MBM 315: Malzeme üretim süreçlerinde taşınma mekanizmaları

- Serdar Önses

İletişim bilgileri: Mühendislik Fakültesi – Bölüm başkanlığı

E-posta: onses@erciyes.edu.tr

Ana Kaynak:

(1) Transport Phenomena,

R.B. Bird, W.E. Stewart & E.N. Lightfoot ("**BSL**")

(2) An IntroductIon to Transport Phenomena in Materials Engineering,

David R. Gaskell

Diğer kaynaklar:

(1) Transport Phenomena: A unified approach,

Robert S. Brodkey, Harry C. Hershey

(2) Transport phenomena: An Introduction to Advanced Topics

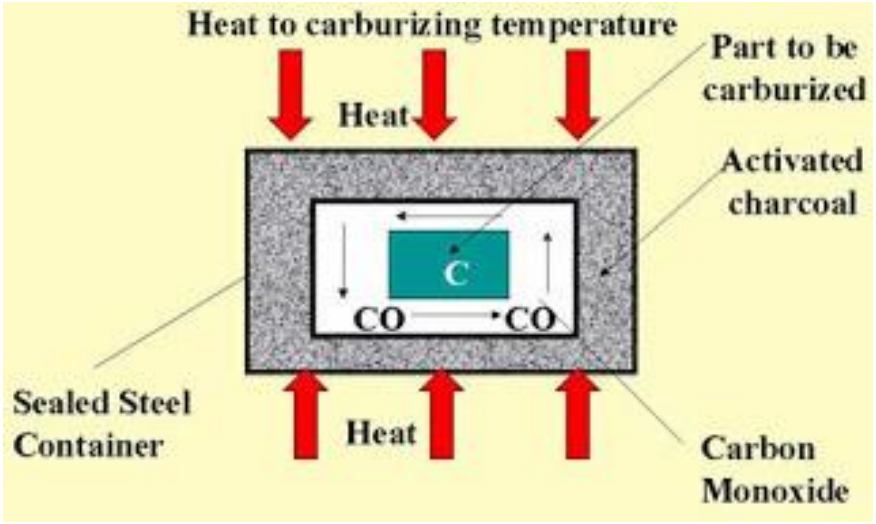
Larry A. Glasgow

Taşınım Mekanizmaları nedir?

- Taşınım mekanizmaları birbiriyle yakından ilgili 3 alanı kapsamaktadır
  - Momentum transferi (akışkanlar mekaniği)
  - Isı transferi
  - Kütle transferi
- Bu üç alanın tek bir alanda çalışılmasının nedenleri
  - Birçok alanda bu 3 iletim aynı anda gerçekleşmektedir
  - 3 iletimi tarif eden denklemler çok benzerdir (Analoji)
  - Bu 3 iletimin altında yatan moleküler mekanizmalar ve problemleri çözmede kullanılan matematiksel araçlar çok benzerdir
- Neden Taşınım Mekanizması öğrenilmeli?
  - Malzeme üretim ve işlenmesindeki taşınım olaylarını ve proses parametrelerinin etkilerini anlamak ve değerlendirebilmek için
  - Bu değerlendirme sonucu prosesi daha kısa süre ve az maliyetle üretim yapabilecek hale getirebilmek için
  - Taşınım mekanizmalarının temellerini bilmek prosesleri modelleme ve bilgisayar ortamında deneyler yapabilme imkanı vermektedir

