



# FOTOSINTEZ

# FOTOSENTEZ

- Yeryüzündeki **bütün canlılar**, yaşamlarını devam ettirebilmeleri için **enerjiye ihtiyaç duyarlar**.
- Canlılar, bitkiler de dahil olmak üzere bu enerjiyi bünyelerinde yaptıkları veya dışarıdan aldıkları organik besin maddelerinde depo edilmiş **kimyasal gıda enerjisinden** temin ederler.
- Bütün canlılar tarafından her gün, tonlarca kalori halinde kullanılan bu **enerjinin kaynağı güneştir** ve fotosentez esas olarak canlı organizmalara tek enerji giriş mekanizmasıdır.
- Güneşten 2-3 km<sup>2</sup>'lik alana Hiroşima'ya atılan atom bombasına eşdeğer enerji gelir

## FOTOSENTEZ

- Bitkiler **suyu yükseltgeyip**  $\text{CO}_2$ 'i indirgeyerek güneş enerjisini OM içinde **kimyasal gıda enerjisine** dönüştürür
- Canlıların dış ortamdan aldıkları inorganik maddelerden gelişmeleri için zorunlu olan organik maddeleri yapmalarına “**özümleme**” (asimilasyon) denir.
- Bu işi kendileri yapan ve başka bir canlıdan organik maddeye gereksinmesi olmayan canlılar “**ototrof**” olarak tanımlanırlar.
- Tüm yeşil bitkiler bu yeteneğe sahiptir.
- Bunun tersi **Heterotrofidir**. Bitkiler aleminde heterotrofi (klorofilsiz bitkiler) azdır

## FOTOSENTEZ

- Ototrof canlılar, belirli bir enerjiden yararlanarak havadan aldıkları **karbondioksiti indirgeyerek**, kendileri için gerekli olan organik maddeleri yaparlar.
- Çok önemli bu olaya “**karbondioksit özümlemesi**” adı verilir.
- Bu iş için gerekli olan enerji güneşten sağlanıyorsa olaya “**fotosentez**” adı verilir. Bu olayda **karbondioksit** ile birlikte **su** da kullanılmaktadır.

- Yeşil olan tüm bitkiler fotosentez yaparak yaşamlarını bağımsız şekilde sürdürürler

Miktarları çok az olmakla beraber kimi canlılar yeşil renk maddesi içermelerine karşın sudan sağladıkları enerji ile karbondioksitten organik bileşikleri yapabilirler.

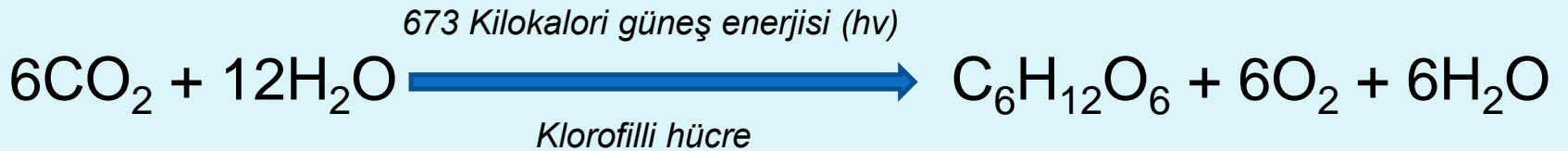
Bu olaya *Kemosentez* adı verilir.

Klorofile sahip hücreler fotosentez sonucu **ışık enerjisi** karşısında karbondioksit ile suyu özümleyerek oksijeni bağımsız şekle dönüştürmek suretiyle kimi karbohidratları oluştururlar

Kısaca ve basitçe fotosentez:



**VEYA**



**REAKSİYONDAKİ KADAR BASİT DEĞİL  
İLK ÜRÜN HEKSOZ ŞEKER DEĞİL**

## FOTOSENTEZ

- Fotosentezde cereyan eden tepkimeler kimyasal yönden dikkate alınacak olursa fotosentez **karbondioksit** ile **su** arasında bir **yükseltgenme-indirgenme** tepkimesidir.
- Suda bulunan hidrojen atomlarının karbondioksite taşınması nedeniyle fotosentezde kimyasal olarak **karbondioksit indirgenir** ve **su yükseltgenir**.
- Bu tepkime için gerekli **enerji güneş enerjisinden** sağlanır

