



# ENZİMLER

Biyokimya Anabilim Dalı

## ● Enzimler- Tanım ve Genel Özellikler

- Yaşayan organizmalarda biyolojik reaksiyon katalizörleridir.
- Aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonların hızlarını arttırmaları, kendileri değişikliğe uğramaz.
- Geçiş durumunu stabilize ederler.
- Reaksiyon denge sabitlerini ve sistemin termodinamik özelliklerini değiştirmezler.
- Ribozimler adı verilen bir grup katalitik RNA molekülü dışında protein yapısındadırlar.
- Farklı şekillerde spesifite sergilerler (Mutlak spesifite, grup spesifitesi, bağ spesifitesi, stereokimyasal spesifite).
- Biyolojik ortamdan izole edildikten sonra da aktivite gösterebilirler.
- Molekül ağırlıkları 10000-2000000 arasında değişmektedir.
- Reaksiyonların hızını, kimyasal katalizörlere göre 10<sup>9</sup> kattan fazla arttırabilirler.



# Enzimler aşağıdaki parametreleri nasıl etkilerler???

- Aktivasyon enerjisi
- Geçiş durumunun stabilizasyonu
- Reaksiyonun serbest enerji değişimi (Reaksiyonun  $\Delta G$ -Gibbs Enerji değişimi)

## ● Enzimlerle ilgili temel kavramlar

Enzimlerin katalizör olarak etki ettikleri maddelere **substrat** adı verilmektedir. Enzimler, substratları ile **aktif bölge** adı verilen oyuk-cep şeklindeki bölgeleri üzerinde etkileşirler.

Enzimlerin aktivite gösterebilmeleri için gerekli olan ve protein yapısında olmayan gruplara **kofaktör** denilmektedir. Demir, çinko gibi metal iyonları kofaktörler arasında sayılabilir. Kofaktörler bir metal iyonu olabilecekleri gibi **koenzim** adı verilen kompleks organik bir bileşik de olabilirler. Bazı durumlarda aktivite için her iki grup da gerekebilir.

Katalitik olarak aktif olan enzim ile kofaktör kompleksine birlikte **haloenzim** adı verilir. Kofaktör içermeyen enzimin protein kısmına ise **apoenzim** adı verilmektedir.

**İzoenzim (izozim):** Aynı reaksiyonu katalizleyen ancak bir kaç aa dizisinde farklılık gösteren enzim varyantlarıdır.

## ● Enzimlerle ilgili temel kavramlar

Enzime ya da proteine kovalan olarak ve kolaylıkla uzaklaştırılmayacak şekilde sıkı bağlara bağlanmış olan kofaktörlere "**prostetik grup**" adı verilir. Örneğin "sitokrom C" deki "hem" grubu, prostetik gruptur.

# •Enzim Substrat Bağlanmasına ilişkin hipotezler

- Anahtar kilit hipotezi →→ Substrat, enzimin aktif bölgesi ile, adeta bir anahtarın kilite olan uyumu gibi tam bir tamamlayıcı uyum ve gösterir.
- İndüklenmiş uyum (Induced fit) hipotezi →→ Enzim, substrata bağlanırken enzim aktif bölgesinde konformasyon değişikliğine uğrayarak substrata tam olarak uyumlu hale gelir.



Enzimler, sadece bir ya da birkaç substratla etkileşime girebilen ve sadece bir tipteki reaksiyonu katalizleyen oldukça spesifik biyokatalizörlerdir.

Bazı enzimler stereospesifite özelliği göstermektedir.

# Enzimlerin Sınıflandırılması

Bir enzimin iki ismi bulunmaktadır. Bu isimlerden birincisi, tavsiye edilen ve günlük kullanım için uygun olan adıdır. İkincisi ise enzimin, belirsizlik durumunda tanımlanması gerektiğinde kullanılan daha sistematik olan tam adıdır.

1. Tavsiye edilen isim: Genellikle en çok kullanılan enzimlerin isimleri, o reaksiyonda kullanılan substratın sonuna –az takısı eklenerek elde edilir (üreaz, glukozidaz gibi). Ancak bu isimlendirmeye uymayan ve ismi, katalizlediği reaksiyonla ilgili fikir vermeyen enzim adları da vardır (pepsin, tripsin gibi).
2. Sistematik isim: Bu tür isimlendirmeye göre enzimler 6 sınıfa ayrılmaktadır.



# Enzimlerin Sınıflandırılması

- Enzimleri 6 sınıfa ayıran bu sınıflandırma, International Union of Biochemistry and Molecular Biology (**IUBMB**) tarafından yapılmıştır.

# Enzimlerin Sınıflandırılması

## 1- Oksidoredüktazlar:

Oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarını katalizlerler.

- Dehidrogenazlar
- Oksidazlar
- Redüktazlar
- Peroksidazlar
- Katalaz
- Oksijenazlar
- Hidroksilazlar

# Enzimlerin Sınıflandırılması

## 2- Transferazlar

C-, N- veya P- içeren grupların transfer reaksiyonlarını katalizlerler.

- Transaldolaz ve transketolaz
- Açıl, metil, glukozil ve fosforil transferazlar
- Kinazlar
- Fosfomutazlar

# Enzimlerin Sınıflandırılması

## 3- Hidrolazlar

Su varlığında bağların kırılma reaksiyonlarını katalizlerler.

- Esterazlar
- Glukozidazlar
- Peptidazlar
- Fosfatazlar
- Tiyolazlar
- Fosfolipazlar
- Amidazlar
- Deaminazlar
- Ribonükleazlar

# Enzimlerin Sınıflandırılması

## 4- Liyazlar

C-C, C-S ve belirli C-N bağlarının kırılma reaksiyonlarını katalizlerler.

- Dekarboksilazlar
- Aldolazlar
- Hidratazlar
- Dehidratazlar
- Sentazlar
- Liyazlar

# Enzimlerin Sınıflandırılması

## 5- İzomerazlar

Optik ya da geometrik izomerlerin rasemizasyon reaksiyonlarını katalizlerler.

- Rasemazlar
- Epimerazlar
- İzomerazlar
- Mutazlar

# Enzimlerin Sınıflandırılması

## 6- Ligazlar

Su varlığında bağların kırılma reaksiyonlarını katalizlerler. C ve O, S, N arasındaki bağların oluşumunu, ATP ve GTP gibi yüksek enerjili fosfatların hidrolizi ile kenetli olarak katalizlerler.

- Sentetazlar
- Karboksilazlar