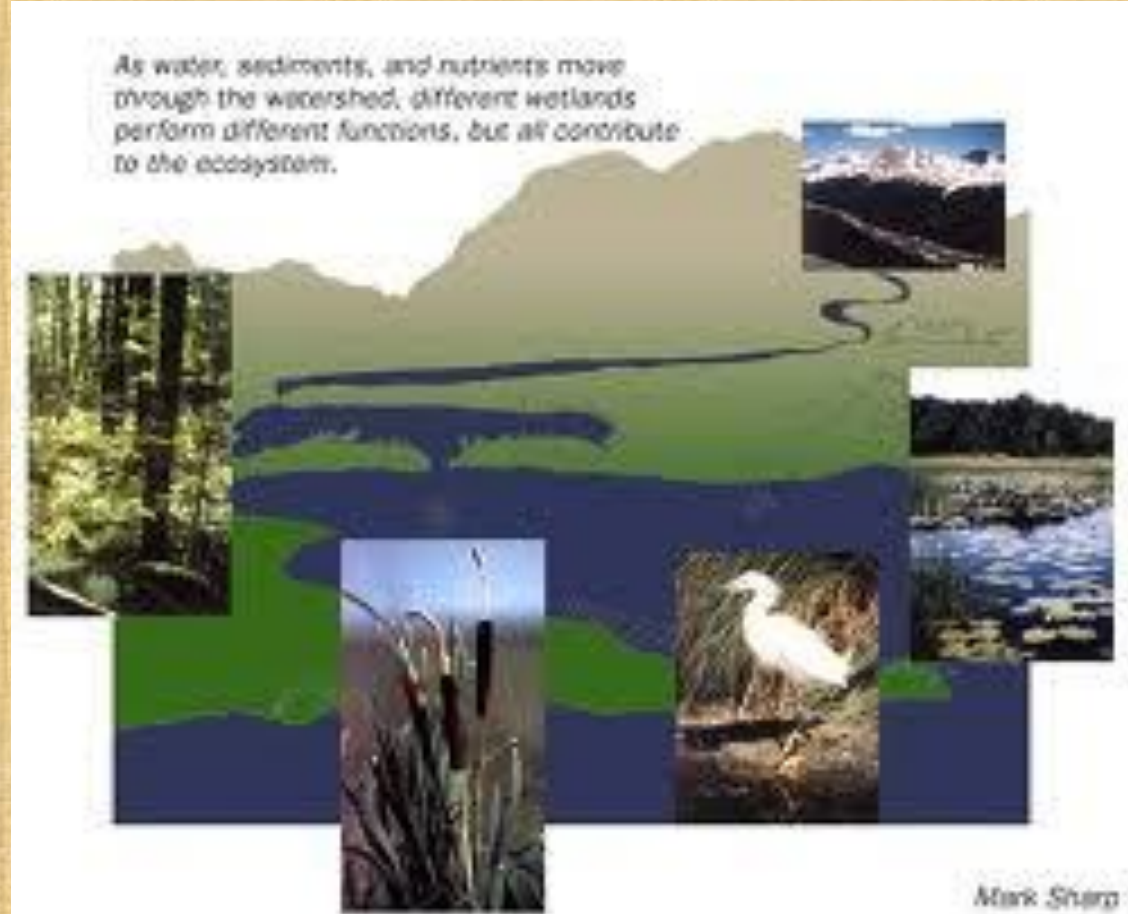


4. TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE ORGANİK MADDE

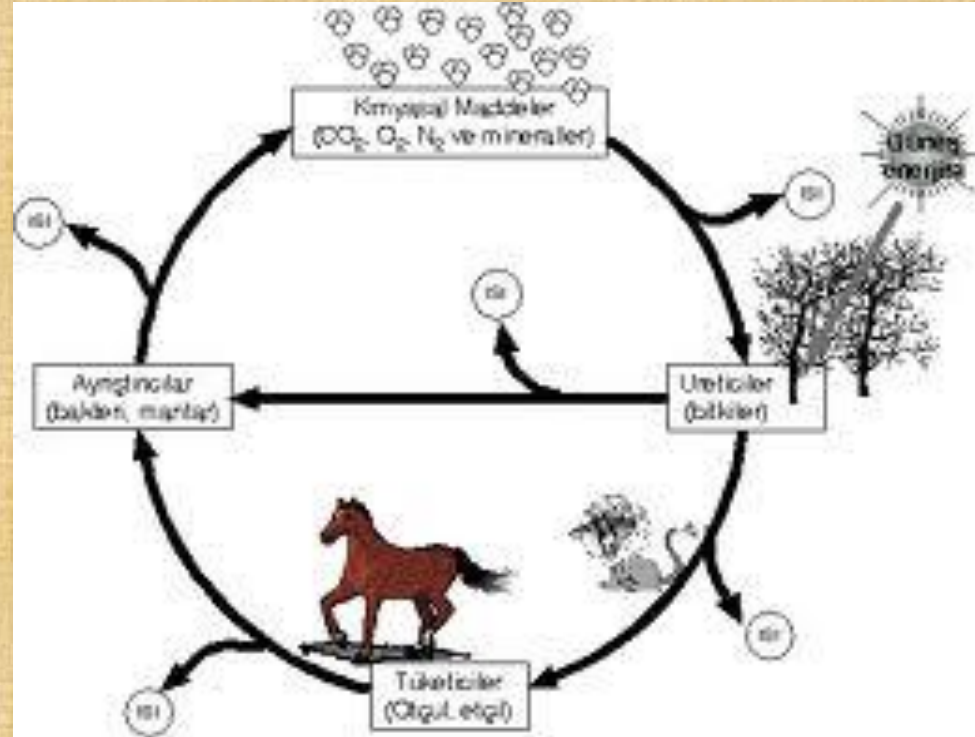
4.1. Toprak Ekolojisi

Toprak sayılamayacak kadar çeşitli bitki, hayvan ve mikro-canlının yaşam yeri olduğu için bu canlıların bir arada ve birbirleriyle etkileşim içindeki yaşam ve ilişkileri de o düzeyde karmaşık, değişik ve ilginçtir. İşte topraktaki tüm canlıların toprak-çevre koşulları içindeki ilişkilerini konu edinen bilim dalına **Toprak Ekolojisi** denilmektedir.

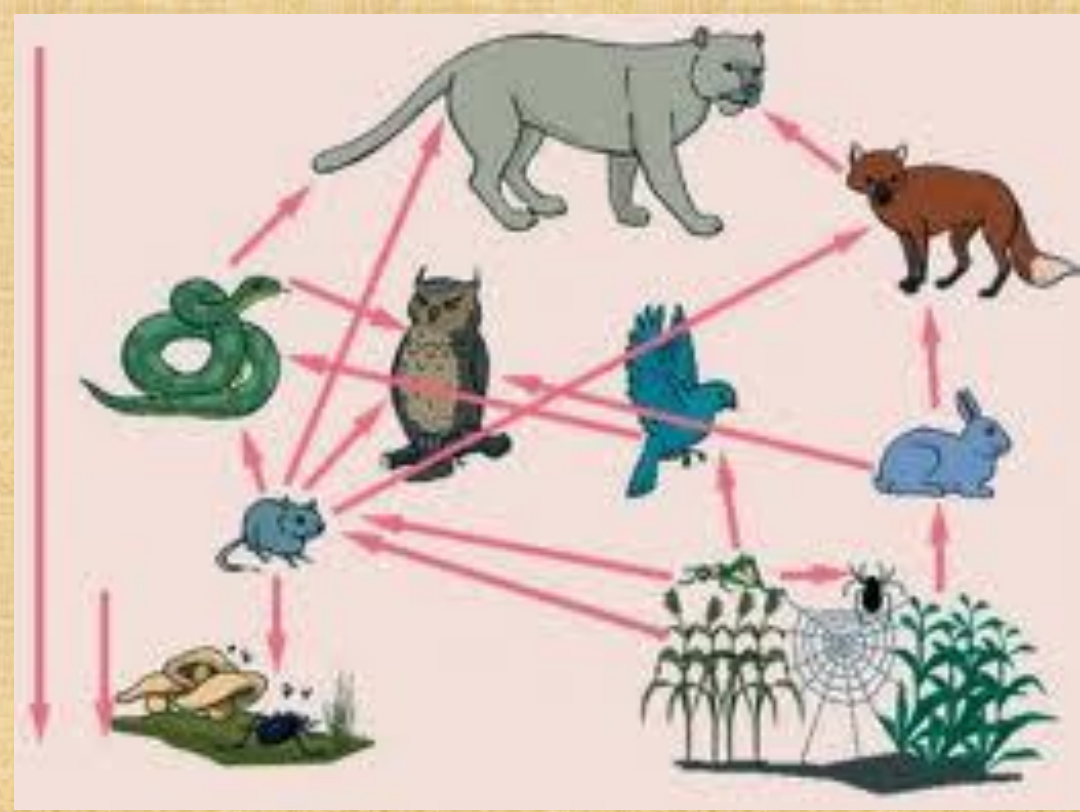


Başlıca Üreticiler ve Tüketiciler: Ekosistem içerisinde birincil üreticileri güneş enerjisinden yararlanarak havanın CO_2 'ini fotosentez ile organik maddeye çeviren-bitkiler oluşturmaktadır. Bitkilerin toprak üstü kısımları sonuçta tekrar toprağa dönmek suretiyle, toprak altı kök ve yumruları ise doğrudan doğruya, toprak içindeki canlıların (tüketicilerin) enerji kaynağını oluşturmaktadırlar.

Tüketici olarak nitelendirilen canlılar grubunun asıl önemli işlevi, parçalayıcı-ayrıştırıcı olarak bitki besin elementlerinin döngüsünü sağlamalarıdır. Harcanan yaklaşık 10 birim bitkisel organik maddeye karşılık 1 birim hayvansal organik madde üretilmekte; aradaki fark hayvanın enerji kaynağı olarak kullanılıp sonra CO_2 şeklinde tekrar atmosfere dönmektedir.



