

Topraklarda mikroflora **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** yanında zengin bir fauna **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** komünitesi bulunmaktadır. Toprak faunası, kapsadığı canlıların boyutlarına ve hücre organizasyonuna göre mikro, meso, makro ve mega fauna olmak üzere çeşitli gruplara ayrılmaktadır.

Toprak hayvanları için iki ana habitat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** vardır. Bunlardan birincisi akvatik (su ile dolu olan toprak gözenekleri ve toprak partiküllerinin etrafını saran nem katmanı), ikincisi ise karasal habitatıdır. Toprak hayvanlarını çeşitli özelliklerine göre sınıflamak mümkündür. Örneğin habitat tercihleri, beslenme şekilleri, hareket özellikleri veya boyutlarına göre sınıflama yapılabilir.

Büyüklik kriteri kullanılarak toprak faunası şu sınıflara ayrılabilir;

- Mikro fauna** **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.:** 200 µm'den küçük hayvanlar bu grup içinde yer alır.
- Mesofauna:** 200 µm-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.

Bu grupta yer alan fauna **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** tek hücreli protozoalar ile çok hücreli toprak hayvanları şeklinde iki ayrı alt şube oluşturmaktadırlar. Buna göre toprak faunası, ilkel tek hücreli canlılardan, gelişmiş çok hücreli varlıklara kadar çok değişik organizma gruplarını içerir. Burada yalnızca toprakta yaygın olan ve aktiviteleri ile toprak ekosisteminde önemli işlevler yürüten toprak faunası üzerinde durulacaktır.

8. 1. Protozoa

Bu grupta yer alan tek hücreli, çoğunluk fotosentetik olmayan canlılar **yüksek protistler** **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** olarak tanımlanan ökaryotik hücreli organizmalardır. Protozoalar içinde hayvanlarda parazit **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** olan ve malaria gibi önemli hastalıklara neden olan türler olduğu gibi, yüksek organizmalar ile mutualistik ilişki içinde yaşayan diğer çeşitler de bulunur. Örneğin bazı flagellatlar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, termitlerin sindirim sisteminde yaşar ve bu böceklerin odun dokuları sindirmesinde önemli rol oynarlar. Serbest yaşayan protozoa **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** türleri toprak, tatlı su ve deniz ortamında yaygındır.

Bu organizmalar hareket etme düzenlerine göre çeşitli gruplara ayrılırlar. Toprakta farklı bir yüz türünün yaşadığı bilinen protozoaların yaşam işlevleri, **organel** **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** adı verilen organ benzeri hücre kısımları ile gerçekleştirilir. Bu organizmalar toprak kümelerinin etrafındaki su filmi katmanında, kısmen su ile dolu gözeneklerde gelişirler. Çevre koşullarının olumsuz olduğu dönemlerde, örneğin kuraklıkta, kist **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** (cyst) adı verilen dayanıklı formlar oluştururlar.

Protozoalar dört grup altında toplanabilir.

A. AmoebaeHata! Yer işareti tanımlanmamış. (**Sarcodina: Kök Ayaklılar-Rhizopoda**)

Bu grup altında toplanan organizmalar sitoplazmanın parmak benzeri oluşumları ile, yayılma yolu ile hareket ederler ve bu nedenle kök ayaklılar olarak tanımlanırlar (Şekil 8.1, 8.2). En tanınmış üyeleri,

i. Amoebina

ii. Testaceae

Bu grupta ayrıca akvatik sisteme adapte olan güneş hayvancıkları (*Heliozoa*), *Foraminiferler* ve *Radiolaria*'lar bulunur.

Amipler genellikle bakteriler, algler ve diatomeler ile beslenirler.

Bazen mantarHata! Yer işareti tanımlanmamış. hifleri absorlanırsa da bunlar nadiren özümленir.

Testaceae familyasına ait olan organizmalar kabuklu amipler olup, bunlar da genellikle bakterilerle beslenirler.

Şekil 8.1 . Toprakta bulunan protozoaHata! Yer işareti tanımlanmamış. türleri

Şekil 8.2. Toprak protozoalarından örnekler, amipHata! Yer işareti tanımlanmamış. (*Amoeba discoides*).

B. Flagellatlar (Mastigophora: Kamçılı Hayvancıklar)

Bu gruptaki organizmalar bir veya daha fazla sayıda flagellum olarak tanımlanan uzun ince organlar ile hareket ederler. Yapı olarak flagellum ile ciliaHata! Yer işareti

tanımlanmamış. benzer nitelikte organellerdir. Temelde bunları ayıran özellik nisbeten daha uzun yapıda olmalarıdır. Flagellatlarda iki ayrı gruptan söz edilebilir.

i. Phytoflagellatlar: Yeşil, sarı veya kahverenkli olup, üst toprak katlarında ototrof **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** formlar halinde bulunurlar.

ii. Zooflagellatlar: Topraklarda çokça bulunan heterotrof **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** organizmalardır. Bunlar bakteriler ile beslendikleri gibi, çözülmüş organik maddelerden de yararlanırlar. Bir gram toprakta 10^3 - 10^5 adet flagellat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** saptanabilmektedir. Buldukları etkin toprak derinliği en fazla 15'cm dir. Toprakta ve yaprak döküntü katmanında saptanan yaygın türler şunlardır;

a. Monas vivipara

b. Polytoma uvella

c. Çeşitli Bodo türleri

Mastigophora içinde dört önemli familya bulunmaktadır. Bunlar;

Chrysomonadina

Bu familyada *Monas, Euglenoida, Astasia* cinsleri tanımlanır.

Phytomonadina

Bu familyadaki önemli cinsler *Chlamydomonas, Polytoma'dır.*

Protomonadina

Bu familya üyeleri içinde *Bodo, Cercoboda, Cercomonas* sayılabilir.

Polymastigina

Tetramitus ve *Hexamitus* önemli cinslerdir.

Küçük, serbest yaşayan flagellatların büyük kısmı *Protomonadina* grubuna dahildir. *Polymastigina* grubunda yer alan türler ise çoğunlukla termitler gibi toprak hayvanlarının sindirim sistemlerinde bulunurlar.

C. Ciliata **Hata! Yer işareti tanımlanmamış. (İnfusoria: Kirpikliler)**

Yapı bakımından çok gelişmiş tek gözeli canlılardır. Bazı türleri gözle görülebilecek kadar büyük olabilirler. Üzerleri cilia **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** adı verilen kirpik benzeri organeller ile kaplıdır. (Şekil 8.3). Tarla ve çayır topraklarında her bir gram toprakta 1000' den az sayıda, orman topraklarında ise 1000'den fazla sayıda bulunurlar. Boyları 10 ile 80 µm arasında değişir. Su ortamında yaşayan türleri daha iri olup 2 mm boyutunda olanlar saptanmıştır. Bu grupta yer alan bazı yaygın türler *Colpoda* **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, *Stylonychia, Mytilus* **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** sayılabilir.

Ciliatlar bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, alg **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, kısmen mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve mantar sporlarını besin maddesi olarak kullanmaktadırlar. Aktinomisetler genel olarak kuvvetli antagonistik etkileri nedeniyle uygun bir besin oluşturmazlar. Araştırmalara göre pigment **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluşturan bakterilerin nitelikleri protozoalar tarafından tercih edilmelerinde rol oynamaktadır. Örneğin pigment oluşturmeyen bakterilerin % 71'i sarı, turuncu ve kahverengi, pigment oluşturanların % 75'i ciliatlar tarafından tüketildiği halde, menekşe, mavi ve yeşil pigment oluşturan türlerin %7'si besin olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni pigmentlerin toksik **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** özellik oluşturabilmesinden

kaynaklanmaktadır. Benzer özellikler flagellat**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve amipler içinde saptanmıştır.

Amipler tarafından besin seçiminde bakteri**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** büyüklüğü ve yüzey nitelikleri (fiziksel özellikler) pigment**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluşumu gibi kimyasal özelliklerden önde gelmektedir.

D. Sporozoa**Hata! Yer işareti tanımlanmamış. (Telosporida)**

Bu grupta yer alan türler ozmotik beslenen türdür. Diğer bir deyimle, beslenme tüm hücre yüzeyi ile ozmotik olarak yapılır. Özel bir yutak sistemi bulunmaz. Bu organizmalar genellikle yer solucanları veya chilopodlar gibi toprak canlılarının sindirim sistemlerinde parazitik yaşayan organizmalardır.

Şekil 8.3. Toprak protozoalarından örnekler a. Amip (*Amoeba discoides*)
b. Ciliata

8.1.1. Protozoaların ekolojileri ve rolleri

Protozoalar, toprağın mikro hayvan varlığının çeşit ve sayı bakımından en zengin gruplarından birini oluştururlar. Biyokütle olarak 25 kg da⁻¹ toprak olup sayıları mevsimlere ve hatta günlere göre azalıp çoğalabilir. Genel olarak kar erimelerinden sonra ilkbaharda en yüksek düzeydedirler. Yaz ve sonbahar döneminde topraktaki sayıları ancak yoğun yağışlardan sonra artar. Protozoalar, toprağın özellikle 15 cm lik üst kısmında yaygın olmakla birlikte, kurak bölgelerde ve özellikle fakir, kumlu topraklarda çok derinlerde bulunurlar. Toprak organik maddesi arttıkça protozoaların (özellikle amiplerin) sayıları artar.

