

Fotosentez Tepkimeleri

ÖNEMLİ !

İndirgenme (Redüksiyon) nedir?

- Bir atom veya molekülün elektron alması veya hidrojen atomu almasıdır. Örnek olarak;
 - Hidrojen eklenmesi
 - Oksijen çıkması
 - Elektron eklenmesi
 - Enerjinin depolanması
 - CO₂'den glikoz sentezi verilebilir.

Yükseltgenme (Oksidasyon) nedir?

- Bir atom veya molekülün elektron vermesi veya hidrojen atomu vermesidir. Örnek olarak;
 - Hidrojen çıkması
 - Oksijen eklenmesi
 - Elektron ayrılması
 - Enerjinin serbest hale geçmesi
 - Glikozun CO₂'ye yıkımı verilebilir.

Fotosentez Tepkimeleri

❖ Fotosentez, iki ana basamakta gerçekleşir. Bunlar:

1- Işığa Bağımlı Evre:

- Birinci basamakta ışık enerjisi, hücrenin doğrudan kullanabileceği kimyasal enerjiye dönüştürülür.
- Dönüşüm sırasında mutlaka ışık enerjisi kullanıldığından bu olaya **Işığa Bağımlı Reaksiyonlar** denir.

2- Işıktan Bağımsız Evre:

(C Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre Reaksiyonları = Calvin Döngüsü)

- İkinci basamakta CO₂ kullanılarak birinci basamaktan gelen ATP ve NADPH molekülleri yardımıyla organik madde sentezlenir. Işıktan bağımsız evrede ışığa bağımlı evrede oluşan bazı maddeler kullanılır.
- Bir dizi kimyasal tepkimelerin gerçekleştiği bu basamağa **Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar** denir.

Işığa Bağımlı Evrede:

- 1- Işık kullanılır.
- 2- Klorofil a ve klorofil b gibi pigment maddeleri kullanılır.
- 3- ETS kullanılır.
- 4- Fotofosforilasyon gerçekleşir.
- 5- H₂O harcanır, O₂ üretilir. (Yani, Su fotoliz olur.)
- 6- NADPH ve ATP oluşur.

❖ Işık reaksiyonları **Granada** gerçekleşir.

Işıktan Bağımsız Evrede:

- 1- Işık kullanılmaz.
- 2- Klorofil a ve klorofil b gibi pigment maddeleri kullanılmaz.
- 3- E.T.S. kullanılmaz.
- 4- CO₂ harcanır, glikoz üretilir.
- 5- Işığa bağımlı evrede fotofosforilasyonla elde edilen ATP 'nin tamamı harcanır.
- 6- NADP⁺ ve ADP oluşur.

❖ Işıktan bağımsız reaksiyonlar **Stromada** gerçekleşir.



DİKKAT ET !

NADP :

(**N**ikotinamid **A**denin **D**inükleotit **F**osfat)

Görevi :

- H^+ taşıyıcısı olarak görev yapan bir koenzimdir.

Koenzim ; bileşik enzimlerde baştaki proteinden oluşan “apoenzime” bağlı kısım eğer organik bir madde ise o enzim “Koenzim” olarak isimlendirilir.

Kofaktör: Apoenzime bağlı kısım inorganik bir madde ise o zaman da “Kofaktör” olarak isimlendirilir.

NADP ' nin Görev Yaptığı Olay:

- Fotosentez olayında görev yapar.

NADPH⁺ :

(**N**ikotinamid **A**denin **D**inükleotit **F**osfat **H**idrojen)

- NADP ' nin H^+ alarak indirgenmiş hali.

DİKKAT ET !

NAD : **N**ikotinamid **A**denin **D**inükleotit (Koenzimdir.)

FAD : **F**ilavin **A**denin **D**inükleotit (Koenzimdir.)

Görev ve görev yaptıkları yer:

- Her iki koenzim de yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerinde e^- taşıyıcısı olarak Hücresel Solunumda görev yapar.

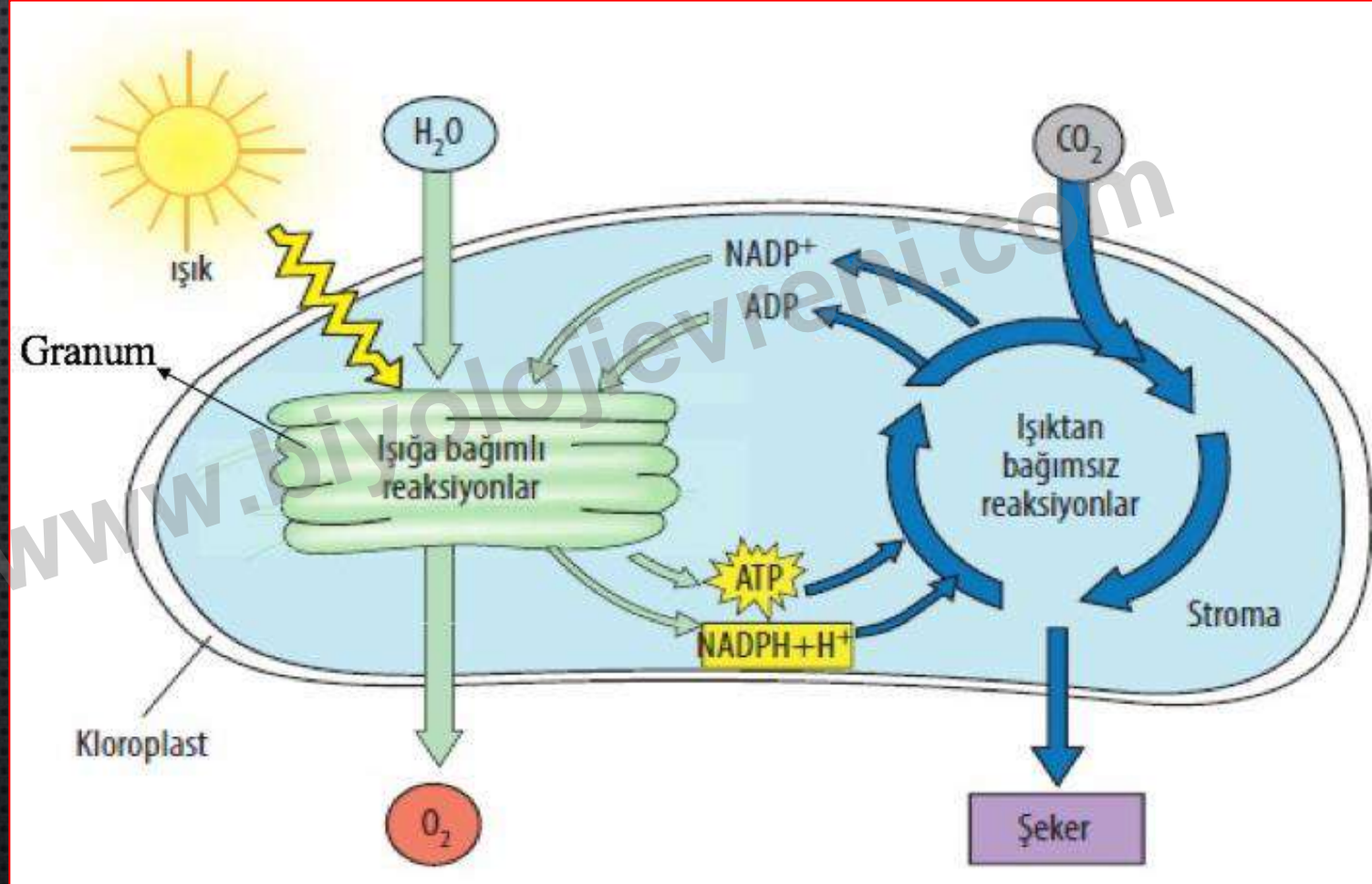
NADH : **N**ikotinamid **A**denin **D**inükleotit **H**idrojen

- NAD' ın H^+ almış halleri.

FADH : **F**ilavin **A**denin **D**inükleotit **H**idrojen

- FAD' ın H^+ almış halleri.

Fotosentez Tepkimeleri



Şekil: Fotosentez Tepkimeleri

Fotosentez Tepkimeleri

1- Işığa Bağımlı Tepkimeler:

Gerçekleştiği yer:

- Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları kloroplastın tilakoit zarında (granumların etrafındaki zar kısmında) gerçekleşir.

Amaç;

- Işıktan bağımsız tepkimeler için gerekli ATP ve NADPH üretmektir.

Işığa Bağımlı Reaksiyonlar ;

1- Işık gereklidir.

2- Klorofil görev alır.

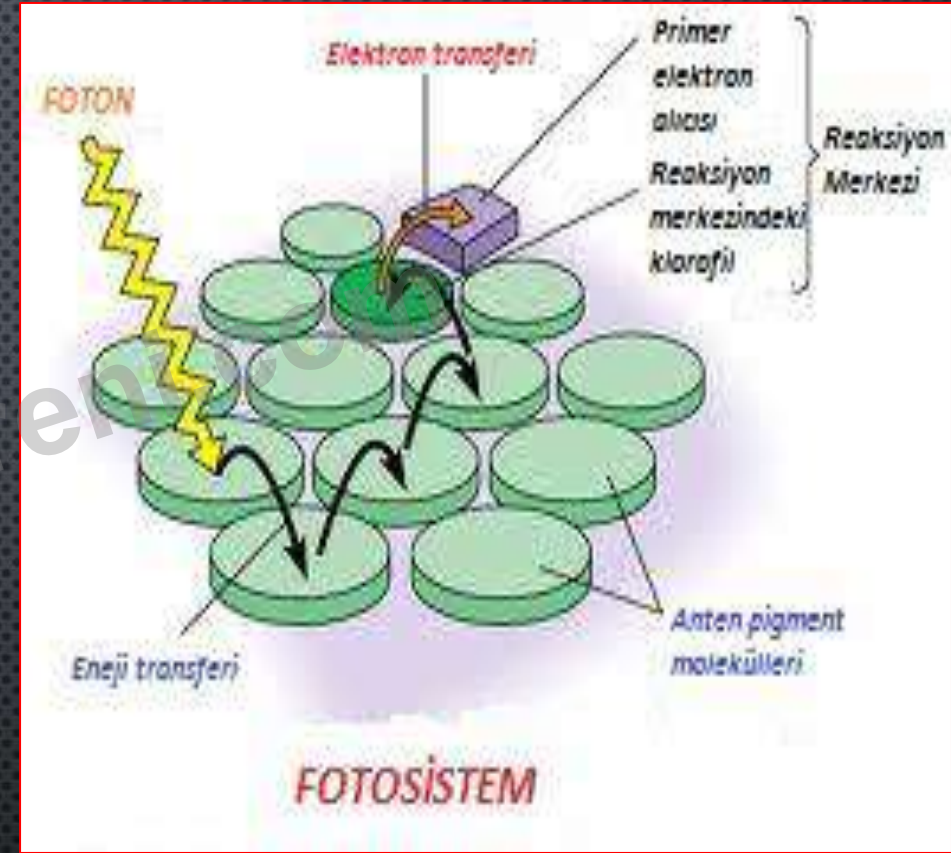
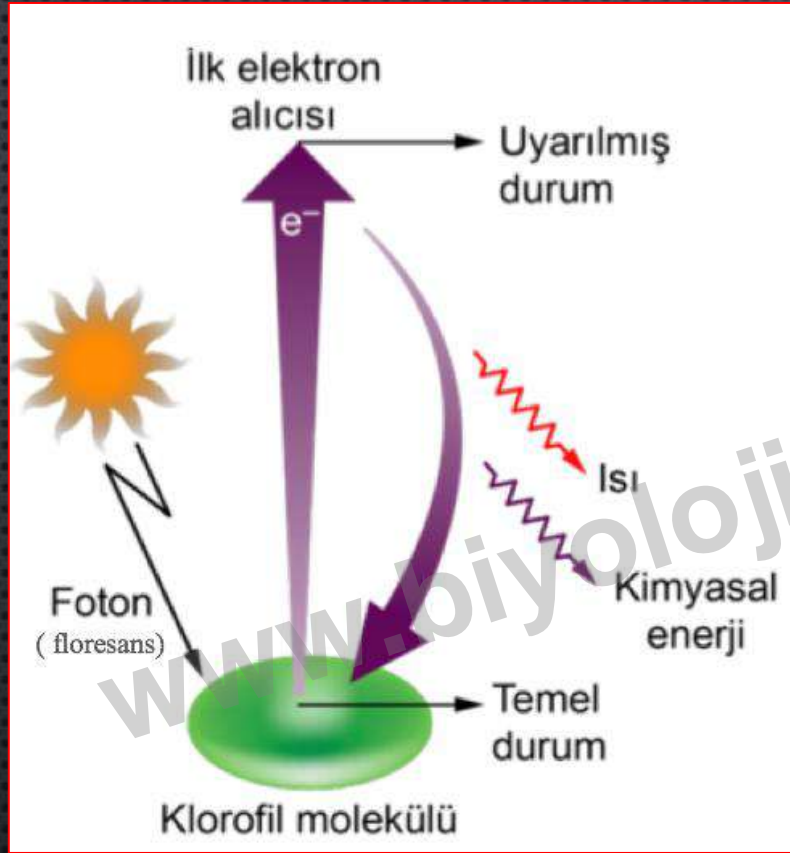
3- Enzimler görev alır. (Ancak enzim miktarı ışıktan bağımsız evreye göre oldukça az olduğundan ve kullanılan enzimler koenzim olduğu için sıcaklık değişimlerinde çok fazla etkilenmezler. Daha çok ışık etkisinde gerçekleşen reaksiyonlardır.)

4- Fotosistemler (FS II ve FS I) görev alır.

5- Tilakoit zarında bulunan ETS elemanları kullanılır.

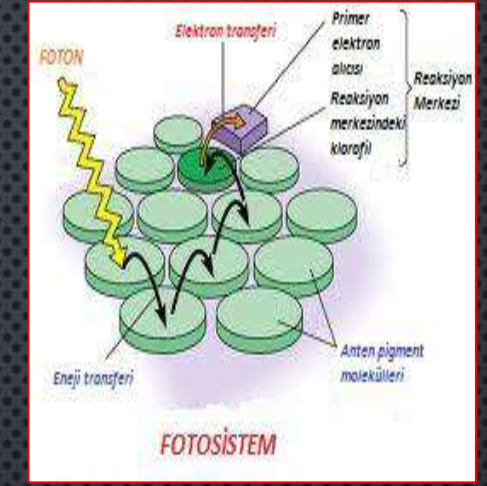
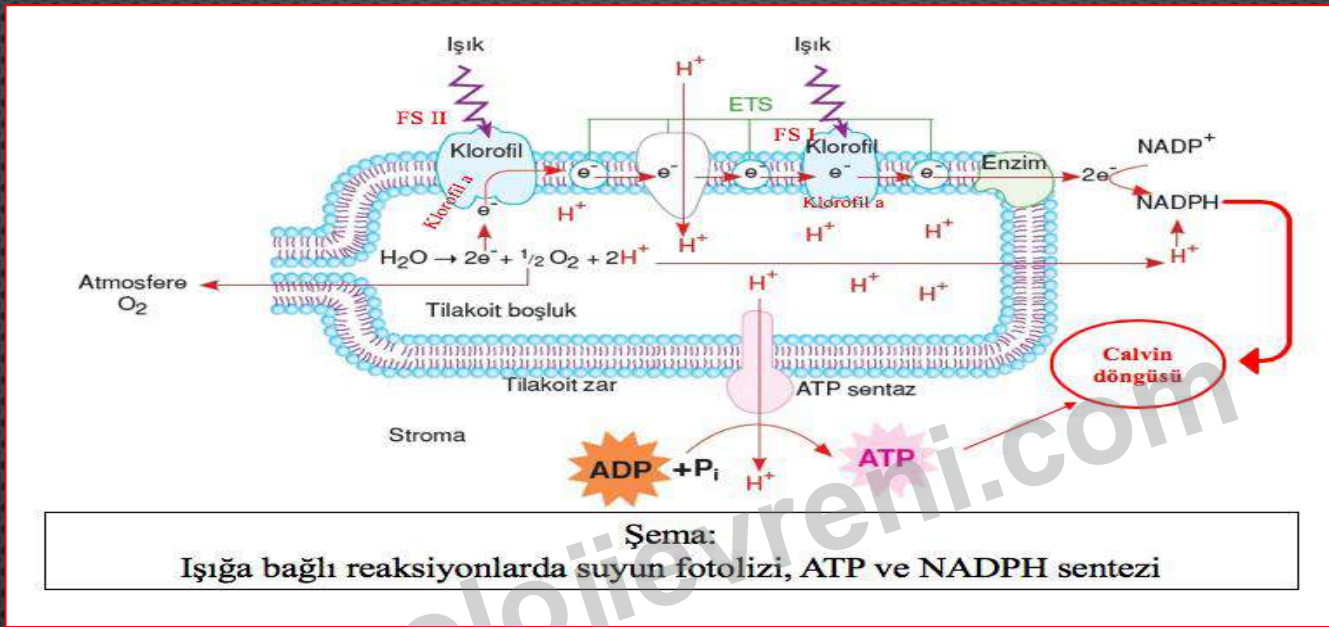
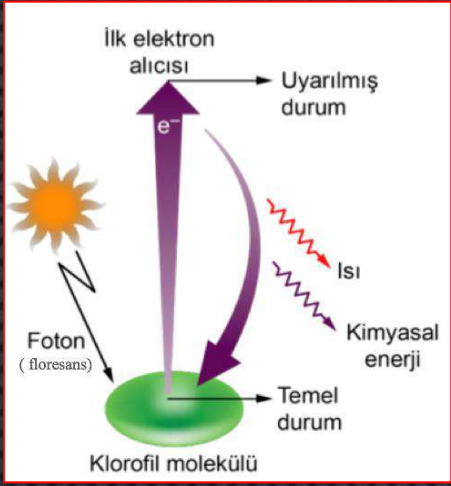
6- Su kullanılır. Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında su parçalanır (fotoliz) ve oksijen oluşur.

(**Fotoliz:** Işık enerjisi ve enzimlerle su moleküllerinin iyonlarına ayrışmasıdır. Yani suyun oksijen, hidrojen ve elektrona parçalanmasına denir. Oluşan Oksijen gaz olarak atmosfere verilir.)



Not !

- Siyanobakterilerin ve Bitkilerin birbiri ardına çalışan iki farklı fotosistem merkezi vardır.
 - Mor ve Yeşil Sülfür Bakterilerinde tek bir fotosistem merkezi bulunur.

