



# KGPI31 GIDA KİMYASI



# ENZİMLER

- Enzimler bir kimyasal reaksiyonun hızını artıran ve katalizledikleri reaksiyon sırasında tüketilmeyen protein katalizörleridir.
- Enzimler olmazsa vücut canlılığını sürdüremez.
- Sindirim, solunum, büyüme, kas kasılması, fotosentez vb. Daha birçok fiziksel ve kimyasal olayların oluşumunda enzimler rol oynar.
- Enzimler protein yapılıdır. Primer-sekonder-terciyer ve nadiren quarterner yapı gösterirler.
- Enzimler E.C. (= Enzyme comission) ye göre sınıflandırılırlar. E.C.1.4.3.6 gibi.

- Bazı enzimler yalnız proteinden oluşmuştur. Fakat çoğunluğunda yapı ve görev bakımından farklı olan “**apoenzim**” ve “**koenzim/kofaktör**” olarak adlandırılan iki ayrı grup bulunur.
- **Apoenzim**, enzimin özgünlüğünü ( spesifikliğini ) yani sadece özel bir reaksiyonu katalize etme ve başka bir reaksiyonda görev yapma özelliğini sağlayan kısmıdır. Protein yapısındadır. Isı ile kolayca “denatüre” ( proteinin doğal özelliğinin kaybolması) olur.
- **Koenzim (kofaktör )** ise enzimin yardımcı ve etkin biçimidir. Tek başına etkili değildir. Etkinlik gösterebilmesi için apoenzime ihtiyaç duyar. Organik ya da inorganik maddelerden meydana gelmiştir. En önemli yardımcı enzimler vitaminlerdir. Eğer bir koenzim apoenzime kolay ayrılmayacak bir şekilde sıkıca bağlı ise o zaman koenzime “prostetik grup” adı verilir. Apoenzim ile koenzimin birlikte oluşturduğu gruba tam enzim anlamına gelen haloenzim ( aktif enzim ) denir.

# HALOENZİM → APOENZİM + KOENZİM/KOFAKTÖR

## Enzimler İçin Kofaktör Olarak Görev Yapan Bazı İnorganik Elementler

Cu <sup>+2</sup>	Sitokrom oksidaz
Fe <sup>+2</sup> ve Fe <sup>+3</sup>	Sitokrom oksidaz, katalaz, peroksidaz
K <sup>+</sup>	Piruvat kinaz
Mg <sup>+2</sup>	Heksokinaz, glukoz 6-fosfataz, pirüvat kinaz
Mn <sup>+2</sup>	Arjinaz, ribonükleotit redüktaz
Mo	Dinitrogenaz
Ni <sup>+2</sup>	Üreaz
Se	Glutasyon peroksidaz
Zn <sup>+2</sup>	Karbonik anhidraz, alkol dehidrogenaz, karboksipeptidaz A ve B

- **Enzimler nasıl çalışır?** Enzimin substratı ile reaksiyon verdiği bölge aktif bölge (aktif merkez) ve aktif bölgeye bağlanan molekül de substrat olarak adlandırılır. Aktif merkezdeki aminoasitler ve bunların grupları substrat ile bağlanır ve kimyasal dönüşümü gerçekleştirir.
- Enzimler genellikle renksizdir ve suda çözülür. Enzimlerin etki ettiği maddelere **substrat** denir. Reaksiyon sonunda meydana gelen maddeye ise ürün adı verilir. S (substrat) ve P (product/ürün) arasında bir enerji bariyeri vardır: geçici stabil olmayan yüklerin oluşumu, fonksiyonel grupların aktarılması, bağların yeniden düzenlenmesi her iki yönlü olarak enerji gerektirir.
- Molekülün bu yüksek enerji bariyerini geçmesi gerekir. Bu yüksek enerji seviyesi **transisyon durumu (geçiş durumu)** dur. Bu bağ oluşumu ve yıkılması için gerekli olan enerji seviyesidir.

- Enzim substrat ilişkisi anahtar ile kilidin uyumuna benzer. Enzim molekülünde aktif bölge denilen özel bir bölüm vardır. Enzim substratına geçici olarak aktif bölgeden bağlanır ve substrat-enzim bileşiği ( SE ) oluşur. Daha sonra substrat ürüne veya ürünlere dönüşür. Enzimler ise reaksiyondan değişmeden çıktıkları için tekrar tekrar kullanılabilir.

## ■ Enzimin substrata bağlanması 2 şekilde olur:

1. Anahtar kilit modeli: bu modelde enzimin aktif merkezi substrata birebir benzer.
2. Uyarılmış uyum modeli: bu modele göre enzimin aktif merkezi,enzim substrattan uzakta olduğu dönemde substrata benzerlik göstermez. Enzim substrata yaklaştıkça enzimin aktif merkezi substratın şeklini alır.



# ENZİMLERİN ADLANDIRILMASI


- Enzimler aktif ya da inaktif ( pasif=etkisiz) durumda olmalarına göre adlandırılır. Eğer enzim inaktif durumda ise substratının sonuna “jen”eki getirilerek adlandırılır. (Örnek: pepsinojen).
- Enzim aktif durumda ise, etki ettikleri maddenin sonuna “ase=az” eki getirilerek adlandırılır.(Örnek: maltaz, lipaz) aktif durumdaki enzimler etki ettiği reaksiyon çeşidine göre de adlandırılır. (Örnek: dekarboksilasyon (organik asitlerden karboksil grubunun ayrıldığı reaksiyon) reaksiyonunu katalizleyen dekarboksilaz). Çok azda “İN” takısı getirilerek adlandırılan özel enzimler vardır. Bunlar genellikle proteolitik enzimlerdir. (Pepsin, kimotripsin, tripsin)
- Enzimler etkili olduğu substratın sonuna “litik” eki getirilerek de isimlendirilirler. (Örnek: proteinleri parçalayan enzimlere “proteazlar” denilebildiği gibi “proteolitik enzimler”de denilir.)

