



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
ZİRAAT FAKÜLTESİ  
Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

**ENZİMOLOJİ DERSİ 9**

## 4. ENZİM KİNETİĞİ

✓Enzim kinetiği, enzimler tarafından katalizlenen reaksiyonların ‘**hızlarının**’ incelendiği konudur.

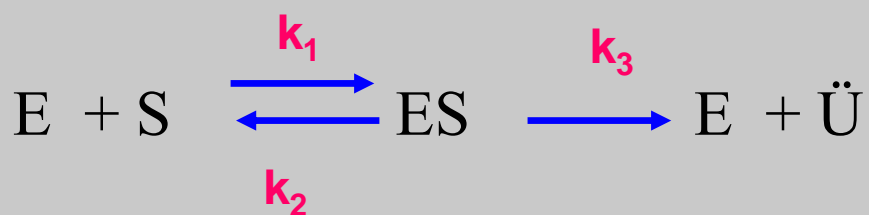
**Reaksiyon Hızı (V):** Enzim etkisiyle birim zamanda kaybolan substrat miktarı veya oluşan ürün miktarı ile ölçülür.

**$V_{MAX}$ :** Katalizin ulaşabileceği en yüksek hız değeridir. Enzim bölgeleri substrat ile tam doygunluğa geçince  $V_{MAX}$ 'ta ulaşılır.

**Km:** En yüksek hız ( $V_{MAX}$ ) değerinin yarısına ulaşmak için gerekli substrat miktarıdır. Ortamda bulunan tüm enzim moleküllerinin aktif bölgelerinin yarısını dolduran substrat miktarıdır. Km değerini tam olarak bulabilmek için farklı konsantrasyonlarda substrat kullanılmalıdır.

## 4. ENZİM KİNETİĞİ

- ✓ Enzimlerin katalizledikleri reaksiyonlarda genel kimyasal reaksiyon kinetikleri geçerlidir.
- ✓ **Michaelis** ve **Menten** isimli araştırmacılar, enzimlerle gerçekleşen reaksiyonlar için basit bir tanımlama yapmışlardır.
- ✓ Enzim kinetiklerinin kantitatif analizleri için geliştirilen bu model, tek substratlı reaksiyonlar için geçerlidir.



$k_1$ ,  $k_2$  ve  $k_3$ : reaksiyonların hız sabitleri

# 4. ENZİM KİNETİĞİ



- ✓ Tersinir olarak sabit bir hızla ( $k_1$ ) substratla [S] birleşen enzim [E], önce enzim-substrat [ES] kompleksini oluşturur.

[ES] kompleksi daha sonra başlıca 2 akıbeta uğrayabilir:

1. Sabit bir hızla ( $k_2$ ) yeniden E ve S'a dönüşür.
2. Yahut  $k_3$  sabit hızıyla ürün [Ü] oluşurken enzim de serbestleşerek ilk yapısını kazanır.

$$\text{ES oluşum hızı} = k_1[E][S]$$

$$\text{ES yıkılım hızı} = (k_2 + k_3)[ES]$$

# 4. ENZİM KİNETİĞİ



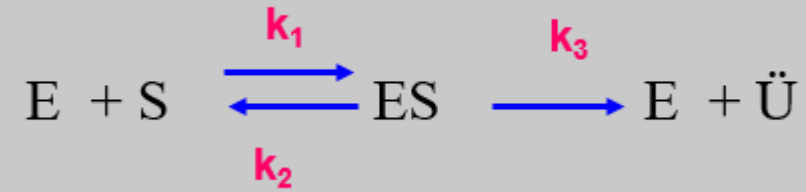
- ✓ Reaksiyon hızı ile substrat konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi tanımlayan Michaelis-Menten denklemi kurulurken aşağıdaki varsayımlar göz önüne alınmıştır:
1. Substrat konsantrasyonu  $[S]$ , enzim konsantrasyonunun  $[E]$ 'den çok daha fazladır. Böylece belirli bir zamanda enzime bağlı olan substrat miktarı ihmal edilebilir.
  2. Reaksiyonun denge durumunda ES kompleksinin oluşum ve yıkılım hızları birbirine eşittir.

