

# FOTOSENTEZ

Fotosentez bitkiler, algler ve bazı bakterilerin güneş ışığındaki enerjiyi kimyasal enerjiye dönüştürdüğü biyokimyasal bir süreçtir. Elde edilen kimyasal enerji, karbondioksit ve suyun bir araya getirilmesiyle sentezlenen şeker moleküllerinde depolanır. Yeryüzündeki yaşamın devamlılığı büyük ölçüde bu sürece bağlıdır. Çünkü kendi besinini sentezleyemeyen canlılar enerjilerini ya fotosentez yapan canlılardan ya da fotosentez yapan canlılarla beslenen canlılardan sağlar. Fotosentez sonunda bir yan ürün olarak oksijen açığa çıkar. Dolayısıyla fotosentez atmosferdeki oksijen oranının korunmasını sağlar. Fotosentez bitkilerde ve alglerde kloroplast adı verilen organellerde, bakterilerde ise hücre zarı içinde ya da hücre içindeki zarsı yapılarda gerçekleşir. Tipik bir bitki hücresi 10 ila 100 kloroplast barındırabilir.

## Fotosentezin Aşamaları

Fotosentez süreci iki temel aşamadan oluşur. İlk aşamada ışığa bağlı tepkimeler, ikinci aşamada ise ışıktan bağımsız tepkimeler gerçekleşir.

### Güneş Işığı

Yapraklarda klorofil adı verilen ışığa duyarlı pigmentler tarafından soğurulur.

### Yapraklar

Bitkilerde fotosentezin gerçekleştiği başlıca kısımdır. Farklı işlevler gören çeşitli dokulardan oluşur.

### Neden Yeşil ?

Klorofil molekülleri Güneş'ten gelen ışığın görünür ışık kısmını soğurur. Ancak görünür ışığın içerdiği mavi ve kırmızı ışığı yüksek düzeyde, yeşil ışığı ise çok düşük düzeyde soğurduğu için yeşil ışığın büyük kısmını yansıtır. Bu yüzden yapraklar yeşil görünür.

### Yaprığın Yapısı

Her bir yaprakta iki epidermal koruyucu hücre tabakası arasına yerleşmiş mezofil adlı bir tabaka bulunur. Mezofil tabakası palizat parankimasi ve sünger parankimasi adlı dokulardan oluşur. Fotosentez yoluyla besin üretiminin büyük kısmı palizat parankima dokusunda gerçekleşir. Sünger parankima hücrelerinin aralarındaki boşluklar gaz alışverişine imkân tanır. Yaprığın alt yüzeyindeki epidermal hücrelerin arasında koruyucu hücre çiftlerinin oluşturduğu stoma adlı gözenekler vardır. Bu gözenekler dış ortama yaprak arasında gaz alışverişi sağlar.

### Klorofil

Yapraklardaki kloroplast adlı organellerde bulunan yeşil bir pigmenttir. Fotosentez sırasında ışık enerjisinin soğurulmasını sağlar.

### Ksilem

Köklerden alınan su ve çözünmüş hâldeki minerallerin yapraklara ve bitkinin diğer kısımlarına taşınmasından sorumlu kanal yapılı doku.

### Floem

Fotosentez sonucunda üretilen besinlerin bitkide ihtiyaç duyulan kısımlara taşınmasından sorumlu kanal yapılı doku.

### Su (H<sub>2</sub>O)

Fotosentez bitkide sürekli olarak su ihtiyacı doğurur. Su bitkinin yapraklarına kök ve gövde yoluyla, ksilem adlı özel iletim kanalları yardımıyla ulaşır.

### Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)

Karbondioksit, fotosentez yaparak glikoz sentezlemek için bitki hücreleri tarafından stomalar yoluyla dış ortamdan difüzyonla alınır.

