

Makina Mühendisliğine Giriş
Mukavemet
Malzemelerde Dayanım

①

Ders 04

Cisme uygulanan kuvvetlerin, cismin içinde meydana getirdiği değişimler - deformasyonlar mukavemetin konusudur.

(İzmesiz hareket)

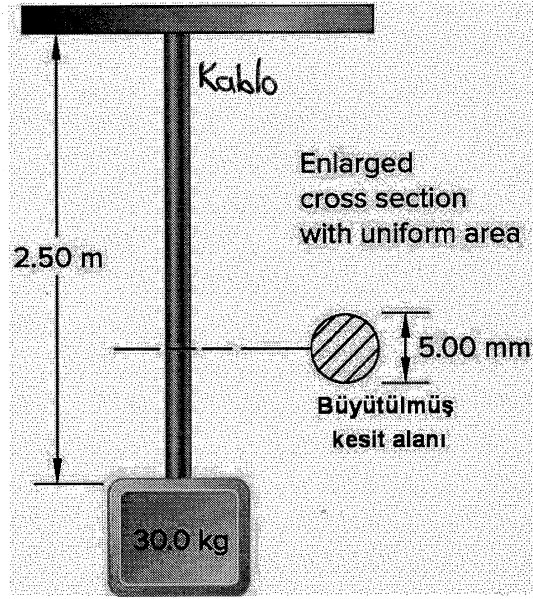
Gerilim: Kuvvetler herhangi bir cismin şeklini bozmaya veya değiştirmeye çalışırlar ve büyük kuvvetler gözlemlenebilir deformasyona neden olabilirler.

Mühendislikte işlev, bir yapıyı ya da mekanizmayı boyut ve şekildeki kalıcı değişime direnmesine izin verecek şekilde, kuvvet (yük) taşıyabilen veya kuvvetlere dayanabilecek ve uygulanan kuvvetlerden sonra kendini toparlayabilecek şekilde tasarlamaktır.

Deformasyon: Geri dönüşsüz şekil değişimine
Mekanizma: Bir makınayı meydana getiren tüm kısımlar

(2)

ÖRNEK:

Kablodaki
gerilim:Kablo → Çap,
 $D = 5 \text{ mm}$ Uzunluk,
 $L = 2,5 \text{ m}$ Kütle,
 $m = 30 \text{ kg}$ Dairesel kablodaki
gerilimi bulunuz.

Ağırlık (yük): $W = mg \text{ (N)}$
 $= (30 \text{ kg}) (9,807 \text{ m/s}^2)$
 $= 294,21 \text{ N}$

Kablo kesit alanı: $A_k = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (5 \text{ mm})^2}{4} = 19,63 \text{ mm}^2$

Gerilim: $\sigma = \frac{W}{A_k} = \frac{294,21 \text{ N}}{19,63 \text{ mm}^2} = 14,98 \text{ N/mm}^2$
 $= 14987773,82 \text{ N/m}^2$
 $\approx 15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$
 $\approx 15 \text{ MPa}$

(Kablonun ağırlığı ihmal edildi).

Katılarda: Gerilim, $\sigma = \frac{F}{A_k} \text{ (Pa)}$

F, kuvvet (N) ve A_k , kesit alanı (m^2)

3

Gerilim \rightarrow ① Gekme gerilmesi (Tensile stress) (σ)

Atomları birbirinden ayırma etkisi

② Basma (sıkıştırma) gerilimi (Compression) (σ)

Atomları sıkıştırma etkisi

③ Kayma (kesme) gerilmesi (Shear stress) (τ)

