

• TOPRAK BİYOLOJİSİ

• Doç. Dr. SERDAR BİLEN

- MANTARLAR

GENEL BİLGİLER

- Funguslar heterotrofik organizmalardır. Beslenme ve gelişim için organik bileşiklere ihtiyaç duyarlar. Funguslar parçalanmış ve çözünmüş organik maddeler üzerinde geliştiklerinden saprofit (çürükçül) organizmalar olarak tanımlanır.
- Saprotitler karmaşık bitki, hayvan ve doku hücrelerini parçalayarak, basit kimyasal bileşikler haline dönüştürürler ve tekrar toprağa karışmalarını sağlayarak toprak verimliliğinde önemli rol oynarlar.
- Saprofitik funguslar endüstriyel fermantasyonlar için önemlidir. Örneğin; bira ve şarap yapımında mayalar, penisilin gibi antibiyotiklerin üretiminden ise funguslar sorumludur.
- Ayrıca bazı peynirlerin olgunlaşması da fungal aktiviteye bağlıdır.

- Bazı funguslar hem saprofit hem de parazittir. Parazit funguslar bitki, hayvan ve insanlarda çeşitli hastalıklara neden olurlar. Bugün bilinen 500.000 fungus türü bulunmaktadır. Ancak bunlardan sadece 10 cinsi insana özgü patojendir. Fungal infeksiyonlardan ölüm diğer hastalıklara göre daha fazladır.
- Diğer taraftan fungusların yararları kadar zararları da söz konusudur.
- Örneğin; ağaç (odun, kereste), tekstil, deri, gıda maddesi gibi çok çeşitli maddelerin parçalanmasına veya bozulmasına neden olurlar

Mantarlar

• 2.3.1. Genel Bilgiler

- Toprak mikroorganizmaları arasında uzunlukları en fazla 5 μ olan bakteri hücreleri oldukça küçük ve sayıca en fazladırlar.
- Buna karsın İyi havalanarı işlenmiş ve özellikle asit karakterli olan topraklarda mantarların (fungi) protoplazma miktarı ve aktiviteleri bakterileri geçer.
- Fermantasyon endüstrisinde,
- organik asitlerin, alkollerin ve diğer birçok maddelerin üretilmesinde
- ilaç sanayisinde antibiyotiklerin elde edilmesinde mantarlardan yararlanılır.
- Bununla birlikte gıda ve yem maddelerini çürüterek, insan, hayvan ve bitkilerde bir çok hastalığa sebep olmaları nedeniyle de zararlıdırlar (Leloğlu, 1973; Leloğlu 've Erdoğan, 1979).

- Mantarlar. ökaryotik (nükleus plazması bir zarla sitoplazmadan ayrılmış) talluslu bitkiler olup kök, sap ve yapraklar gibi organları bulunmaz. Klorofilden yoksun oldukları için organotrof (heterotrof) olarak beslenirler. Organik maddeleri, saprofit olarak ölü maddelerden veya parazit olarak canlı konakçılardan sağlarlar.
- Mantarlar toprakta aktiviteleriyle organik artıkları ayrıştırırlar. Protein ve şekerler ile zor ayrışan sellüloz, lignin nişasta, zamlar gibi maddelerde kolaylıkla ayrıştırırlar.

- Humusun oluşumu ve miselleri ile mekanik olarak toprak parçacıklarının agregasyonu üzerine etkileri belki de bakterilerden daha önemli olmaktadır. Bu durum özellikle asit orman topraklarında daha belirgindir (Aksoy, 1973).
- Mantarlar bakterilere göre karbonlu ve azotlu bileşiklerin büyük bir kısmını etkili bir şekilde kullanarak kendi dokularını oluştururlar. Bu yüzden daha az karbondioksit ve amonyum açığa çıkarırlar.
- Ayırışan maddelerin yüzde 50'sinden daha fazlası mantarsal dokuya dönüşür.
- Ancak mantarlar, bakterilerin yaptığı gibi amonyum bileşiklerini nitrata oksitleyemez ve atmosfer azotunu tespit edemezler.
- Bununla birlikte ayrıştırma sürecinde bakteri ve aktinomisetlerin aktiviteleri yeterli olmadığı zaman bu işlemin mantarlar tarafından yürütülmesi toprak verimliliğinde oldukça önemlidir (İsmailçelebioğlu, 1980).

- Mantarlar, filament veya mısıl durumuna göre 2 ye ayrılırlar;
- Kuf (mold):
 - çok hücreli, çok nükleuslu, filamentli (mısellı) yapıda olan mantarlar.
- Mayalar (Yeast):
 - Genellikle tek hücreli ve filamentsiz (mıselsız) olan mantarlardır. (Leloğlu, 1973).

- **MANTARLARIN YAPISI**

- Mantarlar, çoğunlukla hücrelerin birleşmesi ile oluşmuş uzun filamentler (**hif**), şeklinde bulunmakla birlikte tek tek hücreler şeklinde de bulunabilirler.
- Hifler (vegetatif küf iplikleri), silindir şeklinde bölmeli (Septumlu) veya bölmesiz (Septumsuz) olabilirler.
- Septumsuzların nükleusları eşit aralıklı veya toplu olarak bulunur.
- Septumlular mantar hücrelerinin birleşmesiyle oluşmuştur.
- Septum üzerinde bulunan porlar hücreler arası sitoplazmik ilişkiyi sağlar.
- Hiflerin gelişmesiyle oluşan kitleye **miselyum** (Mycelium) denir.
- Misellerin birleşmesiyle oluşan sornatik (gövdesel) yapıya ise **tallus** denir.

- Hif hücreleri de değişiklik göstermektedir. Eğer hif mantarın üzerinde yaşadığı maddenin içine girmişse batık hif (submerged),
- İçine girmeyipte üzerinde çoğalıyorsa fertil hif (aerial) adını alır.
- Parazit mantarlarda hifler genellikle doku üzerinde veya doku içinde hücreler arası (intersellüler) ve hücreler içi (intraseellüler) olarak gelişirler.
- İntersellüler hifler, houstorium denen emeçlerini hücre içine sokarak beslenirler.

Fungusların Yapıları

- Funguslarda iki hayati yapı yer almaktadır.
- Bunlardan birincisi miselyumlar, ikincisi ise sporlardır.
- Miselyumlar karmaşık şekilli filamentler olarak tanımlanır. Bu filamentlere **hif** adı verilir. Her hif 5-10 μm genişliğindedir. Hifin içini sitoplazma doldurur.
- Funguslarda hifler morfolojik olarak 3 ayrı tipte görülürler. Bunlar;
 - 1. Septasız veya bölmesiz (Coenocytic) hifler
 - 2. Septalı tek çekirdekli hifler.
 - Septa adı verilen bölme hifi çeşitli bölmeler veya kompartmanlara (bölme) ayırır. Her septada merkezi bir delik yer alır ve çekirdeğin sitoplazma içinde bir yerden diğerine hareketine olanak sağlar, ayrıca septalı hiflerde her bölme membran ile kaplanmıştır.
 - 3. Septalı ve çok çekirdekli hücreler.
 - Burada da yer alan septa hifi çeşitli kompartmanlara ayırır, ancak her kompartmanda birden fazla nukleus bulunmaktadır.

- Miselyum hem vejetatif hem de reproduktif (çoğalma yeteneğinde) olabilir.
- Bazı hifler **vejetatif miselyum** adını alır. Organizmanın besin ihtiyacının temin edilmesinden sorumludur.
- Reproduktif çoğalma yeteneğindeki miselyumlar spor üretimi ile ve sporların havaya doğru uzantısından sorumludur.
- Küflerde miselyumlar pamuğumsu yapıyı kaybederek kompakt bir yapıya dönüşebilirler. Bu gibi oluşumlara örnek olarak şapkalı mantarlar verilebilir