Malzeme mühendisliğinde taşınım mekanizması
Klasik Örnekler

- **Metallerin ısıtılması, eritilmesi, katılaşması (Karbürleme, su verme gibi)**

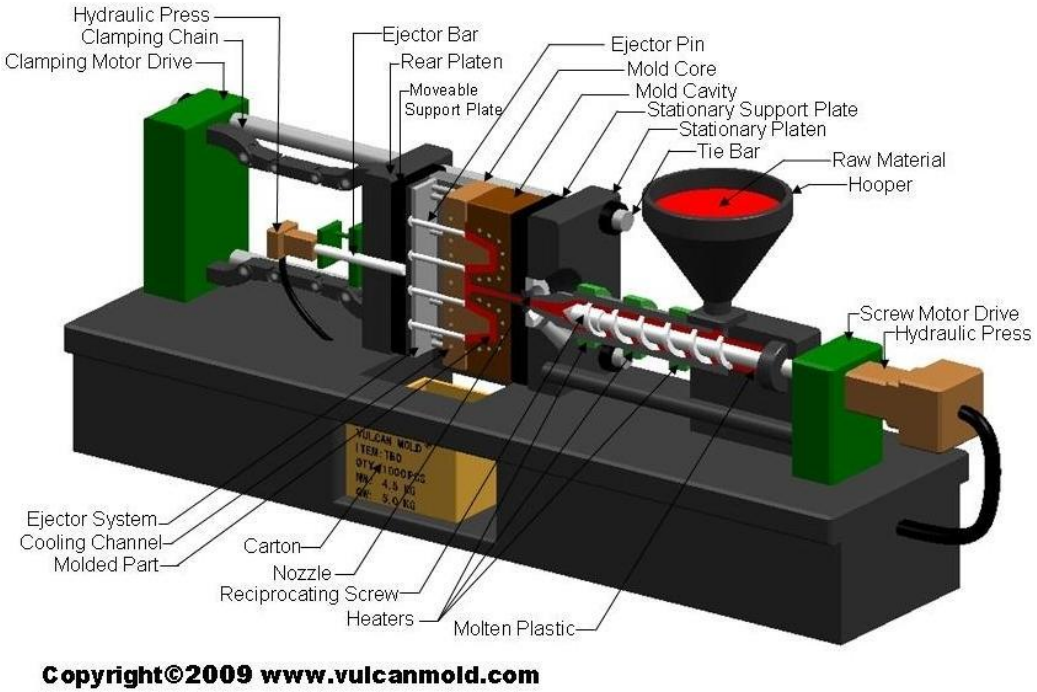






Malzeme mühendisliğinde taşınım mekanizması
Klasik Örnekler

- **Enjeksiyon kalıplama (ör: plastik şekillendirme)**



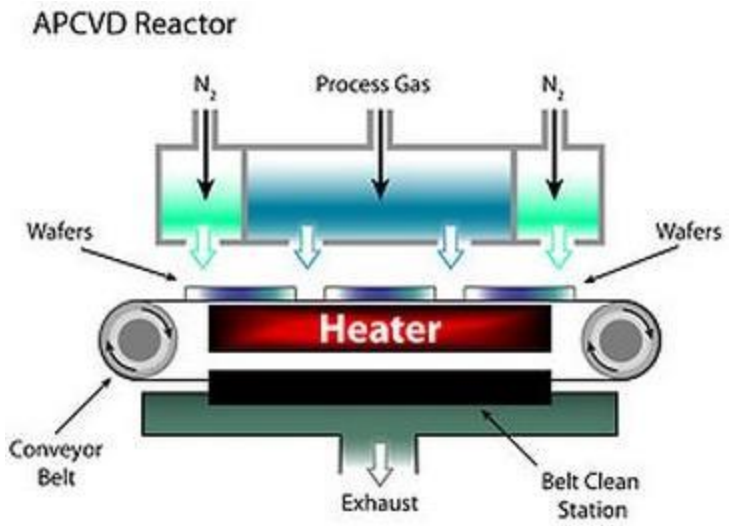






Malzeme mühendisliğinde taşınım mekanizması
Klasik Örnekler

- **Kimyasal buharla biriktirme ile yüzey kaplamaları (ör:elektronik endüstrisi)**