Protozoaların çoğu heterotrof **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** beslenme özelliği gösterir. Genellikle alg **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve kendi cinslerinin küçük formları ile beslenirler. Ototrof **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** yeşil protozolar, yeşil algler ile simbiyoz **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluşturabilir. Saprotit yaşayan grupları da bulunmaktadır. Bunlardan kamçılı olanlar, çözülmüş organik maddeler ile beslenirler. Bir çok hayvan ve insan hastalıklarının nedenleri protozoa **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** enfeksiyonlarıdır. Protozoaların yaşam döngülerinde aktif ve durağan dönemler bulunmaktadır. Aktif olmadıkları dönemde dış kısımları kalın ve koruyucu bir doku ile sarılır, böylece kuraklık, yüksek sıcaklık v.d olumsuz koşullara karşı dayanım kazanırlar. Protozoaların bir çoğu az nemli veya asit koşullu topraklarda da gelişebilir. Fakat optimum sıcaklık istekleri 18-22 °C ve nötral pH düzeyleridir.

Protozoalardan özellikle *infusoria* ve amipler bakterilerle beslendiğinden, topraktaki bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** popülasyonları üzerine kontrol edici özellik gösterirler. Şayet toprakta patojen **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** bakteriler varsa protozoaların aktiviteleri yararlı olabilir. Ancak mikroorganizmaların besin olarak kullanılabilirliği onların kültürel koşullarına ve taksonomik statülerine bağlıdır.

Kapsül oluşturan bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** formları diğerlerinden daha az "yenilen" organizmalardır. Genel olarak protozoa **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** beslenmesinde hızlı gelişen zymogenik organizmalar, yavaş gelişen otokton **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** mikrofloradan daha fazla tercih edilmektedir. Zymogen mikroflora **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** göreceli olarak besin maddelerince zengin mikrohabitatlarda bulunmaktadır. Örneğin rizosfer **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** bölgesi veya hayvanların sindirim sistemi gibi ve bu habitatlar büyük protozoa popülasyonlarını da içermektedir. Aşağıda verilmiş olan sınıflama da, alt kısma gidildikçe tüketimi azalan mikroorganizmaları tanımlanmaktadır.

1. Bakteri: *Pseudomonodaceae* ve *Enterobacteriaceae*
Mayalar: *Rhotorula*, *Saccharomyces*, *Kloeckera*
2. Bakteri: *Chromobacter* ve *Arthrobacter*
3. Bakteri: *Bacillus*, *Nocardia* (bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** benzeri formlar)
Mayalar: *Hansenula*, *Pichia*, *Cryptococcus* ve *Candida*
4. Bakteri: *Mycobacterium*, *Cytophaga*
Mantar : Bir kaç miselli form
5. Bakteri: Filamentli *Nocardia*
Alg : Bazı türler

6. Aktinomisetler: Mantar misellerinin çoğu, algler.

Toprak protozoaları populasyon **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** yoğunlukları ve biyokütleleri ile toprağın önemli bir biyolojik fraksiyonu olup, organik madde döngüsüne dolaylı fakat önemli etkide bulunurlar. Bu organizmaların bakteriler üzerine olan predatör etkisi, bakteriyal biyokütlerde organik dokuda bağlı tutulan besin elementlerinin hızlı bir şekilde madde döngüsüne katılmasını sağlar. Tribe (1967)'in bulgularına göre hafif bünyeli (kumlu) bir toprakta, selüloz **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ayrışması sonrası yarayışlı azot formlarının biyokütlerde tutularak yarayışsız (immobil **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**) duruma geçmesi ve kısa zaman sonra ise bu azot formlarının tekrar serbest kalması, bu ortamda aktivite gösteren mikroflora **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve mikrofaunanın- özellikle protozoaların- süksesyonu (ardışıklığı) ile ilgilidir. Bulgulara göre mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** populasyonlarının gelişmesi ile görülen azot immobilizasyonundan sonra ortamda kısa bir süre belirlenen serbest azot formları şu olaylarla ilgilidir:

- i. Mantar misellerinin otolizi **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** (kendiliğinden bozunma ve erime),
- ii. Misellerin bakteriyolizi **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** (bakteriler tarafından çözünmesi),
- iii. *Testaceae* benzeri protozoaların aktiviteleri ile amino- N'nin serbest bırakılması.

Doyle ve Harding (1937) ciliatlardan *Glaucoma pyriformis*'in bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** bünyesinde bulunan organik bağlı azotun büyük kısmını 6 saat içinde serbest hale geçirdiğini saptamışlardır. Aynı protozoa **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** cinsinin immobil **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** durumda bulunan fosfatların serbest bırakılmasını da süratlendirdiği belirlenmiştir. Çok asit koşullarda, peat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, orman topraklarda ve bataklık bölgelerde bakteri ve mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** aktivitesinin zayıf olması nedeniyle, bu gibi habitatlarda dominant **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** aktivitenin *Testaceae* ve *Rhizopodlar* tarafından oluşturulduğu ve özellikle selülozlu dokuların ayrıştırılmasında bu mikrofauna türlerinin madde döngüsünde etken oldukları bilinmektedir.

8.2. Çok Hücreli Toprak Faunası

Metazoa olarak tanımlanan çok hücreli toprak faunası içinde meso- ve makrofauna grubundan çok farklı türlerde organizmalar yer alır. Çok hücreli toprak hayvanları türsel ve bireysel zenginlik yönünden orman ve çayır topraklarında yaygındırlar. Kültür topraklarındaki amenajman yöntemleri ve kimyasal girdiler (gübre ve pestisidler) fauna **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** komünite ve populasyonlarını önemli düzeyde etkilediğinden tarım topraklarında ekolojik katkıları en az düzeydedir.

8.2.1. Toprak faunasının sınıflanması

Toprak faunası, farklı kriterlerin kullanılması ile değişik şekillerde sınıflanabilir. En çok kullanılan kriterler şunlardır:

- a. Toprakta barınma (bulunma) zamanı
- b. Hayvanların habitat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** tercihi,
- c. Beslenme yöntemleri,
- d. Hareket özellikleri,

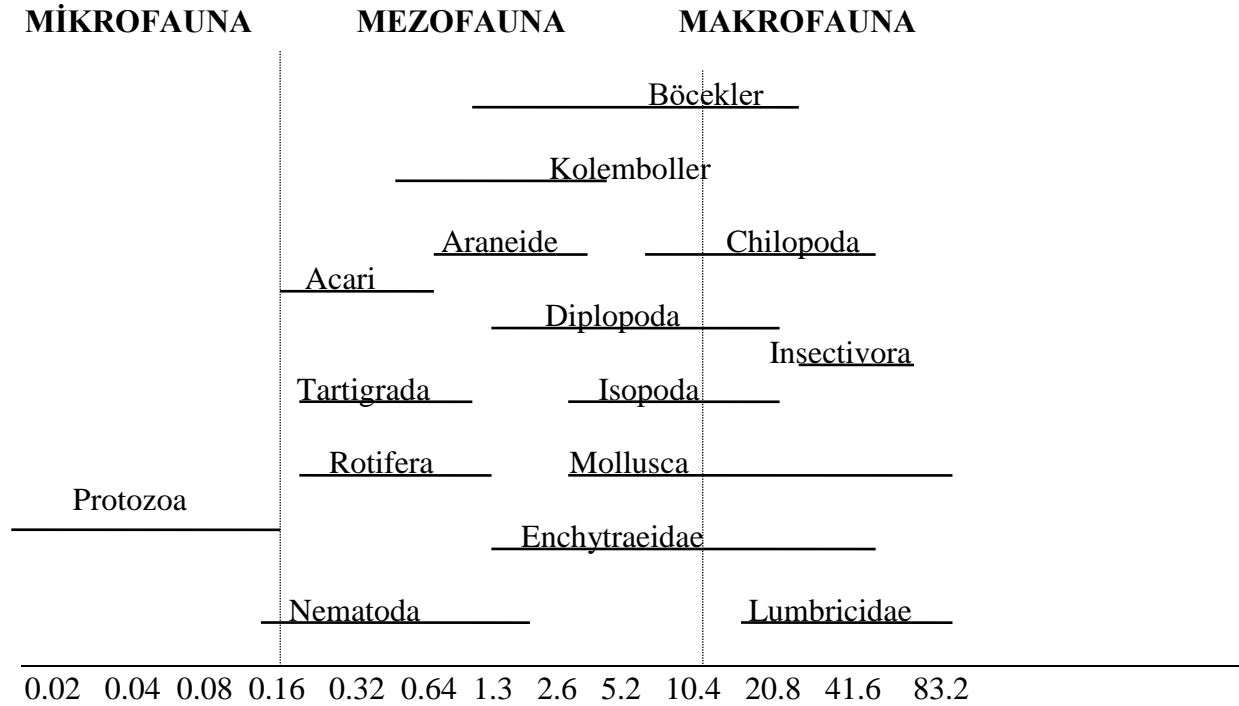
e. Büyüklükleri

Büyüklük durumlarına göre toprak faunasının sınıflaması konunun ilk bölümünde verilmiştir. Toprak hayvanlarının toprak içinde geçirdikleri zaman değişik olabilmektedir. Sürekli olarak toprakta barınan türlerin yanında geçici olarak toprakta bulunan türler de bulunmaktadır. Daha önce de tanımlanmış olduğu gibi toprak hayvanları için iki ana mikrohabitat bulunmaktadır. Bunlardan birincisi suyla dolu gözenekler ve agregatlar çevresindeki nemli film yüzeyleri olup bu kısım akvatik bir mikro çevre olarak tanımlanabilir. İkincisi ise toprak atmosferinin hakim olduğu boşluklar olup karasal mikro çevreyi tanımlamaktadır.