Mantarların Hücre Yapısı

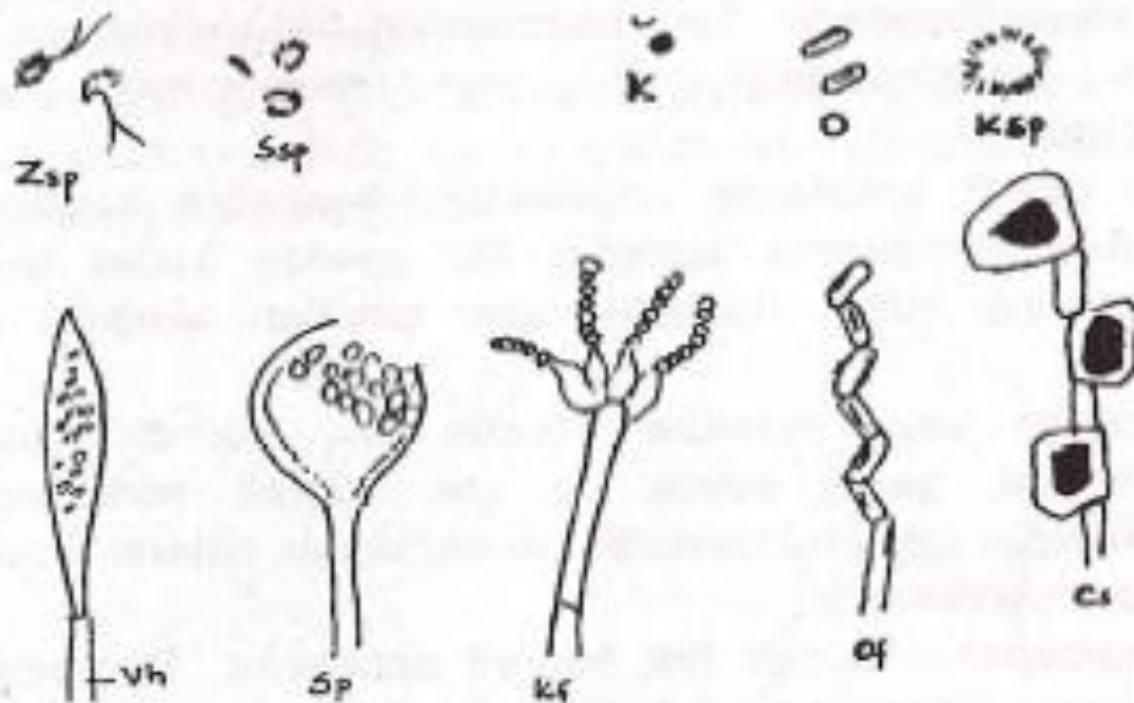
- Mantarların hücre duvarı polisakkarit yapısında olup oldukça serttir. Çeşitli mantarların hücre duvarlarının bileşenleri tabloda verilmiştir (Leloğlu, 1973; Leloğlu ve Erdoğan, 1979; Döken ve ark., 1992).
- Mantarların lipo-protein yapısındaki sitoplazma zarı ise madde alışverişinde rol oynar.
- Deoksiribo nükleik asit yapısındaki nükleusları içerisinde birden fazla kromozom ve nükleus vardır.
- Sitoplazmada mitokondriyumlar, endoplazmik retikulum, ribozom, vakuol, glikojen, organik ve inorganik maddeler bulunur (Şekil 2.13).

Tablo 2.13. Çeşitli Mantarların Hücre Duvarlarının Bileşenleri.

Hücre Zarı Bileşenleri	Sınıf	Cins
Sellüloz-Glikojen	Acrasiomycetes	<i>Dictyostelium</i>
Sellüloz - β -glusan	Oomycetes	<i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Saprolegnia</i>
Sellüloz - Kitin	Hyphochytridiomycetes	<i>Rhizidiomyces</i>
Kitin-Sitosan	Zygomycetes	<i>Mucor</i> , <i>Phycomyces</i> , <i>Zygorhynchus</i>
Kitin- β -glusan	Chytridiomycetes	<i>Allomyces</i> , <i>Blastocladiella</i>
	Ascomycetes	<i>Neurospora</i> , <i>Allomyces</i>
	Deuteromycetes	<i>Aspergillus</i>
Mannan- β -glusan	Ascomycetes	<i>Schizophyllum</i> , <i>Fomes</i> , <i>Polyporus</i>
Kitin-Mannan	Basidiomycetes	<i>Saccharomyces</i> , <i>Candida</i>
Galaktozamin - galaktoz polimerleri	Trichomycetes	<i>Sporobolomyces</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Amoebidium</i>

Mantarlarda Cogalma

- Mantarlar seksüel ve aseksüel olarak üremektedirler.
- Aseksüel üremede gamet (seks hücreleri) veya gametangium (garnet organlarının) birleşmesi söz konusu değildir. Bu üreme, senede birkaç defa tekrar eder.
- Eşaysız üreme 4 şekilde olabilmektedir.
- (1) Somatik yapının parçalanmasıyla sağlam hücre içeren bir hif parçasının büyümesiyle,
- (2) somatik hücrenin ikiye bölünmesiyle,
- (3) ana hücre üzerinde oluşan tomurcuğun bir süre sonra ayrılarak yeni bir fert oluşturmasıyla,
- (4) spor oluşturma.
- Eğer bir tallus hücresi serbest kalıp tek başına yaşıyorsa bu bir spordur. Konidiofor üzerinde zincir şeklinde oluşan konidiospor, aerial hifin parçalanmasıyla oluşan arthrospor ve sporangium denen spor kesesi içerisinde oluşan sporangiospor aseksüel sporlardır. Bazı mantarlarda ise aseksüel çoğalma hücreleri oluşturan aynı zamanda besin deposu olan hücre zarı kalınlaşmış klamidospore (Şekil 2.14) vardır (Brock, 1974; Döken ve ark 1992).



Şekil 5.7. Funguslarda aseksüel spor çeşitleri (Zsp: zoospor, Vh: vejetatif hif, Ssp: sporangiospor, Sp: sporangiofor, K: konidia, Kf: Konidiofor, O: oidia, Of: oidiofor, Ksp: klamidospor, Cs: hifli klamidospor)

- Seksüel üreme, iki nükleusun birleşmesi olarak karakterize edilmektedir. Birçok mantarda seksüel üreme senede bir defa olur.
- Seksüel üreme üç safhadan oluşur. Bunlar **plasmogami**, **karyogami** ve **meiosis**'dir.
- Farklı eşeylikteki iki haploid nükleusu yanyana getirmek üzere iki hücrenin protoplazmalarının, birleşmesi plasmogamidir. Plasmogami ile dikaryotik ($N+N$) hücre oluşur.
- Bundan sonra iki haploid nükleusun birleşmesi ($2N$) olan karyogami ile iki katına çıkan kromozom (diploid) meiosis bölünme ile tekrar normal sayısına (haploid) iner. Böylece oluşan haploid nükleuslar seksüel sporları oluşturur. Erkek ve dişilik özellikleri taşıyan gametlerin birleşmesi ile oluşan oosporlar, farklı cins özellikleri taşıyan hiflerin birleşmesi ile oluşan zigosporlar ve farklı cins hücrelerin birleşmesinden sonra meydana gelen hücrenin büyümesi ile askus denen spor kesesi içerisinde oluşan askosporlar eşeyli spor örnekleridir (Şekil 2.15).

- Ancak pekçok fungusta seksüel çoğalma şekilleri henüz bilinmemektedir. Gelismemiş bu funguslar seksüel çoğalma aşamaları bilinmeyen **Fungi imperfecti** (Deuteromycetes) olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple bu sınıfın karakterize edilmesinde başka özellikler dikkate alınmaktadır. Bu özelliklere miselyum ve aseksüel sporların morfolojileri dahildir.
- Bu sebeple ileride seksüel özellikleri saptandıktan sonra tekrar sınıflamaya gidilecektir.

- MIKORIZA

Mikorriza

- Mikorriza, yüksek bitkilerin kök sistemi ile mantar miselleri arasındaki simbiyotik, patojenik olmayan veya zayıf patojenik ilişkiye denir. Bu ilişki araştırmacılar için son derece ilgi çekici olup ekonomik öneme sahiptir. Mikorriza 19. yüzyılın son yarısında önce orman ağaçlarında farkedilmiştir. Bu ilişki, bitki köklerinin bazı besin maddelerinin özellikle fosfor alımını artırır. Buna karşılık mantarlar bitki köklerinden karbonhidratları absorbe ederler (Paul ve Clark, 1989).