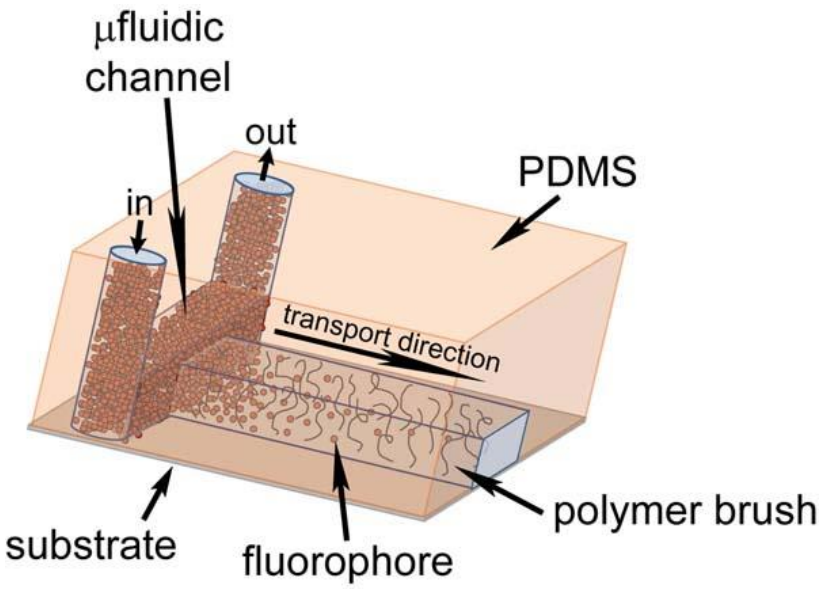


Ge(s)	$GeH_4 = Ge(s) + 2H_2$		Herring (1990)
Si	$SiH_4(g) = Si(s) + 2H_2(g)$	>600°C (polysilicon) >850-900°C (single crystal)	Herring (1990)

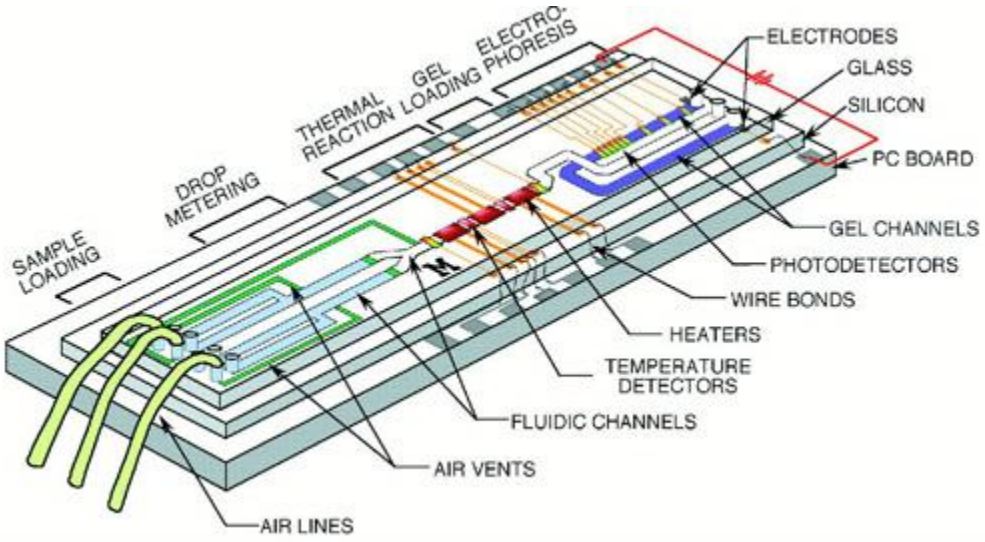
Malzeme mühendisliğinde taşınım mekanizması
Yeni teknolojiler

- **Mikroakışankarda taşınım**

Mikro boyutta kanallarda taşınım



Lab-on-chip (yonga-üstü-laboratuvar)