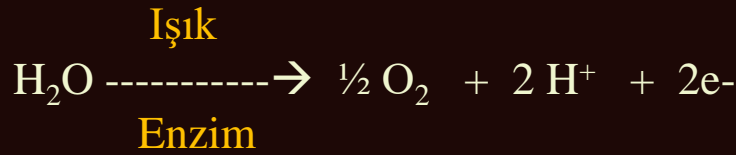


Şema:
Işığa bağlı reaksiyonlarda suyun fotolizi, ATP ve NADPH sentezi

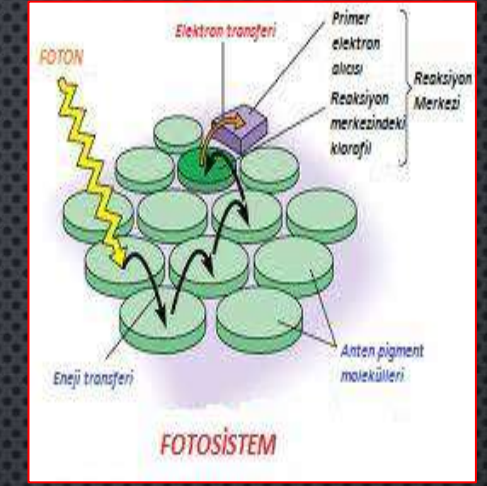
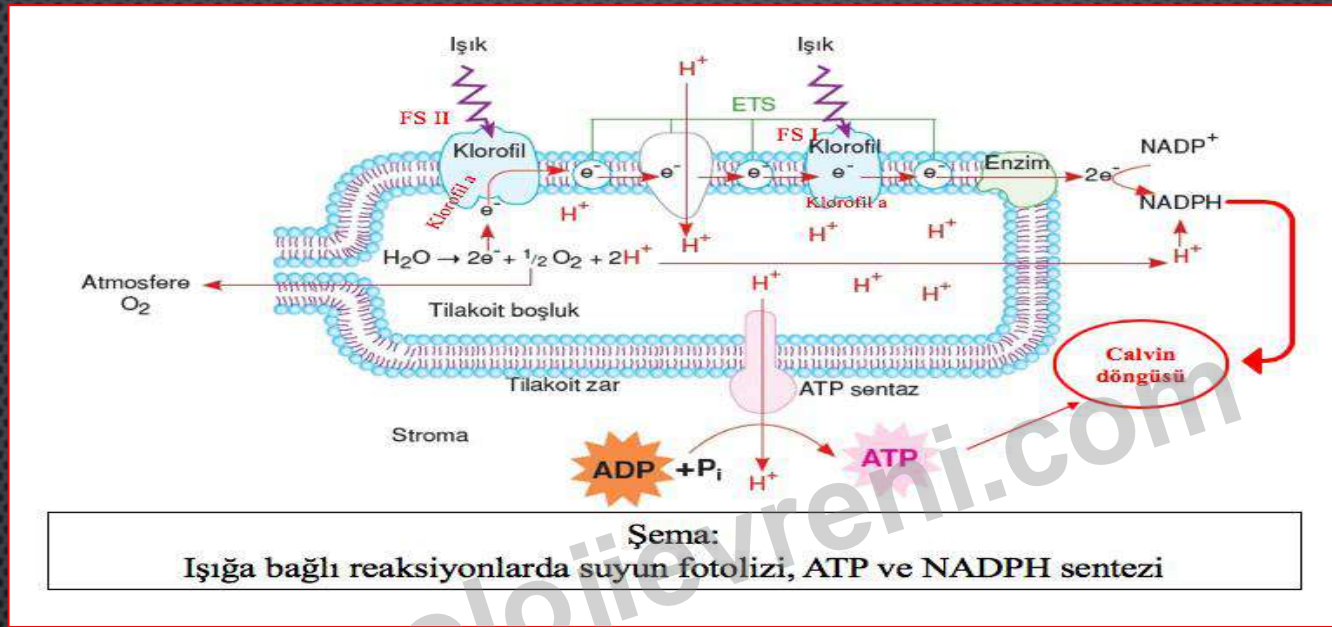
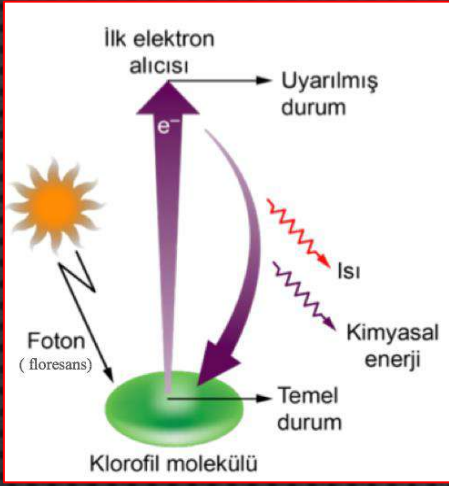
1- Işığa Bağlı Tepkimeler:

1- Tilakoit zardaki FS II güneş ışığını soğurarak, ışıktaki enerjiyi alır. FS II nin anten kompleksindeki çok sayıdaki klorofil molekülü ışık enerjisini daha da artırarak birbirine aktararak tepkime merkezindeki "klorofil a" molekülüne iletilir. Yüksek enerjili güneş ışığı fotonunun (taneciğinin) klorofil a ya gelmesiyle , klorofil a 'daki elektron (e-) uyarılır ve elektrik enerjisi seviyesi artar. Enerjisi artan bu e- klorofilden koparak fırlar. Bu durumda FS II bir e- kaybetmiş yani yükseltgenmiş olur.

2- Tam bu sıra da tilakoit boşluk içindeki su bir enzim tarafından fotolize uğrar.



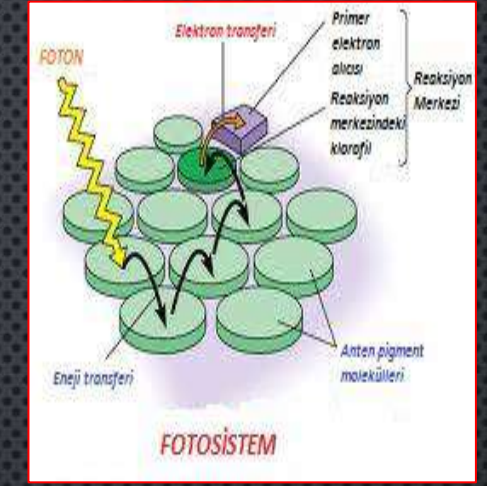
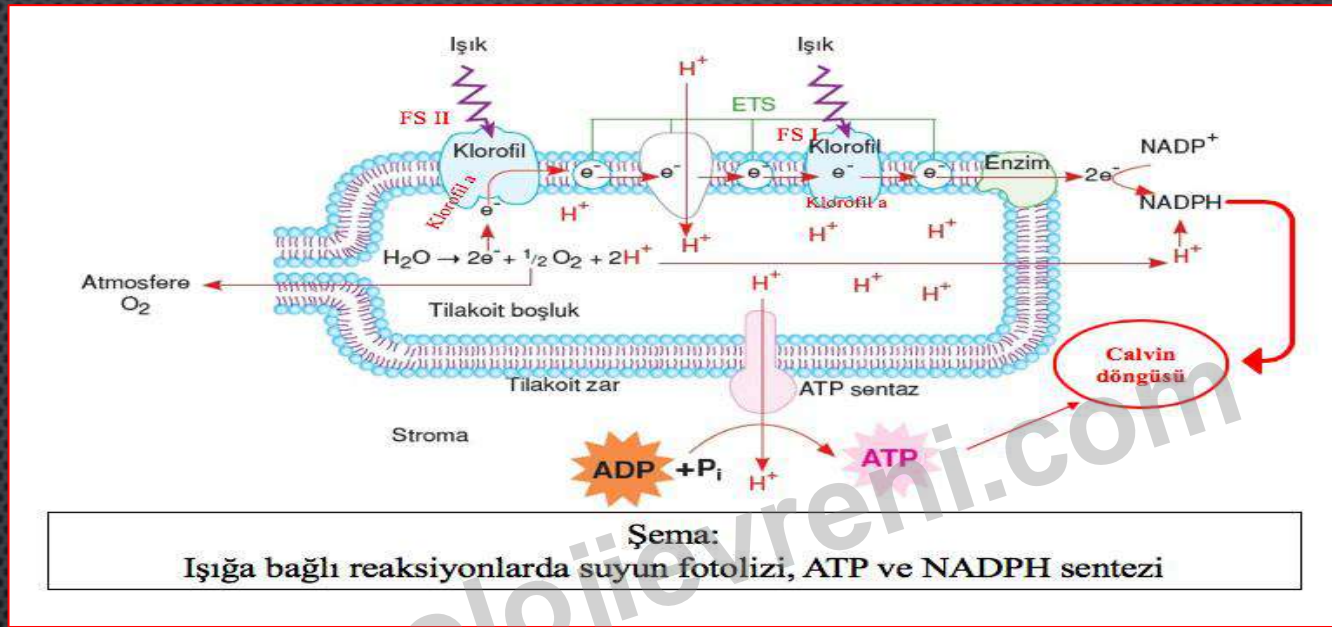
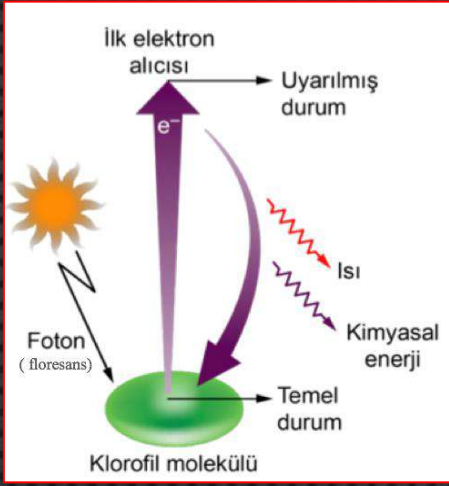
3- Suyun fotolizi sonucu oluşan e- lar FS II ye geçer. Böylece FS II biraz önce yapısından fırlayarak kaybettiği e- eksikliğini tamamlamış olur. (Bu durum FS II nin yaptığı bu olayın sürekliliğini sağlamış olur.)



Şema:
Işığa bağlı reaksiyonlarda suyun fotolizi, ATP ve NADPH sentezi

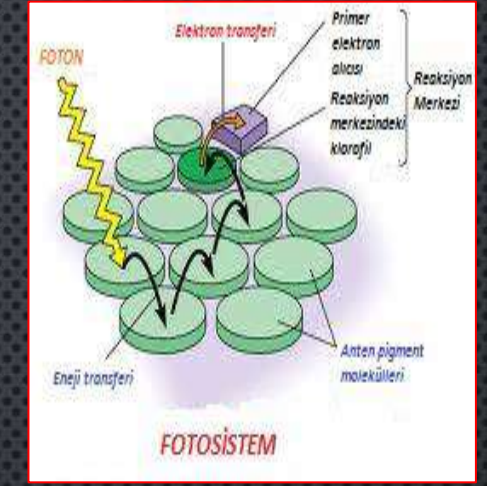
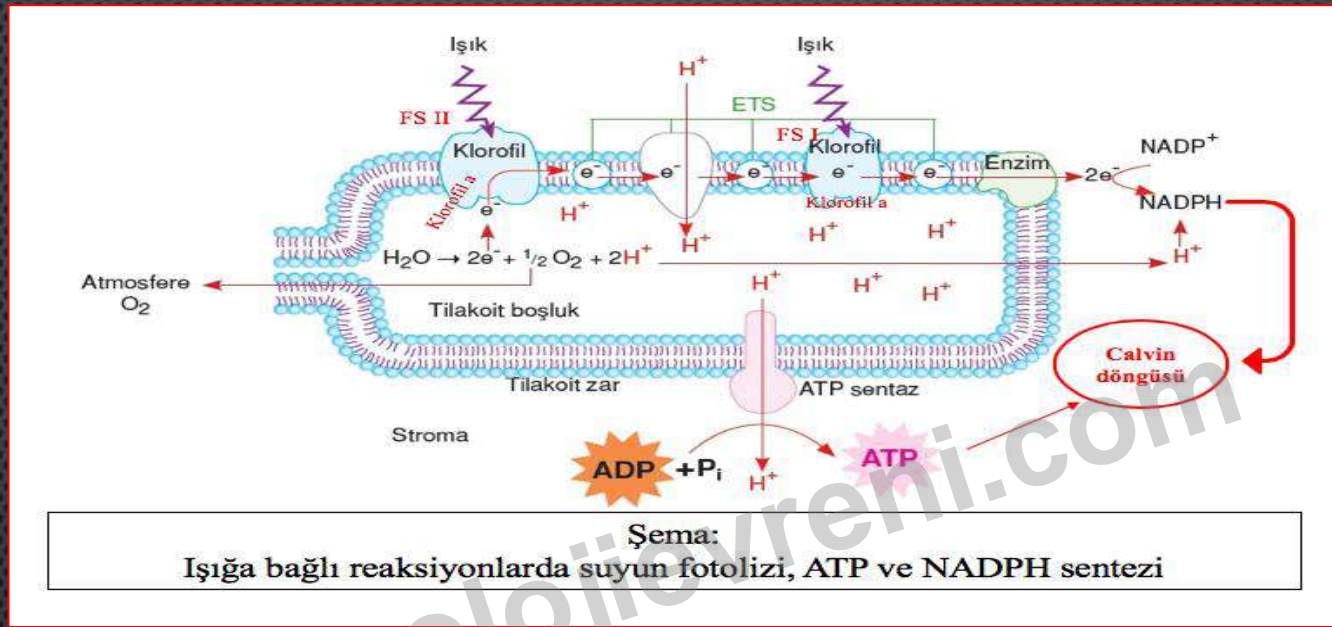
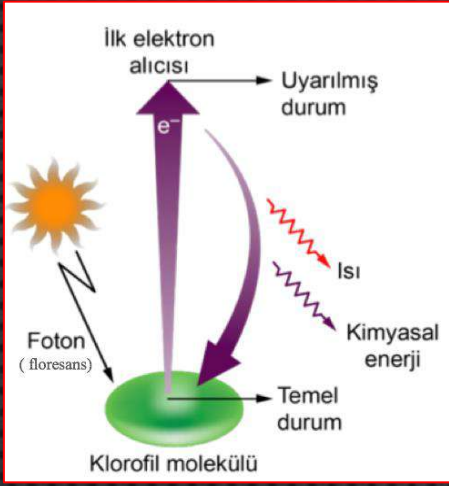
1- Işığa Bağlı Tepkimeler:

- 4- FS II den fırlayan enerji yüklü e- " İlk e- alıcı" molekül tarafından yakalanır.
- 5- " İlk e- alıcı" üzerindeki e- ,tilakoit zar üzerindeki ETS elemanları aktarılır ve FS I' e doğru taşınmaya başlar.
- 6- e-, ETS elemanları üzerinden geçerken ATP sentezi için gerekli enerjinin üretilmesini de sağlar.
Bu durum şu şekilde gerçekleşir:
Enerji yüklü e- , ETS üzerinden geçerken e- nun enerjisi ETS elemanları tarafından soğurular yani emilir. ETS tarafından alınan bu enerjinin etkisiyle, Tilakoit zarın dışında (yani kloroplastın sıvı kısmı olan "stromada") bulunan H+ iyonları tilakoit boşluğa geçer.
- 7- Aynı zamanda ETS üzerindeki e-, FS I' e doğru ilerlemeye devam eder. FS I de aynı FS II 'de olduğu gibi ışık enerjisini alır ve kendi tepkime merkezindeki klorofil a molekülüne bu enerjiyi iletir. Klorofil a nın elektronu gelen enerji etkisiyle uyarılarak FS I deki tepkime merkezinden dışarı fırlar. Bu şekilde e- kaybederek yükseltgenmiş olan FS I ' in e- eksikliği bu sırada kendisine FS II ' den gelen e- ile tamamlanmış ve böylece e- alan FS I indirgenmiş olur.



1- Işığa Bağlı Tepkimeler:

- 8- FS I ' den fırlayan e- ilk elektron alıcı tarafından tutulur ve ETS elemanına aktarılır. (Buradaki ETS elemanı, demir içerikli Ferrodoksin dir.)
 - 9- Bu en son ETS elemanın üzerindeki e- yi , **NADP + REDÜKTAZ** denilen enzim olarak stromadaki **NADP+** ye taşır.
 - 10- **NADP+** aldığı bu e- enerjisiyle iki protona (yani H⁺ atomlarına) bağlanarak **NADPH₂** dönüşür. (NADP+ ye bağlanan H⁺ ler suyun fotolizi sonucu oluşan 2 H⁺ atomunun difüzyon nedeniyle tilakoit boşluğundan çıkan H⁺ ler dir.)
- ❖ Böylece NADPH₂ oluşmuş olur. Bu oluşan NADPH₂ nin ışıktan bağımsız yani karanlık evreye aktarılacağını unutma.



Şema:
Işığa bağlı reaksiyonlarda suyun fotolizi, ATP ve NADPH sentezi

1- Işığa Bağlı Tepkimeler:

11- ATP nin üretimi:

FS II den ayrılan e- nun ETS üzerinden geçişi sırasında e- deki enerjinin soğurulmasıyla stromadan tilakoit boşluğa H+ geçişini hatırlayalım.