## •TARİHÇE

- 18. yüzyılın başlarından önce, bilim adamları bitkilerin ihtiyaç duydukları tüm elementleri topraktan aldıklarına inanıyorlardı. Ancak 1727 yılında Stephen Hales bitkilerin bir kısım besin maddelerini atmosferden aldıklarını ve bu olayda ışığın bir ilgisinin olduğunu ileri sürmüştür. O dönemlerde atmosferin farklı gazları içerdiği bilinmiyordu.
- 1771'de bir İngiliz rahip ve kimyacı olan Joseph Priestly, yeşil bitkilerin hayvanlar tarafından kirletilen havayı temizlediği bulunca fotosentezde O<sub>2</sub>'nin de etkisinin olduğunu ileri sürmüştür.
- Daha sonra Hollandalı bir fizikçi olan Jan Ingenhouzs, 1779 yılında havanın bu şekilde temizlenmesinde ışığın gerekli olduğunu göstermiştir.



## •TARİHÇE

- 1782 yılında, Jean Senebier karanlıkta bitkiler ve hayvanlar tarafından oluşturulan zararlı gazın ( $\text{CO}_2$ ) ışık altında bitkiler tarafından temizlenmiş havanın ( $\text{O}_2$ ) üretimini teşvik ettiğini göstermiştir. Böylece bu dönemde oksijen ile karbondioksitin her ikisinin de fotosentezde görev yaptığı belirlenmiş oldu.
- Daha sonraları Lavoisier ve diğer araştırmacılar yaptıkları çalışmalarla bu işlemde (fotosentez) yer alan gazların gerçekte  $\text{CO}_2$  ve  $\text{O}_2$  olduğunu ispatlamışlardır.
- 1804'te fotosentezin ilk niceliksel ölçümünü yapan N.De Saussure, bu işlemde suyun da rol oynadığını saptamıştır. Fotosentez yapan bitkilerde kuru ağırlığın arttığını bulan araştırmacı, bu durumu bitkiler tarafından absorbe edilen karbondioksitin ağırlığının dışarıya verilen oksijenin ağırlığından daha fazla olduğuna ve bitkiler tarafından suyun alınmasına dayanarak açıklamıştır.
- Alınan  $\text{CO}_2$  hacmi =  $\text{O}_2$  hacmi olduğuna göre  $\text{H}_2\text{O}$  önemli

# Tarihçe

Fotosentez ile güneş enerjisinin kimyasal gıda enerjisine dönüşümü ile ilgili olarak 1842'de Robert Mayer tarafından ortaya atılan *Enerjinin Saklanması Yasası* bu konuda büyük bir adım olmuştur.

Mayer, bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılan enerji kaynağının **güneş enerjisi** olduğunu ve **ışık enerjisinin** bitkiler tarafından absorbe edilerek fotosentez anında oluşan çeşitli tepkimelerde **kimyasal enerjiye dönüştürüldüğünü ilk kez** rapor etmiştir.

1905 yılında Blackman isimli İngiliz bitki fizyologu, fotosentezin yalnızca **fotokimyasal değil** aynı zamanda **biyokimyasal** bir tepkime olduğunu ortaya koymuştur.

**Fotokimyasal (Işık Tepkimesi)** hızlı olup ışığa ihtiyaç duyulur

**Biyokimyasal (Karanlık Tepkime)** ışığa bağımlı olmayıp yavaştır

# Tarihçe

1937 yılında Hill, izole edilmiş kloroplastların ışık, su ve uygun bir hidrojen akseptörü **bulunması durumunda** ve **karbondioksit yokluğunda** oksijen çıkardıklarını bulmuştur.

