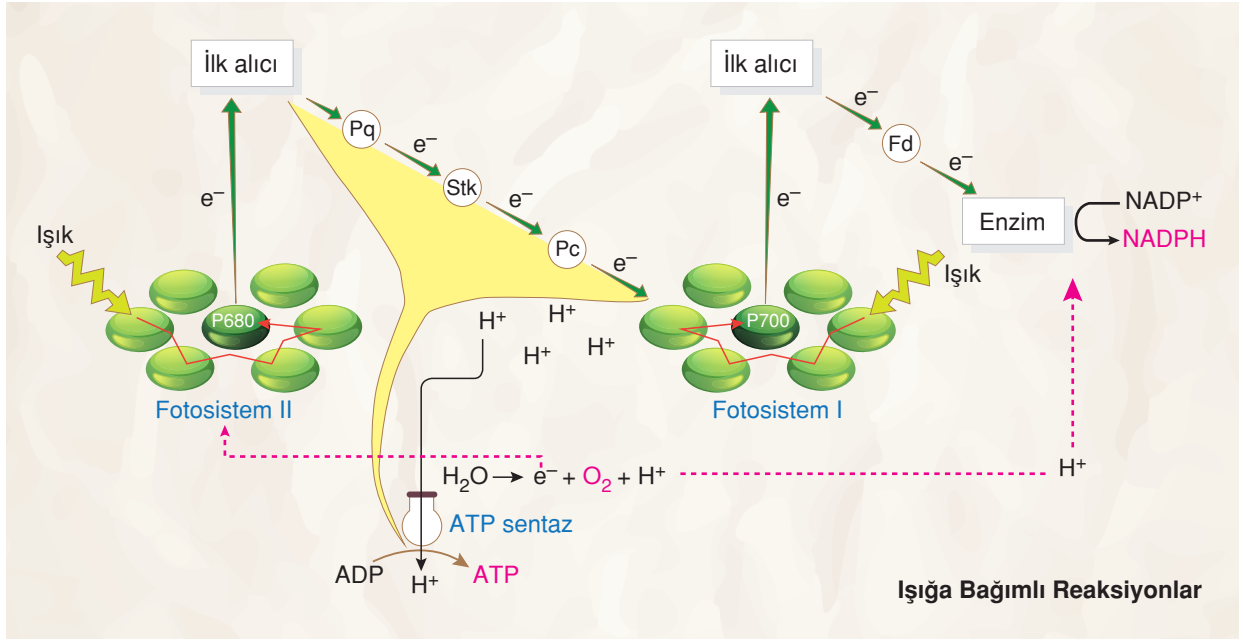


## 1. Işığa Bağımlı Evre:

- ✓ Işığın doğrudan kullanıldığı evredir.
- ✓ Kloroplastın granasında gerçekleşir.
- ✓ Bu evrede ışık, klorofil, ETS, ADP, P, NADP, H<sub>2</sub>O kullanılarak O<sub>2</sub>, ATP ve NADPH üretilir.
- ✓ Bu evrenin amacı, ışıktan bağımsız evrede glikoz sentezlenebilmesi için gereken ATP ve NADPH'yi oluşturmaktır.



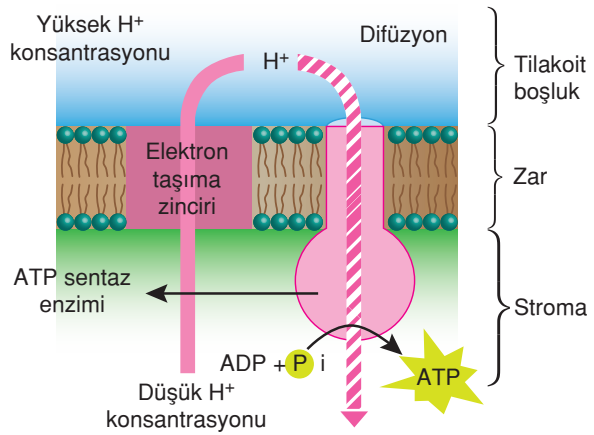
## Işığa bağımlı evrede;

1. FSII'nin ışığı soğurmasıyla reaksiyon merkezinde bulunan klorofil a'ya (P680) ait elektronun enerji seviyesi artar ve klorofilden koparak ilk alıcı tarafından yakalanır. Böylece klorofil yükseltgenmiş olur.
2. Kloroplastta bulunan bir enzim ile su molekülü fotolize uğrar. Fotoliz sonucu 2 elektron, 2 proton (H<sup>+</sup>) ve bir oksijen atomu oluşur. Oluşan elektronlar P 680'e (FSII) verilerek elektron açığı kapatılmış olur. Oksijen atomu ise başka bir oksijen atomu ile birleşerek O<sub>2</sub> oluşturur ve atmosfere verilir.
3. FSII'den ilk alıcıya geçmiş olan elektronlar ise tilakoit zarda sıralanmış olan ETS elemanlarından (plastokin (pq) → plastosiyinin (pc)) geçerek FSI'e ulaşır. Bu sırada ATP sentezi için gereken enerji sağlanır.
4. Daha önce FSI (P700) tarafından soğurulan ışık, P700 den elektron fırlamasına neden olmuştur. Bu elektronu ilk alıcıdan ferrodoksin, oradan NADP redüktaz enzimi aracılığı ile NADP<sup>+</sup>'ye taşınır. NADP<sup>+</sup> gelen bu iki elektron ile stromadan aldığı iki proton (H<sup>+</sup>) ile NADPH'ye indirgenmiş olur.

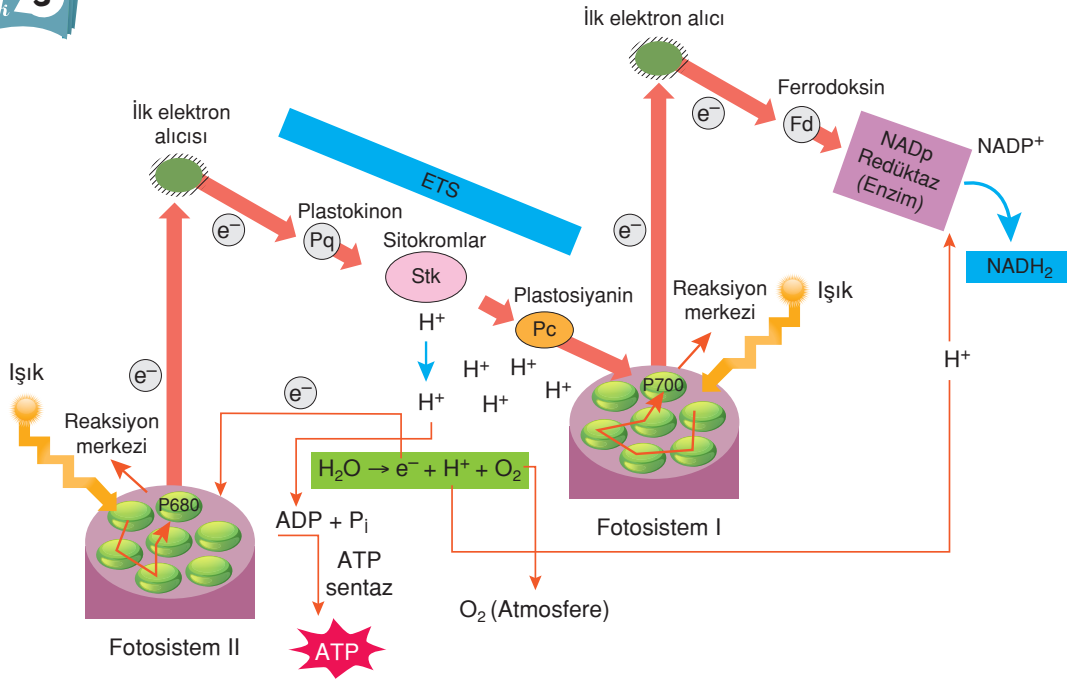
**Kemiozmotik Hipotez**

Elektronlar ETS'de taşınırken yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine doğru ilerler. Bu sırada açığa çıkan enerji sayesinde stromada bulunan protonlar ( $H^+$ ) tilakoit boşluğa pompalanır. Ayrıca suyun fotolizi sonucu oluşan protonlar da tilakoit boşluğa gittiğinden tilakoit boşluğadaki proton ( $H^+$ ) yoğunluğu artar.

Tilakoit zarında bulunan ATP sentaz enzimi protonların stromaya geçişini sağlayan kanal oluşturur. Protonların bu kanaldan geçişi sırasında ADP'ye fosfat bağlanarak ATP üretilir.



**Etkinlik 3**



**Işığa bağımlı evre ile ilgili aşağıdaki soruları yanıtlayınız.**

- Gerçekleştiği kloroplast kısmı neresidir?  
.....
- İlk yükseltgenen fotosistem kompleksi hangisidir?  
.....
- $H_2O$ 'nun iyonlarına ayrışmasına ne denir?  
.....
- Fotosistemde bulunan klorofil çeşidi hangisidir?  
.....
- Bu evrede sentezlenen moleküller nelerdir?  
.....

## UYARI

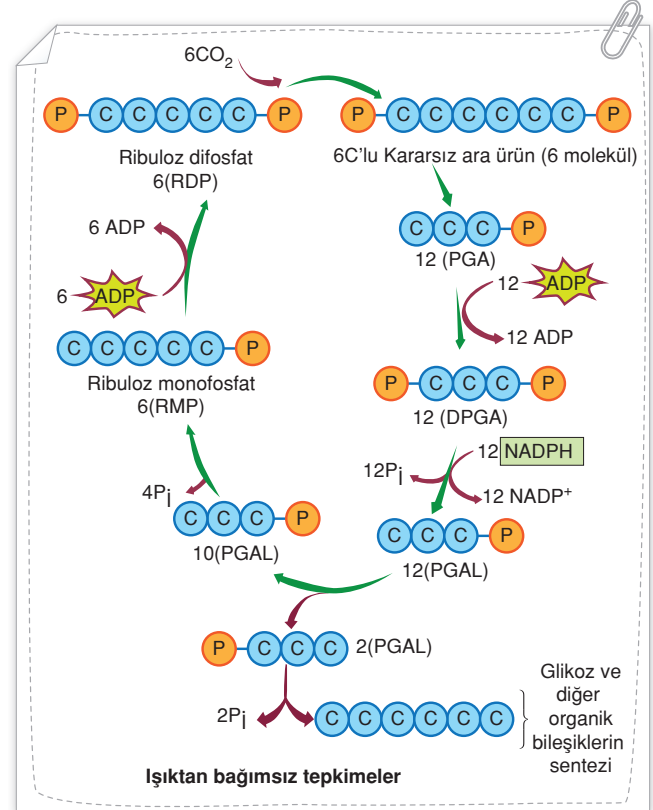
Bir glikoz sentezlemek için 6 CO<sub>2</sub>, 18 ATP ve 12 NADPH<sup>+</sup> gerekir. CO<sub>2</sub> atmosferden, ATP ve NADPH<sup>+</sup> ise ışıklı evreden sağlanır.

## 2. Işıktan bağımsız evre:

- ✓ Işıklı ortamda gerçekleşen fakat ışığın doğru-  
dan kullanılmadığı evredir. Bu evre reaksi-  
yonlarına **Kalvin Döngüsü** de denir.
- ✓ Kloroplastın stromasında gerçekleşir.

## Işıktan Bağımsız Tepkimeler;

- ✓ Kloroplastın stroma sıvısında gerçekleşir.
- ✓ Işığa bağımlı tepkimelerden gelen ATP ve NADPH ile atmosferden alınan CO<sub>2</sub> molekü-  
lü kullanılarak organik besinlerin (glikoz)  
sentezi gerçekleşir.
- ✓ Calvin döngüsü olarak da adlandırılan bu  
reaksiyonlar, CO<sub>2</sub>'nin ribuloz difosfat mole-  
külü ile birleşerek altı karbonlu kararsız mole-  
külü oluşturması ile başlar.
- ✓ Bu molekülün parçalanması ile oluşan PGA, ışığa bağımlı reaksiyonlardan gelen ATP ve NADPH yardımıyla önce DPGA, sonra PGAL molekülüne dönüşür.
- ✓ PGAL'in bir kısmı glikoz gibi organik moleküllerin sentezinde kullanılırken bir kısmı da ribuloz difosfatın yeniden üretiminde kullanılır.
- ✓ Bu tepkimelerde bir molekül glikozun üretilebilmesi için **6 CO<sub>2</sub>, 12 NADPH ve 18 ATP** harcanır.
- ✓ Işıktan bağımsız tepkimelerde oluşan PGAL'in bir kısmı glikoz oluşumuna katılırken bir kısmı da gliserol, yağ asidi, aminoasit, vitamin ve nükleotit gibi organik moleküllerin sentezinde kullanılır.

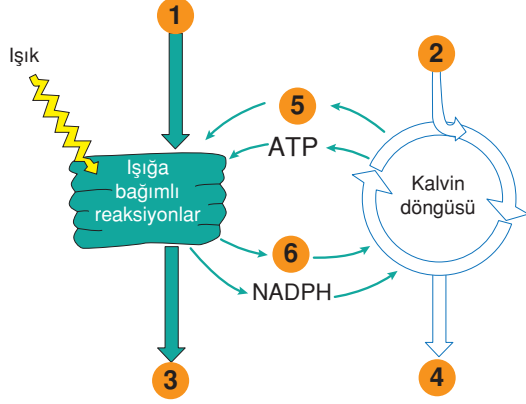


## UYARI

Fotosentezin temel amacı oksijen üretmek değil, besin sentezlemektir.

## Etkinlik 4

Şekildeki numaralandırılmış yerleri doldurunuz.



1	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	5	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>

## Etkinlik 5

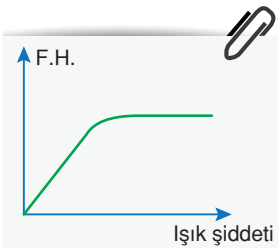
Aşağıdaki ifadelerde boş bırakılan yerleri doldurunuz.

1. Işığa bağımlı reaksiyonlar kloroplastın ..... kısmında gerçekleşir.
2. Işığa bağımlı evrede NADP molekülü ....., ışıktan bağımsız evrede ise .....
3. ATP üretimi ..... evrede, tüketimi ise ..... evrede gerçekleşir.
4. Işıktan bağımsız reaksiyonlar kloroplastın ..... kısmında gerçekleşir.
5. Kalvin döngüsünde sentezlenen ilk kararlı bileşik ..... dır.
6. Kalvin döngüsünde oluşan ..... molekülü aminoasit, RuMP, vitamin vb. sentezinde kullanılır.

## FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

## Çevresel Faktörler

## 1. Işık Şiddeti

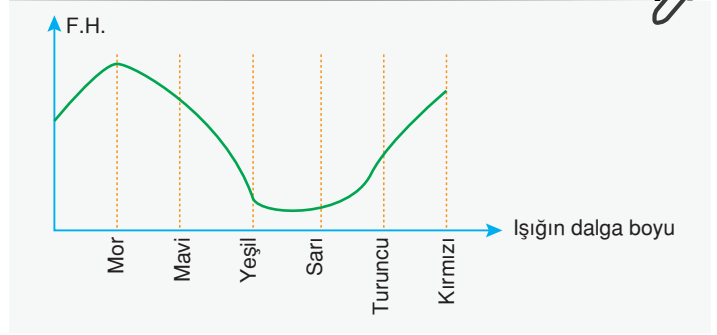


Diğer tüm koşullar uygun değerde ise ışık şiddeti arttıkça fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar, sonra sabit kalır.

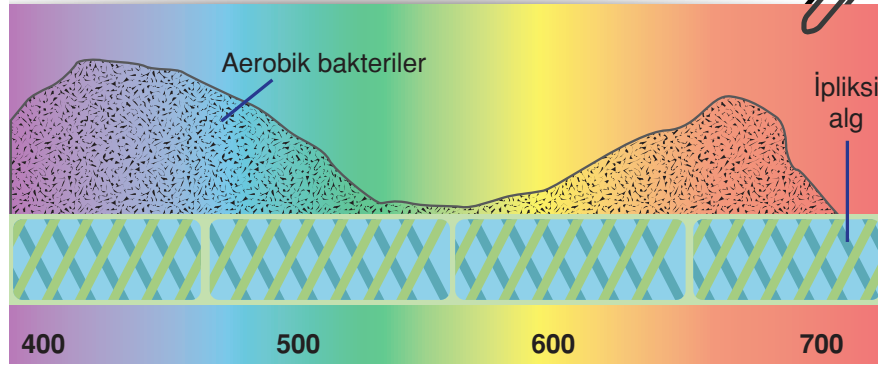
(F.H.: Fotosentez hızı)

## 2. Işığın Dalga Boyu

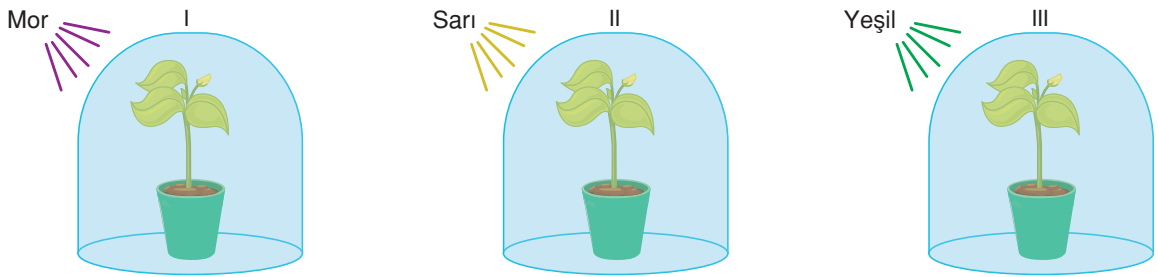
Klorofil; mor, mavi ve kırmızı ışığı iyi soğurduğundan bu renk ışıklarda fotosentez hızlı, yeşil ışığın ise çok azını soğurup, çoğunu yansıttığından bu renk ışıkta fotosentez yavaş gerçekleşir.



**Engelmann Deneyi:** Engelmann, aerob bakteriler ve ipliksi alg ile hazırladığı deney düzeneğine, prizmadan geçirdiği ışığı göndermiş; aerob bakterilerin kırmızı ve mor ışık bulunan bölgelerde yoğunlaştığını gözlemlemiştir. Bu durumun nedeni bu bölgelerde algin fotosentez hızının fazla olması ve aerob bakterilerin solunum için gerek duyduğu oksijenin ortamda daha fazla birikmesidir.

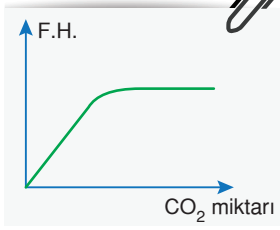


## Etkinlik 6



- Şekildeki özdeş bitkilerin fotosentez hızını çoktan aza sıralayınız.
- Şekildeki düzeneklerde araştırılan faktörü yazınız.

## CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

3. CO<sub>2</sub> Miktarı

CO<sub>2</sub> miktarı artırıldığında fotosentez hızı belli bir değere kadar artar, sonra sabit kalır.

Fotosentez için tüm faktörler uygun değerde olsa bile CO<sub>2</sub>'yi tutacak ribuloz difosfat miktarı ve enzim miktarı sınırlı olduğundan fotosentez hızı sınırlanır. Kara bitkileri CO<sub>2</sub> ihtiyacını havadan, su bitkileri ise sudan karşılar. Ayrıca tüm bitkiler solunum sonucu ürettikleri CO<sub>2</sub>'yi de fotosentezde kullanabilir.

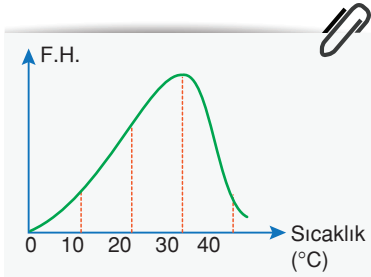
## UYARI

Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>, KOH bileşikler CO<sub>2</sub> tutucudur. Bu bileşiklerin bulunduğu ortamda CO<sub>2</sub> kullanılmadığından fotosentez gerçekleşemez.

## UYARI

Soda, gazoz gibi içeceklerde bol miktarda karbondioksit bulunduğundan su bitkilerinin suyuna, bu içeceklerin ilave edilmesi fotosentez hızını artırır.

## 4. Sıcaklık



Işıktan bağımsız evre reaksiyonları enzimlerle katalizlendiğinden yüksek sıcaklıkta ışıklı evre reaksiyonları bir süre gerçekleşse bile enzimler bozulacağından ışıktan bağımsız evre reaksiyonları gerçekleşemez.

## 5. Ortamdaki Su ve Mineral Miktarı:

Su ve mineral, fotosentez reaksiyonlarında kullanıldığından, bu moleküllerin ortamdaki miktarı azaldığında fotosentez hızı da azalır. Bu moleküller enzimlerin çalışmasını sağlar. Su ayrıca glikozun yapısına katılacak hidrojenlerin kaynağını da oluşturabilir.

## Bilgi Kutusu

**Terleme**, suyun yapraklardaki stomalardan buhar halinde atılmasıdır. Gündüz, rüzgarlı ve neme doymamış havada terleme hızı fazladır. Odun borularında su ve mineral taşınmasında terlemenin etkisi vardır. Terleme ile bitkide aşırı ısınma önlenir. Bitkiler terleme ile yalnızca gaz halinde su atarlar, tuz atmazlar.

Klorofil yapısına katılan Mg ve klorofil sentezinde görev alan Fe mineralleri fotosentezde önemli bir etkiye sahiptir.

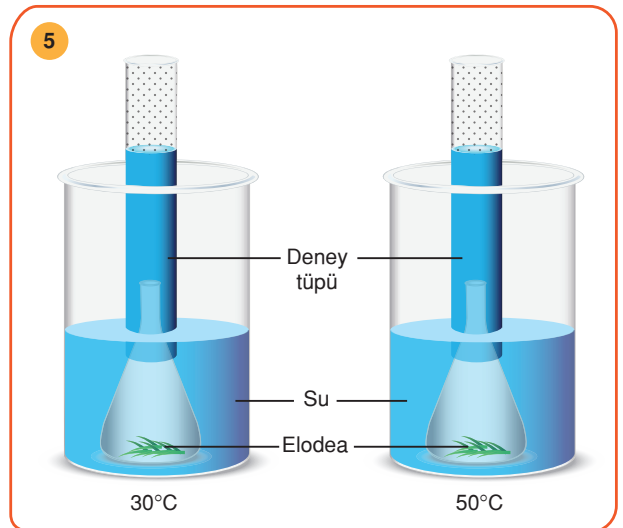
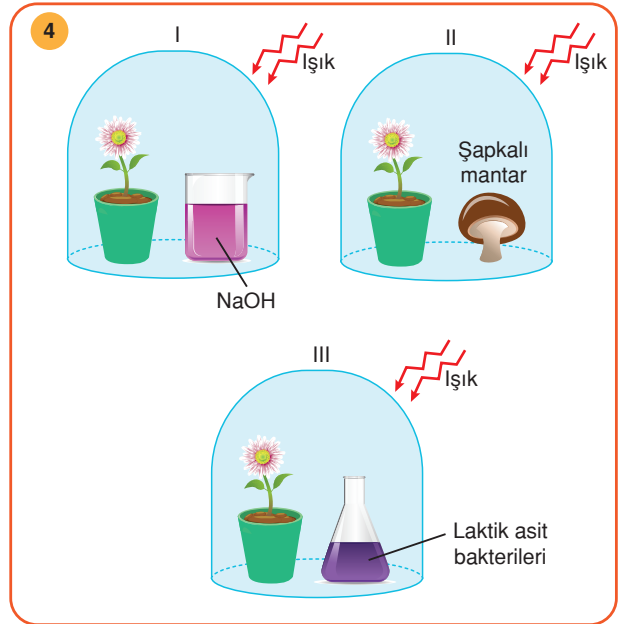
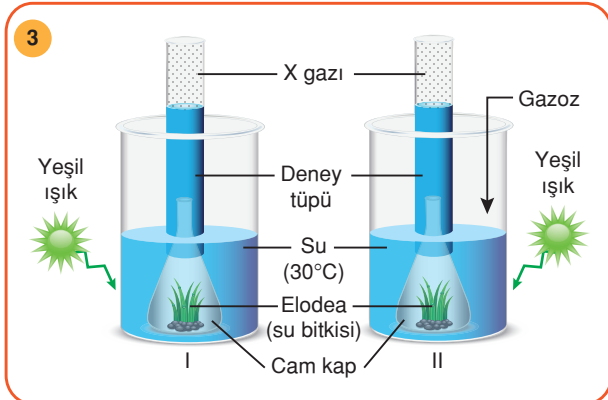
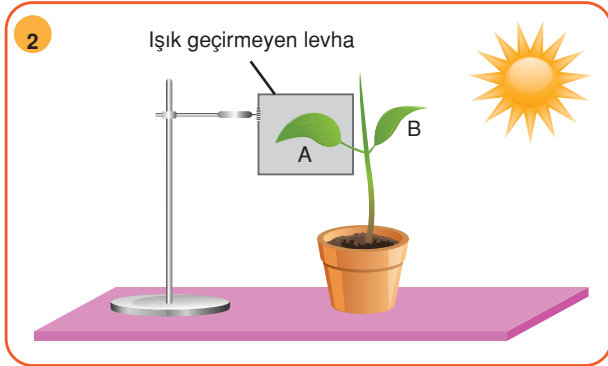
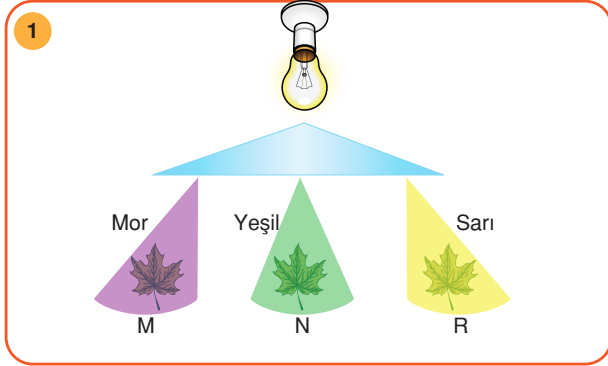
Fotosentez tepkimelerinde birden fazla faktör etkilidir. Ortamda en az oranda bulunan faktör, fotosentez hızını sınırlandırır. Buna "minimum yasası" denir.

**Genetik Faktörler**

1. Kloroplast sayısı
2. Kutikula kalınlığı
3. Enzim miktarı
4. İletim demeti miktarı
5. Yaprak yüzeyinin genişliği
6. Yaprak sayısı

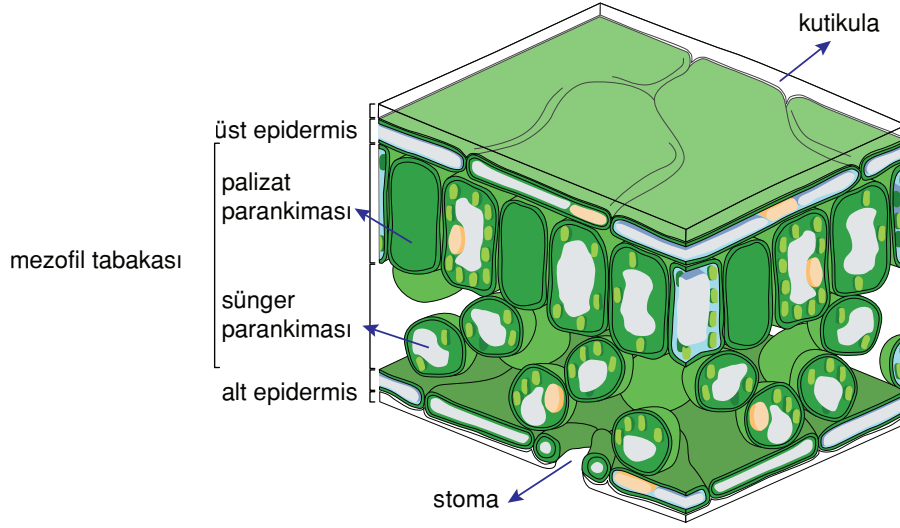
**Ethiklik 7**

Aşağıdaki düzeneklerde araştırılan faktörleri belirtiniz.



## YAPRAĞIN YAPISI

## Yaprağın Enine Kesiti



**Epidermis tabakası:** Tek sıralı ve canlı hücrelerden oluşmuştur. Koruma görevi yapar. Kloroplast bulundurmaz. Stoma, hidatod, tüyler ve emergensler epidermisin farklılaşması ile oluşur.

**Kutikula tabakası:** Epidermis tarafından üretilen mumsu yapıdaki tabakadır. Kurak bölge bitkilerinde kalın, nemli bölge bitkilerinde incedir. Yaprakta bulunan ve bitkinin fazla su kaybetmesini engelleyen yapıdır.

**Mezofil tabakası:** Alt ve üst epidermis tabakası arasında kalan bölümdür. Fotosentez yapabilen palizat ve sünger parankimasını bulundurur. Palizat parankiması sık dizilişli, bol kloroplastlı hücrelerden oluşmuştur. Sünger parankiması hücreleri aralıklı dizilmiştir ve az kloroplast bulundurur.

