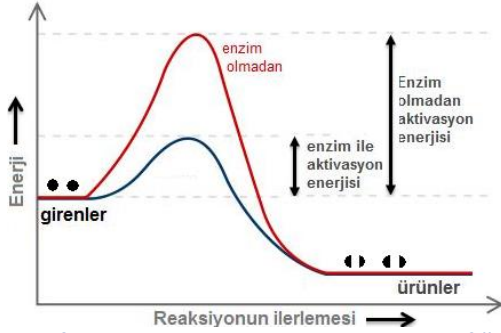


## ENZİMLER (CANILILARIN YAPISINDA BULUNAN ORGANİK BİLEŞİKLER-4)

**-Enzimler;** canlılarda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonları hızlandıran ve reaksiyonlardan değişmeden çıkan biyolojik katalizörlerdir.

**-Aktivasyon enerjisi:** Bir tepkimenin başlayabilmesi için gerekli olan en düşük enerji düzeyidir. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

-Bazı reaksiyonların başlayabilmesi için sadece ısı yeterli iken; bazılarında hem ısı hem de ATP gereklidir.



**Grafik: Enzimli ve enzimsiz reaksiyon grafiği**

**NOT:**

Enzimler aktivasyon enerjisini düşürürler. Katalizlediği tepkimede açığa çıkacak enerji miktarını değıştirmezler.

**-Katalizör:** Reaksiyonlara girerek reaksiyonları hızlandıran ve hiç bir değışikliğe uğramadan reaksiyondan çıkan maddelerdir.

-Demir, platin gibi metal iyonları ve enzimler örnek verilebilir.

### Enzim çeşitleri : Yapılarına göre 2 çeşittir.

**a) Basit enzimler :** Sadece proteinden oluşmuş enzimlerdir. Örnek: Üreaz

**b) Bileşik enzimler (holoenzim= tam enzim):** Protein olan esas kısım ve protein olmayan organik veya inorganik yardımcı kısımlardan (kofaktör) meydana gelen enzimlerdir.

Protein kısma, **apoenzim** denir. Enzimin hangi maddeye etki edeceğini belirler. Yani substratı tanıır.

-Yardımcı kısmına **kofaktör** adı verilir. Eğer kofaktör kısmı organik (protein dışında) ise **koenzim** adı verilir. Koenzim olarak görev yapan organik molekül genel olarak B vitaminidir. Bileşik enzimlerde apoenzim veya koenzim-kofaktör kısımları yalnız başına etkin değildir.

-Yardımcı kısım, apoenzime göre çok daha küçük yapıdır.



**NOT:**

Bileşik enzimin hangi maddeye etki edeceğini protein olan apoenzim kısmı belirlerken, kofaktör kısmı substratı etkiler. Yani enzimi aktifleştirir. Enzimin substratına geçici olarak bağlandığı ve etki ettiği bölgeye **aktif merkez** denir.

### Enzimlerin Genel Özellikleri

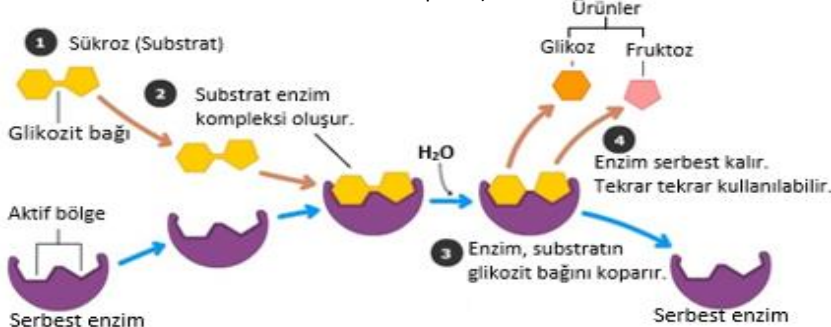
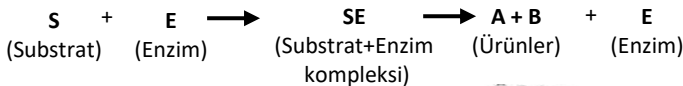
1. Hücredeki tüm metabolik tepkimeler enzimlerle gerçekleşir.

2. Enzimler de proteinler gibi canlılarda DNA şifresine uygun üretilen özel protein yapıda moleküllerdir.

**-Her enzim yapısında protein bulunur. Ancak vitamin veya mineral bulunmak zorunda değildir.**

3. Enzimlerin etki ettiği maddeye **substrat** denir. Enzimin substratı tanıyan kısmı protein kısmıdır. Enzim ile substratı arasında yüzey uyumu vardır. (anahtar-kilit uyumu gibi) Bu nedenle sadece belirli substratlara etki ederler. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

4. Reaksiyon sırasında enzim substratına geçici olarak aktif merkezden bağlanır. Enzim substrat kompleksi oluşur. Enzim etkisiyle substrat ürüne dönüşürken enzim serbest kalır.



