

ENZİMLER

AKTİVASYON ENERJİSİ

- Kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için tepkimeye girecek maddeye ait moleküllerin aktifleşerek belli bir enerji seviyesine ulaşması gerekir. Kimyasal tepkimelerin başlamasını sağlayan bu enerjiye **aktivasyon enerjisi** denir.
- Kimyasal tepkimenin gerçekleşeceği ortamın sıcaklığını artırmak, tepkimeye girecek maddelerin aktivasyon enerjisine ulaşmasını sağlar.

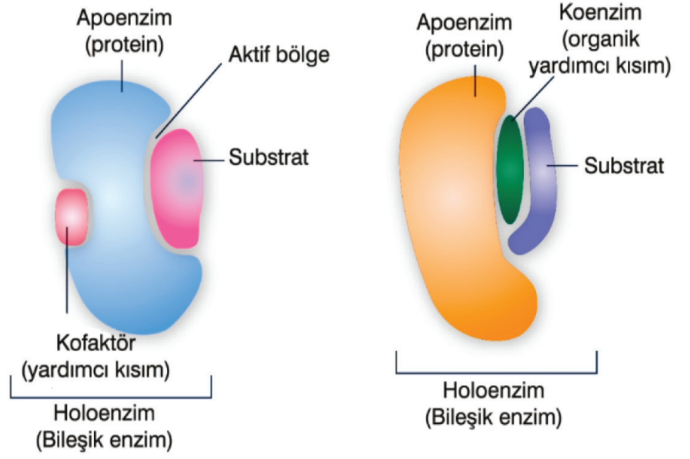
ENZİMLER VE AKTİVASYON ENERJİSİ

Kimyasal reaksiyonların hızını artıran ancak reaksiyon sonunda kimyasal olarak değişime uğramayan maddelere **katalizör** denir. Biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde görev alan biyolojik katalizörlere **enzim** adı verilir. Enzimler reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürür.



ENZİMLERİN YAPISI

- Basit enzim:** Sadece proteinden meydana gelen enzimlerdir.
- Bileşik enzim (holoenzim):** Protein ve ek kısımdan oluşur. Protein kısmına **apoenzim**, protein olmayan yardımcı kısmına ise **kofaktör** denir. Kofaktörler iyonik yapılı metal atomlardır. Eğer kofaktör organik yapılı bir molekül ise **koenzim** denir. Vitaminler koenzim olarak görev yapar.



Örnek

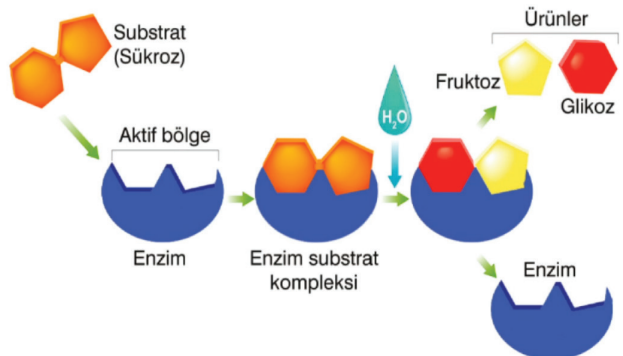
300 aminoasitten oluşan bir protein molekülü, enzimin bulunmadığı bir ortamda 7 yılda hidroliz edilirken karboksipeptidaz enzimi varlığında yaklaşık 300 saniyede hidroliz edilir.

Yukarıdaki örnek, enzimlere ait aşağıdaki özelliklerden hangisini belirtmek için verilmiştir?

- Reaksiyondan etkilenmeden açığa çıkarlar.
- Reaksiyonların aktivasyon enerjisini düşürürler.
- Yapılarında proteinler ve peptit bağları vardır.
- Hem hücre içinde hem de hücre dışında çalışırlar.
- Reaksiyonların çok hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlarlar.

ANAHTAR KİLİT UYUMU

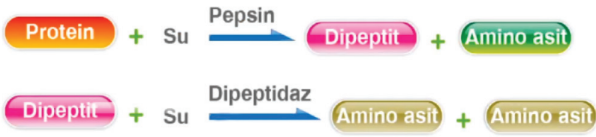
Enzimin etki ettiği maddeye **substrat** denir. Enzim ile substrat arasında **anahtar-kilit uyumu** vardır.



Enzim kendi substratına bağlanarak **enzim-substrat** kompleksini oluşturur. Enzimin substratına geçici olarak bağlandığı ve etki ettiği bölgeye **aktif merkez** denir. Substrat enzimin etkisi ile ürüne dönüşür. Enzim, herhangi bir değişikliğe uğramadan üründen ayrılır. Bir süre sonra yapısı bozulan enzimler parçalanır ve yeniden üretilir.

ENZİMLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

- Enzimler reaksiyondan değişmeden çıktığı için aynı tip reaksiyonda tekrar tekrar kullanılır (katalizör özelliği).
- Enzimler hücre içinde üretilir, reaksiyonlarını ise hücre içi veya hücre dışında gerçekleştirebilir. Ağız, mide ve ince bağırsak boşluklarında görev yapan sindirim enzimleri hücre dışında çalışır. Hücre bölünmesi, hücre solunumu ve biyosentez gibi reaksiyonlarda görev alan enzimler ise hücre içinde çalışır.
- Sindirim enzimlerinin dışında kalan enzimler genellikle reaksiyonları çift yönlü (tersinir) olarak gerçekleştirir.
- Bazı enzimler takım halinde çalışır. Bir enzimin ürünü başka bir enzimin substratı olur. Örneğin protein sindirimi sırasında pepsin enziminin ürünü olan dipeptitler, dipeptidaz enziminin substratı olur.



- Takım halinde çalışma hücrenin tepkimeleri herhangi bir basamakta denetlemesine olanak sağlar. Son ürün miktarı aşırı arttığında bu ürün ilk enzime bağlanarak tepkimeleri geçici olarak durdurabilir. Hücrenin enzim çalışmasını bu şekilde kontrol etmesine **geri besleme** denir.

Örnek

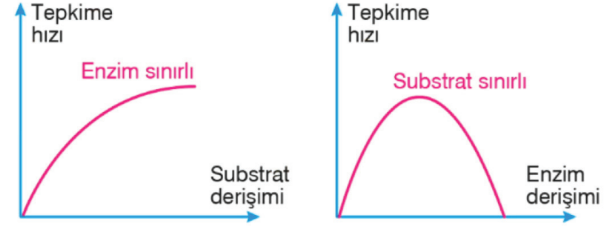
ÖSYM Sorusu

Proteinlerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- Canlılarda yapı malzemesi olarak kullanılırlar.
- Temel yapı birimleri amino asitlerdir.
- Amino asit dizilimleri DNA tarafından belirlenir.
- Amino asit dizilimleri, canlıların akrabalık durumlarını belirlemede kullanılabilir.
- Canlılarda işlev gören tüm enzimlerin yapısı sadece proteinlerden oluşmuştur.

ENZİM - SUBSTRAT YOĞUNLUĞU

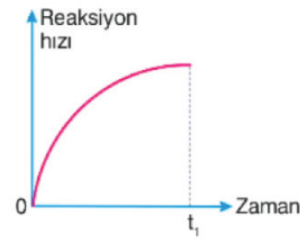
Enzim miktarının sınırlı tutulduğu bir ortamda substrat miktarı arttıkça reaksiyon hızı önce artar, sonra sabit hızla devam eder. Yeterli miktarda enzim varken substrat miktarı sınırlı ise substrat bitince reaksiyon da sona erer.



Örnek

ÖSYM Sorusu

Aşağıdaki grafik, enzim aracılığıyla gerçekleşen bir reaksiyonun hızındaki değişmeyi göstermektedir.



Hücrede gerçekleşen bu reaksiyonun hızı, t_1 anında aniden sıfıra düşmektedir.

Bu değişimin nedeni,

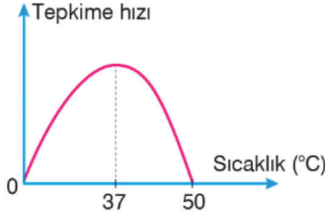
- Substrat (etkilenen madde) miktarı > Enzim miktarı
- Ortamda bulunan enerji miktarı < Gerekli aktivasyon enerji miktarı
- Substrat (etkilenen madde) miktarı < Oluşan ürün miktarı

durumlarından hangileri olabilir?

- Yalnız I
- Yalnız II
- Yalnız III
- I ve II
- II ve III

SICAKLIK ve ENZİMLERE ETKİSİ

- Enzimlerin en verimli çalıştıkları sıcaklık derecesine **optimum sıcaklık** denir. Ortam sıcaklığı optimum değerin üzerine çıktıkça üç boyutlu yapısı bozulan enzim ortam uygun sıcaklığa getirilse bile çalışmaz.
- Ortamın soğuması da enzim çalışmasını durdurur. Ancak enzimin yapısı bozulmaz.

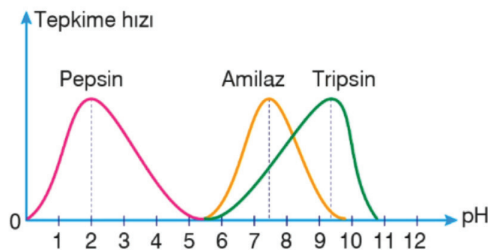


SU MİKTARI ve ENZİM ÇALIŞMASINA ETKİSİ

Belirli miktarda suyun bulunduğu ortamlarda enzimler reaksiyon gerçekleştirebilir. Hücredeki su miktarı % 15'in altına düşerse enzimler çalışmaz. Bu nedenle bal, reçel, kurutulmuş sebze ve meyveler mikroorganizmaların etkisi ile bozulmadan uzun süre saklanabilir.

pH ve ENZİMLERE ETKİSİ

Her enzimin en iyi çalıştığı **optimum pH aralığı** vardır. Enzimler genellikle nötr ortamlarda daha iyi çalışır. Ancak pepsin enzimi gibi pH değeri 2 olan midede ve tripsin enzimi gibi pH değeri 8 olan ince bağırsak ortamında en iyi çalışan enzimler de vardır.