Beslenme bakımından toprak hayvanları iki ana gruba ayrılabilir. Canlı organizmalar ile beslenenler (*biophagous* Hata! Yer işareti tanımlanmamış.) ve ölü dokularla beslenenler (*saprophagous* Hata! Yer işareti tanımlanmamış.) beslenme ilişkisi bakımından oluşturulan sınıflardır.

Toprak hayvanlarının hareket özellikleri göz önünde bulundurularak "aktif toprak kazıcı organizmalar" ile "kazıcı olmayanlar" tanımları yapılabilir. Aktif kazıcı olmayan organizmalar toprak gözenek sistemi veya mevcut kanallardan yararlanırlar.

Toprak hayvanlarının büyüklüklerine veya taksonomik ünitelere göre sınıflama örnekleri Çizelge 8.1 ve Şekil 8.4'de verilmiştir.



Şekil 8.4. Toprak hayvanlarının büyüklüğe göre sınıflandırılması

Çizelge 8.1. Omurgasız toprak hayvanlarının genel toprak ve döküntü katı grupları

Filum	Sınıf	Alt sınıf	Genel adı
<i>Plathelminthes</i>	<i>Turbellaria</i> Hata! Yer işareti tanımlanmamış.		Yassı kurtlar
<i>Aschelminthes</i>	<i>Nematoda</i> <i>Rotifera</i>		Nematodlar (yuvarlak kurtlar) Rotatorlar (tekerlek hayvanları)
<i>Mollusca</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Pulmonata</i>	Salyangozlar
<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>		Yer solucanları
<i>Arthropoda</i>	<i>Crustaceae</i>	<i>Isopoda</i>	Tesbih böcekleri
	<i>Myriapoda</i>	<i>Diplopoda</i> <i>Chilopoda</i>	Kırkayaklar Kırkayaklar
	<i>Insecta</i> (<i>Apterygota</i>)	<i>Collembola</i>	Yay kuyruklular
	<i>Insecta</i> (<i>Pterygota</i>)	<i>Isoptera</i> <i>Coleoptera</i> <i>Diptera (larva)</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Hymenoptera</i>	Termitler Kın kanatlılar Çift kanatlı larvaları Kelebekler Karıncalar
	<i>Arachnida</i>	<i>Scorpionidea</i> <i>Araneida</i> <i>Acarina(Acari)</i>	Akrepler Örümcekler Akarlar

Bazı omurgalıların da toprak hayvanları sınıflamasında yer almasına karşın, toprak faunasının büyük kısmı omurgasızlardan meydana gelir. Protozoalardan sonra nematodlar sayıca en yaygın toprak hayvanlarıdır. Ancak tür bakımından en zengin grubu arthropodlar oluşturmaktadır.

İlkel Kurtlar

Bu gruba giren üyeler çok gözeli canlıların en basit yapı gösterenleridir. Aktif toprak işleyicisi olmadıklarından toprak gövdesi içinde bitki kökleri veya diğer canlıların daha önce oluşturdukları kanal sistemlerinden yararlanarak hareket ederler. İlkel kurtlar içinde en bilinen örnekler *Turbellaria*Hata! Yer işareti tanımlanmamış. (**yassı kurtlar**), *Nematodlar* (**Kıl kurtları** veya **ipliksi solucanlar**) ve *Rotatorlar* (**döngü hayvancıkları**)'dır.

Yassı Kurtlar (*Turbellaria*Hata! Yer işareti tanımlanmamış.)

Plathelminthes filumu yalnızca çok iyi bilinen şerit kurtlar gibi parazitleri içermeyip, serbest yaşayan yassı kurtları da kapsar. Bazı *Turbellaria*Hata! Yer işareti tanımlanmamış. grupları toprakta yaşar. Bunlar verimli topraklarda ayrışmakta olan nemli yaprak döküntü katmanında, özellikle tropikHata! Yer işareti tanımlanmamış. orman topraklarında bulunurlar.

Toprakta yaşayan formları karnivor özellik göstermeleri yanında, hortumsu ağız ve yutak yapıları nedeniyle toprak çözeltisi ve çamurları içindeki organik parçacıkları özümleme yeteneğindedirler. Daha küçük ve mikroskobikHata! Yer işareti tanımlanmamış. yapıda olanları ise topraktaki su filmi içinde yaşamlarını sürdürür ve bazı verimli topraklarda çok

sayıda bulunurlar. Küçük yapılı olanları beslenme bakımından mikrobivor, yani mikroorganizmalarla beslenme özelliği gösterirler.

Rotifer'ler (RotatorHata! Yer işareti tanımlanmamış.=döngü veya tekerlek hayvancıkları)

Rotatorlar, esas olarak nematodlar ile birlikte akvatik organizmalardır. Bunlar toprakta yalnızca yeterli su varlığı koşulu ile bulunur ve aktivite gösterirler. Orman topraklarının humusHata! Yer işareti tanımlanmamış. veya döküntü katmanında yaygın olarak bulunurlar. Populasyon yoğunlukları 10^5m^{-2} düzeyine ulaşabilir. Toprakta yaşayan yüz kadar türü saptanmıştır. Genellikle 2 mm boyutuna kadar büyük olabilirlerse de, toprakta bulunan tipleri 0.42-2 mm boyutlarında bulunur. Bu organizmalar hayvansal kalıntılar, bitkisel döküntüler yanında bazıları protozoaHata! Yer işareti tanımlanmamış. ve algler ile beslenir.

İlkel kurtlar (*Scolecida*) dalının yuvarlak kurtlar (*Aschelminthes*) sınıfına giren bir takım olan bu canlılar, baş kısımlarındaki kirpikli bir çelenk aracılığı ile döngü hareketleri yaparlar. Aynı eşeyli olup, uygun biyotoplarda sayıları üst 1' cm lik toprak katında milyon adete kadar ulaşabilir.

Bu canlılar toprakta çok değişik besin maddelerini kullanabilirler. Örneğin bazı predatör (avcı) olanlar küçük faunaHata! Yer işareti tanımlanmamış. ile beslenirken, bir kısmı bakteriHata! Yer işareti tanımlanmamış., mantarHata! Yer işareti tanımlanmamış. ve algHata! Yer işareti tanımlanmamış. gibi mikroorganizmalar ile ve bir kısmı da humusHata! Yer işareti tanımlanmamış. ve ayrışmamış bitki dokuları ile beslenirler.

Nematodlar (İplik Kurtları)

Onbinden fazla türü olduğu bilinen nematodların çoğunluğu akvatik veya parazitik canlılar olup, 1000 kadarı gerçek toprak canlısıdır. Toprak nematodlarının çoğunluğu mikroskopikHata! Yer işareti tanımlanmamış., saydam, iğ benzeri canlılardır. Boyutları 0.4-2.0x0.02-0.05 mm olup genellikle toprak profilinin üst 10 cm'lik kısmında bulunurlar. Populasyon yoğunlukları 10^6m^{-2} düzeyindedir. Ancak çayır ve orman topraklarında bu sayı $20.10^6-30.10^6m^{-2}$ düzeyine yükselebilir. Bu canlılar özellikle bitki köklerinin yoğun olduğu yerlerde yüksek sayıda bulunurlar. Hızlı üreme yeteneğinde olduklarından, yılda 5-6 generasyon oluşturabilirler (Şekil 8.5).

Stöcki, serbest yaşayan nematodHata! Yer işareti tanımlanmamış. faunasını, beslenme şekillerine göre aşağıda belirtilen gruplar altında toplamaktadır.

- Canlı bitki köklerinin özleri ile beslenenler,
- Mantar algHata! Yer işareti tanımlanmamış. florası ile beslenenler,
- Bakteriler ile beslenenler,
- Protozoa, Rotator ve diğer nematodlar ile beslenenler,
- Çürümekte olan maddeler ile beslenenler.

Son grupta tanımlanan saprofitik nematodlar göreceli olarak sayıca fazla ise de, tarımda oluşturdukları olumsuzluklar nedeniyle ilk gruptaki nematodlar dikkati fazla çekmektedir. Bu grupta yer alan nematodların belli türleri, bir çok bitkilerin köklerine girerek bitki öz suyunu kullanma yanında bu yaralı kısımlardan bitki bünyesine olumsuz etki yapan diğer mikroorganizmaların enfeksiyonuna neden olarak zararlı olurlar. Örneğin *Heterodora*

schacahtii, tehlikeli bir bitki paraziti olup, pancar nematodu olarak tanınır ve "pancar yorgunluğu" olarak tanımlanan hastalığa neden olur.

Nematodlar toprakların fiziksel özellikleri üzerine dikkat çekici bir etki oluşturmazlar. Ancak topraktaki organik maddelerin ayrışma, değişim ve oluşmasında önemli rol oynarlar.

