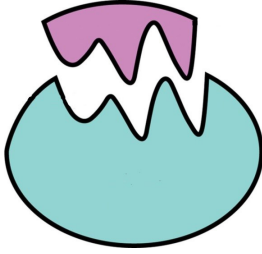
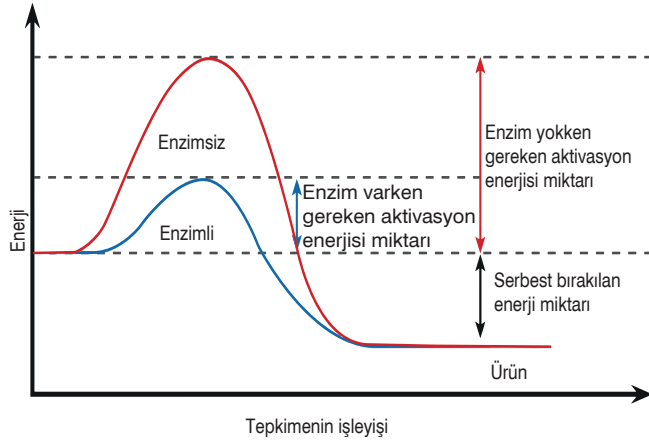


ENZİMLER

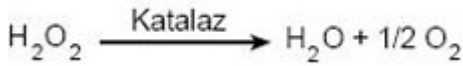


Hücrelerde sentezlenen ve çoğunlukla hücre dışında da etkinliklerini sürdüren, aktivasyon enerjisi engelini düşürerek kimyasal tepkimelerin daha düşük sıcaklık derecelerinde ve daha hızlı gerçekleşmesini sağlayan çoğunlukla protein yapılı (bazıları RNA yapılı) katalizörlere **enzim** denir.



Enzimler kimyasal reaksiyonların daha hızlı gerçekleşmesini sağlarlar, ancak tepkimede salınan ya da çevreden alınması gereken enerji miktarını değiştirmezler. Yani enzimi kullanılsa da kullanılmasa da reaktiflerin toplam enerjisi ile ürünlerin toplam enerjisi arasındaki fark daima aynıdır.

Enzimlerin kimyasal reaksiyonları ne kadar hızlandırdığını anlamak için şu örnek yeterli olur. Bir Hidrojen peroksit molekülü (H_2O_2) enzimsiz ortamda 300 senede parçalanabilirken, katalaz enzimi 1 saniyede 5.000.000 H_2O_2 molekülünü parçalayabilir.



UNUTMA !

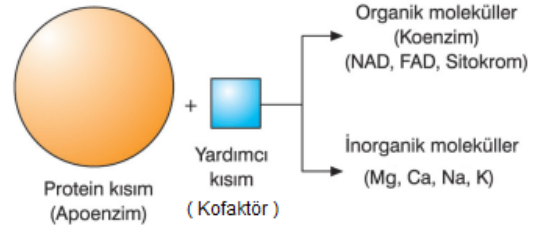
Enzimler katalizledikleri reaksiyonları 10^5 ile 10^{17} kat arasında hızlandırırlar.

Enzimler reaksiyonda alınan ya da salınan enerji miktarını değiştirmezler.

Enzimler yapılarına göre;

- Basit ve
- Bileşik enzim

olmak üzere 2 farklı biçimde olabilirler.



Basit enzimler sadece proteinden meydana gelir. Metabolik aktivite için yardımcı kısma gerek duymaz. Pepsin ve üreaz bu tür enzimlerdir.

Bileşik enzimlerde apoenzim olarak adlandırılan protein kısım yanında, prostetik grup ya da diğer adıyla yardımcı grup da bulunur.

Apoenzim kısmı enzimin hangi maddeye etki edeceğini belirlerken yardımcı grup da enzimi çalışır hale getirir.

Yardımcı grup (kofaktör) Fe^{+2} Mn^{+2} Mg^{+2} Zn^{+2} gibi inorganik iyonlardan oluşabilir. Eğer yardımcı grup vitaminler gibi organik yapıya ise özel olarak koenzim adını alır.

Apoenzimle yardımcı grup arasındaki ilişki elinde kazma olan bir işçi örneğiyle daha anlaşılabilir hale gelebilir. Kazılacak yeri belirleyen işçi bileşik enzimde enzimin etki edeceği maddeyi seçen apoenzim kısmıyla, işçiyi çalışır hale getiren kazma ise apoenzimi aktifleştiren yardımcı gruba benzetilebilir.