### SORU 1. (2006 YGS)

**Aşağıdaki moleküllerden hangisi koenzim olarak görev yapar?**

- A) ATP B) B<sub>1</sub> vitamini C) DNA  
D) RNA E) Gliserol

### SORU 2. (2010 YGS)

Yeni toplanmış mısır tanelerinde yüksek düzeyde şeker bulunduğundan taneler tatlıdır. Ancak toplandıktan 1 gün sonra tanelerdeki şekerin %50'si nişastaya dönüştüğünden tatlı tadını kaybeder. Yeni koparılmış mısır koçanı birkaç dakika için kaynayan suya daldırıldıktan sonra soğuk suda soğutulduğunda ve soğuk ortamda saklandığında taneler tatlılığını korur.

**Bu işlemin başarısı, enzimlerin aşağıda verilen özelliklerinin hangisinden kaynaklanır?**

- A) Enzimlerin çok hızlı çalışmasından  
B) Enzimlerin substrata özgül olmasından  
C) Enzimlerin yapılarının yüksek sıcaklıklarda bozulmasından  
D) Her enzimin en iyi çalıştığı bir pH aralığının olmasından  
E) Enzimlerin pasif durumdan aktif duruma geçebilmelerinden

### SORU 3. (2006 ÖSS Fen-1)

**Hücrede gerçekleşen biyokimyasal olaylarla ilgili,**

- I. Hücre içi enerji üreten reaksiyonların başlaması için enerji gerekir.  
II. Metabolik bir yolda yer alan enzimler birbirini izleyerek işlev görür.  
III. Reaksiyonun başlaması için enzimin bulunması her zaman yeterlidir.

**açıklamalarından hangileri doğrudur?**

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

### SORU 4. (2005 ÖSS)

**Bir hayvan hücresinde, enzim sentezi sonucunda aşağıdaki moleküllerden hangisinin miktarı artar?**

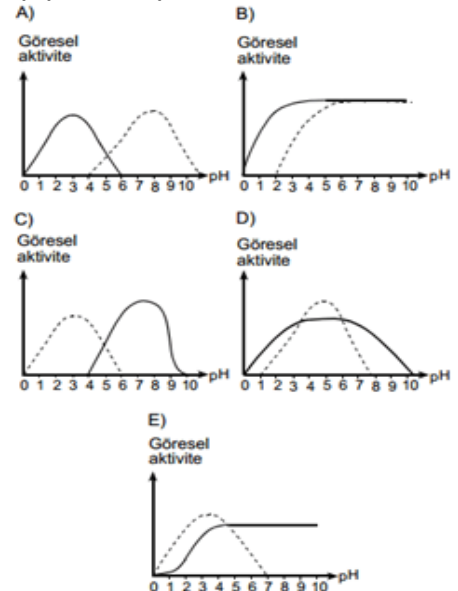
- A) ATP B) tRNA C) Amino asit  
D) mRNA E) Su

### SORU 5. (2001 ÖSS)

Enzimlerin aktif oldukları pH aralıkları farklıdır.

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

—: pepsin, ....: tripsin



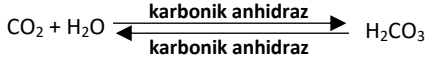
**-5. Enzimler tepkimeyi başlatmazlar, başlayan tepkimeyi hızlandırırlar.** Değişmeden çıkarlar, tekrar tekrar kullanılırlar. Zamanla yapısı bozulan enzimler amino asitlerine kadar yıkılır ve yerine yenisi sentezlenir. Koenzim ve kofaktörler de tekrar tekrar kullanılabilir.

6. Her hücrede tepkime çeşidi kadar enzim çeşidi vardır.

7. Enzimler, belirli bir koenzim ya da kofaktörle birlikte çalışır. Fakat bir koenzim ve kofaktör, birden fazla enzim ile çalışabilir.

**Örneğin:** Kalsiyum hem enzim 1'in hem de enzim 2'nin kofaktörü olabilir. Ancak demir, enzim 1'in kofaktörü olamaz. Bu nedenle enzim çeşidi, kofaktör ve koenzim çeşidinden daha fazladır. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

8. Enzimler genellikle çift yönlü çalışır yani rol aldığı tepkimeler tersinirdir. Sindirim enzimleri bu genellemenin dışında tepkimeyi tek yönlü yürütecek biçimde çalışır.



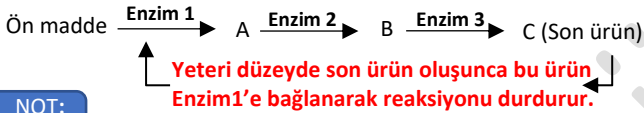
9. Enzimler çok hızlı çalışır. Örneğin vücutta hücre solunum faaliyetleri sonucu oluşan hidrojen peroksidin ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) beş milyon molekülü, katalaz enziminin varlığında bir saniyede parçalanırken aynı sayıda molekül demir atomunun katalizörlüğünde vücut dışında üç yüz yılda parçalanır.