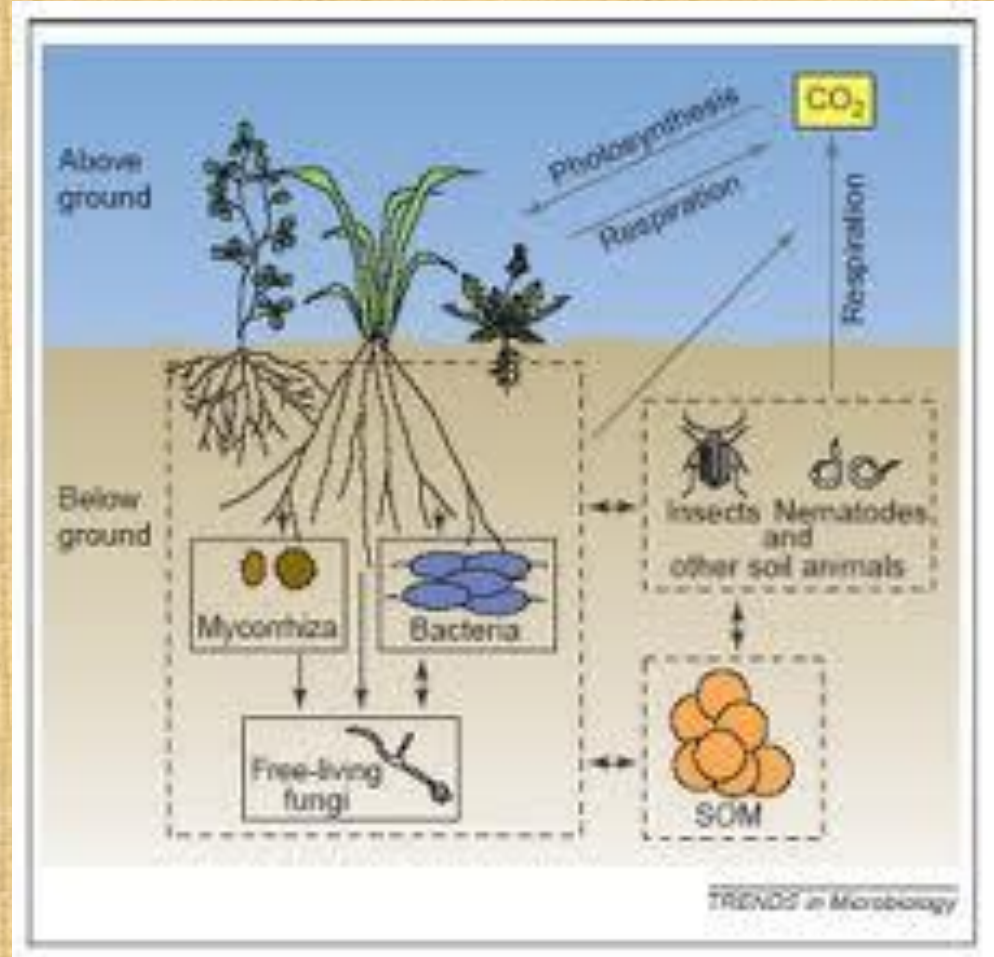
Doğada belirli inorganik çevreleri ve yaşam kaynakları ile uyum içerisinde, kendi kendilerine yeterli birçok canlı toplulukları bulunmaktadır. Bu toplulukların her birine ekosistem denilmektedir. Her ekosistemin kendine özgü canlı topluluğu ve sürekli bir enerji (besin) döngüsünü sağlayacak doğal kaynakları vardır.



Karbondan yararlanma şekillerine göre iki ayrı canlı grubu bulunmaktadır: Birincisi ototrof olanlar (Üreticiler-inorganik karbonu enerji kaynağı olarak kullananlar); ikincisi heterotrof olanlar (Tüketiciler-enerji kaynağı olarak organik karbonu kullanan canlılar) dır. Güneş enerjisi ise tüm sistemin toplam enerjisini sağlayan başlıca enerji kaynağıdır.

Mikro-canlıların Önemi: Toprak içerisinde her türlü bitkisel ve hayvansal artığın parçalanması ve ayrışmasında mikro-canlıların önemi büyüktür. Mikro-canlılar çoğunlukla tek hücreli ve mikroskopik büyüklükteki canlılardır. Mikro-canlılar yer yüzeyindeki en ilkel yaşamın bireyleridir. Bitkiler ve hayvanlar ortaya çıkmadan önce enerji ve besin döngüsü mikro-canlılar tarafından yapılmaktaydı.

En önemli özellikleri organik maddeyi hücre dışında sindirebilecek enzim salgılamalarıdır. Salgıladıkları enzimlerin hücre dışında çözünebilir duruma getirdiği besin maddelerini kolaylıkla absorbe ederek enerjilerini sağlamaktadırlar.



Kılcal kök (kök tüyü) düzeyinde bitki ile mikro-canlılar arasında benzerlik vardır. Her ikisi de aynı toprak çözeltisinden aynı elementleri almak için rekabet halindedirler. Su alımı için her ikisi de aynı toprak suyu gerilimini karşılamak durumundadır. Tuzlar her ikisine de aynı kısıtlayıcı etkiyi göstermektedir.



Mikro-canlılar bitki besin elementleri yönünden bitkilerle rekabet halinde bulunmakla birlikte parçalayıcı-ayrıştırıcı özellikleri (enzim salgılamaları) nedeniyle bitkiye doğrudan yararlı olmayan organik artıkları (yaşamları sonunda toprağa geri vererek) yarayışlı duruma getirmektedirler.

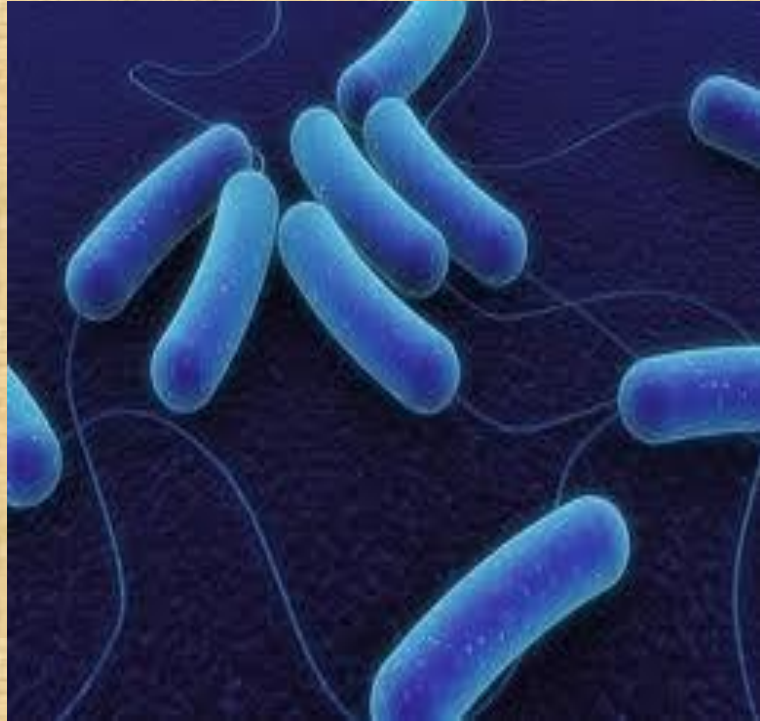


4.1.1. Toprak Mikro-canlıları

1. Bakteriler: En çok bulunan toprak canlılarıdır.

Bir gram toprakta 1 milyar bakteri bulunabilir.

Genellikle çubuk şeklinde; 1 mikron çapında, birkaç mikron boyunda tek hücreli canlılardır (1 mikron= 10^{-3} mm). Bir hektar arazide canlı ağırlıkları 2000 kg'a ulaşabilir.



Karbon kullanımına göre bakteriler iki gruba ayrılır: Heterotrofik ve ototrofik bakteriler. Heterotroflar, organik artıkların parçalanıp ayrışmasında önemli rol oynarken, ototroflar enerjilerini bazı önemli bitki besin elementlerinin sentezinden sağlarlar. Örneğin, nitrit ve nitrat oluşturan bakteriler, kükürt ve demiri oksitleyen bakteriler, hidrojen ve hidrojenli bileşikleri enerji kaynağı olarak kullanan bakteriler gibi.

Oksijene gereksinimlerine göre de bakteriler; **aeroblar**, **fakültatif aeroblar** ve **anaeroblar** olarak üç kısma ayrılabilir. Aeroblar yaşam için oksijene mutlak gerek duyarken, fakültatif aeroblar hem oksijen ortamında hem oksijensiz ortamda yaşayabilirler. Anaeroblar ise oksijen bulunmayan ortamda yaşarlar.

Besin gereksinimlerine ve yaşam alanının çevre koşullarına göre de büyük farklılıklar gösterirler. Bu nedenle belirli bir yerde bulunan bakterilerin cins ve miktarları ortam şartlarına ve besin elementlerinin miktarlarına bağlıdır.

Çoğalmaları geometrik artış şeklinde olup yirmi dakikada bir bölünme ile çoğalabilirler. Bir hesaplama yapmak gerekirse, tek bir bakteriden (saatte bir bölünerek çoğalma ile) 1 günde 17 milyon bakteri üreyebilir ve 6 gün sonra bu bakterilerin ağırlıkları dünyanın toplam kitlesine eşit olabilir. Doğal olarak, bu şekildeki bir çoğalmayı besin kaynaklarının sınırlılığı engellemektedir. Koşullar zorlaşınca bazı bakteriler spor üretebilir ve sporlar hava kuru toprakta bile yıllarca canlılıklarını koruyarak bekleyebilirler.