Bileşik enzimlerin yapısında bulunan apoenzim kısmı sadece tek bir çeşit yardımcı gruba çalışır hale gelebilirken; bir yardımcı grup çeşidi birden fazla apoenzimi aktifleştirebilir. Bu durumda hücredeki apoenzim çeşidi, sayısı yardımcı grup çeşidi sayısından fazla olacaktır.

Kısaca bir işçi tek bir kazma ile çalışabilirken, bir kazma birden fazla işçi tarafından kullanılabilir.

UNUTMA !

Hücrelerde apoenzim çeşidi sayısı yardımcı grup çeşidi sayısından fazladır.

Enzimlerin Özellikleri

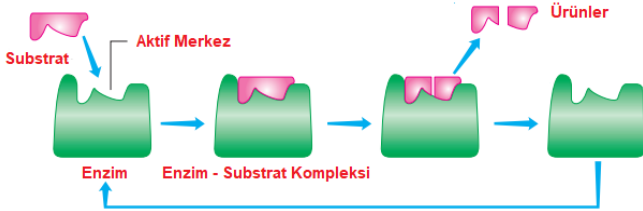
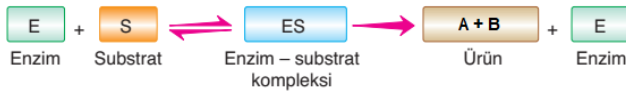
Enzimlerin etki ettiği maddeye **substrat** denir.

Apoenzim enzimin, substratını tanıyan kısmıdır. Protein kısımdaki aktif merkez kendine özgü bir şekle sahiptir. Enzim substratına aktif merkezden geçici olarak bağlanır. Enzim biçim değiştirerek substratı sarmalar ve substrat – enzim bileşiği (SE) oluşur.

Enzimin etkisiyle, substrat ürüne dönüşür.

Ürünler serbest bırakılır.

Enzim eski şekline dönerek yeni bir substrata bağlanmaya hazır hale gelir.

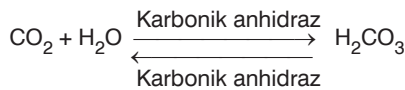


UNUTMA!

Enzim ve substratı arasındaki ilişki indüklenmiş uyum modeli ile açıklanır.

Enzim substrat kompleksi oluşurken hem enzim hem de substrat şekil değişikliğine uğrar.

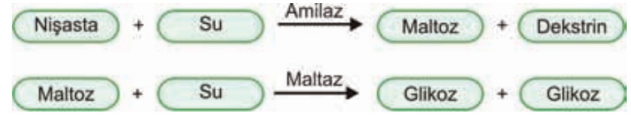
Enzimler genellikle çift yönlü çalışır. Yani enzimlerin rol aldığı tepkiler tersinirdir. (Bir enzim yürüttüğü reaksiyonu tersine de yürütebilir.) Sindirim enzimleri bu genellemenin dışındadır.



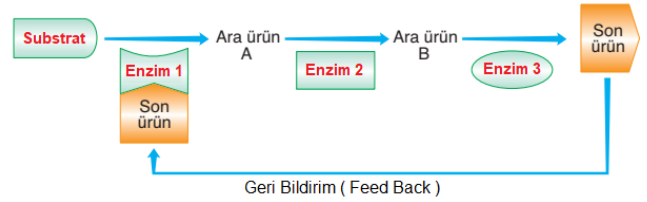
Enzimler, hiçbir değişikliğe uğramadan reaksiyondan ayrılırlar. Bu nedenle aynı reaksiyon çeşidinde defalarca kullanılabilirler.

Yapısı bozulan enzimler parçalanır ve yenileri sentezlenir.

Enzimler hücrede takım halinde çalışırlar. Yani bir enzimin ürünü, başka bir enzimin substratı olabilir.



Takım halinde çalışan enzimlerin aktiviteleri geri besleme mekanizması ile denetlenir. Miktarı yeterli düzeye ulaşan son ürün, ilk enzime bağlanarak tepkimeyi durdurur. Buna **son ürün inhibisyonu** denir. Hücrede son ürün tükendiğinde enzimler tekrar çalışmaya başlar.



Enzimler, aktif ya da inaktif olmalarına göre adlandırılır.