## UYARI

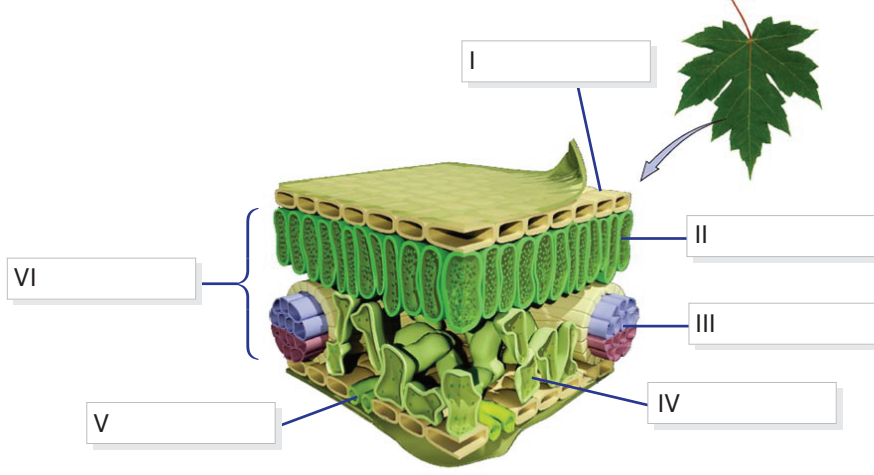
Palizat ve sünger parankimalarına **özümleme parankiması** da denir.

**Kurak bölge bitkilerinin adaptasyonları:**

- ✓ Yaprakları dar yüzeylidir. Bol tüylü ya da diken şeklinde olabilir.
- ✓ Kökler, kazık kök şeklinde ve bol emici tüylüdür.
- ✓ Stoma sayısı azdır ve stomalar yaprağın alt epidermisine gömülü halde bulunur.
- ✓ Kutikula tabakası kalındır.
- ✓ Gövdesi tüylüdür.



Yaprak enine kesitini gösteren şekildeki numaralandırılmış yerleri doldurunuz.

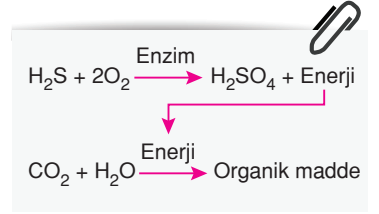


### KEMOSENTEZ

Güneş enerjisi yerine, inorganik maddelerin oksidasyonu ile açığa çıkan kimyasal enerji kullanılarak inorganik maddelerden organik madde sentezlenmesidir. Sadece bazı bakteriler (nitrit, nitrat, demir ve sülfür bakterileri) tarafından gerçekleştirilir. Doğadaki madde döngüsünün gerçekleşmesinde etkilidir. Karbon kaynağı olarak  $CO_2$ , hidrojen kaynağı olarak  $H_2O$  vb. kullanılır.

Kemosentez olayı da fotosentezde olduğu gibi iki aşamada gerçekleşir. **İlk aşamada** inorganik maddelerden ayrılan elektronlar ETS üzerinden oksijene taşınır (oksidlenir). Bu sırada açığa çıkan enerji ile ATP ve  $NADPH + H^+$  üretir. **İkinci aşamada**  $CO_2$  indirgenir, ATP ve  $NADPH + H^+$  kullanılarak besin sentezlenir.

Kemosentez olayında oluşan oksijen atmosfere verilmez.



Fotosentez ve kemosentezin karşılaştırıldığı tabloyu tamamlayınız.

	Karşılaştırılan özellikler	Fotosentez	Kemosentez
1.	$CO_2$ kullanma		
2.	Klorofili bulundurma		
3.	Kullanılan enerji çeşidi		
4.	Kullanılan enerji kaynağı		
5.	Açığa çıkan ürünler		
6.	Atmofere oksijen verme		
7.	Gerçekleştiği hücre kısmı		

## 1. Tüm ökaryot ototrof canlılar için;

- I. su kullanma
- II. inorganik maddelerden organik madde üretme
- III. klorofil bulundurma
- IV. fosforilasyon yapma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

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

2. Fotosentezde gerçekleşen bazı olaylar ve bu olayların gerçekleştiği kloroplast bölümlerinin eşleştirildiği aşağıdaki seçeneklerden hangisi yanlıştır?

- A) Klorofilin indirgenmesi - Grana  
B) Fotofosforilasyon - Grana  
C) CO<sub>2</sub>'nin indirgenmesi - Stroma  
D) Glikozun oluşması - Stroma  
E) Ferrodoksinin indirgenmesi - Stroma

## 3. Fotosentez ile ilgili,

- I. CO<sub>2</sub> özümlemesi,
- II. enzim kullanılması,
- III. klorofilin yükseltgenmesi

olaylarından hangileri kemosentez sırasında da gerçekleşir?

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

## 4. Fotosentez sırasında gerçekleşen,

- I. ETS moleküllerinin kullanılması,
- II. su moleküllerinin fotoliz olması,
- III. ATP üretilmesi

olaylarından hangileri kemosentezde de gerçekleşir?

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

## 5. Fotosentez hızını belirlemek için;

- I. birim zaman
- II. kullanılan H<sub>2</sub>O miktarı
- III. kullanılan CO<sub>2</sub> miktarı

niceliklerinden hangileri bilinmelidir?

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

6. Çok yıllık bir bitkide fotosentez hızının belirlenmesinde aşağıda verilenlerden hangisi etkili değildir?

- A) Yapraktaki klorofil miktarı  
B) Ortamdaki karbondioksit miktarı  
C) Işık şiddeti  
D) Topraktaki su miktarı  
E) Atmosferdeki azot miktarı

1. Ökaryot ototrof canlılar öğlena, bazı algler ve bitkilere sahiptir. Tümü klorofille sahiptir, ATP üretir ve fotosentez yapar. Fotosentez sırasında hidrojen kaynağı olarak su kullanılır.

YANIT E

2. Işıklı evre granada, ışıktan bağımsız evre stromada gerçekleşir. Ferrodoksinin indirgenmesi ışıklı evreye aittir. Granada gerçekleşir.

YANIT E

3. Fotosentez ve kemosentez olaylarında  $CO_2$  molekülleri kullanılarak organik madde sentezlenirken gerçekleşen tepkimelerde enzimler görev alır.

YANIT C

4. Su moleküllerinin fotolizi yalnız ışık varlığında gerçekleşir. Kemosentezde ışık enerjisi yerine kimyasal enerji kullanılır.

YANIT D

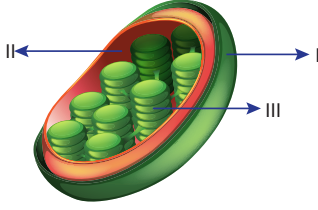
5. Fotosentez hızı birim zamanda kullanılan  $CO_2$  veya üretilen  $O_2$  miktarına bakılarak hesaplanır. Su kullanımı ise yalnız fotosentez için olmadığından belirleyici değildir.

YANIT E

6. Fotosentez hızının az veya çok olmasında atmosferdeki azot miktarı etkili değildir. Çünkü fotosentez olayında atmosferdeki azot gazı değil topraktaki azot tuzları kullanılır.

YANIT E

1.



Kloroplast şeklindeki numaralandırılmış yerlerle ilgili verilen aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

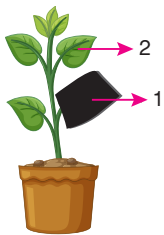
- A) ATP sentezi II. kısımda yapılır.  
 B) Işık enerjisinin soğurulması III. kısımda gerçekleşir.  
 C) II. kısım stroma olup, DNA molekülü bulundurur.  
 D) I, çift katlı organel zarıdır.  
 E) ETS elemanları ve oksijen üretimi III. kısımda gerçekleşir.

2. I. Suyun fotolizi  
 II. ATP'nin hidrolizi  
 III. ATP sentezi  
 IV. CO<sub>2</sub>'nin kullanılması

Yukarıdakilerden hangileri fotosentez olayı sırasında kloroplastın stromasında gerçekleştirilir?

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

3.



Işık alan ortamda tutulan saksı bitkisinin özdeş yapraklarından 1.nin üzeri siyah kâğıtla kapatılmış, 2.ye herhangi bir işlem uygulanmıştır.

**Bir süre bekledikten sonra yaprakları karşılaştıran araştırmacı:**

- I. Ağırlık: 1 < 2  
 II. CO<sub>2</sub> üretimi: 1 = 2  
 III. O<sub>2</sub> üretimi: 1 < 2  
**eşitliklerinden hangilerini saptar?**

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

4. Fotosentezin ışıktan bağımsız evre reaksiyonlarının gerçekleşmesi için aşağıdaki moleküllerden hangisi doğrudan gerekli değildir?

- A) Enzim      B) Klorofil  
 C) Karbondioksit      D) ATP  
 E) NADPH<sub>2</sub>

5. Fotosentezde;

- I. ADP'nin ATP'ye dönüşümü  
 II. oksijenin üretimi  
 III. ATP'nin ADP'ye dönüşümü

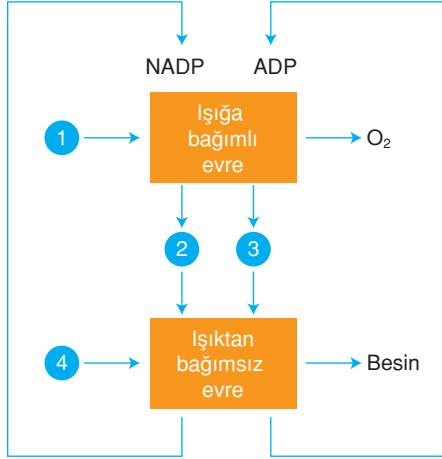
reaksiyonlarının gerçekleştiği kloroplast bölümleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak düzenlenmiştir?

	I	II	III
A)	Grana	Grana	Stroma
B)	Grana	Stroma	Grana
C)	Stroma	Grana	Stroma
D)	Grana	Stroma	Stroma
E)	Stroma	Grana	Grana

6. Fotosentezin ışıktan bağımsız evre tepkimelerinden ışıklı evre tepkimelerine aktarılan moleküller aşağıdakilerden hangisinde bir arada verilmiştir?

- A) ADP - NADP      B) ATP - NADPH<sub>2</sub>  
 C) CO<sub>2</sub> - RDP      D) ATP - CO<sub>2</sub>  
 E) Glikoz - ADP

7.



Fotosentez tepkimelerinin özetlendiği şekilde numaralandırılmış yerlere aşağıdakilerden hangisi yazılmalıdır?

	1	2	3	4
A)	NADPH	H <sub>2</sub> O	ATP	CO <sub>2</sub>
B)	H <sub>2</sub> O	ATP	NADPH	ATP
C)	H <sub>2</sub> O	NADPH	ATP	CO <sub>2</sub>
D)	CO <sub>2</sub>	ATP	NADPH	H <sub>2</sub> O
E)	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	ATP	NADPH

8. Fotosentez tepkimeleri sırasında,

- I. CO<sub>2</sub> kullanımı
- II. fotoliz
- III. O<sub>2</sub> üretimi
- IV. ADP sentezi

olaylarından ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız evrede meydana gelenler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak düzenlenmiştir?

	Işığa bağımlı evre	Işıktan bağımsız evre
A)	I - II	III - IV
B)	I - III	II - IV
C)	I - IV	II - III
D)	II - III	I - IV
E)	III - IV	I - II

9. Canlılarda gerçekleşen ve ATP senteziyle sonuçlanan,

- I. substrat düzeyinde fosforilasyon
- II. oksidatif fosforilasyon
- III. devirsiz fotofosforilasyon

olaylarından hangilerinde atmosfere oksijen verilir?

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

10. Fotosentezin ışık reaksiyonları evresinde NADP'nin NADPH<sub>2</sub>'ye indirgenmesi için gerekli olan hidrojen iyonları, aşağıdaki moleküllerin hangisinden sağlanır?

- A) Fosfogliseraldehit  
B) Glikoz  
C) Adenozintrifosfat  
D) Su  
E) Ribuloz difosfat

11. Fotosentez sırasında aşağıdakilerden hangisi tüm fotoototroflarda görülür?

- A) H<sub>2</sub>O kullanma  
B) O<sub>2</sub> üretme  
C) Kloroplast bulundurma  
D) CO<sub>2</sub> kullanma  
E) H<sub>2</sub>S kullanma

12. Fotosentezin ışık reaksiyonları sırasında güneş ışınlarının soğurulması ile ilk olarak aşağıdakilerden hangisi elektron kaybeder?

- A) Klorofil      B) Ferrodoksin  
C) H<sub>2</sub>O      D) NADP  
E) Sitokromlar

1. Fotosentezin su kullanılan evresinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

- A) Klorofilin indirgenmesi
- B) Oksijen üretimi
- C) Işığın absorbe edilmesi
- D) ATP sentezi
- E)  $\text{NADPH}_2$  nin yükseltgenmesi

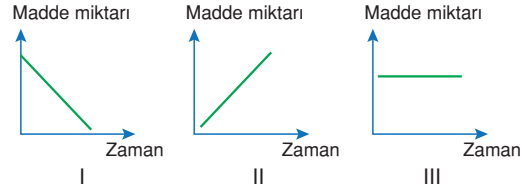
2. Fotosentez reaksiyonlarında meydana gelen;

- I. karbondioksitin kullanılması
- II. oksijenin üretilmesi
- III. fotoliz
- IV. glikoz sentezi

olaylarından hangileri kloroplastların stromasında gerçekleşir?

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

3.



Yukarıdaki grafiklerde fotosentezin stromada gerçekleşen reaksiyonları süresince, bazı maddelerin miktarlarında meydana gelen değişimler gösterilmiştir.

Buna göre I, II ve III nolu grafiklerde miktar değişimleri gösterilen maddeler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak düzenlenmiştir?

	I	II	III
A)	$\text{CO}_2$	Glikoz	Enzim
B)	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	Su
C)	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2$	Enzim
D)	Glikoz	$\text{O}_2$	Su
E)	Glikoz	$\text{CO}_2$	Enzim

4. Fotosentez tepkimelerinde;

- I. suyun ayrıştırılması ile oluşan elektronların klorofile iletilmesi
- II. klorofildeki elektronun enerji düzeyinin yükseltgenmesi
- III. oksijen üretilmesi

olaylarının meydana gelme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

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

5. Aşağıdakilerden hangisi fotosentezin ışığa bağımlı evresinde meydana gelmez?

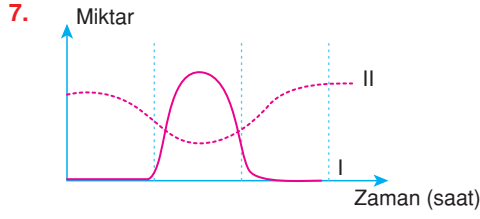
- A) NADP'nin indirgenmesi
- B) Suyun fotolize uğraması
- C) ATP'nin sentezlenmesi
- D) RMP'nin RBP'yi oluşturması
- E) Klorofilin indirgenmesi ve yükseltgenmesi

6. Fotosentez ve kemosentezde;

- I.  $\text{CO}_2$  kullanılması
- II.  $\text{H}_2\text{O}$  kullanılması
- III. Atmosfere  $\text{O}_2$  verilmesi

olaylarından hangileri ortaktır?

