

CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Ekosistemdeki tüm canlılar, bitkiler, hayvanlar ve hatta tek bir hücre bile yaşamını sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Enerji, bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir.



Canlı organizmalar çevreleriyle sürekli olarak madde ve enerji alış verişi halinde olan "açık sistemler"dir.



Ekosistemlerde temel enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi, fotosentetik organizmalar tarafından kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür ve büyük yapıli moleküller içerisine depolanır.

Güneş enerjisini direkt olarak dönüştürme yeteneğinde olmayan ve besinlerini dışarıdan hazır olarak almak zorunda bulunan heterotrof organizmalar ve fotosentetik özellikte olmayan hücreler ise kendi bünyelerinde gerçekleşecek kimyasal reaksiyonlar için gereken enerjiyi besinleri yıkmak suretiyle elde etmektedir.

Canlılar dünyasında üç ana tip enerji dönüşümü vardır.

I. tip enerji dönüşümünde güneş enerjisi otosentetik organizmalar sayesinde organik bileşiklerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür.

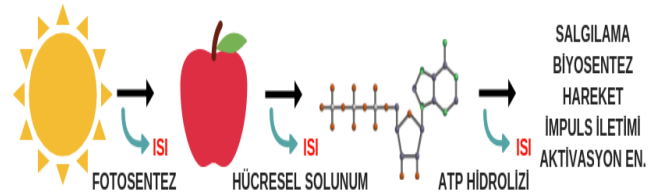
II. tip enerji dönüşümü, hücresel solunum ya da fermantasyon yoluyla organik besin monomerlerinin yıkılarak enerjinin ATP nin yapısındaki yüksek enerjili fosfat bağlarına aktarılması yani ATP sentezidir.

III. tip enerji dönüşümünde ATP nin hidrolizi ile yüksek enerjili fosfat bağlarından açığa çıkarılan enerji hücrede farklı enerji türlerine dönüştürülür. Örneğin sinir hücreleri impuls iletiminde bu enerjiyi kullanırken, kas hücreleri de hareket için gereken enerji ihtiyacını buradan karşılar.

Enerji dönüşümlerinin hepsinde bir miktar enerji, ısı olarak çevreye yayılır.

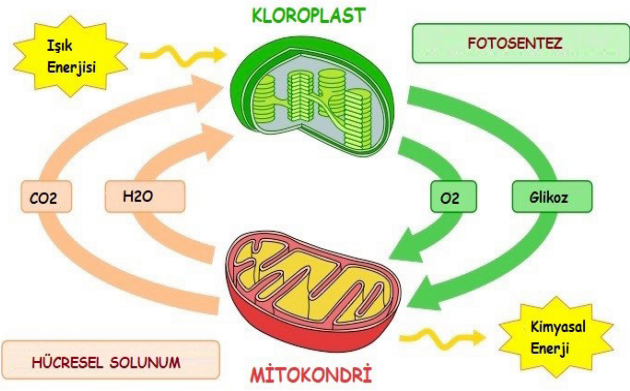
UNUTMA !

Enerji dönüşümleri % 100 verimle gerçekleşmez.



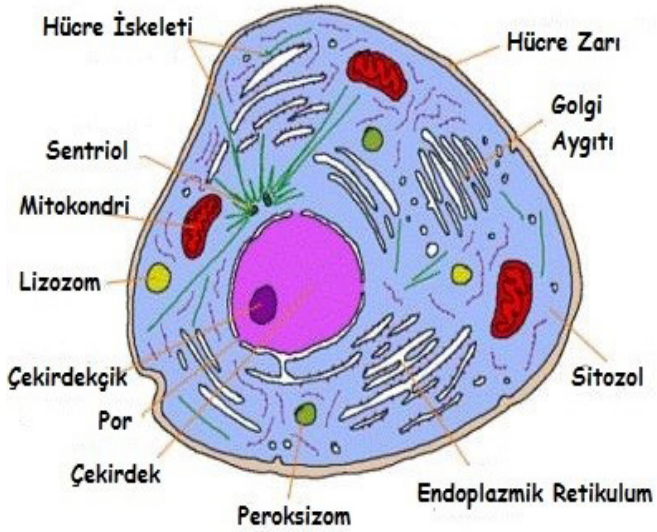
Bu noktada, ekosistemlerdeki madde ve enerji akışının temelinde iki olay sayesinde gerçekleştiğini söyleyebiliriz.