İnaktif enzimler substratlarının ya da yürüttükleri (katalizledikleri) reaksiyonun sonuna getirilen **-jen** eki ile adlandırılırlar. (pepsinojen, tripsinojen vb. şekilde)

Aktif enzimler ise substratlarının ya da yürüttükleri (katalizledikleri) reaksiyonun sonuna getirilen **-az** eki ile adlandırılırlar. (Oksidaz, maltaz, sukraz, lipaz, ribonükleaz vb. şekilde)

Enzimler, hücrede üretilir. Hücre içinde ve dışında çalışırlar. Yapay olarak üretilen enzimler de mevcuttur.

Vücutta hangi tip enzimlerin sentezleneceğinin bilgisi genlerde taşınır.

Genin yapısının bozulması o genin sentezlettiği enzimin oluşturmaması sonucunu doğurur.

DNA, RNA ve ATP sentezinde görev alan enzimlerin sentezlenmemesi hücrenin ölümüne sebep olur.

UNUTMA!

Enzimler hücre içinde genlerin kontrolünde sentezlenir ve bazı enzimler hücre dışında da çalışabilir.

Enzim etkinliğini artıran maddelere aktivatör, durduran maddelere ise inhibitör denir.

Enzimlerin Çalışmasına Etki Eden Faktörler

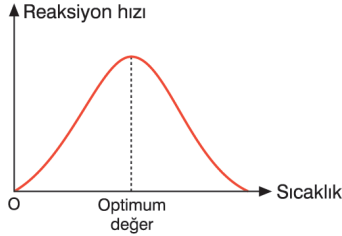
Sıcaklık

Enzimler çoğunlukla protein yapılı olduklarından ortamdaki sıcaklık değişimlerinden etkilenirler. Enzimlerin en iyi çalışabileceği sıcaklığa **optimum sıcaklık** denir.

Enzimler genellikle 30 – 40 °C arasında maksimum etkinlik gösterirler. (İnsanda optimum sıcaklık 37 °C dir.)

Bir enzimatik tepkimenin hızı belirli bir noktaya kadar, artan sıcaklığa bağlı olarak artar. Bunun nedeni sıcaklık artışından dolayı substratların hızlı hareket etmesi ve enzimin aktif merkeziyle daha sık çarpışmasıdır.

Ancak belirli bir sıcaklığın üzerine çıktığında enzimler denatüre olduğundan (aktif merkezin yapısı bozulduğundan) enzimatik tepkimenin hızı aniden düşer.



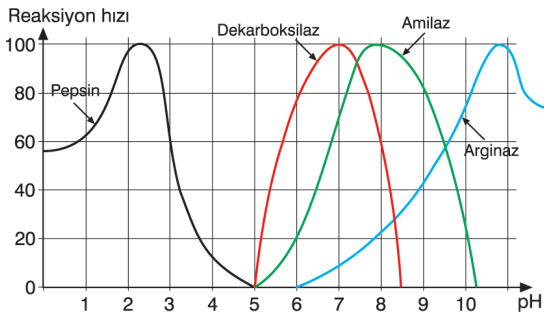
Yüksek sıcaklık derecelerine çıktığında enzimlerin yapısı tamamen bozulduğundan sıcaklık normale dönse dahi tepkime gerçekleşmez.

Düşük sıcaklıklarda ise enzim etkinliği durur fakat enzimin yapısı bozulmadığı için sıcaklık değerleri normale çıktığında tekrar faaliyet gösterirler.

Ph

Her enzimin optimum çalışma gösterdiği bir sıcaklık derecesi olduğu gibi aktif olduğu bir Ph değeri de vardır.

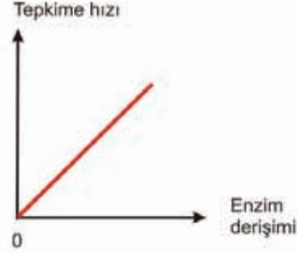
Enzimler genellikle Ph ın 6 – 8 arasında olduğu aralıklarda çalışırken, her enzimin kendine özgü optimum Ph değeri vardır.



Enzim Derişimi (Enzim Yoğunluğu)

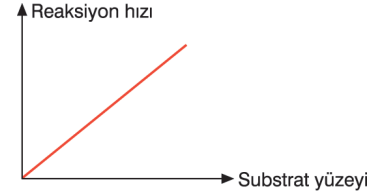
Ortamda yeteri kadar substrat varsa, enzim derişiminin artması reaksiyon hızını artırır.