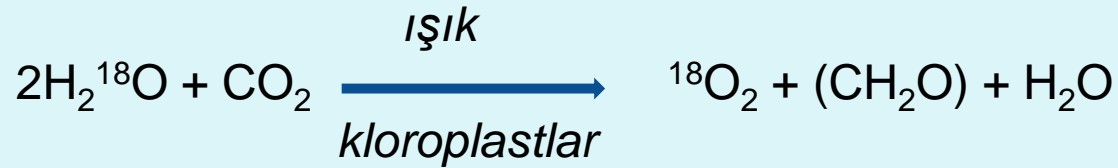
Ayrıca bitki yapraklarının doğal olarak bir hidrojen akseptörü olan **Ferrodoksin**'e sahip olduğunu belirtmiştir.

Açığa çıkan oksijenin ışık tepkimesi ile ilgili olduğu ve fotosentezde bu oksijenin **karbondioksitten değil sudan oluştuğu** açıklıkla ortaya konulmuştur.



# Tarihçe

Fotosentezde oluşan oksijenin **karbondioksitten değil** sudan oluştuğu daha sonra İZOTOP teknikleriyle de ortaya konmuştur



GÜNÜMÜZDE DE BİLİNMEYEN ÇOKTUR

## *Fotosentez Oluşumunda Görev Yapan Pigmentler*

- Fotosentez, *Fotosentetik Cihazlar* olarak adlandırılan *kloroplastlar* içerisinde cereyan eder.
- Gözle görülebilir güneş ışınları kloroplastlarda bulunan ve *Fotosentetik Pigmentler* olarak da ifade edilen pigmentler tarafından *absorbe edilir*.
- Absorbe edilen ışık enerjisi;
  - *Adenozin Trifosfat (ATP)* ve
  - indirgenmiş koenzim olan *Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat (NADPH + H<sup>+</sup>)*

*Gibi enerjice zengin bileşikler içinde tutulur*

*Bu bileşikler CO<sub>2</sub>'ten CHO üretimini sağlar*

*CHO'lar enerji kaynağı olarak hücrede protein, lipit vb sentezinde görev yapar*

# Klorofil Pigmentleri

- Klorofiller, bitkilere karakteristik yeşil rengini veren ve fotosentezdeki temel pigmentlerdir.
- Yaprakların mezofil hücrelerinde bulunduğundan fotosentez asal olarak yaprakta oluşur
- Az klorofil içeren gövde ve çanak yapraklarda da az miktarda fotosentez gerçekleşir

## Klorofil Pigmentleri

- En az 9 farklı klorofil tipi olduğu bilinmektedir. Bunlar klorofil a, b, c, d, e, bakteriyoklorofil a, bakteriyoklorofil b ve klorobiyum klorofil 650 ve 660 dır.
- Klorofil a ve klorofil b pigment içeren bakterilerde ve tüm ototrofik organizmalarda bolca bulunur.
- Klorofil-b, mavi-yeşil, kahverengi ve kırmızı alglerde bulunmaz.
- Çözeltide;
- Klorofil a mavi-siyah
- Klorofil b yeşilimsi-siyah renkte gözükür
- Öteki klorofiller (c, d, e) klorofil-a ile birlikte yalnızca alglerde bulunurlar. Öte yandan bakteriyoklorofil-a ve b ile klorobiyum klorofiller fotosentetik bakterilerde bulunan pigmentlerdir.
- Klorofil pigmenti genel olarak C, H, O, N ve Mg elementlerinden oluşur. Klorofil a ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ), klorofil b ( $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ) kapalı formülleriyle gösterilirler.

# Klorofil Pigmentleri

## Çözünme Durumları

### Klorofil a

Etil alkol  
Etil eter  
Aseton  
Kloroform  
Karbon bisülfid  
En iyi çözücü: Petrol eteri

### Klorofil b

Bu çözücülerde zor  
çözünür

En iyi çözücü: Metil  
alkol

Çözümlerinin ışık absorpsiyonları farklıdır



# Klorofil Pigmentleri

## İşlevleri

a) Klorofiller belli dalga boyundaki ederek bu enerjiyi ya fotosentezde kullanılan dalga boyu başka olan bir enerjiye dönüştürürler ya da fotosentez için gerekli bileşiklere doğrudan aktarırlar,

b) Fotosentezin değişik aşamalarında bir gibi görev yaparlar.