## Işığa Bağlı Tepkimeler

Fotosentezin ilk aşamasında güneş ışığından sağlanan enerji kullanarak ikinci aşamada kullanılacak enerji taşıyıcı moleküller oluşturulur. Fotosentetik pigmentler (çoğu durumda klorofil), güneş ışığının soğurulmasını sağlayarak süreci başlatır. Işık, elektronları uyarak daha yüksek bir enerji seviyesine geçirir. Bu da Güneş'ten gelen enerjinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesini sağlar. Daha sonra elektronlar iki ayrı fotosistem üzerinde molekülden moleküle aktarılarak sonunda adenozin trifosfat (ATP) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) moleküllerinin oluşmasını sağlar.

### 1

#### Işığın FS II'de Soğurulması

Işığın fotosistem II'deki pigmentler tarafından soğurulmasıyla elektronlar enerji kazanarak uyarılır. Uyarılan elektronlar, bir alıcı moleküle aktarılır. Fotosistem II bu elektronları su moleküllerinden alarak yerine koyar. Bu sırada su molekülleri fotoliz adı verilen olay sonucu parçalanır. Fotoliz sonucunda oksijen (O<sub>2</sub>), hidrojen iyonları (H<sup>+</sup>) ve elektronlar (e<sup>-</sup>) oluşur. Oksijen, bu sürecin yan ürünü olarak atmosfere salınır.

### 2

#### ATP Sentezi

Yüksek enerjili elektron, bir elektron taşıma zinciri boyunca ilerler ve ilerledikçe enerji kaybeder. Açığa çıkan enerjinin bir kısmı, stromadan tilakoidin içine H<sup>+</sup> iyonları pompalanmasını ve iki ortam arasında H<sup>+</sup> iyonları açısından bir konsantrasyon farkı oluşmasını sağlar. Suyun parçalanması sonucu ortaya çıkan H<sup>+</sup> iyonları da bu konsantrasyon farkına katkıda bulunur. H<sup>+</sup> iyonları yüksek konsantrasyonda bulundukları tilakoidten daha düşük konsantrasyonda bulundukları stromaya akarken bir ATP sentazın (ATP sentezleyen kanal proteinini) içinden geçerler. Bu geçiş sonucunda ATP sentezlenir. Kimyasal konsantrasyon farkının tetiklediği bu akışa kemiozmoz denir.