10. Enzimler hücrede takım hâlinde çalışır. Bir enzimin etki ettiği tepkimenin ürünü, kendinden sonra gelecek enzimin substratı olabilir.

**-Örneğin** nişasta parçalanırken amilaz enziminin ürünü olan maltoz, maltaz enziminin substratını oluşturur.



11. Takım hâlinde iş gören enzimlerin çalışmaları geri besleme (geri bildirim) mekanizması ile düzenlenir. Miktar yeterli düzeye ulaştığında son ürün ilk enzime bağlanarak enzimin çalışmasını durdurur. Takımdaki diğer enzimler de çalışmaz. Bu olaya **negatif geri bildirim** denir.



NOT:

**Negatif geri bildirim;**

- Gereksiz ürün birikimini engeller.
- Enerji tasarrufu sağlar.
- Metabolik olayların düzgün işlenmesini sağlar.
- Hücrede son ürün tükendiğinde takımdaki enzimler yeniden çalışmaya başlar.**

12. Aktif enzimler, genellikle substratlarının, tepkime çeşidi ya da etki ettiği kimyasal bağın sonuna "az" eki getirilerek isimlendirilir. Örneğin peptid bağlarına etki edenler peptidazlar olarak isimlendirilir.

| Substratlara göre isimlendirme |           | Reaksiyona göre isimlendirme |           |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| Substrat                       | Enzim adı | Reaksiyon                    | Enzim adı |
| Protein                        | Proteaz   | Oksidasyon                   | Oksidaz   |
| Lipit                          | Lipaz     | Redüksiyon                   | Redüktaz  |
| Maltoz                         | Maltaz    | Hidroliz                     | Hidrolaz  |

-Pasif enzimler ise sonuna "jen" eki getirilerek isimlendirilir.

Örnek: Pepsinojen, Tripsinojen, Kimotripsinojen gibi.

13. Enzimler hücrede içinde üretilir, hücre içinde ve hücre dışında da çalışır. Yapay olarak da üretilebilir. Örneğin; mide ve bağırsaktaki besinlerin sindirimini sağlayan enzimler hücre dışında çalışmaktadırlar.

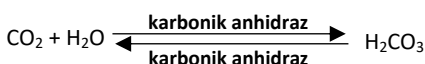
14. Farklı enzimlerin substratı aynı olabilir. Ancak, enzim değiştikçe aynı substrattan farklı ürünler de oluşabilir.

| Örnek: | Substrat              | Enzim | Ürünler                             |
|--------|-----------------------|-------|-------------------------------------|
|        | Glikoz                | A     | $\text{CO}_2$ + Etil alkol + Enerji |
|        | Glikoz                | B     | Laktik asit Enerji                  |
|        | (Glikoz) <sub>n</sub> | X     | Nişasta                             |
|        | (Glikoz) <sub>n</sub> | Y     | Glikojen                            |

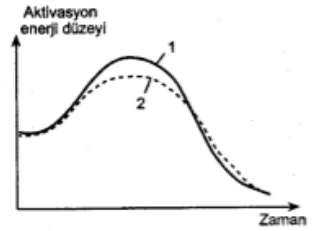
15. Bazı enzimler farklı substratlara etki edebilir. Örnek: Amilaz enziminin substratı hem nişasta hem de glikojen olabilir. Fakat her ikisinden de aynı ürünleri oluşturur.



-Karbonik anhidraz enzimi hem  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  yu karbonik aside çevirir. Hem de karbonik aidi  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  ya çevirir.



#### SORU 6. (1996 ÖSS)



Yukarıdaki grafik bir kimyasal olayın iki ayrı enerji düzeyinde de gerçekleşebileceğini göstermektedir.

**Bu hücrede, bu olayın 2. eğrideki gibi gerçekleşmesini,**

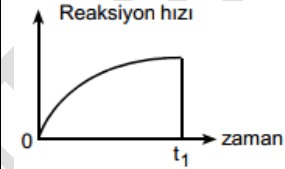
- Reaksiyona giren molekül sayısının azalması
- Enzimlerin reaksiyona girmesi
- Reaksiyona giren molekül sayısının artması

**durumlarından hangileri sağlar?**

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

#### SORU 7. (1996 ÖSS)

Aşağıdaki grafik, enzim aracılığıyla gerçekleşen bir reaksiyonun hızındaki değişmeyi göstermekte



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

**Bu değişimin nedeni,**

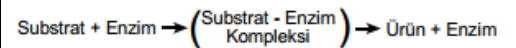
- Substrat (etkilenen madde) miktarı > Enzim miktarı [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)
- Ortamda bulunan enerji miktarı > Gerekli aktivasyon enerji miktarı
- Substrat (etkilenen madde) miktarı < Oluşan ürün miktarı