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

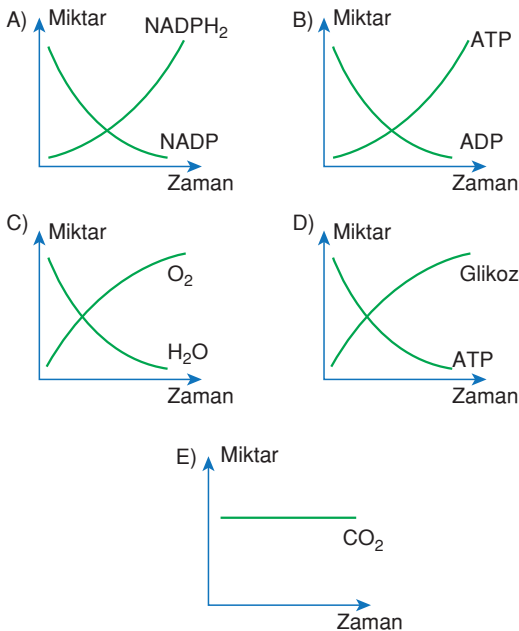


Yaprığın kloroplastlı bir hücresinde 24 saatlik zaman diliminde bazı maddelerin miktarındaki değişim grafikteki gibidir.

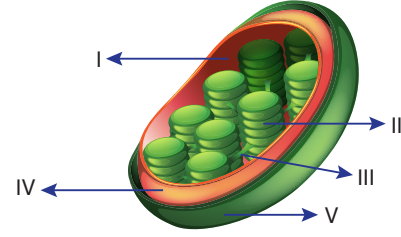
Buna göre I ve II ile gösterilen maddeler aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	I	II
A)	Üretilen oksijen	Üretilen CO <sub>2</sub>
B)	Glikoz kullanımı	Glikoz üretimi
C)	NADP miktarı	NADPH <sub>2</sub> miktarı
D)	Fosforilasyon	Defosforilasyon
E)	Bitkinin ağırlığı	Nişasta miktarı

8. Fotosentez reaksiyonları sırasında gerçekleşen evrelerde bazı maddelerin miktarındaki değişimleri gösteren aşağıdaki grafiklerden hangisi ışıkta bağımsız evreye aittir?



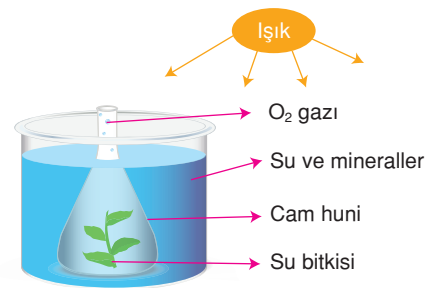
9.



Kloroplast yapısını gösteren şekilde numaralandırılmış kısımlardan hangisinde ATP harcanarak glikoz sentezlenir?

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

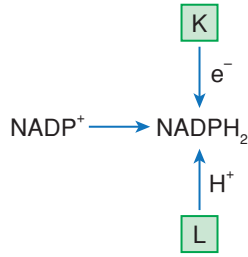
10.



Şekildeki düzenekte aşağıdaki değişikliklerden hangisinin yapılması sonucunda çıkan gaz kabarcığı sayısının artması beklenir?

- A) Suyun sıcaklığını artırmak  
 B) Suyu buz atmak  
 C) Suyu gazoz dökmek  
 D) Cam huniyi kaldırmak  
 E) Işık şiddetini azaltmak

1.



Fotosentezin ışık reaksiyonları sırasında gerçekleşen yukarıdaki tepkimede  $\text{NADP}^+$  nin  $\text{H}^+$  ve  $e^-$  alarak  $\text{NADPH}_2$  haline geçmesi gösterilmiştir.

**K ve L,**

- I. ATP
- II. Klorofil
- III. Glikoz
- IV.  $\text{H}_2\text{O}$

**moleküllerinden hangileri olabilir?**

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

2. Yeşil bitkiler tarafından gerçekleştirilen,

- I. Işık enerjisini ATP ye çevirme
- II. İnorganik maddeleri kullanma
- III. Ortama  $\text{O}_2$  molekülü verme
- IV. Organik madde sentezleme

**olaylarından hangileri tüm ototrof canlılar için ortaktır?**

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

3. Kloroplastın tilakoyit zarı, çok sayıda katlanmalara sahiptir.

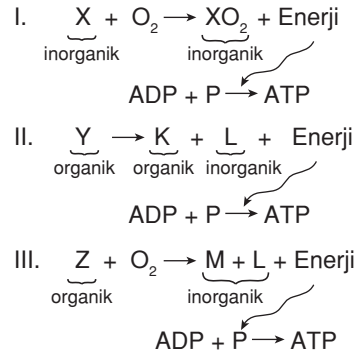
**Tilakoyit zarın bu şekilde katlı oluşu,**

- I. Fotosentez enzimlerinin etki alanını artırma
- II. Daha fazla ışık soğurulmasını sağlama
- III. Klorofil ve ETS moleküllerinin çalışma alanlarını artırma

**yukarıdakilerden hangilerine olanak sağlar?**

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

4.



Yukarıda, çeşitli canlılarda gerçekleşen bazı ATP sentez biçimleri şematik olarak gösterilmiştir.

**Bu reaksiyonlardan hangileri yalnızca prokaryot canlıların bir bölümünde gerçekleşir?**

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

5. Bitkiler fotosentez yaparak glikoz üretir ve bu glikozu yapısındaki bütün organik bileşiklere çevirebilirler.

**Bu olay sırasında bitkiler,**

- I. Topraktaki  $\text{H}_2\text{O}$
- II. Havadaki  $\text{CO}_2$
- III. Havadaki serbest azot (N)
- IV. Topraktaki nitrat tuzları

**verilenlerden hangilerini kullanırlar?**

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

6. Kloroplastların yapısında bulunan klorofil molekülüyle ilgili,

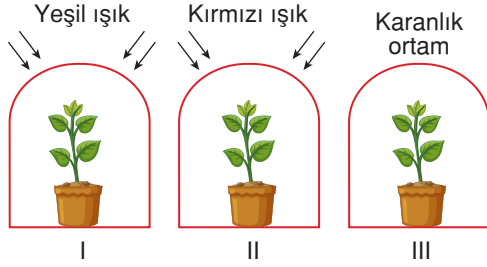
- I. Yapısında demir bulunduran bir proteindir.
- II. Bitkide sentezi ancak ışıklı ortamda söz konusudur.
- III. Işığı soğurduğunda yükseltgenme özelliğine sahiptir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

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



7.



Yukarıda cam fanus içindeki bitkilerle ilgili aşağıdaki yorumlardan hangisi yanlıştır?

- A) I. bitkinin birim zamanda ürettiği  $O_2$  miktarı II. bitkiye göre daha azdır.  
 B) Üç bitkide de  $CO_2$  üretimi vardır.  
 C) I. bitkinin yansıttığı ışık miktarı II. bitkinin yansıttığından fazladır.  
 D) III. bitkide ağırlık azalması olabilir.  
 E) III. bitkide ışıktan bağımsız evre tepkimeleri gerçekleşmektedir.

8. Çeşitli canlıların hücrelerinde gerçekleşen birçok reaksiyon, enerjinin kontrolünü sağlamak amacıyla ardışık basamaklardan oluşur.

**Fotosentez reaksiyonlarının ardışık basamaklarından hangisinde, hem canlının bulunduğu ortama oksijen verilebilir, hem de sentezlenecek olan karbondioksit hidrojene sağlanır?**

- A) Klorofilden ayrılan elektronların ETS'de taşınmasında  
 B) Fosfoglisirik asidin aktifleştirilmesinde  
 C) Karbondioksitin ribüloz di fosfat tarafından tutulmasında  
 D) Ferrodoksinin Fotosistem I'den elektron alarak indirgenmesinde  
 E) Işık enerjisi yardımıyla suyun iyonlarına ayrılmasında

9. Yeşil bitkilerde olduğu gibi bazı bakteri grupları da fotosentez yaparak organik besin üretirler.

**Bazı fotosentetik bakterilerin yaptığı fotosentez sonucu oksijenin açığa çıkmasının nedeni,**

- I. Organik besinin yapımı için gerekli olan karbon kaynağının farklı olması  
 II.  $e^-$  ve hidrojen kaynağı olarak sudan başka maddelerin kullanılması  
 III. Işık yardımıyla ATP sentezlenmesi
- durumlarından hangileri ile açıklanabilir?**

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

10. Bir bitkinin kloroplastında sentezlenen ATP aşağıdaki reaksiyonlardan hangisinde kullanılır?

- A) Ribüloz mono fosfatın ribüloz di fosfata dönüşmesinde  
 B) Hücre dışındaki konsantrasyonu hücreye göre daha az olan küçük moleküllerin hücre içine alınmasında  
 C) tRNA'ya amino asit bağlanmasında  
 D) Hücre bölünmesinde  
 E) Kloroplastın kendini eşlemesinde

11. Fotosentez reaksiyonları sırasında fotosistem II, fotosistem I'e  $e^-$  verir.

**Buna göre fotosistem II'nin  $e^-$  ihtiyacını karşılamak için aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşir?**

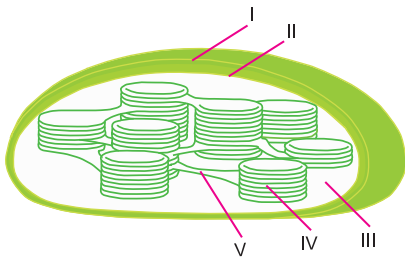
- A)  $NADP^+$  yükseltgenir.  
 B)  $H_2O$  fotolize uğrar.  
 C)  $O_2$  nötrleşir.  
 D) Ferrodoksin yükseltgenir.  
 E) Sitokrom yükseltgenir.

1. Bitkilerde fotosentez, yaprağın aşağıda verilen yapılarının hangisinde gerçekleşir?

- A) Soymuk boru hücrelerinde  
B) Arkadaş hücrelerinde  
C) Kütikula tabakasında  
D) Palizat parankima hücrelerinde  
E) Odun boru hücrelerinde

LYS-2010

2. Bir kloroplastın kesiti aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

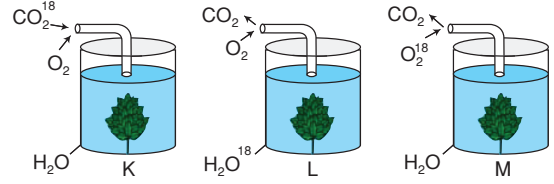


Fotosentezin karbon tutma reaksiyonlarının gerçekleştiği yer hangi numarayla gösterilmiştir?

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

LYS-2011

3. Aydınlık ortamda özdeş su bitkileri kullanılarak hazırlanan aşağıdaki K, L ve M deney düzeneklerinde, ağızları kapalı olan beherlere gaz giriş çıkışı sadece yerleştirilen boru yardımıyla sağlanmaktadır.



Bu düzeneklerde daha sonra işaretli oksijene;

- I. K düzenğinde, fotosentez ürünü karbonhidrat,  
II. L düzenğinde, solunum ürünü karbondioksit,  
III. M düzenğinde, solunum ürünü su  
moleküllerinin hangilerinde rastlanır?

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

LYS-2013

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

LYS-2014

5. I. Protonların (H+) biriktirildiği yer  
II. Elektronların elektron taşıma sisteminde taşınım kuralı  
III. ATP oluşumunu sağlayan enzim çeşidi  
**Kemiozmotik hipotezine göre, kloroplastlar ve mitokondrilerde ATP sentezi sırasında yukarıdakilerden hangileri farklılık gösterir?**

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

**LYS-2015**

6. **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

**LYS-2017**

7. Kemosentetik canlılar, ihtiyaç duydukları besinleri üretmek için gerekli olan enerjiyi inorganik maddeleri oksitleyerek açığa çıkan kimyasal enerjiden karşılayabilirler.

**Buna göre, aşağıdaki inorganik maddelerden hangisi kemosentetik canlılar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaz?**

A) Kükürt                      B) Hidrojen sülfür  
C) Amonyak                      D) Nitrit  
E) Karbondioksit

**LYS-2017**

8. **Fotosentez yapan bir yaprağın kloroplastında gerçekleşen;**

I. ışığın soğurulması,  
II. CO<sub>2</sub> 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 IV

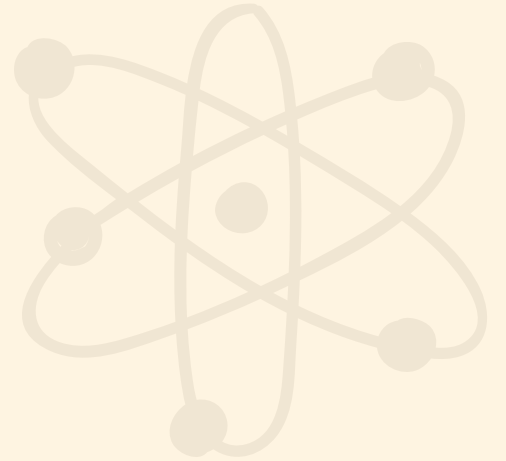
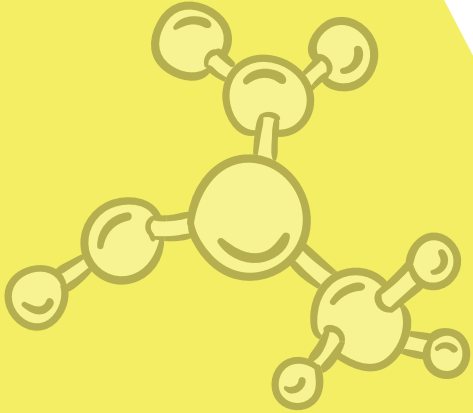
**AYT-2018**

