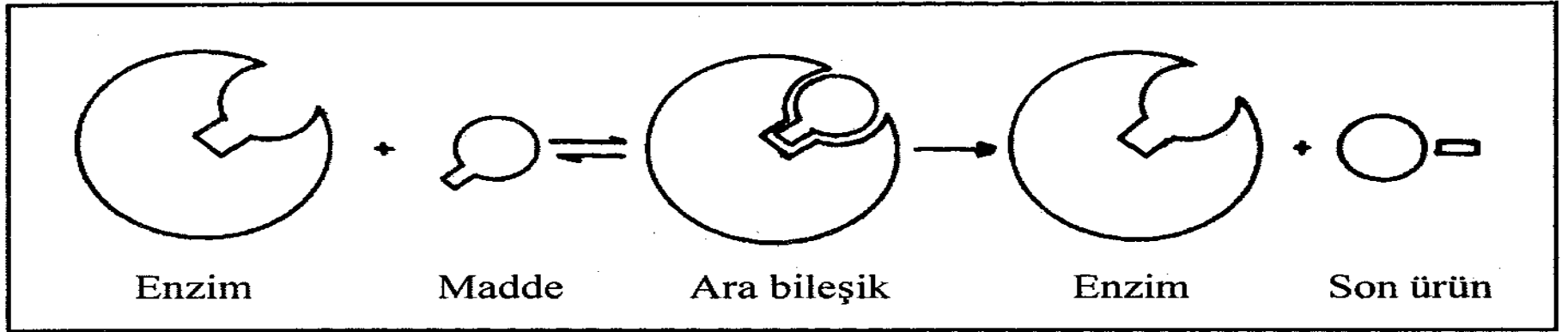


# ENZİMLERİN KATALİTİK ETKİNLİKLERİ

enzimler belli madde (substrat) üzerinde katalitik etkinlik gösterir.



Şekil 2-1. Enzim ile madde arasındaki katalitik tepkimenin şematik görünümü

## ENZİMLERİN YAPISI

Enzimlerin tamamına yakını temelde yapı olarak proteindir.

Kimi enzimler protein moleküllerine bağlı protein olmayan maddelere de sahiptir.

---

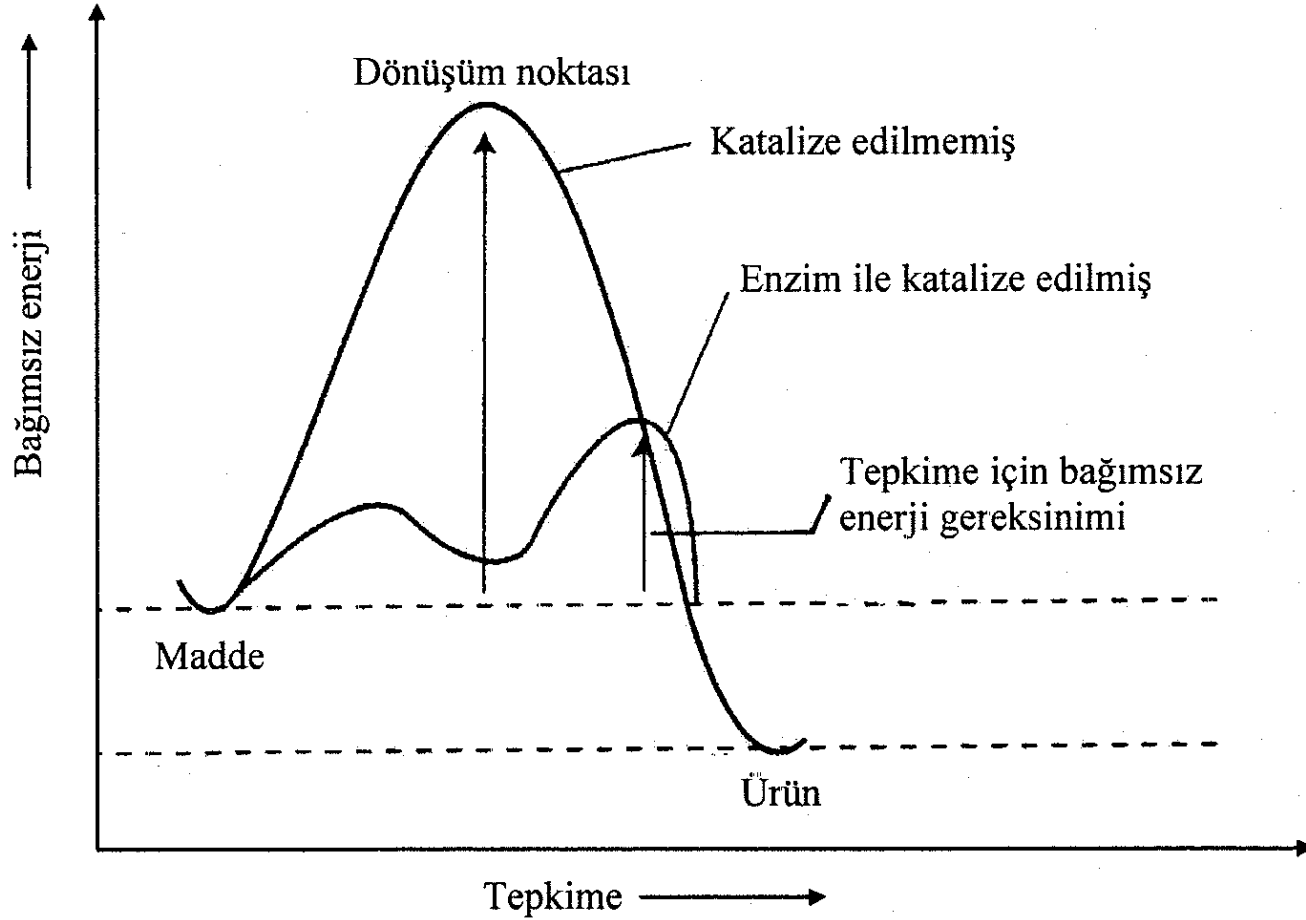
Yapıları yönünden enzimler iki grup altında toplanabilir. Bunlar:

