

FOTOSENTEZ

Bir organizma, enerji ve karbon iskeleti için gerekli olan organik bileşikler ya ototrof ya da heterotrof beslenme tarzıyla karşılayabilir.



En kısa şekilde canlının inorganik maddeleri kullanarak ihtiyaç duyduğu organik besini sentezleyebilmesi şeklinde tanımlanabilecek ototrof beslenme (oto = kendi kendine trof = beslenme) canlıların açık sistemler olarak tanımlanması ilkesine aykırı görünebilir.

Ancak ototrofluk, otonomi anlamına gelmez. Çünkü ototrof canlılar da besin sentezlemek için ihtiyaç duydukları inorganik bileşenleri çevrelerinden hazır olarak alırlar.

Ototroflar da diğer canlılar gibi çevreleriyle sürekli madde ve enerji alış veriş i içindedirler.

Organik madde sentezi için ışık enerjisi kullanan ototrof canlılara **fotosentetik ototrof** ya da **fotoototrof** denir.

Bitkiler, algler, bazı bakteri ve protistler fotosentez gerçekleştirebilir.



Fotosentez, canlılar dünyasının neredeyse tümünü doğrudan ya da dolaylı olarak besleyen tek biyolojik olaydır.

Fotosentez, canlıların besin ihtiyacını karşılamasının yanında hayatımızı pek çok yönden etkileyen birçok ürünün de üretilmesini sağlamaktadır. Örneğin, pamuk ve keten gibi birçok tekstil hammadde bitki liflerinden elde edilmekte, odun ise mobilyacılıkta, inşaat sektöründe ve kâğıt ürünlerinin üretiminde vazgeçilmez rol oynamaktadır.

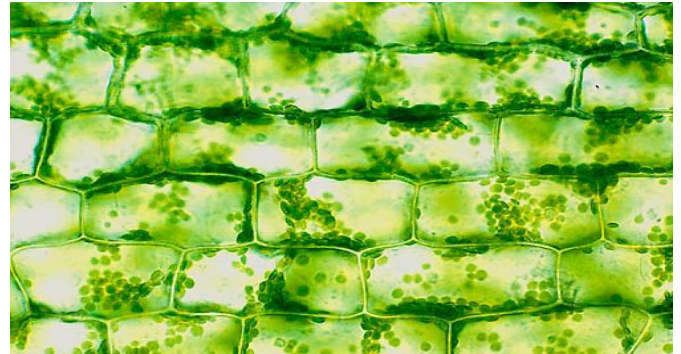
Günümüzde kullanılan fosil yakıtların kaynağı da çok eski dönemlerde yaşamış olan fotosentetik organizmalardır.

Yeşil gövdeler ve olgunlaşmamış meyveler dâhil bir bitkinin tüm yeşil kısımlarında kloroplast bulunmakla birlikte, çoğu bitkide yapraklar fotosentezin gerçekleştiği başlıca organlardır.

Bu anlamda bitkinin doku ya da organları fotoototrof veya heterotrof olabilirler.