Şekil 8.5 . Bir toprak nematodunun (dişi), *Plectus granulatus*, şekilsel görünümü (Walwork, 1970)

8.2.2. Ekolojileri

Nematodların bireysel kütlesi 0.1-0.3 µg arasında değişmektedir. Ancak *Dorylaimus* gibi büyük türlerde ağırlık 56 µg düzeyine ulaşabilmektedir. Çeşitli biyotoplarda saptanan nematod

Hata! Yer işareti tanımlanmamış. biyokütleleri aşağıda verilmiştir;

Tarla toprakları 1 g milyon adet⁻¹,

Mineral topraklardaki çayır arazilerde 1 g milyon adet⁻¹,

Ham humus

Hata! Yer işareti tanımlanmamış. topraklar, 2 g milyon adet⁻¹,

Yüksek moor

Hata! Yer işareti tanımlanmamış. topraklar, 2 g milyon adet⁻¹

İşlenmeyen bakir topraklarda 10 cm toprak derinliğinde nematod **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** faunasının 9-230 kg ha⁻¹ biyokütle **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluşturduğu, böylelikle % 2 N içeriği ile bu organizmaların biyokütlesinde hektarda 180 ile 4600 g saf azot rezervinin bağlı olduğu saptanmıştır.

Nematodların ekolojik rolleri üç ana grupta toplanabilir:

1. Nematodların bir kısmı esas olarak bitki ve alglerle beslendiklerinden önemli zararlara neden olurlar. Tarımsal değeri olan ürünlerde meydana gelen nematod **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** zararları önemli boyutlarda görülebilir. Ayrıca bitkilerde açtıkları yaralar nedeniyle bakteriyel enfeksiyona neden olmaları ve virüs **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** taşıyıcısı olabilmeleri de benzer sonuçlara yol açar.
2. Toprakta ayrışma durumundaki organik substratlara etkide bulunan mikroflora **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** üzerine predatör etki ile önem kazanırlar. Pek çok araştırmacı, nematodların mikrobiyal populasyon **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** üzerinde kontrol edici rol oynadıklarını belirtmektedir.
3. Nematodlar diğer bazı nematod **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve tuzak mekanizması oluşturan mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** türleri tarafından hareketsiz hale getirilir. Ancak henüz topraktaki bitki paraziti nematodları kontrol edebilecek predatör nematodları uyaracak kullanışlı bir yöntem oluşturulabilmiş değildir. Yine de bu konuda çalışmalar yapılmakta olup özellikle *Monochus* türü nematodların, diğer bitki paraziti nematodların biyolojik kontrolünde kullanılması önerilmektedir.

8.3. Solucanlar (Oligochaeta **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**)

Bu grupta yer alan üyeler **halkalı kurtlar** (*Annalida* **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**) dal (*filum*)'ının **kıl ayaklılar** (*Chaetapoda* **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**) alt sınıfında yer alırlar.

Oligochaeta sınıfına ait olan bir kaç familyanın üyeleri gerçek toprak organizmalarıdır. Avrupa'da saptanan toprak oligochaeta'lerine ait iki familya bulunmaktadır. Bunlar *Lumbricide* **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** veya "gerçek yer solucanları" ve *Enchytraeidae* **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** olarak tanımlanan, daha küçük saksı kurtlarıdır. Lumbrisidler, ılıman bölge dışında yer solucanlarının diğer familyalarından daha az yaygındırlar.

Yer solucanlarının diğer familyaları lumbrisidlerden daha yaygındır. Örneğin *Megascolecidae* familyası daha yaygındır. Bu canlılar esas olarak güney yarıküresi formları olup Avustralya'nın "dev" yer solucanları bu familyaya aittir.

Yer Solucanları (İng: Earthworms, Alm.: Regenwurms)

Toprakta yaşayan büyük omurgasız hayvanların en önemli grubunu oluşturan yer solucanları *Oligochaeta* takımı (Solucanlar) vasıtası ile *Annelida* (halkalı kurtlar) dalına bağlıdır.

Kuzey yarı-kürede çayır ve orman arazilerin mull **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** katmanlarında m² de yüzlerce bulunabilen bu canlılar asit podzol topraklarda yaygın olmayıp, metre karede onlar ile ifade edilebilirler. Tropik ve yarı-tropik **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** 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.

Ilıman bölge türlerinden kırmızı renkli *Lumbricus terrestris* ile açık pembe renkli *Allolobophora caliginosa* Avrupa, Doğu ve Orta ABD'de çok yaygındır. Yer solucanları ancak nemli koşullarda aktif durumda bulunabilirler. Çünkü bu canlılar salgıları için bol miktarda sıvı gereksinirler. Ayrıca hareketleri hidrostatik bir iskeletin kasılması ile sağlandığından suya gereksinim çok yüksektir. İlave olarak solunumu tüm vücut yüzeyi ile yaptıklarından, solunum için nemli bir deri gereksinimi bulunmaktadır.

Yer solucanları topraklarda omurgasız hayvanlar içinde biyokütle **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** bakımından başat kütle oluştururlar. Görece büyük canlılar olup aktif toprak işleyici özellikleri nedeniyle toprağın fizik özelliklerine etkileri vardır. Ayrıca toprağın kimyasal ve enzimatik özelliklerini etkiledikleri de saptanmıştır.

Bu canlıların vücutları kuvvetli kas yapısı olan çok sayıda (100 ile 200 adet) bölüt (segment)ten oluşmuştur (Şekil 8.6). Yutak sistemlerinde özel bir çene ve öğütücü kısım olmadığından besin maddelerini birlikte yutmuş oldukları ince taş parçacıkları yardımı ile öğütürler. Her türlü bitkisel artıklar, proteinli dokular ile beslenirlerse de, ana besin kaynakları bitki artıkları, özellikle yaprak dokusudur.

Şekil 8.6. Bazı omurgasız toprak hayvanları

Lumbricidae iki ana gruba ayrılır. Birincisi toprak yüzeyindeki organik horizontta yaşayan ve çok az mineral madde yutan gruptur. İkinci grubu ise, esas olarak mineral topraklarda yaşayanlar oluşturur. Bu ikinci grup üyeleri beslenme veya toprağı kazma sırasında, önemli düzeyde mineral maddeyi sindirim sistemlerinden geçirirler. Bu grup üyeleri yaşamlarının tümünü toprak içinde kendi açtıkları kanallarda sürdürürler. Yer yüzüne çoğunlukla geceleri yağmurlu dönemlerde gündüzleri çıkarak, organik besinlerden yararlanırlar. Bazı lumbricidler hem yüzeyde, hem de mineral parçacıklarla beslenirler. Yaygın bir Avrupa türü olan *Lumbricus terrestris* uygun olmayan yüzey koşullarında bir kaç metreye ulaşan kanallar oluşturabilir. Ancak lumbricidlerin çoğu bir kaç santimetreden daha derin tünel açmazlar.

Yer solucanları hem ayrışmakta olan bitki materyali, hem de mineral maddeleri sindirim sistemlerine alarak öğütür ve yararlanmadıkları kısımları dışkı halinde toprağı bırakırlar. Yumurta şeklinde toprağı bırakılan bu dışkılar kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından önemlidir.

Bu özel şekilli dışkıların normal topraktan daha fazla suya dayanıklı agregat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** özelliğı göstermesi yanında yarayışlı besin maddesi kapsamı ve enzim **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** aktivitesi düzeyi bakımından orjinal topraktan önemli düzeyde zengin olduğı gözlenmiştir. Benzer şekilde bu dışkılardaki mikrobiyal populasyon **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, çevrelerindeki topraktan fazla bulunmaktadır. Bunun nedeni yeni bırakılan dışkıların amonyak **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve kısmen özümlemiş organik madde bakımından zengin olması ve mikrobiyal hücumu maruz kalmasıdır. Yer solucanları bir gün içinde ağırlıklarının iki katı kadar dışkı oluşturmaktadır. Yapılan tahminlere göre yer solucanlarının sindirim sisteminden bir yıl içinde geçen ve tekrar toprağı bırakılan orjinal toprak miktarı 10 ile 90 ton ha⁻¹ düzeyinde olabilmektedir.

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. Bu şekilde pekiştirilmiş bu kanal çeperleri ayrıca yarayışlı N, P, K ve Ca bakımından zenginleşmektedir. Bitki kökleri gelişmesi sırasında bu kanalları takip etmekte ve bu besin maddelerinden yararlanmaktadırlar. Görüldüğü gibi bu canlılar topraktaki ayrışmamış organik maddelerin ayrışma süreçlerinde hızlandırıcı ve mikrobiyal aktiviteyi geliştirici bir rol oynamaktadırlar. Bu canlıların sindirim sistemleri, organik maddenin ayrışması için iki önemli enzimi içermektedir. Bunlar selüloz **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ayrışmasında etken olan **selülaz** ve kitin **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ayrışmasını sağlayan **kitinaz** enzimleridir.