- Ektotrofik, endotrofik ve ektendotrofik olarak üç tip mikorriza vardır.
- **Ektotrofik** mikorrizada, mantar hifleri bitki kök yüzeyini sararlar ve burada pseudoparankimatik bir doku meydana getirirler. Bu dokudan çıkan hifler kök n dış kortikal hücreleri arasına girerek "**Hartig ağı**" oluştururlar. Bu tip mikorrizaya ormanlardaki çam ve fagus ağaçlarında rastlanmaktadır.
- **Endotrofik** mikorrizada ise diğer mikorrizalardaki gibi mantarlar bitki kökünü sarmazlar. Sadece kökün çevresinde gevşek bir hif dokusu meydana getirirler.
- Bazı hifler ise kayında olduğu gibi kökün korteks hücreleri içine girerler bunada **Ektendotrofik** mikorriza denir.
- Bu dokudan çıkan hifler kök epidermis ve korteks hücrelerin içerisine girerler. Bu mikorrizalar mısır, soğan, çilek bazı çalılar, akçaağaç, kahve, meyve ağaçları ve bazı baklagil bitkilerinin köklerinde görülmektedir.
- Mikorizaların üçünde de mantarlar adapte oldukları bitkilere girişlerini kolaylaştırmak için uygun enzimler salgılar (Brock, 1974; Döken ve Demirci, 1991; Döken ve ark., 1992).

- Ascomycetes ve Basidiomycetes sınıfına giren mantarlar, ektotrofik mikoriza mantarların *Rhizoctonia*, *Phome* ve *Armillaria* cinsleri ise endotrofik mikoriza oluşturabilme yeteneğine sahiptirler.
- Gelişmemiş rnantarlarca oluşturulan endotrofik mikorrizaya genellikle **VESIKULER-ARBASKÜLER Mikoriza** denir.
- Bunlarda korteks hücreleri arasından geçen ana hif, geniş ve septumsuz olup üzerinde belirli aralıklarla kalın duvarlı apikal kesecikler oluşur. Bunlara **Vesikul** denir.
- Ana hiften çıkan ufak hif dalları hücreler içine girip dallanarak çalı şeklinde **Arbasküler** denen kesecikler oluştururlar.
- Misellerle topraktan alınan besin maddeleri vesikül ve arbaskül keseciklerinde depo edilir.
- **Vesiküller**, hem spor formuna dönüşerek mantarların soyunu devam ettirmekte hem de besin maddesi deposu görevini yapmaktadırlar.
- **Arbasküller** ise sadece besin maddesi deposu olarak görev yaparlar.

- *Endogone* cinsi mantarlar için yaşama koşulları uygun olmadığı zaman (konukçu bitkinin ortamdan uzaklaştırılması gibi) olgunlaşan kalın duvarlı vesiküller **spor** formuna dönüşürler. Bu sporlar konukçu olmadan da yaşayabilirler. Koşullar elverişli olduğu zaman sporlar çimlenerek hifleri dolayısıyla miselleri oluştururlar (Brock, 1974; İsmailçelebioğlu, 1980).

2.3.3. Çevre Koşullarının Etkileri

- İyi havalanarı işlenmiş ve özellikle asit karakterli olan topraklarda mantarların (fungi) protoplazma miktarı ve aktiviteleri bakterileri geçer.
- Ekolojik araştırmalar, iyi işlenmiş toprakların gramında 10·100 milyon kadar mantar filamentinin aktif olduğunu göstermiştir.
- Mantar florasını etkileyen dış faktörler; **organik madde, pH, inorganik gübreler, nem, hava durumu, derinlik, mevsim ve bitki çeşididir.**
- Mantarların kuru ağırlığının yaklaşık yarısını karbon oluşturmaktadır. Klorofilsiz, oldukları için fotosentez yapamazlar.
- Yeni hücre ve maddelerini sentezleme ve enerji üretmede topraktaki çeşitli organik bileşikleri kullanırlar.
- Bunlar **karbonhidratlar**, (monosakkaritler, şeker alkolleri, polisakkaritler, oligo sakkaritler), **organik asitler** (monokarboksilik, dikarboksilik amino asitleri içeren asitler) ve **karbondioksittir.**

- Toprakta filamentlı mantarların yoğunluğu, doğrudan topraktaki kullanılabilir organik madde ile ilgilidir. Yeşil gübreler, bitki artıkları ve diğer bol enerji veren karbonlu materyallerin toprağa ilavesi de mantar popülasyonunu artıran bir etkiye sahiptir.
- Organik artıkların ilavesi aynı zamanda *Penicilin*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Mucor* ve *Fusarium* cinslerinde açıkça görülebildiği gibi topraktaki florayı değiştirir. Bazı türler sayıca fazlalaşarak hakim duruma geçerler.
- Mantarların pH istekleri genellikle 5-6.5 arasında olup asidiktir. Ancak mantarların yaşadıkları pH dereceleri geniş değişim göstermektedir. Bazı mantarlar pH'sı 3'ün altında bazıları ise pH'sı 9'un üzerinde gelişme gösterebilmektedir.
- Düşük pH'de çözünür ve mantarlara yararlı durumda olan fosfat, kalsiyum, magnezyum ve çinko iyonları yüksek pH'da çözünmez ve mantarlar için yararlısız kompleksler oluştururlar.
- Düşük pH'da protoplazmik zarın hidrojen iyonları ile doymuş olması katyonların geçişini, yüksek pH'da ise zar hidroksil iyonları ile doyduğu için bu kez gerekli anyonların geçişini sınırlamaktadır.

- Aşırı hidrojen iyonu konsantrasyonu hücre içi pH'sına etki eder. Bu durumda enzimler inaktif duruma geçer enzimler için uygun pH aralığı 4-8 arasında değişir.
- Mantarlar bulundukları ortamda pH ayarlaması yaparlar. Mantarların şeker metabolizması sonucu oluşan organik asitler (özellikle glukonik, pirüvik, sitrik ve süksinik asitler) ile karbonhidrat metabolizması sonucunda açığa çıkan karbondioksitin su ile birleşerek oluşturduğu karbonikasit ortam pH'sında bir düşmeye neden olur (Alexander, 1961; Çengel, 1993).
- pH'yı düşüren inorganik gübrelerin toprağa verilmesi, filamentli mantarların gelişmelerini artırır. Aynı şekilde ortamın pH'sını yükselten inorganik gübreler ise mantar gelişimini azaltır.
- Amonyum tuzlarını içeren gübreler kullanılırsa mantar sayısında artış olur. Çünkü azotun mikrobiyal oksidasyonu sonucu nitrik asitler oluşur ve pH düşer. Bunun aksine sodyum nitratlı tuzlar toprağa verilirse nitrat iyonunun çok hızlı bir şekilde uzaklaşmasıyla (bitkiler ve mikroorganizmaların irrimobilizasyonu, derinitrifikasyon, yıkanma gibi) ortam alkali olur. Buda mantar florasını olumsuz etkiler.

- Toprak nemi mantarların aktiviteleri üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Düşük nem düzeylerinde mantarların kimyasal değişimleri katalize etme kapasiteleri zayıftır. Ortamın nemi ortalama yüzde 50-75 arasında olduğu zaman filamentli mantarların gelişmeleri ve aktiviteleri artar. Aerobik metabolizma (solunum) için gerekli olan oksijenin difüzyonunu engelleyen aşırı nem ise mantarların gelişmesini sınırlamaktadır. Çeşitli nem düzeylerinde bir otlaktaki mantar popülasyonundaki değişimler Tablo 2.14'de gösterilmiştir.

Tablo 2.14. Bir Otlakta Çeşitli Nem Düzeylerinde Mantar Populasyonundaki Değişmeler (Alexander, 1961).

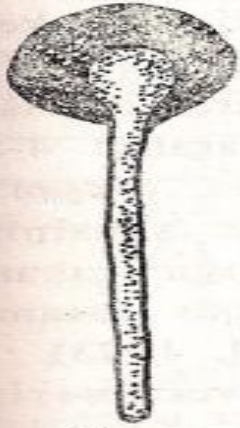
Ort.Toprak Nemi (%)	Mantarlar/g X 10 ³			
	Toplam	Hifsel Üniteler	Sporlar	Toplama göre sporlar (%)
8.9	99	60	39	39
11.2	89	57	32	36
18.5	142	113	29	20
24.2	149	133	16	10
27.1	173	153	20	12

- Tablodan da görüldüğü gibi toprak nem durumundaki iyileşme mantar sayısı ile pozitif bir korelasyon içerisindedir. Mantarların çoğu aerobiktir. Bu nedenle oksijen mantar gelişmelerini etkiler. Toprak havasının yerini aşırı nemin almasıyla filamentli mantarların sayısı azalır. Bazı mantarlarda böyle uygunsuz koşullarda dayanıklı sporlar oluşturarak varlığını devam ettirebilmektedirler. Böyle topraklarda drenajın iyileştirilmesiyle sporlar çimlenerek yeni miseller oluştururlar. Ancak *Fusarium oxysporum* ve *Eusarium eumartii* gibi mantarlar yüksek karbondioksit konsantrasyonuna, karşı toleranslıdır.
- Mantarların gelişmeleri üremeleri, sporlarının çimlenebilmesi için optimum sıcaklık istekleri vardır. Mantarların çoğu mezofiliktir.
- Fazla olmamakla beraber termofilik olanları da bulunur. Özellikle çürümüş kompostların ısınması sırasında termofilik mantar sayısında artış görülür. Termofiller 50 °C'de çoğalırlar.
- Mantarlardan *Aspergillus* ve *Trichoderma* cinsleri yaz mevsiminde toprağın yüzey horizonlarında 37 °C'de gelişme ve aktivitelerinde artış olur. Diğer yandan *Cylindrocarpon*, *Mucor*, *Penicillium* ve *Cladosporium* cinslerinin toprağın alt horizonlarında 6 °C'deki gelişme ve aktiviteleri topraktaki toplam mantarlara göre daha fazladır.

