

12. SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI

12.2. Canlılarda Enerji Dönüşümleri

12.2.1. Canlılık ve Enerji

Anahtar Kavramlar

ATP, enerji, enerji dönüşümü, fosforilasyon, fotosentez, hücresel solunum, kemosentez, Anahtar Kavramlar

12.2.1.1. Canlılığın devamı için enerjinin gerekliliğini açıklar.

- a. ATP molekülünün yapısı açıklanır.  
b. Fosforilasyon çeşitleri kısaca belirtilir.

**Canlılığın Devamı İçin Enerji Gerekliliği**

-Hücre, canlılığını devam ettirebilmek için sürekli bir biçimde enerjiye ihtiyaç duyar. Büyüme, çoğalma, hareket, gerekli maddelerin sentezlenmesi ve çevreyle madde alışverişi gibi hücrede gerçekleşen bütün yaşamsal faaliyetlerde enerji kullanılır.

-Enerji, bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir.

-Yeryüzündeki bütün canlıların en önemli temel enerji kaynağı güneştir.

**Canlılarda Enerji Dönüşümü**

-Yeryüzünde yaşam, canlıların enerjiyi bir biçimden diğerine dönüştürme yeteneği sayesinde devam eder. Enerji yeryüzüne güneşten gelir.

-Canlılar dünyasında üç ana tip enerji dönüşümü vardır.

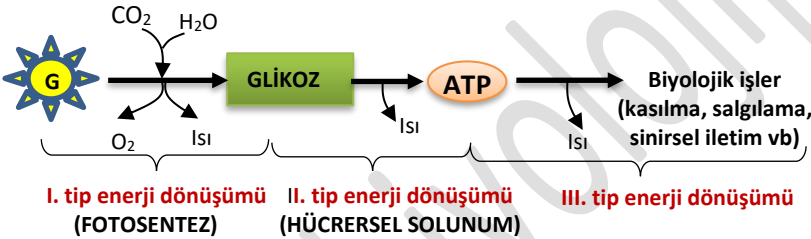
**I. tip enerji dönüşümü:** Fotosentez olayı ile güneşin ışınım enerjisi organik bileşiklerin bağlarındaki kimyasal enerjiye dönüşür. Kimyasal enerji fotosentezle üretilen organik moleküllerdeki kimyasal bağlarda depolanır.

**II. tip enerji dönüşümü:** Organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisinin, hücresel solunum sırasında hücre içinde kullanılabilen yüksek enerjili fosfat bağlarına dönüşümü. Yani ATP sentezlenmesi (fosforilasyon) olayıdır.

**III. tip enerji dönüşümü:** ATP nin yüksek enerjili fosfat bağlarının hidroliz reaksiyonlarıyla kopartılması şeklinde başlayan dönüşümdür. ATP açığa çıkan enerjisi farklı enerji türlerine dönüştürülerek kullanılır. Örneğin bu enerji hareket ederken kaslarınızda kinetik enerjiye, düşürürken sinir hücrelerinizde elektrik enerjisine dönüştürülür. Bunun yanı sıra ateş böceği gibi bazı canlılar kimyasal enerjiyi ışık enerjisine dönüştürebilen sistemlere sahiptir.

**NOT:**

Enerji bir biçimden diğerine dönüşürken mutlaka bir bölümü ısı enerjisi hâlinde çevreye yayılır.



Şekil: Canlılarda enerji dönüşümü basamakları

-Hücrede gerçekleşen kimyasal tepkimeler serbest enerji değişimine göre iki gruba ayrılır.

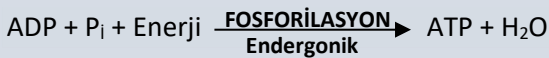
**a. Ekzergonik tepkime:** Enerji açığa çıkaran tepkimelere (enerji veren) denir.

-Örnek: Defosforilasyon, oksijenli ve oksijensiz solunum solunum...



