan alan 3,14 x 10⁻³ m² olacaktır.

$$(3,14 \times 10^{-12}) (10^9) = 3,14 \times 10^{-3} \cdot m^2 g^{-1}$$

$$\frac{3,14 \times 10^{-3} \cdot m^2 g^{-1}}{15 \cdot m^2 g^{-1}} = 0,0002 = \%0,02$$

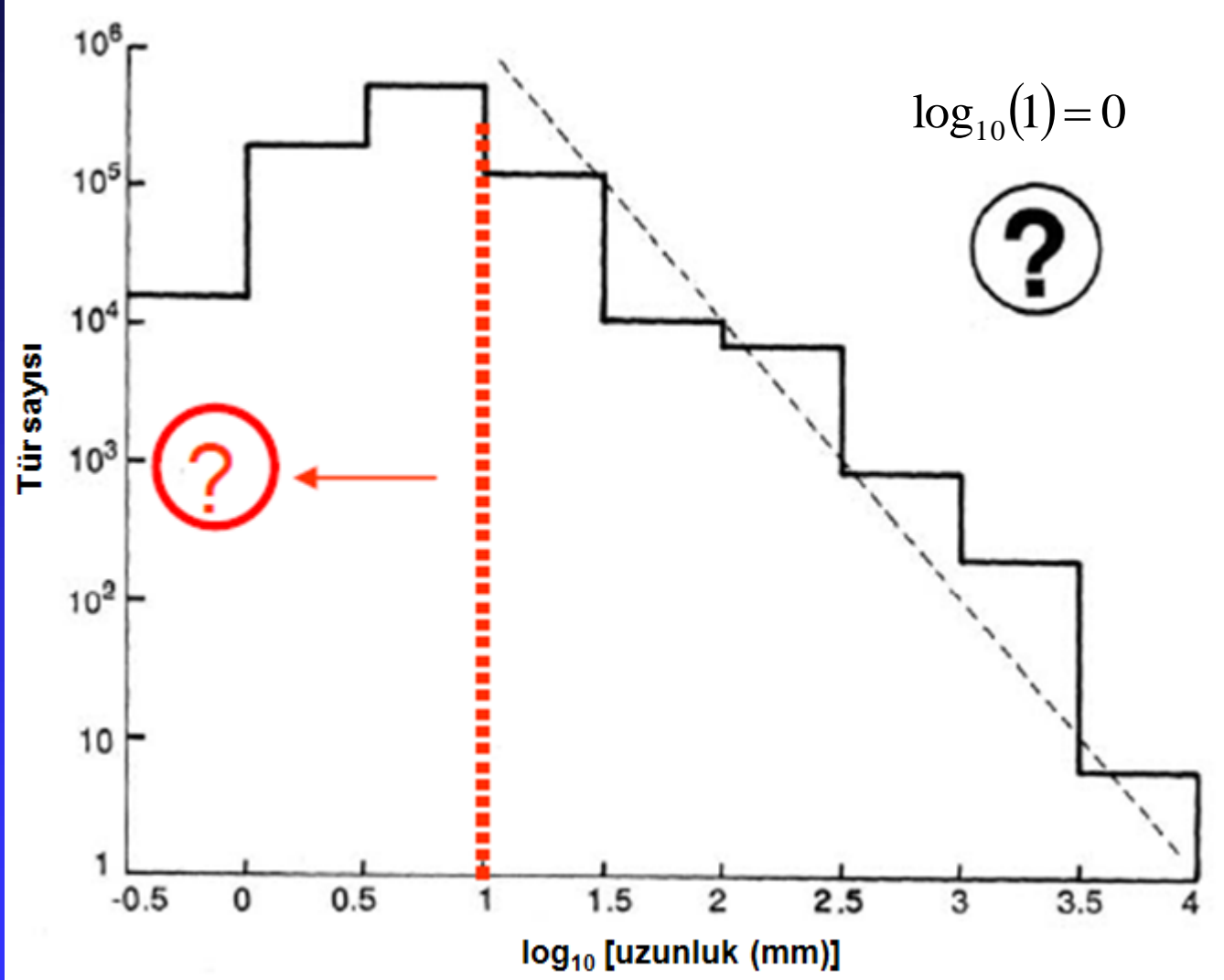
Eğer 700 m² g⁻¹ bir spesifik (özgül) yüzey alanı alınırsa,

$$\frac{3,14 \times 10^{-3} \cdot m^2 g^{-1}}{700 \cdot m^2 g^{-1}} = 0,000004 = \%0,0004$$