**durumlarından hangileri olabilir?**

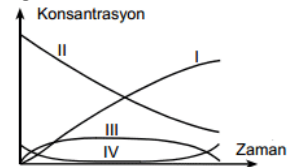
- A) Yalnız I    B) Yalnız II    C) Yalnız III  
D) I ve II    E) II ve III

#### SORU 8. (2003 ÖSS)

Hücrede enzimlerle gerçekleşen bir biyokimyasal olay şematik olarak,



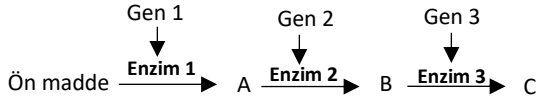
şeklinde gösterilebilir. Aşağıdaki grafikte, numaralanmış eğriler, hücrede gerçekleşen kimyasal olay sırasında, substrat, enzim, substrat-enzim kompleksi ve ürün konsantrasyonundaki değişimleri göstermektedir.



**Grafikte substrat, enzim, substrat-enzim kompleksi ve ürün konsantrasyonlarını gösteren eğrilerin numaraları aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

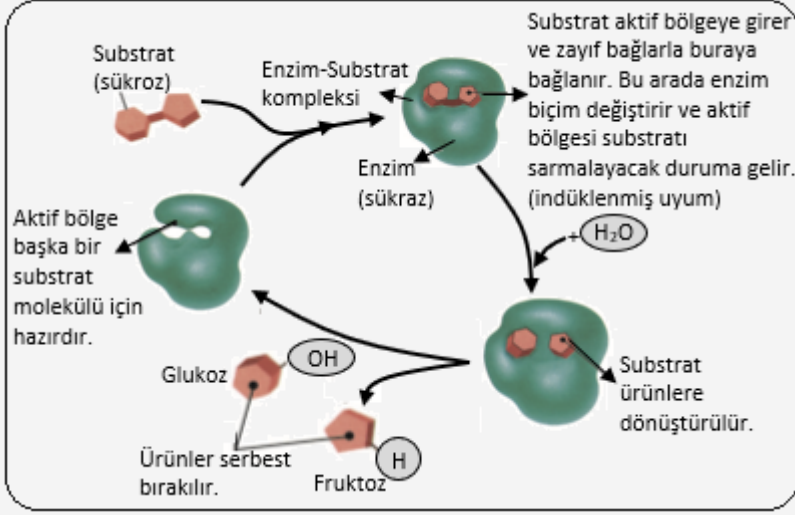
|    | Substrat | Enzim | Substrat-enzim kompleksi | Ürün |
|----|----------|-------|--------------------------|------|
| A) | I        | III   | IV                       | II   |
| B) | II       | III   | I                        | IV   |
| C) | II       | IV    | III                      | I    |
| D) | IV       | II    | I                        | III  |
| E) | IV       | III   | II                       | I    |

15. Hücrede her enzim, belirli bir genin kontrolünde sentezlenir.



-A maddesi enzim 1'in ürünü, Enzim 2'nin substratıdır. Gen 2'de mutasyon olursa A, B'ye dönüşmez, A birikimi olur. Bu durumda son ürün C'nin oluşması için ortama hazır B verilmesi gerekir.

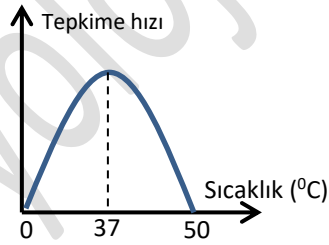
16. Enzimler esnek yapıli moleküllelerdir. Substrat enzimle etkileşirken aktif merkezin şekli, substrat tarafından değıştirilmektedir. Aktif merkezi oluşturan amino asit yeni bir biçim alarak enzimin işlevini yerine getirmesini sağlar. Substrat, tamamen bağlanana kadar aktif merkez şeklini değıştirir, o noktada en son şekli belirlenmiş olur. Enzim ile substrat arasındaki uygunluğu ve enzimlerin nasıl çalıştığını anlatan bu modele **indüklenmiş uyum modeli** denir.



Şekil : İndüklenmiş uyum modeli

### Enzimlerin Çalışmasına Etki Eden Faktörler

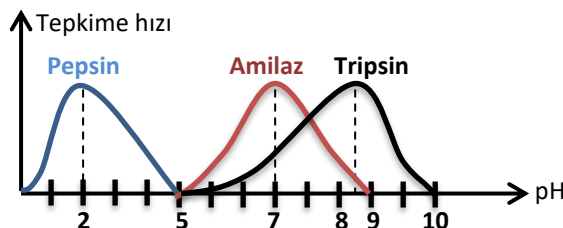
1. **Sıcaklık:** Enzimler protein yapısında olduğu için ortamdaki sıcaklık değışmelerinden etkilenir. Enzimin en iyi çalışabileceği sıcaklığa **optimum sıcaklık** denir. Canlılar için optimum sıcaklık dereceleri farklı olabilir. örneğin insanda optimum sıcaklık yaklaşık 37 °C'dir. Daha düşük ve daha yüksek sıcaklık, enzimlerin çalışma hızını azaltır. Enzimlerin yapısı yüksek sıcaklıkta (55-60 °C) tamamen bozulurken (denatürasyon) düşük sıcaklıkta bozulmaz. Soğuk ortamlarda enzimler inaktif (pasif) olduğu için besinler dondurularak bozulmadan saklanabilir.