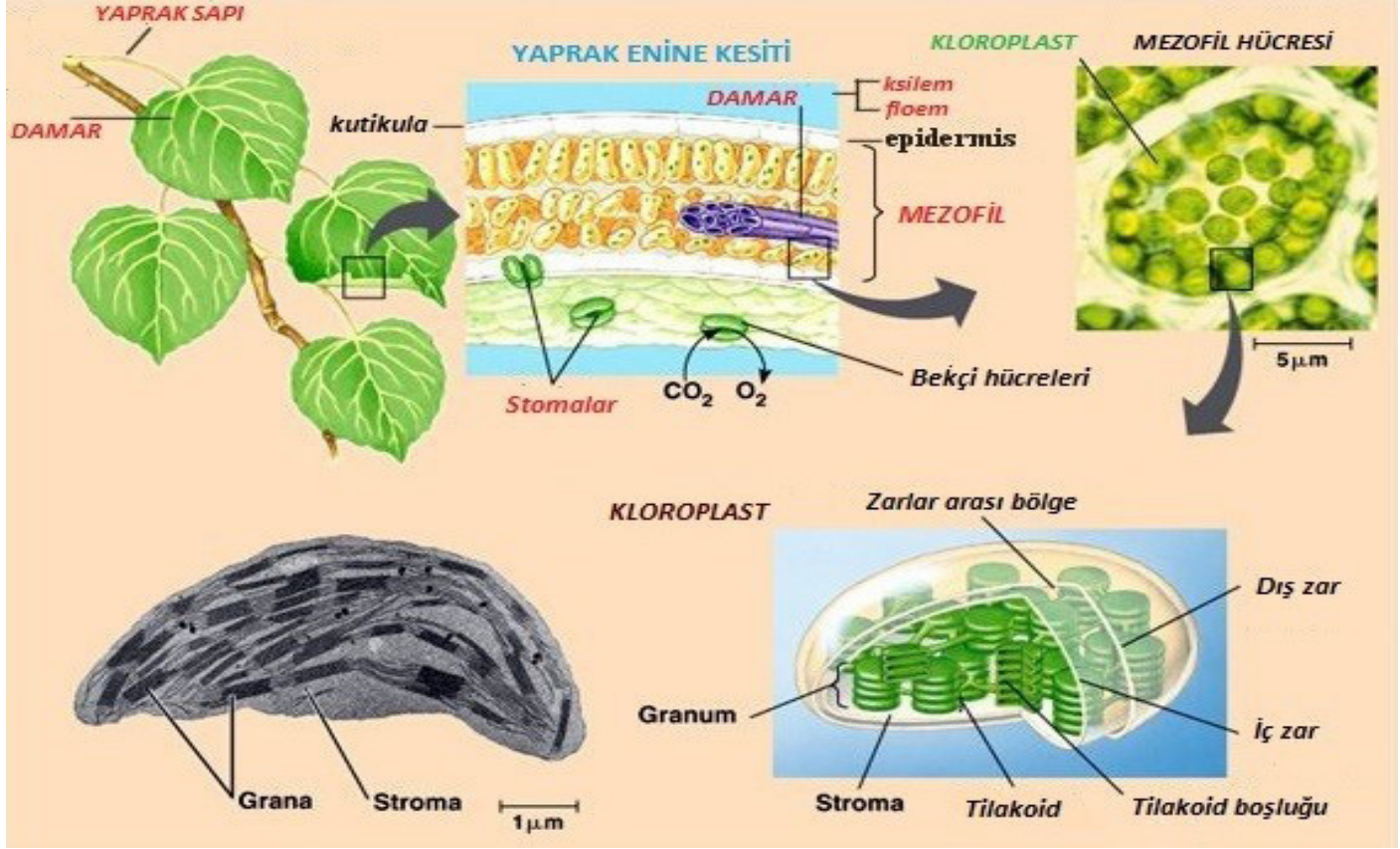
Yaprak ve yeşil gövde fotosentez yapabilirken, kök ve odunlaşmış gövde heterotrof beslenir. Yaprak döken ağaçlarda sadece heterotrof yapılar kaldığı için bitki önceden depoladığı besinleri kullanır.

Bir milimetrekarelik bir yaprak yüzeyinde yaklaşık 1 milyon adet kloroplast bulunmaktadır. Yapraklar, renklerini bulundurdıkları kloroplast organeline yerleşmiş olan klorofil pigmentinden alırlar.

**UNUTMA !**

Fotosentez bazı bakteri türlerince, bazı protistlerce ve tam parazit özellikte olmayan bitkilerde gerçekleştirilebilen metabolik bir faaliyettir.

Kloroplastlarda besin moleküllerinin sentezi, klorofil tarafından absorbe edilen ışık enerjisi ile gerçekleştirilir. Kloroplastlar, başlıca yaprağın iç kısmında bulunan **mezofil** dokusundaki hücrelerde bulunur.



Fotosentez için ihtiyaç duyulan su ve mineraller bitkinin kökleri vasıtasıyla alınıp iletim demetleri ile yapraklara gönderilirken yine fotosentezin gerekli öğelerinden CO₂, bitkiye yapraklardaki stoma denen açıklıklardan giriş yapar. Yine su buharı ve fotosentez sonucu oluşturulan O₂ de stomalar vasıtasıyla atmosfere verilir.