*Toprak kolloidleri < 2 μm. Yüzey alanı ~10 m² g⁻¹ - ~800 m² g⁻¹
(kum için yüzey alanı < 1 m² g⁻¹).*

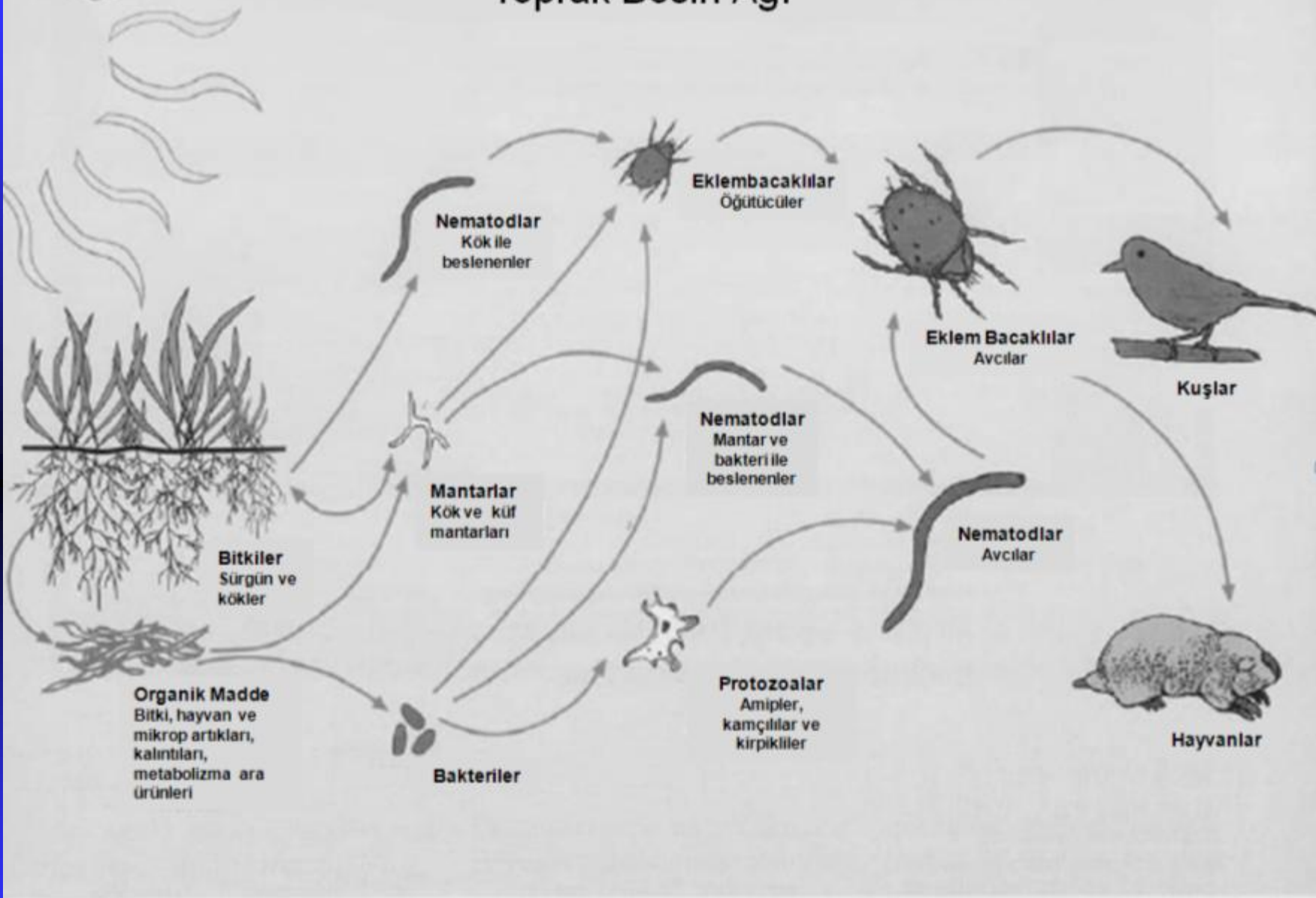
Tür Zenginliği

Topraklarda ne kadar çok bakteri türü bulunmaktadır? Bir gram toprakta 6.000 to 40.000 takson (cins grubu)



Kaynak: May, RM. 1982. How many species are there on Earth? Science 241: 1441-1449.

Toprak Besin Ağı



Besin zinciri 1. seviyesi
Fotosentez yapanlar

Besin zinciri 2. seviyesi
Ayrıştırıcılar, Ortakçılar,
Patojenler, Parazitler, Kök
beslenicileri

Besin zinciri 3. seviyesi
Ögütücüler, Avcılar,
Ortakçılar

Besin zinciri 4. seviyesi
Daha üst düzey avcılar

Besin zinciri 5. seviyesi ve üstü
Daha üst düzey avcılar

Toprak Organizma İlişkileri

- Ortak yaşam ilişkileri
- Rekabet
 - Besin kaynağı
 - Su
 - Antagonist süreçler
- Antibiyotizm
- Parazit (asalak) yaşam / Patogenez

Biyolojik Çeşitlilik

- Tür çeşitliliği
- İşlevsel çeşitlilik
- İşlevsel bolluk (fazlalık)
 - bir işlevi gerçekleştirmek için birçok organizmanın varlığı
 - *istikrar*: çok farklı koşullar ve girdiler altında işlevselliği sürdürme yeteneği
 - *toparlanma*: olağan süreçlerin bozulmasından sonra işlevselliği yeniden kazanma yeteneği