Bu olaylardan bir tanesi, ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürüp bu enerjiyi kullanmak sayesinde organik besin üreten fotosentez, diğeri ise **fotosentez** sonucu oluşturulan besinler içerisindeki enerjiyi açığa çıkaran **solunum** olayıdır.



Fotosentezde inorganik maddeler, güneş ışığı yardımıyla organik besin sentezinde kullanılırken, solunumda yıkılan organik besinlerden açığa çıkan inorganik ürünler de yine fotosentezin hammadde olarak kullanılırlar. Bu açıdan bakıldığında fotosentez ve solunum birbirini tamamlayan, Güneş enerjisinin ekosisteme yayılmasında rol oynayan canlılık için vazgeçilemez derecede önemli iki olaydır.

Hücre, içerisinde binlerce kimyasal tepkimenin gerçekleştiği minyatür bir kimya laboratuvarı olarak düşünülebilir.



Enzimler tarafından kontrollü bir şekilde yürütülen bu kimyasal tepkimelerin bazıları gerçekleşirken tepkimeye giren maddelerin içerisindeki enerji açığa çıkarılırken, bazı tepkimelerin gerçekleşebilmesi için de enerjiye ihtiyaç duyulur.

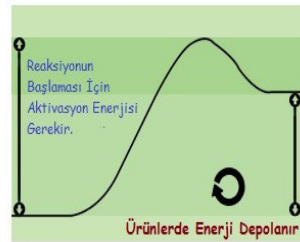
Örneğin besinlerin solunumla daha basit yapıdaki moleküllere yıkılması sonucunda yapılarında bulunan enerji serbest kalır. Bu tür tepkimelere **ekzergonik tepkimeler** denir. Ekzergonik tepkimelerde ürünlerin sahip olduğu toplam enerji, tepkimeye giren moleküllerin enerjisinden azdır.

Bunun yanı sıra ribozomun en önemli rolü oynadığı protein sentezi başta olmak üzere biyosentez tepkimelerinin gerçekleşmesi için de sisteme dışarıdan enerji transfer edilmesi gerekmektedir. Ürünlerin toplam enerjisinin reaksiyona giren moleküllerin enerjisinden fazla olduğu bu tepkimeler ise **endergonik reaksiyon** adını alır.

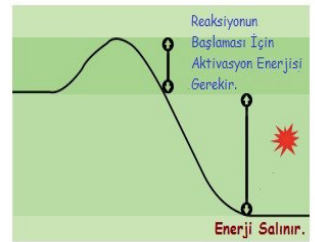
UNUTMA !

Bir reaksiyon ister endergonik ister ekzergonik olsun tepkimenin başlayabilmesi için reaktiflerin aktivasyon enerjisine sahip olmaları gerekir.

ENDERGONİK REAKSİYON



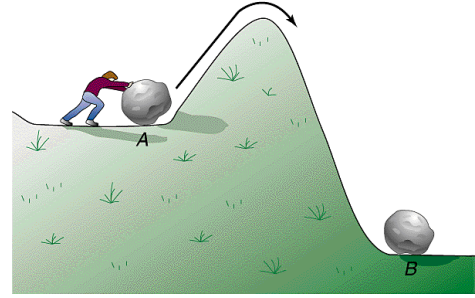
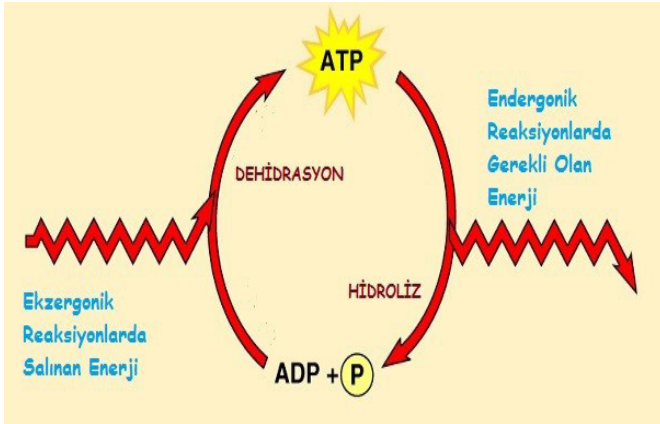
EKZERGONİK REAKSİYON