# 4. ENZİM KİNETİĞİ



$$k_1 [E] [S] = [k_2 + k_3] [ES]$$

$$[ES] = \frac{[E] [S]}{(k_2 + k_3) / k_1}$$



# 4. ENZİM KİNETİĞİ



## $K_m$ (Michaelis-Menten Sabiti)

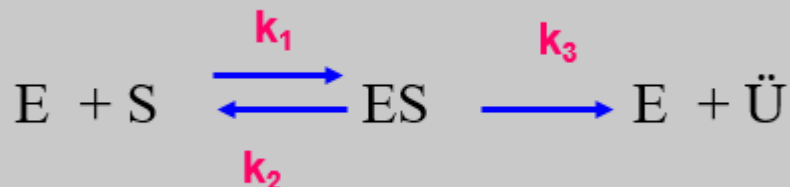
- ✓ En yüksek hız ( $V_{MAX}$ ) değerinin yarısına ulaşmak için gerekli substrat miktarıdır.
- ✓  $K_m$ , bir enzime ve substratına özgüdür.
- ✓ Enzimin substratına **ilgisini (affinitesi)**'ni yansıtır.
- ✓  $K_m$ , enzim-substrat ilişkisinde bir ölçüdür.
- ✓  $K_m$ 'i düşük olan bir enzim, substratına **yüksek ilgi (affinite)** gösterir.
- ✓ Enzim, aşağı substrat konsantrasyonunda doyar.

# 4. ENZİM KİNETİĞİ

## $K_m$ : (Michaelis-Menten Sabiti)

- ✓ Tersine büyük  $K_M$ , enzimin substratına düşük ilgisini tanımlamaktadır.
- ✓  $K_m = \text{mol/L}$  olarak ifade edilir.
- ✓ Bir çok enzim için bu değer  $10^{-3} - 10^{-5} \text{ mol/L}$  arasında değişir.

$$K_m = \frac{k_2 + k_3}{k_1}$$





# 4. ENZİM KİNETİĞİ



## Km Değerinin Bilinmesi;

- ✓ Enzimlerin saflaştırılması,
- ✓ Dokularda enzim aktivitesinin saptanması,
- ✓ Enzim inhibitörlerinin belirlenmesi için önemlidir.

# 4. ENZİM KİNETİĞİ



- ✓ Enzim a'nın küçük  $K_m$  'si, enzimin substrata ilgisinin yüksek olduğunu yansıtır.
- ✓ Enzim b'nin büyük  $K_m$  'si, enzimin substrata olan ilgisinin az olduğunu yansıtır.

## 4. ENZİM KİNETİĞİ

- ✓ En Michaelis-Menten denklemi hiperbolik bir eğrinin denklemidir.
- ✓ Bu denklem tersine çevrildiğinde **düz eğri** elde edilir.
- ✓ Düz eğrinin (doğru) çizilmesi ile  $K_m$  ve  $V_{MAX}$  değerlerinin duyarlı bir biçimde belirlenmesi kolaylaşmaktadır.
- ✓ Bu doğru ayrıca enzim inhibitörlerinin etki mekanizmalarının saptanmasında da kullanılır.

Basic Concepts in Biochemistry, A Student's Survival Guide, H. F. Gilbert, McGraw-Hill Health Professions Division, 2000.

Biochemistry, J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer W. H. Freeman and Company and Sumanas, Inc, 2005.

Color Atlas of Biochemistry, J. Koolman, K. H. Roehm, Georg Thieme Verlag, 2005. Harper's Illustrated Biochemistry, R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes, V. W. Rodwell, Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division, 2003.

Enzyme Technology, Martin Chaplin and Christopher Bucke, Cambridge University Press, 1990.

Principles of Biochemistry, H. R. Horton, L. A. Moran, K. G. Scrimgeour, M. D. Perry, J. D. Rawn, Pearson Prentis Hall, 2006.