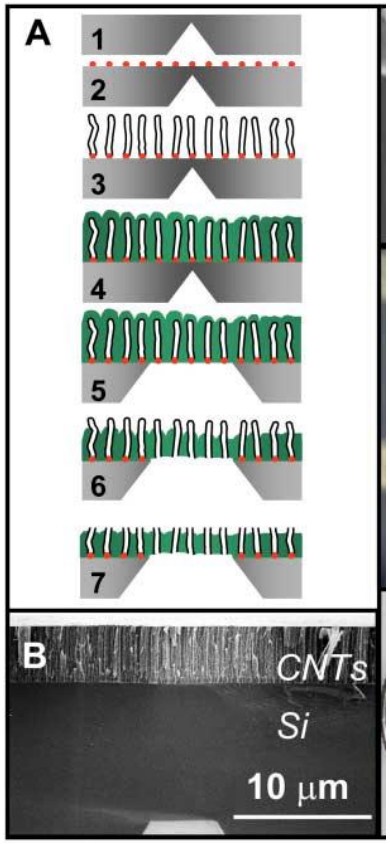
- Medikal tanı sistemleri
- Sensörler

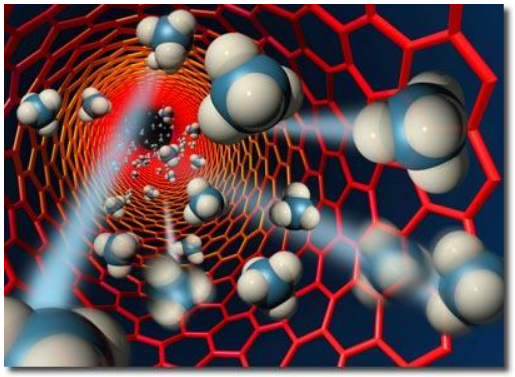
Malzeme mühendisliğinde taşınım mekanizması
Yeni teknolojiler

Nanoyapılar içerisinde taşınım:

- İçerisinde nano boyutta boşluklar bulunan yapıların taşınım özelliklerinin çalışılması ve uygulamaları