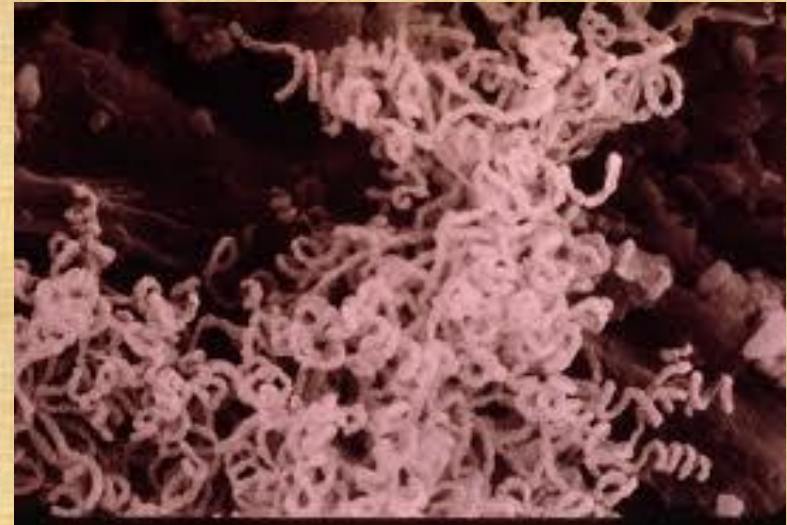
2. Mantarlar: Mantarlar en etkin lignin parçalayıcı mikro-canlılardır. Tek hücreliden şapkalı mantarlara kadar çok değişik büyüklük ve şekillerde olabilirler. Temel özellikleri heterotrof oluşlarıdır. Tipik olarak, sporelerden iplik görünümünde (hypha) bir yapıya ve ipliklerin bir araya gelmesiyle yumak (mycelium) şeklinde bir yapıya ulaşırlar. İpliklerin çapı yaklaşık 5 mikron kadardır. Bakteriden üstün olarak mantarlar, organik artıkların içine iplikler ile girerek parçalanmayı etkinlikle sürdürebilirler. Bir gram topraktaki sayılarını tahmin etmek zordur. Ancak, ipliklerin uzunluğu 1 gram toprakta 10-100 metreyi bulabilir. Mantarlar, toprak mikro-canlıları olarak önemlidir; ancak, asit koşullara dayanıklılıkları nedeniyle asit orman topraklarında ayrıştırıcı parçalayıcı olarak daha büyük önem kazanmaktadırlar.



3. Aktinomisetler (Mantara Benzer

Bakteriler): Şekil olarak bakteri ve mantar arası bir görünümde dirler. Çubuk mantarlar veya iplik bakteriler denmesinin nedeni budur. Bakterilere, aynı hücre yapısına ve çaplarına sahip olmaları; mantarlara ise ipliksi-yumağımsı bir görünüm kazanmalarıyla benzerler.

Toprakta bol miktarda ve oldukça yaygın olarak bulunurlar. Ağırlık olarak birim alanda bakterilerden daha fazla olabilirler. Ancak, kural olarak mantarlardan daha az bulunmaktadırlar.



4. Algler (Klorofilli Mikrocanlılar):

Algler Şekil ve büyüklük yönünden bakterilerin 5-10 kat byg tek hcreliden, metrelerce uzunluğunda deniz otlarına kadar değişiklik gösterirler. Sulardaki bitki toplulukları içinde önemli bir yer tutarken toprakta pek önemleri yoktur. Nem ve iŐık koşulları elverişli olduğunda toprak yüzeyinde bol bulunabilirler.



Toprakta bulunan algler; **Mavi- Yeşil algler**, **Yeşil algler** ve **Diatomlar** olarak üçe ayrılmaktadır. Mavi-Yeşiller toprakta en çok bulunan alglerdir ve toprağın organik madde içeriğine katkıları olduğu söylenebilir. Bazı algler mantarlarla bir arada yaşayarak likenleri oluştururlar. Kayaçların ayrışmasında ve toprak oluşumunda likenlerin de etkisinin bulunduğu daha önce açıklanmıştı. Bazı algler atmosfer azotunu bağlayarak yararlı olabilirler. Örneğin, çeltik tarlalarında alglerin bağladığı azotun çeltik üretiminde etkili olduğu saptanmıştır.



5. Protozoalar (Suda Yaşayan Mikrocanlılar): Çok değişik şekillerde bulunabilirler. Toprak parçacıklarını saran su zarının içinde yaşarlar ve bu durumlarıyla suda yaşayan canlılar (aquatik) gibidirler. Toprak kuruyunca veya koşullar zorlaşınca, protozoalar kist yaparlar, ortam elverişli olunca tekrar hareketlenirler. Daha çok bakterileri yiyerek beslenirler. Sayıları çok olmasına karşın organik maddenin parçalanıp ayrışmasında pek etkinlikleri yoktur.



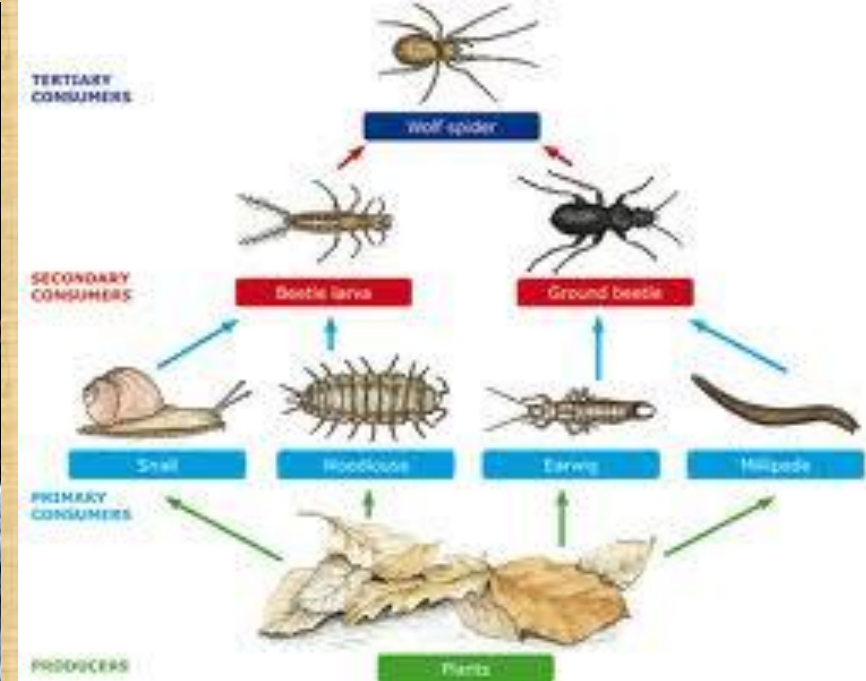
Mikro-canlıların Toprak Profili Boyunca Dağılımları:

Genel olarak toprak yüzeyinde canlılık en fazladır. A-horizonunun organik artıklar yönünden zengin oluşu nedeniyle en çok mikro-canlı A-horizonunda bulunur.



4.1.2. Toprak Hayvanları

Toprak hayvanları genel olarak tüketicilerdir ve bu tüketim sırasında organik maddenin ayrışıp parçalanmasında önemli rolleri vardır. Doğrudan bitki artıkları ve bitkilerin toprak altı kısımlarıyla beslenenler birincil hayvan gruplarını oluştururken, birincileri yiyerek beslenenler ikincileri oluşturmaktadır. Doğal yaşam zinciri içerisinde her bir hayvan grubu bir diğerinin avı olmakta, enerji için harcanan organik materyalden arta kalan tekrar toprağa dönmektedir.



Toprakta Önemli Parçalayıcı Ve Ayrıştırıcı Hayvanlar

1. **Nematodlar (İplik Solucanları):** Milimetrik düzeyde kurtçuklardır. Kıl kurt da denilebilir. Genel olarak parazit yaşarlar.

Besinlerini sağlama şekillerine göre üçe ayrılabilirler:

- Çürümüş organik artıklarla beslenenler,
- Diğer nematodları, solucanları, bakterileri, protozoaları yiyerek beslenenler,
- Bitki kök ve yumruları içine yerleşip beslenenler.

Domates, fasulye, havuç, yonca, çayır otları ve süs bitkilerinin kökleri içine girerek hücre özsuyunu emerler. Bunların açtıkları yaralardan diğer parazitler de girebilir. Bitki kökleri savunma için urlar oluştururlar. Nematodlar toprak kuruyunca kist oluşturur ve koşulların uygun olmasını beklerler.



2. Solucanlar: Birkaç değişik cinsi olup, toprakta bol bulunurlar. Yeterli nem, bol organik artık ve kalsiyum bulunduğunda çok iyi gelişip çoğalırlar. Bu nedenle asit topraklardan hoşlanmazlar ve az bulunurlar. Yapılan hesaplamalara göre bir hektar alanda 200-1000 kg kadar bulunabilirler.



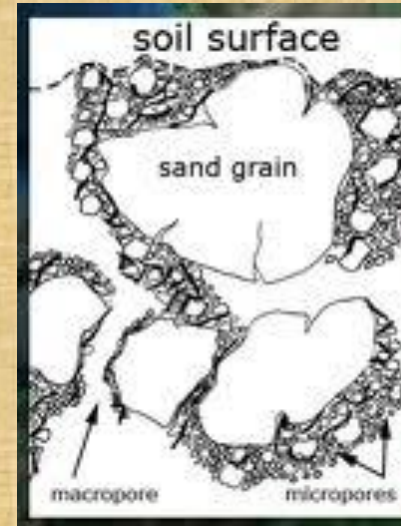
Toprakta organik artıkların parçalanması yanında, toprak içinde açtıkları kanallarla havalanmayı ve su hareketini kolaylaştırır, vücutları içine aldıkları toprak parçacıklarını çeşitli salgılarla birleştirerek agregatlaşmayı da sağlarlar.



Genel olarak doygun topraklardan hoşlanmazlar ve yağışlardan sonra toprak yüzeyine çıkarlar. Ultraviyole ışınlarına karşı hassas oldukları için güneşten korunamazlarsa kısa zamanda ölürlür. Sonbaharda tarla toprakları hızla soğuyup donduğunda, solucanlar daha sıcak derinliklere inmeye zaman bulamazlar ve ölürlür. Buna karşın, orman topraklarında sıcaklık değişimi daha yavaş olduğu için derinlere kaçabilirler.