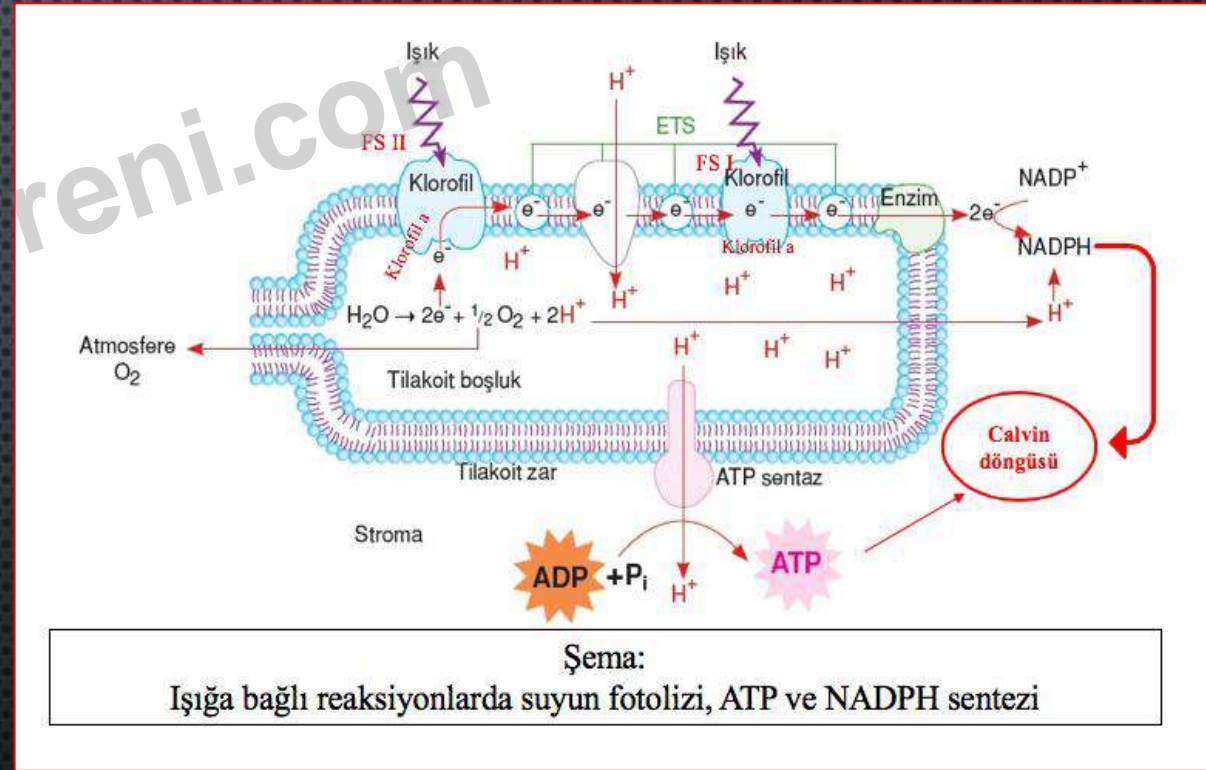
Hem bu şekilde tilakoit boşluğa giren H+ ler hem de aynı zaman suyun fotolizi sonucu oluşan H+ ler tilakoit boşluk içinde yoğun bir H+ birikimine neden olacaktır. Bu H+ yoğunluğu difüzyon gereği bu molekülün dışarı çıkma isteğine neden olacaktır. İşte bu geçişler, **ATP SENTAZ PROTEİNİNDEN** gerçekleşir.

ATP SENTAZDAN, H+ dışarı çıkarken üzerindeki hareket enerjisiyle ADP ve P yi (inorganik fosfat) birleştirip ATP molekülünü oluşturur.

❖ Oluşan bu ATP' nin de ışıktan bağımsız yani karanlık evreye aktarılacağını unutma.

1- Işığa Bağımlı Tepkimeler:

- 1- İlk gerçekleşen olay FS II ve FS I' in klorofil a moleküllerinin ışığı soğurması ve elektron kaybederek yükseltgenmesidir.
- 2- İkinci sırada gerçekleşen olay, suyun fotolizidir.
- 3- Daha sonra fotofosforilasyon ile ATP üretilir.
- 4- En son gerçekleşen olay NADP' nin indirgenmesidir. Yani NADPH+H⁺ üretimidir.
- 5- FS I ve FS II ' nin ortak amacı NADPH üretilmesini sağlamaktır.
- 6- Bu evrede gerçekleşen en önemli olay suyun fotolizidir.



Fotosentez Tepkimeleri

Işığa Bağımlı Tepkimelerdeki Elektron Akış Yönü:



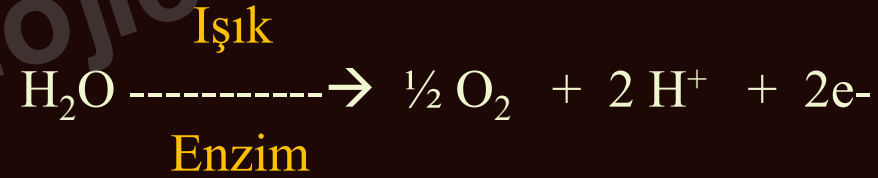
- ❖ FS I kaybettiği elektronunu FS II ' den gelen elektronlarla tamamlar.
- ❖ FS II ' nin kaybetmiş olduğu elektronlar ise ortamda bulunan suyun fotolizinden oluşan elektron ile tamamlanır.



Unutma !

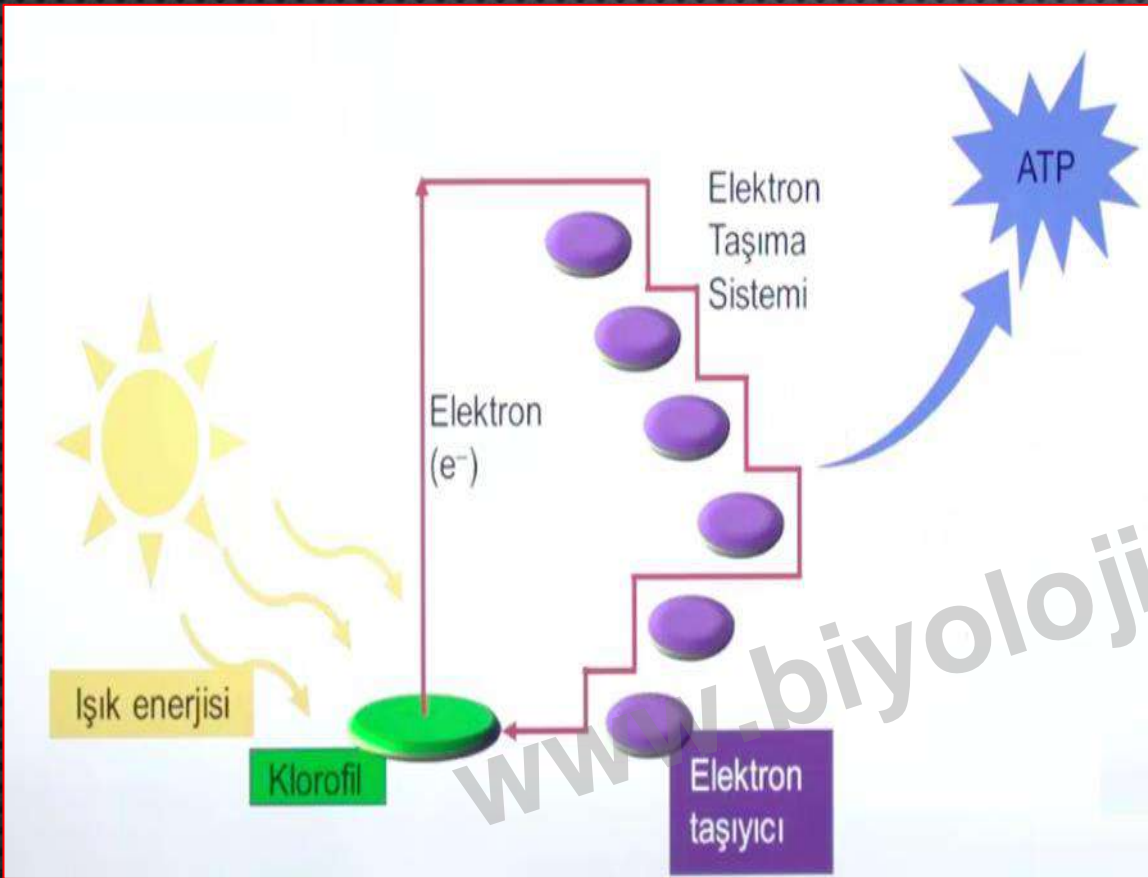
Fotosentezde Kullanılan Suyun Önemi :

- 1- Atmosfer İçin “Oksijen” kaynağıdır.
- 2- NADP⁺ için “Hidrojen” kaynağıdır.
- 3- Kloroplast (klorofil veya FS II içinde denebilir.) için “Elektron” kaynağıdır.

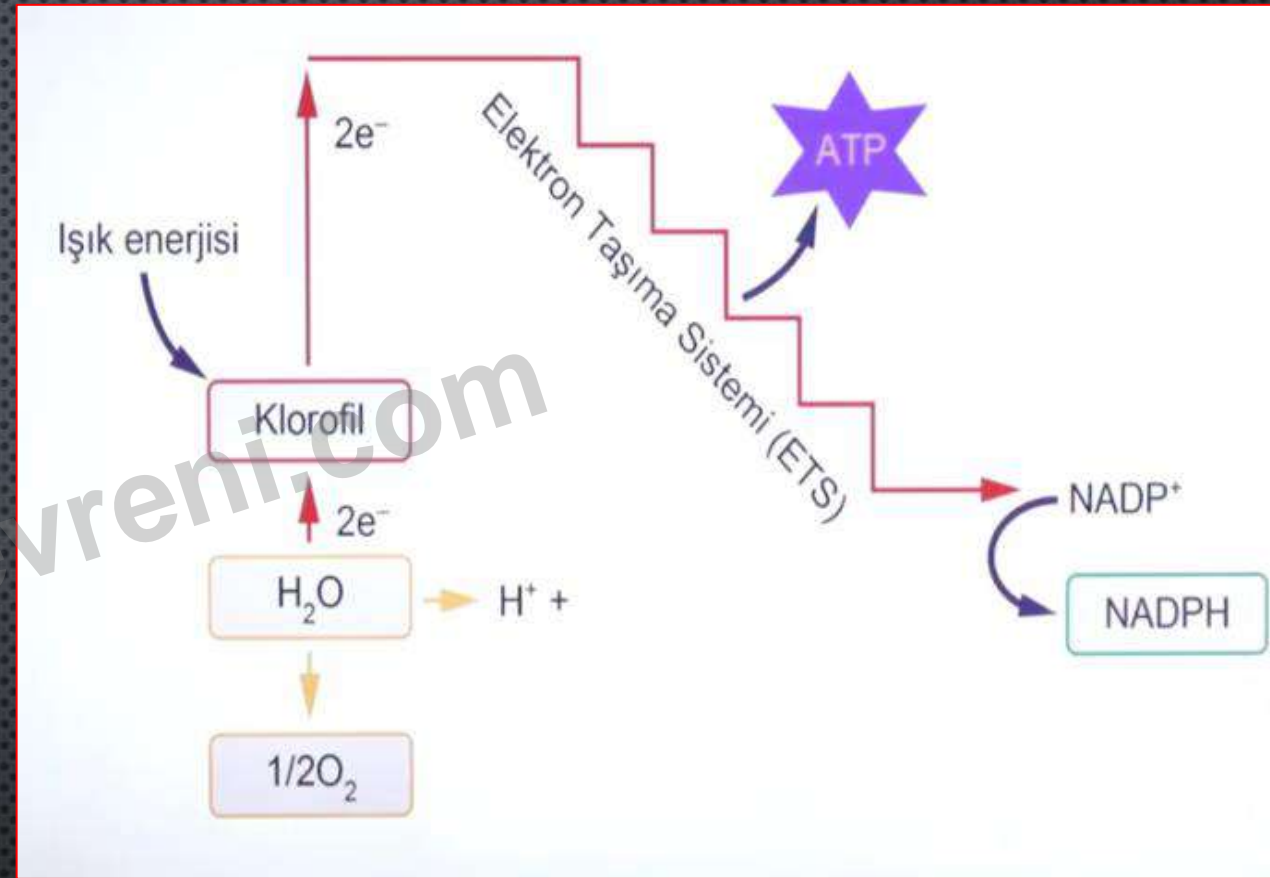


Dikkat:

- ❖ Işığa bağımlı reaksiyonların olduğu bu evre ayrıca “canlılar için gerekli olan O₂ üretilip atmosfere verilmesini” sağlar.



- Işığa bağlı tepkimelerde ATP, tilakoit zarında bulunan ETS elemanları üzerinde e⁻ ların aktarılması sırasında oluşur.
- Işığa bağlı tepkimelerde ATP, "fotofosforilasyonla" gerçekleşir.



- Işığa bağlı tepkimelerde, ETS elemanları üzerinde e⁻ ların aktarılması sonucunda NADP⁺ ye H⁺ atomu bağlanarak NADPH₂ oluşur.

Işığa Bağlı Reaksiyonlarda	
Harcananlar	Üretilenler
12 H ₂ O	6O ₂
12 NADP	12 NADPH ₂
18 ADP (aynı zamanda Pi (fosfat) da harcanır.	18 ATP



Kemiozmozis :

- ❖ Tilakoit zarın her iki tarafındaki (tilakoit boşluk - stroma) hidrojen konsantrasyonuna bağlı olarak ATP üretim mekanizmasıdır.

Işığa Bağımlı Reaksiyonlarda:

TEPKİMEYE GİRENLER	TEPKİMEDEN ÇIKANLAR
H ₂ O	O ₂ (atmosfere verilir.)
ADP	ATP (CALVIN DÖNGÜSÜNDE tüketilir ve besin üretilir.)
P	NADPH ₂ (CALVIN DÖNGÜSÜNDE tüketilir ve besin üretilir.)
NADP	
KLOROFİL	
IŞIK	
ETS	

Ek Bilgi

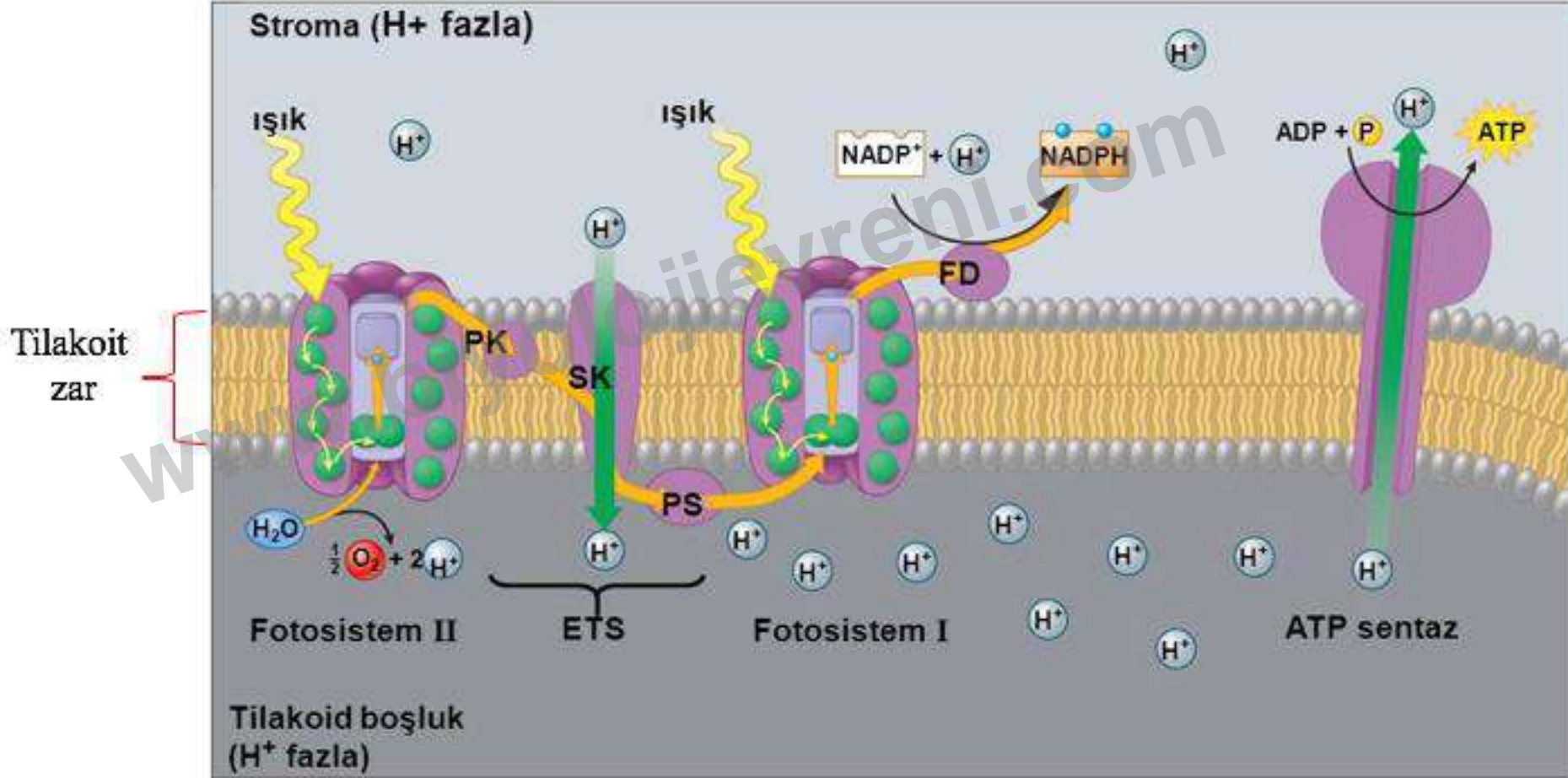
- Fotosistemler (FS II ve FS I) ETS ile birbirine bağlanmıştır.
- ETS ,elektronları yakalama ve başka bir moleküle aktarma yeteneğine sahip bir dizi molekülden oluşur.

