

Enzimler

- ✓ Metabolik olaylar canlı hücreler tarafından üretilen ve protein yapısında olan enzimler tarafından gerçekleştirilir
- ✓ Enzimler başlangıçta reaksiyona giren maddelerle (**sustrat**) geçici kimyasal bileşik oluşturur reaksiyon bitince yenilerini katalize etmek için eski formlarına döner.
- ✓ enzim reaksiyonları genellikle geri dönüşlüdür (reversible) ve ortamda yeterince ürün biriktiğinde veya substrat tam olarak parçalandığında reaksiyon yavaşlar ve durur

Endoenzimler (intrasellüler) enzimler:

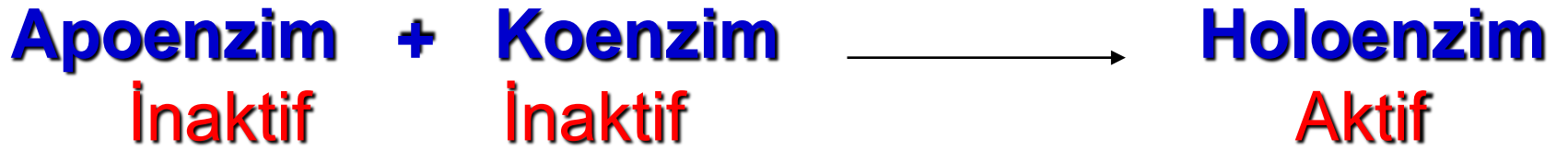
Hücre içinde sentezlenen ve metabolizma olayları için hücrede alıkonulan enzimlerdir.

Ekzoenzimler (ekstrasellüler) enzimler:

Dış ortama salgılanarak polisakkarit, protein, lipid gibi büyük moleküllü maddelerin parçalanmasında görev yapan enzimlerdir.

İzoenzimler (izozimler):

Aynı organizma tarafından sentezlenen ve kalitatif olarak aynı enzimatik aktiviteyi gösteren enzimlerdir.



Apoenzim

- ✓ İnaktif
- ✓ Protein yapısında
- ✓ Kolloidal
- ✓ Yüksek molekül ağırlıklı
- ✓ Isıya dayanıksız
- ✓ Taşıyıcı görevi yapar

Koenzim

- ✓ İnaktif
- ✓ Protein yapısında değil
- ✓ Düşük moleküllü
- ✓ Isıya dayanıklı
- ✓ Organik kısımdan oluşmuş

Preenzim (Zimogen)

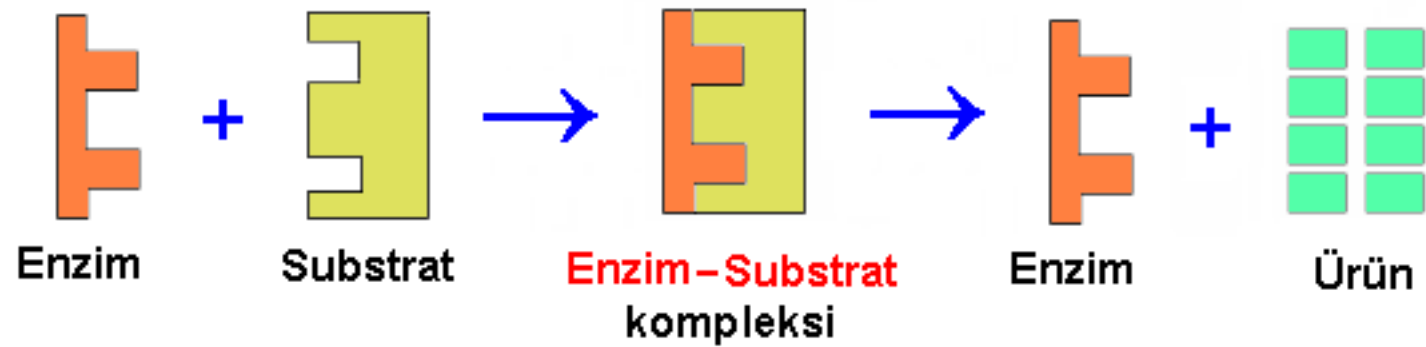
- ✓ Sentezlendiklerinde genellikle inaktif durumda olan enzimler.