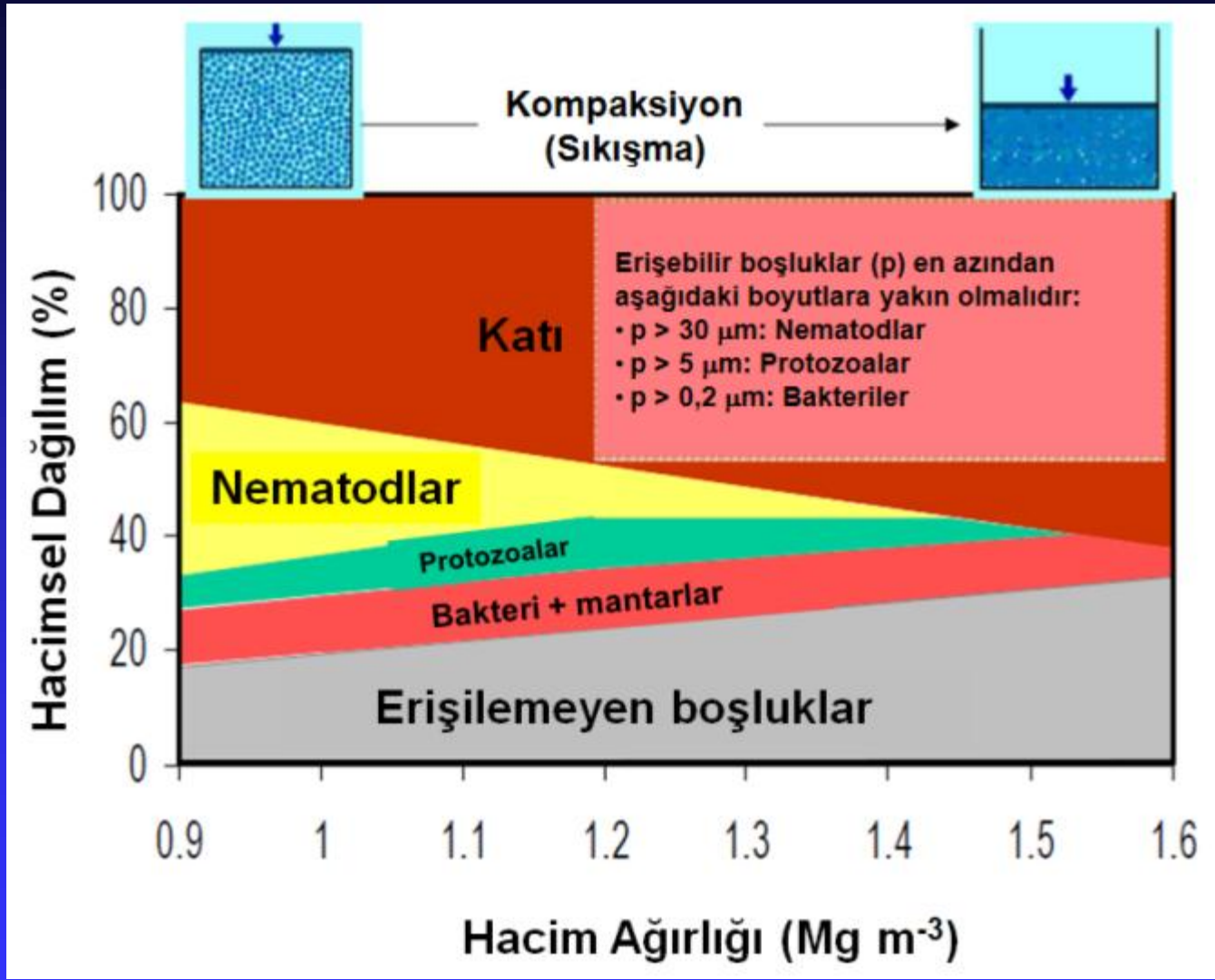
Toprak Organizmaları Nerede Yaşar

- *Kökler etrafında*: **rizosfer** hemen köklerin etrafındaki 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 Ekolojisi

- Toprak koşulları mikroorganizmaların yaşam ortamlarını sınırlandırmaktadır
 - Sıcaklık (en uygun: 15-25 °C)
 - Toprak nem içeriği ve potansiyeli (en uygun: -10 ila -70 kPa).
 - Toprak porozitesi (boşlular oranı) (esas olarak gözeneklerin büyüklüğü: yaşanabilir (yerleşilebilir) boşluk büyüklüğü

