

## TEPKİME HIZLARI

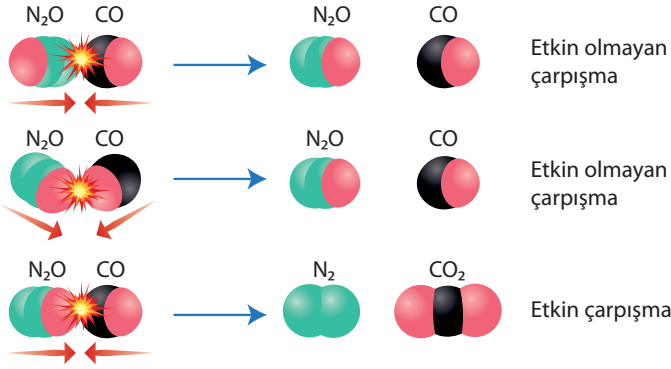
## KİMYASAL TEPKİMELER ve ÇARPIŞMA TEORİSİ

Kimyasal tepkimeler taneciklerin çarpışması sonucu gerçekleşir. Bütün çarpışmalar ürün oluşturmaz.

Çarpışmanın ürün oluşturabilmesi için:

- Uygun geometride (doğru) olmalı,
- Yeterli kinetik enerjiye sahip olmalı,
- Aktifleşmiş kompleks oluşmalıdır.

Ürünle sonuçlanan çarpışmalara **etkin çarpışma**, ürünle sonuçlanmayan çarpışmalara **etkin olmayan çarpışma** denir.



## Aktivasyon Enerjisi

Bir tepkimenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan en düşük enerjiye **eşik enerjisi (aktifleşme enerjisi)** denir.

Çarpışmalar sırasında oluşan yüksek enerjili kararsız atom gruplarına **aktifleşmiş kompleks** denir.

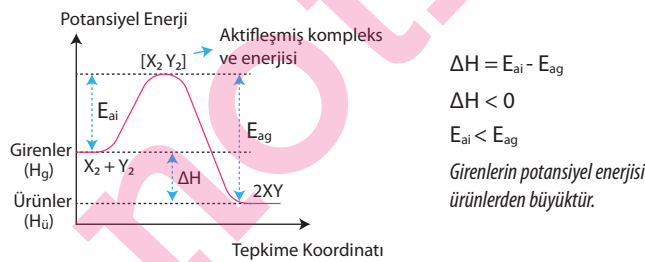
Girenlerin aktifleşmiş kompleks oluşturmaları için sahip olmaları gereken en düşük enerjiye **ileri aktifleşme enerjisi (E<sub>ai</sub>)**, ürünlerin aktifleşmiş kompleks oluşturmalarını sağlayacak en düşük enerjiye ise **geri aktifleşme enerjisi (E<sub>ag</sub>)** denir.

Tepkimenin entalpiyi ileri ve geri aktivasyon enerjisi farkı ile bulunabilir.

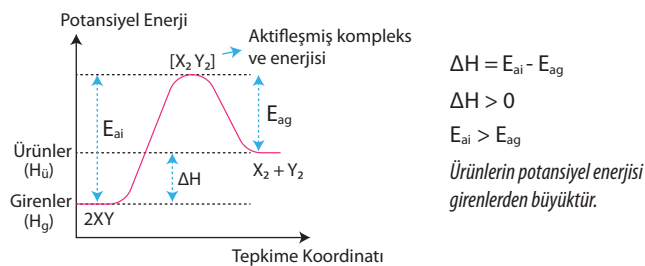
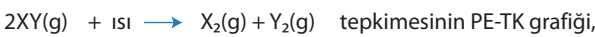
$$\Delta E = \Delta H = E_{ai} - E_{ag}$$

Aktivasyon enerjisi (E<sub>ai</sub> ve E<sub>ag</sub>) daima pozitif değer alır.