#### NOT:

-Bir çok enzim soğukta aktivite gösteremese de yapıları bozulmaz. Yani soğukta bekletilen bir enzim ısıtıldığında yeniden çalışmaya başlar.  
-Yüksek sıcaklık enzimlerin protein kısmını denatüre eder. Bundan dolayı ısıtılarak bozulmuş bir enzim uygun sıcaklıklara getirilse bile çalışamaz.

2. **pH değeri:** Her enzimin en iyi çalıştığı bir pH aralığı vardır. Genellikle enzimler en iyi pH'nin 7 olduğu ortamlarda çalışırken bazıları farklılık gösterir. Örneğin pepsin enzimi pH = 2 olan (asidik) ortamlarda, amilaz enzimi pH=7 olan (nötr) ortamda, tripsin enzimi pH = 8,5 olan (bazik) ortamlarda optimum hızda çalışır. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)



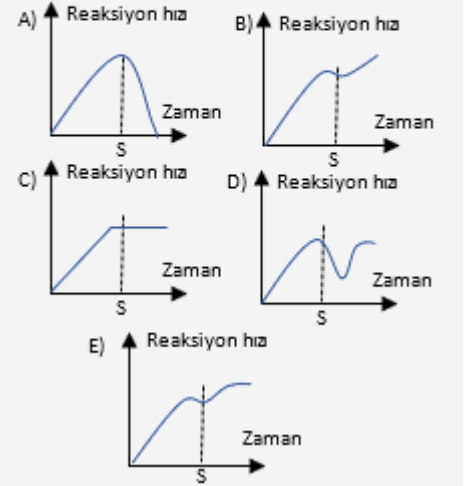
#### NOT:

-pH proteinlerin şeklini etkilediğinden enzimlerin çalışmasını da etkiler.

### SORU 9. (2012 YGS)

Hücre içinde gerçekleşen enzimatik bir reaksiyonda, reaksiyon koşullarının uygun ve enzim enzim-substrat uygunluğunun olduğu bir reaksiyon eğrisi, başlangıçta aşağıdaki gibidir?

Bu reaksiyonda, ortamdaki substrat miktarının S anında artması sonucunda reaksiyon eğrisi aşağıdakilerden hangisinde verildiği gibi olur?



SORU 10. Aşağıdaki grafik optimum koşullarda devam etmekte olan bir tepkimenin bulunduğu ortam t<sub>1</sub> anından itibaren inhibitör ilavesiyle tepkime hızında görülen değışimi göstermektedir.



Aynı zaman aralığında ortamdaki ürün miktarının değışimini gösteren grafiği çiziniz.

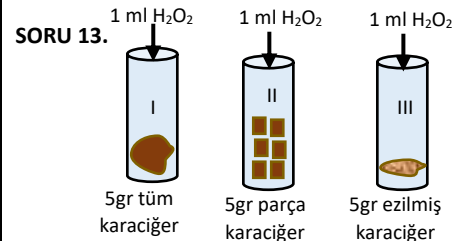
### SORU 11. Enzimler ile ilgili;

- Genetik bilgiye göre sentezlenirler.
  - Bir yardımcı ile çalışırlar.
  - Yapılarında vitamin veya mineral bulundurulur. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)
  - Bir enzim birden fazla kofaktör ile çalışır.
- İfadelerinden hangilerinin doğruluğu kesin olarak söylenebilir?

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

### SORU 12. Enzimin substrata özgülüğü, aşağıdakilerden hangisine bağlıdır?

- A) İyonlar B) Ürün C) RNA  
D) Vitaminler E) Protein

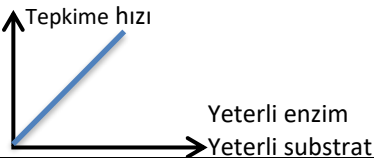
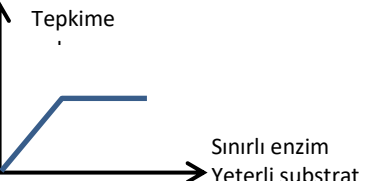
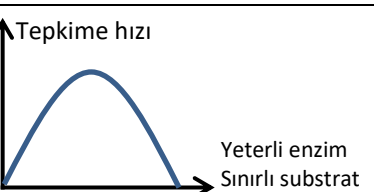
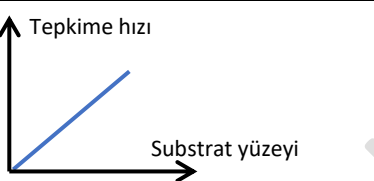


-Karaciğerdeki katalaz enzimi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'yi su ve oksijene çevirmektedir. Yukarıdaki düzeneklerin hepsinde tepkimenin gerçekleştiği gözlenmiştir.

