

Enzimler

Basit ve Bileşik Enzimler, Aktivasyon Enerjisi, Enzim-Substrat İlişkisi, Enzimatik Reaksiyonlara Etki Eden Faktörler

C, H, O, N, (S) bulunur. Organiktir. Proteinlerin üç boyutlu özgün yapıları önemlidir.

Tüm canlıların metabolik (metabolizma) olaylarında, enzimler rol alır.

Enzimler düzenleyicidir.

(Protein, enzim, vitamin, hormon, steroid, mineral, su vb... düzenleyici)

Enzimler; biyolojik katalizörlerdir. Yani;

Tepkimeyi hızlandırır.

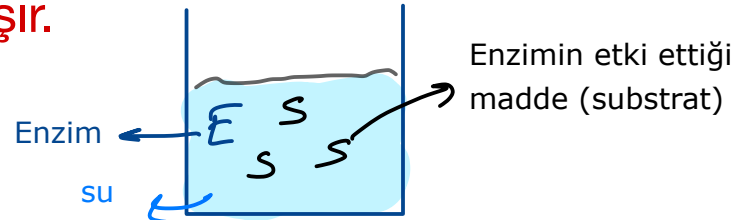
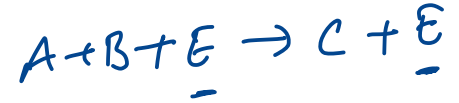
Tepkimeyi başlatmaz,

Başlamış tepkimeyi hızlandırır.

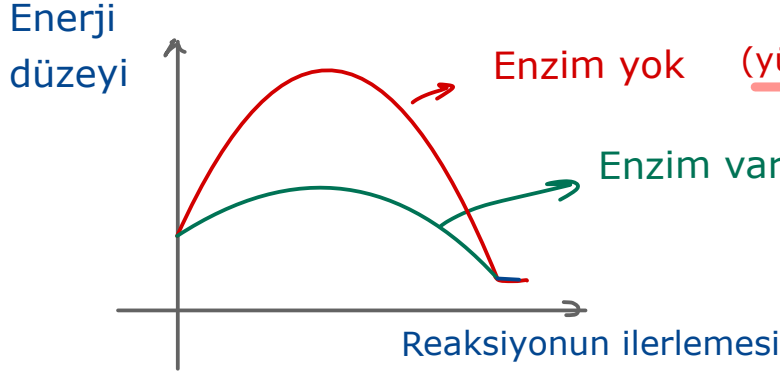
Tepkimeden değişmeden çıkar.

Enzim bozulmadığı sürece çalışır.

*Değişmeden tepkimeye etki eden maddelere katalizör denir.



*Enzim, tepkimenin tamamlanması için gerekli olan enerjiyi azaltır.



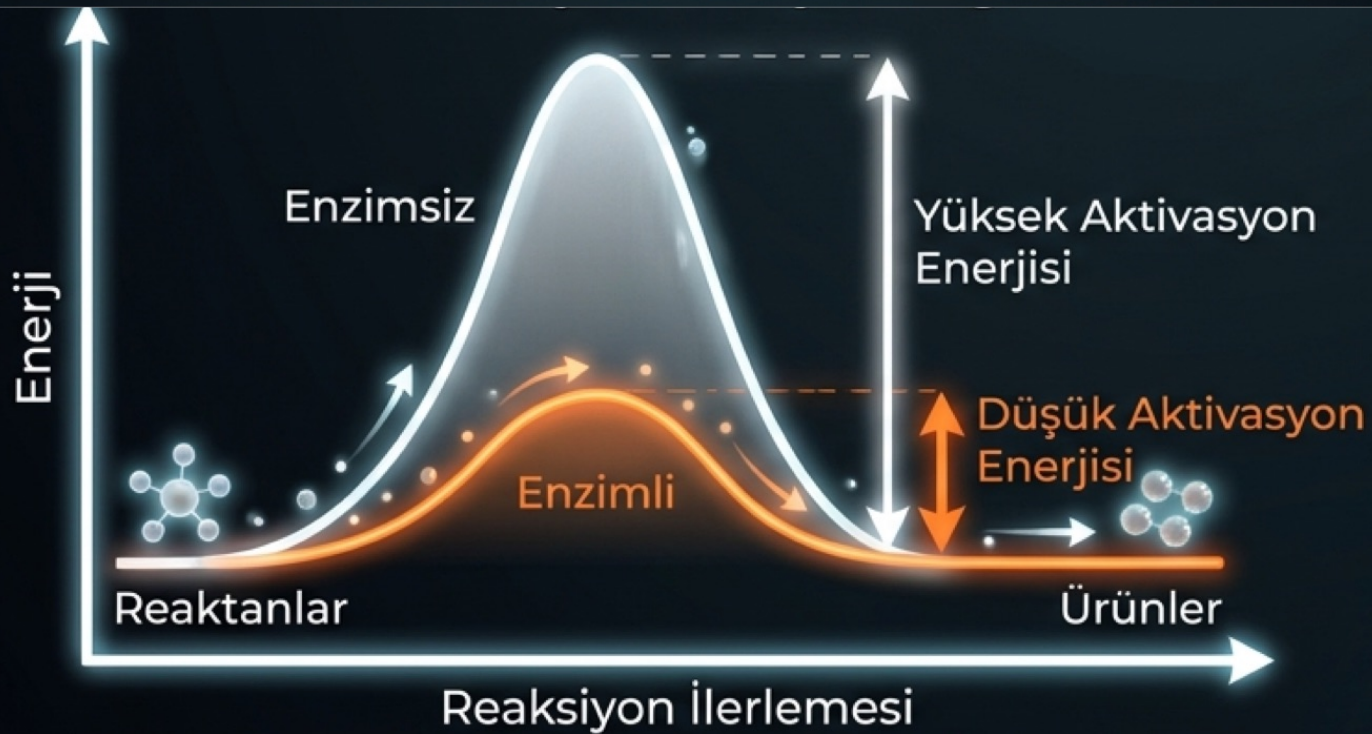
Enzim tepkimeyi başlatmaz.
Başlayacak olan tepkimenin
önündeki o devasa enerji duvarını
yıkıp yerine küçük bir tümsek koyar.

*Bir tepkimenin başlaması için gerekli olan minimum enerji miktarına aktivasyon enerjisi denir.

Aktivasyon enerjisine örnek: Ör/ Sıcaklık (vücut sıcaklığı)— Hidroliz enzimleri için.
Ör/ ATP — Dehidrasyon enzimleri için.

*Enzim aktivasyon enerjisini düşürerek tepkimeyi hızlandırır.

Enzimler biyolojik katalizörlerdir. Reaksiyonu başlatmazlar, sadece aşılması gereken enerji duvarını aşağı çekerek süreci inanılmaz derecede hızlandırırlar.



Vurgu: Enzim tepkimeden **değişmeden** çıkar ve tekrar tekrar kullanılır.

Enerji Düzeyi

Problem: Reaksiyonların başlaması için aşılması gereken minimum enerji (Aktivasyon Enerjisi) çok yüksektir.

Enzimsiz Aktivasyon Enerjisi

Çözüm (Enzim): Enzimler tepkimeyi başlatmaz, önceden var olan devasa enerji duvarını küçültür.

Enzimli Aktivasyon Enerjisi

Zaman

Sınav Barajı Analogisi

Sınavı geçme notunun 100 üzerinden 90 (enzimsiz) iken aniden 40'a (enzimli) düşürülmesi gibidir. Bekleyen moleküller engeli kolayca aşar.

*Enzim, reaksiyona girmek için sıra bekleyen isteksiz moleküllerin işini kolaylaştırıp, onların reaksiyona başlama şartlarını gevşeten bir kolaylaştırıcıdır.

*Enzim, yüksek enerji duvarını (bariyer=engel) aşağı çektiği için, o an hazırda bekleyen moleküllerin tamamı bariyeri aşabilecek duruma gelir.

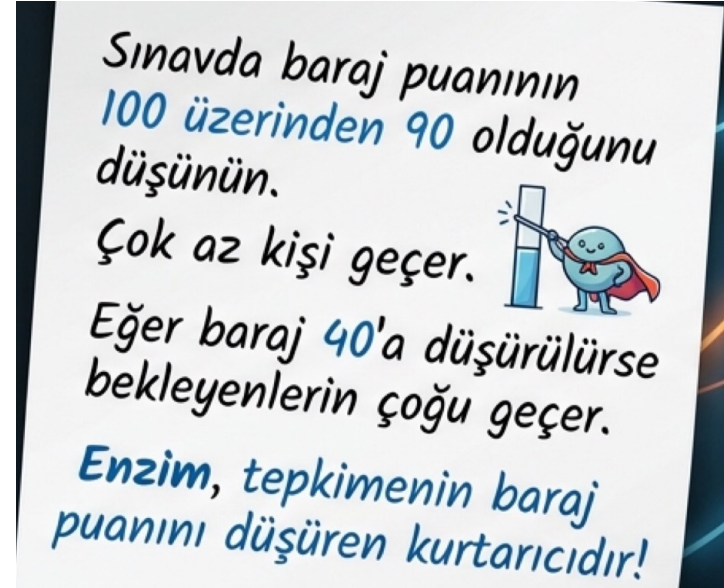
Analoji

Sınavda baraj puanı 100 üzerinden 90
(Enzimsiz ortamın aktivasyon enerjisi)

Geçen çok çok az öğrenci

Sonra baraj puanı 40'a düşürülüyor
(Enzimin yaptığı iş)

Baraj 40'a düştüğü an öğrencilerin çoğu barajı
geçmiş oluyor.