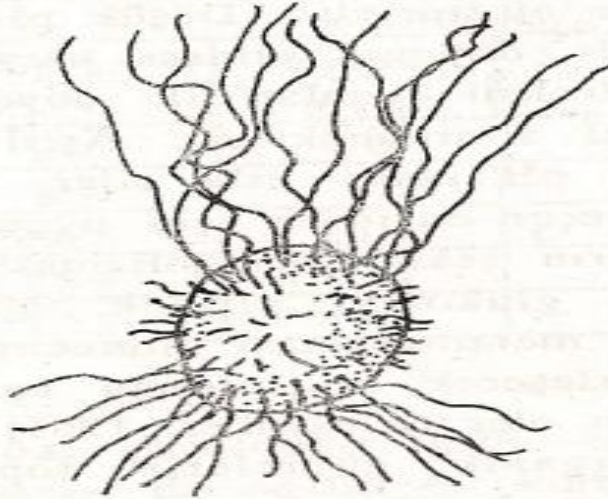
- Profil derinliği mantar popülasyonunu etkilemektedir. Mantar popülasyonu devamlı işlenen tarım alanlarının yüzey tabakalarında artış göstermektedir (Tablo 2.15)
- Ancak B horizonunda düşüş görülmektedir. İşlenmemiş devamlı bitki örtüsü altındaki alanda ise B horizonunun da mantar sayısı artış göstermiştir.
- Genellikle yüzey tabakasında elverişili organik maddenin fazlalığı mantar popülasyonunu artırmaktadır. Ancak farklı horizonların mantar popülasyonunda da farklılık görülmektedir. Bu durum işlenmemiş alanda olduğu gibi derinlerdeki yüksek CO₂ konsantrasyonuna veya düşük O₂ 'ne karşı adapte olan bir türün gelişmesiyle ilişkili olabilir. Bazı mantarlara profil boyunca oldukça sık rastlanır. Bir kısım mantarlar ise 5 cm'den daha fazla derinliklerde nadir bulunur. Bunların sayısı organik artıkların olduğu yüzey tabakalarında oldukça fazladır.

- Bunların aksine yüzey tabakalarında nadir ancak daha derinlerde oldukça çok görülen mantarlar da vardır. Bu dağılım, düşük O₂ miktarından ziyade mantarların CO₂ gazına olan toleransları ile ilgili olmaktadır. Bu durumda profil derinliğine bağlı olarak mantar popülasyonuna organik madde konsantrasyonu ve toprak havası etmektedir.
- Mevsim, organik maddenin yarıyışlılığına etki ederek mantar popülasyonunu da etkiler. Genellikle ılık ilkbahar mevsiminde mantarların sayılarında artma görülür. Ancak yazın kurak ve kışın soğuk dönemleri onların aktivitelerinin yavaşlatır, sayılarını azaltır. İlkbaharda ise gerek hasat edilen bitkilerin kökleri gerek yere düşen yapraklar gibi bitki artıkları nedeniyle mantar popülasyonunda artış olmaktadır.

- İşlenen tarım alanlarında yetiştirilen bitki çeşidi de mantarların sayısı ve türüne etki etmektedir. Örneğin *Aspergillus fumigatus*'un sayısı yulaf yetiştirilen tarlalarda, buğday ve mısır bitkilerinin ekili olduğu tarladakine oranla oldukça fazladır.
- Mısır ekili alanda *Penicillium funiculosum*'un,
- buğday ekili alanda ise *Trichoderma* cinsinin sayılarında artış görülmüştür. Bitkilerin mantar popülasyonu ve türleri üzerindeki önemli rolü, ya bitkilerin spesifik kök salgılarına yada bitki dokularının kimyasal bileşimlerine olan mikrobiyal tepkinin sonucu olabilir.



Mucor



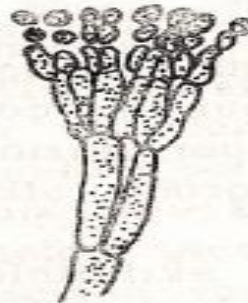
Chaetomium



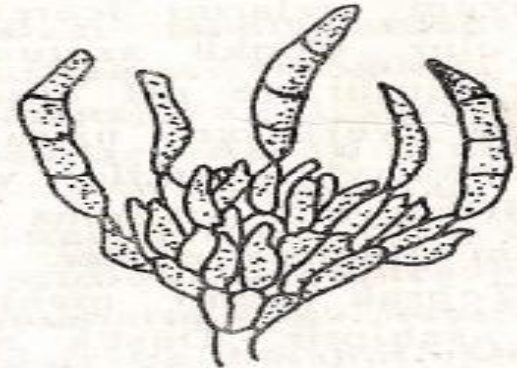
Trichoderma



Aspergillus



Penicillium



Fusarium

Şekil 2.16. Bazı toprak mantarları (Alexander, 1961).

4. BÖLÜM

KARBON DÖNGÜSÜ ve TOPRAK ORGANİK MADDESİ

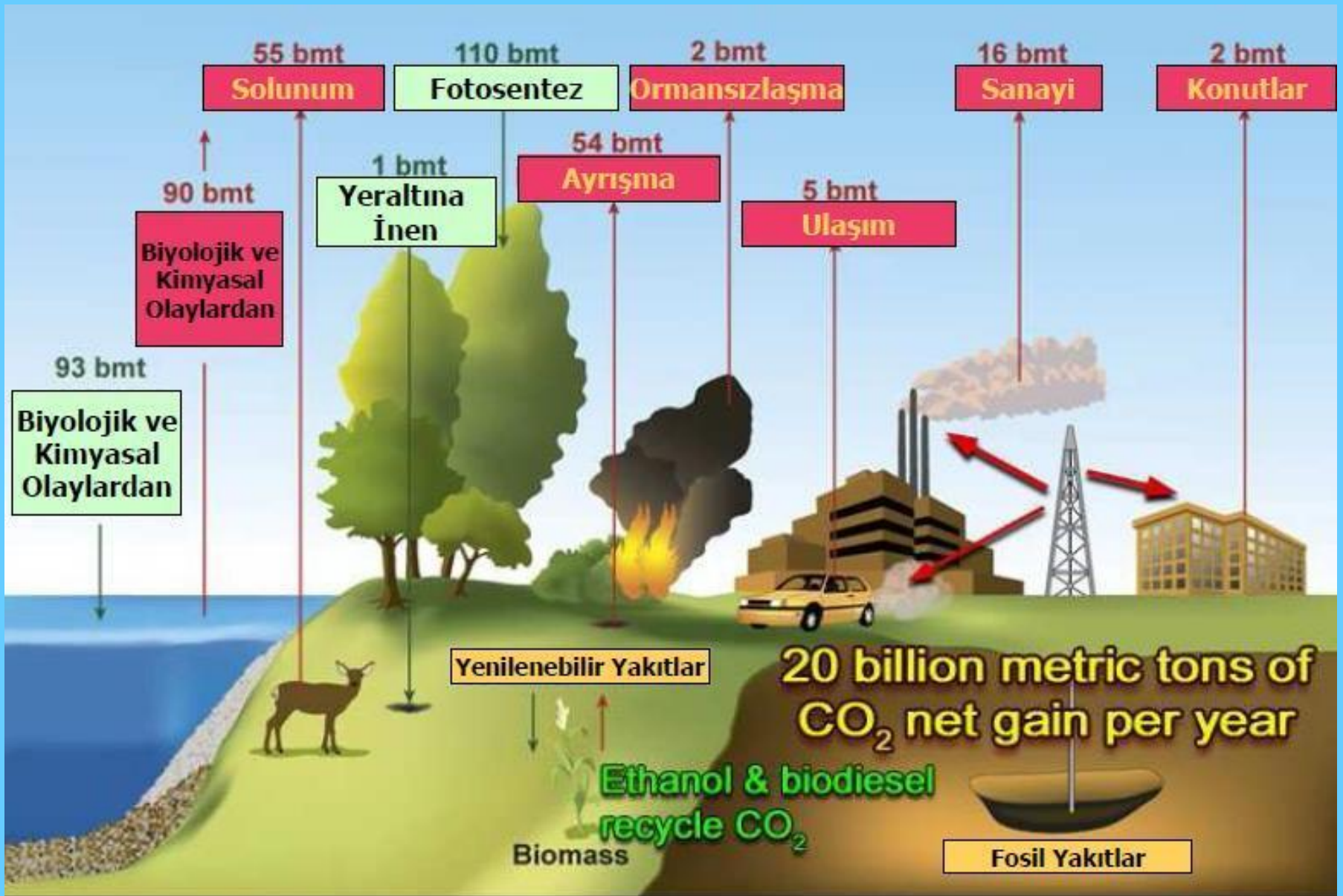
- Doğadaki organik kalıntılar mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır. Böylece organik materyallerdeki karbon, CO_2 'te dönüştürülür ve fotosentez sırasında başlatılan biyolojik karbon döngüsü tamamlanır.
- Toprakta ve hücre seviyesinde karbonun taşınması ve dönüşümü aynı zamanda bitki ve mikroorganizmalar için yararlı olan kükürt, azot ve fosfor gibi diğer besin maddelerinin döngüsünü de etkiler. Son zamanlarda araştırmacılar, genel karbon döngülerinin, biyolojiksel üretim ve toprak organik maddesi (TOM)'nin dönüşümü ile yakından ilişkili olduğunu fark etmişlerdir. Katı ve sıvı yakıtların yanması, geniş orman yangınları ve yoğun toprak işleme, atmosferdeki CO_2 düzeyini önemli iklim etkileri yaratacak düzeylere çıkarmıştır. Bu nedenle topraktaki karbon döngüsü, genel olarak ele alınmalıdır.