### 3

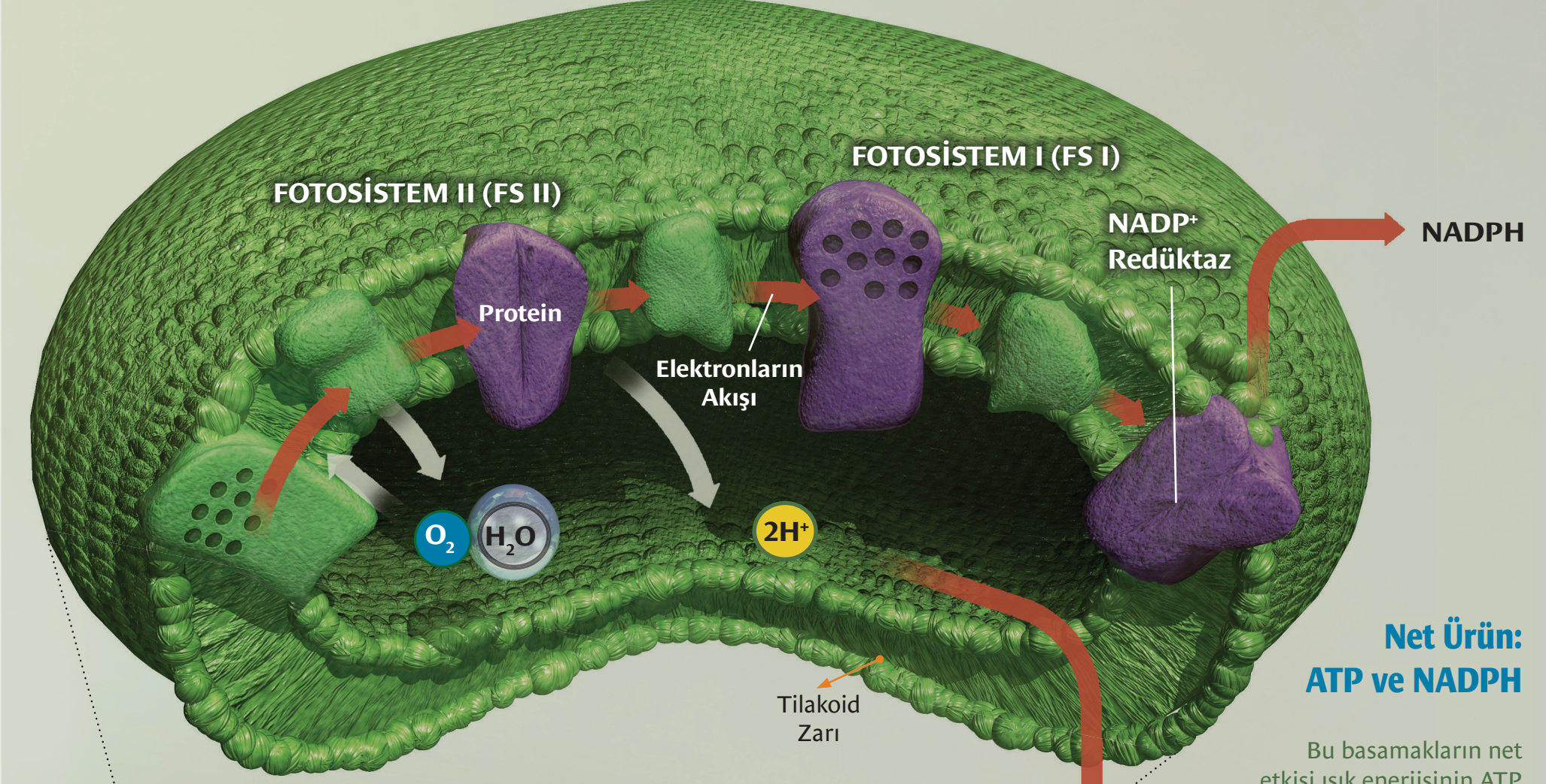
#### Işığın FS I'de Soğurulması

Elektron fotosistem I'e ulaşır. Fotosistem I'in ışık soğurması sonucunda elektron uyarılarak yüksek bir enerji seviyesine çıkar ve birtakım aracı moleküllere aktarılır.

### 4

#### NADPH Oluşumu

Yüksek enerjili elektron, elektron taşıma zincirinin daha kısa olan ikinci kısmından da geçerek sonunda (aynı yolu izleyen ikinci bir elektronla birlikte) NADP<sup>+</sup> molekülüne ulaşır ve NADPH molekülünün oluşmasını sağlar.