Solucanlar toprağı alt-üst etmede (karıştırmada) çok etkindirler. Darwin'in solucanlarla ilgili oldukça yoğun çalışmaları sonucunda 1 yılda dekada 500-700 kg toprağı alt katmanlardan üst katmanlara taşıyabildikleri saptanmıştır. Başka araştırmacılar bazı koşullar altında 10 ton/dekar kadar toprağı alt üst ettiklerini hesaplamışlardır. Bu durum, toprakların havalanmasına olanak sağlamaktadır.



3. Diğer Toprak Hayvanları:

Kanatsız ilkel böcekler, akarlar, kırkayaklar, çıyanlar, örümcekler, kın kanatlılar, böcekler, fareler ve köstebekler gibi diğer toprak hayvanları da toprak içindeki organik artıkların parçalanması ve ayrıştırılmasında önemli görevler yapmakta, böylece topraktan alınıp bitki yapısına geçen bitki besin elementlerinin tekrar açığa çıkıp toprağa verilmesini sağlamaktadırlar.

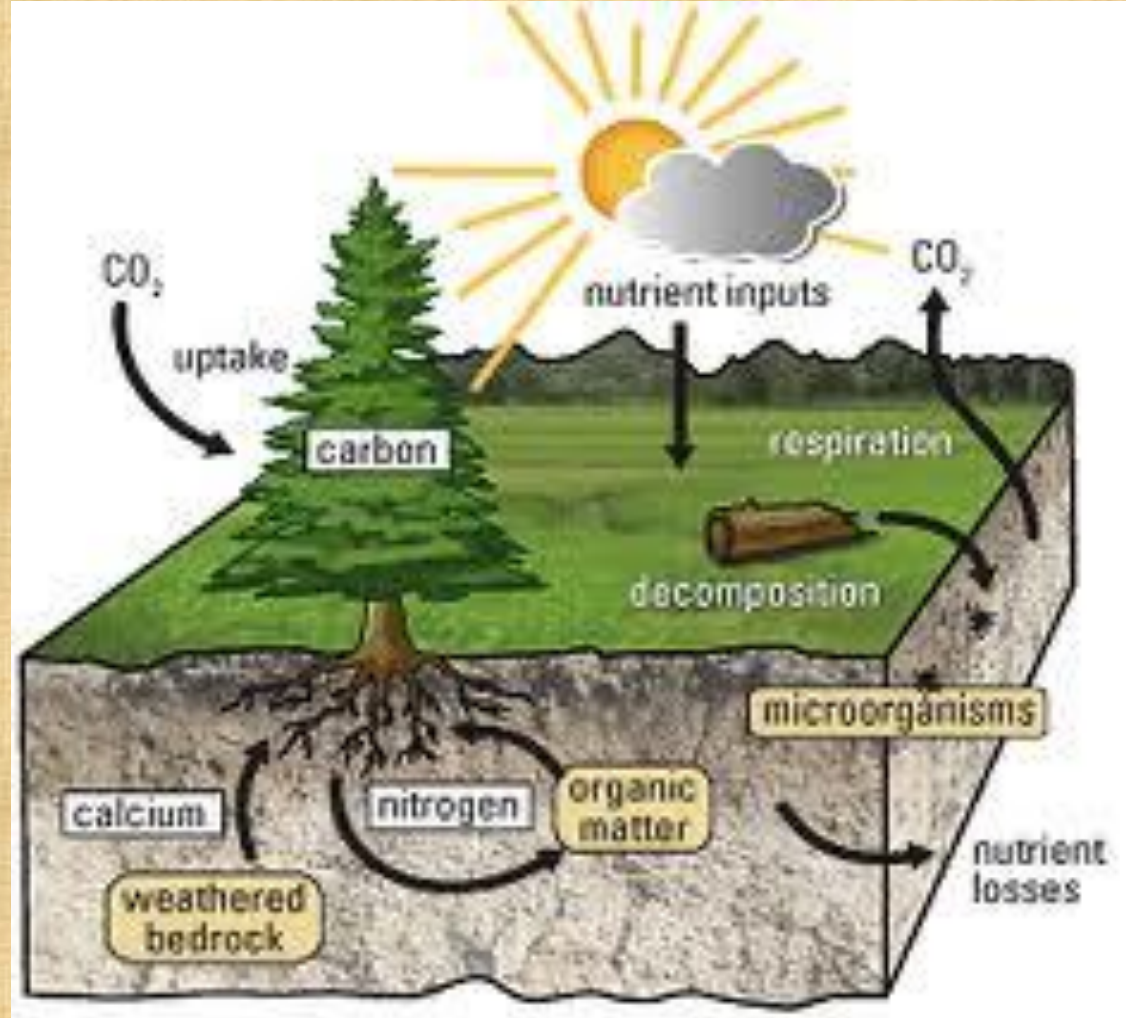


4.2. Bitki Besin Elementlerinin Döngüsü

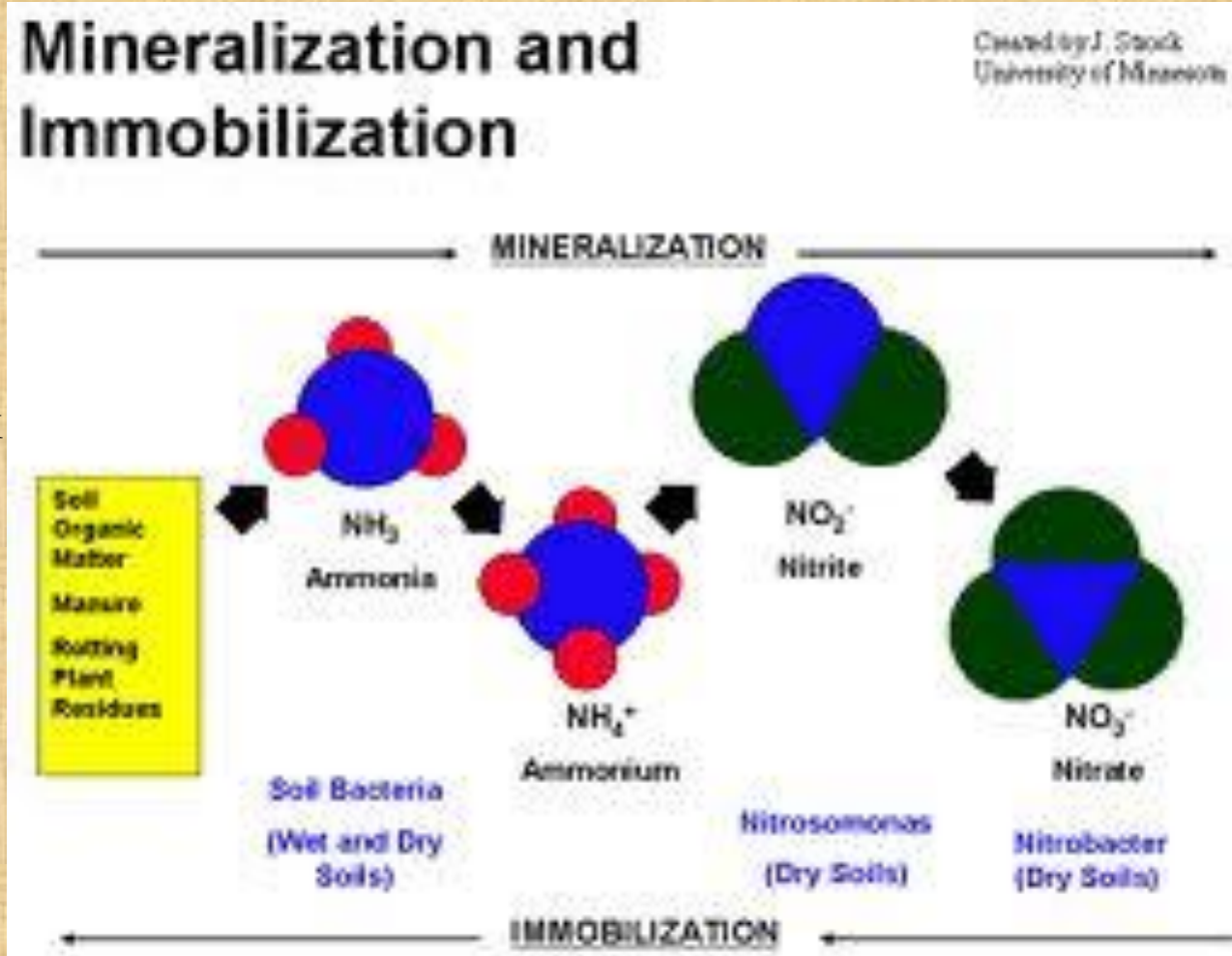
Ekosistem içerisindeki canlı ve cansız kesimler arasındaki besin elementi değişim ve dönüşümü bir döngü oluşturmaktadır. Bu döngü iki temel ve genel olay içinde gerçekleşmektedir.

1. İmmobilizasyon: Canlı organizmaların inorganik besin elementlerini alıp tutmaları (immobilizasyon=durdurma, hareketsizleştirme, tutma).

2. Mineralizasyon: Organik madde içindeki besin elementlerinin mikro-canlılar yardımıyla inorganik iyonlar haline dönüştürülmesi.