Fotosentezde görevli ETS elemanları e- ları sırasıyla;

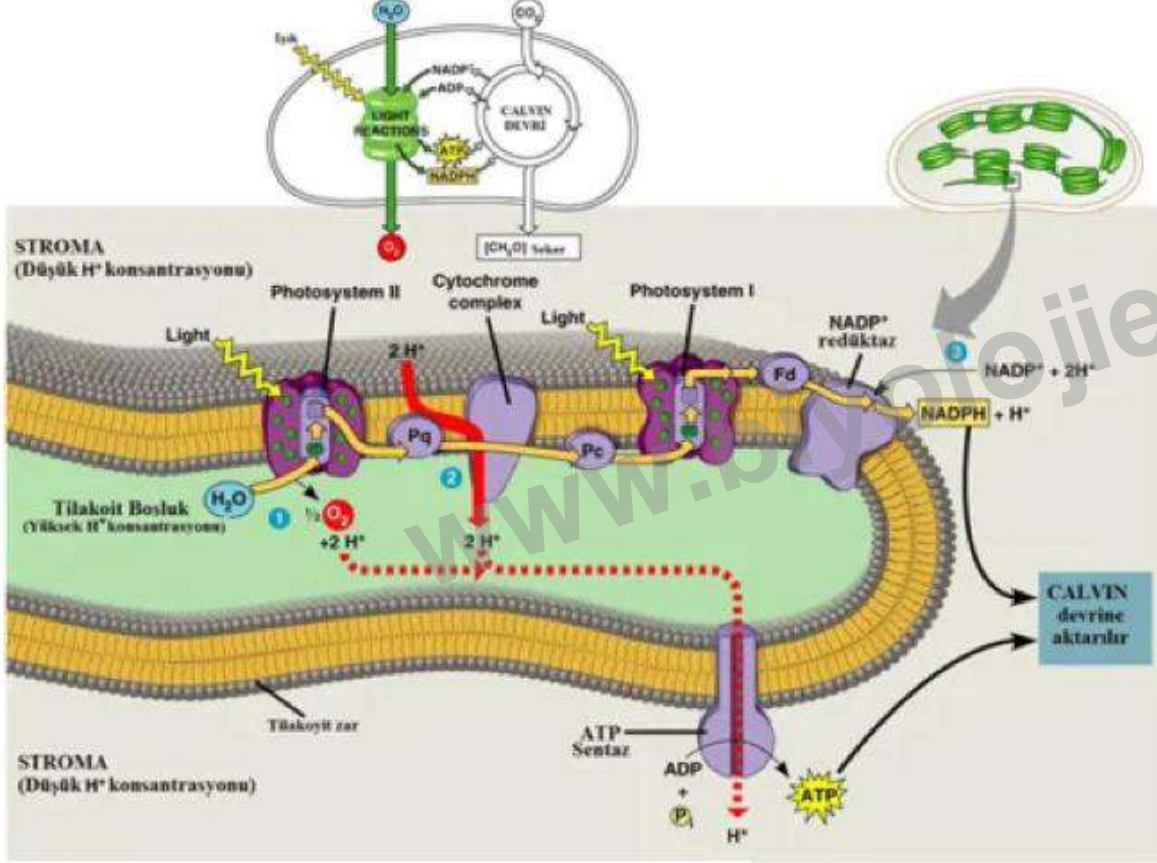
- FS II den e- ' nu önce pg alır.
- pg den e- 'lar stk ya aktarılır.
- stk dan e- lar pc 'ye aktarılır.
- pc ' den e- FS I ' e aktarılır.
- FS I ' den e- 'nu fd elmanı alır.
- Fd üzerindeki e- 'nu **NADP + REDÜKTAZ** denilen enzim olarak stromadaki **NADP+** ye taşır.

ETS Elemanları (İş Yapma Sırasına Göre) Şunlardır :

- 1- Plastokinon (pq) (flavoprotein)
- 2- Sitokrom (stk) (stk – b ve stk – c olarak iki tanedir.)
- 3- Plastosiyanin (pc)
- 4- Ferrodoksin (fd)



UNUTMA !



1- Işığa Bağlı Reaksiyonlarda Rol Oynayan Moleküller:

- Klorofiller
- Enzimler
- ETS molekülleri

2- Özetle Işıklı Evrede Şu Olaylar Olur.

- 1) Işık soğurulur.
- 2) Elektron transfer olur.
- 3) ATP üretilir (fosforilasyonla)
- 4) Su parçalanır. (fotoliz)
- 5) O₂ açığa çıkar.
- 6) ETS görev alır.
- 7) H₂O oluşur.

Fotosentez Tepkimeleri

2- Işıktan Bağımsız Tepkimeler:

(Calvin Döngüsü = CO₂ İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre) :

Ön Bilgi - 1:

- ❖ Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları 1950' li yıllarda Melvin Calvin ve arkadaşları tarafından aydınlatıldı. Melvin Calvin, 1961' de bu çalışma ile "Nobel Ödülü" aldı.

Özetle çalışmada;

- Fotosentez yapan canlıya, karbon atomu radyoaktif olan karbondioksit (¹⁴CO₂) verdiler. Normal bir karbondioksitin karbonu ¹²CO₂ ' dir.
- ¹⁴C' lü organik maddeleri sırası ile belirlediler. ¹⁴C' ün bir döngü şeklinde taşındığını belirlediler.
- Bu nedenle bu evreye; "Calvin Döngüsü = CO₂ İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları" da denir.

2- Işıktan Bağımsız Tepkimeler:

(Calvin Döngüsü = CO₂ İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre) :

Ön Bilgi - 2:

- ❖ Bu evrede ışık doğrudan kullanılmadığı için bu evreye "Işıktan Bağımsız Tepkimeler" veya "Karanlık Evre" de denir.

Ancak;

- Bu evre "ışık reaksiyonlarının" devamı niteliğindedir.
- Işık reaksiyonları durunca karanlık evrede otomatik olarak durur.
- Bu nedenle direk olarak ışığa bağımlı olmasa da yani bu evrede ışık kullanılmasa da, dolaylı olarak ışık bu evreyi de etkiler.

- ❖ Işıktan bağımsız tepkimeler "gündüz" gerçekleşir.

Çünkü;

- Bu evrede, ışığa bağımlı evrede üretilen ATP ve NADPH₂ ' ye ihtiyaç vardır.
- Ayrıca ışık bu evrede görev yapan bazı enzimleri çalışması için aktifleştirir.

2- Işıktan Bağımsız Tepkimeler:

(Calvin Döngüsü = CO₂ İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre) :

Gerçekleştiği Yer:

- Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları kloroplastın stromasında (kloroplastın sıvı kısmında) gerçekleşir.

Amaç:

- Organik besin üretmektir.

Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar ;

- 1- Işık gerekli değildir. Işık doğrudan kullanılmadığı için bu aşamaya ” **Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar** ” adı verilir.
- 2- Enzimler görev alır. Bu nedenle de sıcaklık değişimlerinden çok etkilenir. (Hatırlatma: “ışığa bağımlı tepkimede” de enzimler kullanılır. Ancak “ışığa bağımlı tepkimede” kullanılan enzimler metabolik enzimler olmadığı için ısıdan etkilenmezler.)
- 3- **CO₂**, **ATP** ve **NADPH** kullanılarak basit şekerler sentezlenir.
- 4- **CO₂** atmosferden alınır. (CO₂ özümlemesi (emilimi) ve indirgenmesi olur.)
- 5- **NADPH** yükseltgenir. (NADPH₂ elektronlarını bırakıp NADP haline gelir yani yükseltgenir.)
- 5- **ATP** de **ADP** haline gelir. (Işıktan bağımsız reaksiyonlarda, ışığa bağımlı reaksiyonlarda elde edilen ATP'nin tamamı harcanır.)
- 6- **NADP** ve **ADP** ışıklı evre geri gönderilir.
- 7- **Organik madde** ve **H₂O** üretilir.
- 8- Fotosentezde asıl kazanç organik madde olan **PGAL (Fosfogliser aldehit)**'dir.

Fotosentez Tepkimeleri

2- Işıktan Bağımsız Tepkimeler:
(Calvin Döngüsü = CO_2 İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre) :

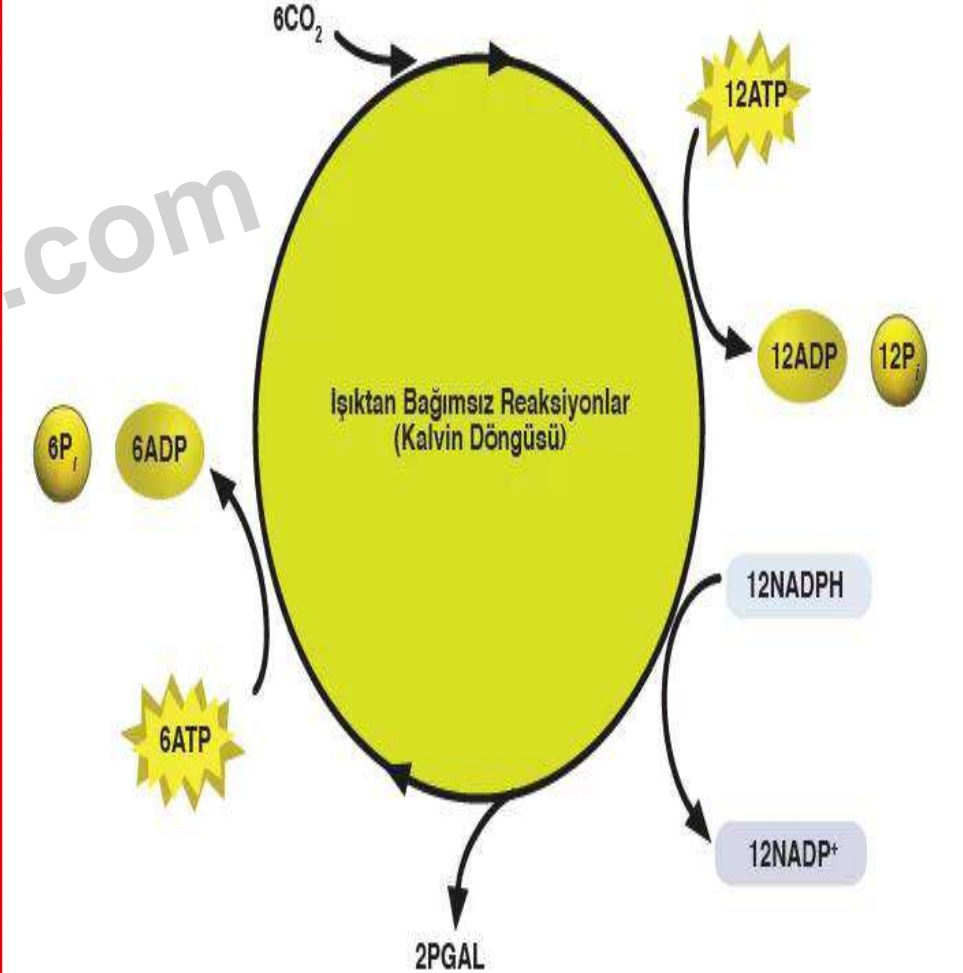
Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar ;

9- Işıktan bağımsız reaksiyonlar **Rubisko (Ribuloz Bifosfat Karboksilaz) Enzimi** sayesinde 5 karbonlu **RDP (ribuloz difosfat)** molekülüne CO_2 eklenerek 6C'lu kararsız bir ara bileşiğin oluşması ile başlar.

10- 6C'lu kararsız ara bileşik enzimlerle parçalanır ve iki molekül **3C'lu Fosfogliserik Asit (PGA)** oluşur.

11- **PGA** 'dan, **ATP** ve **NADPH** harcanarak **fosfogliseraldehit (PGAL)** oluşur.

12- **PGAL** ' in bir kısmından **Ribuloz Mono Fosfat (RMP)** sonra da **RDP** sentezlenerek ışıktan bağımsız reaksiyonların sürekliliği sağlanmış olur

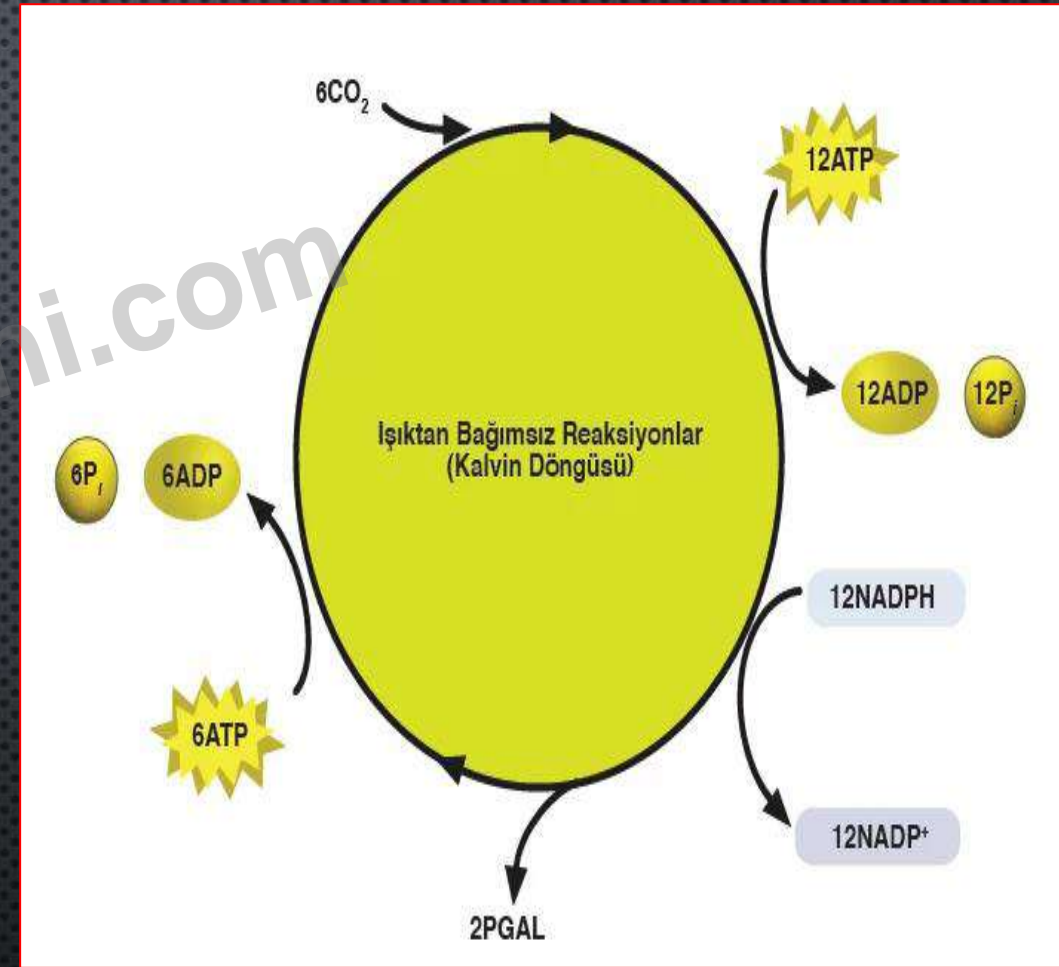


Şekil:
Işıktan bağımsız reaksiyonlar.

2- Işıktan Bağımsız Tepkimeler:
(Calvin Döngüsü = CO₂ İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre) :

En Kısa Özetle Karanlık Evreyi Şu Anlatabiliriz :

- 1- Karbondioksit, Calvin döngüsüne girdiği zaman yeni bir ara molekülün oluşmasını sağlar.
- 2- Ara molekülün yıkımı sonucunda fosfogliseraldehit (PGAL) açığa çıkar.
- 3- Fosfogliseraldehit (PGAL) molekülleri kullanılarak Glikoz sentezi gerçekleştirilir.
- 4- Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ışık, klorofil ve elektron taşıma sistemi kullanılmamaktadır.
- 5- Karbondioksit ve ATP harcanırken de glikoz açığa çıkar.



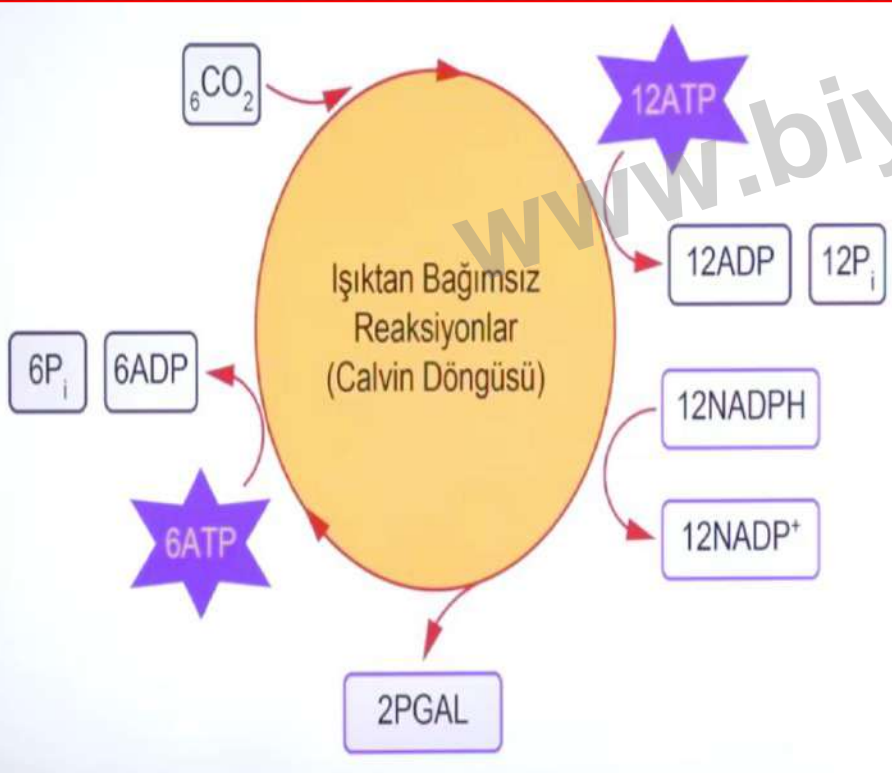
Şekil:
Işıktan bağımsız reaksiyonlar.

NOT:

- Tepkimeye giren her bir CO_2 için 3 ATP ve 2 NADPH_2 harcanır.

Buna göre;

1 molekül glikoz sentezi için döngüye, 6 molekül CO_2 indirgendiğinden (harcandığından) ,
1 molekül glikoz için 18 ATP ve 12 NADPH gerektiği anlaşılır.



Işıktan Bağımsız Reaksiyonlarda

Harcananlar

6CO_2
(Atmosferden alınır.)

12NADPH_2
(Işığa bağımlı evreden alınırlar.)

18ATP
(Işığa bağımlı evreden alınırlar.)