Işık absorpsiyon özellikleri katalitik özelliklerine göre daha belirgindir

**BIYOSENTEZ:** Krebs çemberinin ara aşamalarında oluşan **süksinil koenzim-A** ile **glisin** amino asidi birleşerek klorofil oluşturulmaktadır

Klorofil oluşmazsa bitkilerde **SARILIK (KLOROZ)** görülür

Karotenoitler hayvan ve bitkilerde bulunan **kırmızı sarı kahverengi** veya **turuncu** renkli pigmentlerdir.

Tüm fotosentetik hücrelerde bulunurlar.

Karotinoidler kırmızı biber, domates, gül ve benzeri bitkilerin kırmızı pigmenti olarak bilinen **Likopen'in** ( $C_{40}H_{51}$ ) türev maddeleri olarak kabul edilebilir

Bitkilerde en çok bulunan karotinoid portakal-sarı renkli  $\beta$ -karotindir. Çoğunlukla  $\beta$ -karotin değişik miktarlardaki  $\alpha$ -karotin ile birlikte bulunur.

H ve C içerenler **Hidrojen Karotinoidleri**

O içerenler **Ksantofil**

Klorofiller ve karotinoidler kloroplastlarda aynı proteine bağlanıp *Fotosintin* adı verilen bir bileşiği oluştururlar

Fotosentezde karotenoidlerin esas olarak 2 fonksiyonu bulunmaktadır.

- 1) klorofiller gibi ışığın absorbe edilerek klorofil a'ya aktarılmasıdır.
- 2) Işık ve oksijen karşısında klorofillerin parçalanmasını (fotooksidasyon) önlemektedirler. Kendileri fotooksidasyona uğrayarak klorofilleri korurlar.

## Bilin Pigmentler

Fotosentezde görev yapan pigmentlerin sonuncu grubudur.

**Fikobilinler**, mavi-yeşil ve kırmızı alglerde bulunurlar.

**Kırmızı** *fikoeritrin* ve **mavi** *fikosiyanin* en yaygın bilinen fikobilinlerdir.

**Açık pirollere** sahip olup **Mg ve FITOL halkası içermezler**

Fikobilinler, fotosentezde kullanılmak üzere ışık enerjisini absorbe ederek klorofil *a*'ya aktarırlar.

Fikobilinler, 495-615 nm arasındaki dalga boylu ışınları absorbe ederler.

**Kloroplastlar** Fotosentezin tümüyle cereyan ettiği yerdir

Işık ve CO<sub>2</sub> absorbe edilip O<sub>2</sub> çıkarılarak karbohidrat üretilir

Sitoplazmik parçacıklar olup karmaşık yapıdadırlar

Fotosentetik dokularda bulunur

**Yeşil renklidir**

Yaprağın mezofil hücrelerinde **çok** öteki yeşil dokularda **az** bulunur

**BOYUT:** 5 µ x 2 µ x 1-2 µ (Uzunluk x genişlik x kalınlık)

**BİLEŞİM:** %30 Lipit, %50 Protein, %5-10 pigment

# Kloroplastlar

Kloroplastların içi stroma adı verilen amorf yapıda jelimsi ve enzimlerce zengin bir sıvı ile doludur

**KARANLIK** tepkimeler burada cereyan eder . Yani CO<sub>2</sub> den CHO nişasta yapılır  
İçlerinde sandviç şeklinde **GRANA**lar bulunur

Moleküllerin kloroplastlara giriş-çıkışını kontrol eder

Granum içinde **Tilakoit** adı verilen çok sayıda fotosentetik hücre vardır

## Kloroplastlar

Granumlardaki tilakoitlerin membranları arasında ise *Lümen* adı verilen bir çukur bulunmaktadır. Lümen denilen bu çukurlar fotosentezde özel göreve sahip çözünmüş tuzları içeren su ile doludur.

Tilakoit sözcüğü kese, torba anlamındaki Yunanca *Tilakos* sözcüğünden gelmektedir.

Fotosentezin ışık tepkimeleri granumda yer alan Tilakoit adı verilen fotosentetik pigmentler paketinde oluşur.

Absorbe edilen ışık enerjisi ile  $H_2O$ 'nun fotolize edilmesi sonucu oluşan elektronların aktarımı sonucu enerji ATP içinde depo edilir ve  $NADP^+$  indirgenerek  $NADPH$  oluşumu gerçekleştirilir.