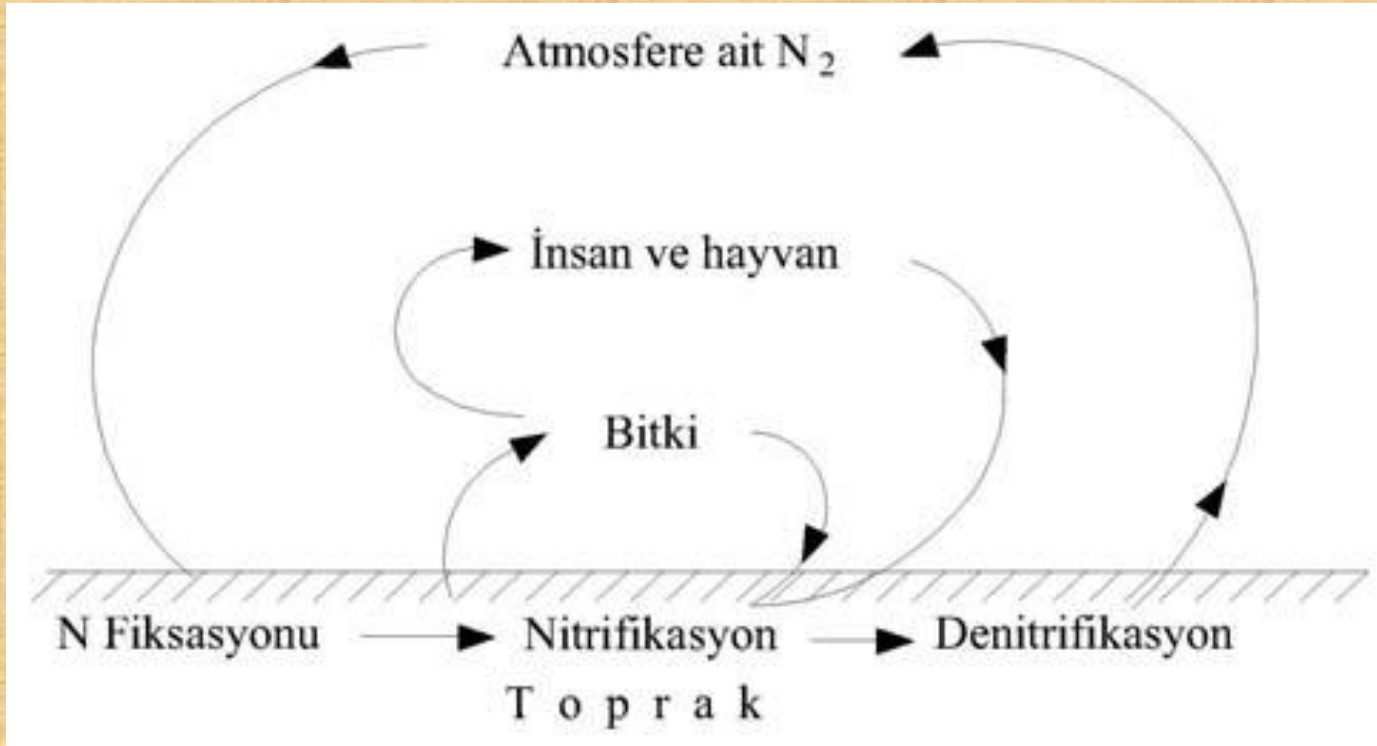
Toprağa verilen veya toprakta kalan organik artıklar genel olarak yağlar, karbonhidratlar, proteinler ve lignin şeklindedir. Bu maddelerden en kolay ayrışanları başta olmak üzere yavaş yavaş mikro-canlılar tarafından parçalanıp içindeki elementler toprağa iyonlar şeklinde verilmektedir (mineralizasyon). Mikro-canlılar bu işlevlerini yerine getirirken kendi yaşamları için bir kısım elementleri alıp bünyelerinde tutmaktadırlar ve karbonu enerji kaynağı olarak kullanıp CO₂ şeklinde vermektedirler. Elementlerin geçici olarak mikro-canlı bünyesinde tutulması bir immobilizasyon olayı olup, mikro-canlının ölümü ile toprağa geri verilmektedir.



Mineralizasyon olayı ile en dayanıklı organik artıklar bile mikro-canlıların enzimlerinin etkisi altında ayrışıp parçalanarak iyonlara dönüşmektedir. Mikro-canlıların bu işlevleri sonucunda ısı şeklinde enerji açığa çıkmakta, karbondioksit ve su oluşmaktadır. Azot, NH_4^+ şeklinde; kükürt, SO_4^{-2} ; fosfor, PO_4^{-3} ve diğer bitki besin elementleri de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ gibi katyonlar şeklinde toprak çözeltisine dönmektedirler. Bu iyonların açığa çıkması ile diğer bir kısım mikro-canlılar bu iyonları oksitleyip bitkiler için daha yararlı duruma getirebilirler. Örneğin, kükürtün oksitlenip sülfat iyonuna dönüşmesi gibi. Ancak, Fe ve Mn oksitlendiğinde daha az çözünür duruma da dönüştürülebilirler. Toprak koşulları anaerob canlılar için uygun olunca o zaman bir kısım mikro-canlılar da oksitlenmiş elementleri redüksiyona uğratabilirler.

Anaerobik koşullar altında ortaya çıkan redüksiyon olayının tarım açısından en önemli sonucu, nitratin azot gazına indirgenip topraktan kaybolmasıdır (Denitrifikasyon). Buna göre; mikroorganizmaların en önemli faaliyetlerinden birisi de azot döngüsündeki işlevleridir. Bu durum Şekilde ana hatlarıyla belirtilmiştir. Bu dolaşımın en önemli süreçleri şunlardır:

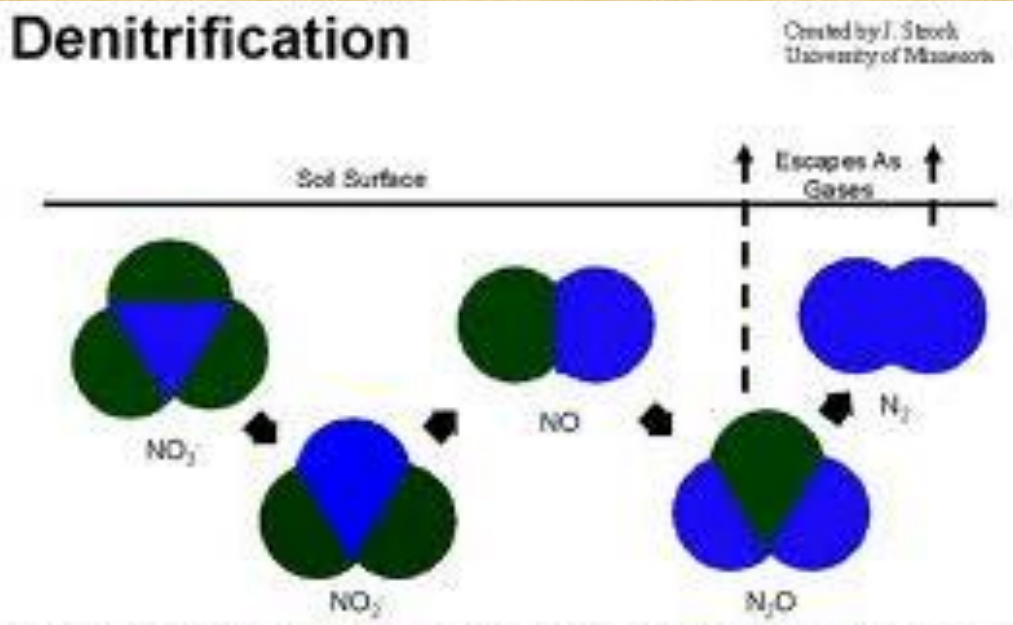
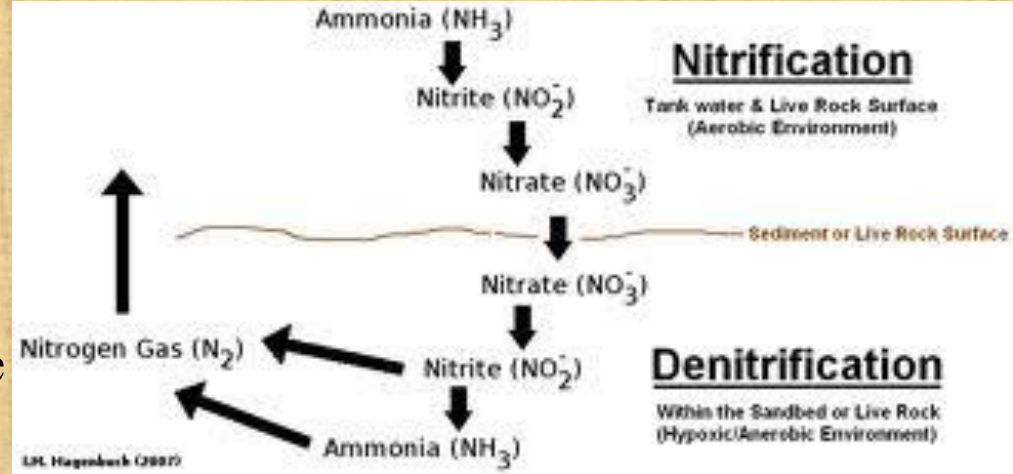
1. Moleküler azotun bağlanması (= fiksasyon),
2. Organik azotun topraktaki mikrobiyel parçalanması (= N mineralizasyon),
3. Nitratin gaz şeklindeki bileşiklere indirgenmesi (= denitrifikasyon)



O halde mikro-organizmaların topraktaki azot döngüsündeki rollerini kısaca aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz. Mikro-organizmalar tarafından moleküler azot (N_2) organik hale çevrilerek tutulur. Burada en önemli rolü oynayanlar özellikle baklagillerin köklerinde simbiyotik olarak yaşayan Rizobium bakterileridir. Bakteri bitki kökünü delerek içeri girer ve buna karşılık bitki bir yumru (nodül) oluşturur. Bu yolla yılda hektara 100-200 kg N kazandırılmaktadır. Atmosfer azotu toprakta serbest olarak yaşayan birçok mikroorganizma tarafından da fikse edilir. Bunların içinde en önemlileri azotobakter türleridir. Serbest yaşayan mikroorganizmaların bağıladığı azot miktarı yılda hektara 4-5 kg kadardır.