# BİYOLOJİ

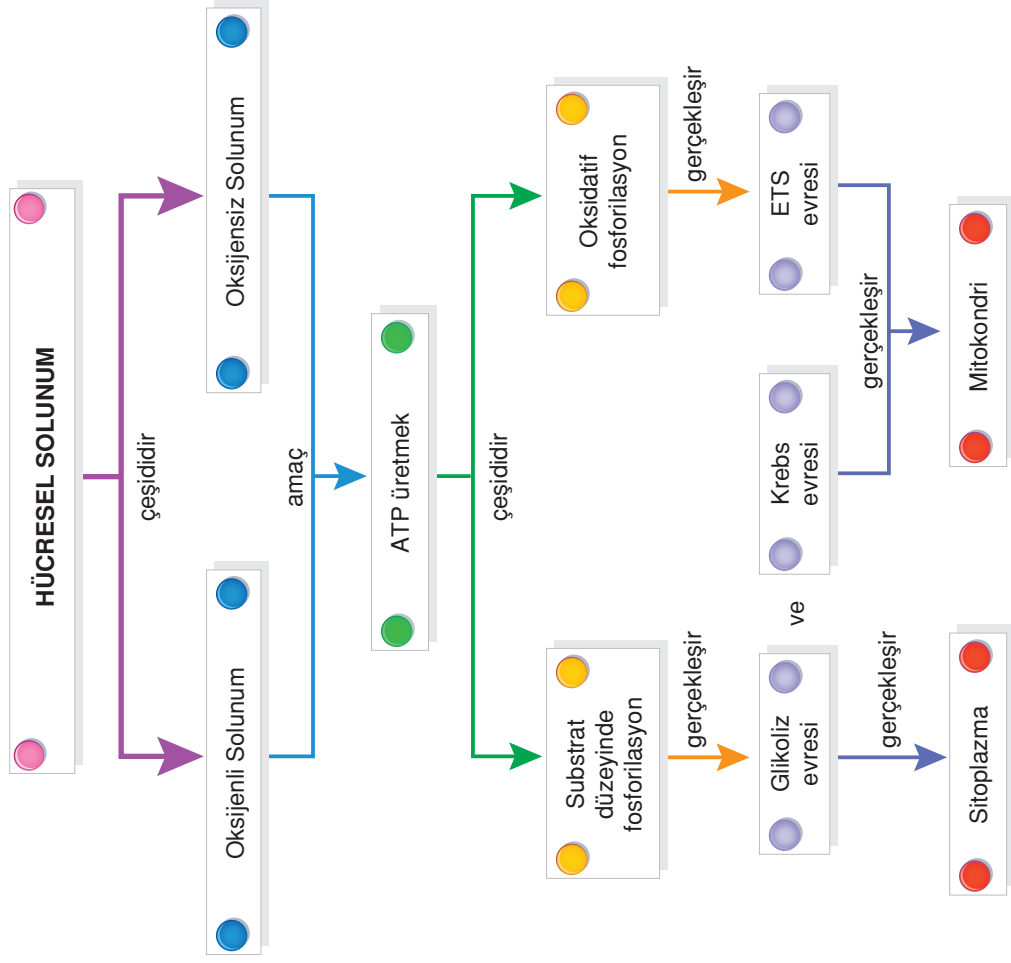
## ÇKS - AYT

### ***CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ***

→ Hücresel Solunum

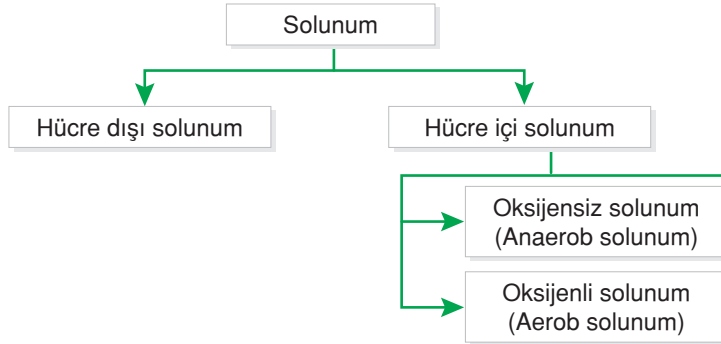


## AKILLI HARİTAM



**HÜCRESEL SOLUNUM**

Solunum temel olarak ikiye ayrılır.

**HÜCRE DIŞI SOLUNUM**

Solunum organı ile canlının bulunduğu ortam arasındaki gaz alışverişidir. Böylece iç ortam pH'sinin sabit tutulması ve hücre solunumu için gerekli olan gazların alınması sağlanır.

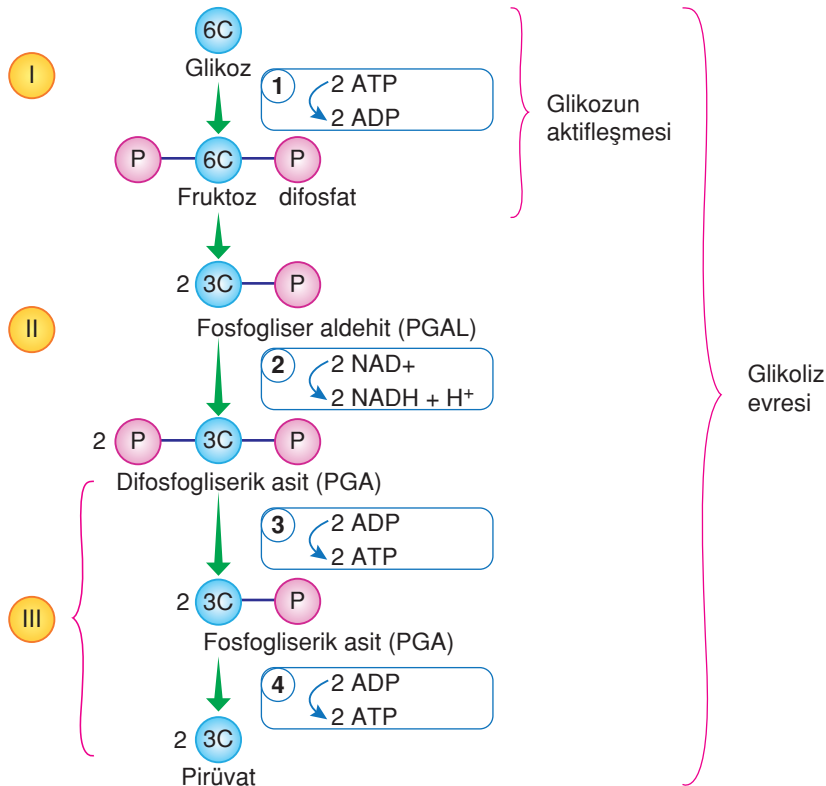
**HÜCRE İÇİ SOLUNUM**

Organik bileşiklerin kimyasal bağlarındaki enerjiden ATP sentezlenmesidir. Tüm canlılarda gerçekleşir.

**UYARI**

Oksijenli ve oksijensiz solunumun temel amacı ATP üretmektir. Tüm canlılar hücre içi solunumu aralıksız olarak gerçekleştirir.

Oksijenli ve oksijensiz solunumun ilk evresi **glikoliz** evresidir. Bu evre her iki solunum çeşidinin ortak evresi olup tüm canlılarda sitoplazmada aynı şekilde gerçekleşir. Çünkü bu evrede kullanılan enzimlerin çeşidi tüm canlılarda aynıdır. Bu özellik canlıların ortak bir atadan evrimleştiğine kanıt sağlar.



**Glikoliz reaksiyonlarında:**

- I. Glikoz, 2 ATP harcanarak aktiveleştirilir ve fruktoz difosfata dönüştürülür.
- II. Fruktoz difosfat, iki molekül fosfogliseraldehite parçalanır. Fosfogliseraldehit, difosfogliseric aside dönüştürülürken NAD indirgenir ve fosfogliseraldehite inorganik fosfat ilave edilir. Böylece difosfogliseric asit oluşur.
- III. Difosfogliseric asit molekülleri pirüvik aside dönüştürülürken substrat düzeyinde fosforilasyon ile ikişer ATP sentezlenir.

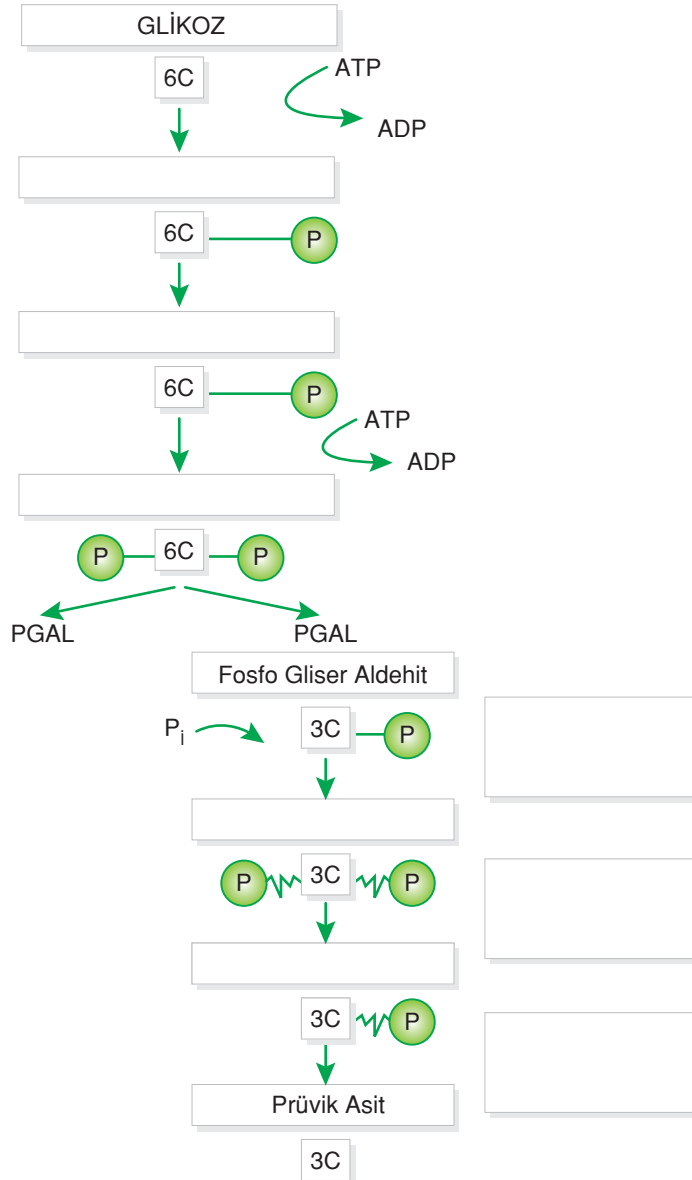
Glikoliz evresinde bir molekül glikoz kullanıldığında 4 ATP sentezlenir. Tepkimelerin başlangıcında glikozu aktiveleştirmek için 2ATP harcandığından net kazanç 2 ATP dir.

**UYARI**

Memeli alyuvarları olgunlaştığında çekirdek ve zarlı organellerini kaybeder. Mitokondrisiz kalan alyuvarlar enerjilerini glikoliz ile karşılar.

**Etkinlik 10**

Glikoz evresinin özetlendiği şekildeki boş kutucukları doldurunuz.



Glikoliz sonucu oluşan pirüvik asit pH'yi düşürdüğü için ortamı asitleştiren bir moleküldür. Bu nedenle pirüvik asit farklı son ürünlere dönüştürülmek üzere kullanılır.

**UYARI**

$O_2$ 'siz solunumda pirüvik asit oluşumundan sonra gerçekleşen reaksiyonlarda ATP sentezlenmez. Pirüvik asit oluşuktan sonra son ürün reaksiyonlarının gerçekleşmesinin nedeni,  $NADH_2$ 'lerin yükseltgenmesiyle oluşan NAD'ların glikolizde tekrar kullanılabilir hale getirilmesini sağlamaktır.

**OKSİJENSİZ SOLUNUM**

Oksijen kullanmadan besinlerden enerji elde edilmesidir. Bazı bakteriler ve mantarlarda görülür. Besinden koparılan elektronlar oksijen yerine farklı bir moleküle aktarılır.

**ETS Kullanılan Oksijensiz Solunum**

Bazı bakterilerde görülür. Besinden koparılan elektronlar ETS üzerinden sülfat, kükürt, nitrat,  $Fe^{+3}$  gibi inorganik moleküle aktarılır. Denitrifikasyon bakterileri son  $e^-$  alıcısı olarak nitratı kullanılır ve azot gazı oluşturur.

**FERMENTASYON**

Organik maddelerin kimyasal bağlarının oksijensiz ortamda enzimler aracılığı ile parçalanması ve açığa çıkan enerjiden ATP sentezlenmesidir.

Fermentasyon yapan canlıların tümünde reaksiyonların tamamı hücrenin sitoplazmasında gerçekleşir.

Fermentasyonu bazı bakteriler, maya hücreleri, tohumdaki embriyo ve çizgili kas hücreleri gerçekleştirebilir. Bu olayda sadece karbonhidratlar kullanılır.

Glikoliz evresinden sonra, değişik canlılarda kullanılan enzim çeşitlerinin farklı olması, farklı son ürünlerin oluşumuna neden olur.

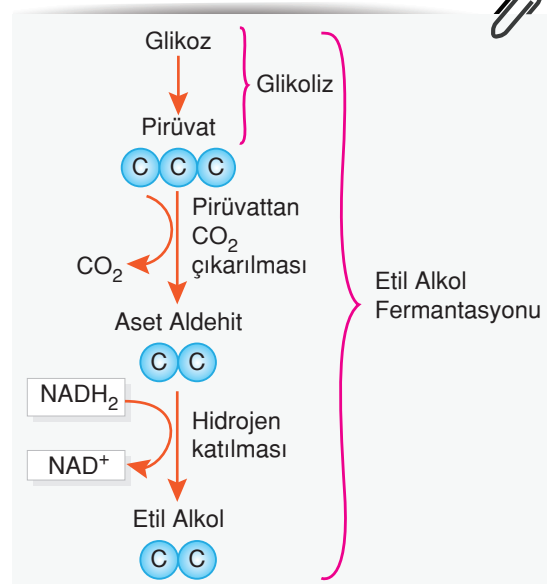
Hayvanların çizgili kaslarında ve yoğurt bakterilerinde fermentasyonun son ürünü **laktik asittir**.

Sirke bakterilerinde fermentasyonun son ürünü **asetik asittir**.

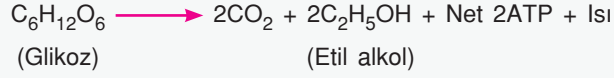
Bira mayasında ve şarap bakterilerinde fermentasyonun son ürünü **etil alkoldür**.

**Etil Alkol Fermentasyonu**

- ✓ Maya hücreleri, bazı bakterilerde ve bitki tohumlarında gerçekleşir.
- ✓ Etil alkol fermentasyonunda glikoz, önce glikoliz tepkimeleleri ile 2 molekül pirüvik aside parçalanır. ATP sentezi de bu evrede gerçekleşir.
- ✓ Pirüvik asitten bir molekül  $CO_2$ 'nin ayrılmasıyla asetaldehit oluşur. Asetaldehit  $NADH_2$ 'den ayrılan  $H^+$ 'ları alarak indirgenir ve etil alkole dönüşür. Böylece oluşan NAD'lar glikoliz evresinde tekrar kullanılabilir hale gelir.