Yaşanılabilir Boşluk Hacmindeki Değişim

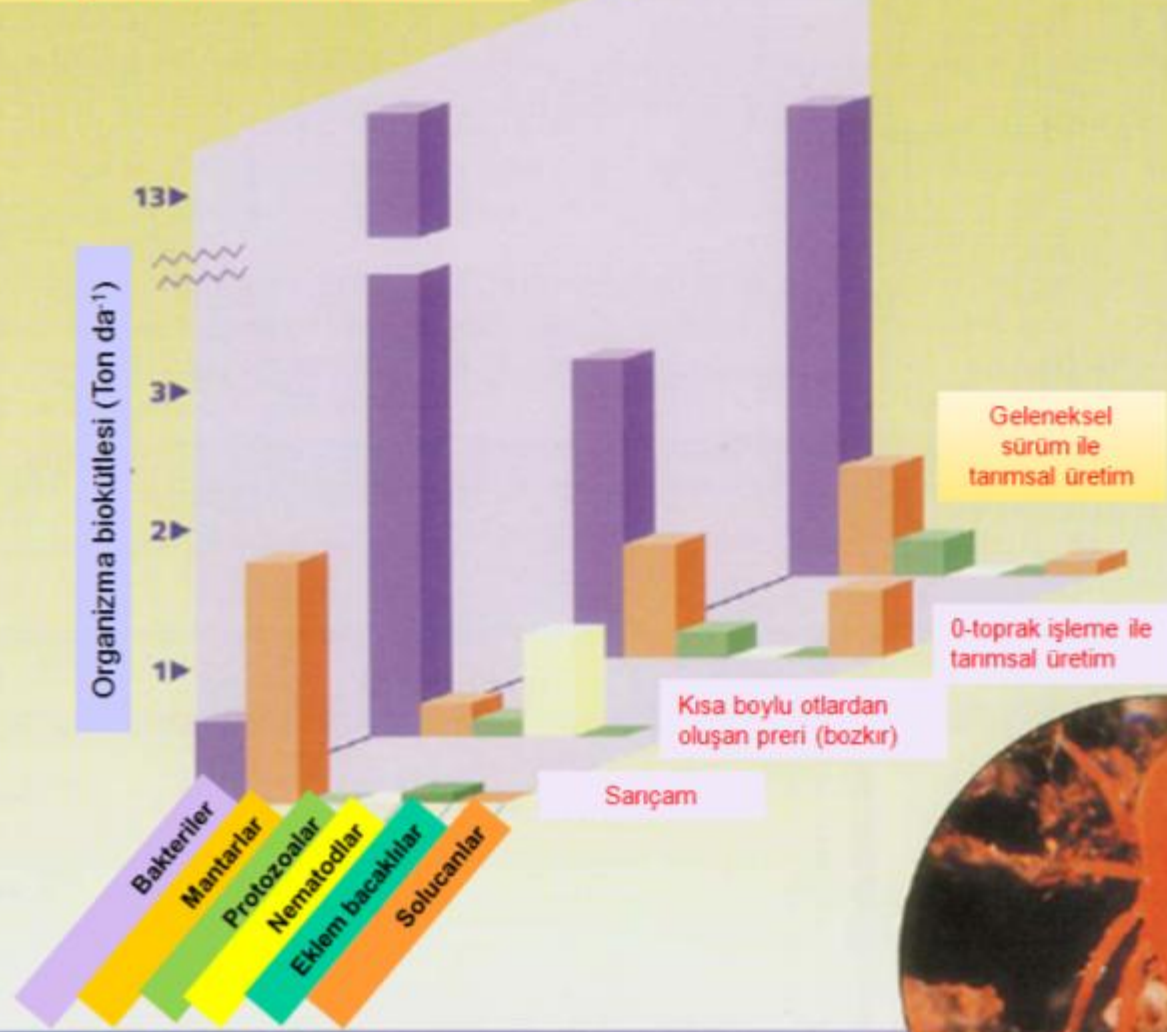


Kaynak: Adapted from van der Linden, AMA, LJJ Jeurissen, JA van Veen, and B Schippers. 1989. Turnover of the Soil Microbial Biomass as Influenced by Compaction. In: JA Hansen and K Henriksen (eds.) Nitrogen in Organic Wastes Applied to Soils.

Toprak Canlıları

Farklı ekosistemlerin topraklarında farklı toprak canlıları baskın olabilir.

4-Farklı Ekosistemde Toprak Organizmaları Biokütlesi



Kaynak:http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/index.html

Toprak Canlıları

Mantarlar

- Şapkalı mantarlar, küf mantarları, maya mantarları
- bazıları iplik (lif) ve miseller oluştururlar (*hyphae ve mycelia*)
- $10^5 - 10^6/g$ toprak
- Asit koşullara dayanıklıdırlar ve havacıdırlar (aerobik)
- Ayrıştırıcılardır
 - direngen bileşikleri ayrıştırma yeteneğine sahiplerdir (lignin, selüloz),
- Simpiyotik birliktelikler oluştururlar (ortak-yaşar)
- Fırsatçı patojendirler
- Antibiyotik üretimi yapabilirler (örneğin, penisilin)