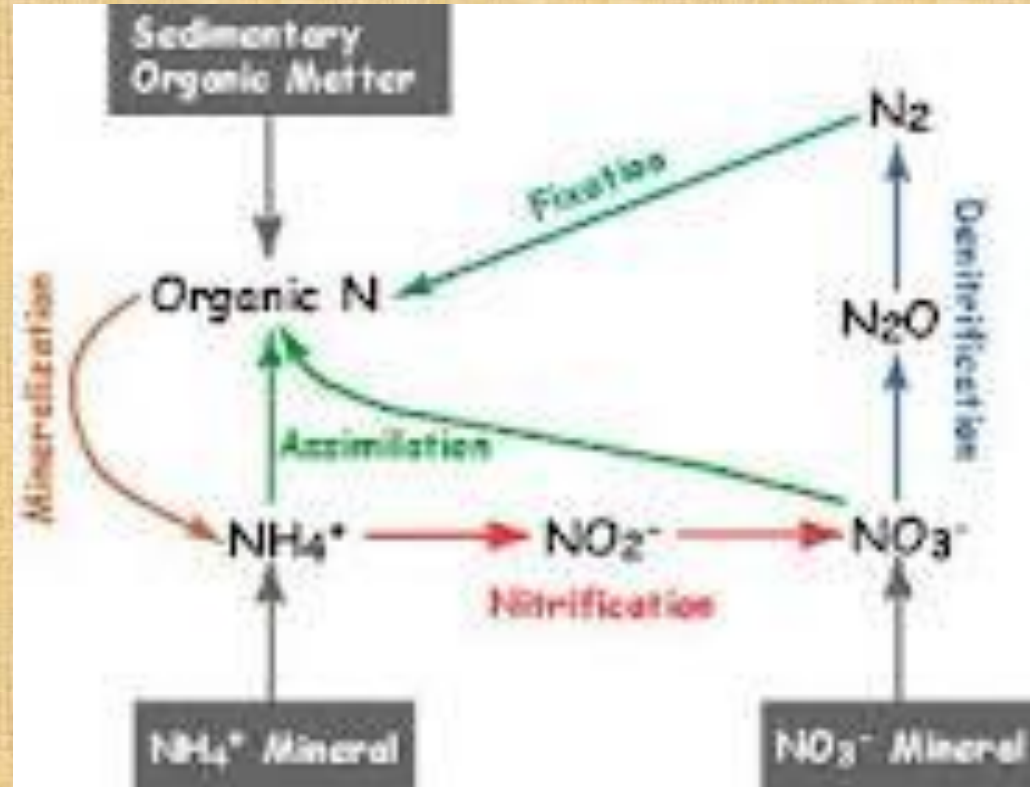


Mikroorganizmalar diğer önemli faaliyetini ise topraktaki organik azot bileşiklerinin mineralizasyonunda gösterirler. Böylece organik halden inorganik şekle çevrilen azot bileşikleri bitkilerin yararlanabileceği şekle sokulmuş olur. Bu olayla protein yapısındaki organik bileşikler önce amino asitlerine daha sonra da NH_4^+ 'e kadar parçalanırlar. Amonyum iyonu ya toprak kompleksi tarafından adsorbe edilir ya bitkilerce alınır veya nitrifikasyonla NO_3^- 'e çevrilir ve toprak çözeltisine geçer.



Nitrat iyonu, azotun bitki tarafından alımına en uygun olan formudur. Fakat toprakta stabil değildir. Yağmurla kolayca yıkıldığı gibi, kötü havalanma koşullarında mikroorganizmalar tarafından redüksiyona ve denitrifikasyona uğratılır. İyi havalandırılan topraklarda bile denitrifikasyon olayı ile bitkiye yararlı azotun % 10'u kaybolmaktadır. Amonyumun oksitlenerek nitrit ve nitrata dönüşümü ise nitrifikasyon olayıdır. Amonyumun, nitrite dönüşmesini sağlayan bakteriler, nitrosomonas türleri; nitritin, nitrata dönüşmesini sağlayanlar ise nitrobakter türleridir.

Ayrıca, mikroorganizmaların toprak-taki organik maddeleri mineralizasyona uğratmaları sonucunda atmosfere verilen ve oradan alınan CO₂ miktarları arasında bir denge oluşmaktadır. Dünyadaki mevcut besin miktarında mikroorganizmaların katkısı yeşil bitkilerinkinden daha az gösterilemez.



Birçok bitkinin köklerine bakterilerde olduğu gibi, mantarlar girerek her iki tarafa da yararlı bir ortak yaşam (simbiyotik ilişki) kurabilirler. Mantar sporları çimlendikten sonra mantar iplikleri (hyphae) kılcal kök içine girerek yaşamını kök içinde ve kök dışında uzatarak sürdürür.



Kök dışındaki mantar iplik uzantıları kökün bir uzantısı imiş gibi su ve besin elementi alımında görev yapar. Bu mantar uzantılı köklere mikoriza (mycorrhizae) denilmektedir. Bitki, mantar için gerekli besini sağlar; buna karşılık, mantarın bitkiye sağladığı yararlar şöyle özetlenebilir:



- a. Bitki kök yüzey alanı genişleyerek su ve besin elementi alımını artar.
- b. Kılcal kökler daha uzun süre canlı kalabilir.
- c. Sıcaklık değişimlerine ve kuraklığa karşı kök korunmuş olur.
- d. Bitki besin elementlerinin yararlılığı artar.
- e. Hastalık etmenlerinin bitki kökü içerisine girişi önlenmiş-engellenmiş olur.

Mikro-canlıların büyük bölümünün toprakta yararlı işlevler yapmalarına karşın, bir kısım mikro-canlılar hastalık etmeni olabilirler; bitkiler ve hayvanlarda hastalık meydana getirebilirler. Bu mikro-canlıların bir kısmı toprakta geçici bir süre bulunurken, bir bölümü sürekli olarak toprakta yaşarlar. İrlanda'da 1845-1846'da ortaya çıkan bir cins mantar, patates tarımını tümüyle yok etmiş, arkasından gelen açlık nedeniyle İrlanda'dan özellikle A.B.D.'ye büyük göçler olmuştur. Görülüyor ki, bazı hastalık etmenleri milletlerin ve devletlerin kaderini bile etkileyebilmektedir.

Sera ve saksı topraklarının hastalık etmenlerinden arındırılması için toprakların sıcak hava, buhar ve kimyasal maddelerle sterilize edilmesi bir yöntem olabilir. Ancak geniş alanlarda hastalık etmeni canlıların doğal yaşam ortamlarını değiştirerek mücadele edilmesi ya da daha dirençli bitki tür ve çeşitleri yetiştirilmesi önerilebilir.

4.3. Toprak Organik Maddesi

Topraktaki tüm yaşam, enerji ve besin elementleri yönünden organik maddeye bağımlıdır. Tarih boyunca insanlık, bitki üretiminde organik artıkların önemini kavramış ve uygulamıştır. Örneğin, Amerika yerlileri mısır tohumunu toprağa atarken (eğer bulabilirlerse) yanı başına küçük bir balık gömmeyi de adet edinmişlerdir. Ömer Hayyam da bir şiirinde “Bu gül hiç bu kadar kırmızı olabilir miydi; bir cengaverin kanının aktığı yerde yetişmeseydi” şeklinde organik maddenin bitki yetişmesindeki önemini şiirsel bir anlatımla vurgulamaktadır.



Bir önceki bölümde bitki artıklarının ayrışma-parçalanmaları ve yeniden birçok bileşiğin mikro-canlılarca sentezi açıklandı. Bu faaliyetler ve olaylar sonucunda toprakta ayrışmanın düzeyine göre değişiklik gösteren birçok organik bileşik aynı anda bulunabilmektedir. Bu yeni bileşiklerden artık daha fazla ayrışamayacak kadar değişikliğe uğramış ve ayrışmaya karşı oldukça dirençli organik maddeye humus denilmektedir. Toprağa gelen organik artıkların tümünün ayrışması aynı anda gerçekleşmez.

Organik artık içindeki bileşiklerin ayrışmaya karşı dirençlerine göre değişik hız ve miktarlarda ayrışma olmaktadır. Bitki artıklarından humus oluşumu sürecinde sırasıyla suda çözünebilir maddelerde, selülozda ve hemiselülozların miktarlarında hızlı bir azalma; lignin ve lignin komplekslerinde ve protein içeriğinde oransal bir artma görülmektedir.



Proteindeki artışın mikro-canlıların bünyesinde sentezlenen ve onların ölümüyle toprağa geçen proteine bağlı olduğu söylenebilir. Humus içindeki lignin doğrudan bitki artıklarından gelmektedir; çünkü, lignin 6 karbon halkası ile enzimlerin etkisine ve ayrışmaya karşı oldukça dayanıklı bir yapıdadır. Çizelgede bitki artıklarının ve humuslaşmış organik maddenin yaklaşık bileşimleri verilmiştir. Çizelgedeki lignin ve protein artışları oransaldır ve birim organik madde içindeki % miktarlarını göstermektedir.

Bileşikler	Bitkisel Dokularda (%)	Toprağın Organik Maddesinde (%)
Selüloz	20-50	2-10
Hemi-selüloz	10-30	0-2
Lignin	10-30	35-50
Protein	1-15	28-35
Yağlar, mumlar vs.	1-8	1-8