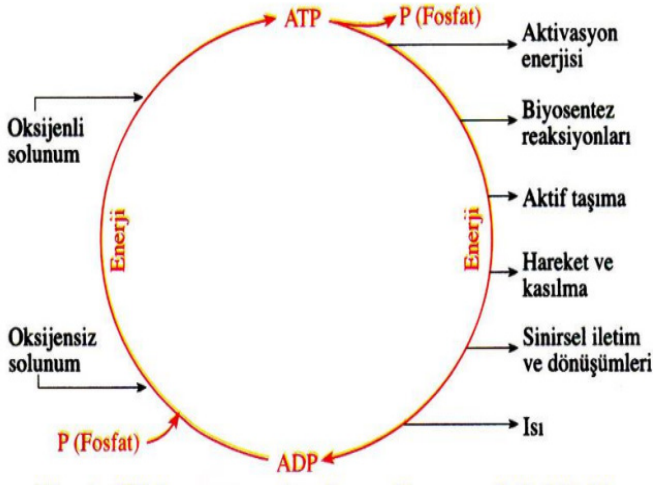
Hücrede enerjiye ihtiyaç duyan endergonik tepkimeler ile enerji açığa çıkaran ekzergonik tepkimeler arasındaki enerji transferini ATP molekülü sağlar.

Yani hücredeki ekzergonik tepkimeler sonucu açığa çıkan enerji ATP molekülünde tutulur ve endergonik reaksiyonların gerçekleşmesi sırasında da serbest bırakılır.

Bu açıdan değerlendirildiğinde ATP sentezi endergonik yani enerjiye ihtiyaç duyan, ATP yıkımı ise ekzergonik yani enerji salan bir olaydır.



Hücrede tepkimenin başlaması için gereken aktivasyon enerjisi ATP harcanmasıyla mümkün olur. Bazı enzimatik reaksiyonların gerçekleşmesi için ATP kullanılmaz. Örneğin nişastanın ya da proteinin hidroliz edilmesi gibi.



İster endergonik, ister ekzergonik olsun tüm kimyasal tepkimelerin başlayabilmesi için **aktivasyon enerjisi** denilen bir engelin aşılması gereklidir.

Aktivasyon enerjisi, enzimler konusunda da hatırlanacağı gibi kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için tepkimeye girecek moleküllerin sahip olmaları gereken en düşük enerji seviyesini ifade eder.

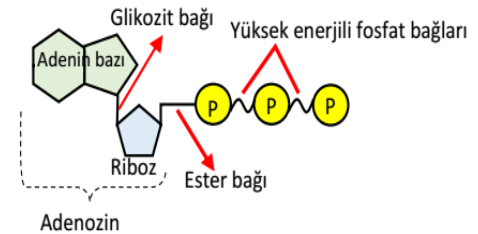
Bu enerji engelinin aşılması için akla gelen ilk yol molekülleri ısıtma suretiyle kinetik enerjilerini artırıp birbirlerine çarpmalarını ve dolayısıyla tepkimenin gerçekleşmesini kolaylaştırmaktır. Ancak canlı sistemlerin temeli proteine dayalı yapılarından dolayı bu yol, hücrede gerçekleşecek tepkimeler için akılcıca değildir.

Enzimlerin temel vazifesi de aktivasyon enerjisi engelini aşmada yardımcı olmak, tepkimelerin vücut sıcaklığında gerçekleşmesine olanak sağlamaktır. Hücrede tepkimenin başlaması için gereken aktivasyon enerjisi ATP harcanmasıyla mümkün olur. Bazı enzima-

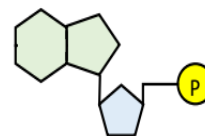
- ATP, tüm canlı hücrelerde enerji transfer molekülü olarak kullanılır.
- ATP, nükleotid yapılı bir moleküldür.
- ATP molekülü hücre içinde üretilir ve tüketilir.
- ATP enerjiyi depolar, ancak kendisi hücrede depolanmaz ve hücreler arası boşluğa çıkamaz.
- Bir hücrede üretilen ATP molekülü başka bir hücreye transfer edilemez.