Büyük Dağ: Enzimsiz Aktivasyon Enerjisi



*Enzimler reaksiyonun yolunu kısaltır ve kolaylaştırır (aktivasyon enerjisini düşürür), ama yolun başlangış ve bitiş noktalarını (serbest enerjiyi) değiştirmmez. Başlangıştaki maddelerin enerjisi ile sondaki ürünlerin enerjisi sabit kalır. Dolayısıyla aradaki fark, yani net enerji değişimi aynı kalır.

*Enzimler genelde az eki alarak isimlendirilir.

ör/ maltaz, laktaz, sükröz, lipaz, ...vb.

* Enzim, metabolizmanın tamamlanmasında önemli rol alır.

*Anabolizma (yapım) veya katabolizma (yıkım) tüm metabolik tepkimelerde enzimler rol alır.

ör/ Hidroliz → Katabolizma

Dehidroliz → Anabolizma

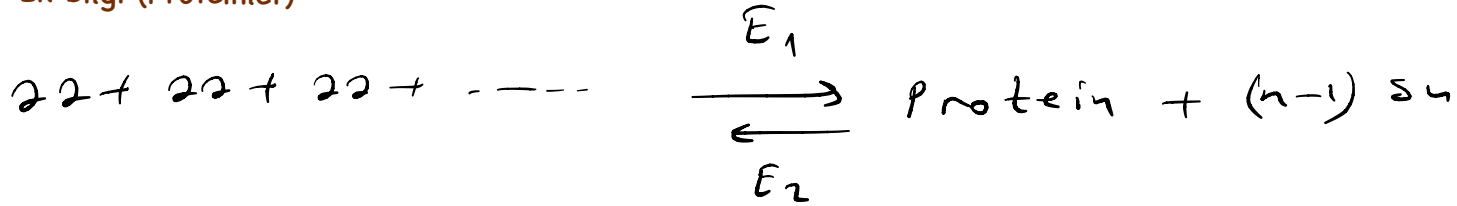
Fotosentez → Anabolizma

Solunum → Katabolizma

⋮

*Her metabolik tepkime için özel enzimler rol alır.

Ek bilgi (Proteinler)

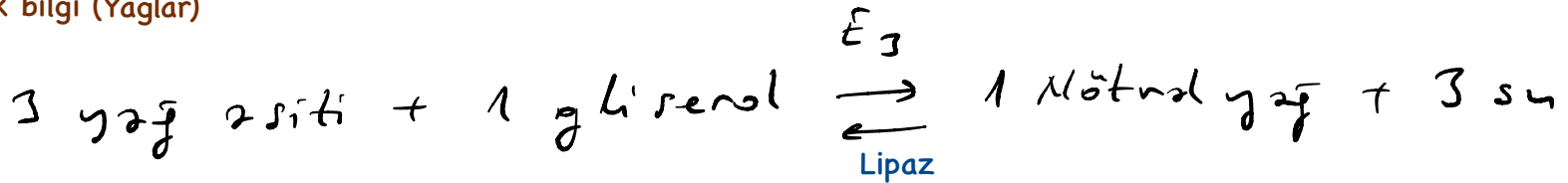


dehidrasyon

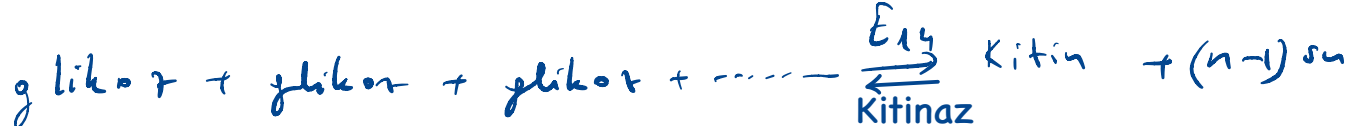
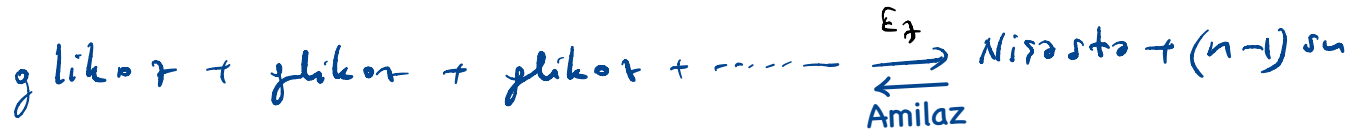
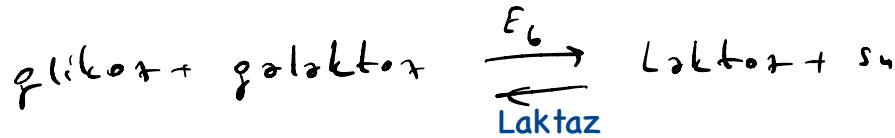
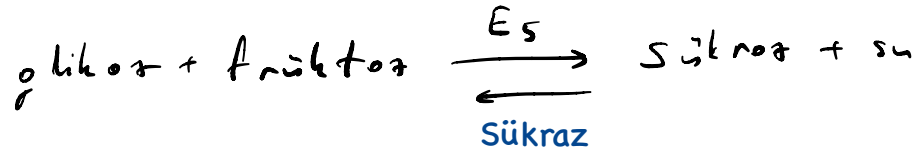
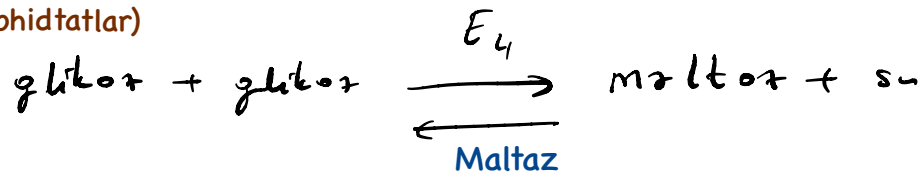


hidroliz (sindirim)

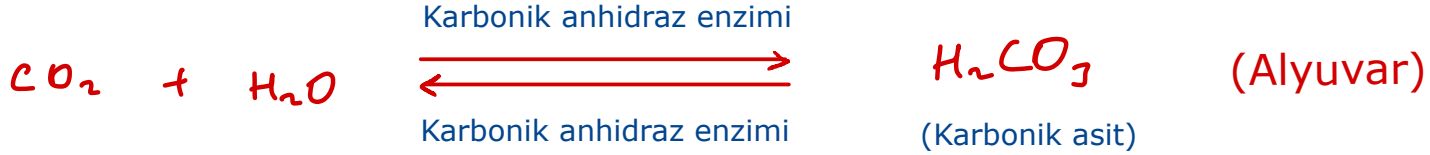
Ek bilgi (Yağlar)



Ek bilgi (Karbohidratlar)



Bazı enzimler tersinir (çift yönlü) çalışır.