## ■ ENZİM AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- 1- Ortam pH'sı
- 2- Sıcaklık
- 3- Enzim Konsantrasyonu
- 4- Substrat “
- 5- Zaman
- 6-Reaksiyon Ürünü
- 7- Çeşitli İyonların Değişimleri, Özellikleri
- 8- Işık ve Diğer Fiziksel Faktörlerin Etkisi

# ENZİMLERİN SINIFLANDIRILMASI

- Enzimler salgılanıp faaliyet gösterdikleri yere göre sınıflandırılır.
  1. Hücre içinde bulunup, orada aktivitesini gösteren enzimlere “hücre içi”( endojen ),
  2. Salgılandıkları yerden başka yerde faaliyet gösterenlere ise “hücre dışı”(eksojen )enzimler denir.
- IUB (Uluslararası Biyokimya Birliği) tarafından enzimler yaptıkları işe göre 6 sınıfa ayrılmıştır. Enzimler ayrıca etki ettikleri reaksiyon çeşidine göre de sınıflandırılmıştır. Bunlar:



**1. Oksidoredüktazlar:** oksidasyon-redüksiyon yani yükseltgenme indirgenme reaksiyonlarını katalize eden enzimlerdir. İki gruba ayrılırlar. Oksitlenme reaksiyonlarında ya moleküle oksijen eklenir ya da molekülden hidrojen ayrılır. Böylece + ( artı ) değerin artmasıyla bileşik yükseltgenir. Redüklenme ise bunların tersidir. Oksidasyon-redüksiyon tepkimelerini düzenleyen enzimler şunlardır:

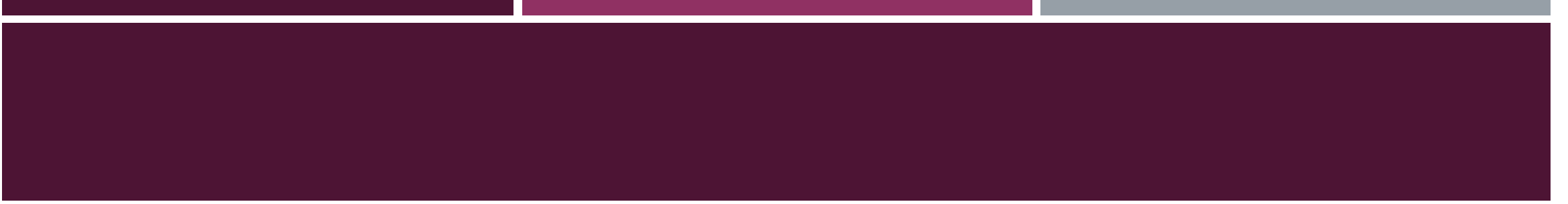
**2. Transferazlar:** hidrojen dışında bir atom veya atom grubunu bir molekülden diğerine aktarırlar. Örnek, transaminaz (amino asitlerdeki amin grubuna aktarır), fosforilaz (fosfat grubunu aktarır)vb.

**3. Hidrolazlar:** kimyasal tepkimede büyük moleküllerin yıkılması için kimyasal bağa su eklemek yoluyla veya başka bir grubu suya çevirerek kolay kullanılabilir hale getiren enzimlerdir. Örnek, proteazlar, karbonhidrazlar, lipazlar vb.

**4. Liyazlar:** C-O, C-C, C-N gibi bağların hidroliz veya oksidasyondan farklı bir yolla kırılmasını katalizleyen enzimlerdir. Bu bağların kırılması anında ya substrattan bir grup ayrılmakta ya da substrattaki bir çift bağa bir grup eklenmektedir. Örneğin, fumaraz malik asitten suyun ayrılmasını ve fumarat oluşumunu katalizlemektedir.

**5. İzomerazlar:** molekül içinde değişiklik yaparak onun uzayda dizilişini değiştiren enzimlerdir. Örnek olarak rasemazlar, trans izomerazlar verilebilir.

**6. Ligazlar (sentetazlar):** enerji kullanarak substrat moleküllerinin birbirine kovalent bağla bağlanmasını sağlayan enzimlerdir. Örneğin, aminoasitlerin veya yağ asitlerinin aktifleşmesi vb.



- Enzim reaksiyonları
- Enzimlerin reaksiyonları katalizlemesi (reaksiyon hızını arttırması) diğer katalizörlerden daha hızlıdır. Her kimyasal reaksiyonun gerçekleşmesinde aşılması gereken bir enerji vardır. Bu enerji engeline “aktivasyon enerjisi” (substratın ürüne dönüşmesi için gerekli enerji) denir ve birimi kalori/mol’dur. Reaksiyon hızı, aktivasyon enerjisine bağlıdır.

# KAYNAKLAR

- Saldamlı, İ. 1998. Gıda Kimyası. H. Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Tayar, M. ve Çıbık, R., 2011. Gıda Kimyası. Dora Yayıncılık.