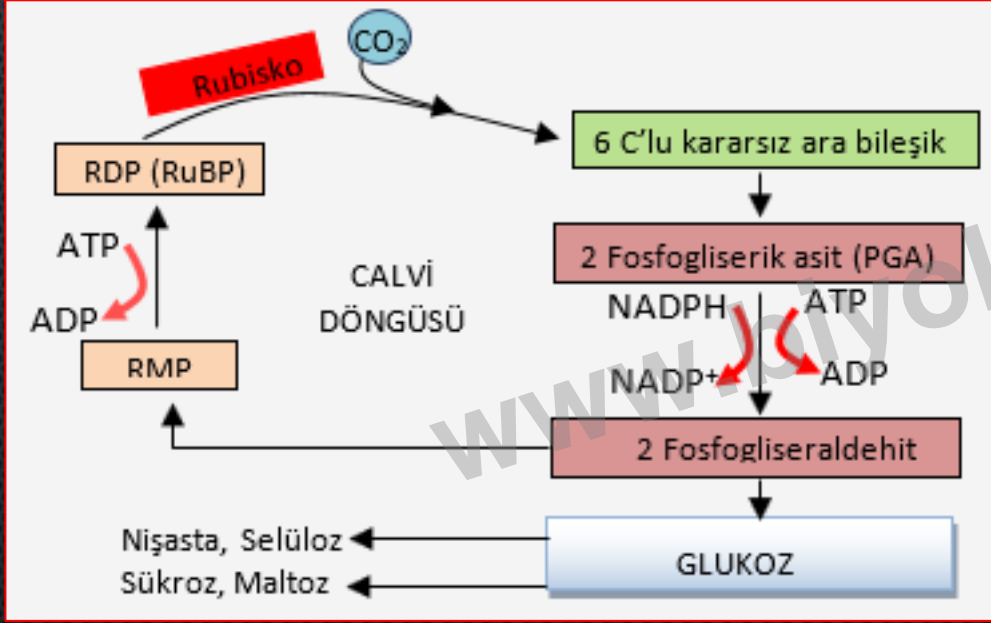
Üretilenler

$6\text{H}_2\text{O}$

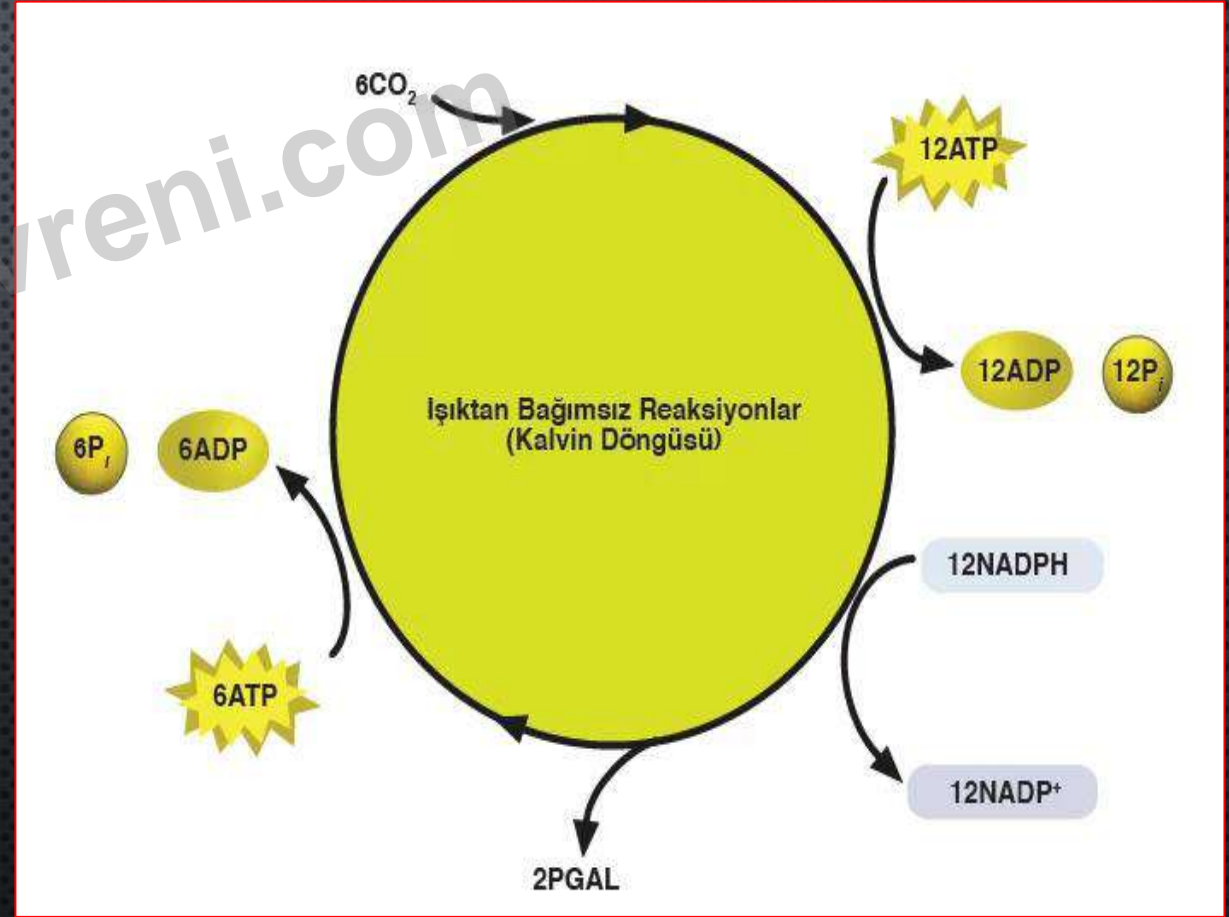
12NADP

18ADP

1 mol Glikoz üretmek için; $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ NADH}_2 + 18 \text{ ATP}$ harcanır.



Şekil:
Işıktan bağımsız reaksiyonlar.



Şekil:
Işıktan bağımsız reaksiyonlar.

Fotosentez Tepkimeleri

2- Işıktan Bağımsız Tepkimeler:

(Calvin Döngüsü = CO₂ İndirgenmesi = Karbon Tutma Reaksiyonları = Karanlık Evre) :

Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar ;

- Işıktan bağımsız tepkimelerde üretilen PGAL'in bir kısmından önce **ribuloz mono fosfat (RMP)** sonra da **RDP** sentezlenerek ışıktan bağımsız reaksiyonların sürekliliği sağlanmış olur.
- PGAL'in bir kısmından ise glikoz sentezlenir. Glikozun fazlası lökoplastlarda nişastaya dönüştürülerek bitkinin kök tohum, ve meyve gibi yapılarında depo edilir.
- PGAL'in bir bölümü yağ asidi ve gliserol yapımında kullanılır.
- Bir bölümü ile de amino asit, vitamin ve organik bazlar sentezlenir. Bu dönüşümler sırasında topraktan su ile alınan **N, S, Fe, Mg** gibi mineral maddeler de kullanılabilir.

Organik Besinlerin Sentezi

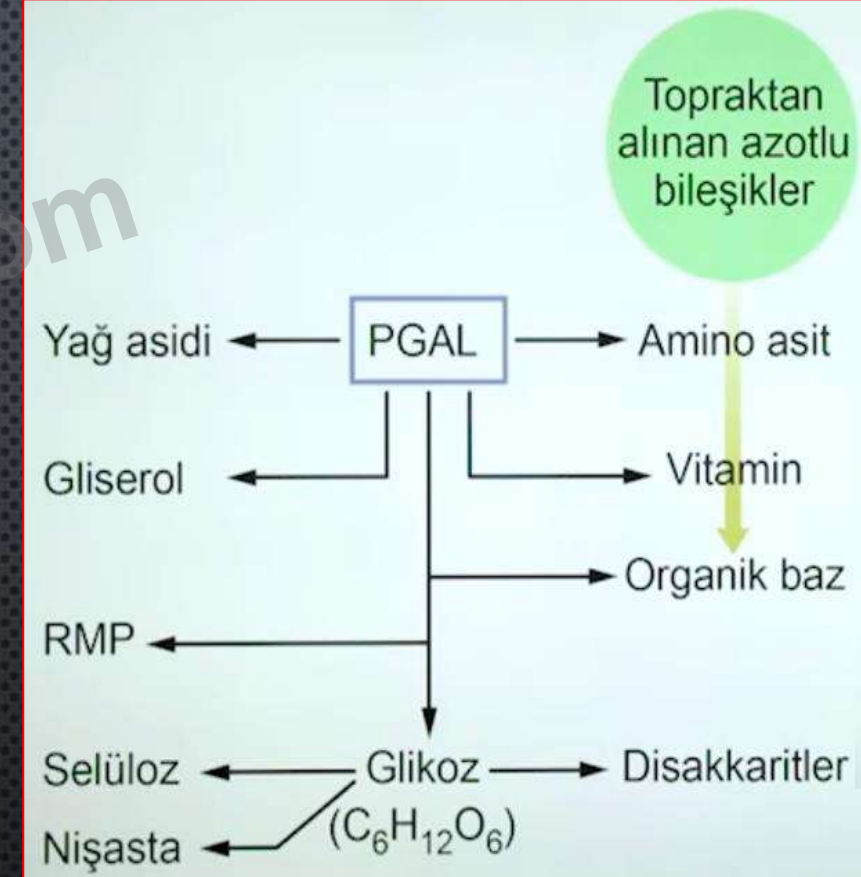
➤ Fotosentez tepkimelerinde, PGAL molekülünden **glikoz dışında** ;

- yağ asidi,
- gliserol,
- Selüloz,

gibi başka organik besin maddeleri de sentezlenebilir.

➤ **ANCAK; PGAL kullanılarak amino asit, vitamin ve organik bazın sentezlenebilmesi için topraktan bazı azotlu bileşiklerin alınması gerekir.**

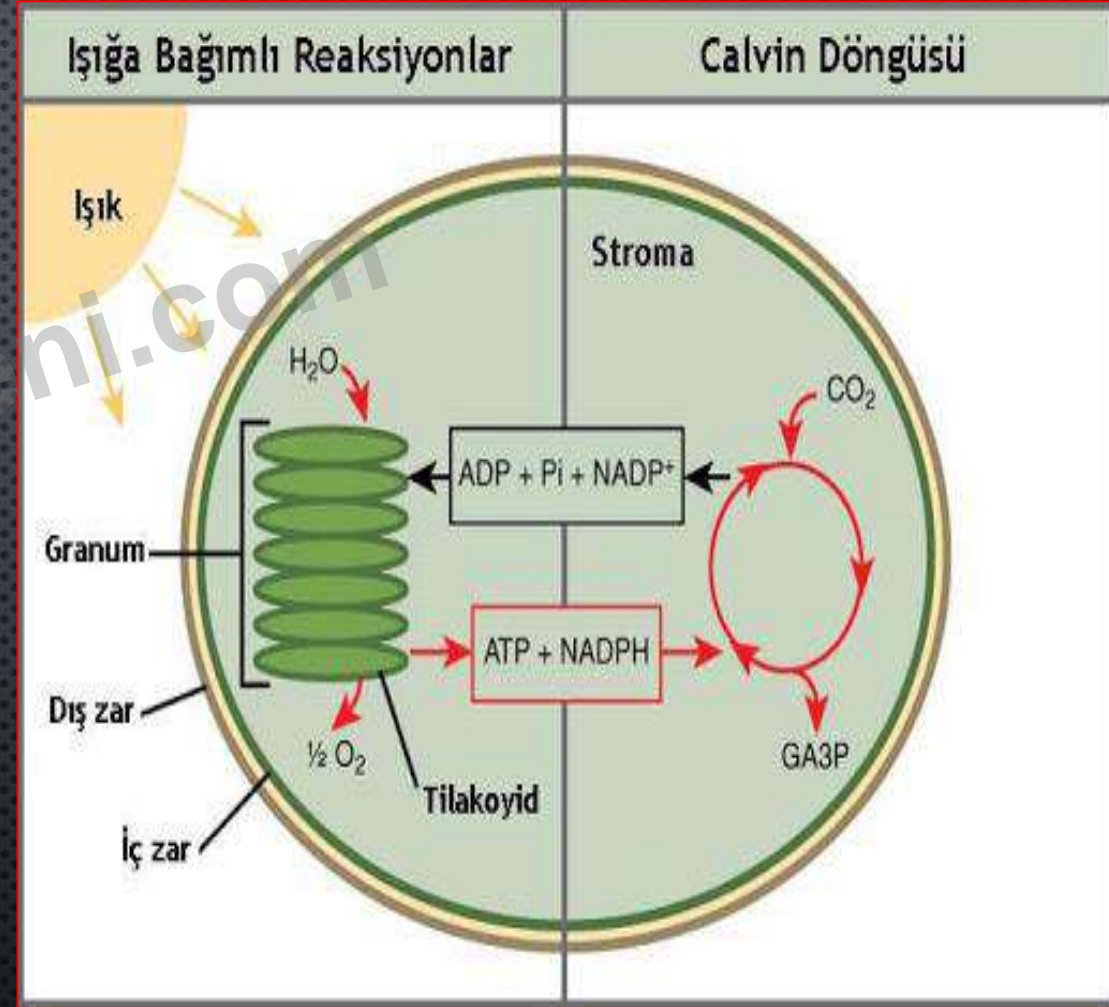
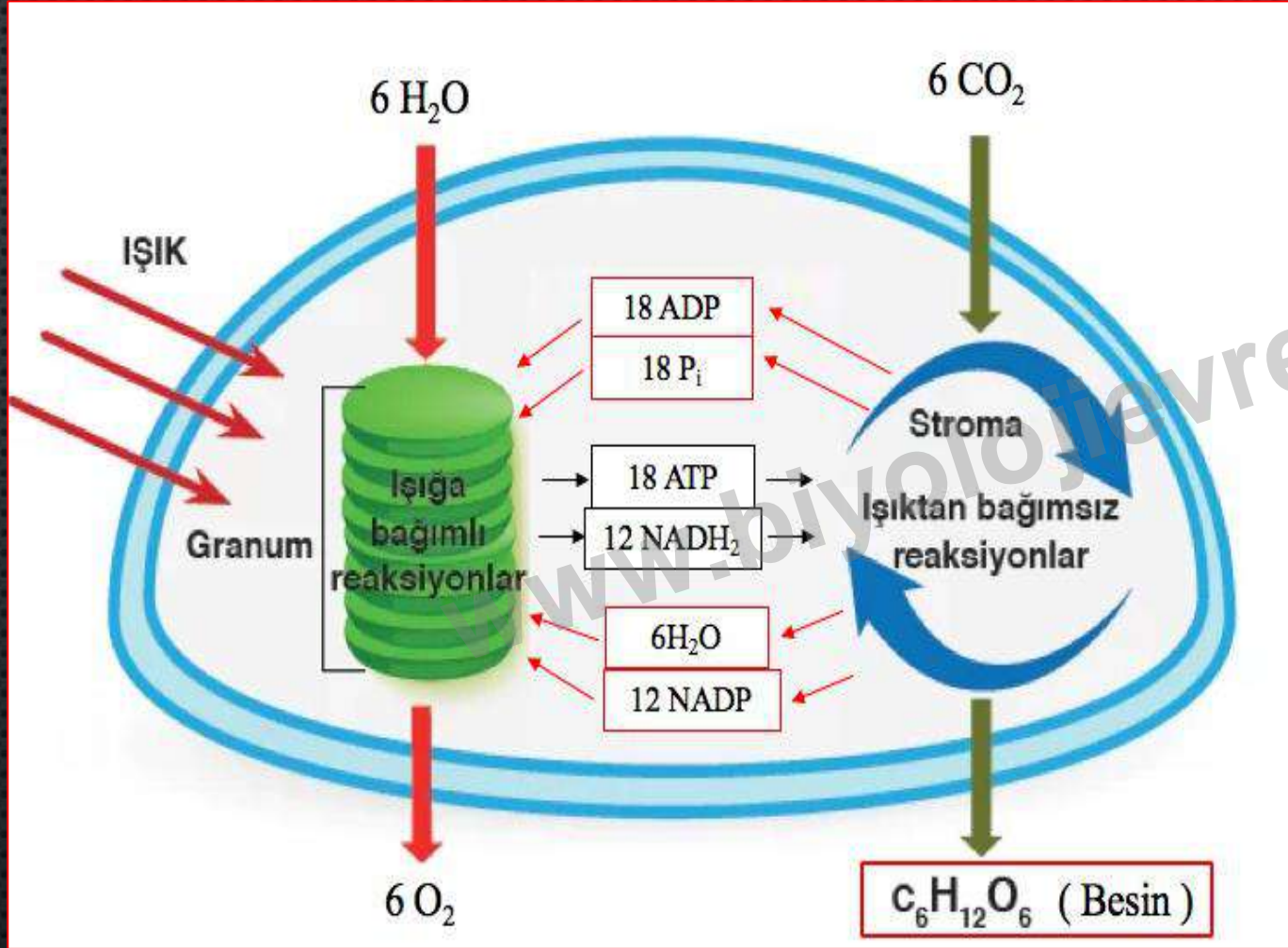
- Üretilen maddeler canlının türüne göre değişiklik gösterir.
- Üretilen glikozun bir kısmı solunumla harcanır.
- Bir kısmı ise maltoz, sükroz, nişasta ve selüloz sentezinde kullanılır.



Şekil:

PGAL'den organik moleküllerin sentez basamakları

Fotosentez Reaksiyonlarının Görsel Olarak Özeti



Not:

- RuBP (Ribuloz Bifosfat) = RDP' ye (Ribuloz Difosfat), CO₂ bağlanmasını sağlayan enzim **RUBİSKO** (Ribuloz Bifosfat Karboksilaz) dır.

Fotosentezin Işığa Bağımlı ve Işıktan Bağımsız Reaksiyonlarının Karşılaştırılması

Işığa bağımlı reaksiyonlar	Işıktan bağımsız reaksiyonlar
Kloroplastın granaları oluşturan tilakoit zarda gerçekleşir.	Kloroplastın stromasında gerçekleşir.
Işık, klorofil (FS I ve FS II), ETS görev yapar.	Işık, klorofil (FS I ve FS II), ETS görev yapmaz.
ADP+P _i , su harcanır.	CO ₂ , ATP, NADPH harcanır.
ATP, NADPH, O ₂ üretilir.	Organik monomerler, organik bazlar, vitaminler... üretilir.
Suyun fotolizi gerçekleşir.	Fotoliz görülmez.
ETS görev yapar.	ETS görev yapmaz.
Fotofosforilasyon ile ATP üretilir.	Fotofosforilasyon görülmez, tersine defosforilasyon gerçekleşir.
NADP indirgenir.	NADPH yükseltgenir.
Sıcaklıktan çok ışık şiddeti etkidir.	Işık şiddetinden çok sıcaklık değişimleri etkilidir.
Gerçekleşmesi için ışık ve klorofil şarttır.	Gerçekleşmesi için ışık ve klorofil şart değildir. Ancak ışığa bağımlı reaksiyonlarda üretilen ATP ve NADPH şarttır.
ATP sentaz enzimi görev yapar.	ATP sentaz enzimi görev yapmaz.
Gündüz gerçekleşir.	Gündüz gerçekleşir.

Fotosentezin Işığa Bağımlı ve Işıktan Bağımsız Reaksiyonlarının Tüketilenler, Üretilenle ve Amaç Açısından Karşılaştırılması

	Işığa bağımlı reaksiyonlar	Işıktan bağımsız reaksiyonlar
Tüketilenler	NADP ⁺ , ADP , P _i H ₂ O	NADPH , ATP , PCO ₂
Üretilenler	NADPH ₂ , ATP , OKSİJEN	NADP ⁺ , ADP , Glikoz
Amaç	Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ihtiyaç duyulan enerji (ATP) ve hidrojeni (NADPH' y1 oluşturmak için) sağlamak.	Karbondioksitleri bir araya getirerek besin üretmek.