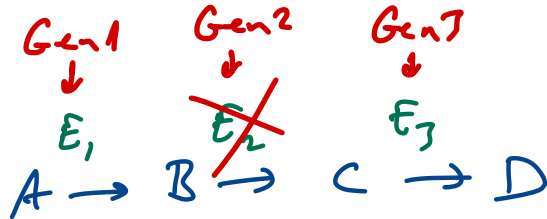


Bazı enzimler takım halinde çalışır

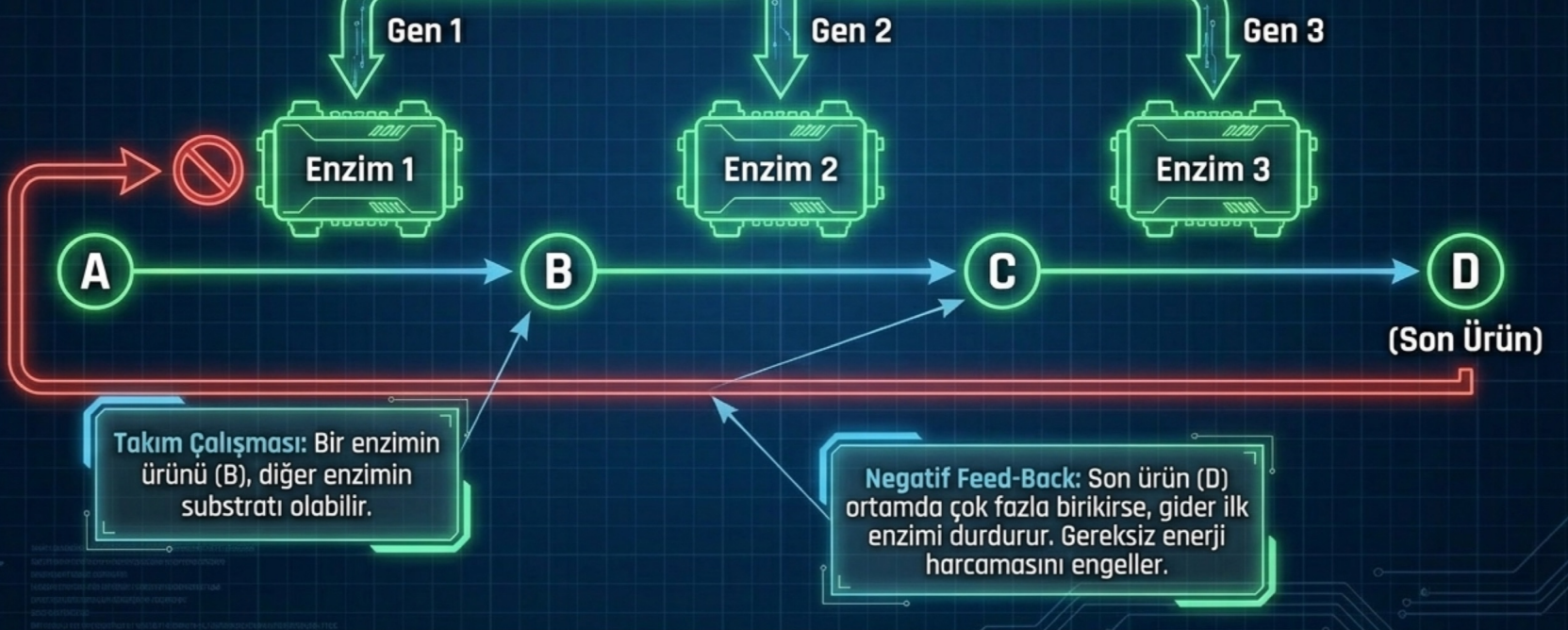


sindirim kanalı
...

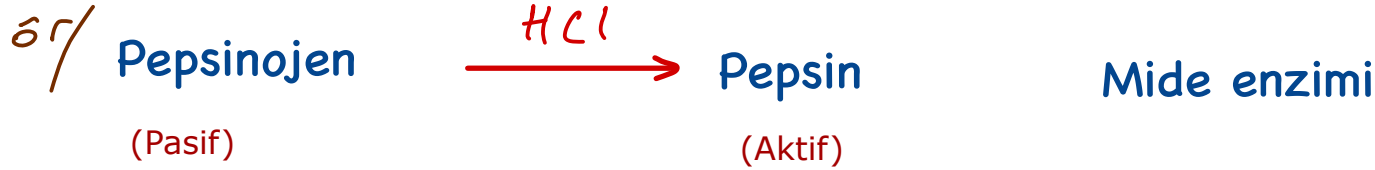
* Her enzimin sentezinde, bir gen rol alır. (Protein gibi)



Enzim2 olmaz ise ortamda B birikir.



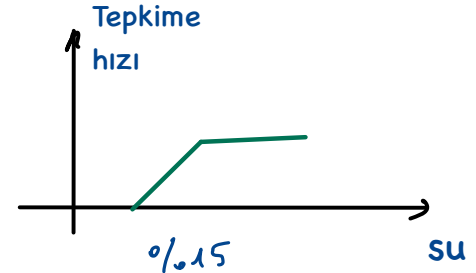
*Bazı enzimler önce pasif sonra aktif hale geçer.



*Enzimlerin çalışması için ortamda en az %15 su olmalıdır.

*Enzimler sulu ortamda çalışır.

$\delta r/$ Reçel, kurutmalık, ...vb. su oranı azaltılmıştır.
(Ortamdaki su oranının %15'in altında olması,
mikroorganizma enzimlerinin çalışmasını engeller.)





Kuru Üzüm
(Su Oranı Düşük,
Bozulmaz)

<15%
(Etkisiz)



15%
(Aktivasyon Sınırı)

Enzimlerin çalışabilmesi için ortamda
en az %15 oranında su bulunması şarttır.
Su yoksa, moleküller hareket edemez
ve buluşamaz.

>15%
(Aktif Enzim)



Taze Üzüm
(Su Oranı Yüksek,
Bozulabilir)

Günlük Hayat Pratiği

Reçellerin bozulmaması, kurutulmuş meyvelerin (kayısı, üzüm) çürümemesi
ve tohumların yıllarca bozulmadan beklemesinin tek sebebi budur.
Su yoksa, çürükçül bakterilerin enzimleri çalışamaz!



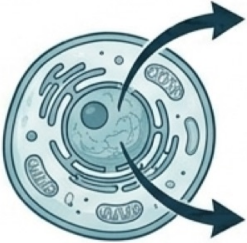
Çift Yönlü (Tersinir) Çalışma

Çoğu enzim reaksiyonu iki yöne de yürütebilir. Tstamada: kaltair yürütebir. (İstisna: Sindirim enzimleri tek yönlüdür!)



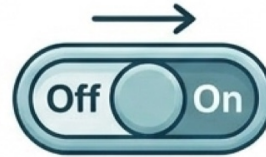
Takım Halinde Çalışma

Bir enzimin ürünü, bir sonraki enzimin substratı olabilir. (Örn: Nişasta → Maltoz → Glikoz).



Üretim ve Çalışma Yeri

Üretim SADECE hücre içindedir (ribozomda). Çalışma sahası ise hem hücre içi hem hücre dışı olabilir (Örn: Saprofitler).



İsimlendirme ve Durum

Aktif enzimlerin sonu "-az" biter (Amilaz). İnaktif üretilenlerin sonu "-jen" biter (Pepsinojen).

Enzimlerin yapısı

*Enzimlerin esas yapısı proteindir. - A

*Her enzim çeşitinin protein kısmı farklıdır.

a) Basit Enzim: *Sadece proteinden oluşmuş enzim. öy Pepsin (Apoenzim)

Sadece aminoasitleri barındırır.

b) Bileşik enzim (Holoenzim): öy DNA polimeraz

*Protein (apoenzim) ve yardımcı kısımdan (kofaktör - koenzim) oluşmuş enzim.

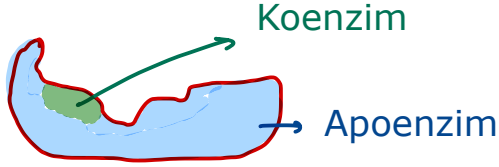
Proteine vitamin (organik) veya mineral (inorganik) bağlanmıştır.

Bileşik enzim (Holoenzim)

Protein
(Apoenzim)

*Her enzim
için özeldir.

Holoenzim



+

Yardımcı kısım

Kofaktör
(İnorganik)

yada

Koenzim
(Organik)

Mineral
Fe, Ca, Mg,

Vitamin
A D E K
B C

*Bir apoenzim her zaman aynı yardımcı ile çalışır.

*Bir kofaktör yada koenzim ise farklı
apoenzimlerle çalışabilir.

ör Demir minerali, birçok enzimde
kofaktördür.

Enzim 1

A proteini
+
Fe minerali

Enzim 2

B proteini
+
Fe minerali

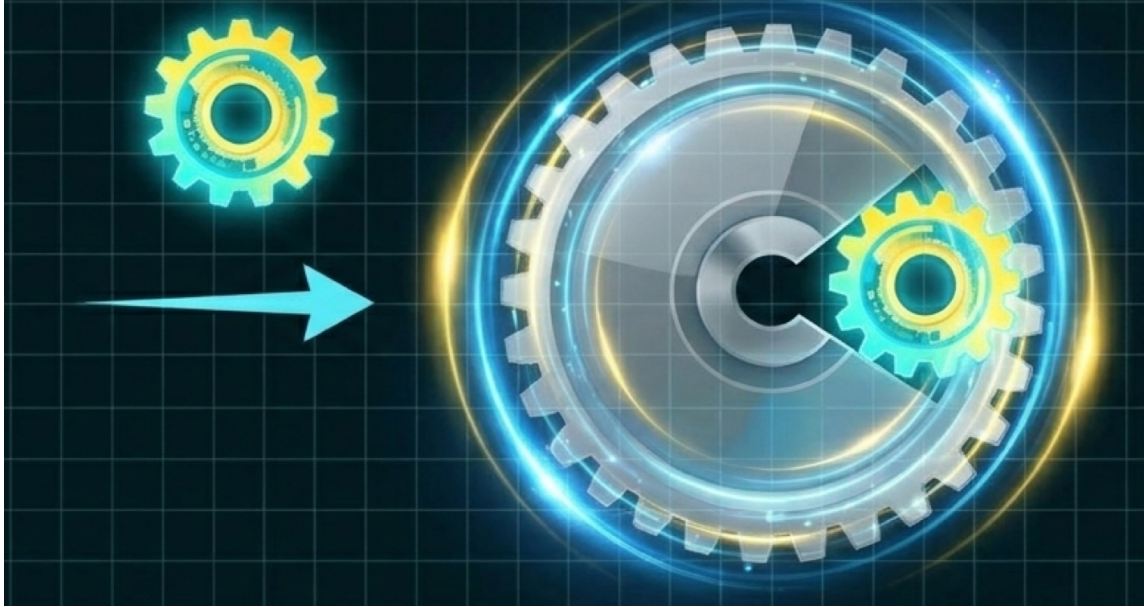
KRİTİK KURAL: Bir apoenzim sadece tek çeşit yardımcı ile çalışır, ancak bir kofaktör birden fazla apoenzim çeşidine hizmet edebilir!