Ortamda belirli miktarda substrat varsa enzim derişiminin artırılması reaksiyon hızı maksimuma ulaştıktan sonra artmaz.



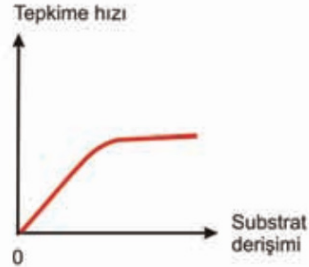
Substrat Yüzeyi

Enzim etkinliği substrat yüzeyinden başladığı için substrat yüzeyinin artırılması kimyasal tepkimenin hızlanmasını sağlar.



Substrat Derişimi

Substrat derişiminin artırılması bütün enzimler substrata doyuncaya kadar reaksiyonu hızlandırır. Ancak tüm enzim molekülleri substrata doyduğu anda reaksiyon hızı sabit kalır.



Su (H₂O)

Enzim faaliyeti ancak su bulunduran ortamlarda gerçekleşir.

Enzimler su oranı % 15'in altında olan ortamlarda çalışmazlar. Bu sebeple taze meyve ve sebzeler ancak birkaç gün bozulmadan saklanabilmesine rağmen, aynı sebze ve meyvelerin kuruları uzun süre bozulmadan saklanabilirler.

Kimyasal Maddelerin Etkisi

Bazı maddeler enzimin etkinliğini artırırken, bazıları durdurur.

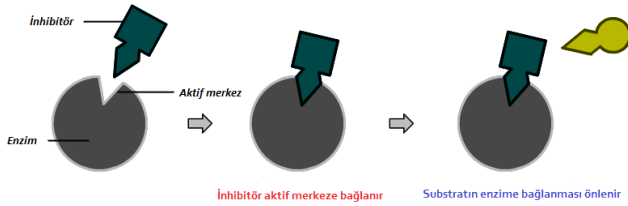
Enzim etkinliğini artıran maddelere **aktivatör** madde denir. Örneğin midede üretilen pepsinojen ancak yine mide tarafından üretilen HCl ile etkileşerek çalışır hale gelir.



Enzim etkinliğini durduran (organik veya inorganik yapı) maddeler ise **inhibitör** adını alır.

Siyanür, kurşun, cıva gibi ağır metal iyonları inhibitörler arasında sayılabilir. Örneğin siyanür solunum enzimlerini inhibe ederek hücrenin enerji üretimini durdurur.

İnhibitör maddeler iki farklı şekilde enzim etkinliğini durdurur. Bu mekanizmalardan ilkinde inhibitör madde enzimin aktif merkezine bağlanır ve substratla enzimin birleşmesini önler.



İkinci tip inhibisyon mekanizmasında ise inhibitör enzimin aktif merkezinin şeklini değiştirerek substratla enzimin birleşmesini önler.



UNUTMA !

Substrat yoğunluğu artırılarak yarışmacı inhibitörlerin etkisi zayıflatılabilir.