### Net Ürün: ATP ve NADPH

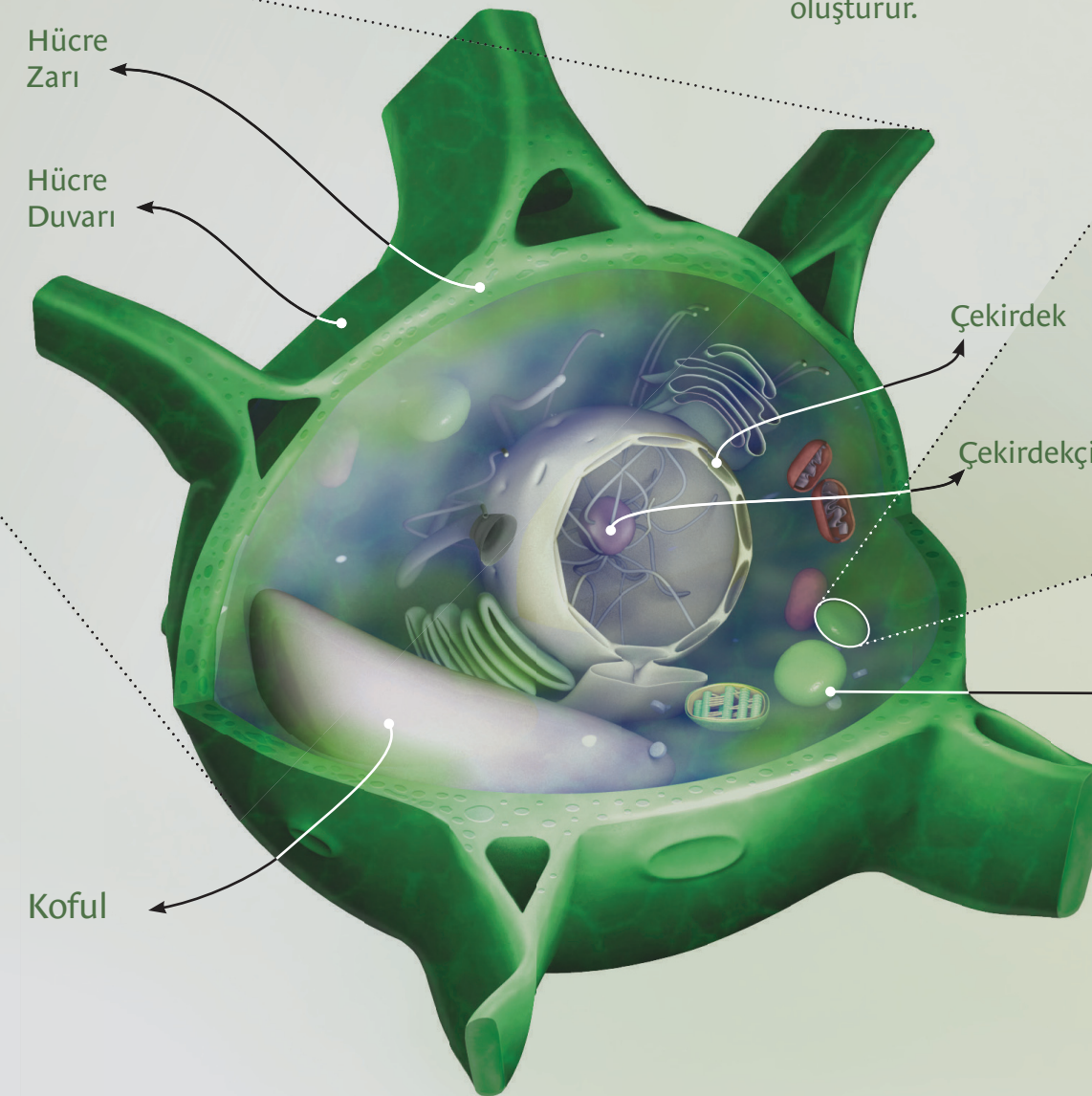
Bu basamakların net etkisi ışık enerjisinin ATP ve NADPH bünyesinde depolanan kimyasal enerjiye dönüşmesidir. Fotosentezin ışığa bağlı tepkimeleri sonucunda oluşan ATP ve NADPH molekülleri fotosentezin sonraki aşaması olan Calvin döngüsünde enerji kaynağı olarak kullanılır.

### Bitki Hücreleri

Başlıca üç özelliğiyle hayvan hücrelerinden ayrılırlar: kuru ağırlığının % 40-50 kadarı selülozdan oluşan hücre duvarı; su, çözünmüş iyonlar, şekerler, organik asitler ve bazı pigmentler barındıran koful adlı iri bir kesecik; klorofil içeren kloroplastlar. Hayvan hücreleri gibi bitki hücrelerinde de bir çekirdek bulunur.