Kofaktör (Aktivatör)

- ✓ Preenzimin aktivasyonunu sağlayan organik (vitamin) veya inorganik (mineral) kökenli bileşik.
- ✓ Örneğin; organik fosfatları parçalayan **fosfataz enzimi** **magnezyum** tarafından aktive edilir. Ayrıca Fe, Zn, Mn, Mo, Cu gibi iz elementler kofaktör olarak görev yaparlar.

Enzimlerin Etki Mekanizması

- Substratlar, enzimlerde bulunan ve bu amaca uygun şekilde değiştirilmiş, özel konfigürasyona sahip bölgelerle (aktif bölgeler) bağlantı kurarlar.
- Bu bağlantı tam olarak **kilit – anahtar** ilişkisi gibidir. Aktif bölgeler, kendi kimyasal yapılarına uymayan substratları itecek ve onlarla geçici bileşik oluşturmayacak şekilde düzenlenmiştir



Enzimlerin isimlendirilmesi

Substrata Göre İsimlendirme		Reaksiyona Göre İsimlendirme	
Substrat	Enzim Adı	Reaksiyon	Enzim Adı
Protein	Proteinaz	Oksidasyon	Oksidaz
Karbonhidrat	Karbonhidraz	Redüksiyon	Redüktaz
Lipid	Lipaz	Dekarboksilasyon	Dekarboksilaz
Üre	Üreaz	Hidrolizasyon	Hidrolaz

Enzimlerin sınıflandırılması

Enzimler kataliz ettikleri reaksiyonlara göre 6 gruba ayrılır:

1. Hidrolazlar

Su yardımıyla parçalanma (hidrolitik) sağlarlar. C-O veya C-N bağlarını etkiler.

- ✓ Esterazlar (**lipaz**, fosfataz)
- ✓ Karbohidrazlar (maltaz, **laktaz**, amilaz):
- ✓ Proteinazlar (proteaz, peptidaz)

2. Oksidoredüktazlar

✓ Hidrojen ve elektron nakledeleler, solunum ve fermantasyonda önemli etkileri vardır.

3. Transferazlar ve taşıyıcı enzimler

✓ Substrattaki amino, metil, fosfat, karboksil gibi fonksiyonel grupların transferini gerçekleştirirler.

4. Liyazlar

✓ Hidrolazlara benzer, ancak; substratı **parçalamak** için su vb. yardımcı maddeye ihtiyaç duymazlar.

5. İzomerazlar

- ✓ Organik bileşikleri izomerlerine dönüştürür (yapısal olarak yeniden düzenlenmesini), optik konfigürasyonda değişiklik oluşturur.

6. Ligazlar (Sentetaz)

- ✓ İki substratın birleştiği reaksiyonları katalize ederler.

Enzim aktivitesini etkileyen faktörler

Kimyasal maddeler

✓ Sıcaklık

Isı yükseldikçe enzimin katalize ettiği kimyasal reaksiyonların hızı da artar. Ancak enzimin çalışamayacağı yüksek sıcaklık uygulaması yapıyı bozarak aktiviteyi yavaşlatır, düşük sıcaklıklar ise aktiviteyi olumsuz etkiler. Her enzimin optimum aktivite gösterdiği bir sıcaklık derecesi vardır.

✓ **Ağır metaller** (Ag, Hg, Cu, Pb) ve tuzları, deterjanlar, florid, borat, formaldehit, hidrojen peroksit, asitler ve alkaliler olumsuz yönde etkiler.

✓ **pH**

Mikroorganizma türüne göre değişmekle birlikte, enzimler belirli pH aralıklarında çalışırlar. Optimum pH'dan uzaklaştıkça aktivite yavaşlar. Çok asit ve çok alkali ortamlar çalışma bakımından pek uygun değildir.

✓ **Substrat konsantrasyonu**

Ortamda substratın fazla olması ile aktivite arasında ilişki doğrusaldır. Ancak bu ilişki süreklilik göstermez. Enzim konsantrasyonu sabitse, belli bir sınırdan sonra substrat yoğunluğunun artmasının bir yararı olmaz.

✓ **Enzim konsantrasyonu**

Ortamda enzimin fazla veya az olması, katalize edilen reaksiyonun normal yürütülmesinde önemli bir faktördür.

✓ **Tuz konsantrasyonu**

Ortamda fazla miktarda madensel tuzların bulunması enzim aktivitesini olumsuz etkiler.

✓ **Diğer faktörler**

UV ışınları, proteinleri etkileyen diğer fiziksel ve kimyasal faktörler enzim aktivitesini de etkilemektedir.