Yer solucanları faunasının yaşam yoğunluğu ve çeşitliliğı toprakta bulunan organik maddelere, nem ve diğere bazı toprak koşullarına bağlıdır. Orman ve çayır topraklarında biyokütleleri 100-258 gm⁻² düzeyinde bulunur. Tarla topraklarında az bulunmalarına karşın, organik gübre ilavesi önemli biyokütle **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** artışına neden olmaktadır. Yer solucanı türleri özel biyotop **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** gereksinimlidirler. Örneğın *Dendrobaena octaedra* ve *bimastus eiseni* yalnızca üst organik toprak horizontunda bulunmasına karşın, *Octolasion cyaneum* ve *Allobophora caliginosa* mineral toprakları seçmektedirler. Dünyaca yaygın bir tür olan *Lumbriscus terrestris* toprak yüzeyine çıkarak yaprak ve benzeri organik maddeleri toprak içindeki kanallara taşır. Yedi metreye ulaşan derinlikte kanallar açan bu tür, toprak özelliklerini kuvvetli bir şekilde etkileyebilir. Özellikle lös **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** topraklarda Lumbricidae'nin aktivitesi yıllık sıcaklık ve nem dalgalanmalarından kuvvetle etkilenir. Üst toprağın 12-16 °C sıcaklıkta olması *L. terrestris* için optimal **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** olup, sıcaklığın

28 °C dereceye çıkması öldürücü etki yapar. İlkbahar ve sonbahar dönemleri sıcaklık, nem ve organik madde koşulları ile en uygun yaşam dönemlerini oluşturur. Yaz sıcakları ve kışın ekstrem şartlarında toprak derinliklerine çekilerek küme oluştururlar. Yer solucanları doğal ekosistemlerde madde döngüsü ve toprak oluşumu bakımından bir çok öneme sahip canlılardır. Bir dekarlık bir alanda bu canlıların vücutlarından geçen toprak miktarı yılda üçbin beşyüz kilogram düzeyindedir. Solucanların vücutlarından geçerken sindirim enzimleri ve öğütücü hareketlerin etkilerine yalnızca besin olarak hizmet eden organik maddeler değil, onlarla birlikte mineral bileşiklerde uğrar. Yer solucanları dışkı kümelerinin yakınındaki sık çayır vejetasyonu, bu bölgede besin maddelerinin yararışlılığının arttığını göstermektedir. Bu olayda azot en büyük etkiyi oluşturmaktadır. Analizler dışkı yumrularının yarı ayrışmış organik madde, toplam azot, nitrat**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** azotu, değışebilir kalsiyum ve magnezyum, yararışlı fosfor, pH düzeyi, baz doygunluk yüzdesi ve değışim kapasitesi ile enzim**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** aktivitelerinin, orjinal topraktan daha yüksek bulunduğunu göstermektedir.

Yer solucanları toprak oluşumunda da önemli rol oynamaktadırlar. **Wollny (1980)**'nin çalışmalarına göre, yer solucanları toprak strüktürü ve fiziksel özelliklerini-porozite, su iletimi, havalanma ve su tutma kapasitesini-olumlu etkilemektedir. Bu fiziksel ve kimyasal koşulların iyileştirilmesi nedeniyle toprak verimliliğı üzerine çok önemli etkileri bulunmaktadır. Yer solucanlarının toprakta açtıkları kanal sistemleri küçümsenemeyecek kadar önemlidir. Yonca örtüsü altındaki topraklarda bir hektar alanda çapları 1-6 mm arasında değışen 15 milyona yakın kanal oluşturdukları ve bunun öncelikle havalanma ve drenaj üzerine çok olumlu etki yaptığı **Wysozic** tarafından bildirilmektedir. Bu şekilde oluşturulan kanalların toplam hacminin toprak kütlesi hacminin %'ine ulaştığı ve bir hektarlık toprağın 1 metre derinlikteki kısmında kanalların toplam hacminin 94.3 m³ olduğu hesaplanmıştır.

8.4. Saksı Kurtları (Enchyraeidae)

Saksı kurtları bir ile beş milimetre uzunlukta, küçük, beyaz oligochaete canlılar olup, topraklarda çok sayıda bulunurlar. Bu organizmalar toprakta üniform şekilde dağılmayıp genellikle gruplar halinde bulunurlar. Habitat tercihleri yaprak döküntü katmanı veya toprakların yüzey kısımlarıdır. Kurumaya karşı çok duyarlı olan bu canlılar, genellikle nemli ılıman iklimlerde fazlaca bulunurlar. Maksimum sayıları organik maddece zengin asit topraklarda gözlenmektedir. Bu gibi yerlerde 10⁵m⁻² düzeyinde populasyon**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluştururlar. Gözenekleri dar olan tınlı topraklarda sayıları metrekarede 30'a kadar azalır. Bu canlılar enzim**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** salgılamadıklarından dolayı, karmaşık bitkisel polisakkaritleri özümleyemezler. Bu nedenden dolayı organik maddenin kimyasal ayrışması ile fazla ilgili değildirler. Besin olarak bakteri**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, protozoalar, polenler ve diğere toprak hayvanlarının artıkları kullanılır. Bu organizmaların nematodlardan kaynaklanan parazitik zararları önlediğı belirlenmiştir. Örneğın nematod**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** zararına uğrayan çilek bitkilerinin ortamına enchytraeid verilmesi ile zararın önlediğı görülmüştür. Bu canlıların diğere bir ekolojik rolleri, yer solucanlarına benzer şekilde suya dayanıklı agregatlar oluşturmaları ve ayrıca toprak mikroflorasının aktivitesinin uyarılmasına etkide bulunmalarıdır.

8.5. Yumuşakçalar (Mollusca)

Yumuşakçalar esas olarak akvatik canlılardır. Bir çok karasal formları bulunmakla birlikte, çeşitlilik bakımından akvatik türler kadar zengin değildir.

Karasal yumuşakçalar *Mollusca filum*'unun *Gastropoda* sınıfının *Pulmonata* Hata! Yer işareti tanımlanmamış. (**akciğerli salyangozlar**) takımına aittirler. Karasal pulmonata takımından iki grup bulunmaktadır. Bunlar sümüklü böcekler ve salyangozlardır. Bu canlılar mikro-çevresel değişimlere karşı çok duyarlı olup, topraktaki dağılımları üniform değildir. Populasyon yoğunlukları genel olarak 10-20 adet m⁻² olup çok uygun koşullarda 50 adet m⁻² düzeyine ulaşabilir.

Karasal yumuşakçaların besinleri çok değişiklik gösterir. Birçokları canlı bitki materyali ile, bir kısmı da çürümekte olan bitkisel kalıntılar ile beslenirler. Ayrıca mantar Hata! Yer işareti tanımlanmamış., liken Hata! Yer işareti tanımlanmamış. ve algler ile beslenen bir çok türü de bulunmaktadır. Etobur olan bazı türler ise yer solucanı ve diğer yumuşakçalar ile beslenirler. Omnivor Hata! Yer işareti tanımlanmamış. (hem ot hem de et ile beslenen) olan bir kaç tür de bilinmektedir. Bu organizmaların çoğu yüzey vejetasyonu ile beslenmeden sonra toprak içine girerek organik maddenin toprak içine karışmasında rol oynarlar.

Bir kısım yumuşakçalar selülozu ayrıştırma yeteneğinde olan **selülaz** enzimi salgırlar.

Çeşitli organik döküntü katmanlarının önemli bir kısmı yumuşakçalar tarafından öğütülerek işlenir. Yumuşakçalar ayrıca yer solucanları gibi mukoprotein üreterek suya dayanıklı toprak agregatlarının oluşmasında etkili olurlar. Ayrıca toprak oluşumunda bu canlıların dolaylı katkısı olduğu belirtilmektedir. Kurak havalarda kaya çatlaklarına sığınan yumuşakçaların salgıları burada kalmakta ve daha sonra bu salgıların besin içeriği, yosun türünden ilkel bitkilerin gelişmesine yardımcı olmakta ve biyolojik ayrışma süreçleri hız kazanmaktadır.

8.6. Eklem Bacaklılar (*Arthropoda* Hata! Yer işareti tanımlanmamış.)

Arthropoda (eklem bacaklılar) filumu altında beş ayrı sınıfa dağılmış çok zengin bir tür bileşimi bulunmaktadır. Bu gruba giren canlılar toprakta yaşayan diğer meso ve makro fauna Hata! Yer işareti tanımlanmamış. gruplarından tür ve populasyon Hata! Yer işareti tanımlanmamış. olarak başat durumdadırlar. Çok değişik habitat Hata! Yer işareti tanımlanmamış. tercihleri olan bu canlıların bilinen 800.000 türü bulunmaktadır. Bu canlıların vücutları baş, göğüs ve karın olmak üzere üç bölüm içerir. Deri zaman zaman atılan kitin Hata! Yer işareti tanımlanmamış. bir örtü ile kaplıdır ve gelişmiş petek gözlere sahiptirler. Aynı eşey gösterirler. Eklem bacaklılar, **ilkel eklem bacaklılar** (*Paraarthropoda* Hata! Yer işareti tanımlanmamış.) ve **gerçek eklem bacaklılar** (*Euarthropoda* Hata! Yer işareti tanımlanmamış.) olmak üzere iki dala ayrılırlar. İlkel eklem bacaklılardan önemli türler *Onychophora*, *Tartigrada* ve *Pentastomida* sayılabilir. Bunlardan toprak biyolojisi bakımından ilk ikisi nispeten önemlidir.

Onychophora Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

Vücut yapısı Annelidler ile Arthropod arası bir geçit formudur. Onbeş cm büyüklükte olabilen bu canlılar yaşamını etçil olarak sürdürür. Onüç ile kırküç çift arasında eklemsiz ayak ile hareket eder. Nemli-havalı ortamları seven bir canlı olup, yaprak döküntü katmanında veya hümfikasyona uğramış vejetasyon Hata! Yer işareti tanımlanmamış. kalıntıları altında yaşar. Tanınmış bir cinsi *Peripatus* 'tur.