Karbon nanotüpler

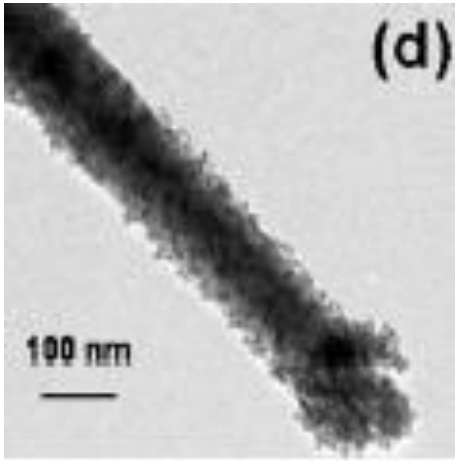




Hizalanmış tüpler

- Membran
- Nanoborular

Halloysite



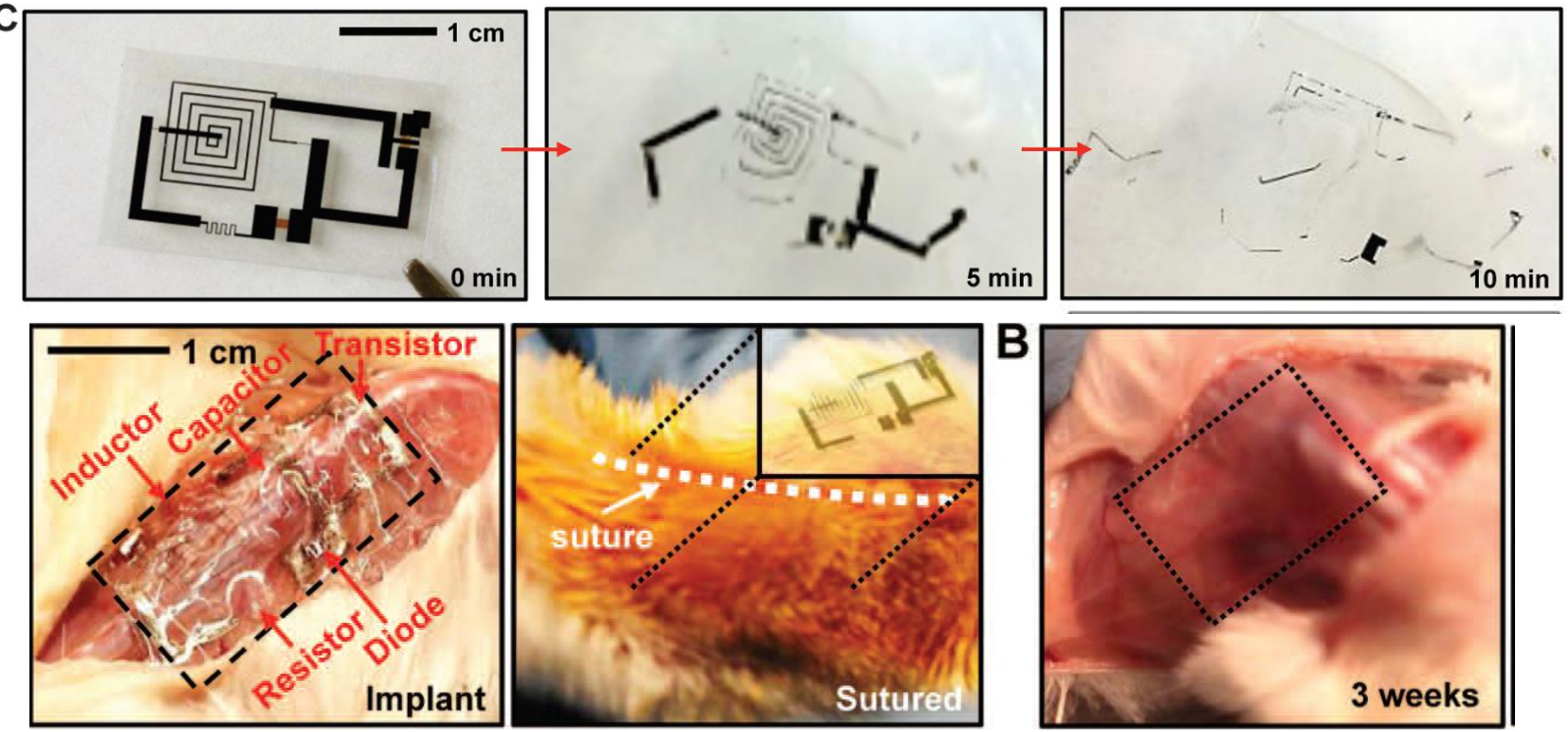
Boşluklu tüp (kargo)

- Korozyon önleyici
- Antibakteriyel kaplama

Malzeme mühendisliğinde taşınım mekanizması
Yeni teknolojiler

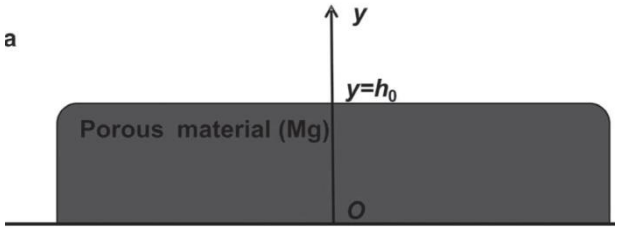
Biyo-entegre elektronik cihazlar

- "Biocompatible electronic devices dissolve in body, environment"



An Analytical Model of Reactive Diffusion for Transient Electronics

$$D\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - kw = \frac{\partial w}{\partial t}, \quad 0 \le y \le h_0$$