Enerji üretimi

Canlı organizmalar enerjiyi iki yolla elde ederler;

- ✓ İndirek olarak enerjice zengin moleküllerden
- ✓ Direk fotosentezle

Fotosentez yapamayan insan, hayvan ve bakteriler madde halinde depo edilmiş enerji (kimyasal) kullanırlar.

Fotosentez

Bitkilerin, alglerin, planktonların ve bazı bakterilerin güneş ışığını kullanarak su ve karbondioksitten glikoz, nişasta ve diğer besin maddelerini üretmeleridir.

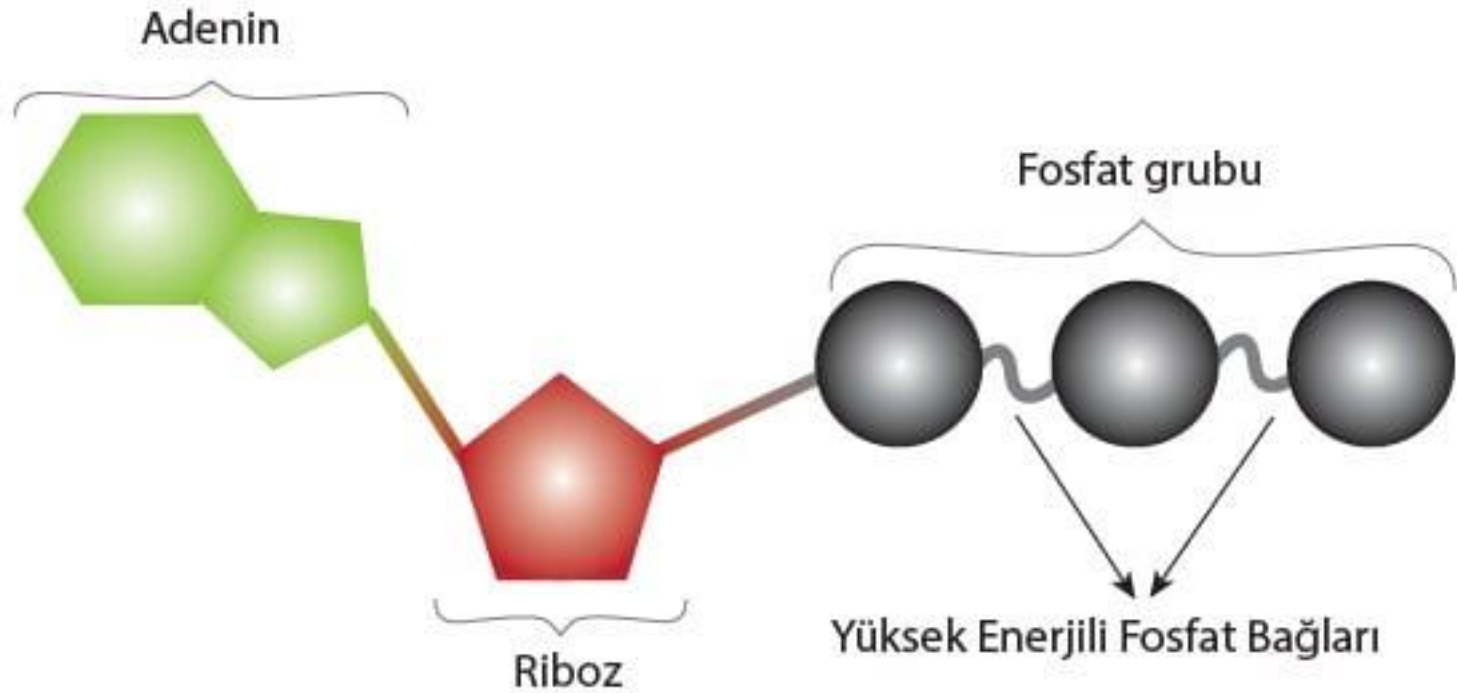
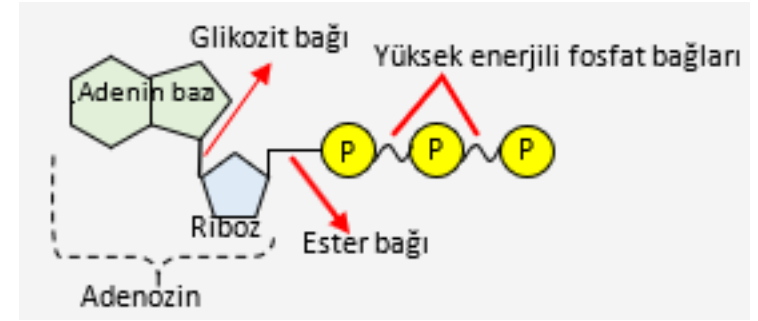
Fotosentez işleminde;

- ✓ su, hidrojen ve oksijene ayrılır
- ✓ hidrojen karbondioksitin karbonuna bağlanarak karbonhidratlar sentezlenir.