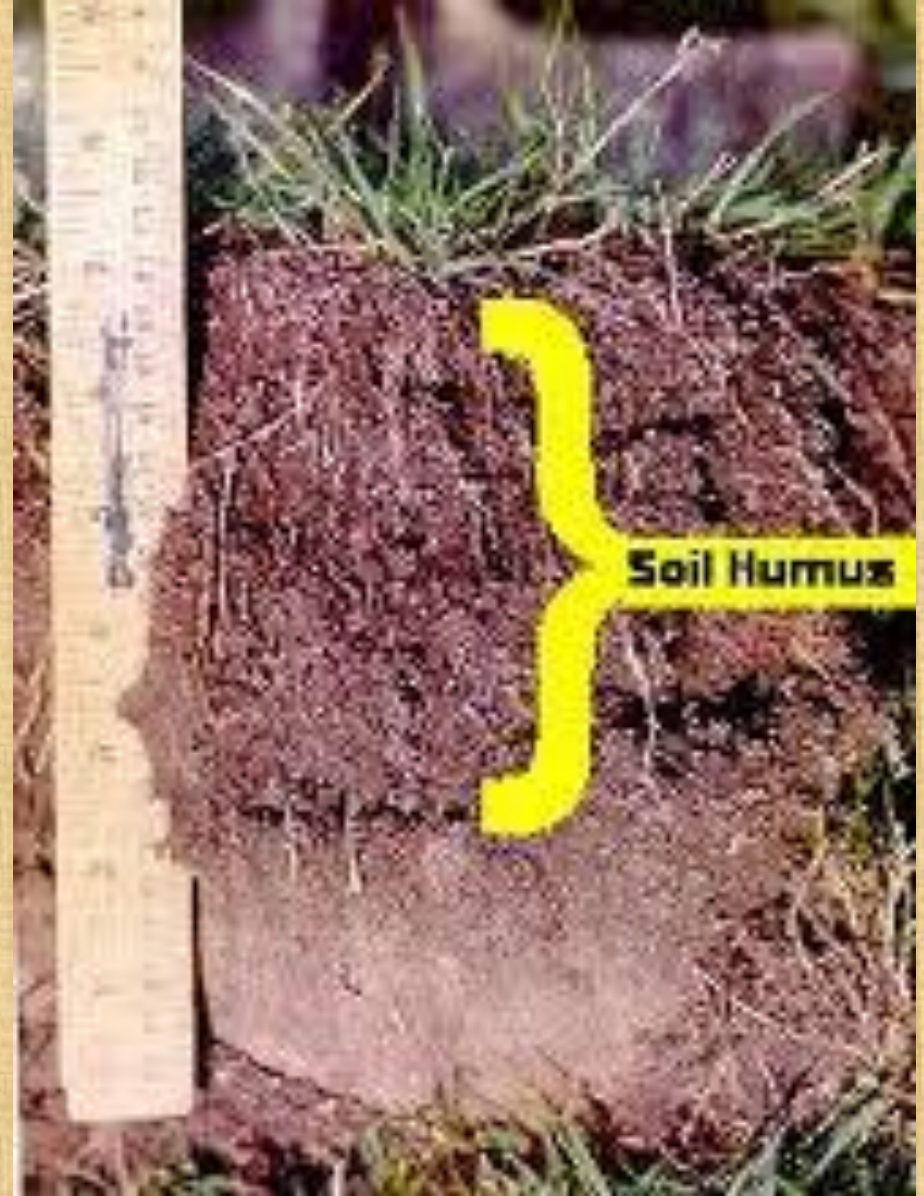
Aslında toprakta protein kolayca ayrışan bir maddedir ve humus içindeki oransal artışının açıklanması iki mekanizmaya bağlanabilir:

1) Protein molekülleri kil mineralleri yüzeyinde tutulup ayrışmaya karşı direnç kazanmaktadırlar,

2) Proteinleri ayrıştıracak enzimler de kil yüzeylerinde tutularak aktiviteleri kısıtlanmakta ve protein ayrışması yavaşlamaktadır.

Görüldüğü gibi, toprakların kil içeriği organik madde içeriğini etkilemektedir. Gerçekten de killi toprakların organik madde içerikleri de (genel olarak) yüksek bulunmaktadır. Humus'un çok yavaş ve zor ayrışmasının önemli anlamı ve sonuçları vardır. Bu durum, humusun bileşimindeki değişik bileşikler içinde bulunan azotun uzun süre toprakta depolanabildiğini, yavaş yavaş açığa çıkarak topraklara üretkenlik kazandırdığını gösterir. Aksi takdirde, çözünürlüğü ve profil içindeki hareketi yüksek azotlu bileşiklerin kısa zamanda toprak sistemini terk etmesi gerekirdi.

Humus, ayrışmış ve ayrışmaya devam eden bitki artıklarının, mikro-canlıların bünyesi içinde sentezi yapılmış yeni maddelerin, bazı ara maddeler ile son ayrışma ürünlerinin bir toplamı olup, bileşim yönünden sürekli değişim içindedir. Bu nedenle humus deyince belirli maddelerin belirli karışımını değil, değişik oluşum kurallarına göre değişik bileşimlerdeki organik maddelerin durumlarını anlamak gerekir.



Humusun özellikleri

1. Humus genel olarak, suda çözünmez. Ancak, su içinde kolloidal süspansiyon durumunda bulunabilir. Seyreltik bazlarda kolaylıkla erirken, seyreltik asitlerde bazı bileşikleri eriyebilir.

2. En önemli özelliği azot içeriğidir ve % 3–6 arasında değişir. Karbon içeriği daha az değişkendir ve genel olarak % 58 olduğu varsayılır (Organik maddenin karbon içeriğini % 58 varsayarak topraktaki toplam karbon miktarından organik madde içeriği saptanabilir. Toprağın % C içeriği 1.724 ile çarpılırsa % organik madde içeriği bulunabilir).

3. Karbon-Azot oranı (C/N) 10–12 arasındadır. Bu oranlar humusun oluşum düzeyine, toprağın özellik ve derinliğine, iklim ve diğer çevre koşullarına bağlı olarak az-çok değişebilir.

4. Humus aynı zamanda önemli bir fosfor ve kükürt deposudur. C:N:P:S oranları genellikle 100 (120):10:1:1 düzeyindedir.

5. Humusun bir diğer önemli özelliği katyon değişirme kapasitesinin (KDK) yüksek oluşudur. Bünyesindeki bazı kimyasal yönden aktif gruplar katyon değişirme özelliğini sağlamaktadır. Ligninin yapısında bulunan ve katyon değişim özelliği göstermeyen metaksil (-OCH₃) grupları humus oluşumu sırasında karboksil (-COOH) gruplarına dönüşerek humusa katyon değişirme özelliği kazandırırılar.

6. Humus çok miktarda su alarak şişme özelliğine sahiptir. Bu özelliği ile toprağın su tutma kapasitesini olumlu olarak etkiler. Toprakların agregatlaşmasında ve suya dayanıklı agregatların oluşmasında da önemli bir rol oynar.

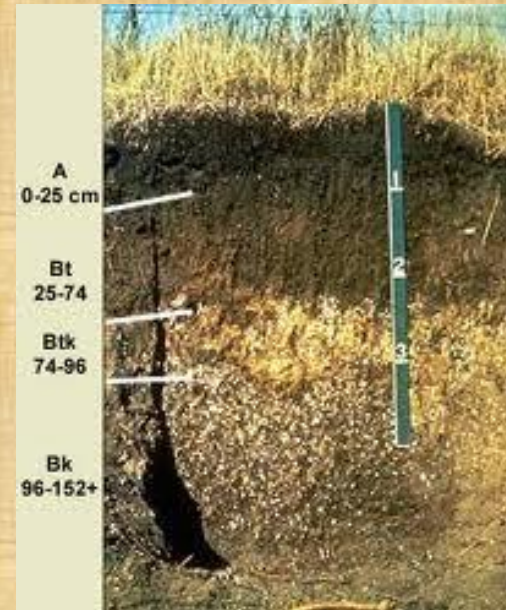
Toprakta Organik Madde İçeriğine Etki Eden Faktörler:

Toprağın organik madde içeriğini etkileyen faktörler;

1. iklim ve bitki örtüsü,
2. toprak işleme,
3. toprak bünyesi,
4. toprağın havalanma-drenaj durumu.

1. İklimin ve Bitki Örtüsünün Etkisi:

Genel olarak toprağa dönen organik artıkların miktarı, oluşacak organik madde miktarını belirlemektedir. Organik artıkların miktarını ise bitki üretiminin düzeyi ve onu da iklim koşulları etkilemektedir. Bu genel kural içerisinde, bitki üretimini artıran yağışlı iklimlerde organik madde miktarı artmaktadır. Sıcaklık ise organik maddenin ayrışmasında daha etkin olduğu için sıcak iklimlerde organik madde birikimi daha az olmaktadır. Çayır-Mera bitki örtüsü altında oluşan toprakların orman bitki örtüsü altında oluşan topraklara oranla organik madde içeriği yönünden daha zengin olması da genel bir kuraldır.



2. Toprak İşlemenin Etkisi:

Toprak işlemeye açılan yeni alanlarda ilk yıllarda organik madde içeriğinde hızlı bir düşüş görülmekte ve birkaç yıl içinde yeni bir denge düzeyine ulaşılmaktadır. Toprak işlemenin toprak havalanmasını artırması, mikro-canlı aktivitesini kamçulamakta ve organik madde parçalanması hızlanmaktadır. Aynı zamanda toprak işleme sonunda üretilen bitkiler hasat edilerek sistemden çıkartılmakta ve toprağa geri dönecek organik artıklar sadece köklerle saplardan oluşmaktadır. Bir de buna anız yakımı eklenince organik madde kaynağını oluşturan organik artık miktarı gittikçe azalmaktadır.



3. Toprak Būnyesinin Etkisi:

Genel olarak bűnye inceldikçe (kil oranı arttıkça),organik madde içeriğinde de bir artış beklenir. Killi topraklar daha nemli ve besin elementlerince daha zengin oldukları için organik artık birikimi de fazla olabilmektedir. Kil yüzeylerinde tutulan organik maddenin daha zor ayrışması ve yine kil yüzeylerinde tutulan enzimlerin aktivitelerinin kısıtlanması ayrışmayı azaltmaktadır.



4. Toprağın Havalanma ve Drenaj Durumunun Etkisi:

Havalanmanın iyi olmadığı, drenajın bozuk olduğu koşullarda aerob mikro-canlılar yeterince bulunamayacağı için organik artıklar parçalanmadan-ayrışmadan kalıp birikebilmektedir. Böylece hemen hemen salt organik maddeden oluşan organik topraklar oluşmaktadır.



Bataklıklarda ve derinliği az göllerde ortaya çıkan durum budur. Organik toprakların drene edilip tarıma açılmalarında dikkatli olmak gerekir. Taban suyunun aniden düşürülmesi ayrışmayı ve oksitlenmeyi hızlandıracığı için topraklar kendiliğinden tutuşabilmektedir. Tarıma açılma sonucunda organik toprakların organik madde içeriklerinde sürekli bir düşme görülecek ve yeni bir denge kuruluncaya kadar ayrışma hızla sürecektir.