a. Yapıları protein olan enzimler ve

b. Proteine bağlı protein olmayan maddeleri de kapsayan enzimlerdir.

Enzimlerin tamamına yakını yapı olarak protein olmakla beraber proteinlerin tümü katalitik özelliğe sahip değildir.

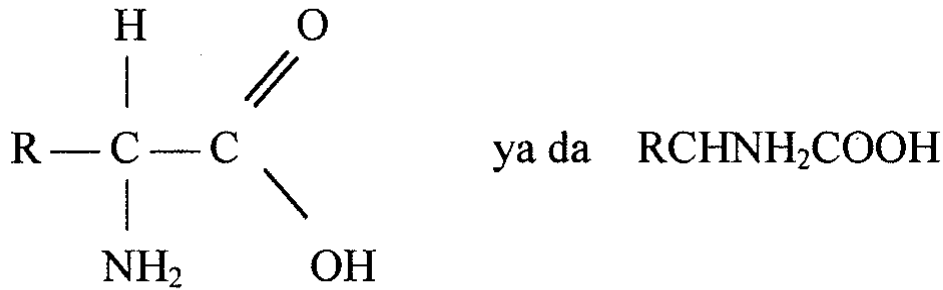
Örneğin bitki tohumları içerisinde bulunan çok çeşitli depo proteinlerinin katalitik işlevleri yoktur. Tohumlardaki depo proteinleri çimlenmeden sonra oluşan bitki için amino asit kaynağı olarak yarar sağlarlar.