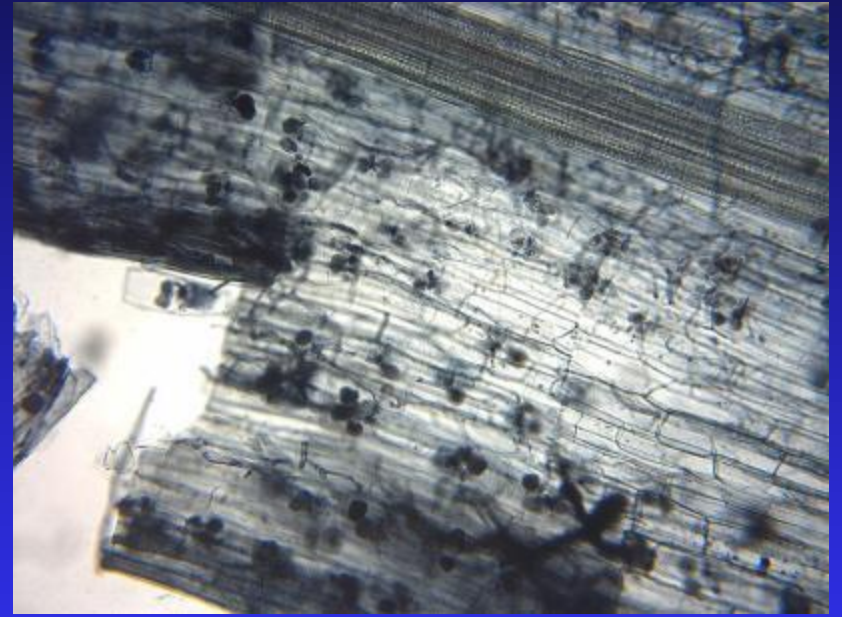


Toprak Canlıları

Mantarlar ve Ortak Yaşam

Mantarlar ve Ortak-Yaşam

- Mikoriza (kökmantar) [*Mycorrhizae* (“*fungus-root*”)] Bitki kökleri ile birliktelik veya ortak yaşam koşulları oluştururlar
 - Dış kökmantarı (Ecto-mycorrhizae): Lifler kök hücreleri arasında gelişir ve ağaç köklerinin yüzeylerini kaplar
 - İç kökmantarı (Endo-mycorrhizae): Lifler kök hücreleri içerisinde gelişir
 - ağaç, tarımsal ürünler, sebze ve meyve
- Toprak içerisinde gelişen miseller ortak yaşam oluşturduğu dokunun yüzey alanını artırır
- Fosfor (P) ve su alımını yükseltirler

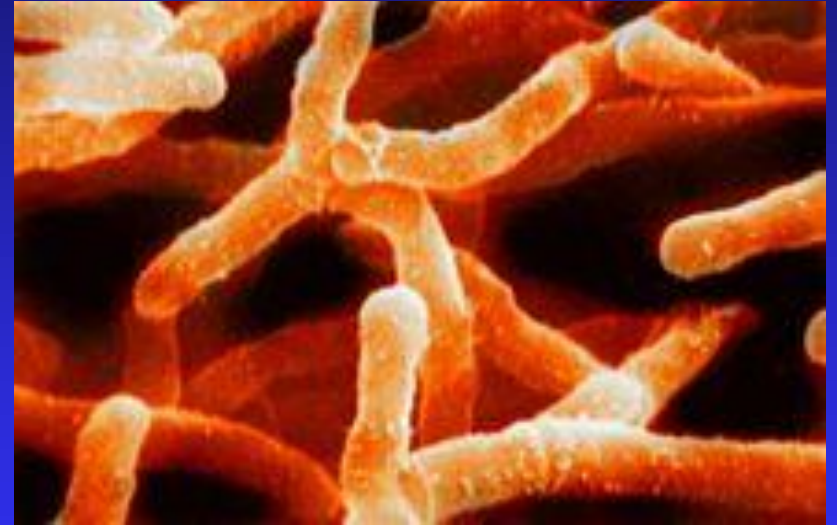


VAM (Vesicular-Arbuscular-Mycorrhizae) Ligninlenmiş su taşıma kanalcıklarına sahip bitki köklerinin kabuk hücrelerine nüfuz ederler