Tablo 4.1. Genel Karbon Kaynakları ve Yıllara Göre Tahmini Değerleri (Paul ve Clark, 1989).

Karbon Kaynakları	Karbon Miktarı (10 ⁹ Mg*)
Atmosfer	
1850	560
1890	630
- 1986	760
Okyanus	
Karbonatlar	20 x 10 ⁶
Çözünmemiş organikler	600
Çökmemiş ve tortul organikler	3000
Kara	
Canlılar	500
Humus	1.500
Katı ve sıvı yakıtlar	10.000
1987 yılında karbon kaynağı ve miktarı	
Katı ve sıvı yakıtlarla açığa çıkan karbon miktarı	+7
Ormandaki ağaçların kesilmesi ve ayrışması ile açığa çıkan karbon miktarı	+6
Yangınlarla tarım alanlarının açılması	+3
Yeni gelişen orman ağaçları tarafından alınan karbon miktarı	-4
Okyanuslar tarafından difüzyon ile alınan net karbon miktarı	-3
Yıllık fark	+9

* 1 Mg = 10⁶ g = 1 ton.

Mezajran



Yıllık Karbondioksit Tutulumu 204 Milyar Ton (bmt-billion metric ton) ←

Yıllık Karbondioksit Emisyonu 224 Milyar Ton ←

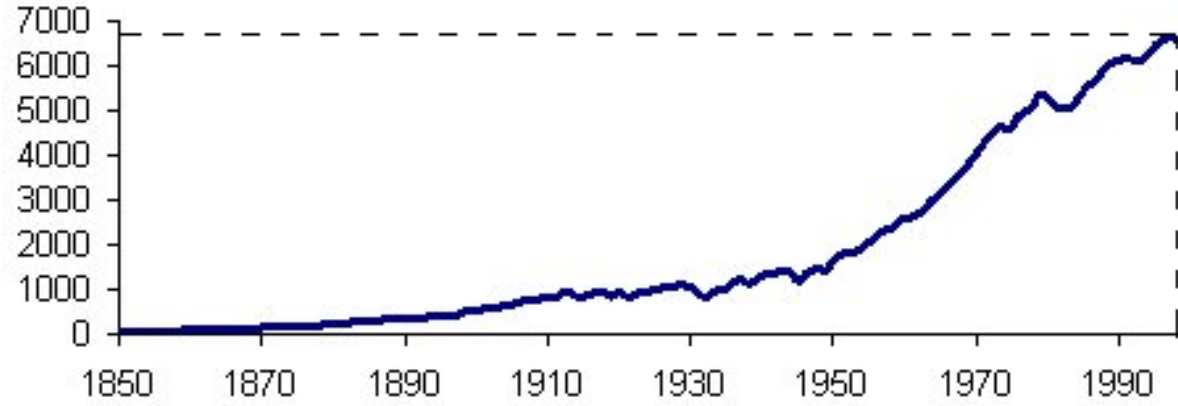
Atmosferde Biriken 20 Milyar Ton/Yıl (Farklı Kaynaklarda Azçok Değişik Değerler Var)

<http://www.chemistryland.com/CHM107/GlobalWarming/GlobalSourcesAndSinksforCO2.jpg>

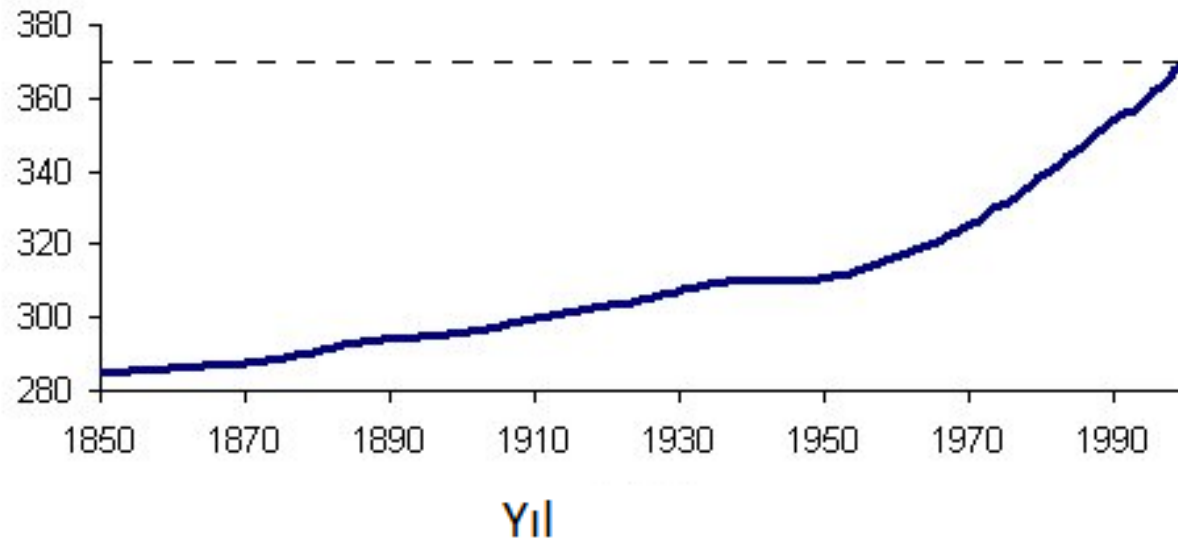
4.2. Karbon Döngüsü

- Genel karbon kaynaklarının tahmini değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir.
- Atmosferdeki CO₂, yeryüzündeki bitkiler ve toprak arasındaki devamlı biyolojik değişim, evrensel karbon döngüsünün dinamik bir kısmını oluşturur.
- Yıllık bitki üretimi okyanuslarda 40×10^9 Mg ve karada ise 70×10^9 Mg olarak tahmin edilmektedir. Yıllık bitki artıklarının ayrışması, bitki üretimine aşağı yukarı eşittir.
- 1800'lü yılların sonlarına doğru bu sabit durum değişiklik göstermemiştir.
- Ancak 1987 yılında sadece petrol ve körnürün yanmasıyla atmosfere 7×10^9 Mg karbon ilave edilmiştir (Tablo 4.1).
- Bu yıllık biyolojik döngünün 1/10'ni oluşturur ama bu durum devam ederse genel CO₂ miktarı artarak sorun oluşturur.