Yüksek enerjiye sahip ATP ile birlikte  $NADPH$ 'da stroma içerisinde gerçekleşen  $CO_2$ 'in karbohidratlara sentezinde önemli rol oynarlar.

# Kloroplastlar

- Fotosentez olayında sadece belirli pigmentler değil, kloroplast içerisinde bulunan diğer bazı bileşikler de görev yaparlar. Bunlar:
  - **Sitokromlar, Flavoproteinler, DNA, RNA, Ribozom**
  - **Sitokromlar, Kinonlar**
  - **Ferrodoksin ve**
  - **Plastosiyenin olup esas olarak yükseltgenme tepkimelerinde rol oynarlar.**
- Her ne kadar bu bileşiklerin çoğu ışık absorbe etmemekle birlikte elektron aktarımını gerçekleştirerek fotosentezde rol oynar.
- Bu pigment maddeler ışık absorpsiyonu ve suyun fotolize edilmesi sonucu açığa çıkan elektronların tilakoitlere aktarılmalarıyla CO<sub>2</sub>'in karbohidratlara sentezinde kullanılacak **ATP** ve **NADPH** bileşiklerinin oluşumunu gerçekleştirirler



# Işık enerjisi

- **Fotosentez** ışık enerjisi kullanılarak organik bileşiklerin yapılması (foto=ışık ve sentez=birleşim) anlamına gelir.
- Fotosentezin anlaşılabilmesi için ışığın (güneş ışığı) **özellikleri bilinmelidir**.
- **Işık**, ışıyan enerji (Radiant Energy)'nin gözle görülebilen küçük bir kısmıdır
- Güneş ışığı, güneşten dalgalar halinde yayılarak yeryüzüne ulaşır.
- Homojen olarak gördüğümüz güneş ışığı beyaz renkli olup ışıklardan oluşur.
- Güneş ışığı yada herhangi bir kaynaktan oluşan beyaz ışık bir **prizmadan** geçirildiğinde çeşitli renklere ayrılır. Buna ışığın **elektromanyetik spektrumu** denir.
- Prizmadan geçen güneş ışığı görülebilir **kırmızı**, **turuncu**, **sarı**, **yeşil**, **mavi-yeşil**, **mavi** ve **mor** renklere ayrılır.
- Farklı renkteki bu ışıkların dalga boyları da farklıdır.

- İnsanlar dalga boyları 3900 Å ile 7600 Å (390-760 mμ veya 390-760 nm) arasında değişen ışıkları görebilirler. (1 nm = 1 mμ = 10 Å)
- İnsan gözünün görebildiği ışık, güneş ışığının çok küçük bir bölümünü oluşturur.
- Görülebilen ışığın dışında bulunan **kızıl ötesi** ışıkların dalga boyları 760 mμ ile 100.000 mμ arasında değişir.
- Gözle görülen mor ışıklardan daha kısa dalga boylu ışıklar da gözle görülmezler.
- **Morötesi (ultraviyole)** ışıkların dalga boyları 10 mμ'a kadar düşer.
- dalga boyları 0.01 ile 10 mμ,
- dalga boyu 0.0001 ile 0.01 mμ arasında değişirken,
- **Kozmik ışıkların** dalga boyu 0.0001 mμ'dan daha azdır.

## *Işık enerjisi*

- Prizmadan geçtikten sonra değişik renklerde görülen ışıklar ise çeşitli dalga boylarına sahiptirler. **Dalga boyu**, birbiri ardınca gelen iki dalganın tepe noktaları arasındaki uzaklıktır (Şekil 1). Dalga boyu bu dalganın taşıdığı enerji ile ters orantılıdır.

## *Işık enerjisi*

- Işık boşlukta dalgalar halinde ilerlediği kuramı yanında aynı zamanda çok küçük partiküllerden meydana geldiği de kabul edilmektedir.
- Işığın oluşturan bu çok küçük partiküllere **foton (photon)** adı verilmektedir.
- Her bir foton dalga boyuna bağlı olarak bir miktar enerji taşımaktadır.
- Hareket halinde olan fotonlar, bir pigmente (örneğin klorofile) çarpınca, enerjilerini klorofilin elektrona aktarırlar ve böylece fotokimyasal bir tepkimeyi başlatırlar.
- Bir fotonun taşıdığı veya oluşturduğu enerji birimine **“kuantum”** denir. Bu enerjinin miktarı ışığın dalga boyuna göre değişir ve dalga boyu kısaldıkça ışığın taşıdığı enerji (kuantum enerjisi) de artar.