Toprak Canlıları

Aktinomisetler

- Heterotrof (Dış beslek: Organik C kullanıcıları), havacıl (aerobik)
- Mantarlara benzer dallanmış lifli yapı
- 10^7 /g toprak
- Düşük toprak nemine ve yüksek sıcaklıklara dayanıklıdırlar
- Düşük pH'lara çok duyarlıdırlar
- Yavaş gelişme
- Selüloz ve diğer direngen bileşikleri ayrıştırabilirler
- Birçok bitki ile ortak-yaşarlar
- Antibiyotiktirler (örneğin, streptomisin)

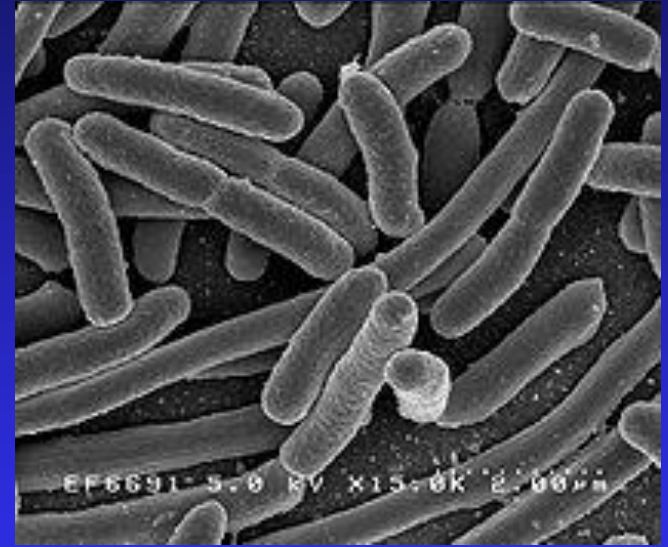


Elektron mikrograf
(*Actinomyces israelii*)

Toprak Canlıları

Bakteriler

- Çok deęişik metabolizmalara sahiptirler
 - Ototroflar ve heterotroflar
 - Havacıl (aerobik), havacıl olmayanlar (anaerobik), ve fakültatif (hem oksijenli hem de oksijensiz ortamda yaşayabilenler)
- Tek hücrelidirler $\sim 1\mu\text{m}$
- Toprakta en fazla olanlardır $10^8 - 10^9/\text{g}$ toprak
- Çabuk gelişirler
- Rizobiyum (nodül) (*Rhizobium*)/baklagil ortak yaşamı



Elektron mikrograf
Escherichia coli bacili

Toprak Canlıları

Kök Nodülleri ve Ortak-Yaşam

- *Rhizobia* veya *Bradyrhizobia* baklagiller ile ortak yaşarlar
- Kök nodülleri bakterileri içerir
- N₂ bağlarlar, 10 - 20 g N/m²/yıl
- Nitrojenaz (Nitrogenase) enzimi



- bitkiye yararlı N'lu-bileşikler
- *Rhizobia* da bitkiden besin elementleri ve organik bileşikleri alır.



Soya fasülyesi kök nodülleri, her biri milyonlarca *Bradyrhizobia* bakterileri içerir

Toprak Canlıları

Bakterilerin Metabolik Sınıfları

- Enerji kaynağı: Ototrof veya heterotrof
- Kutupsal elektron alıcısı
 - Oksijen: Aerobik (oksitleyici)
 - Diğer: Anaerobik
 NO^{3-} , SO_4^{2-} , Mn^{+4} , Fe^{+3} (Nitrifikasyon, kükürt, demir bakterileri vs.)
- Ürünlerin ayrıştırılması: metan, etanol, H_2S (hidrojen sülfid)
 - Fakültatif Havacıl olmayan

Toprak Canlıları

Bakteriler Aracılığı ile Toprak Sisteminde Oluşan Dönüşümler (Tepkimeler)

- Nitrifikasyon bakterileri
 - Amonyum yükseltgenicileri (NH_3 'ün oksitlenmesi)



- Nitrat indirgeyiciler
 - nitratın anaerobik ortamda indirgenmesi



- N_2 bağlayıcılar
 - Havanın serbest azotunu indirgeyerek organik azot formlarına dönüştürürler