Not:

- 1 mol CO₂' nin bağlanması için, 3 ATP ve 2 NADPH₂ gereklidir.

-
- 1 mol glikozun sentezlenmesi için;

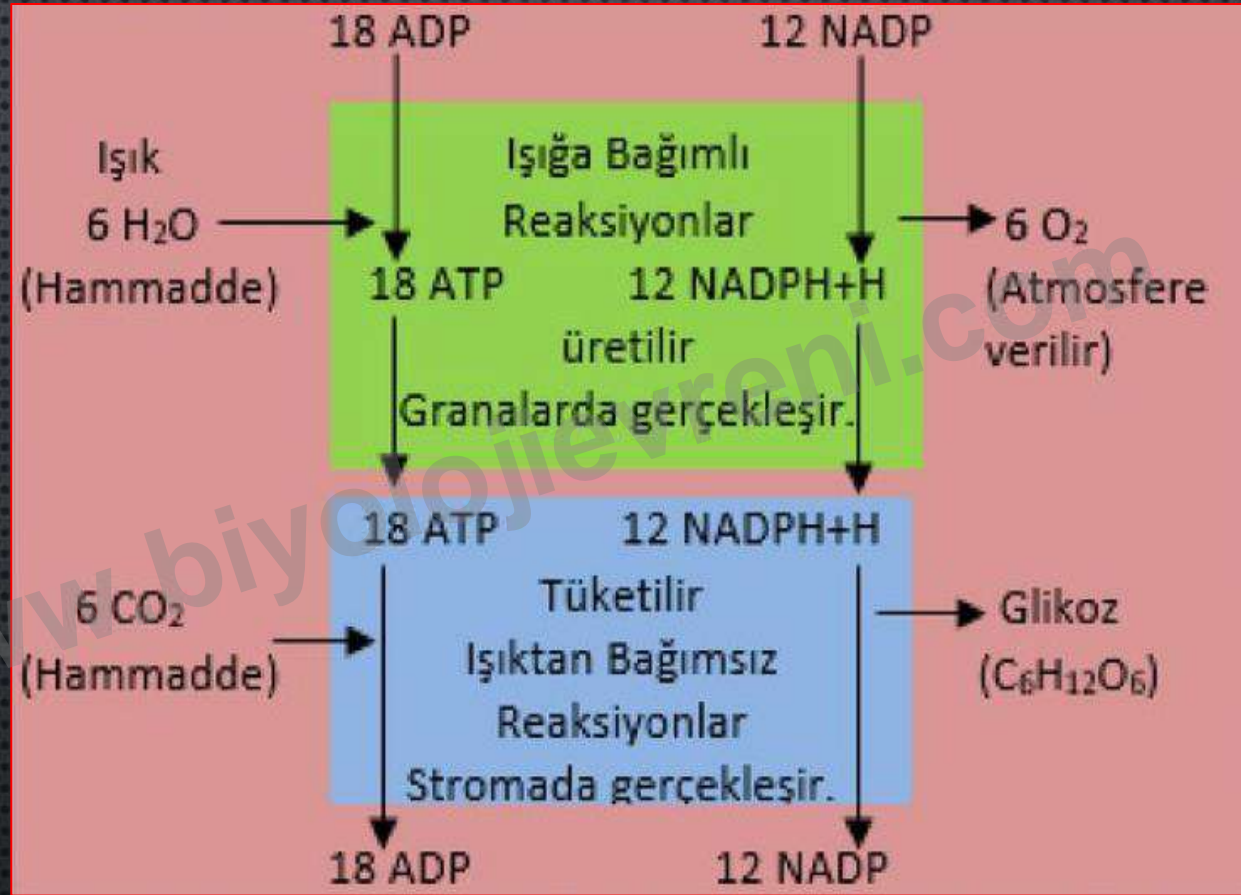
$$3 \text{ ATP} \times 6 = 18 \text{ ATP}$$

$$2 \text{ NADPH}_2 \times 6 = 12 \text{ NADPH}_2$$

gereklidir.

- 1 mol glikozun sentezlenmesi için, ışık ve karanlık reaksiyonların 6 kez tekrarlanması gerekir.
 - Karanlık reaksiyonların, 6 kez tekrarlanması sonucunda 12 PGAL üretilir.
 - Bunlardan; 2 PGAL glikoz sentezinde kullanılır.
 - 10 PGAL ise ribuloz di fosfat sentezinde kullanılır.
 - Fotosentezin ışık reaksiyonlarında, 12 H₂O harcanır.
 - Karanlık reaksiyonlarda ise 6 H₂O açığa çıkar.
 - Bu nedenle fotosentez için 6 net H₂O gereklidir.

Fotosentez Evreleri



Hatırlatma :

İşıktan bağımsız reaksiyonlarda 1 mol Glukoz üretmek için ; $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ NADH}_2 + 18 \text{ ATP}$ harcanır.

Fotosentez tepkimelerinde 12 molekül H₂O harcanıp, 6 molekül H₂O üretilir. Bu nedenle net su molekülü 6 moleküldür.

Soru 1.

Fotosentez yapan bir yaprağın kloroplastında gerçekleşen;

- I. ışığın soğurulması,
- II. CO₂ nin tutulması,
- III. suyun parçalanması,
- IV. karbonhidratların üretimi

olaylarından hangileri stromada gerçekleşir?

- A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve I

Cevap.1: B

Açıklama:

- 1. I. ışığın soğurulması, (Granada)
- II. CO₂ nin tutulması, (Stromada)
- III. suyun parçalanması, (Granada)
- IV. karbonhidratların üretimi (Stromada)

Soru 2. Kloroplastlarda fotosentez sırasında;

- I. elektron taşıma sisteminde yükseltgenme ve indirgenme olaylarının gerçekleşmesi,
- II. oksijenin üretilmesi,
- III. karbonhidrat üretimi

olaylarından hangileri granalarda gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Cevap.2: B

Açıklama: Granalarda ışığa bağımlı reaksiyonlar gerçekleşir.

Buna göre,

- I. elektron taşıma sisteminde yükseltgenme ve indirgenme olaylarının gerçekleşmesi. (Işığa bağımlı reaksiyondur.)
- II. oksijenin üretilmesi, (Işığa bağımlı reaksiyondur.)
- III. karbonhidrat üretimi (**Karbon tutma reaksiyonudur. Stromada gerçekleşir.**)

Soru 3.Fotosentez sırasında su molekülü yandaki gibi ayrıştır;

Buna göre I, II ve III ile numaralandırılmış olan elemanlardan hangileri fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde kullanılacak moleküllerin sentezinde işlev görür?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III



Cevap.3: D

Açıklama:

- Elektronların (e-) enerjisi ile ATP üretilir.
- H⁺ ile NADPH üretilir.
- Bunlar da ışıktan bağımsız tepkimelerinde kullanılır.
- Oksijen atmosfere verilir.

Soru 4. Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde meydana gelen;

- I. ADP 'nin inorganik fosfatla birleşmesi,
- II. NADP 'nin indirgenmesi,
- III. suyun ayrışması,
- IV. Fotosistem II 'nin yükseltgenmesi

olaylarının gerçekleşme sırası, aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) I – II – III – IV B) II – III – I – IV C) III – I – IV – II D) IV – I – III – II E) IV – III – I – II

Cevap.4: E) IV – III – I – II

Açıklama:

Gerçekleşme sırası;

IV. Fotosistem II 'nin yükseltgenmesi

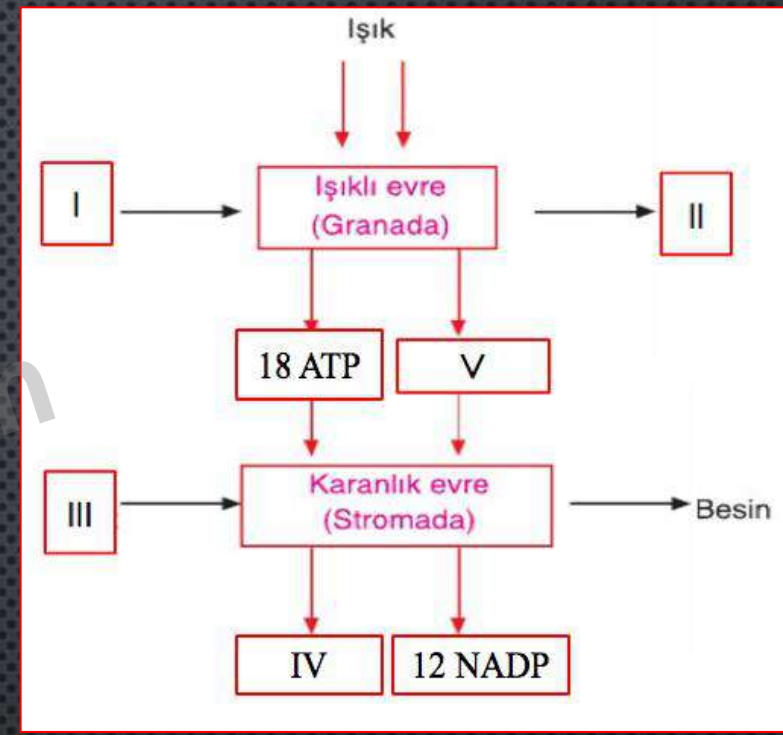
III. suyun ayrışması,

I. ADP 'nin inorganik fosfatla birleşmesi,

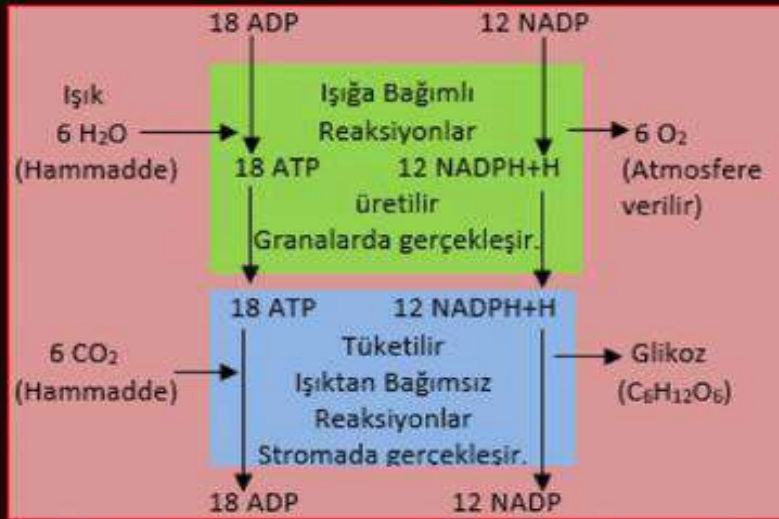
II. NADP 'nin indirgenmesi,

5. Yanda şematik olarak verilen fotosentezin tepkimelerinde numaralarla belirtilen kısımlar için aşağıdakilerden hangisi doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III	IV	V
A)	CO ₂	H ₂ O	O ₂	18 ATP	18NADPH ₂
B)	H ₂ O	O ₂	CO ₂	12 ADP	12 NADP
C)	H ₂ O	CO ₂	O ₂	18 ADP	12 NADP
D)	H ₂ O	O ₂	CO ₂	18 ADP	12 NADPH ₂
E)	CO ₂	H ₂ O	O ₂	12 ADP	18 NADPH ₂



Cevap.5: D
Açıklama:



Soru.6.

- I. NADP indirgenmesi
- II. Organik madde üretimi
- III. Fotoliz
- IV. CO₂ indirgenmesi

Fotosentez sırasında gerçekleşen yukarıdaki olaylardan hangileri granalarda gerçekleşmez ?

- A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) I ve IV

Cevap.6: D

Açıklama: Granalarda gerçekleşen olaylar ışığa bağımlı reaksiyonlardır.

Buna göre:

I. NADP indirgenmesi. (NADP ' nin NADPH₂ olması demektir ki bu ışıklı evrede yani granalarda gerçekleşir.)

II. Organik madde üretimi. (Glikoz üretimi karanlık evrede yani stromada gerçekleşir.)

III. Fotoliz (Suyun, ışık enerjisi ve enzimatik olarak hidrolizi yani parçalanmasıdır. Bu olay ışığa bağlı reaksiyonlarda yani granalarda gerçekleşir.)

IV. CO₂ indirgenmesi. (Karbondioksit indirgenmesi başka bir ifadeyle kullanımı karanlık evrede yani stromada gerçekleşir.)

Soru.7.

Fotosentez reaksiyonları ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- I. Işığa bağımlı tepkimelerde fotofosforilasyon gerçekleştirilir.
- II. Işığa bağımlı tepkimelerde üretilen NADPH_2 Işıktan bağımsız tepkimelerde kullanılır.
- III. Işığa bağımlı tepkimeler gündüz, ışıktan bağımsız tepkimeler gece gerçekleştirilir.
- IV. Fotosentez reaksiyonları enzimler yardımı ile gerçekleştirilir.
- V. Işıktan bağımsız reaksiyonlar stromada gerçekleşir.

A) Yalnız V B) I- II- IV-V C) I-II-III-IV-V D) I-II-V E) II-III-IV-V

Cevap.7: B

Açıklama:

- I. Işığa bağımlı tepkimelerde fotofosforilasyon gerçekleştirilir. (Söylenir.)
- II. Işığa bağımlı tepkimelerde üretilen NADPH_2 Işıktan bağımsız tepkimelerde kullanılır. (Söylenir.)
- III. Işığa bağımlı tepkimeler gündüz, ışıktan bağımsız tepkimeler gece gerçekleştirilir. (**Söylenemez.**) Işıktan bağımsız reaksiyonlarda gündüz gerçekleşir. Işık reaksiyonları durunca karanlık evrede otomatik olarak durur. Bu evrede, ışığa bağımlı evrede üretilen ATP ve NADPH_2 ' ye ihtiyaç vardır. Ayrıca ışık bu evrede görev yapan bazı enzimleri çalışması için aktifleştirir.
- IV. Fotosentez reaksiyonları enzimler yardımı ile gerçekleştirilir. (Söylenir.)
- V. Işıktan bağımsız reaksiyonlar stromada gerçekleşir. (Söylenir.)

Fotosentezin Hızını Etkileyen Faktörler

www.biyolojievreni.com

Bir Bitkinin Fotosentez Hızını Anlamak İçin Birim Zaman İçinde Bakılması Gereken Değerler Şunlardır:

1- Tükettiği CO₂ miktarına

2- Ürettiği O₂ miktarına

3- Kuru ağırlık artışına

bakılmalıdır.

- ❖ Bunlardan bir tanesini bilmek fotosentez hızının nasıl olduğunu anlamak için yeterli olur.

Fotosentez Hızı;

- Klorofil taşıyan bir hücrenin birim zamanda ortamda alarak kullandığı CO₂ veya ürettiği O₂ miktarı fotosentezin hızını verir.

Minimum Yasası;

- Fotosentez aynı anda birden çok faktörün etkisi altındadır.
 - Bu durumda fotosentezin hızını;
- Fotosenteze etki eden faktörlerden miktarı en düşük olana göre belirlenir. Buna **Minimum Yasası** denir.

➤ Fotosentez hızını etkileyen faktörler **Çevresel** ve **Genetik** olmak üzere ikiye ayrılır.

ÇEVRESEL FAKTÖRLER	GENETİK FAKTÖRLER
1- CO ₂ miktarı	1- Kloroplast Sayısı: (Artarsa Fotosentez Hızı Artar.)
2- Işık Şiddeti	2- Yaprığın Yapısı (Yaprak Ayası ,Yüzey Alanı) ve Sayısı: (Artarsa Fotosentez Hızı Artar.)
3- Işığın Dalga Boyu	3- Stoma Sayısı, konumu, büyüklüğü: (Artarsa Fotosentez Hızı Artar.)
4- Ortam Sıcaklığı	4- Enzim Miktarı: (Artarsa Fotosentez Hızı Artar.)
5- Su Miktarı	5- Epidermis ve Kütikula Kalınlığı: (Artarsa Fotosentez Hızı Azalıır.)
6- Mineraller	
7- Ortamın pH Değeri	

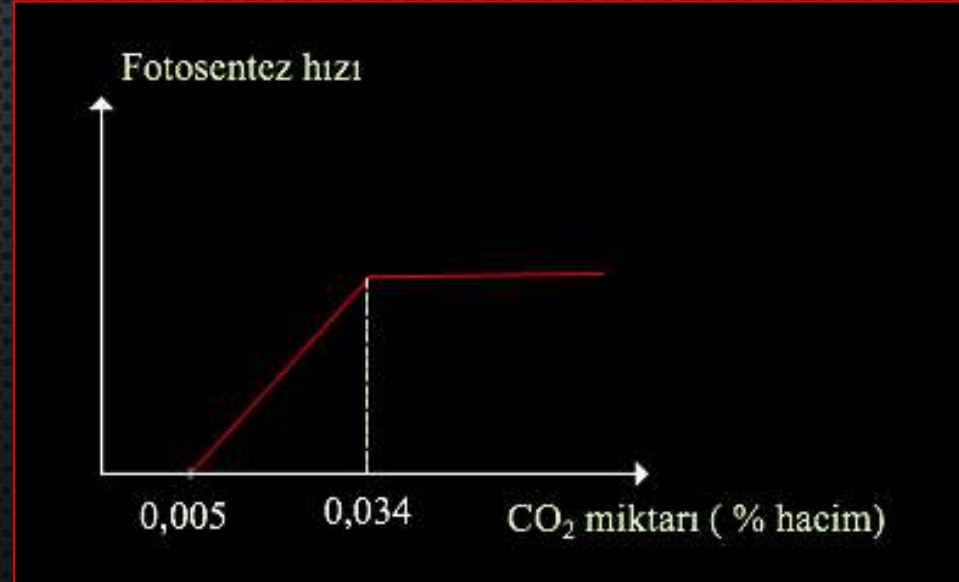
Not:

- Kloroplast sayısı artarsa, otomatik olarak klorofil ve enzim miktarı da artar.