## *Işık enerjisi*

- Işıkla ilgili 3 parametre önemlidir :
  1. Işık miktarı,
  2. Işığın yönü,
  3. Işığın dalga boyu (spektrumu).

Herhangi bir maddeye, örneğin bir bitki yaprağına gelen ışık **yansıtılır**, **absorbe edilir** ya da yapraktan geçer.

Dalga boyları 390 nm ile 760 nm arasında değişen gözle görülebilen ışığın yalnızca maddeden geçen ve yansıtılan kısmını görebiliriz.

Absorbe edilen ışık görülmez.

Örneğin klorofil çözeltisinden ışık geçirildiğinde klorofil çözeltisi yeşil renkte görülür

Bunun nedeni klorofil molekülleri tarafından mavi ve kırmızı renk bandındaki ışığın absorbe edilmesi ve yeşil renk bandındaki ışığın absorbe edilmeden çözeltiden geçmesi ya da yansıtılmasıdır.

## *Işık enerjisi*

Klorofil çözeltisinin ışığı görünür şekilde yansıtması olgusu *Floresans* olarak tanımlanır. *Işığın Absorpsiyon Spektrumu* fotosentez için çok önemlidir.

## *Işık enerjisi*

Işık, pigment molekülleri tarafından absorbe edildikten sonra artık **ışık enerjisi değildir.**

Ancak enerji olarak da yitmemiş, başka bir enerji şekline yani **kimyasal enerjiye dönüştürülmüştür.**

**Bu da fotosentez için kullanılan enerjidir.**

# Fotosentezde Cereyan Eden Asal Tepkimeler

	<b>İŞIK TEPKİMELERİ</b>	<b>KARANLIK TEPKİMELERİ</b>
Gereksinim Duyulur	Işık, H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Işık olup olmaması önemli değil Işıktaki da yürür, çoğunlukla ışıkta yürür
	H <sub>2</sub> O ışık enerjisi ile <b>FOTOLİZE</b> olur (parçalanır). Tepkime sonunda H <sup>+</sup> , e <sup>-</sup> ve O <sub>2</sub> çıkar	
	e <sup>-</sup> taşıyıcıları H <sup>+</sup> , e <sup>-</sup> ları olarak yükseltgenir Vererek indirgenir	
	Karanlık aşamada gerekli olacak enerji bu aşamada ATP içinde depo edilerek üretilir	
Gerçekleşme yeri	Kloroplasttaki GRANA	Kloroplasttaki STROMA