**b. Endergonik tepkime:** Gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan tepkimelerdir.

-Örnek: Fosforilasyon, fotosentez sırasında organik moleküllerin sentezlendiği reaksiyonlar, bütün biyosentez reaksiyonları, kasların kasılmasını, aktif taşıma, hücre bölünmesi ve sinirsel iletimi sağlayan reaksiyonlar endergoniktir.



**NOT**

Glukozun nişasta şeklinde depo edilmesinin temel amacı, hücre içi osmotik basıncın ayarlanmasıdır. Çünkü glukoz suda çözünür, osmotik basıncı artırır. Nişasta suda yeteri kadar çözünmez.

**ATP Molekülünün Yapısı**

Enerji taşıma işini yapan, nükleotid yapılı bir moleküldür.

**SORU 1. ATP molekülünün yapı ve özellikleri ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

- A) Yapısında fosfoester ve glikozit bağı bulunur.  
B) ATP'nin kullanıldığı bütün tepkimelerde enzimler de kullanılır.  
C) Enzimlerin kullanıldığı tüm tepkimelerde ATP de kullanılır.  
D) Yapısında adenin bazı, riboz şekeri ve fosfatlar bulunur.  
E) ATP'den fosfatların ayrılması hidroliz ile gerçekleşir.

**SORU 2. "Hücrelerde ATP tüketilen tepkimelerin hızının artmasına bağlı olarak ATP üretilen tepkimelerin hızı da artar."**

**Buna göre, aşağıdakilerden hangisi ATP üretilen tepkimelerin hızının artmasına neden olmaz?**

- A) Dehidrasyon tepkimelerinin hızlanması  
B) Fotosentezin hızlanması  
C) Oksijenin yoğun olarak kandan hücrelere geçmesi  
D) Na<sup>+</sup> iyonlarının azdan çoğa taşıma hızının artması  
E) Bakteri enfeksiyonu sonucu akyuvarların etkinliğinin artması

**SORU 3. Hücrede, ADP'den ATP üretilmesi sürecinde**

I. Enerji II. Fosfat III. Su  
**gibi verilenlerden hangileri azalır?**

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

**SORU 4. Bir bitkinin fotofosforilasyon ile ürettiği ATP;**

- I. Nişastanın hidrolizi  
II. Yağ sentezi  
III. Hücre bölünmesi  
IV. Aktif taşıma  
V. Karbon dioksitten şeker üretilmesi  
**gibi olayların hangisinde kullanılmaz?**

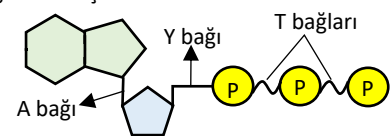
- A) Yalnız I    B) Yalnız IV    C) Yalnız V  
D) II, III, IV ve V    E) I, II, III ve IV

**SORU 5. ATP molekülünün yapısında,**

- I. adenin bazı,  
II. deoksiriboz şekeri,  
III. fosforik asit,  
IV. riboz şekeri  
**moleküllerinden hangileri bulunur?**

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

**SORU 6. Aşağıda ATP'nin yapısı ve bulundurduğu bağlar A, Y ve T şeklinde gösterilmiştir.**



**Buna göre, bu bağlardan hangileri hem nükleik asitlerde hem de yağlarda ortak olarak bulunur?**

- A) Yalnız A    B) Yalnız Y    C) Yalnız T  
D) A ve Y    E) Y ve T

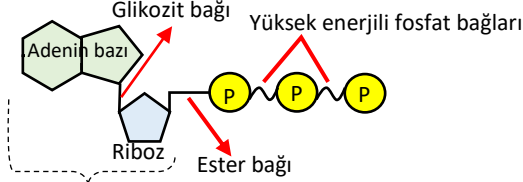
-ATP: Enerji üreten tepkimelerden (ekzergonik) aldığı enerjiyi, enerji isteyen tepkimelere (endergonik) taşıyan «enerji taşıyıcı» bir moleküldür.