- ✓ Üzümünden alkol elde edilmesi etil alkol fermentasyonu ile gerçekleşir.

Ethiklik 11

Aşağıdaki düzeneklerle ilgili soruları yanıtlayınız.

**I**

Saf N<sub>2</sub> gazı  
(Ortama O<sub>2</sub> olmadığını gösterir.)  
Glikoz çözeltisi  
Bira mayaları

X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>  
Cıva

→ Cıva hangi yöne hareket eder?  
→ Neden?

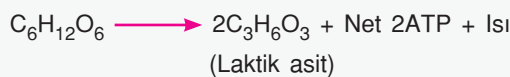
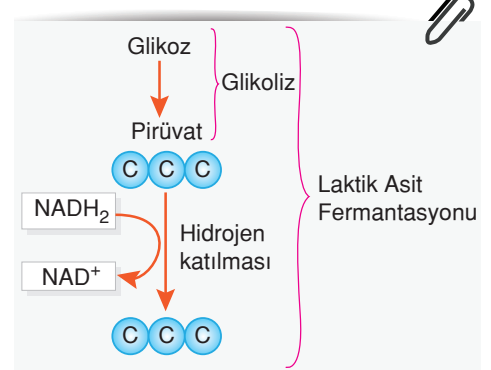
**II**

A kabı B kabı  
Azot gazı  
Glikoz çözeltisi + Maya hücreleri özütü (35°C)  
Kireç suyu

→ Kireç suyu bulanır mı?

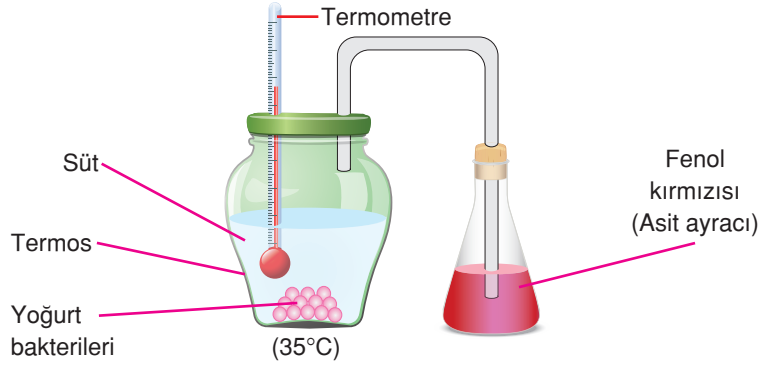
**Laktik Asit Fermentasyonu**

- ✓ Hayvanların çizgili kaslarında ve yoğurt bakterilerinde gerçekleşir.
- ✓ Laktik asit fermentasyonunda glikoz, önce glikoliz tepkimeleri ile 2 molekül pirüvik aside parçalanır.
- ✓ Pirüvik asitten sonraki reaksiyonlarda CO<sub>2</sub> çıkışı olmaz.
- ✓ Ortamdaki NADH<sub>2</sub>'den ayrılan 2H<sup>+</sup> pirüvik aside aktarılır. Böylece pirüvik asit indirgenerek laktik aside dönüşür. Oluşan NAD'ler glikolizde tekrar kullanılabilir.





Aşağıdaki düzeneklerle ilgili soruları yanıtlayınız.



→ Fenol kırmızısının rengi değişir mi?

→ Neden?

- ✓ Çizgili kaslarda uzun süreli egzersizler sonucu oksijen yetersizliği görülür. Bu arada kas hücrelerinde oksijensiz solunum yapılarak gerekli enerji sağlanır. Fakat solunum sonucu oluşan laktik asit (süt asidi) yorgunluğa sebep olur. Dinlenme sırasında, kaslara yeterince  $O_2$  ulaştığında laktik asit tekrar pirüvik aside çevrilerek oksijenli solunum tepkimelerinde kullanılır ya da oluşan pirüvik asit glikoza, glikoz da glikojene çevrilerek depolanır.

#### UYARI

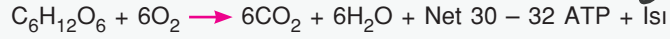
Fermentasyon sonucunda sentezlenen ATP miktarının az olmasının nedeni, oluşan son ürünlerin organik yapıda olması ve glikozun tüm bağlarının parçalanamamasından dolayı enerjinin tam olarak açığa çıkarılamamasıdır.

Etil Alkol Fermentasyonu	Laktik Asit Fermentasyonu
Sitoplazmada gerçekleşir.	Sitoplazmada gerçekleşir.
Substrat düzeyinde fosforilasyon gerçekleşir.	Substrat düzeyinde fosforilasyon gerçekleşir.
Glikoz kullanılır.	Glikoz kullanılır.
$CO_2$ çıkışı olur.	$CO_2$ çıkışı olmaz.
Son hidrojen alıcısı asetaldehittir.	Son hidrojen alıcısı pirüvik asittir.
Son ürün etil alkoldür.	Son ürün laktik asittir.
NAD indirgenir ve yükseltgenir.	NAD indirgenir ve yükseltgenir.

**OKSİJENLİ SOLUNUM (AEROBİK SOLUNUM)**

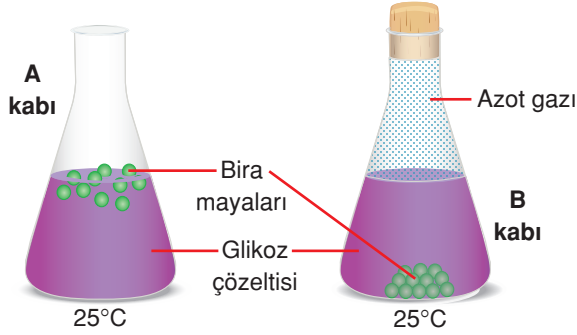
Organik maddelerin oksijen kullanılarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya kadar parçalanmasına **oksijenli solunum** denir.

Oksijenin güçlü elektron tutucusu olması ve yakıcı özelliğinden dolayı oksijenli solunumda kullanılan organik maddeler kendilerini oluşturan en küçük bileşenlerine kadar (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) parçalanır ve bu nedenle daha fazla ATP sentezlenir.

**O<sub>2</sub>'li Solunumun Genel Denklemi:**

Etkinlik 13

Aşağıdaki düzeneklerle ilgili soruları yanıtlayınız.



→ CO<sub>2</sub> gazı hangi kaplarda oluşur?

**Oksijenli Solunum Evreleri;**

1. **Glikoliz:** Sitoplazmada gerçekleşir.
2. **Krebs çemberi:** Mitokondrinin matriksinde gerçekleşir.
3. **ETS:** Mitokondrinin kristasında gerçekleşir.

**UYARI**

Aerob bakterilerde mitokondri görevi yapan ve hücre zarının değişmesi ile oluşan mezozom yapısında ETS elemanları bulunur.

**1. Glikoliz**

O<sub>2</sub>'li solunum tepkimelerinde glikoz kullanıldığında ilk evre "**glikoliz**" olur.

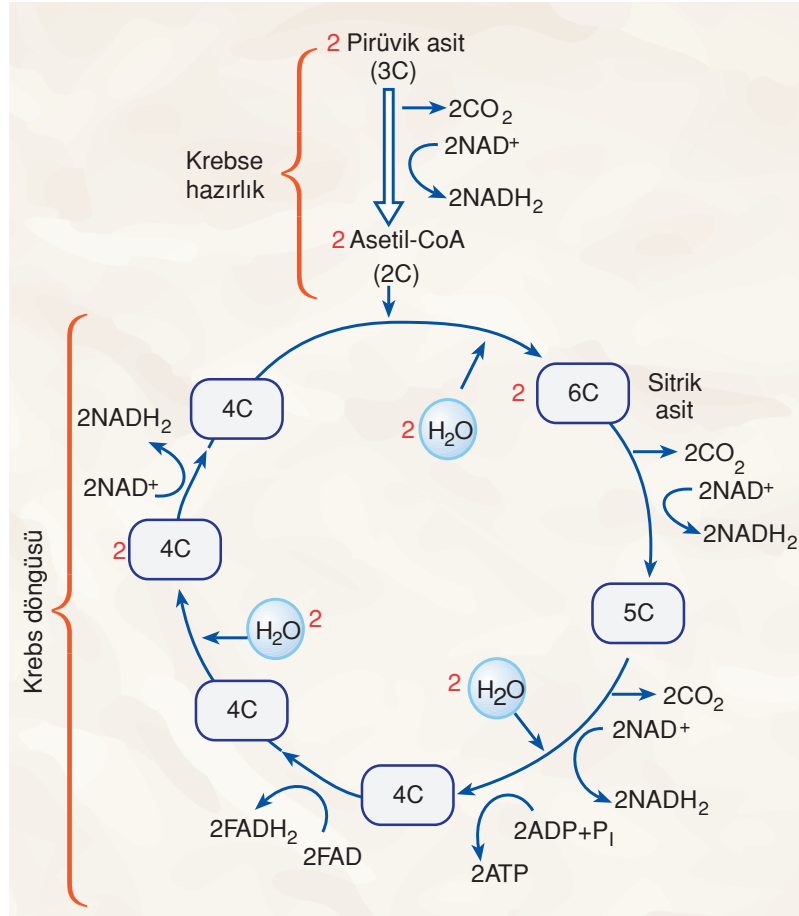
Glikoliz evresi sitoplazmada gerçekleşirken pirüvik asit oluşumundan sonraki tepkimeler, ortamda oksijen bulunduğu ökaryotlarda mitokondride gerçekleşir.

### 2. Krebs çemberi (Sitrik asit döngüsü)

Oksijen varlığında pirüvik asitler mitokondriye girer ve pirüvik asitten  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2$  ayrılması ile 2C'li Asetil CoA oluşur. Bu sırada pirüvik asitten ayrılan  $\text{H}_2$ 'ler  $\text{NAD}^+$ 'yi indirgeyerek  $\text{NADH}_2$  oluşturulmasını sağlar.

#### UYARI

Glikoliz ve Krebs evrelerinde oluşan ara ürünlerin bazıları aminoasit setezinde kullanılır.



- ✓ Mitokondri içinde krebs döngüsüne giren asetil CoA molekülleri iki karbonludur. .
- ✓ Asetil CoA molekülleri, 4C'lu okzalasetik asit ve  $\text{H}_2\text{O}$  ile birleşir. Sonuçta 6C'lu sitrik asit oluşur.
- ✓ Sitrik asit krebs reaksiyonları sonucu yeniden 4C'lu okzalasetik aside dönüşür ve krebs çemberi tamamlanır.
- ✓ Krebs reaksiyonları tamamlandığında, (krebs'e giriş dahil) 1 glikozdan; 2 $\text{FADH}_2$ , 8 $\text{NADH}_2$ , 2 $\text{ATP}$ , 6 $\text{CO}_2$  oluşur ve 6 $\text{H}_2\text{O}$  tüketilir.

#### UYARI

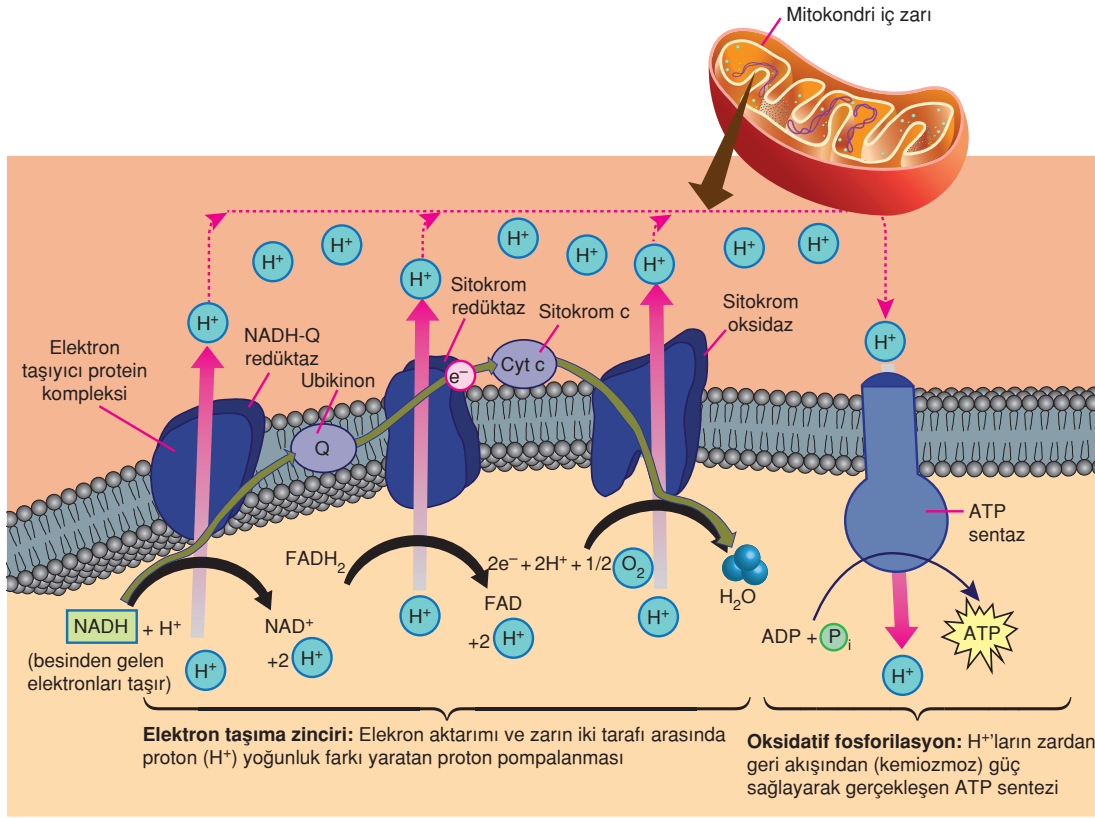
Krebs çemberinde elde edilen 2 ATP, substrat düzeyinde fosforilasyonla sentezlenir.

### 3. ETS Evresi (Oksidatif Fosforilasyon Evresi)

ETS bir dizi elektron taşıyıcı moleküllerden oluşur ve bu moleküller ile ATP sentez enzimi mitokondrinin iç zarında yer alır. Bunlar indirgenme - yükseltgenme özelliği olan moleküllerdir.