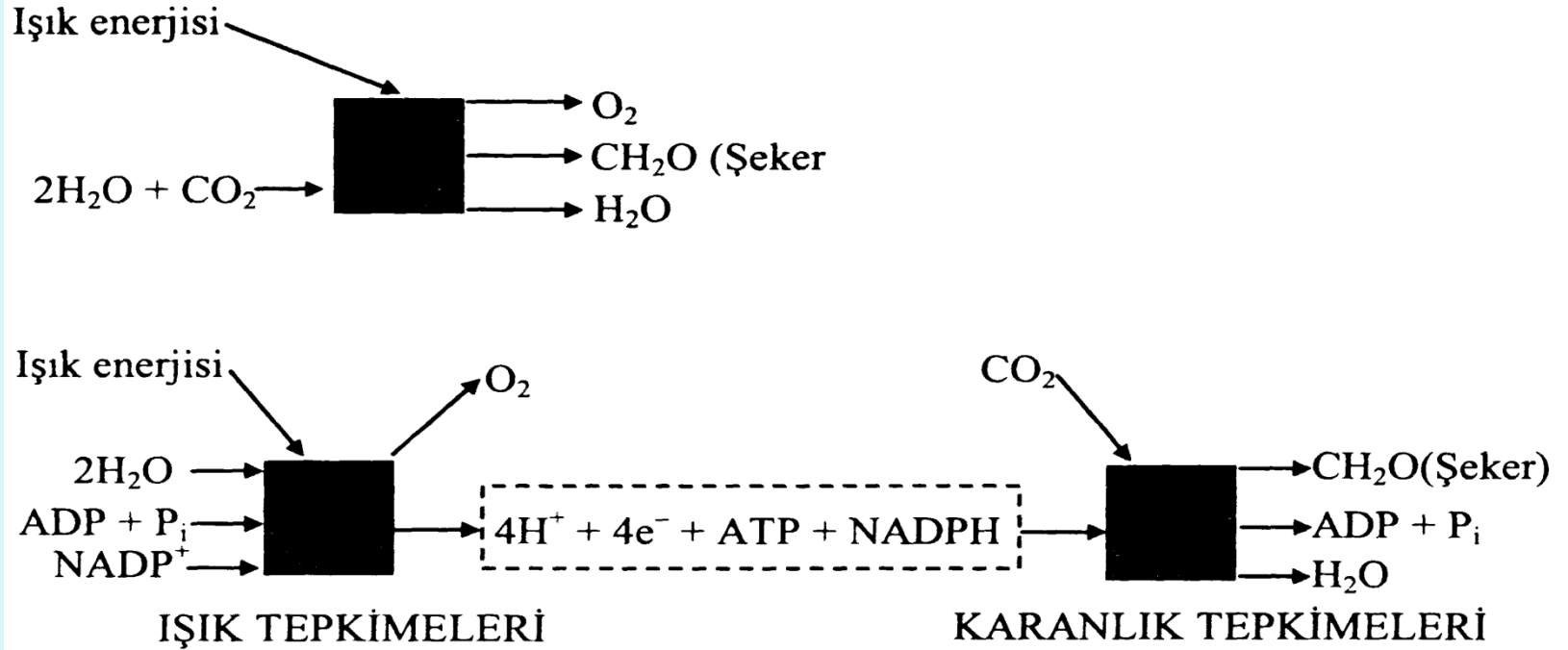


# Fotosentezde Cereyan Eden Asal Tepkimeler

- **ATP SENTEZİ :**
- Kloroplastlarda fotosentetik pigment molekülleri tarafından yüksek enerjili elektronların aktarılması sırasında oluşan ATP molekülleri içerisinde ışık enerjisi kimyasal enerji şeklinde depo edilir.
- Enerjice zengin 3 fosforil grubuna sahip ATP'nin (A - P ~ P ~ P) içerdiği her bir fosforil (~ P) grubu yaklaşık 7000 kalori enerjiye sahiptir.
- Elektron aktarımı sırasında iki fosforil (~ P) grubu içeren ADP'ye (*Adenozin Difosfata*) bir inorganik fosforun (P<sub>i</sub>) eklenmesi sonucu ATP oluşur
- $A - P \sim P + P_i + \text{enerji} \longrightarrow A - P \sim P \sim P$
- Bu olaya **FOSFORİLASYON** denir
- Bu olay ışıkta gerçekleşiyorsa **FOTOFOSFORİLASYON** denir

# Fotosentezde Cereyan Eden Asal Tepkimeler

- Fotosentezin birbirine girmiş olan **ışık** ve karanlık tepkimeleri



Şekil 8-7. Fotosentezde cereyan eden asal tepkimeler

**IŞIK TEPKİMELERİ**

**KARANLIK TEPKİMELERİ**

	<b>İŞIK TEPKİMELERİ</b>	<b>KARANLIK TEPKİMELERİ</b>
	H <sub>2</sub> O ana tepkime maddesi	H <sub>2</sub> O yan ürün
	H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> oluşturur	H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> ile tepkimeye giren H <sup>+</sup> ve e <sup>-</sup> ların kaynağı
		CO <sub>2</sub> 'deki oksijenlerden biri H ile birleşerek H <sub>2</sub> O oluşturur
<b>Bu nedenle fotosentez formüllerinin başında ve sonunda H<sub>2</sub>O bulunmaktadır</b>		
		CO <sub>2</sub> , H <sup>+</sup> ve e <sup>-</sup> larla <b>KARBOHİDRAT</b> oluşturur
	e <sup>-</sup> ların aktarımı sonucu Enerjice zengin ATP ve NADPH oluşturulur	Enerjisi düşük CO <sub>2</sub> enerjisi yüksek ATP ve NADPH dan yararlanılarak CHO (Şeker) lara dönüştürülür