Kuresel senelik karbon emisyonu (milyon ton)



Atmosferdeki karbon dioksit miktarı (ppmv)

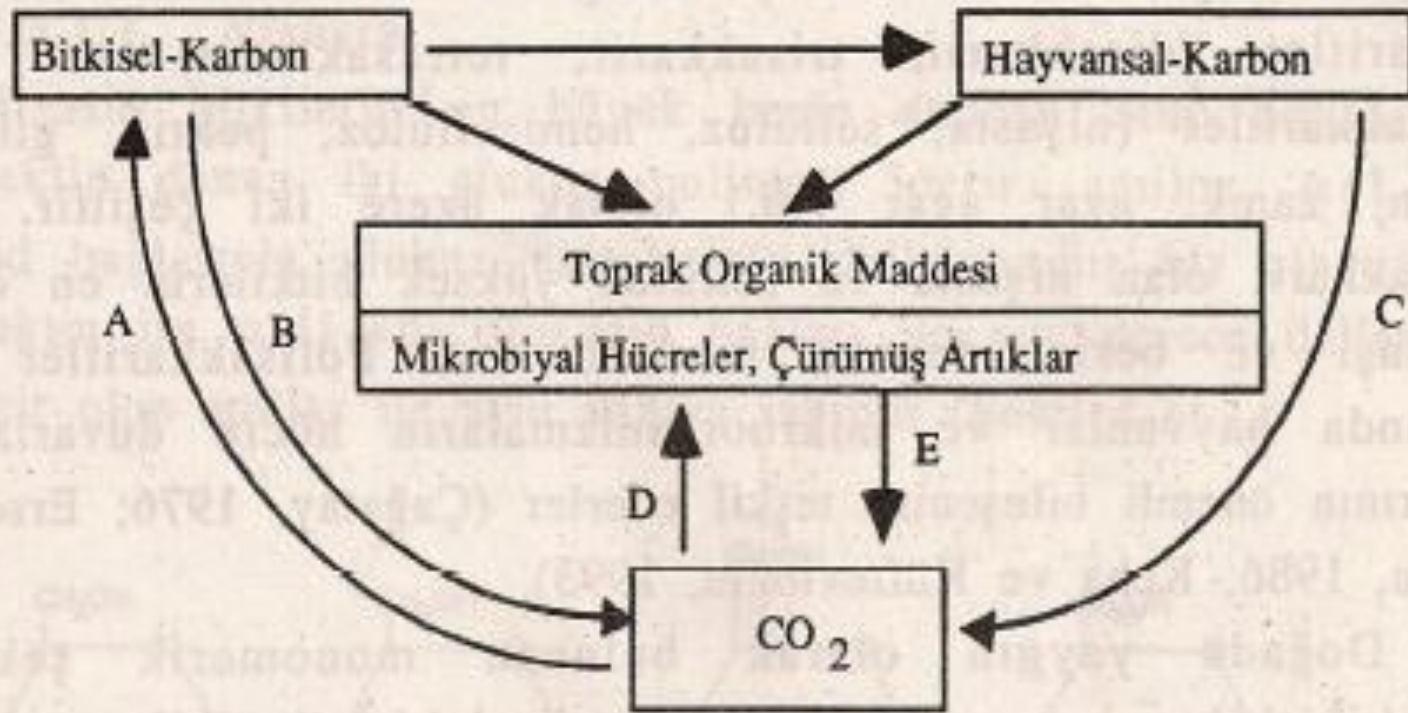


- Atmosferdeki CO₂ miktarı 600 ppm'e ulaşıncaya;
- kutuplarda atmosferik sıcaklığın 6-8 °C'ye yükseleceği,
- kutupsal ısınmanın gerçekleşmesine,
- buzulların erimesine,
- bir çok sahil şehirlerini suların basmasına neden olacağı,
- Ayrıca atmosfer sıcaklığının artmasına,
- yeryüzüne düşen yağışları etkileyerek yeryüzünde yeni çölleşen alanların oluşmasına,
- atmosferdeki sıcaklığın artması sonucu tarım alanlarının daha kuzeye ve güneye doğru genişlemesine,
- Fotosentez ile su kullanımı yeteneğini artırarak simbiyotik bitki mikroorganizma ilişkilerinin fonksiyonunun artmasına sebep olarak faydalı olabileceği de bilim adamlarınca söylenmektedir (Paul ve Clark, 1989).

- **Karbonun Önemi**

- Toprak mikroorganizmalarının çoğu, enerjilerini organik madde içindeki karbonlu bileşiklerden sağlarlar. Bu yüzden organik artıklar, toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanarak ayrıştırılır.
- Karbon, canlı hücrenin bir yapı taşı ve biyolojik yaşamın en önemli bir elementidir. Hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal hücreler yüksek oranda karbon içerirler. Bu içerik kuru ağırlık esasına göre % 40-50 kadardır.
- Yüksek bitkiler ve nemli çevrelerdeki algler gibi fotoototrofik organizmaların yapısında yer alan organik karbonun kaynağını fotosentez ile atmosferden alınan CO_2 oluşturur. Ölü bitki ve hayvanlar toprağa döndüğünde çeşitli mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaya başlar ve mineralize oluncaya kadar çeşitli değişikliklere uğrarlar.

- Toprak organik maddesi, ayrışmanın çeşitli aşamalarındaki farklı organik bileşikleri içerir. Bir çok araştırmacı, toprağın canlı kısmını oluşturan mikroorganizmaları da organik madde içerisinde etüd etmektedirler. Toprak organik maddesinin pek az bir kısmı mikrobiyal hücrelerden oluşmaktadır.
- Ayrışmanın son aşamalarında koyu renkli, ayrışmaya karşı dirençli organik maddeler meydana gelir. Bunlara ise "Humus" denir.
- Organik maddenin ayrışması sonucunda yapılarındaki maddelerden bir kısmı gaz haline geçerek uzaklaşır. Bir kısmı ise mikroorganizmalar tarafından hücrelerin yapımında kullanılarak tekrar organik karbona dönüştürülür. Bu arada gerek bitkisel ve hayvansal gerekse mikrobiyal solunum sonucu CO_2 açığa çıkar ve atmosfere karışır. Böylece karbon döngüsü tamamlanır. Kısaca karbon döngüsü, CO_2 'in fiksasyonunu ve tekrar açığa çıkmasını içine alır (Şekil 4.1). (Alexander, 1961; Hızalan, 1968; İsmailçelebioğlu, 1980; Çengel, 1993; Ergene, 1993; Sezen, 1995).

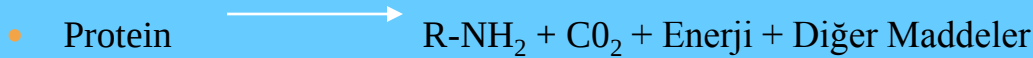


Şekil 4.1. Karbon döngüsü. A. Fotosentez B. Bitki solunumu C. Hayvan solunumu D. Ototrofik mikroorganizmalar. E. Mikrobiyal solunum (Alexander, 1961).

Toprak Organik Kalıntılarının Bileşenleri ve Değişimleri

- Toprağa giren bütün organik karbonun en büyük fraksiyonu, bitki kalıntılarıyla ilave olunan karbondur. Bitkiler;
 - - % 15-60 sellüloz,
 - - % 10-30 hemisellüloz,
 - - % 5-30 lignin,
 - - % 5-30 suda eriyebilen fraksiyonlar (şekerler, amino asitler, alifatik asitler),
 - - % 1-20 protein ve
 - - % 1-13 mineraller
 - - % 1-10 eter ve alkolde eriyebilen fraksiyonlar (Katıyağlar, sıvı yağlar, mumlar, Reçine, pigment), içerirler.
- Ancak bitki artıklarının bu ayrışma bileşenlerini TOM'ninkinden ayırmak güçtür (Alexander, 1961; Paul ve Clark, 1989).
- Bitkisel dokularda fazla miktarlarda bulunan maddelerden karbonhidratlar, lignin ve proteinler ayrışırlar veya başka şekillere dönerler.

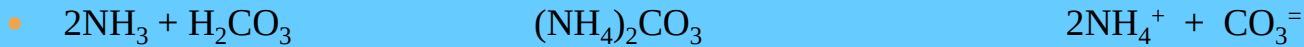
- Proteinlerin heterotrofik mikroorganizmalar tarafından parçalanması sırasında önce peptidler, daha sonra amino asitleri ve en sonunda da NH_3 meydana gelir.