Buna göre;

a. Birim zamanda oluşan oksijen miktarının çoktan aza sıralanışını yazarak açıklayınız.

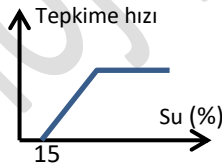
### 3. Enzim-substrat miktarı:

|  |   |
|--|---|
| <b>a. Yeterli enzim-yeterli substrat olduğunda:</b> Tepkime sabit hızla artar.   |  |
| <b>b. Sınırlı enzim-Yeterli substrat olduğunda:</b> Enzim sabit tutulup substrat artırıldığında serbest enzimler substratla doyuncaya kadar reaksiyon artar. Sonra sabit hızla devam eder. Çünkü enzimler harcanmaz tekrar tekrar kullanılabilirler. |  |
| <b>c. Yeterli enzim-Sınırlı substrat olduğunda:</b> Ortamdaki substratlarla enzimler birleşinceye kadar tepkime artar. Daha sonra sınırlı olan substrat tükeninceye kadar tepkime durur.   |  |
| <b>4. Substrat yüzeyi:</b> Enzim etkinliği substratın dış yüzeyinden başladığı için substrat yüzeyi arttıkça tepkimenin hızı da artar.   |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
| <b>I. Kıyma (10 gr)</b>  | <b>II. Parça et (10 gr)</b>  | <b>III. Tüm et (10 gr)</b>   |

Üzerlerine eşit miktarda hidroliz enzimi ilave edilirse tepkime hızları I>II>III şeklinde olur. Çünkü kıyma (I) en geniş yüzeye sahip iken parça ette (II) yüzey en azdır.

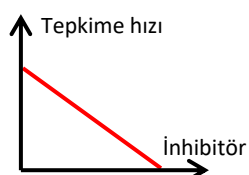
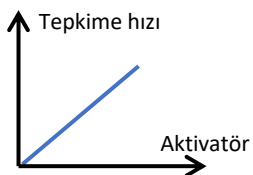
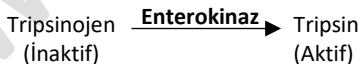
**5. Su:** Enzimler, etkilerini sulu ortamda gösterdiğinden su derişimi enzimlerin etkinliğini değiştirir. Su derişimi %15'in altında olan ortamlarda enzimler çalışmaz. Örneğin kuru fasulye ve mercimek gibi bitki tohumlarında su oranı %15'in altındadır. Bu tohumlar, bozulmaması ve çimlenmemesi için kuru olan ve nem almayan ortamlarda (cam kavanoz gibi) saklanır. Reçel ve salça yapımında kaynatılarak fazla suyun buharlaştırılması, meyve ya da sebzelerdeki enzimlerin aktivitesini azaltır.



**6. Kimyasal Maddeler:** Bazı maddeler, enzimlerin etkinliğini artırır. Bu maddelere **aktivatör madde** denir. Aktivatör madde, kimyasal madde ya da enzim olabilir. Örneğin mide hücreleri tarafından üretilen pepsinojen, ancak hidroklorik asit (HCl) ile aktifleşirse çalışabilir.



-İnce bağırsak mukozasından salgılanan enterokinaz enzimi, pankreasın enzimi olan tripsinojeni aktif tripsine dönüştürür. Yani bir enzim bir başka enzimin aktivatörü olabilir.

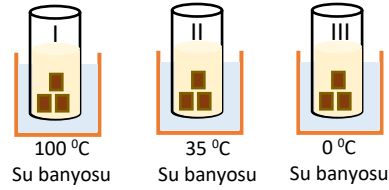


-Bazı maddeler de enzimlerin etkinliğini durdurur. Bunlara **inhibitör madde** denir. Siyanür, kurşun, civa gibi ağır metal iyonları inhibitör maddelerdir. Örneğin siyanür, glikozun hücre solunumunda kullanılmasını sağlayan enzimlerin etkinliğini durdurarak zehirlenmeye yol açar. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

**-İnhibitör maddeler iki şekilde enzimleri işlevsiz hale getirir.**

**b. Tepkimeler tamamlandıktan sonra her bir tüpte oluşan oksijen miktarını karşılaştırınız?**

**SORU 14.** Aşağıdaki deney düzeneklerine aynı miktarda protein ve proteinleri amino asitlere kadar hidroliz eden enzimler eklenmiştir.