Tartigrada Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

Çoğunlukla 1 mm 'den küçük (0.1-1mm) olan bu ilkel-eklem bacaklılar ağız, baş oluşumu ve dolaşım özellikleri bakımından arthropodların tipik özelliklerinden yoksun olup, kutikula kitinden olmayıp albüminli maddelerden yapılmıştır. Bu canlılar toprak katmanları içinde boşluklar sisteminde bulunurlar. Kapillar su düzeyi bu canlılar için önemlidir. İyi havalandırılan topraklarda daha derin katlara kadar yayılırlar. Toprakta bakteri **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, algler ve organik birikintiler yanında ölü veya canlı nematod **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve rotatorlar ile beslenirler. Bitki öz suyu ile beslenen türleri de gözlenmiştir. Bu canlılar minyatür ayıcıklara benzetilmektedir, zira dört çift körelmiş bacakları ve yapısal özellikleri ile almanca ayı hayvancıkları anlamına gelen *Baertierchen* isminin verilmesine neden olmuştur. Genel olarak suyu seven (esasen akvatik) canlılar olmalarına karşın susuzluğa dayanıklı formları da bulunmaktadır.

Tartigrad yaşam ortamı ve toprak tipleri

Bu canlıların yoğun olduğu topraklar protorendzina ve protorankerler olup yayla ve çayır vejetasyonu, orman çevresi, liken **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve yosun gibi ilkel vejetasyon **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** örtüleri, bu canlıların yaşamı için uygundur. Tarla topraklarının işlenmesi nedeniyle tarla toprakları çok uygun koşullar sağlamaz. Fakat buna rağmen tarla topraklarında tartigradların tümüyle bulunmadığını belirtmek yanlıştır. Tartigradlar 5.9 civarındaki reaksiyon koşullarını optimum gelişme için tercih ederler. Çayır topraklarında üst 5 cm lik kısımda fazlaca bulunurlar (300.000 adet m⁻²).

Bu canlılar organik maddenin fiziksel ayrışmasında etkili olmakta ve 350 kg ha⁻¹ yıl⁻¹ düzeyinde humus **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluşumunda aktivite göstermektedirler. Önemli türler: *Echiniscus*, *Macrobiotus* ve *Hypsibius*'tur.

8.7. Gerçek Eklem Bacaklılar (Euarthropoda)

Bu dal altında bir çok değişik takımdan omurgasızlar yer alır. Çeşitli kabuklular, çok ayaklılar, kanatlı ve kanatsız böcekler ve örümcekler bu filumdadır. Toprakta sürekli veya yaşam döngülerinin bir kısmını geçiren 12 kadar alt sınıf üyesi gerçek eklem bacaklılar içinde yer alır.

Isopoda **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Kelime anlamı "eş ayaklılar" olarak tanımlanabilecek bu organizmalar eklem bacaklı hayvanlardan euarthropoda alt dalının kabuklular (*Crustacea*) sınıfına giren bir takımı olup daha ziyade tatlı ve tuzlu su çevrelerinin canlılarıdır. Ancak karasal ekosisteme adapte olmuş bazı türleri bulunmaktadır. Bunlar nemli çevreleri, özellikle su etkisi altındaki ormanlık bölgeleri (Auwald) habitat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** olarak kullanırlar. Karasal formlar, kabukları için Ca gereksinimleri olduğundan kireçli toprakları tercih ederler. Bu gibi biyotoplarda yüzeye dökülen organik döküntülerin 1/6'sı bu canlılar tarafından işlenir.

Myriapoda **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Çok ayaklılar veya bin ayaklılar (Tausendfüßer, millipedes) olarak tanımlanan bu grup üyeleri birincil-ağızlılardan, eklem- bacaklılar (Arthropoda) dalının gerçek eklem bacaklılar (Euarthropoda) alt- dalının bir sınıfıdır (Şekil 8.7). Uzun gövdeli, bir çift duyargalı, trake solunumu yapan organizmalardır. Nemli ortamları seven kara hayvanlarıdır. **Çiyan**

Şekil 8.7. Bazı omurgasız toprak hayvanları
(*Scolopendra cingulata*) ve kırkayak (*Sulus terrestris*) iyi bilinen türleridir. Bunlardan iki grup ayırdedilebilir. Etçil chilopodlar böcek, enchytraeide ve yer solucanları ile beslenirler. Gövdeyi oluşturan segmentler 19 ile 181 arasında değişir. Bu canlıların toprakta bulunuşu toprak nemliliğine bağlıdır. Diğer önemli grubu **diplopod**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.'lar oluşturur. Bunlar genellikle yaprak döküntülerinde yaşar ve organik maddenin parçalanmasında etken olurlar. Bazı orman topraklarında bu canlıların aktivitesi ile "mullHata! Yer işareti tanımlanmamış." olarak tanımlanan organik formasyonun oluşumu önemlidir. Diplopodların bütün segmentlerinde iki çift ayak bulunur ve sayıları 13 ile 250 arasında değişir.

Diplopod ve Chilopod türlerinin her ikisinde topraklarda önemli miktarlarda bulunurlar. Diplopod türünün besin kaynağı, genel olarak çürüyen bitki artıklarıdır. Chilopodların besin kaynağı ise daha büyük toprak faunasının erginleşmemiş şekilleridir. Bazı diplopodların veya belkide tümünün selülozu sindirme yeteneği yoktur. Bu nedenle gereksindikleri şeker ve diğer basit karbonhidratları sağlamak amacı ile bitki artıklarını tüketmek durumundadırlar. Bu

özellikleri sayesinde mekanik ayrıştırıcı ve taşıyıcı fonksiyonları ile bu maddelerin toprakla karışmasını sağlayan önemli canlılardır. Hem diplopodların ve hem de chilopodların toprak altında galeriler açan türlerinin yanında, toprak üzerinde yaşayan ve beslenen türleri de bulunmaktadır.

Ortam havasının nem düzeyi her iki tür için de önemlidir. Birçoğunun kuru atmosferde vücutlarındaki su kaybını kontrol yeteneği çok azdır. Orman bölgelerdeki iyi oluşmuş mullHata! Yer işareti tanımlanmamış. tabakası veya yaprak döküntü katmanı bir çok tür için uygun ortam oluşturur.

Diplopodlar daimi bitki örtüsü içeren meralar yanında işlenen topraklarda da önemli sayılarda bulunabilirler, ancak bu durum fazlaca çiftlik gübresi verilmiş topraklarda diplopodHata! Yer işareti tanımlanmamış. sayısı bu denli yüksek olabilir. İso-podlar genellikle saprophagous veya phytophagus beslenme özelliği gösterirler, ancak bunların organik madde ayrıştırmada ve toprak yapısını değiştirmedeki etkinlikleri bilinmemektedir. Bu canlıların sindirim sistemlerinin bitki kalıntılarının hümfikasyonu için uygun bir koşul sağladığı düşünülmektedir. Yarı-çöl topraklarda, solucan faunasının aktif olmadığı yaz döneminde bu canlıların çok aktif şekilde kanallar açtığı gözlenmiştir. Bu işleme aktivitesinin, 60 ile 90 cm toprak derinliğine ulaştığı ve bir sezon boyunca 5 ton düzeyinde toprağı üst katlara taşıdıkları gözlenmiştir.

Myriapoda sınıfından diplopodların yaprak dokusu yanında çürümekte olan ağaçlardan da beslendikleri saptanmıştır. Bu canlıların besinleri kimyasal olarak nasıl ayrıştırdıkları konusunda çelişkili açıklamalar bulunmaktadır. Diplopodlardan *Glomeris marginata*'nın madde ayrıştırma gücünü tanımlamak için yapılan araştırmalara göre *Fraxinus* yaprakları bu canlıların sindirim sisteminden geçerken selülozun % 50'si sindirilmektedir. Çam türü iğne yapraklarda bu oran % 40'a azalırken, kayın kalıntılarında % 70'e çıkmaktadır. Bu miktarın birey başına 3-5 mg'lık tüketim oluşturduğu belirtilmektedir.

Çalı veya orman topraklarda diplopodların popülasyonları 100 birey m⁻² olup, toplam biyokütleri yaklaşık 0.3 gm⁻² dir. Avrupa (İngiltere) için belirtilen bu değerler ABD veya tropiklerde gözlenen büyük türler için farklıdır. Örneğin büyük türlerden *Narceus annularis*'in toplam biyokütlesi 2.86 gm⁻² dir.

Bireysel tüketim değerlerinden yararlanarak diplopodların yıl içinde 4800 kg ha⁻¹ düzeyinde *Quercus*, *Acer* veya *Carpinus* tükettikleri hesaplanmıştır. Bu nedenle diplopodların ılıman orman alanlarda organik madde kalıntılarının ayrışmasında en önemli gruplardan biri olduğu belirtilebilir. İso-podların bu bakımdan ekolojik önemleri çok daha azdır.