- Bu şekilde aminlerin oluşmasına aminizasyon denir.
- Heterotrofik bakterilerin etkisiyle aminler aşağıda reaksiyonlarla NH_3 te dönüştürülür.
- Bu olaya aminofikasyon denir $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$



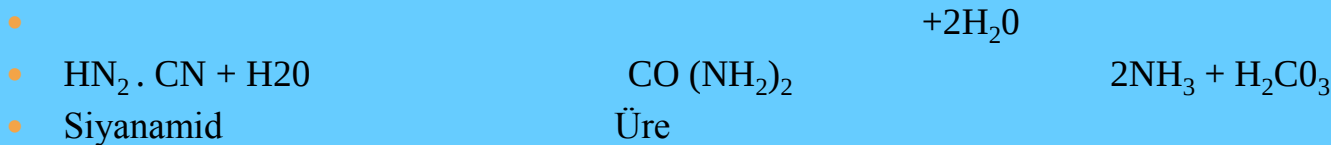
- Bu şekilde oluşan NH_3 aşağıdaki gibi su, karbon ik asit veya diğer asitlerle birleşerek amonyum iyonuna dönüşür. $\xleftrightarrow{\hspace{2cm}}$



- Nükleik asitler, alkoloidler, fosfatidler, çeşitli aminler, glukozaminler ve amidler gibi diğer azotlu bileşikler de toprakta bulunur. $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$
- Bunlardan kalsiyum siyanamid aerobik koşullarda önce üreye sonra amonyağa kolaylıkla ayrışır:



Siyanamid



- Protein yapısında olmayan üre, basit aminlerdendir. $\xleftrightarrow{\hspace{2cm}}$
- Bu madde, hayvanların idrarları ile ve çeşitli mikroorganizmaların biyokimyasal sentezi sonucu toprağa ilave edilir: $\xleftrightarrow{\hspace{2cm}}$

4.4. Toprak Organik Maddesinin Oluşumu

- Toprak organik maddesi, çeşitli bitkisel ve hayvansal kalıntıların ayrışmaya başladığı andan, minenilize oluncaya kadar geçen dönem arasında uğradıkları değişimlere (ayrışma ve birleşmelere) bağlı olarak ortaya çıkan farklı yapıdaki organik bileşiklerin tümünden oluşmuştur.
- Organik madde de bitkisel kökenli kısımlar daha fazladır. Bitki kalıntıları toprağa düştükten sonra mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji gereksinimlerinin karşılanması için ayrıştırılırlar.
- Organik kalıntılarda yer alan karbonhidrat ve protein gibi maddeler lignine göre daha kolay ve hızlı ayrışırlar.
- Karbonhidrat ve proteinlerin mikrobiyal ayrışması,
- Karbon: azot: kükürt: fosfor oranlarına bağlı olarak,
- Co_2 , NH_4^+ , SO_4^{-2} ve Po_4^{-2} gibi mikrobiyal ürünlerin oluşmasıyla sonuçlanır (Şekil 4.19).

- Dispersiyon işlemi ve Mekanik Analiz
- 2 mm lik elekten elenen toprak örnekleri kurutularak tartılır ve % oranı belirlenir. Bu işlemden sonra su asamalıdan geçirilir.
- 1- Dispersiyon
 - Toprak zerrecikleri mekanik analiz süresince disperse olmuş durumda tutmaya dispersiyon adı verilir. Bu işlemde OM, kolloidal kil, serbest Fe ve Al oksit ve Ca gibi maddeler dispers edilir.
- Organik maddenin giderilmesi
 - Bu işlemde toprak örneği H_2O_2 ile disperse edilir.
- Asit ile muamele
 - Topraktaki C ve Mg gibi bazı katyonlar seyreltik asit ile yıkanarak topraktan uzaklaştırılırlar.
- Dispers edici maddelerin kullanımı
 - Dispersiyon maddeleri monovalent katyonları içerirler.
 - Dispersiyon gücü $Li > Na > K$ ve NH_4 olarak sıralanırlar.
 - Diğer disperse edici maddeler: NH_4OH , $NaOH$, Na Silikat, Na Oksalat ve Na hegzameta fosfat.
- Mekanik Dispersiyon
- Mekanik veya el karıştırıcısı ile toprakları disperse etmektir.

4.5. Toprak Organik Maddesinin Bileşimi

- Toprak organik maddesindeki karbonun
 - - % 10-20 arası karbonhidratlardan (çoğu mikrobiyal orjinli),
 - - % 20'si amino şekerler ve amino asitler gibi azot içeren bileşenlerden
 - - % 10-20 arası alifatik yağ asitleri alkanlar (C_nH_{2n+2}) ve benzeri maddelerle aromatik moleküllerden oluşmuştur.
- Toprak organik maddesi, üzerinde çalışılmadan önce bir sıvı içerisinde dispers edilerek kil ve seskioksitlerin kolloidal mineral yapısından ayırdedilmelidir.
- Klasik parçalama tekniği, NaOH veya $Na_4P_2O_7$ 'ile dispersiyonu gerektirir.
- Alkali koşullarda sodyumun parçalayıcı etkisi ile dispers edilemeyen fraksiyon hümin olarak bilinir.
- Asidik pH koşullarında çöktürülen dispers edilebilir materyalin hümik asitler olarak bilinir.
- Çözeltide kalan materyal fulvik asitler olarak kabul edilir (Akalan, 1968; Paul ve Clark, 1989).

Organik Maddenin Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkisi:

- 1- Toprağın su tutma kapasitesini artırır.
- 2- Torağın iyi bir strüktür kazanmasına yardım eder.
- 3- Kumlu toprakların ve killi toprakların fena özelliklerini düzeltir.

Toprakların Kimyasal Özelliklerine Etkisi:

- 1- KDK ları yüksek olduğundan bitki besin elementlerinin toprakta tutulmasına yardımcı olurlar.
- 2- Organik madde bitki besin elementlerinin deposu görevini görür.
- 3- Organik madde topraktaki inorganik P, Fe, Mn ve diğer elementlerin faydalı şekillere dönüşmelerine yardım eder.
- 4- Organik madde toprak reaksiyonundaki ani değişimlere karşı tamponluk özelliği gösterirler.

Toprakların Biyolojik Özelliklerine Etkisi:

Mikroroganizmaların besin kaynağıdır. Organik madde fazla olunca mikroorganizma faaliyetide fazla olur.

Toprak Organik Maddesinin Muhafazası

- 1- Toprakta azot miktarını artırmak.
- 2- Gübreleme ile bitkilerin gelişimini sağlamak.
- 3- Bitki artıklarını toprağa karıştırmak.
- 4- Yeşil gübreleme yapmak.
- 5- Çiftlik gübresini toprağa vermek.
- 6- Torf, peat ve muck gibi ve orman altı artıkları toprağa karıştırmak.
- 7- Ekim nöbeti uygulamak.
- 8- Erozyon kontrolü yapmak.



Toprakların Sınıflandırılması

Organik Toprakların Özellikleri

- 1- Renkleri ıslak iken kahverengi veya kara dır
- 2- Volum ağırlıkları azdır
- 3- Su tutma kapasiteleri yüksektir
- 4- Strukturleri iyidir
- 5- Absorbsiyon kapasiteleri yüksektir
- 6- Plastiklik ve kohezyon güçleri azdır
- 7- Katyon tutma kapasiteleri yüksektir
- 8- Asit reaksiyonlu topraklardır
- 9- Fosforlu ve potasyumlu gübre ileve edilmeli ve kirec verilmelidir.

Organik Ana Materyal

- Bitki gelişmesinin fazla olduğu fakat, **su** ve **düşük ısı** sebebiyle ayrışmanın yavaş olduğu yerlerde organik madde birikir. Bu birikintilerin oluşumu belli bir iklim bölgesi ile sınırlı değildir. Şartların uygun olduğu her yerde meydana gelebilir. Ülkemizde bunlara turba adı verilmektedir. Organik madde iki durumda oluşabilir;



Organik Ana Materyal

- Organik madde iki durumda oluşabilir;
-
- 1. Fazla su karşısında birikme: Bataklıklar, durgun sular ve taban suyunun yüzeye çok yakın olduğu yerlerde bulunan çayırılık alanlarda organik madde birikebilir. Bitkilerin binlerce nesilleri büyüyerek yetiştikleri sulu ortamın içine düşerler. Su bunların hava ile temasını keserek oksitlenmelerini engeller. Anaerobik koşullarda bakteriler tarafından bitki dokuları parçalanır. Kitle kahverengi hatta siyah bir renk alır.

Fazla su altında OM birikimi.