Tipik bir mezofil hücresi yaklaşık 30 - 40 adet kloroplast içermektedir. Kloroplastların her biri yaklaşık 1 -2 µm kalınlığında ve 2 - 10 µm çapında mercimek şekilli yapılardır.

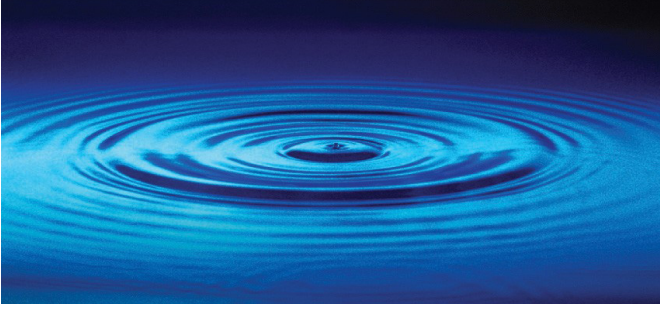
Kloroplastın iç kısmında yoğun bir sıvı oluşturan **stroma** bulunur. Stromanın içerisinde fotosentezin karbon tutma reaksiyonlarında görev alan enzimler ile DNA, RNA ve ribozomlar bulunur.

Stroma, çift katlı zar sistemiyle çevrelenmiştir. Birbirleriyle bağlantılı ve çok gelişmiş bir sistem olan tilakoid zarlar stromayı dıştaki çift tabakalı zar yapısından ayırmaktadır. Tilakoid zarların bazı bölümlerde (üst üste dizilmiş bozuk para yığınları gibi görülen) oluşturduğu yapılara **grana** denir.

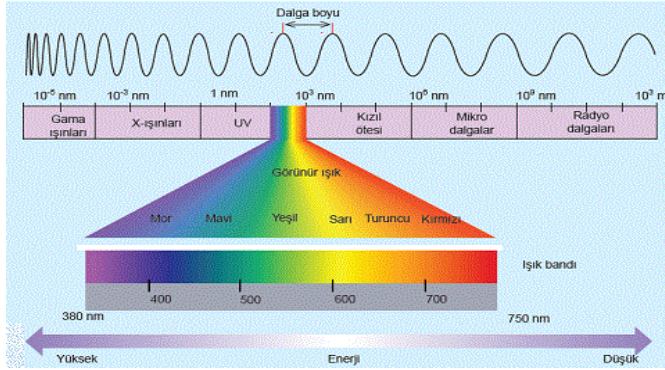
Tilakoid zarların tüm yüzeyi, dış zarın yüzey alanının yaklaşık olarak 500 katına denk gelmektedir. Klorofil moleküllerinin bu zarlar üzerine yerleştiği düşünülürse, yüzey artışının fotosentezin verimine katkısını anlamak daha kolay olacaktır.

Işık, elektromanyetik enerji olarak bilinen bir enerji biçimidir. Ayrıca **elektromanyetik radyasyon** olarak da isimlendirilir.

Elektromanyetik enerji, bir su birikintisine düşen çakıl taşının yarattığı dalgalara eş şekilde ritmik dalgalarda halinde yayılır.



Elektromanyetik dalgaların oluşturduğu iki tepe noktası arasındaki mesafeye ışığın dalga boyu denir. Işığın dalga boyu, bir nanometreden küçük olabileceği gibi bir kilometreden büyük te olabilir.



Elektromanyetik spektrumun yaşam için çok önemli olan kısmı, yaklaşık 380 ile 750 nanometre arasında dalga boyuna sahip olan bölgedir. Bu bölge, insan gözü tarafından ayırt edilebildiği için görünür ışık olarak adlandırılır.