## Ekzotermik Tepkimenin PE - TK Grafiği ve Aktivasyon Enerjisi



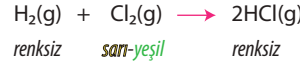
## Endotermik Tepkimenin PE - TK Grafiği ve Aktivasyon Enerjisi



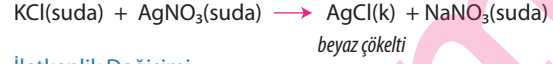
## TEPKİME HIZLARININ ÖLÇÜLMESİ

Bir tepkimenin hızı renk değişimi, iletkenlik, sıcaklık, pH, çökelti oluşumu, basınç-hacim değişimi ile takip edilebilir.

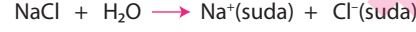
## Renk Değişimi



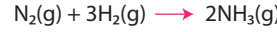
## Çözünme-Çökeltme



## İletkenlik Değişimi



## Basınç-Hacim Değişimi



Zamanla gaz molekül sayısının azalması ile ortama göre basınç veya hacim azalması ile tepkime hızı takip edilebilir. Giren ve ürünlerde gaz fazındaki molekül sayıları eşit olduğunda basınç-hacim değişimi ile hız takibi yapılamaz.

## Sıcaklık Değişimi



Ekzotermik tepkimede açığa çıkan enerji ile ortamın sıcaklığı artar. Sıcaklık artışı ile tepkime hızı takip edilebilir.

## pH Değişimi



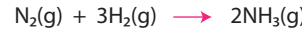
Zamanla ortamda H<sup>+</sup> iyonları derişimi artacağından pH düşüşü ile tepkime hızı takip edilebilir.

## MADDE MİKTARI ve TEPKİME HIZI

Bir kimyasal tepkimede birim zamanda harcanan veya oluşan madde miktarının değişimine **tepkime hızı** denir. Tepkime hızı "T.H.", "r", ve "V" ile gösterilebilir.

$$\text{Hız} = \frac{\text{Madde miktarındaki değişim}}{\text{Zaman aralığı}}$$

Madde miktarı = [mol, hacim, molar derişim, kütle...]  
Zaman aralığı = [s, dk, saat, gün, yıl...]



tepkimesinde tepkimesinde azalan H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve oluşan NH<sub>3</sub> maddelerinin molar derişim cinsinden hızları:

$$V_{N_2} = -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} \quad V_{H_2} = -\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} \quad V_{NH_3} = +\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

"-" işareti harcanmayı, "+" işareti oluşmayı gösterir.

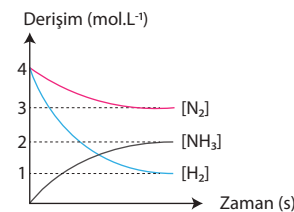
Bileşenlerin hızları tepkimedeki katsayıları ile doğru orantılıdır.

$$-\frac{\Delta[N_2]}{2\Delta t} = -\frac{\Delta[H_2]}{3\Delta t} = +\frac{\Delta[NH_3]}{2\Delta t}$$

$$6V_{N_2} = 2V_{H_2} = 3V_{NH_3}$$

## ORTALAMA TEPKİME HIZI

Çarpışma teorisine göre etkin çarpışma sayısı arttıkça tepkime hızı artar. Tepkime hızı başlangıçta en yüksek seviyededir ve zamanla etkin çarpışma sayısı azalacağından tepkime hızı da azalır.



Kimyasal tepkimelerde hız tepkime boyunca genellikle değişir. Tepkimenin belirli bir andaki hızına **anlık hız** denir.

Birim zamanda harcanan ya da oluşan madde miktarındaki değişikliğe ise **ortalama tepkime hızı** denir.

**Homojen faz tepkimeleri:** Bütün bileşenlerin aynı fiziksel halde olduğu tepkimelerdir.  $\rightarrow 2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

**Heterojen faz tepkimeleri:** Bütün bileşenlerin aynı fiziksel halde olmadığı tepkimelerdir.  $\rightarrow CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$