Örnek

Bileşik enzimlerin yapısına koenzim olarak,

- B vitamini
- Magnezyum
- Amino asit

moleküllerinden hangileri katılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

YÜZEY ALANININ ENZİM HIZINA ETKİSİ

Enzimler substratına dış yüzeyinden etki eder. Bu nedenle substratın yüzey alanı arttıkça birim zamandaki reaksiyon sayısı artacağı için, birim zamanda oluşan ürün miktarı da artar.

Enzimlerin etkinliğini artıran maddelere **aktivatör** denir. Mide öz suyunda bulunan hidroklorik asit (HCl), mide boşluğundaki pasif enzimin (pepsinojen) aktivatörüdür. İnce bağırsaktaki enterokinaz enzimi, pasif haldeki tripsinojen enzimini aktif tripsin enzimine dönüştürür.

Enzimatik reaksiyonların gerçekleştiği ortamlarda sıcaklık miktarındaki artış belirli değerlere kadar aktivatör etki yapar.

Enzimlerin etkinliğini yavaşlatan ya da durduran maddelere ise **inhibitör** denir. Cıva ve kurşun gibi ağır metaller, yılan zehirleri ve antibiyotikler inhibitör maddelere örnek verilebilir.

Örnek

Aşağıda verilen özelliklerden hangisi bütün enzim çeşitleri için ortak olabilir?

- Bir koenzim veya kofaktör ile birlikte çalışma
- İnaktif olarak salgılanma ve görev yapacağı yerde aktif hale getirilme
- Bir reaksiyonun gerçekleşmesinde takım halinde çalışma
- Mide gibi asidik ortamlarda en hızlı olarak reaksiyon gerçekleştirme
- Yapı birimlerinin arasında peptit bağı bulundurma

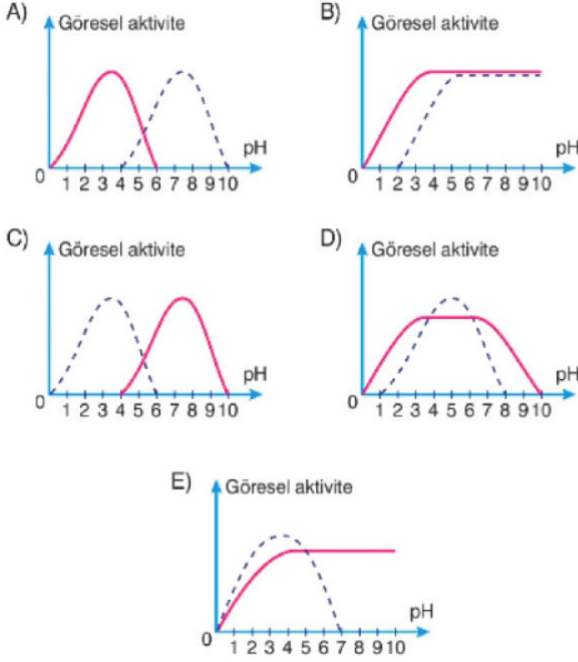
Örnek

ÖSYM Sorusu

Enzimlerin aktif oldukları pH aralıkları birbirlerinden farklıdır.

İnsanda, midede salgılanan pepsin enzimi ile oniki parmak bağırsağına boşaltılan tripsin enziminin aktif oldukları pH değerleri aşağıdaki grafiklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

(— : pepsin ; ---- : tripsin)



HORMONLARIN ÖZELLİKLERİ

- Hücrelerden salgılanan amino asit, protein ve steroid yapılı organik bileşiklerdir.
- Hedef hücreler üzerinde düzenleyici etki gösterirler.
- Büyüme, gelişme, üreme ve homeostazinin sağlanmasında etki-leri vardır.
- Az ya da çok salınması anormal durumların oluşmasına neden olur.
- Bitki hormonları büyüme, çiçeklenme, meyve oluşumu, yaprak dökümü gibi olaylarda etkili olur.

Örnek

Enzimlerin bulunduğu ve işlev gösterdiği bir ortamda;

- inhibitör madde ekleme,
- yeterli substrat varken enzim ekleme,
- tüm enzimler substrata bağlıyken yeni substrat ekleme,
- tepkime ürünlerini ekleme

uygulamalarından hangilerinin yapılması tepkime hızını artırır?

- A) Yalnız II B) Yalnız IV C) I ve III
D) II ve IV E) III ve IV

Örnek

Belirli bir faktörün enzim aktivitesi ve tepkime hızı üzerindeki etkisi grafikteki gibidir.



Grafiğe göre, X faktörü aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Aktivatör madde miktarı
B) Su miktarı
C) İnhibitör madde miktarı
D) Enzim miktarı
E) Substrat miktarı