#### ATP'nin Yapısı

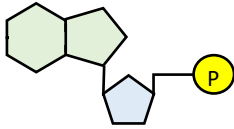
- Adenin bazı, Riboz şekeri (pentoz) ve üç fosfat grubundan (fosforik asit) oluşur.
- Adenin bazına ribozun glikozit bağı ile bağlanmasıyla adenozin nükleozit oluşur.
- Fosfat ile şeker arasında ester bağı bulunur.

#### CAMPBELL'DAN BİR NOT:

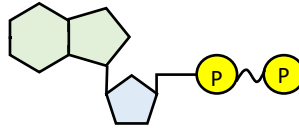
Fosfatlar arasındaki bağ yüksek enerjili fosfat bağları olarak adlandırılır. Ancak bu terim yanıltır. ATP'deki fosfat bağları "yüksek-enerjili" güçlü bağlar değildir. Hatta bir çok organik bağ ile karşılaştırıldığında bu bağlar görece zayıftır. Hidroliz ürünleri olan ADP + P<sub>i</sub>, ATP'den daha karardır. ATP hidrolizi sırasında açığa çıkan enerji, fosfat bağlarından değil, daha kararlı bir duruma doğru kimyasal değişimden gelir.



Adenozin  
Şekil: ATP molekülünün yapısı



Şekil: AMP (Adenozin mono fosfat)



Şekil: ADP (Adenozin di fosfat)

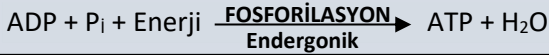
#### ATP'nin Özellikleri

- Tüm canlılar tarafından sentezlenir.
- ATP enerji depolar ancak kendisi hücrede depo edilemez.
- ATP, hücreler arası boşluklara çıkamaz. Hücre içinde sentezlenir ve hücre içinde harcanır.
- ATP ihtiyaç durumunda hücreden hücreye transfer edilebilir. Örneğin; bitkilerde arkadaş hücrelerden kalburlu hücrelere ATP geçişi olur.
- Sitoplazma, mitokondri ve kloroplastlarda sentezlenir.

#### NOT:

-ATP'nin asıl kaynağı güneştir. Fotosentez yoluyla güneş enerjisi organik bileşiklerin kimyasal bağlarında tutulur. Yıkım tepkimeleri olan solunum sırasında açığa çıkan enerji ise ATP'de depolanır ve hücresel işlerde kullanılır.

- Yapısında iki tane yüksek enerjili fosfat bağı bulunur. Bu fosfat bağlarının kopmasıyla açığa çıkan enerji hücrelerdeki metabolik olaylarda kullanılır.
- Hücrede ADP'ye bir fosfat grubunun eklenmesi sonucu ATP sentezlenir. Bu olaya **fosforilasyon** denir. Enerji harcanarak gerçekleştiği için endergonik tepkimedir.



-ATP'den su ve ATPaz enzimi aracılığı ile bir fosfat bağının kopması ile tekrar ADP oluşur. Bu olaya da ATP yıkımı (**defosforilasyon**) denir. Enerji açığa çıktığı için ekzergonik tepkimedir. Laboratuvar koşullarında bir mol ATP'nin hidrolizi ile 7 300 cal'lık enerji açığa çıkar.

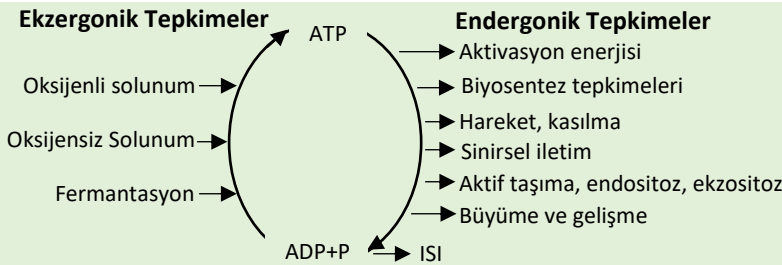


-ADP'den bir fosfat daha ayrılırsa Adenozin Mono Fosfat (AMP) oluşur.