Enzim çeşidi	Kofaktör	Enzimin vücuttaki etkinliği
DNA polimeraz	Zn^{2+}	DNA'ların eşlenmesini sağlama
Katalaz	Fe^{2+}	Hidrojen peroksiti su ve oksijene ayrıştırma
Karbonik anhidraz	Zn^{2+}	Alyuvarlarda, karbondioksit ve sudan karbonik asit oluşumunu sağlama
Sitokrom oksidaz	Cu^{2+}	ETS'de yükseltgenmeyi sağlama

- Tabloya dikkatli bakın: Zn^{2+} (Çinko) kofaktörü, birbirinden tamamen farklı iki apoenzim (DNA polimeraz ve Karbonik anhidraz) ile çalışabilmektedir.

KOENZİM
(Vitamin - Yardımcı Kısım)

HOLOENZİM
(Aktif Çalışan Sistem)



*Bir apoenzim sadece kendine özgü belirli bir yardımcı kısım ile çalışabilir.

*Enzim; hücre içinde (ribozom, ER, golgi) üretilir.

*** Hücre içinde veya hücre dışında görev yapabilir.

Deney / Gözlem:

Canlıdan izole edilen bir enzim, hücre dışında da (in vitro ortamda) çalışabilir. (Ör. deney tüpünde)

Bitki ve karaciğer hücresinde çalışan enzim, hücre dışında da çalışır

ör/ İzolerek elde edilen bitki özetünde, nişasta enzimi bulunur.

* İzolerek elde edilen karaciğer özetünde (hücresinde) katalaz enzimi bulunur.

Bazı deneylerde bu özetler (enzimler) kullanılır.

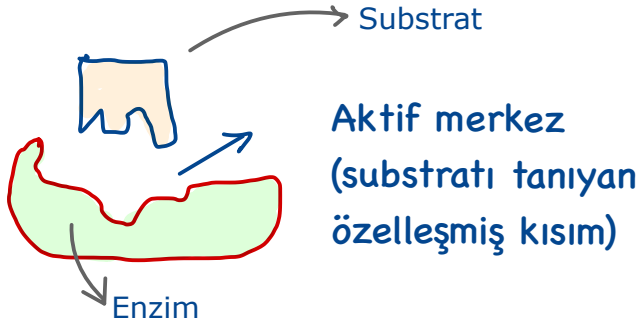
*Enzimin etki ettiği maddeye substrat denir.



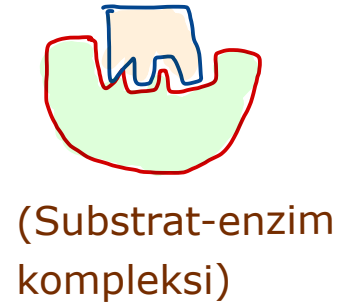
*Enzimler substratlarına özgündüler (spesifik)

Üç boyutlu yapıları özgündür.

indüklenmiş uyum modeli



Anahtar kilit modeli



*Enzimin aktif merkezi, substrat bağlanan yüzeydir.

(Kılcık olmayan, gesi)

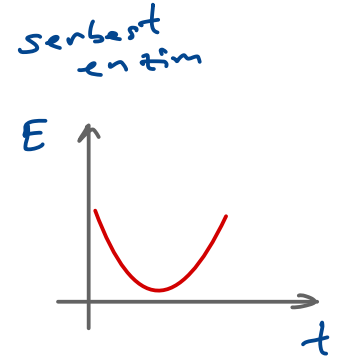
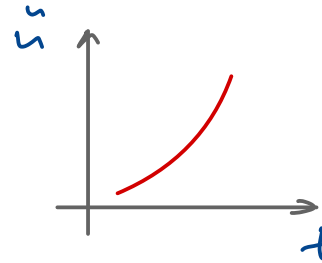
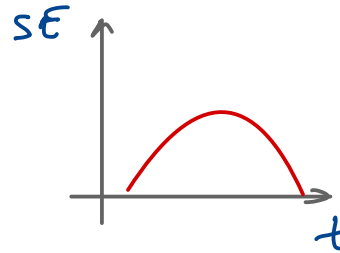
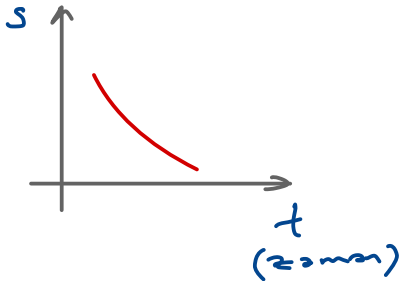
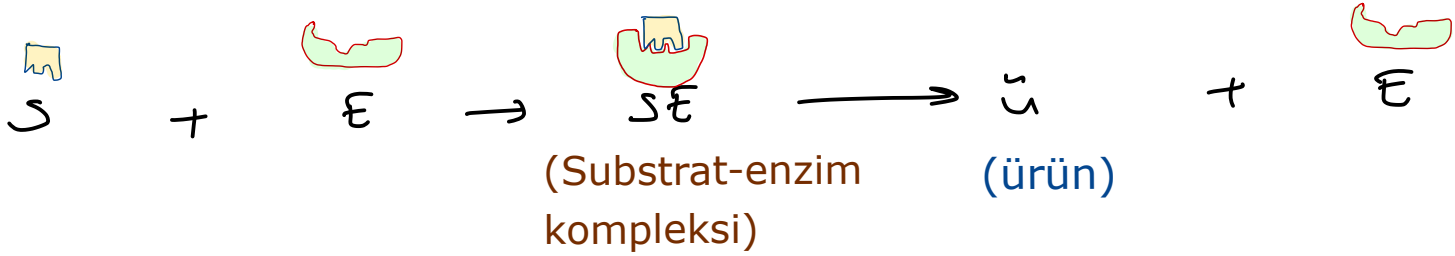


Substrat

Enzim

Substrat enzime bağlandığında enzim hafifçe şekil değiştirerek substratı tam sarar (İndüklenmiş Uyum). Aktivasyon enerjisi bu aşamada düşer.

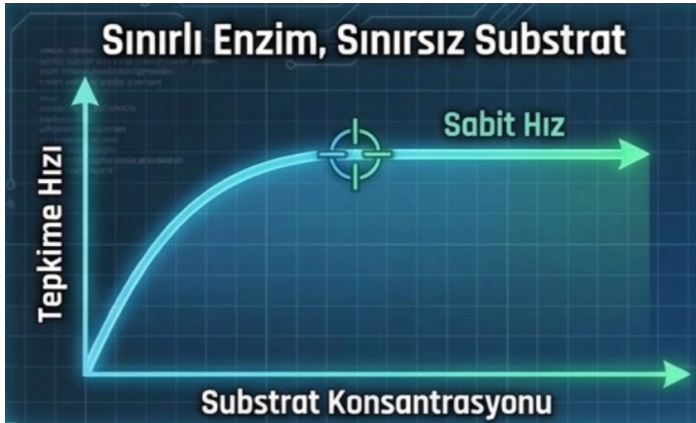
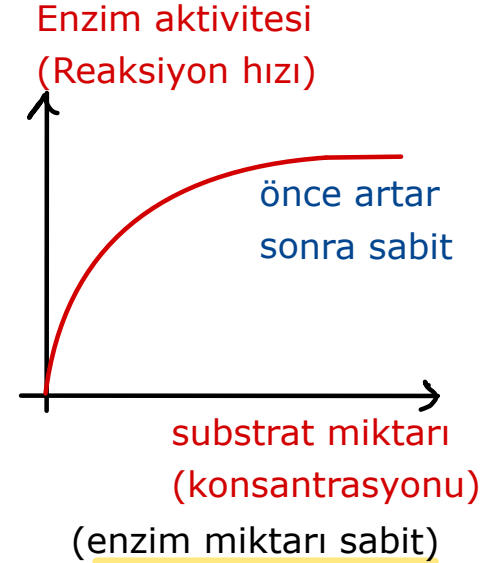
Enzim-substrat ilişkisi



*Enzimler, substrat ile geçici bir kompleks oluşturarak reaksiyonu kolaylaştırır.

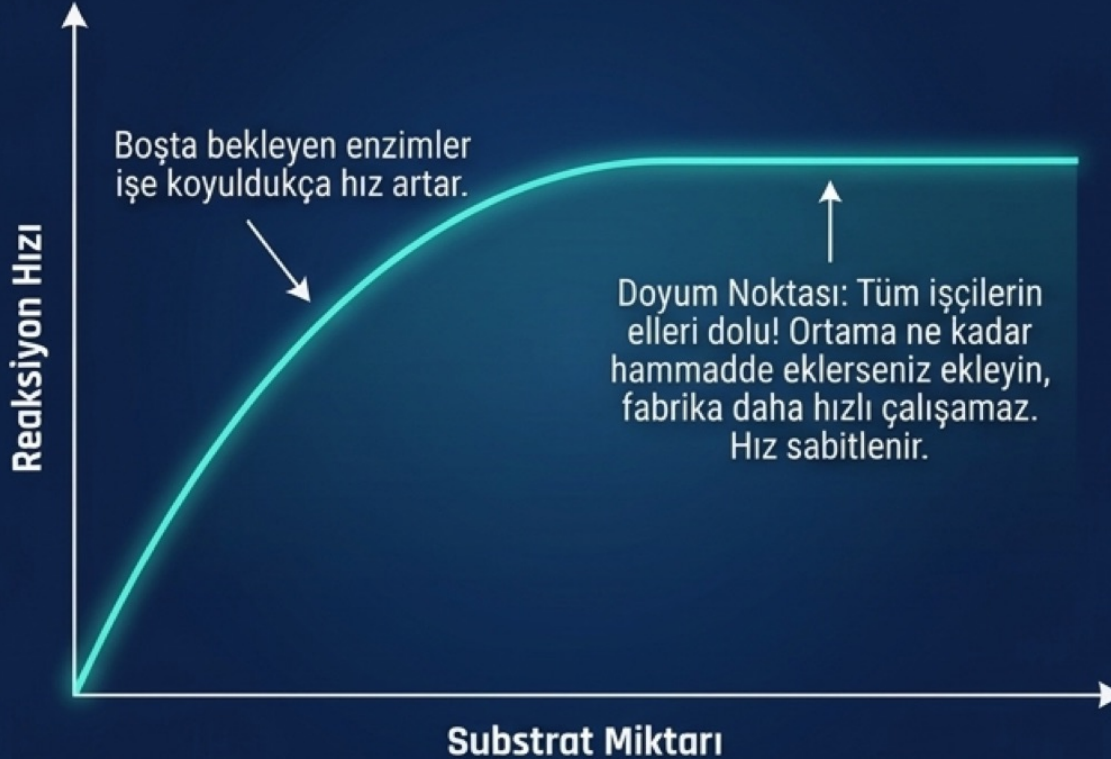
*Substrat miktarı - sayısı - (konsantrasyonu-yoğunluğu) artar ise gerçekleşen tepkimeler artar.