Organik Maddenin Arttırılması ve Dengenin Korunması: Organik madde toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmesi ve bitki besin elementlerinin deposu olması nedeniyle büyük öneme sahiptir. Toprak özelliklerine ve çevre koşullarına bağlı olarak belirli bir denge düzeyinde bulunması gerekir. Bunun için de organik madde düzeyini dengede tutacak ve hatta arttırmaya yönelik üretim yöntem ve tekniklerinin uygulanması bilinçli bir tarım yapmanın bir gereğidir.

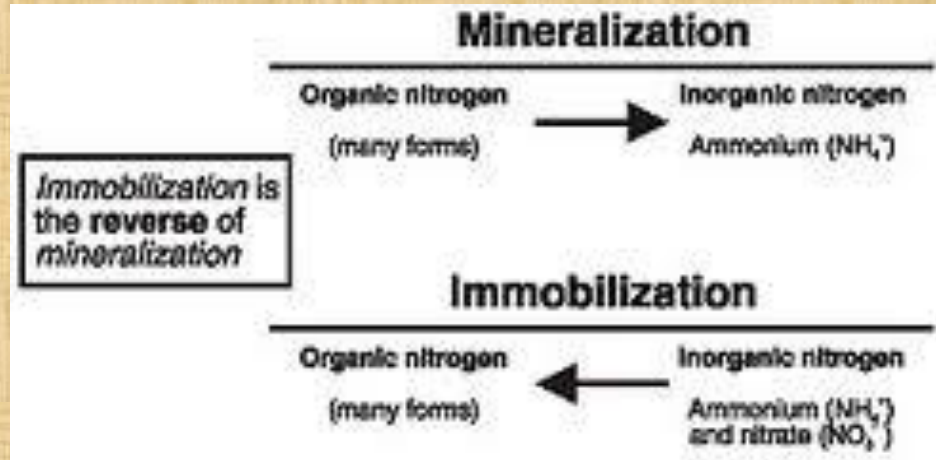
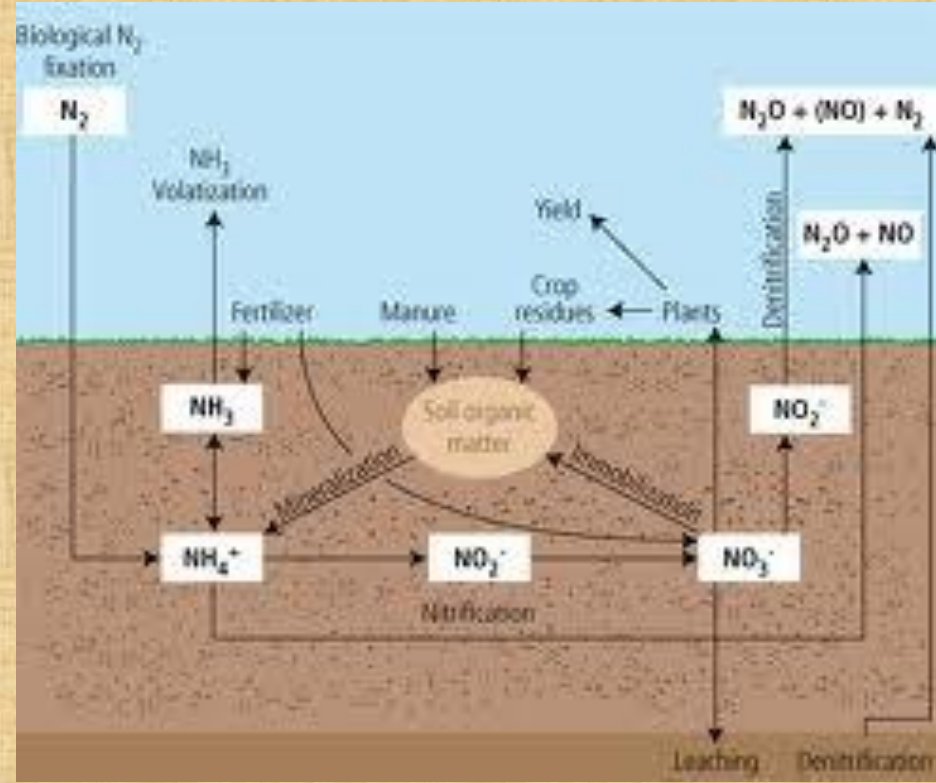
Genel olarak, organik maddenin ayrışma hızı yılda % 1-4 arasındadır. Yılda % 2'lik bir ayrışma hızı ve toprağın organik madde içeriğinin % 1.5 dolaylarında bulunduğu varsayılırsa, pulluk derinliğinde bulunan yaklaşık 4000 kg/dekar organik maddenin 80 kg'ı bir yılda ayrışacaktır. Bu ayrışan organik maddeyi (humusu) toprağa tekrar kazandırabilmek için 240 kg bitkisel artık vermek gerekir; çünkü bitkisel artıktan ancak 1/3 oranında humus oluşacaktır, geri kalan kısım humuslaşma süreci sırasında ayrışıp yok olacaktır.

Organik madde (humus) içinde % 5 dolaylarında saf azot bulunduğu varsayılırsa ayrışan 80 kg/dekar organik madde toprağa 4 kg/dekar N kazandıracaktır. N:P:S oranlarını da 10:1:1 olarak kabul edersek toprakta 0.4 kg/dekar P ve S mineralize olacak ve bitkilere yararlı duruma geçecektir.

Organik artıkların mikro-canlılar tarafından ayrıştırılmasında C/N oranları önem kazanmaktadır. Mikro-canlılar organik artığın karbon içeriğine göre hızlı bir gelişmeye girdiklerinde C/N oranı büyükse artığın N'unu da bitirebilmekte ve hatta ortamdaki diğer azot kaynaklarını kullanarak bitki ile rekabete girmektedirler. Bu bakımdan toprakta bırakılan artıkların C/N oranları önem kazanmaktadır. Organik artıkların karbon içerikleri % 40-50 arasında sabit kaldığı için artığın azot içeriğini belirlemede C/N oranı uygun bir ölçüt olmakta ve C/N oranına bakılarak ayrışma sırasında topraktaki azotun tüketilip tüketilemeyeceğine karar verilebilmektedir.

Materyal	C/N Oranı
Humus	10
Üçgül	12
Yanmış Çiftlik Gübresi	20
Yeşil Yulaf	35
Mısır Koçanı	60
Sap-Saman	80
Odun Talaşı	400

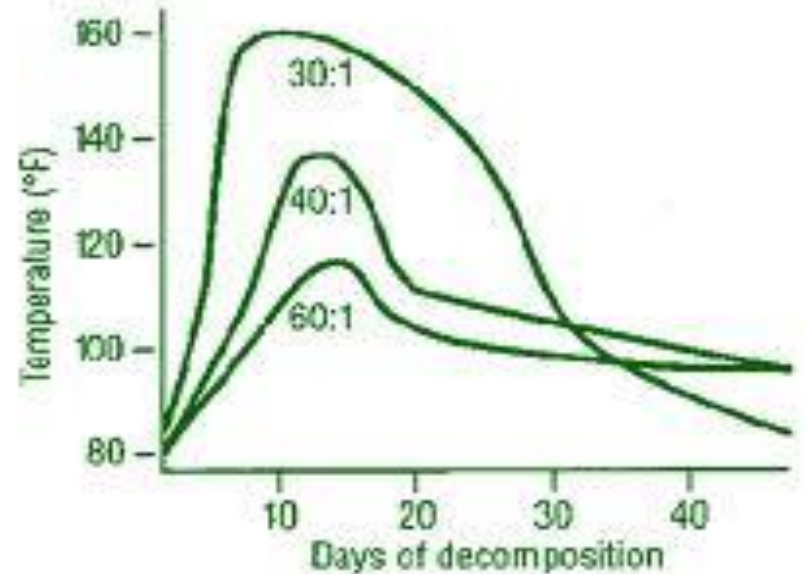
Bu nedenle sap-saman toprağa verildiğinde C/N oranının büyük olmasından doğacak azot tüketimine karşılık toprağa bir miktar azotlu gübre verilir. Ayırışma sırasında immobilizasyon ile mineralizasyon olayları bir arada olmaktadır. Ancak, immobilizasyonun en azından mineralizasyona eşit olması gerekir ki, toprağın besin elementi dengesinde bir bozulma olmasın. Mikrocanlıların karbon kaynağını tükettikten sonra ölmeleriyle tekrar mineralizasyon başlayacak ve verilen organik artığın humus oluşumuna ve bitki besin elementi bütçesine net etkisi o zaman görülecektir.



C/N oranını daraltmak için organik artıklar kompost yapırlar ve havalandırılan bir yığın şeklinde uzun bir süre bekletilirler. Organik artıkların yapısındaki C, H ve O₂ kompost süresince CO₂ ve H₂O şeklinde ortamdan uzaklaşır; azot ise mikrocanlıların hücre yapısı içerisinde ve sonuçta kompost içinde organik bileşikler olarak tutulmuş olur.



Carbon:Nitrogen Ratio Effects on Composting



Yeşil Gübreleme ve Ekim Nöbeti:

Özellikle baklagil bitkilerinin hasat edilmeden toprağa gömülmesinin ardından ekilen bitkilerde ürün artışının sağlandığı çok eskilerden beri bilinmektedir. Bu uygulamaya yeşil gübreleme denilmektedir. Yeşil gübrelemede baklagillerin kullanılması, havanın serbest azotunun ortak yaşam içinde bakteriler tarafından bağlanmasını da sağlamaktadır. Kumlu topraklarda uygulanacak yeşil gübreleme toprağın fiziksel özelliklerinde de iyileşmeler sağlamaktadır.



Ekim nöbeti her yıl aynı bitkiyi yetiştirmek yerine, belirli bir program içerisinde üretimde baklagillere de yer vererek toprağın organik madde içeriği ve azot içeriği yönünden zenginleşmesini sağlayan bir yöntemdir. Toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerine, iklim koşullarına ve üretimin ekonomisine (verimliliğine) bakılarak belirli bir ekim nöbeti saptanıp uygulanabilir. Böylece belirli bitki türlerine özgü hastalık ve parazit etmenlerinin de etkisiz bırakılması sağlanmış olur.