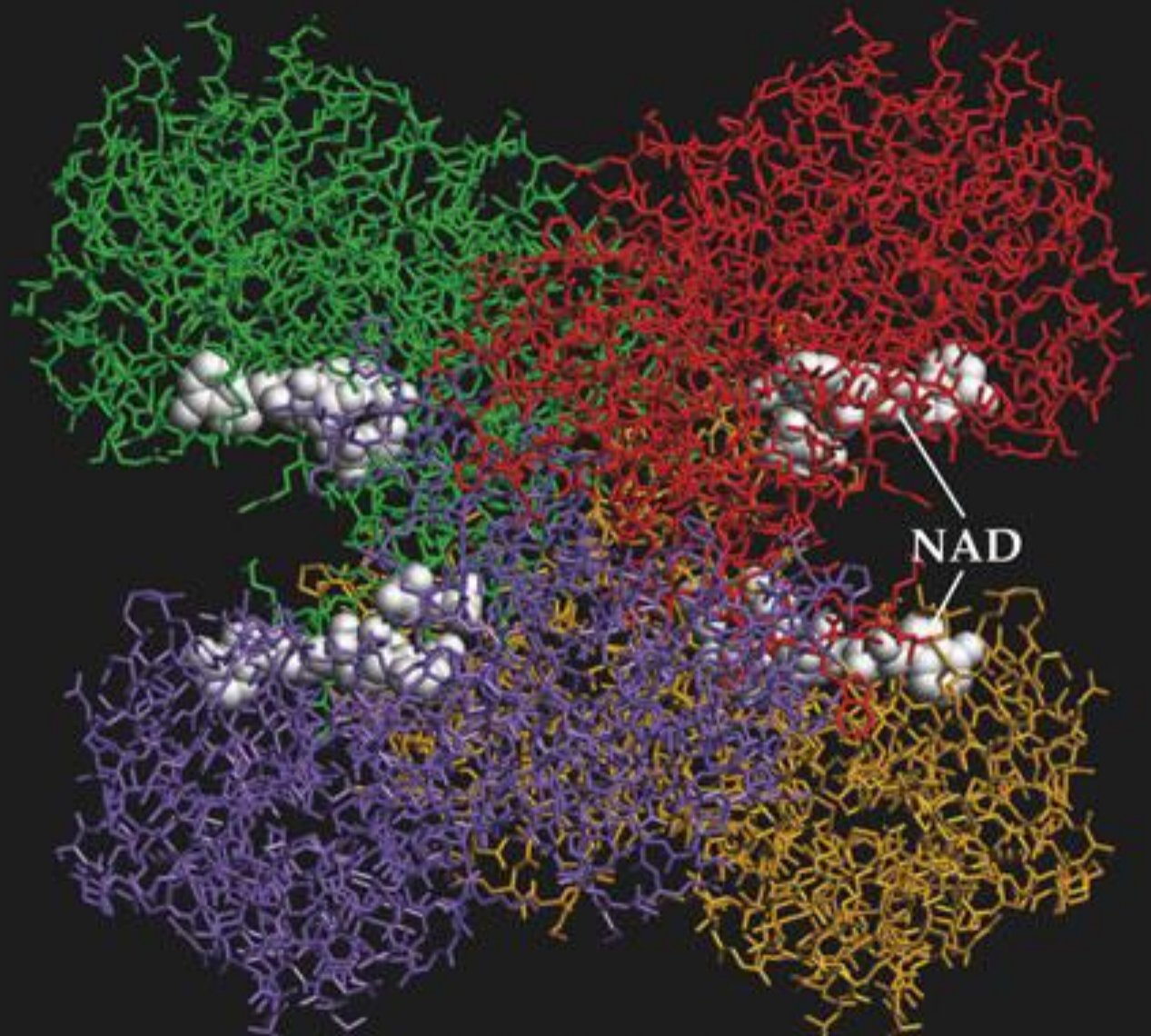
Şekil 2-2. Bir tepkimenin katalize edilmesi ya da edilmemesi durumunda gereksinim duyulan bağımsız enerji miktarları

Enzimleri oluşturan proteinlerin her biri yüzlerce amino asitten oluşmuş bir ya da birkaç *Peptit Bağına* sahiptir. Her bir proteinin boyutu ve içeriği oluştukları amino asitlerin cinsine ve sayısına bağlıdır.

Proteinleri oluşturan amino asitler genel olarak şu şekilde formüle edilirler:



Formülde yer alan  $-\text{NH}_2$  *Amino Grubu* olup  $-\text{COOH}$ 'da *Karboksil Grubudur*. Molekülün R ile gösterilen kalan bölümü ise amino asidin *Yan Zincirini* (side chain) oluşturmaktadır.



**Glyceraldehyde-3-phosphate  
dehydrogenase**

## Prostetik Gruplar, Koenzimler ve Vitaminler

Enzimlerin proteine bağı çok daha küçük protein olmayan organik kısmını *Prostetik Grup* olarak adlandırılır.

Prostetik gruplar proteinlere genelde güçlü kovalent bağlarıyla bağlanmış olup katalitik aktiviteyi üstlenmişlerdir.

Kimi enzimlerde ise proteine bağı metal iyonları (Fe, Cu, Zn vb) prostetik grupları oluştururlar.

Kimi enzimler ise katalitik aktivitelerini gerçekleştirebilmek için proteine güçlü şekilde bağlanmış *Prostetik Grup* adı altında diğer bir organik bileşiğe, bir metal iyonuna ya da bunların ikisine de sahip değildirler.

Anılan bu bileşikler yaygın şekilde **Koenzim** olarak adlandırılmıştır. Metal iyonlar ise çoğunlukla **Metal Aktivatörler** olarak adlandırılırlar.

Bitkiler tarafından sentezlenen çeşitli *Vitaminler*, bitki ve hayvanlardaki enzimlere bağlı *Koenzimlerin* ya da *Prostetik Grupların* parçaları şeklinde bulunurlar.