- Bataklık ve durgun suların olduğu bölgede yaygındırlar.
- Ayrışma anaerobiktir.
 - Turbalar
 - Düz turbalık
 - Gecit turbalık
 - Yüksek turbalık

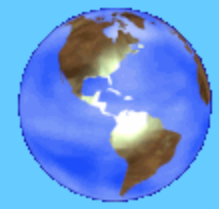


Organik Ana Materyal

- 2- Az sulu koşullarda organik madde birikimi. Bu durum, ayrışması zor bitki materyalinin çürümeyi yavaşlatan koşulların altında kalması ile olur. Bu koşullar;
 - **Organik atıkların besin maddelerince fakir topraklar üzerine düşmesi**
 - **Eksik yada tam havasızlık**
 - **Düşük sıcaklık**
 - **Su eksikliği**
- Ham humus veya eksi humus oluşur.

Organik Ana Materyal

- Organik toprak materyali içerdikleri organik madde miktarına göre 2'ye ayrılırlar.
- 1. Peat %50-80
- **2. Muck %20-50**



Organik Toprakların Kullanım Yerleri

- Fidanlık, seralar ve cim alanlarında
- Saksilarda bahcelerde, cicek tarhlarında ve fidanliklarda.
- Yesil alanların imalatında ve golf sahalarında,
- Ahirlarda yataklık veya altlık olarak,
- Ambalaj ve yalitim maddesi olatak,
- Yakacak olarak,

Memleketimizde Organik Topraklar

- Artvin ile Ardahan arasindaki Yalniz Cam Daglarinda.
- Uludagin 3000 m yuksek kisimlarinda,
- Balikesir, Bursa, Izmit, Fethiye,
- Seyhan bölgesinde,
- Bolu Abant gölü
- Erzurum Karasu vadisi



Toprak Organik Maddesinin Miktarı ve Dağılımı

- Toprak organik, maddesi toprak yapısında (strüktüründe) önemli bir roloynar. Bu yüzden suyun toprağa girişi, kök gelişimi ve erozyona dayanıklılık üzerinde büyük etkiye, sahiptir. Bunun yanında azot, fosfor ve kükürt gibi makro ve birçok, mikro elementlerin deposudur. Ayrıca, toprağa renk verir ve katyon adsorbsiyon kapasitesini artırır.
- Mineral topraklardaki organik madde miktarları, değişiktir. Fakir kumlu topraklarda eseri miktarlardan başlamak üzere praire topraklarda % 20'ye kadar çıkabilir. Bu oran organik topraklarda daha yüksektir.

- Organik madde miktarı, muck topraklarda % 20-50 arasında ve peat topraklarda ise % 50-80 arasında ve bulunur.
- Genel olarak kaba tekstürlü topraklar, ince tekstürlü, topraklara göre daha az organik madde içerirler. Hem işlenmiş hemde işlenmemiş toprakların verimliliği profillerindeki organik madde miktar ve derinliği yakından ilgilidir.
- Organik madde en fazla yüzeyde 25—40 cm derinliğe kadar olan üst toprak kısmında toplanmış olup alt toprakta daha azdır. Türkiye topraklarının, genel olarak TOM miktarı çok azdır (Ergene, 1993). Tablo 4.3'de görüldüğü gibi anaerobik koşullarla aynışmanın inhibe edildiği bataklıklarda en yüksek organik karbon birikimi (1 metre derinlikte 700 ton karbon ha⁻¹) vuku bulur.

- Kurak ve yağışlı mevsimlerde yılda hektara net karbon üretimi 6 ton otlak alanlardaki organik karbon miktarı (190 ton C ha⁻¹) kuzeydeki ılıman bölgelerin orman topraklarındaki toprak organik karbon miktarından (135 ton C ha⁻¹) daha fazladır.
- Yine hektara yıllık net karbon üretimi ılıman bölgelerin orman topraklarında 12 ton, tropikal bölgelerin orman topraklarında ise 19 ton olmasına karşılık toprak organik karbon ılıman iklim bölgesindeki orman topraklarında (135 ton C. ha⁻¹) daha yüksektir.
- Bu organik madde (*CIN* oranı 10), C/N oranı 15-20 arasında olan ılıman iklim bölgelerin orman topraklarındakinden ziyade işlenmiş topraklarınkine benzer olarak 10 olan C/N oranlarıyla profil boyunca daha derine dağılmıştır (Paul ve Clark., 1989).

Tablo 4.3. Bitki Biomasi ve Toprak Organik Karbonunun Genel Dağılımı (Paul ve Clark, 1989).

Tablo 4.3. Bitki Biomasi ve Toprak Organik Karbonunun Genel Dağılımı (Paul ve Clark, 1989).

Ekosistem	Alan (ha x 10 ⁸)	Net Üretim (ton C ha ⁻¹ yıl ⁻¹)	Bitki Biomasi (ton C ha ⁻¹)	Toprak organik karbonu (ton C ha ⁻¹)
Tropikal ormanlık	25	19	19	100
Ilıman ormanlık	24	12	12	135
Ağaçsız Tropik ova ve çalılık	23	8	2	50
Ilıman Çayırılık	9	6	0.7	190
Tundra	8	1	0.3	220
Kır alan çalılığı	18	1	0.01	60
Kayalar ve çöl	24	0.03	0.5	1
İşlenmiş alan	14	6	7	130
Bataklık sazlığı	2	30		700
	147			

Tablo 4.3. Bitki Bioması ve Toprak Organik Karbonunun Genel Dağılımı

- Nem ve sıcaklığın karşılıklı ilişkilerinin TOM'nin birikimini kontrol ettiği bilinmektedir. Sıcak iklimlerde mikroorganizmaların aktiviteleri fazla olduğundan organik madde ayrışması da, fazla olur. Sıcaklık sabit kalmak koşulu ile yağışın azalması organik madde miktarının azalmasına, rutubet ve diğer koşulların eşit kalması ve yıllık ortalama sıcaklığın azalması ile de organik madde miktarı artar.
- Kötü drenaj koşullarına ise hava ve sıcaklığın düşüklüğü nedeniyle organik madde birikmesi vuku bulur. Toprak işleminin yapılmadığı otlak alanlarda ve toprağın bitki örtüsü ile kaplı ormanlık alanlarda havasızlık ve organik materyalin fazlalığı nedeniyle organik madde birikmesi olur (İsmailçelebioğlu, 1980; Cengel, 1993).

- Toprak organik maddesinin mikroorganizmalarla ayrıştırılması organik materyanın C/N oranlarına bağlı olmaktadır. Tablo 4.4'de bazı organik materyallerin, C/N oranlarına göre sınıflandırılmaları görülmektedir. Organik maddedeki C/N oranı genişledikçe ayrışma güçleşir.
- C/N oranının daralması ayrışmanın kolayca olabileceğini göstermektedir. C/N oranı geniş organik materyal toprağa atıldığında geçici süre içinde olsa ayrışmayı gerçekleştiren mikroorganizmalar gereksinimlerini karşılamak için toprakta bitkiler için yararlı besin maddelerine özellikle azota ortak olurlar. Bu durum kültür bitkisinin gelişmesini geriletir. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için C/N oranı geniş olan organik materyaller toprağa atılırken azotlu gübre verilmesi gerekir.

Tablo 4.4. Bazı Organik Materyallerin C/N Oranları

Tablo 4.4. Bazı Organik Materyallerin C/N Oranları*.

Materyal	C/N Oranı
Bitki Kalıntıları	
Hububat samanı	80-100/1
Buğday tanesi	20/1
Kompost edilen çiftlik gübresi, hayvan dışkıları	8/1
Baklagiller, yeşil gübre taze hububat	16/1
Mikroorganizmalar	
Mantarlar	10/1
Aktinomisetler	6/1
Bakteriler	5/1

* Sezen (1995), İsmailçelebioğlu (1980) ve Çengel (1993)'den uyarlanmıştır.

- *CIN* oranı dar olan baklagil kökenli organik materyallerin toprağa atılmasında önemli bir sorun olmamaktadır. Tarım altındaki topraklarda C/N oranı yaklaşık 10/1'dir. Bu oran 8/1 ile 15/1 arasında değişebilmektedir.
- Asit topraklarda ve drenajın zayıf olduğu yerlerde *CIN* oranı geniştir. Aynı şekilde profil derinliğine inildikçe killerin amonyumu daha fazla fikse etmesine ve analiz anında bu fikse amonyak, azot içerisinde yer alarak *CIN* oranını düşürmektedir (Sezen, 1995 ; Çengel, 1993).
- Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı çeşitli topraklarda organik madde miktarı ve dağılımı değişiklik göstermektedir.