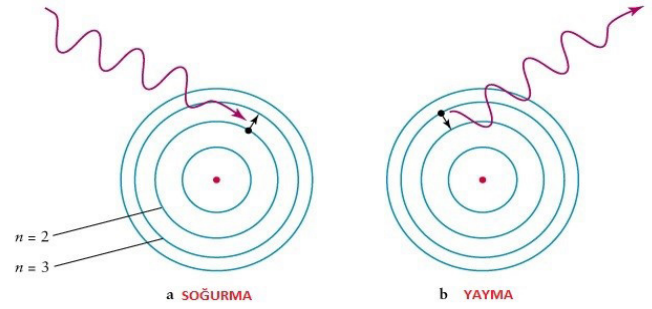
Dalga yapısındaki ışık modeli, ışığın birçok özelliğini açıklar. Ancak belli yönlerden ışık, birbirinden ayrı parçacıklardan oluşmuş gibi davranır. Bu parçacıklara **foton** denir.

Enerji miktarı ışığın dalga boyu ile ters orantılıdır. Işığın dalga boyu azaldıkça, ışığın sahip olduğu fotonun enerjisi artar. Bu nedenle mor ışığın fotonunun enerjisi, kırmızı ışığın sahip olduğu enerjinin yaklaşık iki katıdır.

Güneş, elektromanyetik enerjinin tüm spektrumunu yaymasına karşın, atmosfer görünür ışığı geçirirken diğer ışınların önemli bir bölümünü süzer. Fotosentezde, spektrumun gözle görünebilir kısmı, yani görünür ışık kullanılmaktadır.

Işık, bir maddeyle karşılaştığında

- madde tarafından yansıtılabilir
- maddenin içinden geçebilir veya
- madde tarafından emilir (absorblanabilir)



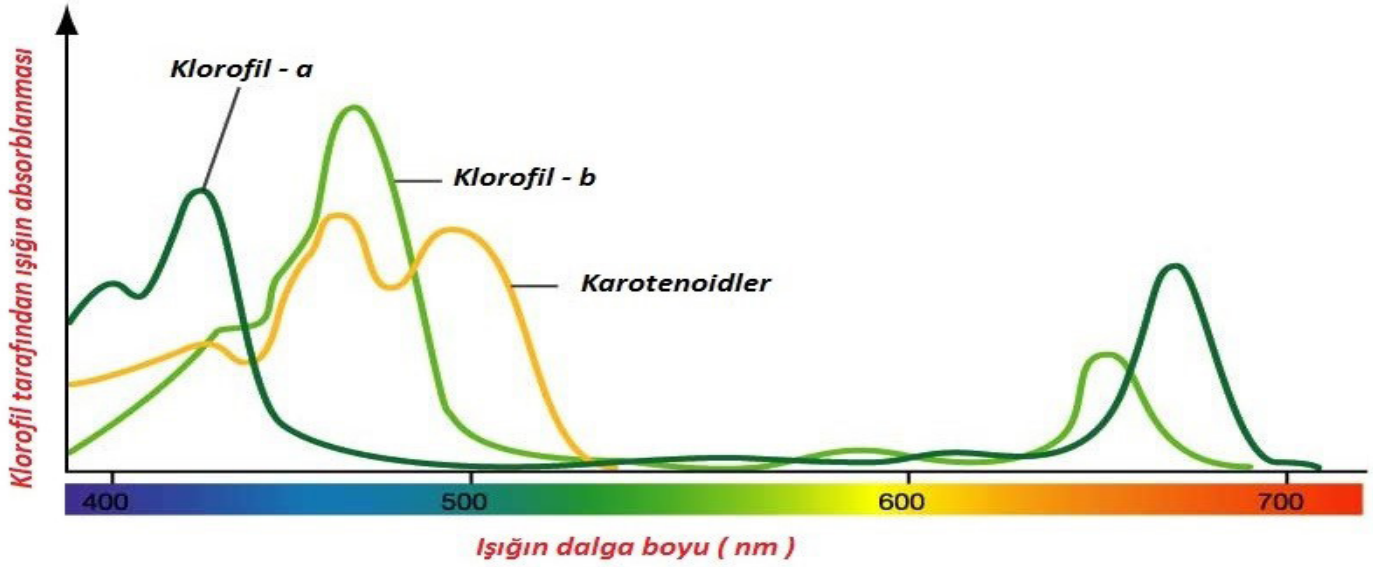
Görünür ışığı absorblayan maddeler pigment olarak adlandırılır. Klorofil, kırmızı ve mavi ışığı absorblayıp yeşil ışığı ise yansıttığından yapraklar yeşil renkte görülmektedir.