Bu olgu canlıların yaşamında vitaminlerin ne denli önemli olduğunu açık kanıtıdır.

Bakır, demir, mangan, çinko, kalsiyum, magnezyum, potasyum ve diğerleri gibi çeşitli mutlak gerekli elementler enzim aktivatörleri olarak görev yaparlar.

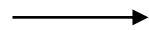


Enzimlerle ilgili olarak *Elektroforez* yöntemiyle yapılan ileri düzeydeki araştırmalar aynı madde (substrat) üzerinde katalitik etki yapan ve aynı tepkime ürünlerini oluşturan birden fazla enzimin bulunduğunu göstermiştir.

Aynı madde üzerinde katalitik etki yapan ve aynı tepkime ürünlerini oluşturan enzimlere *izozimler* ya da *izoenzimler* denir.

İzoenzimler gen farklılıkları yanında amino asitlerin dizilişlerindeki farklılık nedeniyle de birbirlerinden ayrılırlar.

izoenzimler                      çevre etmenleri



## BİTKİ HÜCRELERİNDE ENZİMLERİN DAĞILIMI

Enzimler yaşayan hücrelerde düzenli (üniform) şekilde dağılım göstermezler.

---

Fotosentezde görev yapan enzimler kloroplastlarda bulunur

Aerobik solunumda görev üstlenmiş çoğu enzimler mitokondri içerisinde ve kimileri de sitozol içerisinde yer almışlardır.

DNA (Dioksiribonükleik asit) ve RNA (Ribonükleik asit) sentezinde temel görev üstlenmiş enzimler ise hücre çekirdeğinde yerleşiktir.

# ENZİMLERİN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİ YAPAN ETMENLER

---

Madde (Substrat) Miktarı

**Ortamda bulunan madde miktarı belli bir düzeye değin enzimlerin aktiviteleri üzerine olumlu yönde etki yapmakta ve daha sonra madde miktarının etkisi ya hiç olmamakta ya da olumsuz yönde gelişmektedir.**

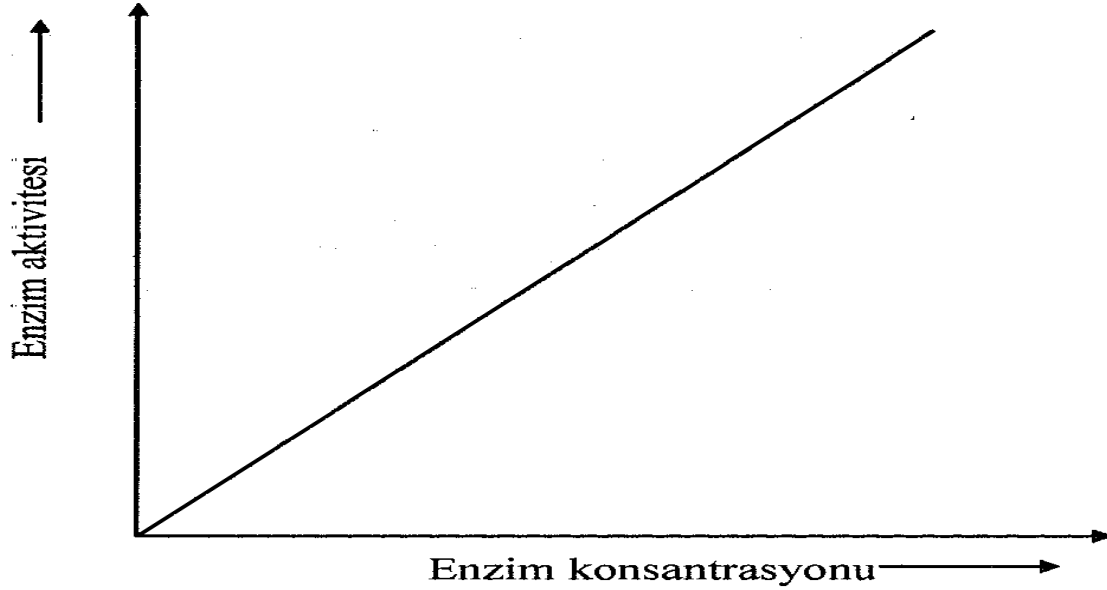
## Tepkime Ürünleri Miktarı

Enzimatik tepkimeler de kimyasal tepkimeler gibi kimya yasalarına bağlıdır.

Tepkime ürünlerinin ortamda toplanması oranında enzimatik tepkimelerin miktarı azalır. Özdeş şekilde başlangıçta tepkime ürünlerinin konsantrasyonu fazla ise enzimatik tepkimelerin miktarı az olmaktadır.