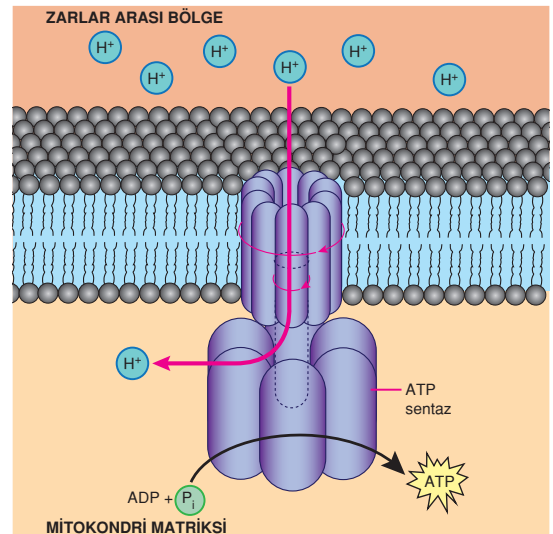
Bilgi Kutusu

(Bu moleküller sırası ile NADH-Q redüktaz, ubikinin (koenzimQ) sitokrom redüktaz (sit.b), sitokrom c ve sitokrom oksidazdır. Protein yapısında olmayan, koenzim olarak görev yapan molekül **ubikinin**dir.)



Bu taşıyıcı moleküller elektron yakalama güçlerine göre en zayıftan en güçlüye doğru sıralanmıştır.  $NADH + H^+$  ve  $FADH_2$ 'den yüksek enerjili elektronları alan bu moleküller bir dizi indirgenme - yükseltgenme tepkimesinden geçerek elektronları sistem boyunca taşır. Koenzimlerle taşınan elektronlar taşıyıcı moleküllere aktarılırken protonlar ( $H^+$ ) matrikse bırakılır. Protonlar ( $H^+$ ) matriksten mitokondrinin iç ve dış zarı arasında bulunan boşluğa doğru ETS molekülleri aracılığıyla pompalanır.

Mitokondri iç zarı protonlara geçirgen olmadığından ATP sentaz, zarlar arası boşluktaki protonların tekrar matrikse geri akışını sağlayan bir yol oluşturur. ATP sentaz enzimi proton akışı sırasında aktifleşir ve bu enzimde yapısal değişimler olur. Bu değişimler ADP'ye bir fosfat eklenerek ATP sentezlenmesini sağlar. Protonlar matrikse doğru aktıkça ATP sentezi de devam eder.



## Bilgi Kutusu

## KEMİOZMOTİK HİPOTEZ

1961 yılında Peter Michell tarafından oluşturulan bu hipotez mitokondri ve kloroplast organellerinde ATP sentaz enzimi aracılığıyla proton akışı sayesinde ATP sentezlenmesini açıklar.

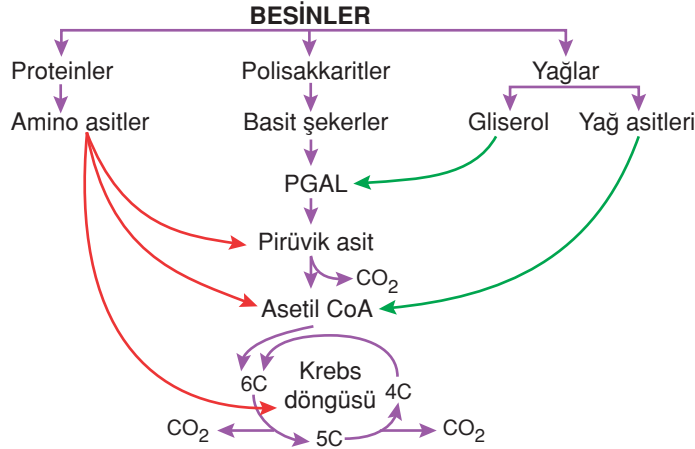
Elektronlar, ETS'de indirgenme - yükseltgenme basamaklarında aktarılırken enerji açığa çıkar ve bu enerjinin bir kısmı ile ADP'ye fosfat eklenip ATP oluşturulur. (**Oksidatif fosforilasyon**).

ETS'nin son basamağında  $\frac{1}{2} O_2$ , iki elektronu alır ve ortamdaki 2 hidrojen ile birleşerek suyu oluşturur.

## UYARI

ETS'ye hidrojenler NAD ile gelirse oksidatif fosforilasyonla 1NADH<sub>2</sub>'den 2,5ATP, FAD ile gelirse 1FADH<sub>2</sub>'den 1,5ATP sentezlenir.

- ✓ Oksijenli solunumda karbonhidratlardan başka, yağ ve protein monomerleri de kullanılır.



## Etkinlik 14

Aşağıdaki özelliklerin glikoliz, krebs, ETS evrelerinden hangisinde gerçekleştiğini yazınız.

	ÖZELLİK	EVRE
1.	NAD ve FAD yükseltgenir.	
2.	ATP harcanır	
3.	Substrat düzeyinde fosforilasyon gerçekleşir.	
4.	CO <sub>2</sub> çıkışı olur.	
5.	H <sub>2</sub> O harcanır.	
6.	H <sub>2</sub> O üretilir.	
7.	FAD indirgenir.	
8.	Oksijen kullanılır.	
9.	Oksidatif fosforilasyon gerçekleşir.	
10.	NAD indirgenir.	

## UYARI

Protein, yağ ve karbonhidrat monomerlerinin solunum reaksiyonlarına katıldığı ortak evre krebs evresidir.

## UYARI

Tüm solunum reaksiyonları yıkım tepkimesi olduğundan canlılarda ağırlık azalmasına neden olur.

Oksijensiz Solunum	Oksijenli Solunum
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sitoplazmada gerçekleşir.</li> <li>✓ O<sub>2</sub>'siz ortamda gerçekleşir.</li> <li>✓ Oluşan son ürünler etil alkol, CO<sub>2</sub> veya laktik asittir.</li> <li>✓ Yalnız substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretilir.</li> <li>✓ 1 glikozdan 4 ATP sentezlenir, 2 ATP harcanır.</li> <li>✓ Su oluşmaz.</li> <li>✓ ETS görev almaz.</li> <li>✓ Genellikle karbonhidrat monomeri kullanılır. (Glikoz)</li> <li>✓ Genellikle enerji gereksinimi az olan basit yapıları canlılarda görülür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ökaryot hücrelerde sitoplazmada başlar, mitokondride devam eder.</li> <li>✓ O<sub>2</sub>'li ortamda gerçekleşir.</li> <li>✓ Oluşan son ürünler CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O ve bazen de NH<sub>3</sub>'tür.</li> <li>✓ Hem substrat düzeyinde hem de oksidatif fosforilasyonla ATP üretilir.</li> <li>✓ 1 glikozdan 34 ATP sentezlenir, 2 ATP harcanır.</li> <li>✓ Su, hem kullanılır hem de oluşur.</li> <li>✓ ETS görev alır.</li> <li>✓ Karbonhidrat, yağ ve protein monomerleri kullanılabilir.</li> <li>✓ Genellikle enerji gereksinimi fazla olan gelişmiş canlılarda görülür.</li> </ul>
Oksijenli Solunum	Fotosentez
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Organik madde ve oksijen kullanılır.</li> <li>✓ Gece ve gündüz yapılır.</li> <li>✓ Kimyasal bağ enerjisi ATP'ye dönüştürülür.</li> <li>✓ Yadımlama olayıdır.</li> <li>✓ Amaç, ATP üretmektir.</li> <li>✓ Ökaryotlarda, sitoplazma ve mitokondride gerçekleşir.</li> <li>✓ Substrat düzeyinde ve oksidatif fosforilasyon görülür.</li> <li>✓ ETS görev yapar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Su ve karbondioksit kullanılır.</li> <li>✓ Işık varlığında yapılır.</li> <li>✓ Işık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür.</li> <li>✓ Özümleme olayıdır.</li> <li>✓ Amaç, besin üretmektir.</li> <li>✓ Ökaryotlarda kloroplastta gerçekleşir.</li> <li>✓ Fotofosforilasyon görülür.</li> <li>✓ ETS görev yapar.</li> </ul>

1.  $O_2$ 'siz solunum yapan canlılarda ve bazı aerob canlıların hücrelerinde  $O_2$  yetersizliğinde oluşturulan pirüvik asit son ürün reaksiyonlarına girer.

**Son ürün reaksiyonlarında,**

- I. pirüvik asitin bir başka organik maddeye dönüşümü
- II.  $NADH_2$ 'deki hidrojenlerin etil alkol veya laktik asit yapısına katılması
- III. enerji üretimi
- IV.  $NADH_2$ 'nin yükseltgenmesi

**olaylarından hangileri gerçekleşmez?**

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

2. Aşağıdakilerden hangisi metabolik faaliyette bulunan bütün canlıların solunum reaksiyonları sırasında oluşturduğu maddelerden biridir?

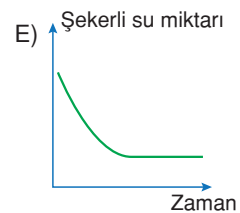
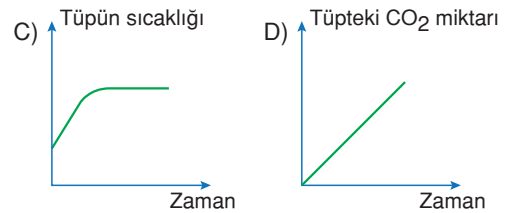
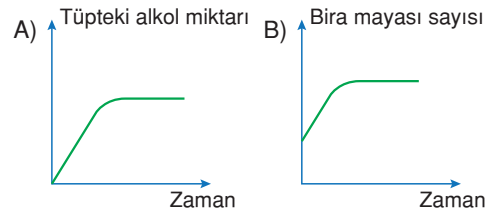
- A) Etil alkol      B) PGAL  
C) Laktik asit      D) Su  
E) Karbondioksit

3. Farklı canlılarda gerçekleşen fermentasyon tepkimelerinde;

- I. tepkimenin gerçekleştiği hücresel yapı
  - II. oluşan son ürünler
  - III. kullanılan enzimlerin çeşidi
- etkenlerinden hangileri daima aynıdır?**

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

4. İçinde şekerli su bulunan ağzı kapalı cam tüpe bira mayaları konulup optimum koşullar sağlandığında deney tüpünde aşağıdaki grafiklerde verilen değişimlerden hangisi gerçekleşmez?





5. Oksijenli solunum reaksiyonları sırasında kullanılan oksijen,
- glikozu oksitleyerek  $\text{CO}_2$  oluşturma
  - ETS evresinde elektron yakalama
  - su oluşturma
- olaylarından hangilerinde görev yapar?

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

6. Aşağıdaki solunum tepkimelerinden hangisinde sentezlenen net ATP miktarı diğerlerinden daha fazladır?

A) Bir molekül glikojenin laktik aside kadar parçalanması  
B) Bir molekül maltozun  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya kadar parçalanması  
C) Bir molekül glikozun etil alkol ve  $\text{CO}_2$ 'ye kadar parçalanması  
D) Bir molekül nişastanın  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya kadar parçalanması  
E) Bir molekül glikozun laktik aside kadar parçalanması

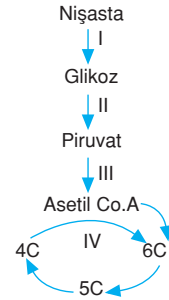
7. Bir glikoz molekülünün kullanıldığı oksijenli solunum tepkimelerinde;

I. Krebs evresinde  $6\text{H}_2\text{O}$  molekülü harcanır.  $6\text{NAD}$  molekülü indirgenir.  
II. ETS evresinde  $12\text{H}_2\text{O}$  molekülü oluşur,  $10\text{NAD}$  molekülü yükseltgenir.  
III. Oksidatif fosforilasyonla  $28\text{ATP}$  sentezlenir.

Yukarıdakilerden hangileri gerçekleşir?

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

8. Hayvansal bir organizmada gerçekleşen bazı tepkimeler aşağıda şematize edilmiştir:



Buna göre, numaralandırılmış tepkimelerle ilgili olarak seçeneklerde verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) I. ve IV. tepkimeler sırasında su kullanılır.  
B) Tüm tepkimelerde ATP harcanır.  
C) II. ve IV. tepkimelerde substrat düzeyinde fosforilasyon gerçekleşir.  
D) II. tepkime tüm canlılarda gerçekleşir.  
E) Tepkimelerin hepsi hücre içinde gerçekleşmez.

1. Oksijensiz solunumda pirüvik asit oluşumundan sonra enerji üretimi (ATP) gerçekleşmez. NADH2 molekülleri yükseltgenir. Etil alkol veya laktik asit gibi organik maddeler oluşur.

**YANIT B**

3. Fermentasyon ökaryot ve prokaryot canlılarda daima sitoplazmada gerçekleşir. Kullanılan enzimlerin çeşidine bağlı olarak farklı son ürünler oluşur.

**YANIT A**

2. Glikoliz evresi  $O_2$ 'li ve  $O_2$ 'siz solunumda gerçekleştiğinden tüm canlılarda ortak olarak gerçekleşir. PGAL glikoliz evresine ait maddelerden biridir.

**YANIT B**

4. Bira mayaları şekerli sudaki glikozu kullanarak beslenir ve etil alkol fermentasyonu yapar. Bu nedenle tüpteki alkol miktarı ve sıcaklık zamanla artar. Ancak bir süre sonra  $CO_2$  ortam pH'sini düşürür, sıcaklık iyice artar ve hücrelerin enzimleri denatüre olur. Bu durumda bira mayaları öleceği için sayıları belli bir değerde kalır.  $CO_2$  çıkışı durur.

**YANIT D**

5. Oksijenli solunumda oksijen molekülü ETS evresinde görev alır. Güçlü bir elektron yakalayıcısıdır. Glikoliz ve Krebs evrelerinden aktarılan hidrojenlerle birleşerek su oluşumuna katılır.

**YANIT D**

6. A) Glikojen  $\rightarrow$  n(Glikoz)  
Laktik asit fermentasyonlarında 1 Glikozdan net 2 ATP elde edilir.  $n(\text{Glikoz}) \times 2$
- B) Maltoz  $\rightarrow$  glikoz + glikoz  
Oksijenli solunumda 1 glikozdan net 32 ATP elde edilir.  $2 \times 32 = 64$  ATP
- C) 1 Glikoz  $\times 2 = 2$  ATP
- D) Nişasta  $\rightarrow$  n(Glikoz)  
Oksijenli solunumda 1 glikozdan net 32 ATP elde edilir.  $n \times 32$
- E) 1 Glikoz  $\times 2 = 2$  ATP

**YANIT D**

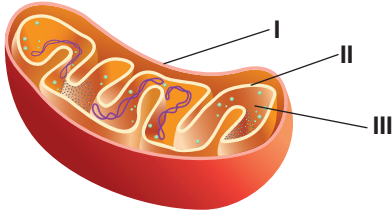
7. Oksijenli solunumda 1 glikoz molekülü kullanıldığında 1 krebste  $3\text{H}_2\text{O}$ , (2 krebste  $6\text{H}_2\text{O}$ ) tüketilir. Glikoz evresinden 4H, Pirüvat  $\rightarrow$  As.CoA arasında 4H, Krebslerde 12H (toplam 20H) olmak üzere NAD'a 10 çift hidrojen aktarılır. Böylece 10  $\text{NADH}^2$  indirgenir ve ETS'de yükseltgenir. Substrat düzeyinde fosforilasyonla 4 ATP, oksidatif fosforilasyonla 28 ATP sentezlenir.