*Sustrat ile enzim bir araya gelmiş olur.



*Reaksiyon hızı bir noktadan sonra sabit kalır (enzimler doyuma ulaşır).

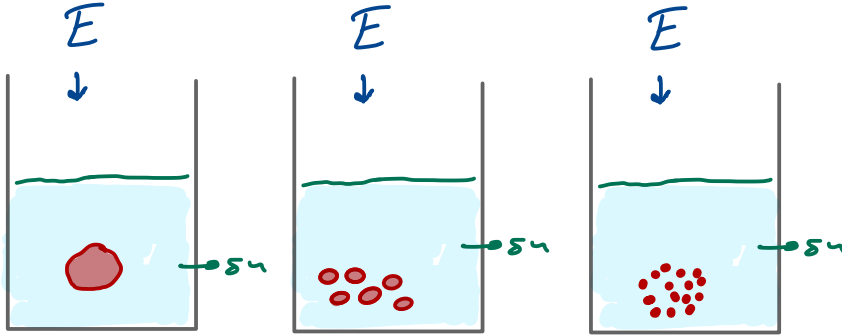
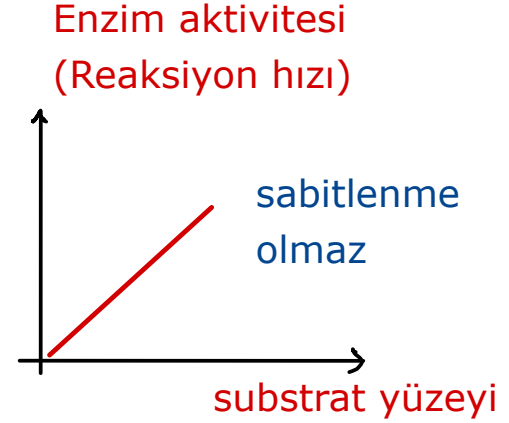
Sabit Enzim Miktarı



*Substrat yüzeyi artar ise enzim aktivitesi artar.

*Sustrat ile enzim bir araya gelmiş olur.

Enzimler substrata dış yüzeyinden etki ettiği için, yüzey genişledikçe tepkime hızı doğrusal olarak yükselir.



Parsel
et

Kuşbaşı
et

Kıyma
et

Et, substrattır.

* Tüm koşullar aynı,
sadece substrat
yüzeyi farklıdır.



Daha kısa sürede
tepkimeler tamamlanır.

I

II

III

Substrat Yüzeyi



Parça Et

HIZLI SİNDİRİM



Kıyma

Enzimler dışarıdan içeriye doğru çalışır. Substratı (Hammaddeyi) ne kadar küçültürseniz (çığneme veya kıyma), enzimlerin etki edeceği "Substrat Yüzeyi" o kadar artar, reaksiyon hızlanır.

Substrat Yüzeyi Etkisi

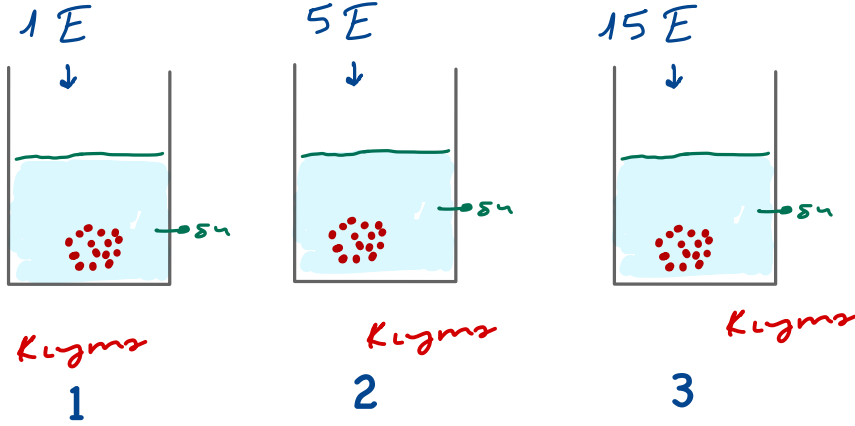
Tepkime Hızı

Yüzey Alanı



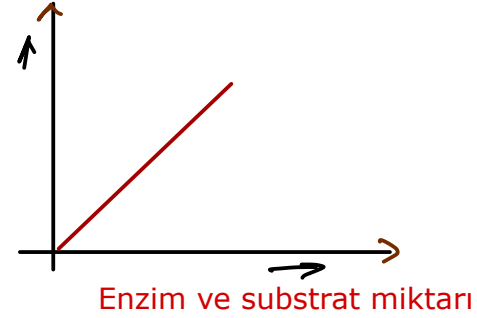
*Enzim miktarı (konsantrasyonu) artar ise;
a) Substrat miktarının sınırsız olma durumu

b) Substrat miktarının sabit (sınırlı) olma durumu

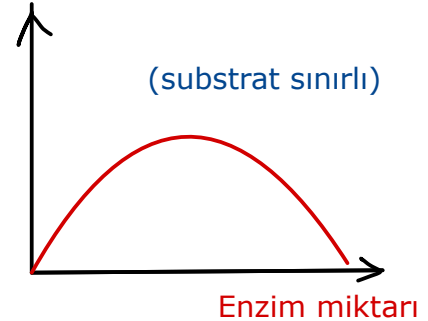


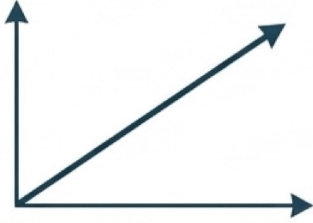
Kıyma et, substrattır.

Enzim aktivitesi
(Reaksiyon hızı)

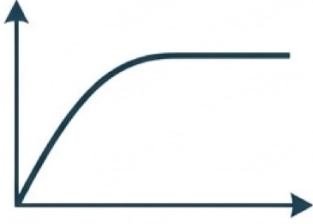


Enzim aktivitesi
(Reaksiyon hızı)





Sürekli Artış: Ortamda yeterli substrat ve sürekli artan enzim varsa tepkime hızı sürekli artar.



Doygunluk: Enzim miktarı sabit, substrat artıyorsa; hız önce artar, enzimler substrata doyduğunda maksimum hızda sabit kalır (**Tepkime durmaz, sabit hızda devam eder!**).



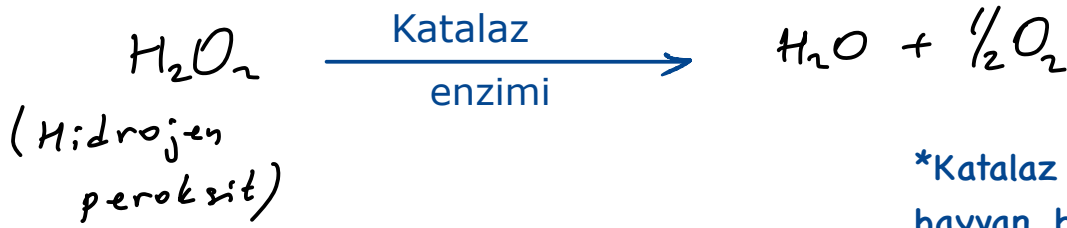
Parça Et



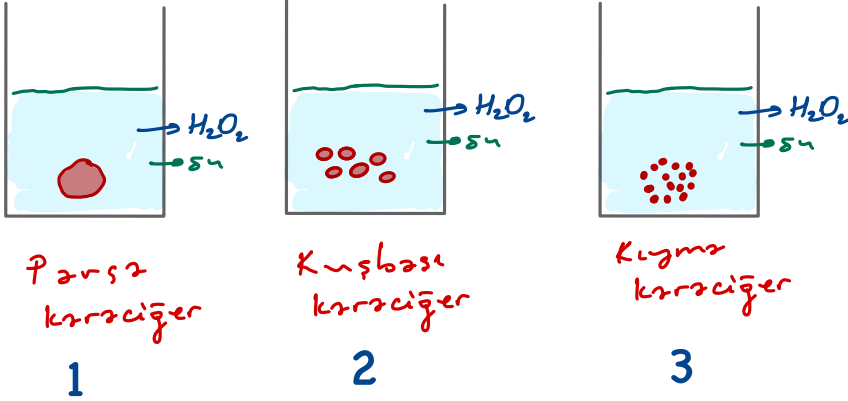
Kıyma Et



Substrat Yüzeyi: Enzimler substrata dış yüzeyinden etki eder. Kıyma et, parça etten daha hızlı sindirilir. Yüzey alanı arttıkça tepkime hızı artar.