DOĞRU - YANLIŞ SORULARI

- (.....) Kimyasal reaksiyonların başlayabilmesi için aktivasyon enerjisi engeli aşılmalıdır.
- (.....) Aktivasyon enerjisi engeli, kimyasal reaksiyonların belli bir düzende gerçekleşmesini sağlar.
- (.....) Aktivasyon enerjisi engeli sadece endergonik reaksiyonlar için geçerlidir.
- (.....) Canlı dış sistemlerde aktivasyon enerjisi engeli molekülleri ısıtmak suretiyle aşılabılır.
- (.....) Canlılarda kimyasal reaksiyonların daha düşük enerji seviyelerinde gerçekleşmesi gerekir.
- (.....) Enzim denen protein katalizörler aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonları hızlandırır.
- (.....) Enzimler reaksiyonda alınan ya da salınan toplam enerjiyi değiştirmezler.
- (.....) Enzimler protein yapılı olduklarından çalışmalarını sıcaklık değerlerinden etkilenir.
- (.....) Enzimler hücre içinde sentezlenir ve sadece hücre içinde çalışmalarını gerçekleştirirler.
- (.....) Hücreler için zehir etkisi yapan H_2O_2 (hidrojen peroksit) katalaz enzimiyle parçalanır.
- (.....) Basit ve tam enzimlerin yapısında protein kısmı bulunmak zorundadır.
- (.....) Bileşik enzimlerde yardımcı kısım olmadan enzim çalışır hale gelemez.
- (.....) Yardımcı grup inorganik yapılı ise koenzim, organik yapılı ise kofaktördür.
- (.....) Enzimin substratı ile etkileşime girdiği kısma aktif merkez denir.
- (.....) Aktif merkezin yapısı tüm enzimlerde aynı olduğundan her enzim her maddeye etki eder.
- (.....) Tam enzimdeki protein kısım apoenzim olarak adlandırılır ve bu kısım substratı seçer.
- (.....) Belli bir yardımcı grup sadece bir çeşit apoenzimi aktifleştirir.
- (.....) Hücredeki apoenzim ve yardımcı grup çeşidi sayısı aynıdır.
- (.....) Enzimler kimyasal reaksiyonlar sırasında harcanmaktadırlar.
- (.....) Sindirim enzimleri tersinir yani çift yönlü çalışamazlar.
- (.....) Bir enzimin ürünü olan bir molekül, başka bir enzimin substratı olabilir.
- (.....) Enzimatik reaksiyonlarda son ürün ortamda fazlaca birikirse ilgili reaksiyonlar durur.
- (.....) Hücrelerde inaktif halde bekleyen enzimlerin sonuna -az eki getirilir.
- (.....) Yapay olarak üretilen enzimler özellikle deterjan sanayiinde kullanılmaktadır.
- (.....) Enzim sentezinin bilgisi hücre DNA'sında taşınmaktadır.



Aşağıdaki ifadelerde boş bırakılan kısımları uygun şekilde doldurunuz.

- Bir kimyasal reaksiyonun başlaması için reaktiflerin sahip olması gereken minimum enerji seviyesine denir.
- Enzimler , molekülündeki şifrelere göre içinde sentezlenirler.
- Enzimlerin çok büyük bir kısmı yapılı, az bir kısmı ise yapılıdır.
- Enzimler hücre içinde sentezlenir. Hücre içinde ve etkinlik gösterebilirler.
- Enzimler yapılarına göre ve enzim şeklinde iki grupta değerlendirilir.
- Enzimlerin yapısındaki protein yapılı bölüm olarak adlandırılır.
- Tam enzimlerin kısmı enzimin substratını seçerken ise enzimi çalışır hale getirir.
- Enzimler aynı reaksiyon çeşidinde kullanılabilirler.
- Enzimin etki ettiği maddeye denir.
- Enzimin substratına bağlandığı bölgeye adı verilir.
- Hücrelerdeki çeşidi sayısı yardımcı grup çeşidi sayısından fazladır.
- Enzim etkinliğinin en fazla olduğu sıcaklık değerine sıcaklık değeri denir.
- Düşük sıcaklık değerleri enzim durdururken, yüksek sıcaklık değerleri enzimin olmasına sebep olur.
- Enzimler halinde çalışırken bir enzimin ürünü başka bir enzimin olabilir.
- Enzimlerin çoğu çift yönlü yani çalışırken, enzimleri bu genellemenin dışındadır.
- Takım halinde çalışan enzimlerin görev aldığı süreçlerde ortamda biriken ürün, reaksiyon zincirindeki enzime bağlanarak bu enzimi inhibe eder.
- Enzimler ya ya da katalizledikleri reaksiyonların sonuna getirilen eki ile adlandırılırlar.
- İnaktif enzimlerin isimlendirilmesinde eki kullanılırken, bu enzimleri aktive eden maddelere ise denir.
- İnhibitörler ile substratının birleşmesini engelleyerek enzim etkinliğini durdurur.
- Yarışmacı özellikteki inhibitörlerin etkisi ortamdaki miktarını artırarak engellenebilir.
- Enzimlerin çalışabilmesi için ortamda en az yüzde oranında suya ihtiyaç duyulur.
- Bir substrata çeşitte enzimler etki edebilir ve farklı ürünler oluşturabilirler.
- Enzim etkinliği substrat başladığı için fiziksel sindirim kimyasal sindirimi kolaylaştırır.
- Enzimler katalizledikleri reaksiyonda alınan ya da salınan toplam miktarını değiştirmezler.
- Enzimler katalizledikleri reaksiyonları 10^5 ila kat arasında hızlandırırlar.
- İnhibitör özellikteki maddeler veya organik yapıda olabilirler.
- Hidroliz olaylarında görev alan enzim grubu genel olarak olarak isimlendirilir ve bu enzimler harcamaz.