**YANIT E**

8. I hidroliz, IV krebs evresidir. Her ikisinde de su kullanılır. II Glikoliz evresidir. Glikoliz ve krebste (IV) substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretilir. I. olay hidroliz olduğundan hidrolizde ATP harcanmaz.

**YANIT B**

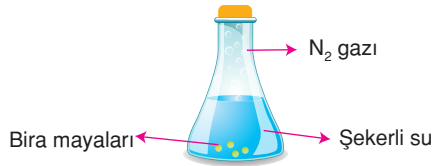
1.



Mitokondrinin numaralandırılmış kısımlarından hangilerinde solunum evrelerine ait tepkimeler meydana gelir?

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

2.



Şekildeki düzende;

- I. Su buharının oluşması  
II. CO<sub>2</sub> gazının oluşması  
III. Etil alkol üretimi  
IV. Laktik asit üretimi

olaylarından hangileri gerçekleşir?

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

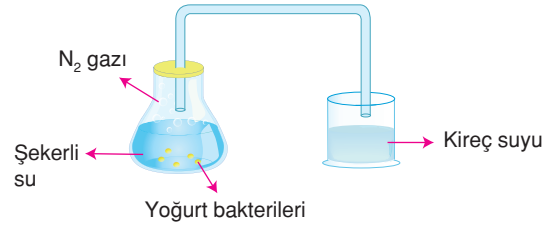
3. Solunum olayında;

- I. Pirüvik asit  
II. Etil alkol  
III. Laktik asit

Yukarıdaki moleküllerden hangileri oluşuncaya kadar gerçekleşen reaksiyonlar, tüm fermentasyon çeşitlerinde aynıdır?

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

4.



Şekildeki düzende ilgili;

- I. Kireç suyu bulanır.  
II. Şekerli suyun yoğunluğu değişir.  
III. Bakterilerin sayısı artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

5. Ökaryot bir hücrede;

- I. laktik asit oluşması  
II. asetil CoA oluşması  
III. enerji açığa çıkması  
IV. H<sub>2</sub>O oluşması

olaylarından hangilerinin gerçekleşmesi, O<sub>2</sub>'li solunum yapıldığını kanıtlar?

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

6. Oksijenli solunumda gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi mitokondride meydana gelmez?

- A) ATP sentezlenmesi  
B) Pirüvatın oluşması  
C) CO<sub>2</sub>'nin oluşması  
D) FADH<sub>2</sub>'nin yükseltgenmesi  
E) Suyun kullanılması

7. Bir molekül glikozun oksijenli solunumda parçalanmasıyla en fazla ATP aşağıdaki basamaklardan hangisinde üretilir?

- A) Glikoliz reaksiyonları
- B) Elektron taşıma sistemi
- C) Krebs çemberi reaksiyonları
- D) Pirüvatın asetil CoA'ya dönüşümü
- E) Glikozun fosfogliseraldehite dönüşümü

8. Oksijenli solunumun evreleri;

1. Glikoliz
2. Krebs
3. ETS dir.

Bu evrelerle ilgili aşağıdaki düzenlemelerden hangisi yanlıştır?

- A) Oksijenin kullanıldığı evre: 3
- B) CO<sub>2</sub>'nin oluştuğu evre: 2
- C) Oksidatif fosforilasyonun gerçekleştiği evre: 2 ve 3
- D) Mitokondride gerçekleşen evre: 2 ve 3
- E) NAD'nin indirgendiği evre: 1 ve 2

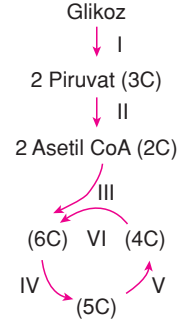
9. Laktik asit fermentasyonunda aşağıdaki moleküllerden hangisi üretilmez?

- A) Asetaldehit
- B) Pirüvik asit
- C) NAD
- D) PGA
- E) PGAL

10. Etil alkol ve laktik asit fermentasyonunun karşılaştırıldığı tabloda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

Etilalkol fermentasyonu	Laktik asit fermentasyonu
A) Sitoplazmada gerçekleşir.	Sitoplazmada gerçekleşir.
B) Karbonhidrat tüketilir.	Karbonhidrat tüketilir.
C) CO <sub>2</sub> gazı oluşur.	CO <sub>2</sub> gazı oluşmaz.
D) pH düşer.	pH düşer.
E) Son hidrojen alıcısı pirüvik asittir.	Son hidrojen alıcısı pirüvik asittir.

11.



Yukarıdaki şemada oksijenli solunumun bazı aşamaları numaralandırılmıştır.

Buna göre şemadaki numaralandırılmış basamaklardan hangilerinde CO<sub>2</sub> açığa çıkar?

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

12. Solunum reaksiyonları sırasında, glikozun pirüvik aside kadar parçalandığı evre ile ilgili olarak aşağıdaki yorumlardan hangisi yapılamaz?

- A) Reaksiyonlar sırasında oluşan ara ürünler tüm canlılarda aynıdır.
- B) Bu reaksiyonların tümüne glikoliz evresi adı verilir.
- C) Tepkimeleri başlatmak için gerekli olan aktivasyon enerjisi enzimlerden sağlanır.
- D) Tüm canlılarda bu reaksiyonlar ortak genlerin kontrolünde sitoplazmada gerçekleşir.
- E) Reaksiyonlar sırasında NAD<sup>+</sup> molekülü hidrojen olarak indirgenir.

1. Aşağıdakilerden hangisi oksijenli solunum ile laktik asit fermentasyonunda ortak olarak görülür?

- A) Açığa çıkan son ürünlerin CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O olması
- B) NAD ve FAD'nin indirgenmesi
- C) Sentezlenen ATP miktarının eşit olması
- D) Enzim katalizörlüğünde gerçekleşmesi
- E) Sitoplazmada başlayıp mitokondride devam etmesi

2. Aşağıdaki olaylardan hangisi oksijenli solunumun mitokondride gerçekleşen reaksiyonlarından biri değildir?

- A) Bazı moleküllerden 2e<sup>-</sup> ile 2H<sup>+</sup>'nin ayrılması
- B) Sitrik asit oluşması
- C) Koenzimlerden sitokromlara e<sup>-</sup> aktarılması
- D) ATP'den glikoza fosfat aktarılması
- E) Asetil CoA'nın okzaloasetik asitle birleşmesi

3. Bir bitki hücresinde meydana gelen olaylardan bazıları şunlardır:

- I. nişastanın glikoza parçalanması
- II. sitrik asidin oluşması
- III. devirsiz fotofosforilasyonla ATP sentezlenmesi
- IV. okzaloasetik asit oluşması

Bu olaylardan hangileri hücredeki mitokondri organelinde gerçekleşir?

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

4. Glikoliz evresine ait aşağıdaki aşamalardan hangisinde ATP sentezi gerçekleşir?

- A) Glikozdan glikoz monofosfat oluşması
- B) Glikoz monofosfatın fruktoz monofosfata dönüşmesi
- C) Fruktoz monofosfatın fruktoz difosfata dönüşmesi
- D) Fruktoz difosfatın iki molekül fosfogliseraldehite parçalanması
- E) Fosfogliseraldehitten pirüvik asit sentezlenmesi

5. Enerjisini, maltoz moleküllerini fermentasyonla parçalayarak elde eden bir bakteri hücresinde;

- I. maltozun glikoza dönüşmesi
- II. glikozun pirüvik aside parçalanması
- III. maltozu hidroliz edecek enzimlerin sentezlenmesi
- IV. pirüvik asitin etil alkole parçalanması

olaylarının meydana geliş sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

6. Oksijenli solunumun ETS evresinde elektronlar en son;

- I. oksijen
- II. sitokrom c
- III. FAD
- IV. koenzim Q
- V. NAD

moleküllerinden hangisi tarafından tutulur?

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

7. I. Fruktoz monofosfat  
II. Fruktoz difosfat  
III. Glikoz monofosfat  
IV. Fosfogliseraldehit  
V. Pirüvat

Glikoliz evresinde oluşan numaralandırılmış moleküllerin meydana geliş sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

8. Oksijenin zehir etkisi yaptığı bir bakteride, aşağıdaki reaksiyonlardan hangisini gerçekleştirecek enzim bulunmaz?

- A) Pirüvik asidin asetil CoA'ya dönüşmesi
- B) Glikoz monofosfatın fruktoz monofosfata dönüşmesi
- C) Pirüvik asidin etil alkole dönüşmesi
- D) Fruktoz difosfatın fosfogliseraldehite dönüşmesi
- E) Pirüvik aside  $H^+$  eklenmesi

9. Oksijenli solunumda gerçekleşen;

- I. asetil CoA'nın oluşması
- II. sitrik asit oluşması
- III. pirüvattan  $CO_2$  ayrılması
- IV.  $H_2O$ 'nun oluşması

olaylarının meydana geliş sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

10. Koşmaya başlayan bir insanın kas hücrelerinde meydana gelen aşağıdaki olaylardan hangisi sırasında kesinlikle laktik asit oluşumu gerçekleşir?

- A) Glikojenin glikoza dönüşmesi
- B) Glikozun glikoz monofosfata dönüşmesi
- C) Fosfogliseraldehidin inorganik fosfatla birleşmesi
- D) Kastaki kimyasal enerjinin hareket enerjisine dönüşmesi
- E) Pirüvik aside hidrojen katılması

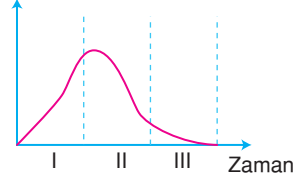
11. Oksijenli solunumda organik madde olarak aminoasit kullanıldığında;

- I. Glikoliz
- II. Krebs
- III. ETS

evrelerinden hangileri gerçekleşir?

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

12. Laktik asit miktarı



Çizgili kas hücresindeki laktik asit miktarının değişimini gösteren grafiğe göre aşağıda verilen yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) I. zamanda kasın çalışma temposu artmıştır.
- B) I. zamanda kasa yeterli oksijen ulaşmamaktadır.
- C) II. zamanda laktik asitten pirüvik asit oluşumu gerçekleşmektedir.
- D)  $CO_2$  ve  $H_2O$  oluşumu yalnız III. zamanda gerçekleşir.
- E) III. zamanda kas, dinlenmiştir.

13. Glikozun oksijenli solunumla parçalanması sırasında karbondioksitin açığa çıktığı ilk tepkime aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Glikozun glikoz monofosfata dönüşmesi
- B) Asetil CoA'nın Krebs devrine girmesi
- C) Glikozun pirüvata parçalanması
- D) Pirüvatın asetil CoA'ya dönüşmesi
- E) Okzaloasetik asidin sitrik aside dönüşmesi

14. Mitokondri iç zarında krista denilen zar kıvrımları bulunur. Krista ile dış zar arasındaki bölgede  $H^+$  konsantrasyonu matrikse göre daha fazladır.

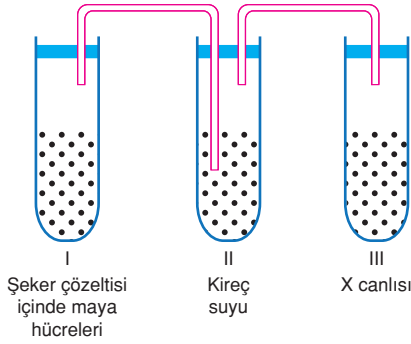
Bu durum  $O_2$ 'li solunum reaksiyonlarında;

- I.  $CO_2$  üretimi
- II. NAD'nin indirgenmesi
- III. NAD'ın yükseltgenmesi
- IV. ATP üretimi

olaylarından hangilerinin gerçekleşmesine doğrudan olarak sağlar?

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

1.



Yukarıda gösterildiği gibi hazırlanan deney düzeneğinde, X canlısının bir süre sonra öldüğü gözlenmiştir.

**Buna göre,**

- I. I. kapta etil alkol miktarı artar.
- II. II. kapta kireç suyunda bulanma gözlenir.
- III. X ototrof bir canlıdır.

**yorumlarından hangileri doğru olabilir?**

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

**2. Fermentasyon yapan bir bakteride aset aldehit oluştuğu tespit edildiğine göre bu bakteri ile ilgili;**

- I. Etil alkol oluşacaktır.
- II. Laktik asit oluşumu gerçekleşmiştir.
- III. CO<sub>2</sub> oluşmuştur.
- IV. Pirüvik asit mitokondriye girmiştir.

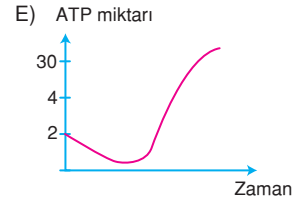
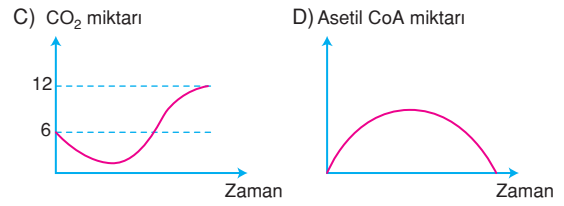
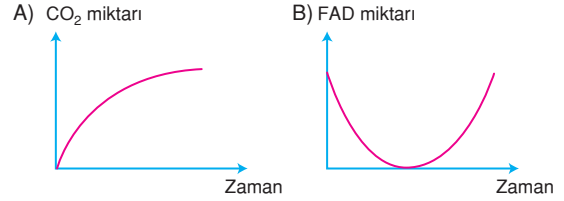
**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

**3. Çizgili kas hücresinin fermentasyonu sırasında gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi bira mayası hücresinin fermentasyonu sırasında gerçekleşmez?**

- A) Reaksiyonlar sırasında ATP sentezinin yapılması
- B) Aktivasyon enerjisine gereksinim duyulması
- C) Reaksiyonlarda enzimlerin kullanılması
- D) Pirüvik asidin hidrojen alarak indirgenmesi
- E) Glikoliz olayının gerçekleşmesi

**4. Solunum tepkimelerinde aşağıdaki değişimlerden hangisinin meydana gelmesi ile solunum çeşidi belirlenemez?**



**5. Bira mayası hücrelerinde, fermentasyon reaksiyonlarında gerçekleşen,**

- I. ATP sentezlenmesi
- II. Fosfo gliserik asit oluşması
- III. NAD<sup>+</sup>'ın redüklenmesi
- IV. Aset aldehit oluşumu
- V. NADH<sub>2</sub>'nin oksitlenmesi
- VI. CO<sub>2</sub> oluşması

**olaylarından hangileri, glikolizin kapsamı içine girmez?**

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