1- Çevresel Faktörler

1- CO₂ miktarı:

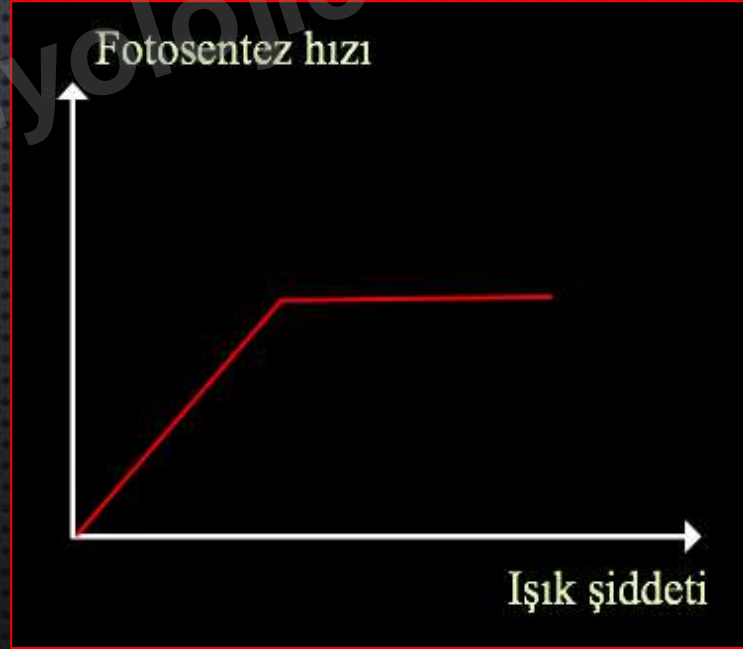
- CO₂, fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinin başlaması için gereklidir.
- CO₂ miktarı arttığında fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar. Sonra da sabit kalır.
- Havadaki CO₂ yoğunluğu belirli bir sınırın altına düşerse bitki CO₂ bağlayamaz ve fotosentez durur. Bu sınır yaklaşık %0,005'tir.
- Kalsiyum hidroksit Ca(OH)₂ veya potasyum hidroksit (KOH), Sodyum hidroksit Na(OH), Baryum hidroksit Ba(OH)₂ gibi CO₂ bağlayan bileşiklerin ortamda bulunması fotosentez hızını düşürür.
- Sodada ve gazozda CO₂ ve mineral fazla olduğu için fotosentez hızını olumlu etkiler.



1- Çevresel Faktörler

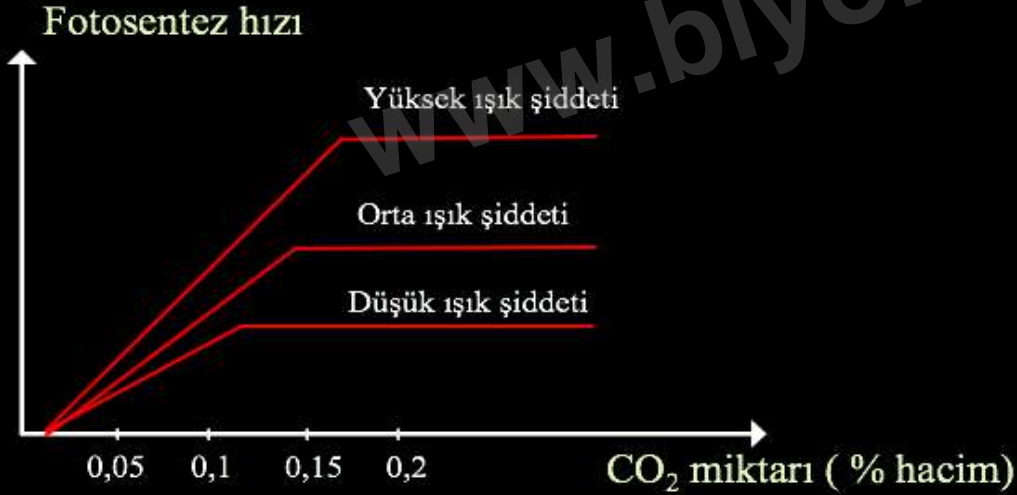
2- Işık Şiddeti:

- Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı belirli bir seviyeye kadar artar, daha sonra sabit kalır.
- Işık şiddeti öncelikle ışığa bağımlı evreyi etkiler. Işığa bağımlı evrenin etkilenmesi dolaylı olarak ışıktan bağımsız evreyi de etkiler.



CO₂ ve ışık şiddetinin birlikte etkisi:

- CO₂ ve ışık şiddeti bir arada düşünülürse, CO₂ miktarı arttıkça fotosentez hızı da artmakta, ancak sonra sabit kalmaktadır.
- Işık şiddeti artırıldıkça CO₂ miktarındaki artış ile birlikte fotosentez hızı biraz daha artmakta, ancak sonra yine sabit kalmaktadır.
- Doyma noktasına kadar fotosentez hızını CO₂ belirlerken doyma noktasından itibaren ışık şiddeti belirleyici faktör olmaktadır.



Grafik: Işık Şiddeti ve CO₂ Miktarının Fotosentez Hızına Birlikte Etkisi

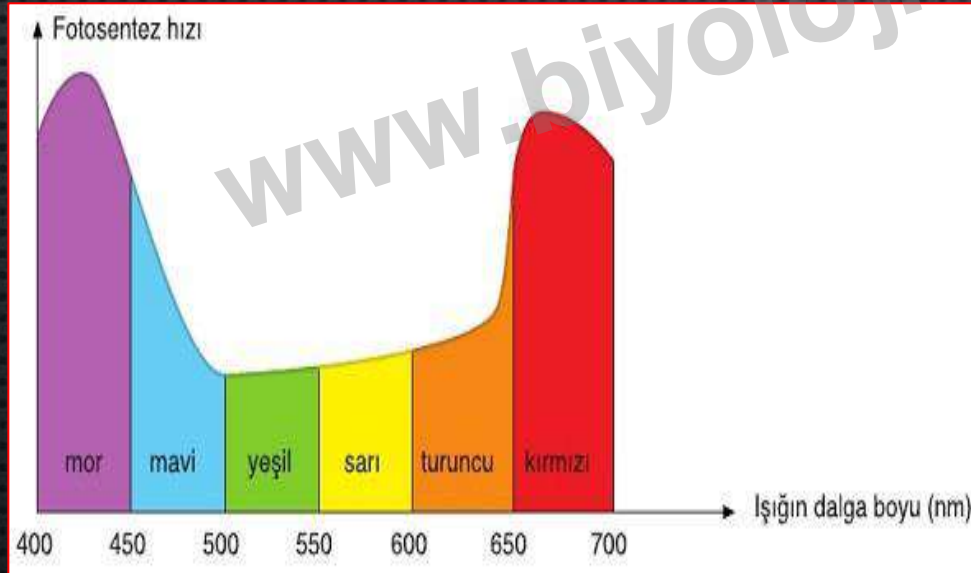
NOT !

- Eğer bitkinin fotosentez yaptığı ortama kireç suyu, KOH ve NaOH maddeler konulursa fotosentez olumsuz etkilenir.
- Çünkü bu moleküller karbondioksit tutucudurlar; ortamdaki karbondioksiti tutarak canlının fotosentez yapmasını engeller.
- Seralara ıslak saman konularak bitkilerin daha fazla fotosentez yapması sağlanabilir.
- Çünkü ıslak saman içindeki saprofitler ayrışma yaparak seranın karbondioksit miktarını artırır.

1- Çevresel Faktörler

3- Işığın Dalga Boyu:

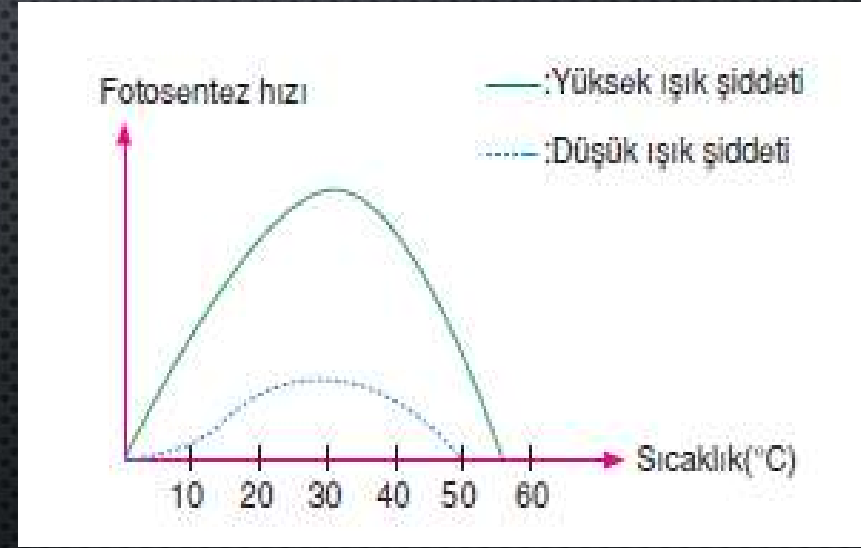
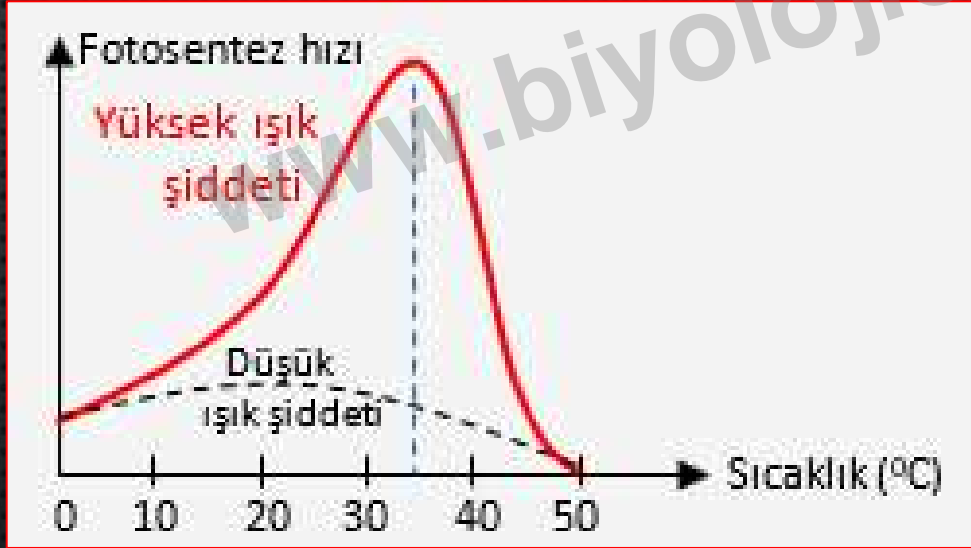
- Klorofil molekülü en fazla kırmızı ve mor dalga boylu ışığı; en az ise yeşil dalga boylu ışığı soğurur.
- Bu nedenle fotosentez hızı kırmızı ve mor dalga boylu ışıklarda fazla, yeşil dalga boylu ışıkta azdır.
 - Öncelikle ışığa bağımlı evreyi etkiler.
 - Işığa bağımlı evrenin etkilenmesi dolaylı olarak ışıktan bağımsız evreyi de etkiler.
 - Işığın enerjisi ile fotosentez hızı arasında ilişki yoktur.



1- Çevresel Faktörler

4- Ortam Sıcaklığı:

- Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimeleri üzerinde daha çok etkilidir.
 - Çünkü bu tepkimelerde bir çok enzim görev yapmaktadır.
- Sıcaklık artışı tepkimelerin hızını da artırır; belirli bir noktadan sonra ise bu artış tepkimeleri durdurabilir.
 - Fotosentezin ideal sıcaklık (optimum sıcaklık) derecesi 25-35°C arasındadır.
 - 35°C'un üstüne çıktığında genellikle enzim yapısı bozulacağından fotosentez hızı düşer ve durur.



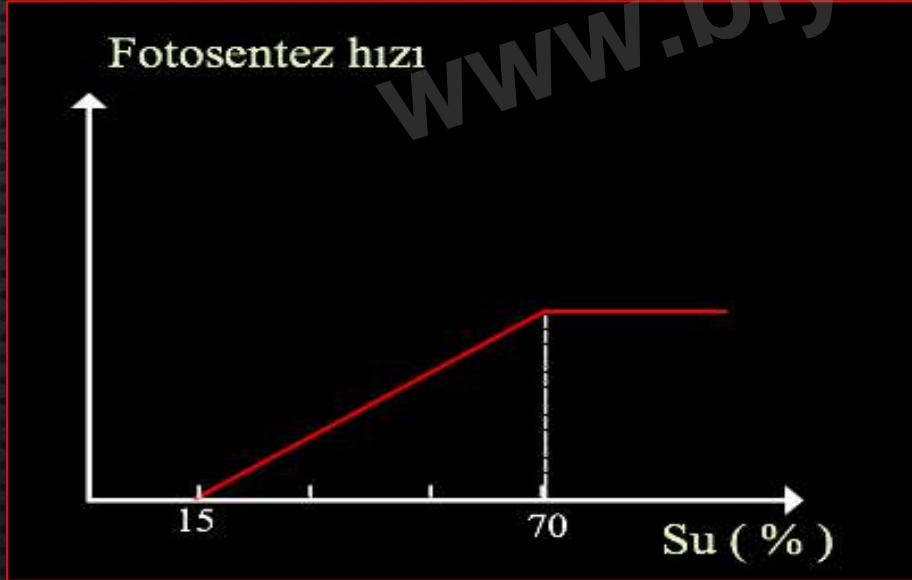
Grafikler:

- Sıcaklığın fotosentez hızına olan etkisi yukarıdaki grafikler şeklinde gösterilebilir.

1- Çevresel Faktörler

5- Su Miktarı :

- Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde su, iyonlarına ayrılarak FS II için elektron, NADP+ için hidrojen ve atmosfer için oksijen kaynağı olur.
 - Fotosentezde kullanılan CO₂ bitkiye stomalardan girer.
 - Stomaların açılması da bitkideki su oranına bağlıdır.
- Ayrıca fotosentez enzimlerinin çalışması için su oranının belirli bir değerde olması gerekir.

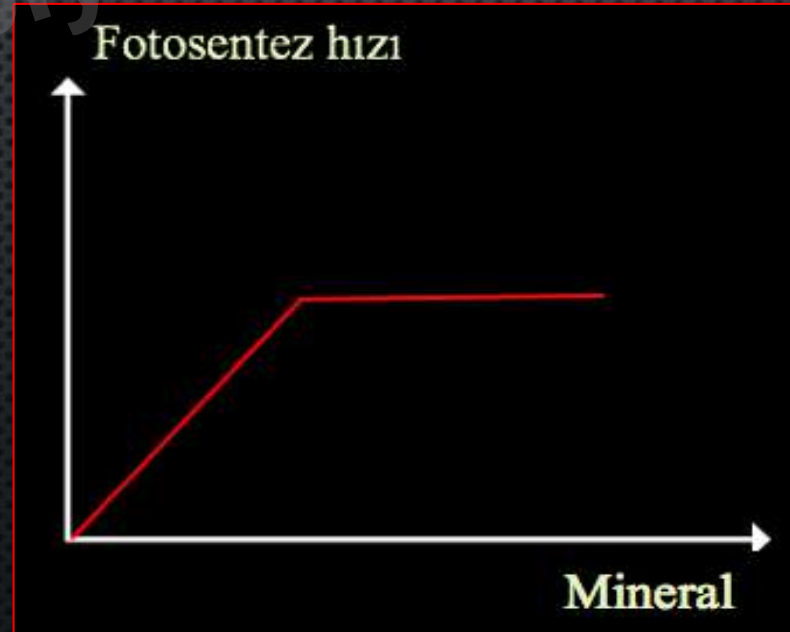


- Ortamdaki su miktarının % 15 in altına düştüğünde enzimler inaktif olduğundan fotosentez gerçekleşmez.
- Su oranı % 15 ' ten ile %70' e kadar artarsa, fotosentez hızlanır.
- Su oranı % 70 ' ten sonra artsa da minimum yasası gereği fotosentez hızı sabit kalır.

1- Çevresel Faktörler

6- Mineraller:

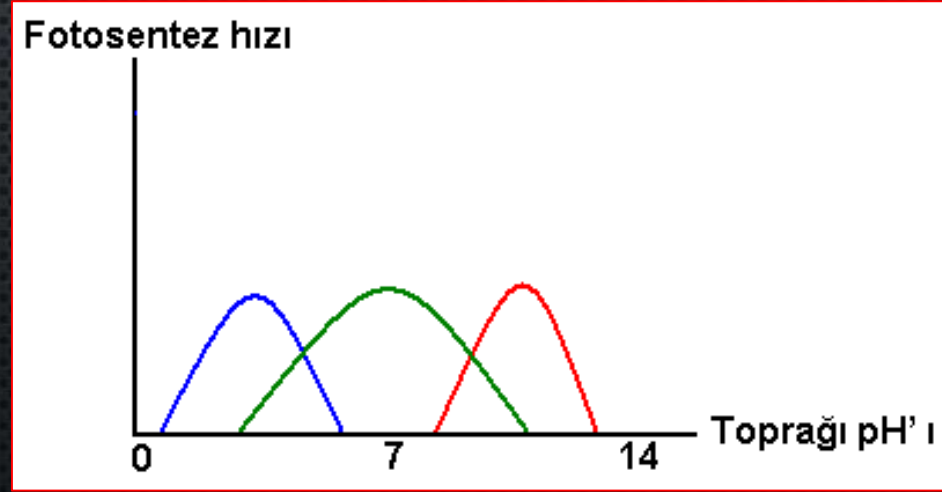
- Fe (Demir), Mg (magnezyum), N (Azot), P (Fosfat), S (Kükürt), K (potasyum), Ca (Kalsiyum) gibi minerallerin fotosentezde rolü vardır. Minerallerin fotosentez hızına etkisi minimum yasanına göre belirlenir.
- Fe (Demir) ; ETS elemanının yapısına katılır ayrıca klorofilin üretiminde görev alan enzimin kofaktörüdür.
 - Mg (magnezyum) klorofilin yapısına katılır.
 - Minimum yasanına göre fotosentez hızını miktarı en düşük olan mineral belirler.