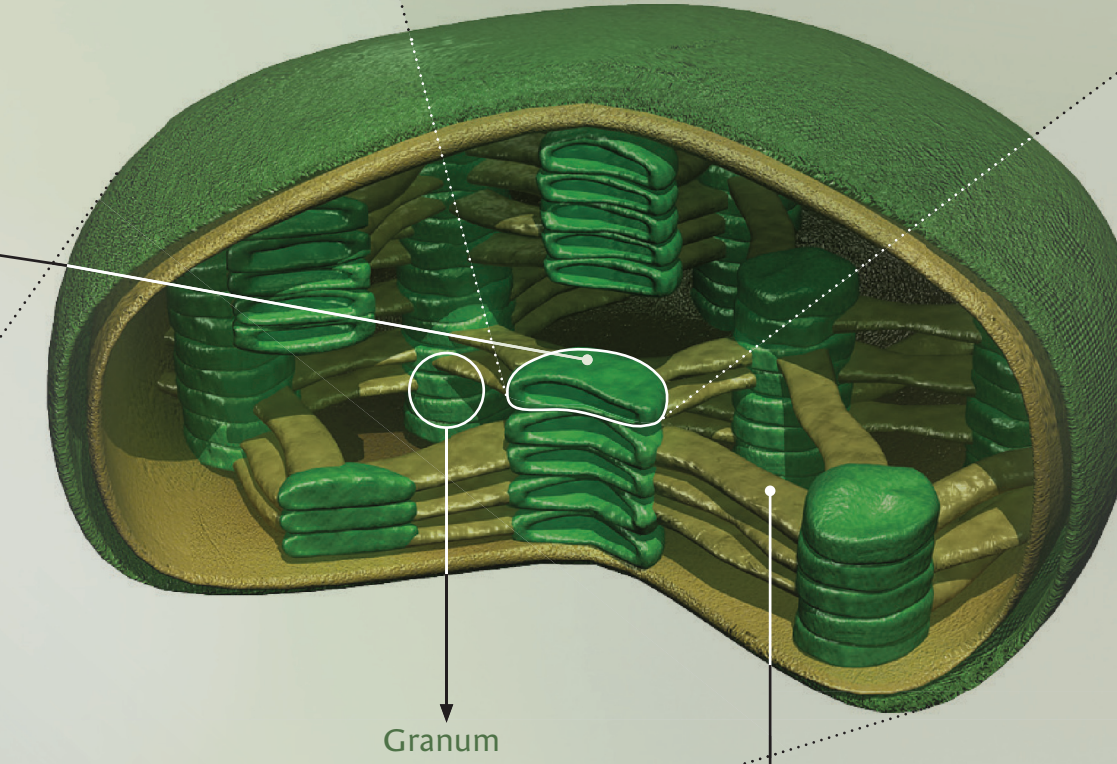
### Tilakoidler

Kloroplastlarda ve fotosentez yapan bazı bakterli hücrelerinde bulunan tilakoidler, klorofil moleküllerini içeren zarla çevrili keseciklerdir. Fotosentezin ışığa bağlı tepkimeleri tilakoidlerde gerçekleşir. Üst üste istiflenen tilakoidler granum adlı yapıları oluşturur.



### Kloroplast

Fotosentez yapan ökaryotik hücrelerde yani bitki ve alg hücrelerinde fotosentezin her iki aşamasının gerçekleştiği, fotosentez için gerekli enzimleri içeren organel.



### Stroma

Kloroplastın içindeki sıvı dolu boşluktur. Işığa bağımlı olmayan tepkimeler (Calvin döngüsü) burada gerçekleşir. Stroma DNA, ribozomlar ve çeşitli enzimleri içerir.

NADPH ve ATP Calvin döngüsünde enerji kaynağı olarak kullanılınc NADP<sup>+</sup> ve ADP'ye dönüşür. Bu NADP<sup>+</sup> ve ADP'ler tilakoidlerin içinde ışığa bağlı tepkimelerde tekrar kullanılır.

## Işıktan Bağımsız Tepkimeler

Fotosentezin doğrudan ışığa bağlı olmayan ikinci aşaması, kloroplastın stroma bölümünde gerçekleşir. İlk aşamada güneş enerjisinin elde edilen ve ATP ile NADPH molekülleri bünyesinde depolanan kimyasal enerji, ikinci aşamada Calvin döngüsü adı verilen döngüsel bir tepkimeler zinciri yoluyla glikoz molekülünün üretiminde kullanılır. Böylece Güneş'ten gelen enerji glikoz molekülü bünyesinde kimyasal enerji olarak depolanır ve Dünya'daki yaşamın kaynağını oluşturur.