Belirtilen ortamlarda bir süre tutulan tüpler sıcaklığı 30 °C olan bir ortama alınmıştır. Bir süre daha beklendikten sonra tüplere protein varlığında renk değiştiren ayıraç damlatılmıştır. **Buna göre bu tüplerin hangilerinde renk değişimi gözlenir?**

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

### CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

**1.** Bileşik enzimlerin yardımcı kısmına kofaktör adı verilir. Eğer kofaktör kısmı organik ise koenzim adı verilir. Koenzim olarak görev yapan organik molekül genel olarak B vitamindir.

**Cevap: B**

**2.** Yüksek sıcaklık enzimlerin protein yapısını geri dönüşümsüz bozar. Enzimler işlevini yitirir. Glikoz nişastaya dönüşemez. Bu nedenle tatlılık korunur.

**Cevap: C**

**3. I.** Hücre içi enerji üreten reaksiyonlar solunum reaksiyonlarıdır. Başlaması için aktivasyon enerjisi olarak 2 ATP harcanır. Doğru.

**II.** Enzimler takım halinde çalışır. Doğru.

**III.** Tepkimeyi enzim değil aktivasyon enerjisi başlatır. Bunun için enzimin bulunması her zaman yeterli değildir. Aktivasyon enerjisinin de bulunması gerekir. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

**Cevap: C**

**4.** Enzim sentezi bir dehidrasyon tepkimesidir. Su açığa çıkar. Miktarı artar.

**Cevap: E**

**5.** Pepsin enzimi midede işlev görür. Ortam asidikdir. pH'nın 7 den küçük olması gerekir. Tripsin bağırsakta işlev görür. Ortam baziktir. pH'nın 7 den büyük olması gerekir.

**Cevap: A**

**6. 2.** eęride aktivasyon enerjisinin düřtüęü görölüyor. Aktivasyon enerjisini de enzimler düşürür.

**Cevap: B**

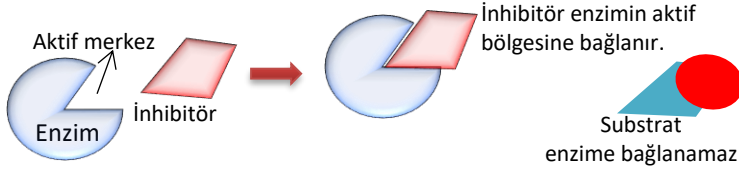
**7. t<sub>1</sub>** anında reaksiyonun aniden durduğu görölüyor. Bunun sebebi reaksiyon için gerekli aktivasyon enerjisinin olmamasıdır. Substrat miktarının enzim miktarından çok olması reaksiyonu bir süre hızlandırır ve sonrasında sabit hızla devam eder. Substrat miktarının oluşan ürün miktarından az olması da reaksiyonu durduramaz.

**Cevap: B**

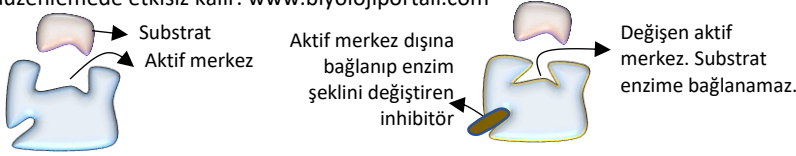
**8.** Substrat miktarı azalırken (II) ürün miktarı artar (I). Tepkimenin başlaması ile birlikte serbest enzimler substrat ile birleşerek substrat-enzim kompleksi oluşacak ve miktarı önce artıp sonrada sıfırlanacaktır (III). Serbest enzim miktarı önce



**a. Enzimlerin aktif merkezine bağlanarak:** Eğer inhibitör enzime kovalent bağlarla bağlanırsa, engelleme genellikle geri dönüşümsüzdür. Eğer inhibitör zayıf bağlarla bağlarsa, bu durumda engelleme geri dönüşümlüdür.



**b. Aktif merkezini bozarak:** Bazı inhibitörler aktif bölge dışındaki bir bölgeden enzime bağlanır. Enzimin dolayısı ile aktif merkezin şeklini değiştirir. Substratın enzim ile birleşmesi mümkün olmaz. Böylece enzim, substratın ürüne dönüşümünü düzenlemede etkisiz kalır. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

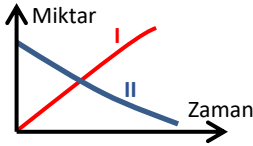


**7. Ürün miktarı:** Oluşan ürün miktarı reaksiyonu olumsuz yönde etkiler. Örneğin etil alkol fermentasyonu yapan bir canlıda %18 oranında etil alkol birikimi zehirlenmelere neden olabilmektedir.

**NOT:**

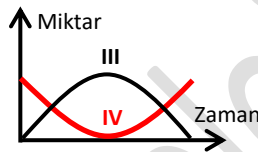
Hücrelerde ATP'nin kullanıldığı bütün reaksiyonlarda enzim kullanılır. Ancak enzimlerin kullanıldığı reaksiyonlarda ATP kullanılmayabilir. Örneğin nişasta hidrolizinde enzim kullanılır ancak ATP kullanılmaz. Nişasta sentezinde hem ATP hem de enzim kullanılır.