Arachnida

Bu sınıf altında toplanan takımlar "örümcek biçimli veya örümceğimsi" görünüşlerinden dolayı bu şekilde adlandırılmışlardır. Bu canlılar arthropodların gerçek-eklem bacaklılar alt dalının bir sınıfını oluştururlar. Vücutları başlı-göğüs (sefalotraksHata! Yer işareti tanımlanmamış.) ve karın (abdomenHata! Yer işareti tanımlanmamış.) olmak üzere iki bölümden oluşmuştur (Şekil 8.8). Sefalotraksta bir keliser (zehir çengeli), bir pedipalpusHata! Yer işareti tanımlanmamış. (duyurga veya duygu ayağı) ve sekiz yürüme bacağı vardır. Ayrı eşeyli canlılardır. Akrepler (*Scorpionidea*Hata! Yer işareti tanımlanmamış.), örümcekler (*Araneida*Hata! Yer işareti tanımlanmamış.) ve keneler (*Acarina*Hata! Yer işareti tanımlanmamış.) iyi bilinen takımlarıdır. Bu canlıların bir kısmı toprakta galeriler açarak yaşarlar.

Şekil 8.8. Bazı omurgasız toprak hayvanları
8.8. Keneler (Acarina)

Akarlar (mites) bütün toprak hayvanları içinde en çok çeşit içeren canlı grubudur. Toprakta bir kaç yüz familyasının bulunduğu bilinen bu canlıların onbin türü bulunmaktadır. Toprak akarları dört önemli takım oluştururlar. Bunlar; *Prostigmata* Hata! Yer işareti tanımlanmamış., *Mesostigmata* Hata! Yer işareti tanımlanmamış., *Astigmata* Hata! Yer işareti tanımlanmamış. ve *Cryptostigmata* Hata! Yer işareti tanımlanmamış. takımlarıdır (Şekil 8.9, 8.10, 8.11). İlk iki takımın üyeleri genellikle aktif ve predatör formlardır. *Cryptostigmata*'ların çoğu küçük ve yavaş hareket eden keneler olup, çoğunlukla döküntü katmanında beslenen organizmalardır. *Astigmata* takımı üyeleri topraklarda yaygın değildir.

Akarların toprak derinliğine ve yöreye göre çok değişik türleri bulunmaktadır. Profil içindeki dikey dağılımları incelendiğinde, toprak derinliğine bağlı olarak farklı tür bileşimi gösterirler. Buna göre üç farklı ekolojik bölge tanımlamak mümkündür.

1. Epigeal **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** (vejetatif) zon,
2. Hemiedafik **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** (yüzey toprağı ile organik katmanın birlik oluşturduğu) zon,
3. Euedafik **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** (toprağın derin, mineral katmanları) zon.

Akarların mineral toprak katmanlarında yaşayan türleri daha küçük boyutludur ve genellikle 0.2-0.5 mm büyüklükte dirler. Akarlar topraklarda muntazam bir dağılım göstermez ve gruplar halinde yaşarlar.

Akarların en fazla bulunduğu habitat **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** nemli orman topraklarıdır. Bu tür çevrelerde sayıları 100.000-400.000 m⁻² düzeyindedir. Çayır habitatlarında sayıları 30.000-150.000m⁻² düzeyine iner, tarım topraklarında genellikle daha da düşüktür.

Akarların karnivor (etçil) grupları nematod **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**, kollembol ve diğer akar türleri ile beslenirler. Bu etçil grubun yanısıra beslenmelerinde çok özellik göstermeyen ve her ayrışma kademesindeki organik maddelerle beslenen ve *Cryptostigmata* takımında yer alan *Oribatidler* (boynuzlu akarlar) bir çok toprakta çok yüksek populasyon **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluştururlar. Bu grup üyeleri tipik toprak keneleridir ve akar faunasının % 75'ini oluştururlar. Genel olarak mikroorganizmalar ve bitki artıkları ile beslendiklerinden orman vejetasyonu altındaki **moor** **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** toprakların döküntü katmanında (Ao veya L katmanı) çok yaygındır. Organik maddenin mekanik olarak

Şekil 8.9 . Toprakta yaşayan kene (acarina)lerin yaygın takımlarına örnekler.
a.Cryptostigmata, b.Astigmata,

Şekil 8.10 . Toprakta yaşayan kene (acarina)lerin yaygın takımlarına örnekler.
c.Prostigmata, d.Mesostigmata (Wallwork. 1970)

Şekil 8.11. Collembola ve avcı akarların yaşam ortamı ve vücut büyüklüğü arasındaki ilişki

ufaltılması ve bakterilerle temasının artırılmasında etkili olarak ve önemli biyokütleleri ile toprakta madde değişiminin hızlanmasında etkilidirler.

Boyutları 0.2 ile 1 mm arasında bulunan **oribatidler** özellikle nemli iğne yapraklı orman döküntüleri altında bulunurlar. Ayrıca yaprağını döken ormanlardaki yaprak örtüsü ve çayır arazilerin nemli bölgeleri de yaşamaları için uygun habitatlar oluşturur. Bu canlıların kollembollerden farkı, ham humus **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oluşumunda ve asit nitelikli ortamlarda, nötral koşullara göre daha yaygın bulunmalarıdır.

Akarların diğer bir işlevi iyi bir taşıyıcı olmalarıdır. Özellikle *Cryptostigmata* mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** sporlarının yayılması ve ayrışan organik maddenin yüzeyden daha derin toprak katlarına taşınması işlevinde oldukça aktif canlılardır.

Tarla topraklarındaki su ve humus **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** düzeyi oribatit gelişmesi için önemlidir. En büyük populasyon **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** yoğunluğu sonbahar ve kış ayları içinde görülmektedir. Yıl içinde üç generasyon ayırılmaktadır.

8.9. Böcekler (Insecta=Hexapoda Hata! Yer işareti tanımlanmamış.)

Böcekler eklembacaklılar (Arthropoda) dalının, gerçek-eklembacaklılar alt dalının bir sınıfıdır. Vücutları baş, karın, gövde olmak üzere üç bölümlüdür. Baş kısmında bir çift duyarga, üç çift ağız parçaları, petek gözler, gövdede üç çift bacak ve iki çift kanat bulunur. İlkel böceklerde kanatlar bulunmaz. Bunlarda kanatlı böceklerdeki gibi metamorfoz görülmez. Karbon devrinden beri yer yüzünde yaşamlarını sürdüren böcekler, hayvanlar aleminin en geniş

sınıfı olup, bilinen 600.000 ile 750.000 türü vardır. Böcekler kanatsız ilkel böcekler (Apterygota**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**) ve gelişmiş böcekler (Pterygota**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**) olmak üzere iki alt sınıfa ayrılır.

Kanatsız İlkel Böcekler (Apterygota)

Bu sınıf içinde tek bir takım olan kollemboller (**Collembola**) dir.

Kollemboller (springtail) büyük sayıları ve geniş coğrafik dağılımları nedeniyle en önemli toprak hayvanlarından (Şekil 8.12). Küçük, kanatsız olan bu ilkel böcekler abdominal segment(karın bölümü)lerinden çıkan bin sıçrama çatalı nedeniyle çok hareketli canlılardır.

Genellikle 0.3-5 mm boylarında olup, nadiren 6-7 mm olurlar. Üst toprak yüzeyinde ve yaprak döküntü katmanlarında yaşayan çok hareketli, gerçek toprak canlılarıdır. Beyaz, gri-yeşil, gri-kahverengi veya mavi-menekşe renklerde olabilirler. İklimle bağı olarak yılda en fazla 12 generasyon oluştururlar. Bu organizmalar özellikle gözenek bakımından zengin üst toprak horizonlarında yerleşirler. Düşük sıcaklıklara karşı fazla duyarlı değildirler.

Kollemboller donma noktasının biraz üstündeki düşük sıcaklıklarda bile aktivitelerine tamamen devam edebilirler, bu nedenle

Şekil 8.12. Bazı omurgasız toprak hayvanları

kutup bölgesi altındaki ortamlarda büyük ekolojik öneme sahiptirler. Orman ve çayır arazilerinde sayıları 40.000 birey m⁻² düzeyine ulaşabilirse de, biyokütelleri fazla değildir. Bu canlılar bitki kalıntıları, mikroorganizmalar, hayvan kalıntıları ile beslenirler. Bazı türleri ayrışmakta olan odunsu dokular üzerinde aktivite gösterir. Diğer birçok toprak hayvanında olduğu gibi, kollembollerin önemi, organik döküntülerin mekanik olarak ufalanmasına yardımcı olmalarıdır. Torf topraklarda, yer solucanları ve myriapodların eksikliğinde, organik maddenin işlenmesi bakımından büyük öneme sahiptirler. Diğer taraftan bazı türlerin bitki kotiledonlarını yiyerek zarar verdikleri de saptanmıştır. Bu nedenle kollemboller zayıf veya sekonder parazit **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** canlılar olarakta tanımlanmaktadır. Bitkilerin özellikle toprak altı kısımları bu organizmalarca yendiğinde, nematodların yapmış olduğu etki gibi, bu zararlanan kısımlardan fitopatogen **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** mikroorganizmaların bitkilere bulaşması mümkün olmaktadır.

8.10. Gelişmiş Böcekler (Pterygota)

Böcek sınıfı içinde pek çok alt sınıf ve takım yer alır. Termitler, kınkanatlılar, çift kanatlılar, pul kanatlılar ve kelebekler, karıncalar bu sınıfta yer alırlar.

Böcekler tümüyle toprağa bağlı olmayan pek çok türü içermekle birlikte, bunlar en azından yaşam döngülerinin bir kısmını toprakta geçirirler. Beslenme kaynakları çok geniş bir spektrum gösterir. Toprak formları toprağı işleme ve kanal açma aktiviteleri gösterir.