1- Çevresel Faktörler

7- Ortamın pH Değeri:

- Fotosentez, enzimatik reaksiyonlardan oluşur.
- Enzimler de belirli pH aralıklarında çalıştıkları için ortamın pH 'ı fotosentez hızını etkiler.
- Uygun olmayan pH değerleri, enzim çalışmasını geri dönüşümsüz olarak bozar. (denatürasyon)



2- Genetik Faktörler

➤ Fotosentez hızını etkileyen genetik faktörler şunlardır:

1- Kloroplast sayısı

2- Yaprak yapısı ve sayısı

3- Stoma sayısı

4- Kütikula kalınlığı

5- Enzim miktarı

- Kloroplast sayısı arttıkça, fotosentez hızı artar.
- Yaprak sayısı arttıkça, fotosentez hızı artar. Geniş yüzeye sahip olan, ışığı daha rahat alan konumda bulunan yapraklarda fotosentez hızı daha fazladır.
- Stoma gaz alışverişi sağladığından, stoma sayısı arttıkça fotosentez hızı artar.
- Kütikula kalınlığı arttıkça, kurak ortam bitkilerinde suyun hücrelerden terleme ile atılması engellenir ve böylece bu su fotosentez tepkimelerinde kullanılabilir. Yaprakların yüzeyini örten, epidermis hücreleri tarafından salgılanan mumsu tabakaya kütikula denir. Epidermis ve kütikula kalınlaştıkça güneş ışığını daha az geçireceğinden fotosentez hızı yavaşlar. Kurak ortam bitkilerinde yaprak yüzeyi dar, stoma sayısı az ve kütikula tabakası kalındır.
- Enzim miktarının yüksek olması, fotosentez hızını artırır.

YAPAY IŞIKLANDIRMA

- Işığın fotosentez üzerindeki etkisi tarımsal ürün miktarını artırmada yapay ışık kullanımını gündeme getirmiştir.
- Işık şiddeti ve ışığın dalga boyu bitki gelişiminde oldukça önemlidir.
- Kış aylarındaki kısa gündenden ve ayrıca bulutlu gün sayısından kaynaklanan, doğal ışık miktarının azalmasından dolayı, bitkiler büyüme ve gelişmeleri için yeterli ışığı bulunmaz.
- Doğal ışığın azaldığı zamanlarda, azalan ışık miktarının yapay yoldan elektriksel yolla aydınlatma yaparak karşılanmasına ‘‘Yapay Işıklendirma’’ denir.



Fotoğraf:

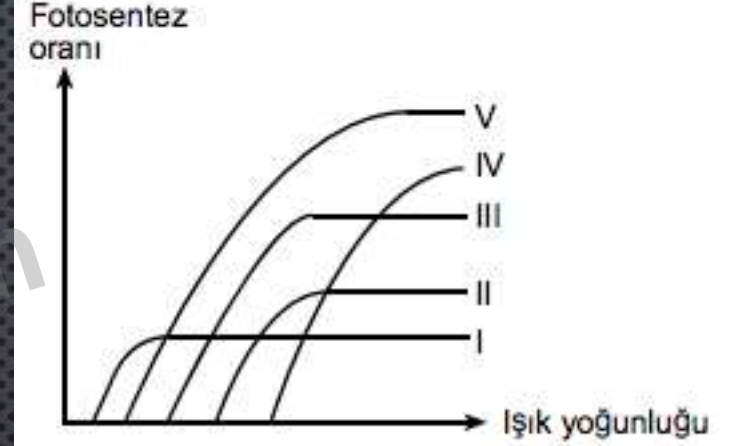
- Mor ışık yayan LED (ışık yayan diyot) lambaları ile aydınlatılmış bir sera:
 - Yapay ışıklendirma sera yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Özellikle de mevsime bağlı olarak ışık yoğunluğunun azaldığı dönemlerde yapay ışıklendirmanın önemi büyüktür.

KONU TARAMA

Soru 1. Yanda verilen grafikteki eğriler beş bitkinin ışık yoğunluğuna göre değişen fotosentez oranlarını göstermektedir.

Buna göre I, II, III, IV ve V olarak numaralandırılan eğrilerin hangisi en fazla ışığa gereksinim duyan bitkiye aittir?

- A) I B) II C) III D) IV E) V



Cevap.1: D

Açıklama:

- Işık yoğunluğunun en yüksek olduğunda fotosentez yapmaya başlayan bitki ışığa en fazla gereksinimi olan bitkidir.
- Grafikte bu bitki IV ile gösterilmiştir.

Soru 2. Bitkiler genel olarak, uygun ışık şiddetinde ve ortalama 33 °C de yoğun biçimde fotosentez yapıp en fazla miktarda oksijen ve glukoz üretebilmektedir.

Buna göre, ılıman bölgede yaşayan ve yapraklarını döken bitkilerin, aşağıdaki dönemlerin hangisinde dışarıdan aldıkları oksijen miktarı en fazladır?

- A) Kışın, gündüz B) Sonbaharda, gündüz C) Kışın, gece D) Yazın, gece E) Yazın, gündüz

Cevap.2: D

Açıklama:

- Bitkiler gündüz hem fotosentez hem de solunum yaparken geceleri sadece solunum yapar.
- Bir bitki en fazla oksijeni fotosentez yapmadığı gece alır.
- Bir de metabolizma yazın hızlıdır.
- Yaz ve gece en fazla oksijen almaya neden olur.

Soru 3. Işık şiddeti sabit tutulan bir ortamda, saydam bir fanus içinde bulunan yeşil bir bitkinin fotosentez hızını belirlemek için,

- I. Kloroplast miktarını ölçme
- II. Tüketilen CO₂ miktarını ölçme
- III. Toplam yaprak yüzeyini ölçme
- IV. Ölçmede belirli bir süreyi birim olarak kullanma

uygulamalarının hangileri gerekli ve yeterlidir?

- A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

Cevap.3: D

Açıklama:

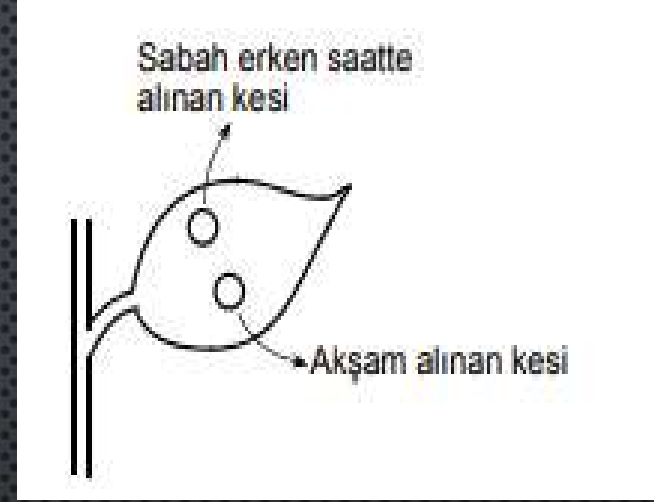
- Fotosentetik bir hücrenin birim zamanda kullandığı CO₂ veya ürettiği O₂ miktarı fotosentez hızını gösterir.

Soru 4. Yeşil bir bitkinin yaprağından sabah erken bir saatte şekildeki gibi belirli çapta dairesel bir kesit alınarak kurutulmuş ve tartılmıştır.

Yaprağın geriye kalan kısmı akşama kadar bırakılmış ve fotosenteze devam etmesi sağlanmıştır. Kalan kısımdan, akşam saatlerinde, aynı çapta dairesel bir kesit alınıp kurutulmuş, tartılmış ve içindeki bileşikler analiz edilmiştir.

Buna göre, sabah alınan dairesel kesit ile akşam alınan dairesel kesit arasındaki fark, bu yaprak için aşağıdakilerin hangisi hakkında bilgi vermez?

- A) Ortama verilen oksijen miktarı
- B) Üretilen organik madde miktarı
- C) Gün boyunca yitirilen su miktarı
- D) Organik maddenin üretiminde kullanılan ATP miktarı
- E) Tüketilen karbondioksit miktarı



Cevap.4: C

Açıklama:

- Yapraktan alınan dairesel kesitlerin kuru ağırlığı karşılaştırılmıştır.
- Aradaki fark fotosentez ile üretilen besin miktarını verir.
- Besin miktarı bilinirse ortama verilen oksijen miktarı, üretilen organik madde miktarı, kullanılan ATP miktarı ve tüketilen karbondioksit miktarı belirlenebilir. Ancak yitirilen su miktarı belirlenemez. Çünkü bitki gün boyu terleme ile de su yitirir.

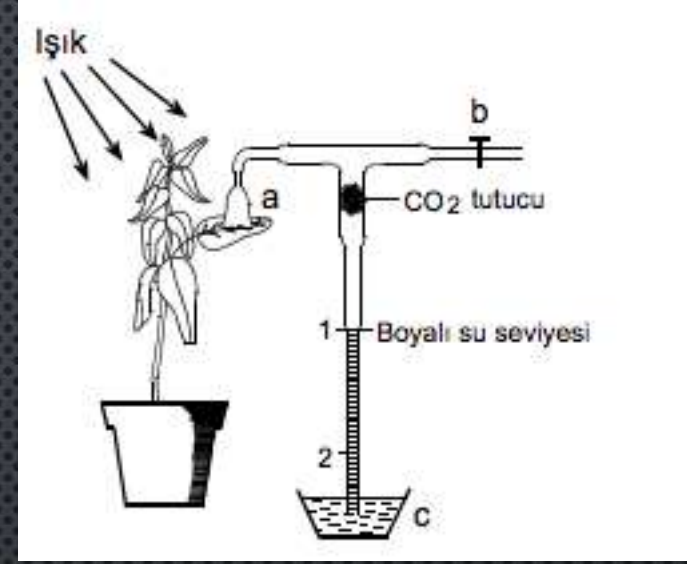
Soru 5. Fotosenteze uygun bir ortamda bir saksı bitkisiyle şekildeki gibi bir düzenek hazırlanmıştır. a hunisi dışarıdan hava almayacak şekilde yaprağın üzerine konmuş, CO₂ tutucu, düzeneğe şekildeki gibi yerleştirilmiş; b musluğu açılmış; sistemdeki hava emilerek c kabındaki boyalı suyun 1 numaralı düzeye kadar yükselmesi sağlandıktan sonra musluk kapatılmıştır. Bir süre sonra boyalı suyun 2 numaralı düzeye belirli bir hızla indiği gözlenmiştir.

Deney koşullarında;

- I. Deney ortamının karanlık hale getirilmesi
- II. Ortam sıcaklığının fotosentez için en uygun (optimum) değere getirilmesi
- III. Bitkinin sulanması

değişikliklerden hangilerinin yapılması, boyalı suyun 2 numaralı düzeye daha büyük bir hızla inmesine neden olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III



Cevap.5: E

Açıklama:

I. Deney ortamının karanlık hale getirilmesi. **Yanlış.** Kullanılan CO₂ tutucu, karanlıkta bitki tarafından üretilen CO₂'leri tutar. Dolayısı ile sıvı seviyesi değişmez.

II. Ortam sıcaklığının fotosentez için en uygun (optimum) değere getirilmesi. **Doğru.** Bitkinin sulanması terlemeyle çıkacak gaz çıkışını arttıracığından boyalı su 2'ye düşer.

III. Bitkinin sulanması. **Doğru.** Ortam sıcaklığının fotosentez için uygun değere getirilmesi üretilen oksijen miktarını arttıracığından boyalı su 2'ye düşecektir.

Soru 6. Aşağıdaki etmenlerden hangisinin azalması fotosentez hızına olumlu etki eder?

A) Klorofil miktarı B) Yaprak sayısı C) Stoma sayısı D) Kütikula tabakası kalınlığı E) Yaprak genişliği

Cevap.6: D

Açıklama:

- Yaprakların yüzeyini örten, epidermis hücreleri tarafından salgılanan mumsu tabakaya kütikula denir.
- Epidermis ve kütikula kalınlaştıkça güneş ışığını daha az geçireceğinden fotosentez hızı yavaşlar.
- Yaprığın Kütikula kalınlığı azaldıkça güneş ışığını daha çok geçireceğinden fotosentez hızı artar.

Soru.7. Aşağıdaki moleküllerden hangisi fotosentez sırasında hem harcanır hem üretilir?

A) Karbondioksit B) Oksijen C) Su D) Glikoz E) Enzim

Cevap.7: C

Açıklama:

- Fotosentez tepkimelerinde 12 molekül H_2O harcanır, 6 molekül H_2O üretilir.
- Bu nedenle net su molekülü 6 moleküldür.

Fotosentezi tepkimesi (tam gösterimi):



Soru 8. Fotosentez hızına etki eden aşağıdaki etmenlerden hangisi çevresel bir etmen değildir?

- A) Ortam pH ' s1 B) Işığın dalga boyu C) Mineraller D) Karbondioksit miktarı E) Enzim miktarı

Cevap.8: E

Açıklama:

ÇEVRESEL FAKTÖRLER	GENETİK FAKTÖRLER
1- CO ₂ miktarı	1- Kloroplast Sayısı: (Artarsa Fotosentez Hızı <u>Artar</u>)
2- Işık Şiddeti	2- Yaprığın Yapısı (Yaprak Ayası ,Yüzey Alanı) ve Sayısı: (Artarsa Fotosentez Hızı <u>Artar</u>)
3- Işığın Dalga Boyu	3- Stoma Sayısı, konumu, büyüklüğü: (Artarsa Fotosentez Hızı <u>Artar</u>)
4- Ortam Sıcaklığı	4- Enzim Miktarı: (Artarsa Fotosentez Hızı <u>Artar</u>)
5- Su Miktarı	5- Epidermis ve Kütikula Kalınlığı: (Artarsa Fotosentez Hızı <u>Azalı</u> r)
6- Mineraller	
7- Ortamın pH Değeri	

Soru 9. Bir bitki hücresi sadece karbondioksit ve su kullandığı fotosentez tepkimesinde aşağıdaki moleküllerden hangisini doğrudan sentezleyemez?

- A) Glikoz B) Amino asit C) Yağ asiti D) Gliserol E) Nişasta

Cevap.9: B

Açıklama:

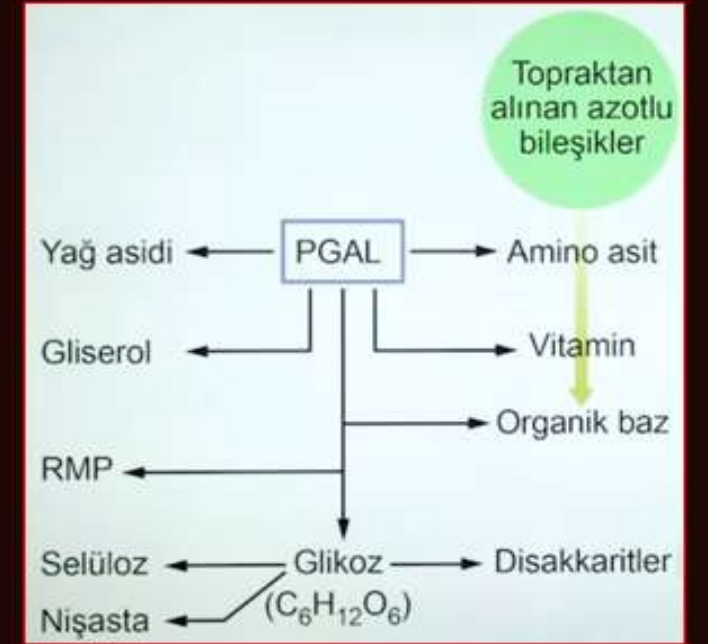
➤ Fotosentez tepkimelerinde, PGAL molekülünden **glikoz dışında** ;

- yağ asidi,
- gliserol,
- amino asit

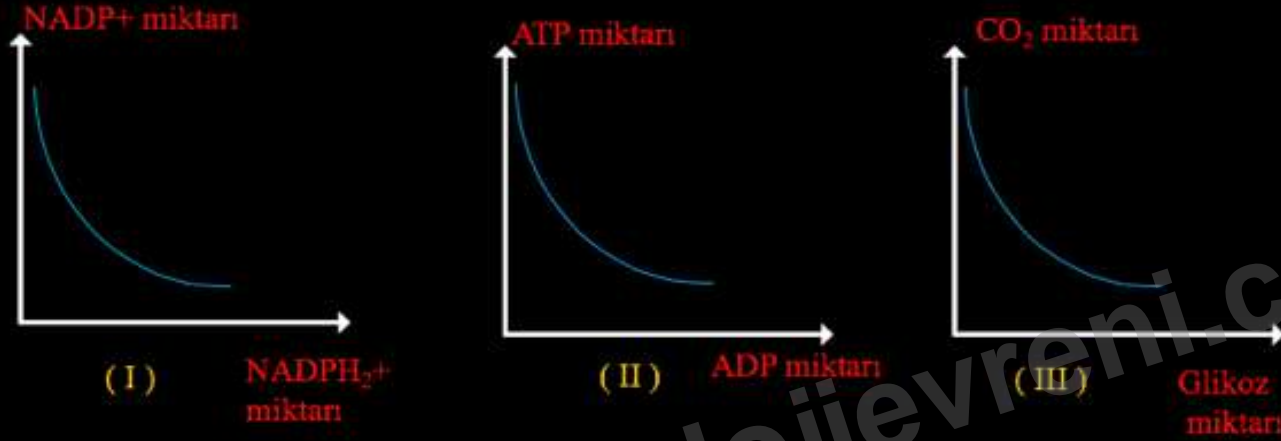
gibi başka organik besin maddeleri de sentezlenebilir.

➤ **Ancak, PGAL kullanılarak amino asit, vitamin ve organik bazın sentezlenebilmesi için topraktan bazı azotlu bileşiklerin alınması gerekir.**

- Üretilen glikozun bir kısmı solunumla harcanır.
- Bir kısmı ise maltoz, sükroz, nişasta ve selüloz sentezinde kullanılır.



Soru 10. Aşağıda fotosenteze ait olan verilen grafiklerden hangisi ışıktan bağımsız tepkimelere aittir.



- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

Cevap.10: E

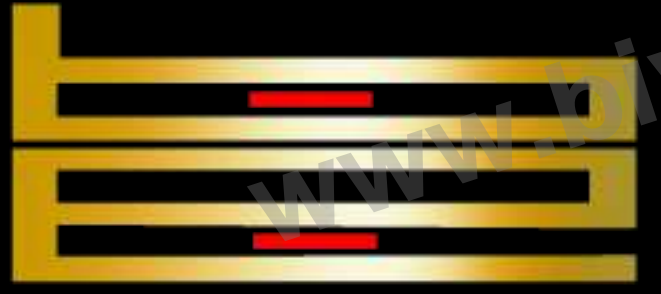
Açıklama:

I. grafik : **Yanlış.** Işığa bağımlı evrede üretilen NADPH₂+ , ışıktan bağımsız evrede harcanarak NADP + dönüşecektir. Grafik tam tersi olmalıydı

II. grafik : **Doğru.** Işığa bağımlı evrede üretilen ATP , ışıktan bağımsız evrede harcanarak ADP dönüşecektir

III. grafik : **Doğru.** Işıktan bağımsız evrede atmosferden alınan CO₂ , glikoza dönüşecektir.

KONU BİTTİ.



biyolojievreni

www.biyolojievreni.com