Hücrede gerçekleşen bir biyokimyasal olay sırasında zamana bağlı olarak substrat, serbest enzim, enzim-substrat kompleksi, ürün miktarındaki değişimleri grafiklerle ifade edelim:



**I: Ürün miktarı**

**II. Substrat miktarı**



**III. Substrat-Enzim kompleksi miktarı**

**IV. Serbest enzim miktarı**

**Canlılar için enzimlerin önemi**

-Canlılar enzimler olmadan hiçbir yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştiremez. Besinlerin sindirimi, hücre solunumu, oksijen taşınması, hücre zarından madde geçişi (aktif taşıma), kasların kasılması, sinirsel iletim, protein sentezi gibi yaşamın temel olayları enzimler yardımıyla gerçekleşir.

-Enzimlerin eksikliği çeşitli hastalıklara neden olur. Tay Sachs (Tay Saks) hastalığında enzim eksikliği sonucu beyin ve omurilikte biriken yağ asitleri organların işlevlerini sürdürmesini engeller. Bunun sonucu olarak bireyde denge ve yürüme bozuklukları oluşur. Hastalık küçük yaşlarda ölümcül dahi olabilir.

-Hücre; DNA, ATP gibi moleküllerin sentezinde görev alan enzimleri sentezleyemezse ölür.

-Enzimler tıp, ilaç, gıda, deterjan, tarım, tekstil, kozmetik gibi günlük yaşamımızdaki birçok alanda kullanılmaktadır. Güzellik kremleri, çeşitli makyaj ürünleri, sabun, meyve suyu, bazı ilaçların imal edilmesinde ve dericilik alanında, laboratuvarlarda üretilen yapay enzimler kullanılmaktadır.

-Genetik çalışmalarda, gen transferlerinde enzimlerden yararlanılmaktadır.

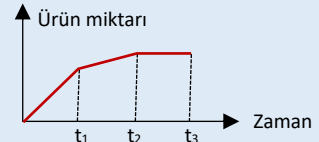
azalacak sonra da başlangıçtaki miktarı tekrar oluşacaktır (IV).

**Cevap: C**

**9. Enzim substrata doyduğunda ortamda serbest enzim kalmayacağına göre reaksiyon sabit bir hızla devam eder. Bu durumda iken substrat miktarı artsa bile reaksiyon hızı değişmez.**

**Cevap: C**

**10. Verilen grafik tepkime hızını göstermektedir.  $t_1$  anına kadar sabit bir hız var o halde sabit hızla ürün artışı olmalıdır.  $t_1-t_2$  arasında tepkime hızı azalıyor ancak ürün oluşmaya devam ediyor. Ancak sabit artış değil, azalan artış var.  $t_2$  anından sonra tepime tamamen durmuştur. Yeni ürün oluşumu yoktur. Dolayısı ile ürün miktarı sabit kalacaktır. Buna göre aşağıdaki grafik çizilebilir.**



**11. I. Bütün enzimlerin protein kısmı vardır ve genetik bilgiye göre sentezlenirler.**

**II. Bileşik enzimler bir yardımcı ile çalışırlar. Basit enzimler yardımcı ile çalışmazlar.**

**III. Bileşik enzimlerin yapılarında vitamin veya mineral bulunur. Basit enzimlerde bulunmaz.**

**IV. Bir enzim birden fazla kofaktör ile değil, bir kofaktör birden fazla enzim ile çalışır.**

**Cevap: A**

**12. Bir enzimin etki edeceği maddeyi yani substratını belirleyen protein (apoenzim) kısmıdır.**

**Cevap: E**

**13.**

**a. Düzeneklerdeki hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) substrat, karaciğer ise enzimi temsil etmektedir. Karaciğer ne kadar küçük parçalara ayrılırsa serbest enzim miktarı o kadar çok olacak ve tepkime o kadar hızlı gerçekleşecektir. Düzeneklerde en fazla serbest enzim kıyılmış (III) daha sonra parça (II) en az ise tüm (I) karaciğerdedir. Buna göre birim zamanda oluşan oksijen miktarının çoktan aza sıralanışı  $III > II > I$  şeklinde olacaktır. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)**

**b. Substrat miktarı ( $H_2O_2$ ) tüm düzeneklerde eşittir. Dolayısı ile tepkimeler tamamlandıktan sonra oluşacak oksijen miktarı da tüm tüplerde eşit olacaktır. **Cevap: I = II = III****

**14. Uygulama sürecinde I. tüpteki enzim  $100^\circ C$  de bozulacaktır. II. tüpte proteinler hidroliz olur. III. tüpte enzim çalışmaz ancak yapısı bozulmaz. Uygun ortama alındıktan sonra enzim tekrar aktive olur ve proteinler hidroliz olur. Bu durumda sadece I. tüpte protein olacağından renk değişimi de bu tüpte olur. **Cevap: A****