Termitler (Isoptera)

Tropik ve subtropik bölgelerde yaşayan ve toprakta yuva yapan önemli toprak canlılarıdır. Bu canlılar 1.5 m yükseklikte toprak yığınları oluşturur veya ölü ağaçlar içinde yuva oluştururlar. Termitlerde yer solucanları gibi aktif toprak işleyicisi olup, önemli miktarda toprağı sindirim sistemlerinden geçirirler. Tropik bölgelere has laterit topraklarda görülen taş sertliğindeki katmanların kırılması ve kil bakımından zengin alt toprağın üst katlara taşınması bu canlıların aktiviteleri içinde sayılabilir. Bu canlıların aktiviteleri toprağın 12 m derinliğine kadar inebilir. Bu şekilde işlenerek taşınan toprak miktarı bir yılda 1 ton ha⁻¹ düzeyindedir. Termitlerin vücutları yumuşaktır, ön ve arka kanatları eş büyüklüktedir, yarı başkalaşım gösterirler. Birlik oluşturan canlılardır, bu birlikte bir kraliçe ve üreme yeteneğinde olmayan bir çok dişi ve erkek üye bulunur. Bu canlılar yanlış bir tanımla "beyaz karıncalar" olarak tanımlanmaktadır. Güney Amerika'nın tropik **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** sahil orman bölgelerindeki biyokütelleri 130-150 kg ha⁻¹ (üst 10 cm derinlikte) düzeyinde saptanmıştır.

Termitler ile karıncalar arasında bazı benzerlikler olmasına rağmen onları ayıran pek çok özellikler bulunmaktadır. Öncelikle karıncalar termitler gibi tropik **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** subtropik yaşam kuşağı ile sınırlı dağılım göstermezler. Beslenme alışkanlıkları bakımından önemli farklılıklar gösterirler. Termitler odunsu dokuların üzerinde "mantar **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** bahçeleri (fungal gardens)" oluşturma yeteneği geliştirmişlerdir. Bu mantarlardan besin olarak yararlanırken, diğer taraftan mantarların lignin **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ayrıştırma gücü nedeniyle ağaç kalıntılarının ayrışması işlevini katalizlemiş olurlar. Termitlerin hektar başına bir yıl içinde organik madde işleme kapasiteleri diğer bütün hayvanlardan fazladır. Termitler beslenme ve aktivitelerine göre değişik sınıflara ayrılabilirler, örneğin;

i. Kuru ağaç termitleri,

Bu gruba giren üyeler çoğunluk ölü ağaçlar üzerinde yaşadıklarından toprak üzerinde doğrudan bir etki oluşturmazlar.

ii. Mantar yetiştiren termitler,

iii. Humusla beslenen termitler gibi.

Humus yiyen termitlerin toprak organik maddesi üzerindeki etkileri hakkında bilinenler fazla değildir. Bunlar humusca zengin üst toprağı sindirim sistemlerinden geçirirler. Bu canlıların yer solucanları gibi toprağı zenginleştirdikleri belirtilmektedir. Daha öncede belirtildiğı gibi toprak işleyen termitler laterit topraklara özgü "hard pan**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**" adı verilen sert tabakaları kırarak toprak gelişmesinde önemli etkiler meydana getirebilirler. Toprak derinliğı, tipi ve pH'sının termitler için fazla önemi olmadığı belirtilmektedir. Bu canlıların işledikleri topraklarda organik döküntülerin toprakla karışması yanında onların C/N**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** oranları üzerine etki yapmaktadırlar.

Termitler tarafından kullanılan bitki dokuları çok çeşitli olabilirler. *Hodotermiteae*, *Amitermitinae* ve *Nosutiterminae* canlı otsu bitkilerin parçalanması ve harmanlamasını yaparken, *Kalotermitidae*, *Mastotermitidae* tipi termitler canlı veya çürümekte olan dokuları kullanırlar.

Termitler enerjilerinin çoğunu hemiselüloz**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve selüloz**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** içeren polisakkaritlerin sindirilmesi yolu ile elde ederler. Bazı türler ise lignini özümser, bu amaçla simbiyotik yaşayan bakteri**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.** ve protozoalardan yararlanırlar. Sindirimde en önemli rolü bu canlıların bağırsaklarında yaşayan protozoalar görür. Termitlerin topraktaki humusu da kullanmaları nedeniyle humusca fakir ortamlarda toprağın organik karbon kapsamını azalttıkları saptanmıştır.

Karıncalar (FormicoidaeHata! Yer işareti tanımlanmamış., HymenopteraHata! Yer işareti tanımlanmamış.)

Karıncalar, eklembacaklılardan gerçek-eklembacaklılar alt dalının böcekler sınıfının kanatlılar alt sınıfına giren bir takımıdır. Kanatları zar gibi saydam ve az damarlı olup gelişmelerinde tüm başkalaşım vardır. Ağız parçaları ısırıcı ve emicidir. Termitlerle akraba olmamakla birlikte onlar gibi sosyal böceklerdir ve düzenli topluluk oluştururlar. Bu canlıların özellikle karışık ve iğne yapraklı ormanlarda faaliyetleri yaygındır. **Kırmızı orman karıncası (Formica rufa)** ve **Buğday karıncası (Messor semirufus)** iyi bilinen türleridir. Kırmızı orman karıncası, nüfusu 100.000 ile 500.000 arasında değişen büyük toprak üstü yuvalar oluştururlar. Bu canlılar böcekler ile beslenir ve özellikle orman zararlılarının tüketilmesinde etken olurlar. Karınca türleri, toprak altı galerilerin yapılması, toprağı gevşetme ve bir yerden diğer yerlere taşınması gibi etkiler ile de toprak için yararlı faaliyetlerde bulunurlar. Bazı zararlı etkileri de bilinmektedir, zira tohum ve ot toplayan türleri olumsuz etkiler meydana getirirler. Yarı işlenebilen kırsal alanlarda, özellikle aşırı otlatma ile vejetasyonun zayıfladığı alanlarda geriye kalan otun karıncalarca toplanması sonucu su erozyonu etkilerinin artmasında dolaylı etkileri olduğu düşünülmektedir.

Buna karşılık karıncalar çok ilginç ekolojik roller de üstlenirler. Örneğin bu canlılar yuvalarında bitki biti(**afitHata! Yer işareti tanımlanmamış.**) veya uğur böceğı yetiştirir ve bu canlıların salgıları ile beslenirler ve bu canlıları diğerlerine karşı korurlar. Karıncaların bu tür aktivite gösterenlerinin canlı bitki dokusu tüketimi üzerine yaptıkları olumsuz etki bazen orman zararlısı böcekleri avlayarak sağladıkları ürün artışından fazla olabilmektedir.

Kıncanathlılar (Coleoptera)

Bu canlılar çok gözeli hayvanlardan eklembacaklılar (Arthropoda) dalının gerçek eklem bacaklılar (Euarthropoda) alt-dalının böcekler (Insecta) sınıfının, kanatlılar (Pterygota) alt sınıfına giren bir takımını oluştururlar. Büyüklük, şekil ve renk bakımından oldukça büyük değişiklikler gösterirler (Şekil 8.13, 8.14). Orta göğüs bölütleri büyük olup, ön kanatlar elitra denilen kın şeklindeki kanat örtülerine

Şekil 8.13. Toprakta bulunan bazı yaygın Coleopter (beetle) familyalarına örnekler. *Scarabeidae*, *Pselahidae*, *Staphylinidae* (üst sıra, soldan sağa). *Elateridae*, *Carabidae*, *Silphidae* (alt sıra).

Şekil 8.14 . Bazı omurgasız toprak hayvanları.

değişmişlerdir. Zar nitelikli arka kanatlar uçmayı sağlar. Ağız parçaları çiğneyici tiptedir. Gelişmelerinde tüm başkalaşım vardır. Çok türü bulunmaktadır. **Altın böcek (*Cetonia aurata*)**, **uğur böceği (*Coccinella septempun ctata*)**, **mayıs böceği (*Melolomtha vulgaris*)** gibi. Bu canlılar ya larvalar veya gelişmiş şekillerde toprakta bulunurlar. Çoğunluğu etçil olup, bazı türleri çürümüş odunsu dokular, dışkılar ve diğer çürümüş bitki ve hayvansal dokularla beslenirler. Çoğunluk bitki zararlısı olarak aktivite gösterirler, larvaları toprakta zararlıdır.

8.11. Omurgalılar (*Vertebrata*Hata! Yer işareti tanımlanmamış.)

Çok gelişmiş hayvanları içeren geniş bir gruptur. Tropik bölgelerde çokça bulunan amfibiyumlar (*Gymnophiona*) sınıfının en ilkel yapıları türlerini içerir. Islak topraklarda kazdıkları çukurlarda yaşar, böcek ve yer solucanları ile beslenirler. Yeraltında yuva yapan pek çok gelişmiş hayvan, açtıkları galeriler ve toprağı karıştırmaları nedeniyle havalanma ve besin maddesi karışımına katkıda bulunurlarsa da, beslenme gereksinimlerinden dolayı kültür bitkilerine zarar verirler, bunun yanında yararlı toprak faunasını azaltırlar. Örneğin köstebekler normal bir populasyonHata! Yer işareti tanımlanmamış. dağılımında (10 birey ha⁻¹) yer solucanlarının 1/20'sini yok ederler. Diğer kemirgenlerde kültür topraklarında zararlı canlılar olup, tarımsal koruma çalışmalarında önemli yer alan canlılardır.