*Katalaz enzimi, oksijenli solunum yapan hayvan, bitki, bakteri ...vb bulunur.



*Enzim miktarı sebebiyle, ... ✓

⇒ Daha kısa sürede tepkimeler tamamlanır.

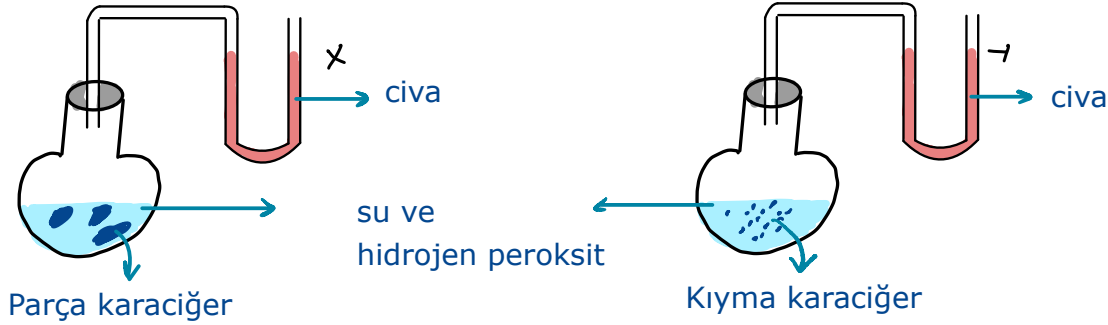
En kısa sürede tamamlanan 3'tür.

* $\text{H}_2\text{O}_2 \Rightarrow$ substrat
 Karaciğer $\Rightarrow$ Katalaz enzimi



*Karaciğer (katalaz enzimi) ve hidrojen peroksit ile ilgili kontrollü deney düzeneği.

Deney-Gözlem



*Deney sonunda civa seviyeleri eşit olur.

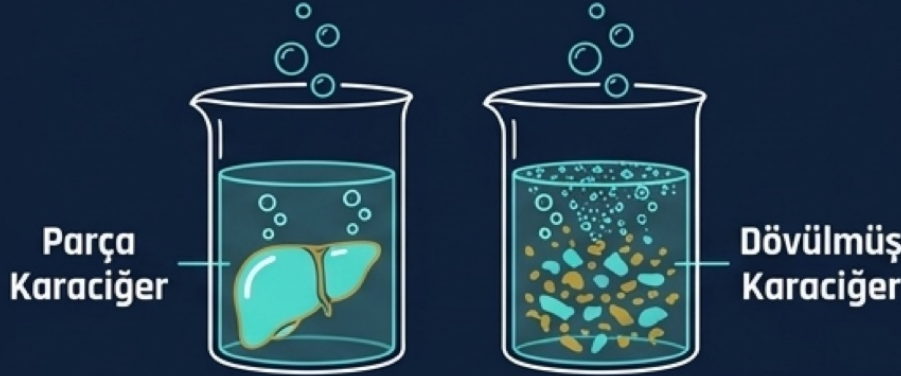
*Y kolundaki civa seviyesi X'e göre daha hızlı yükselir.

*Bu deney enzim miktarının tepkime hızı üzerine etkisini inceler
(substrat yüzeyi ile ilgili değildir)

→ Karaciğerde H_2O_2 'yi H_2O ve O_2 'ye parçalayan katalaz enzimi bulunur.



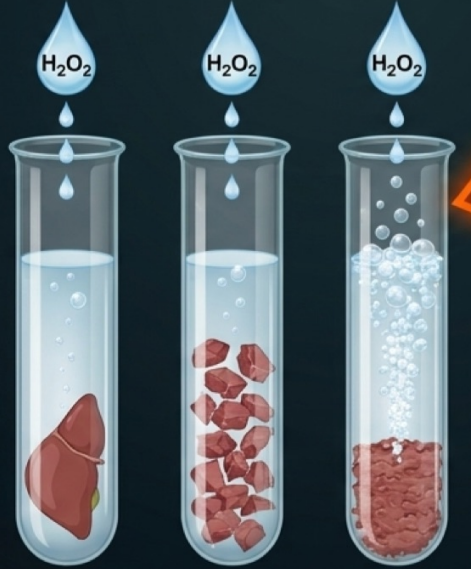
TUZAĞA DİKKAT! (Karaciğer Deneyi)



Karaciğer deneylerinde, hidrojen peroksit (H_2O_2) substrattır; Karaciğer ise enzimin (Katalaz) kendisidir! Karaciğeri ezmek substrat yüzeyini DEĞİL, açığa çıkan "Enzim Miktarını" artırır. Hızlanmanın asıl sebebi budur!

Senaryo: Eşit miktarda Bütün, Parça ve Ezilmiş karaciğer üzerine eşit H_2O_2 dökülüyor. En hızlı gaz çıkışı ezilmiş olanda gerçekleşir. Neden?

Öğrenci Yanılgısı:
Çünkü ezilmiş
karaciğerde substrat
yüzeyi artmıştır.
(YANLIŞ!)



Bütün Karaciğer Parçalanmış karaciğer Ezilmiş Karaciğer

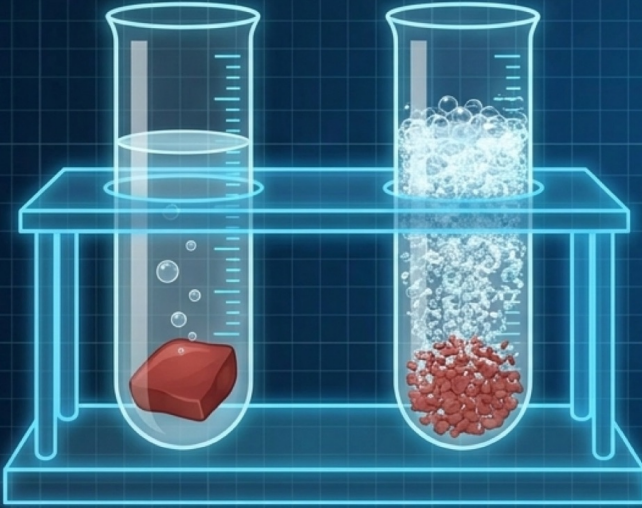
DİKKAT!

ÖSYM Gerçeği:
Bu deneyde Karaciğer
substrat DEĞİL, enzim
(katalaz) kaynağıdır. Substrat
 H_2O_2 'dir. Ezilmiş karaciğerde
hücreler parçalandığı için orta-
ma çıkan SERBEST ENZİM
MİKTARI daha fazladır. Hız
farkının sebebi enzim miktarıdır!

DENEY DÜZENEGİ

Tüp 1: Parça
Karaciğer + H_2O_2

Tüp 2: Kıyma
Karaciğer + H_2O_2



ANALİZ VE GERÇEKLER



Öğrenci Yanılgısı: Kıyma karaciğerin yüzeyi daha geniştir, bu yüzden substrat yüzeyi artmıştır. -> YANLIŞ!



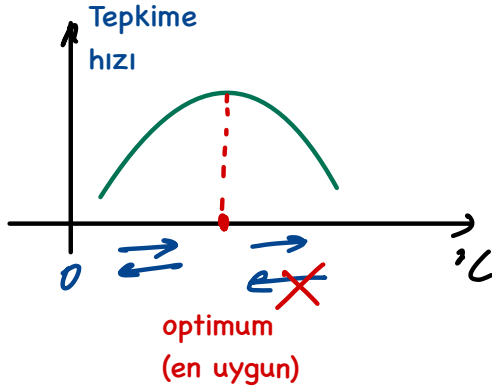
Biyolojik Gerçek: Bu deneyde Substrat H_2O_2 'dir. Karaciğer ise substrat değil, enzimin (Katalaz) kaynağıdır.

Enzimlerin aktivitesinde pH ve sıcaklığın etkili olduğunu gösteren deneyler

*Enzimler üç boyutlu bir yapıya sahiptir (Protein gibi)

-Bu yapı bozulur ise enzim görev yapamaz (Fazla sıcaklık, Uygun olmayan PH, bazı kimyasallar ile denatüre olabilir)

*Enzim sıcaklıktan etkilenir (enzimin esas yapısı proteindir)



Deney-Gözlem

*Yüksek sıcaklıkta enzim (protein) denatüre olur.

*Bozulan enzim, uygun sıcaklıkta tekrar çalışmaz.

*Soğukta enzim bozulmaz, uygun sıcaklıkta yeniden çalışır.
(Düşük sıcaklık enzimi inaktif yapar)

Farklı sıcaklık değerlerinin enzim aktivitesine (katalaz, amilaz, lipaz enzimi vb.) etkisi...