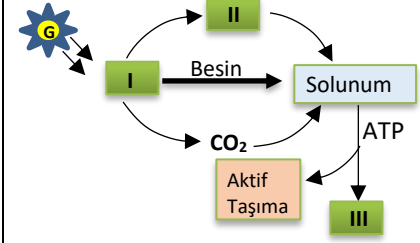
#### NOT:

Fosforilasyon ve defosforilasyon olayları canlı hücrelerde ortak özelliktir. Çalışan bir kas hücresinde saniyede 10 milyon ATP tüketilir ve yeniden oluşturulur.



Şekil: ATP Dönüşü

**SORU 7.** Aşağıdaki şemada enerji dönüşümü gösterilmiştir.



Buna göre, I, II ve III ile gösterilen yerlere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

	I	II	III
A)	Fotosentez	CO <sub>2</sub>	Yağ sentezi
B)	Kemosentez	O <sub>2</sub>	Hidrolyz
C)	Kemosentez	CO <sub>2</sub>	Nişasta sentezi
D)	Fotosentez	H <sub>2</sub> O	Difüzyon
E)	Fotosentez	O <sub>2</sub>	Protein sentezi

**SORU 8.** Aşağıdaki şemada bir bitki hücresinde gerçekleşen bazı olaylar numaralandırılmıştır.



Şemada numaralandırılmış olaylardan hangileri hayvan hücresinde gerçekleşmez.

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

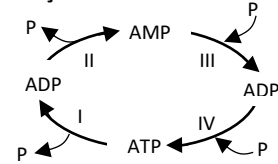
**SORU 9.** Aşağıda canlılarda gerçekleşen fosforilasyon çeşitleri verilmiştir.

- I. Substrat düzeyinde fosforilasyon (SDF)  
II. Oksidatif fosforilasyon (O.F)  
III. Fotofosforilasyon

Bunlardan hangileri herhangi bir canlı hücresinde birlikte gerçekleşebilir.

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

**SORU 9.** Aşağıda bazı enerji dönüşümleri gösterilmiştir.



Numaralarla gösterilenlerden hangileri ekzergoniktir?

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

#### CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

**1.** Hücrelerde ATP'nin kullanıldığı bütün reaksiyonlarda enzim kullanılır. Ancak enzimlerin kullanıldığı reaksiyonlarda ATP kullanılmayabilir. Örneğin Nişasta hidrolizinde enzim kullanılır ancak ATP kullanılmaz. Nişasta sentezinde hem ATP hem de enzim kullanılır.  
**Cevap: C**

**2.** Soruda ATP tüketilmeyen olayı bulmamız istenmiştir. A, B, D ve E seçeneklerinde verilen olaylarda ATP tüketilir. Dolayısıyla bu olayların hızının artması ATP üretim hızını da artırır. Ancak oksijenin yer değiştirmesi pasif taşımadır. ATP harcanmaz. Üretim hızını da artırmaz.  
**Cevap: C**

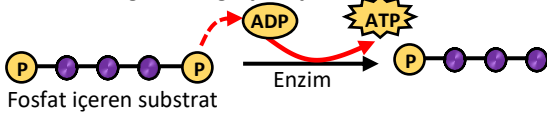
**3. ADP + P<sub>i</sub> + Enerji → ATP + H<sub>2</sub>O**

olayı sorulmuş. Fosfat enerji harcadığı için azalır. Su oluştuğu için artar.