Fotosentezde asıl ışık gören dalga boyları yansıtılanlar değil emilenler olduğu için fotosentez en az yeşil ışık altında gerçekleşmektedir.



Klorofil çözeltisi, yeşil dalga boyundaki ışığı absorblayamadığı için galvanometredeki sapma fazla olmuştur.

Bir pigmentin, çeşitli dalga boylarındaki ışığı absorblama yeteneği spektrofotometre denen bir cihazla ölçülebilir. Bu cihaz, farklı dalga boylarındaki ışık demetlerini bir pigment çözeltisine yönlendirerek her bir dalga boyunda geçirilen ışık grubunu ölçer. Bir pigmentin absorbladığı dalga boylarındaki ışığı gösteren grafik **absorbsiyon spektrumu** olarak adlandırılır.

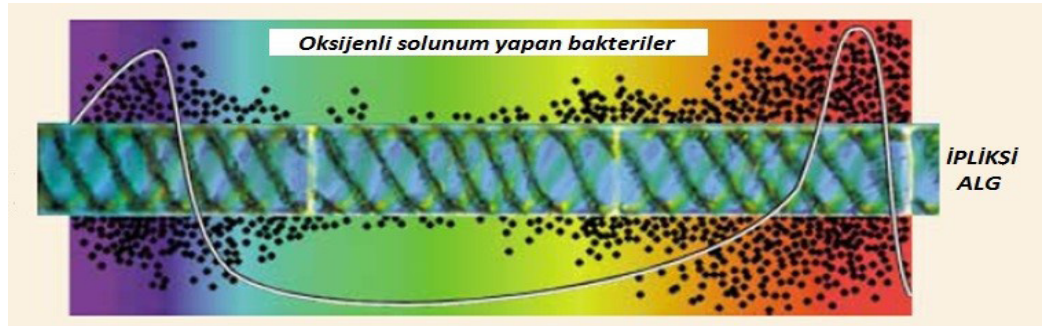


Kloroplasttaki pigmentlerin absorpsiyon spektrumları, farklı dalga boylarının fotosentezin sürdürülmesinde farklı dalga boylarının oransal etkisine dair ipuçları verir. Çünkü ışık, ancak kloroplast tarafından absorblanınca iş görebilir.

Klorofil - a ve b'nin absorpsiyon spektrumu incelenecek olursa, mavi ve kırmızı ışığın fotosentezde en etkili oldukları buna karşılık yeşilin etkisinin en az olduğu görülür. Bu durum, fotosentezin etkin spektrumu tarafından doğrulanmaktadır.

Fotosentezin etkin spektrumu, Alman botanikçi Theodore ENGELMANN tarafından 1883 yılında yapılan deneyle gösterilmiştir.

ENGELMANN, deneyinde ipliksi bir alg türü ve oksijen seven bakterileri kullanmıştır. ENGELMANN, kullandığı ipliksi algi prizmadan geçirilmiş ışıkla ışıklandırmış, bu şekilde algin farklı bölümlerini farklı dalga boyundaki ışığa maruz bırakmıştır.



Parçaların hangisinden en fazla O_2 çıktığını belirlemek için oksijen kaynağı yakınında yoğunlaşan aerobik bakterileri kullanmıştır. Bakteriler, kırmızı ve mavi ışık ile ışıklandırılmış alg parçalarının çevresinde en büyük sayıda toplanmıştır. Bakterilerin toplandığı bölgeler, kloroplastın ışığın farklı dalga boylarını soğurabilme yeteneği ile örtüşmektedir.

Kloroplastlarda klorofil - a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$), klorofil - b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) ve diğer karotenoidler bulunmaktadır. Karotenoidler, klorofil a ve b tarafından soğurulamayan dalga boylarındaki ışığı soğurup enerjisini klorofillere aktarmak suretiyle bu dalga boylarındaki ışığın enerjisini fotosentezde kullanılabilir hale getirirken bir yandan da klorofillerin ışık ve oksijen karşısında parçalanmasını önlerler.