500:500070 02 T10101 20.10.17

0000:0000:0000
0000:0000:0000
0000:0000:0000
0000:0000:0000

Enzimler uyur
(Soğukta bozulmazlar,
ısıyınca tekrar
çalışırlar).



DENATÜRASYON:
Yüksek ısı 3D yapıyı
eritir, geri dönüşü
yoktur.

Yüksek Sıcaklık Enzimin Yapısını Bozar!

0000:0000:0000
0000:0000:0000
0000:0000:0000
0000:0000:0000

0000:0000:0000:0000:0000:0000

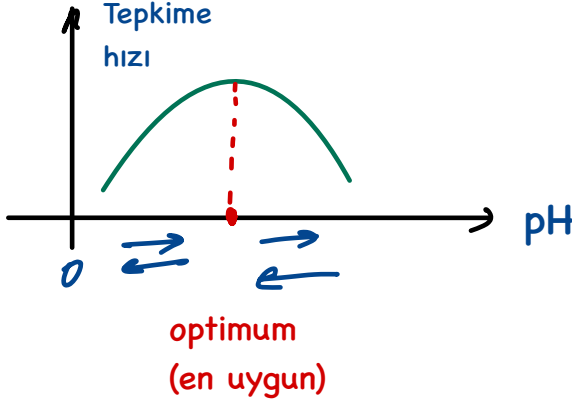
*Enzim, ortamın pH (asit-baz) derecesinden etkilenir.

*Her enzim çeşiti için uygun pH aralığı vardır.

ör/ Mide ortamı enzimleri için pH:2

İnce bağırsak ortamı enzimleri için pH:8,5..vb

Tükürük enzimi 7,4



Deney-Gözlem

Farklı pH değerlerinin enzim aktivitesine (katalaz, amilaz, lipaz enzimi vb.) etkisi...

pH 7,5

pH 8,5

Katalaz enzimi pH 7,5 ta optimum (en iyi) çalışır.



pH Hassasiyeti: Her enzimin çalıştığı spesifik bir pH aralığı vardır. Mide (asidik) enzimi ince bağırsakta (bazik) çalışamaz.

İnhibitör

*Enzimin çalışmasını olumsuz yönde etkileyen, çalışmasını durduran faktörlerdir.

*Anahtar kilit uyumunu bozar.

*Enzim ile substrat bir araya gelemez.

*İnhibitör, ürün oluşum hızını azaltır.

*Bazı inhibitörler aktif merkeze bağlanırken, bazıları aktif merkez dışındaki bir bölgeye bağlanarak enzimin şeklini bozar.

Ör/ Siyanür

Kurşun

Civa

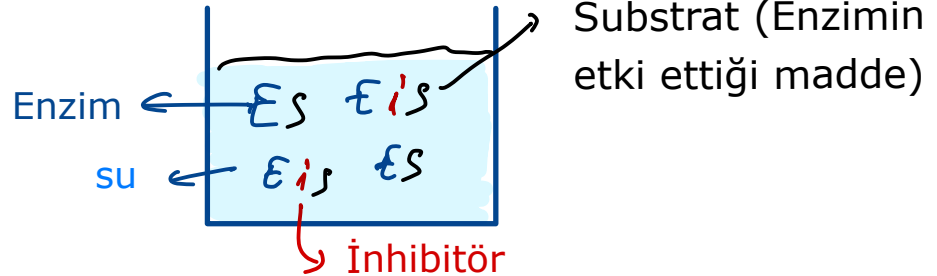
Zehirli mantar

Yılan zehiri

Akrep zehiri

Antibiyotik (bakteriler için)

Mantar zehirlenmesi



*Penisilin antibiyotiği, bakterilerin hücre duvarındaki peptidoglikan ile ilgili enzimi kalıcı olarak inaktive eder.

*İnhibitör, enzime bağlanır, substratın bağlanmasına engel olur.

Aktivatör

*Enzimin çalışmasını olumlu yönde etkileyen faktörlerdir.

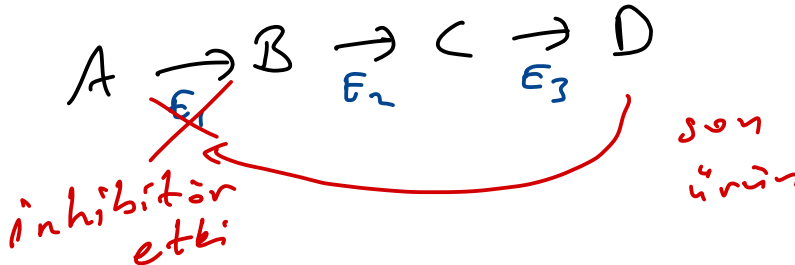
→ Uygun koenzim

→ Uygun kofaktör ($Mg^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, H_2O, K^+$ veya Cl^- mneyonlar)

*ör/ Cl^- , tükürük amilaz enzimi için aktivatördür.

ör/ HCl (Pasif haldeki pepsinojen enziminin, HCl ile aktifleşmesi)

*Enzimlerin çalışmasında Feed back (geri bildirim) etkisi vardır.



*Ortamda ürün miktarı artar ise negatif feed-back ile tepkime durur.

Aktivatörler (Hızlandırıcılar)

Mekanizma: Enzimin çalışmasını olumlu etkiler, aktifleşmesini sağlar.

Örnekler: Su, uygun pH, optimum sıcaklık, kofaktörler (iyonlar), HCL (Pepsinojeni aktif pepsine çevirir).

İnhibitörler (Durdurucular)

Mekanizma: Enzimin aktif merkezini bloke eder veya enzimin şeklini bozar. Anahtar-kilit uyumunu yok eder.

Örnekler: Siyanür, ağır metaller (Kurşun, Cıva), akrep/yılan zehiri, tarım ilaçları, bazı antibiyotikler.

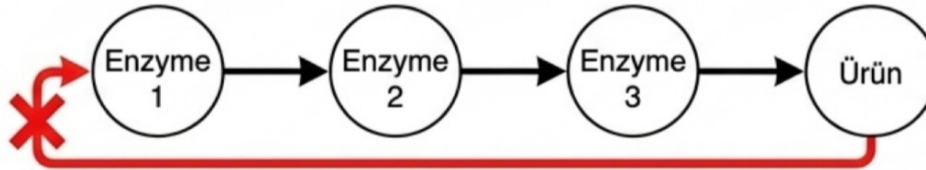


Aktivatörler (Yeşil Işık):
Tepkimeyi hızlandırırlar.

Su Kritik Kuralı: Ortamda su oranı %15'in altındaysa enzim çalışmaz (Örn: Tohumların kuru ortamda çimlenememesi, kurutulmuş meyvelerin bozulmaması).

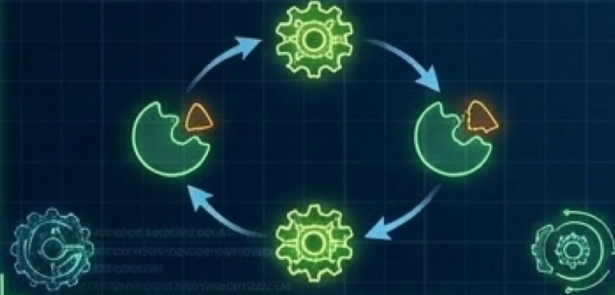
İnhibitörler (Kırmızı Işık): Anahtar deliğini tıkayan zehirler (Siyanür, ağır metaller, yılan zehiri, antibiyotikler). Enzim çalışmasını durdururlar.

Geri Bildirim (Feedback) İnhibisyonu

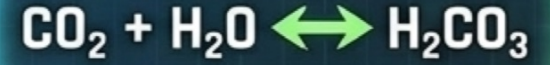


Takım halinde çalışan enzimlerde, yeterli Ürün biriktiğinde, son ürün gidip ilk enzimi durdurur. Hücreyi gereksiz enerji ve madde israfından koruyan mükemmel bir otomasyondur.

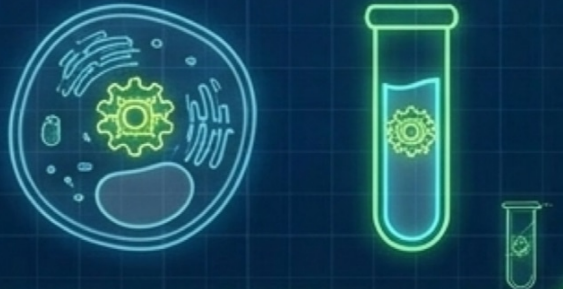
Enzimler reaksiyondan harcanmadan çıkar. Bozulmadıkları sürece aynı reaksiyon için defalarca kullanılırlar.



Genellikle çift yönlü (tersinir) çalışırlar.
(İstisna: Sindirim enzimleri tek yönlüdür.)



Hücre içinde (ribozomda) üretilirler, ancak hem hücre içinde hem de hücre dışında (in vitro / deney tüpü) çalışabilirler.





Tekrar Tekrar Kullanılırlar

Reaksiyondan değişmeden çıkarlar. Bozulana kadar aynı işi milyonlarca kez yaparlar.



Spesifiktirler (Özgüldürler)

Her enzimin etki ettiği madde (substrat) kendine özeldir. Yanlış anahtar, yanlış kilidi açmaz.