Her canlı hücre kendi ATP molekülünü üretmek ve tüketmek zorundadır. Örneğin insana ait bir çizgili kas hücresi saniyede 10 milyon ATP yapar ve yıkar. Yetişkin bir insanda günlük üretilen ve yıkılan ATP miktarı 70 kilogramdır.

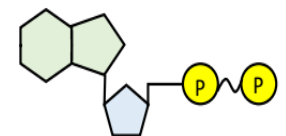
ATP ya da uzun adıyla adenozintrifosfat molekülü, adenin bazı, riboz şekeri ve 3 fosfat grubundan oluşur. Bunlardan baz ve şeker organik, fosfat grupları ise inorganik yapıdır.



Adenozin
Şekil: ATP molekülünün yapısı



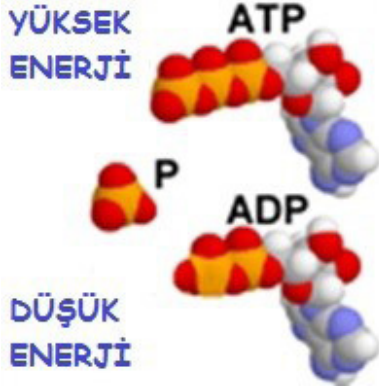
Şekil: AMP (Adenozin mono fosfat)



Şekil: ADP (Adenozin di fosfat)

ATP'nin enerji depolama ve transfer etme yeteneği yapısındaki fosfat grupları arasındaki yüksek enerjili bağlardan kaynaklanmaktadır. Bu bağlar oldukça kararsız ve zayıftır.

ATP molekülünün yapısındaki bir fosfat grubunun çıkarılması sonucunda ADP ve Pi olarak sembolize edilen inorganik fosfat kalırken yaklaşık 13.000 kalorilik enerji açığa çıkar.



ATP molekülün enzim kontrolünde hidroliz edilerek içindeki enerjinin açığa çıkarılmasına defosforilasyon denir.

Ekzergonik bir reaksiyon olan defosforilasyon sonucu açığa çıkarılan enerji endergonik reaksiyonlarda kullanılır.



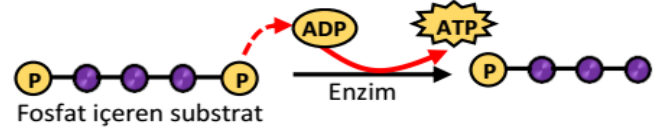
Güneş ışığı kaynaklı ya da besinlerin yıkılması sonucunda açığa çıkan enerjinin ADP molekülüne fosfat bağlanması için kullanılması ile ATP sentezi gerçekleşir.

Fosforilasyon olarak adlandırılan ATP sentezi, endergonik bir olaydır.

Fosforilasyon 3 farklı şekilde gerçekleşebilir.

- Substrat düzeyde fosforilasyon (SDF)
- Fotofosforilasyon
- Oksidatif fosforilasyon (OF)

Substrat düzeyinde fosforilasyon



Enzimatik reaksiyonlarla ATP sentezidir. Bu şekilde ATP sentezi enzimlerin substratlarından kopardıkları fosfat grubunu ADP molekülüne aktarmaları sayesinde olur. Oksijenli ve oksijensiz solunumda, fermentasyon tepkimelerinde ortak olarak gözlenir.

Oksidatif fosforilasyon

Yükseltgenme indirgenme (oksidasyon redüksiyon) tepkimeleri neticesinde ATP sentezidir.

Fotofosforilasyon

Işık enerjisiyle ATP sentezidir. Klorofilin yükseltgenmesi ışık sayesinde gerçekleştiği için bu şekildeki ATP sentezi fotofosforilasyon olarak isimlendirilir.

Sonuç olarak, ATP'nin hücredeki rolü aşağıdaki şemada özetlenebilir.