Farklı seviyelerde Taşınım Mekanizmaları

- Makroskobik
- Mikroskobik
- Moleküler

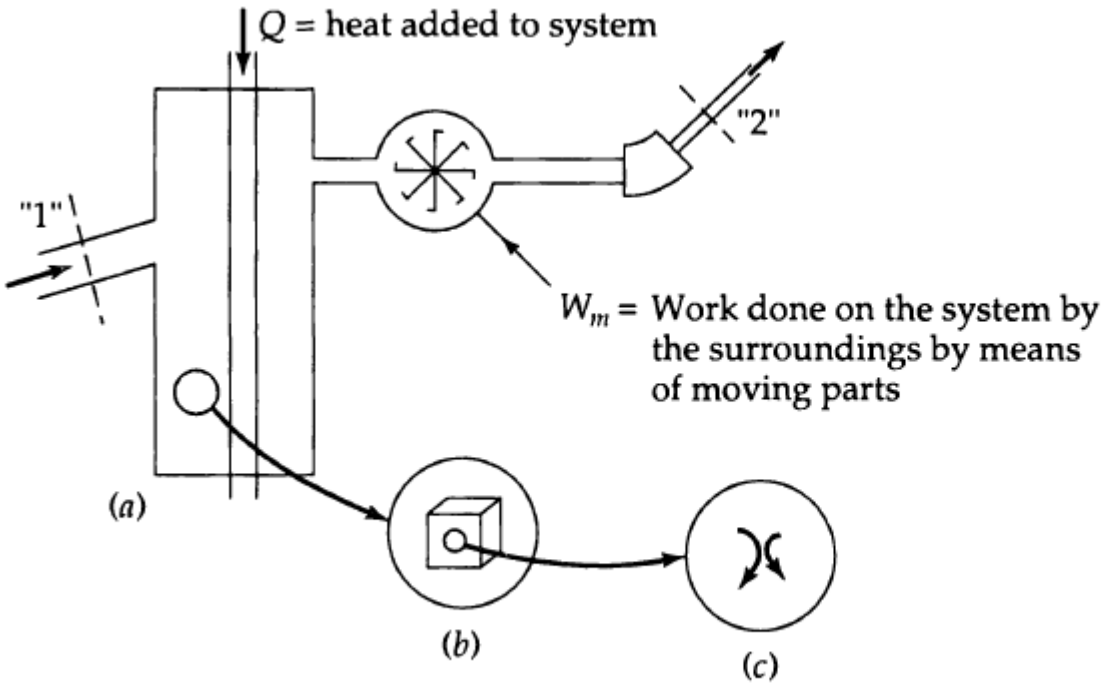


Fig. 0.2-1 (*a*) A macroscopic flow system containing N_2 and O_2; (*b*) a microscopic region within the macroscopic system containing N_2 and O_2, which are in a state of flow; (*c*) a collision between a molecule of N_2 and a molecule of O_2.

Momentum, Isı ve kütle transferi

- Üç farklı taşınım arasındaki analoji

	Akı = sabit x İtici güç	**Sabit**	**Gradyant**
Momentum	$\tau_{yx} = -\mu \frac{dv_x}{dy}$	Viskozite	Hız
Isı	$q_y = -k \frac{dT}{dy}$	İletkenlik	Sıcaklık
Kütle	$J^*_{Ay} = -D_{AB} \frac{dc_A}{dy}$	Difüzivite	Konsantrasyon

Boyutlar

- Boyutlar (dimensions) – Birimden bağımsız
  - Uzunluk (length): L
  - Zaman (time): t
  - **Kütle (mass): M**
  - **Kuvvet (force): F**
  - **Enerji (energy): E**
  - Sıcaklık (temperature): T

Birimler

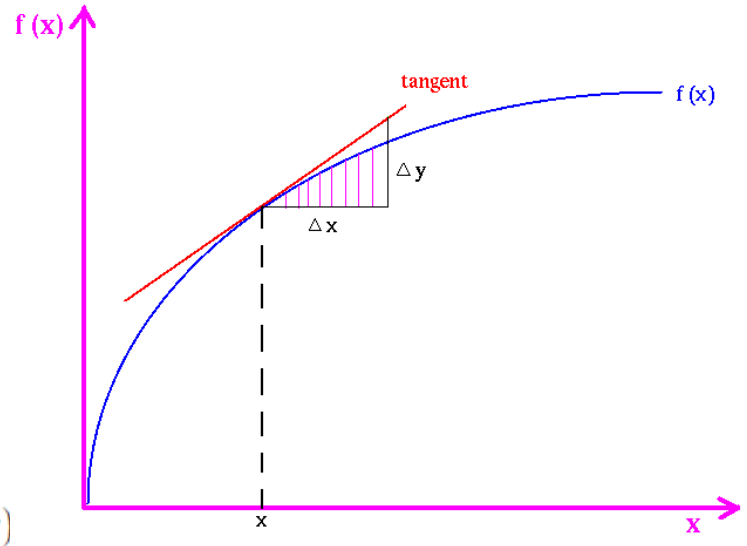
- SI birim sistemi
  - Uzunluk: metre (m)
  - Alan: metrekare (m^2)
  - Hacim: metreküp (m^3)
  - Zaman: saniye (s)
  - Hız: metre/saniye (m/s)
  - Kütle: kilogram (kg)
  - Kuvvet: Newton (N)
  - Basınç: Pascal (Pa)
  - Enerji: Joule (J)
  - Güç: Watt (W)
  - Yoğunluk: kilogram/metreküp (kg/m^3)
  - Konstrasyon: mol/metreküp (mol/m^3)