# Işık Tepkimeleri ve Elektron Aktarımı

Işık enerjisi tilakoitlerdeki fotosentetik pigment moleküllerinin elektronları tarafından absorbe edilir

Enerji yüklü elektronların *Elektron Aktarım Zincirine* benzer biçimde aktarılması sonucu fiziksel enerji, ATP içerisinde kimyasal enerji olarak saklanır.

Elektron aktarımı ile gerçekleşen indirgenme sonucu NADPH oluşurken su ( $H_2O$ ) yükseltgenerek  $O_2$  açığa çıkar

Fotosentetik pigmentler **Fotosentetik birim** olarak adlandırılan **FOTOSİSTEM I** ve **FOTOSİSTEM II** içinde yer alır

# Işık Tepkimeleri ve Elektron Aktarımı

- **Fotosentetik birim** olarak adlandırılan **FOTOSİSTEM I** ve **FOTOSİSTEM II'** nin her birinde klorofil a, klorofil b ve karotinoidlerden oluşan yaklaşık 400 pigment molekülü bulunur. Bunların dizilişleri huniye benzetilebilir.
- Bu pigment moleküllerinin önemli bir bölümünün **temel görevi**, elektronları aracılığıyla absorbe ettikleri ışık enerjisini bir molekülden diğerine aktararak **Tepkime Merkezi** olarak da adlandırılan ve her iki fotosistemde de bulunan **özel Klorofil-a** moleküllerine ulaştırmaktır.

Bir bölüm pigment molekülleri ise absorbe ettikleri ışık enerjisini ya sıcaklık olarak ya da **Fosforesans** ve **Fotofosforesans** şeklinde ışık olarak yitirirler.

Fotosentetik birimlerde tepkime merkezini oluşturan özel klorofil-a molekülünün dışındaki diğer pigment molekülleri ışık enerjisine bir ölçüde **Antenler** gibi tepki vererek iş görürler.

# Işık Tepkimeleri ve Elektron Aktarımı

- Işık, pigment molekülüne çarparak absorbe edildiğinde enerji pigment molekülünün bir elektronuna geçer
- Enerji düzeyinin yükselmesi nedeniyle uyarılmış duruma geçen elektron sahip olduğu enerjiyi diğer pigment molekülüne aktarır.
- Pigment molekülünden diğerine aktarılan ışık enerjisi fotosentetik birimin tepkime merkezinde yer alan **özel Klorofil-a** moleküllerine (**pigment 700 ve pigment 680**) ulaştırılır.
- Fotosistem I ve Fotosistem II ardışık çalışır
- Fotosistem I, klorofil a ve karotinoidlerce zengin
- Fotosistem II klorofil b' ce zengin

Yukarıdaki her iki sistemin görevi ışık enerjisini absorbe ederek **özel Klorofil-a** moleküllerine (**P700 ve P680**) ulaştırmaktır.

P700 ün enyüksek ışık absorpsiyonu 700 nm de gerçekleşmektedir , Öteki klorofil moleküllerinden, P700'ün farkı daha uzun dalga boyundaki ışığı absorbe edebilmesidir.

# Işık Tepkimeleri ve Elektron Aktarımı

- Absorbe edilen ışık enerjisi molekülden moleküle aktarılarak en sonunda P700 molekülüne ulaştırılır.
- **Bir verici olarak görev yapan P700 molekülü de elektron vererek yükseltgenir.**
- Enerji + P700  $\rightarrow$  (P700) + e<sup>-</sup>
- **Bu işlem elektron aktarımında temel işlemdir.**
- **Şekildeki Fe-S elektron alıcı enzimdir**

**Fotosistem II'deki işlemler Fotosistem I'deki ile aynıdır.**

Burada elektron alıcı **Q** ile gösterilen bileşimi bilinmeyen bir maddedir