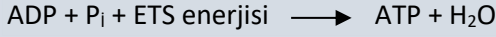
## Fosforilasyon çeşitleri

-Fosforilasyon için kullanılan enerjinin şekli, kaynağı ve açığa çıkartılma biçimi bakımından üç çeşit fosforilasyon vardır:

**01. Substrat düzeyinde fosforilasyon (SDF):** Enzim aracılığı ile fosfat grubu içeren bir substrattan fosfatın ADP'ye aktarılması ile yapılan ATP sentezidir. Tüm canlılar tarafından ortak olarak gerçekleştirilir. Hücresel solunum olaylarının glikoliz evresinde ve oksijenli solunumun Krebs döngüsünde gerçekleşir.



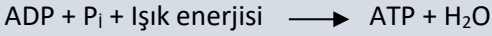
**2. Oksidatif fosforilasyon (O.F):** Organik moleküllerden ayrılan hidrojenlerin yüksek enerjili elektronlarının elektron taşıma sistemine (ETS) akarken sisteme bırakılan enerji ile yapılan ATP sentezidir.



### NOT:

Oksidatif fosforilasyon (O.F), oksijenli ve oksijensiz solunumun ETS (Elektron Taşıma Evresi) evresinde, ve kemosentez olayında gerçekleşir.

**3. Fotofosforilasyon:** Klorofil bulunduran hücrelerde ışık enerjisi kullanılarak yapılan ATP sentezidir. Sadece fotosentez sırasında fotoototrof canlılar tarafından gerçekleştirilir.



### NOT:

Kloroplastlarda fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarda fotofosforilasyon ile üretilen ATP'ler ışıktan bağımsız reaksiyonlarda harcanır. Başka bir metabolik olay için harcanmaz. Yani ATP kloroplastlardan dışarı çıkmaz. Hücre metabolizması için gerekli olan ATP, hücresel solunumlarda üretilen ATP'den karşılanır.

### ZORUNLU AÇIKLAMA:

Kemofosforilasyon diye bir fosforilasyon çeşidi yoktur. Aslında kemosentez olayındaki ATP sentez çeşidi de oksidatif fosforilasyondur.

### Cevap: D

**4.** Fotofosforilasyon ile üretilen ATP, karbon dioksitten şeker üretilmesi için kullanılır. Zaten nişastanın hidrolizinde ATP kullanılmaz. Diğer olaylar için gerekli ATP hücresel solunumda üretilen ATP'dir.

### Cevap: E

**5.** Adenin bazı, fosforik asit ve riboz şekeri ATP'nin yapısını oluşturur. Deoksiriboz şekeri ATP'nin yapısında bulunmaz.

### Cevap: E

**6.** A: Glikozit bağıdır. Nükleik asitlerde bulunur. Yağlarda bulunmaz. Y: Ester bağıdır hem nükleik asitlerde hem de yağlarda bulunur. T: Yüksek enerjili fosfat bağıdır. ATP'ye özgüdür.

### Cevap: B

**7.** Enerji dönüşümü olaylarında I. Fotosentez, II.  $\text{H}_2\text{O}$  veya  $\text{O}_2$  III. Solunumda üretilen ATP'nin harcandığı bir olay olmalıdır.

### Cevap: E

**8.** I. Fotosentezdir. Hayvan hücresinde gerçekleşmez. II. Hücresel solunumdur. III. Defosforilasyondur. İkisi de gerçekleşir.

### Cevap: A

**9. Palizat parankiması gibi fotosentez yapan bir bitki hücresinde hepsi birlikte gerçekleşebilir.**

### Cevap: E

**10.** I:  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P} + \text{Enerji}$  (Ekzergonik)  
II.  $\text{ADP} \rightarrow \text{AMP} + \text{P} + \text{Enerji}$  (Ekzergonik)  
III.  $\text{AMP} + \text{P} + \text{Enerji} \rightarrow \text{ADP}$  (Endergonik)  
IV.  $\text{ADP} + \text{P} + \text{Enerji} \rightarrow \text{ATP}$  (Endergonik)

### Cevap: B