Matematik hatırlatma

Türev

- y= f(x)'in türevi, y-x eğrisinin Δy/ Δ x eğiminin limitidir

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0}\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right) = \lim_{\Delta x \to 0}\left(\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}\right)$$



Türev Kuralları

$$\frac{d}{dx}\left(cf(x)\right) = cf'(x)$$

$$\left(f(x) \pm g(x)\right)' = f'(x) \pm g'(x)$$

$$\frac{d}{dx}\left(x^n\right) = nx^{n-1}$$

$$\frac{d}{dx}(c) = 0$$

$$(f\,g)' = f'\,g + f\,g'$$

$$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'\,g - f\,g'}{g^2}$$

$$\frac{d}{dx}\left(f\left(g(x)\right)\right) = f'\left(g(x)\right)g'(x)$$

$$\frac{d}{dx}\left(\mathbf{e}^{g(x)}\right) = g'(x)\mathbf{e}^{g(x)}$$

$$\frac{d}{dx}\left(\ln g(x)\right) = \frac{g'(x)}{g(x)}$$

- c ve n sabit sayılar

Matematik hatırlatma

İntegral

1. Belirsiz integral: Türev almanın tersi

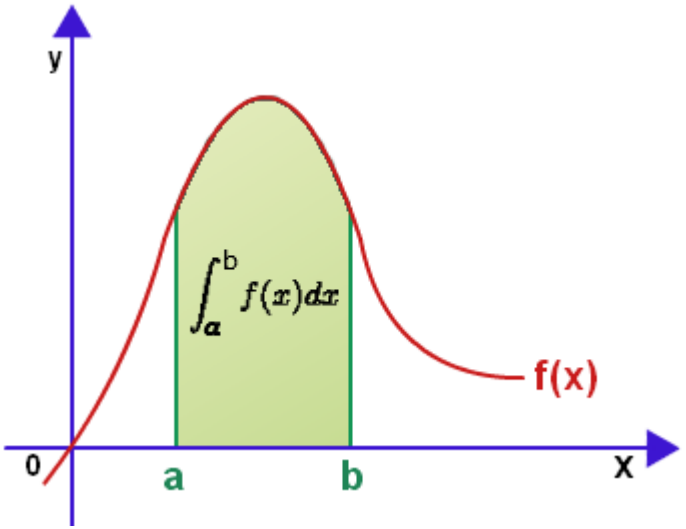
- F(x), f(x)'in anti-türevi ise

$$\frac{dF(x)}{dx} = f(x) \qquad \int f(x)dx = F(x) + C$$

2. Belirli integral

- f(x) fonksiyonunun a ve b sınırları arasındaki I integrali

$$I = \int_a^b f(x)dx = F(x)|_a^b = F(b) - F(a)$$



$$\int cf(x)\,dx = c\int f(x)\,dx,\ c \text{ is a constant.} \qquad \int f(x) \pm g(x)\,dx = \int f(x)\,dx \pm \int g(x)\,dx$$

$$\int_a^a f(x)\,dx = 0 \qquad \int_a^b f(x)\,dx = -\int_b^a f(x)\,dx$$

$$\int_a^b f(x)\,dx = \int_a^c f(x)\,dx + \int_c^b f(x)\,dx \qquad \int_a^b c\,dx = c(b-a)$$

$$\int x^n dx = \frac{1}{n+1}x^{n+1} \qquad \int x^{-1}\,dx = \ln|x|$$