Çift Yönlü (Tersinir) Çalışabilirler

Sindirim enzimleri hariç, çoğu enzim reaksiyonu hem ileri hem geri yürütebilir (Örn: Karbonik anhidraz).



Takım Halinde Çalışırlar

Bir enzimin ürettiği 'ürün', hemen yanındaki diğer enzimin 'hammaddesi' (substratı) olabilir.

Substrat Miktarı (Sabit Enzim)



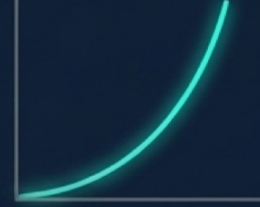
Kural: Doyum noktasında hız sabitlenir.

Enzim Miktarı (Sınırsız Substrat)



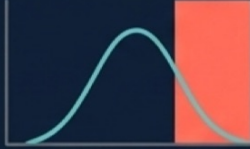
Kural: Çalışan sayısı arttıkça hız sürekli artar.

Substrat Yüzeyi



Kural: Hammadde küçüldükçe dış yüzey artar, hız artar.

Sıcaklık



Kural: Soğuk uyutur (geri döner), aşırı sıcak eritir (denatürasyon).

pH



Kural: Her enzimin favori bir asit/baz aralığı vardır.

Su Oranı



Kural: %15'in altında metabolizma durur.

Vitaminler

Yağda Çözünen Vitaminler, Suda Çözünen Vitaminler

- * C, H, O, N bulunur. Organiktir
- * Düzenleyicidir. ~~★~~ Birçok enzim için yardımcı faktör rolündedir.

→ Vitaminler bazı bileşik enzimlerde rol alırlar.

- * Vitamin, koenzim (enzimin yardımcısı) dir.

→ Vitaminlerin tek görevi, koenzimdir.

- * Vitaminler, proteinler gibi yapıya katılmaz.

- * Vitaminler, glukoz gibi enerji vermez.
(Enerji verenler = Karbonhidrat, yağ ve proteinler)

* Vitaminlerin sindirime ihtiyacı yok
→ Küçük olduklarından hücre zarından geçebilirler.

* Vitaminler, yaşamsal faaliyetler için az miktarda ihtiyaç duyulan temel (elzem) besindir.

(Temel aminoasit, temel yağ asiti gibi dışarıdan hazır alınır)

→ İnsan vücudu vitaminleri üretmez.

* Ototroflar; (fotosentez veya kemorentez ile)
vitaminleri üretirler.

→ Bitkiler, fotosentez ile kloroplast organelinde, vitaminleri üretir.

Beslenme ile alınan A ve D vitaminleri vücudumuzda aktifleşir.

Provitamin A → A vitamini
Karaciğer

Hücre bölünmesi, vb. rol alır.

Provitamin D → D vitamini
Deri (güneş ışığı etkisi ile)

İnsan kalın bağırsağında; B₁₂ ve K vitaminlerini bazı yararlı bakteriler üretebilir.

Antibiyotik ilaçlar, yararlı bakterileri de öldürür.

Vitaminler; ısı, ışık, oksijen, metal etkisi ...vb ile bozulabilir.

Suda çözünen vitaminler

B grubu vitaminleri ve C vitamini
(B1,B3,B5,B6,B7,B9,B12) (Askorbik asit)

B → Kepekli ekmek,
Tahılların kabuklarında

C → Limon, portakal, ...

Fazlası idrar ile atılır (B ve C vitaminin fazlası)

Depolanamaz.

Eksikliği çabuk görülür.

*C vitamini eksikliğinde diş eti hastalığı (Skorbüt) görülür.

*B vitamini eksikliğinde anemi (kansızlık) hastalığı görülür.
6, 9, 12

*B12 vitamini eksikliğinde unutkanlık, hafıza sorunları vb. görülür. B12 depolansızdır.
B12 bazı mikroorganizmalarca üretilir. ve suda çözünür vitamindir.

* C vitamini sabuk bozulur.
* C vitamini Fe emilimine yardımcıdır.
* C vitamini kollajen sağlığı için önemlidir.

B1 eksikliği ile beriberi hastalığı
B3 " " pelagra "

Yağda çözünen vitaminler

A D E K vitaminleridir.

Fazlası karaciğerde depolanır.

Çok fazlası zehir etkisi yapar.

Eksikliği çabuk görülmez.

A → haşur, yumurtu, süt
D → Balık yağı, sarısı, ...
E → Bitkisel yağ, kuruyemiş...

K → Marul, ... yeşillikler

*A vitamini eksikliğinde gece körlüğü (tavuk karası) hastalığı görülür. Loş ışıktu göremez.

*D vitamini eksikliğinde, kemik hastalığı görülür.

-Çocuklarda Raşitizm hastalığı

-Yetişkinlerde osteomalazi hastalığı

→ Parantez () bıcak

*D vitamini kemiğin yapısına katılmaz.

Ca (Kalsiyum) mineralinin, kemiğin yapısına katılması ile ilgili enzimlere yardımcıdır.

*E vitamini eksikliğinde kısırlık görülebilir.

Antioksidan

*K vitamini eksikliğinde, kanın pıhtılaşmasında sorunlar oluşur.
(İlgili enzimlerde koenzim rolünde)

*Hemofili hastalığı kalıtsaldır. K vitamini eksikliği ile ilgili değil.)

*Havuçta provitamin A (karoten),
karaciğerde A vitamini bulunur.

D vitamini; Kalsiyum mineralinin
bağırsaklardan emilimini kolaylaştırılır.

D vitamini kemik gelişimi için
önemlidir.

E vitaminli dayanıklı değil (ısı, ışık,
kızartma ...vb. ile özelliği bozulabilir)

K vitamini, kanın pıhtılaşmasında rol alır.

Eksikliğinde pıhtılaşma süresi uzar.

B12 vitamini, sinir hücrelerinin kılıfı
olan miyelin sentezinde rol alır.

B12 vitamini özellikle et, süt, yumura,
karaciğer vb. gıdalarda bulunur.

B1 (Tiamin), Folik asit, Kolin, ...vb. B grubu vitaminlerin çeşitleridir.

VİTAMİNLER

ORGANİKTİRLER!



DÜZENLEYİCİDİRLER!



ENERJİ VERMEZLER!



SİNDİRİLMEZLER!

Zaten monomer (küçük)
boyutundadırlar. Hücre zarından
DOĞRUDAN geçerler!



Su ve mineraller
inorganiktir.
Vitaminler ORGANİKTİR
(C,H,O içerir).

Açlıktan ölseyiz bile
hücreleriniz vitamini
yakıp enerji (ATP) elde
etmez.

Polimer değildir,
monomer boyutundadırlar.
Sindirilmeden DOĞRUDAN
geçerler.



YAĞDA ÇÖZÜNENLER (A, D, E, K)

Depolanma

Karaciğerde depolanır.

Eksiklik Belirtisi

Geç ortaya çıkar (depoları olduğu için).

Fazlalığı

Zehirlenme (Hipervitaminoz) yapabilir.



SUDA ÇÖZÜNENLER (B Kompleks, C)

Depolanma

Depolanmaz (B12 hariç). Fazlası idrarla atılır.

Eksiklik Belirtisi

Çok çabuk ortaya çıkar.

İhtiyaç

Günlük olarak dışarıdan alınmalıdır.

VİTAMİN EKSİKLİĞİ

A Vitamini = GECE KÖRLÜĞÜ

D Vitamini =
RAŞİTİZM /
OSTEOMALAZİ

K Vitamini =
PIHTILAŞMADA GECİKME

C Vitamini =
SKORBÜT

B Grubu =
BERİBERİ,
PELLEGRA, ANEMİ

Suda çözünenlerin
eksikliği daha
erken hissedilir,
çünkü yedek
depomuz yoktur!



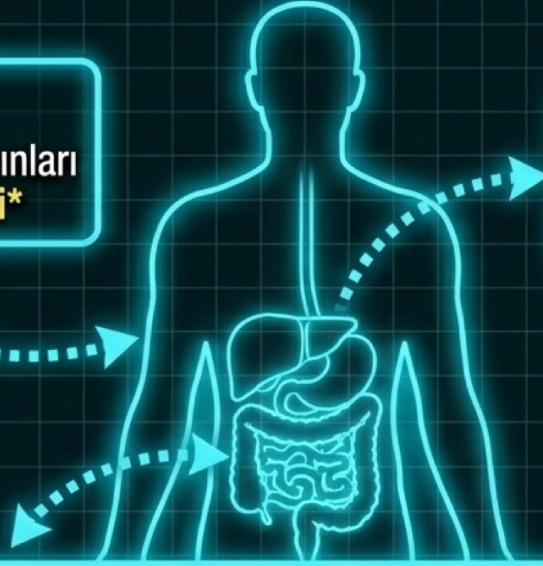
Deri

Provitamin D → UV Işınları
→ ***Aktif D Vitamini***



Karaciğer

Provitamin A (Karoten)
→ ***Aktif A Vitamini***



Kalın Bağırsak

Mutualist Yaşam!

Bağırsaklarımızdaki yararlı bakteriler
bakteriler bizim için B ve K vitamini üretir.



Taktik Kutu: Uzun süreli ve bilinçsiz antibiyotik kullanımı bu bakterileri öldürür, B ve K vitamini eksikliği başlar!