# Enzim Konsantrasyonu

Enzim aktivitesi ortamda bulunan enzim konsantrasyonu ile ilişkili olarak doğrusal şekilde artar.



*Şekil 2-4. Enzim konsantrasyonu ile enzim aktivitesi arasındaki ilişki*

## Hidratasyon

Özellikle tohumların çimlenmeleri anında hidratasyonun etkisi çok açık bir şekilde görülebilir.

Kuru durumdaki tohumlarda enzim aktivitesi çok düşüktür. Çimlenme anında su alındıkça tohumda enzim aktivitesi sürekli şekilde artar.

Özdeş durum bitkilerin öteki organlarında da görülmektedir.

# Sıcaklık

Kimyasal tepkimelere özdeş şekilde enzimatik tepkimeler de sıcaklığın etkisi altındadır.

---

Protein tabiatında olmaları nedeniyle enzimler özellikle sıcaklığa karşı duyarlıdır.

Enzim aktivitesi  $0^{\circ}\text{C}$ 'de pratik olarak yoktur. Sıcaklık arttıkça enzim aktivitesi de doğrusal şekilde artar. Genel olarak  $25^{\circ}\text{C}$ 'ye değin sıcaklığın her  $10^{\circ}\text{C}$ 'lik artışlarında tepkime miktarı 2.5 kat artar.

Bu olgu iki nedene dayandırılarak açıklanabilir:

- a. Sıcaklık artışına bağlı olarak madde moleküllerinin olduğu gibi enzim moleküllerinin de kinetik enerjileri artar
- b. sıcaklık artışı ile hareketleri fazlalaşan enzim ve madde moleküllerinin birleşme olasılığı yükselir.



## Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)

---

Ortamin pH'sı enzimlerin aktiviteleri üzerine önemli etki yapar.

Optimum pH'dan fazlaca uzaklaşılması durumunda enzimler aktivitelerini tamamen yitirerek bir daha etkin duruma geçememektedir.

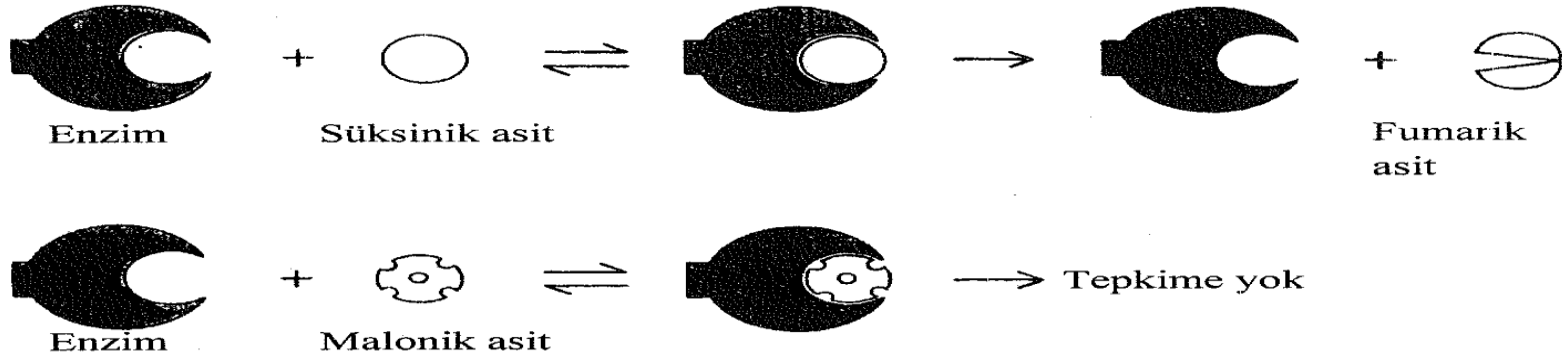
Değişik enzimler için optimum pH 1.5 ile 10 arasında değişmektedir.

## 2.7.7. Önleyiciler (İnhibitörler)

Enzimatik tepkimelerin hızını azaltan önleyiciler çoğunlukla iki grup altında toplanır. Bunlar:

a. Kompetatif önleyiciler

b. Kompetatif olmayan önleyicilerdir.



Şekil 2-7. Yapı olarak süksinik aside benzeyen malonik asidin önleyici (inhibitör) etkisinin şematik görünümü

En iyi bilinen enzim önleyicileri *İodaasetatlar, Floridler, Siyanidler* ile *Karbonmonoksit*'tir.