- Ökaryot ve prokaryotlar enerjice zengin organik kaynaklardan enerji elde etmek için onları okside ederler.
- Bu sırada da ATP olarak isimlendirilen organik molekül içindeki enerji açığa çıkar.
- ATP canlı hücreye dışardan girmez, karbonhidrat ve yağların oksidasyonu sırasında sentezlenir

ATP (Adenozin trifosfat)

- ✓ Canlı hücrelerin enerji pili
- ✓ Nakit kullanılabilir enerji formu



Biyolojik oksidasyon

- ✓ Mikroorganizmalarda, enerji oluşturan oksidatif nitelikteki biyokimyasal olaylara biyolojik oksidasyon (biyooksidasyon) adı verilir.
- ✓ Oksidasyon bir substratın oksijenle (O_2) birleşmesi veya substrattan hidrojen (H^+) veya elektronun (e^-) çıkması (dehidrogenasyon) olayıdır.

Biyooksidasyon 3 yolla olur:

1. Solunum (O_2 - Aerobik oksidasyon)
2. Fermantasyon (Organik maddeler - Anaerobik oksidasyon)
3. Anaerop solunum (Nitrat, sülfat gibi inorganik maddeler)

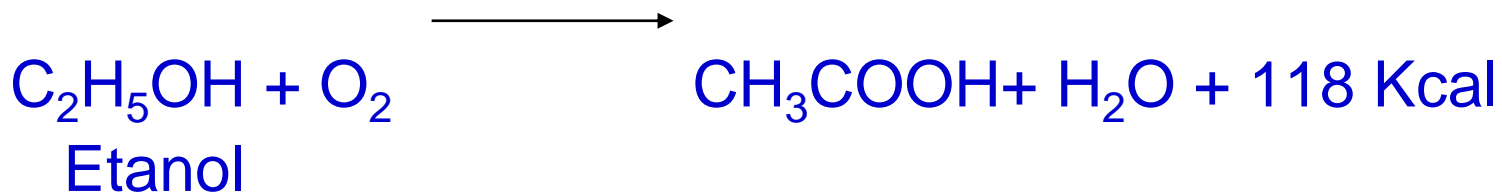
Solunum

➤ Organik ve inorganik substratların okside olarak moleküler oksijenle (O₂) birleşmesidir. Reaksiyon oksidaz enzimleri aracılığıyla yürütülür.

✓ *Saccharomyces cerevisiae* tarafından glikozun oksidasyonu;



✓ Şaraptan sirke asidinin oluşması;



Fermentasyon

- ✓ Fakültatif ve anaerop mikroorganizmalar meydana getirilir.
- ✓ Hidrojen alıcısı olarak N, CO, CO₂, KNO₃, C, SO₄ gibi inorganik maddeler ve organik maddelerden yararlanır.
- ✓ Anaerobik koşullarda organik substratların hidrojen alıcısı olarak kullanılmasına **fermentasyon** veya **glükolizis** adı verilir.



Anaerobik solunum

Nitrat solunumu

- ✓ Nitrat solunumunda, nitrat nitrite oradan da amonyak veya N_2 'a indirgenir.
- ✓ Bazı aerobikler, anaerob şartlarda nitratı H-Akseptör olarak kullanıp enerji elde ederler ve bu işlem **nitrat solunumu** olarak adlandırılır.
- ✓ Nitrat bir çok mantar ve bakteriler tarafından azot kaynağı olarak kullanılır.

Sülfat Solunumu (Desülfirikasyon):

- ✓ Bitkiler ve mikroorganizmaların çoğu sülfatı kükürt kaynağı olarak kullanır.
- ✓ Kükürtlü amino asitlerin sentezi için gerekli kükürt sülfat redüksiyonu ile sağlanır.
- ✓ Sülfat solunumunun yan ürünü H_2S 'dür
- ✓ Burada H-verici maddeler organik asitler, moleküler hidrojen ve alkollerdir. H-alıcı ise sülfattır.