Mahemelerin içindeki atom

tabakalarını birbiri üzerinde

kaydırma etkisi

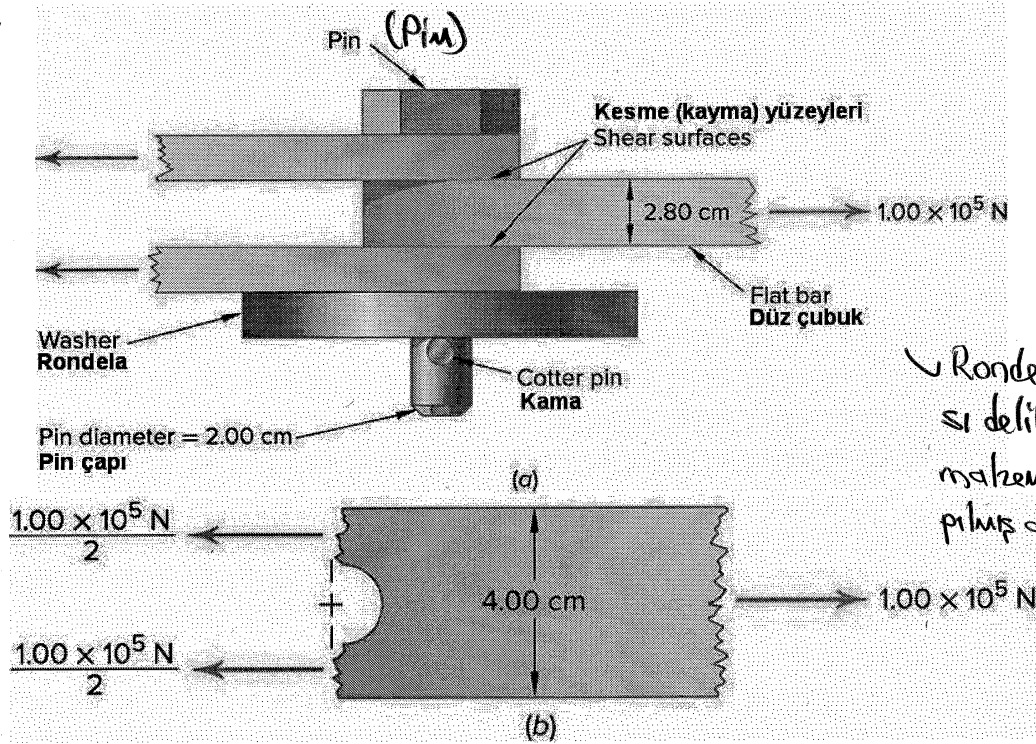
Gekme gerilmesi + sıkıştırma gerilmesi \rightarrow Meydana gelen gerilme, cismin eksenine doğrultusunda uygulanan yökten kaynaklanır.

Maheme: Kendilerinden bir cisim oluşturulan veya bir cisim yapılan maddelerdir.

CAM, ÇELİK, PLASTİK, SERAMİK, ...

(4)

Örnek:



✓ Rondela: Orta-
sı delik, metalik
malzeme den ya-
pılmış dairesel parça.

(a) ile verilen şekildeki pin (ya da pim) $1 \cdot 10^5 \text{ N}$ 'lık kuvvete karşı direnç göstermektedir.

Pimdeki kayma gerilmesini hesaplayalım.

$$\tau = \frac{F}{A_y} = \frac{1 \cdot 10^5 \text{ N}}{2 \cdot \frac{\pi (2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2}{4}} = 159,15 \text{ MPa}$$

Düz çubuk $1 \cdot 10^5 \text{ N}$ 'lık kuvvetle çekiliyor
kesme yüzeylerinde kayma gerilmesi oluyor.

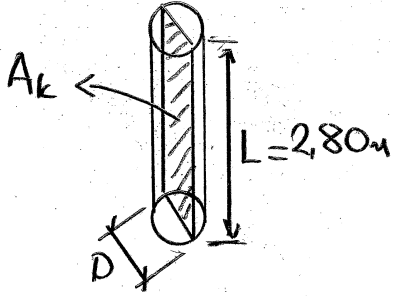
2 adet kesme yüzeyi var. $\rightarrow A_y = \frac{2\pi D^2}{4}$

Pimdeki kayma gerilmesi kapsamında
kesmenin uygulandığı yüzey ise
pim çapı kadar olan yüzeydir. ($D = 2 \text{ cm}$)

(5)

(b) şekli ile verildiği gibi, kritik kısımdaki çubuktaki ortalama çekme gerilmesi, pim deliği üzerinden hesaplanacaktır.

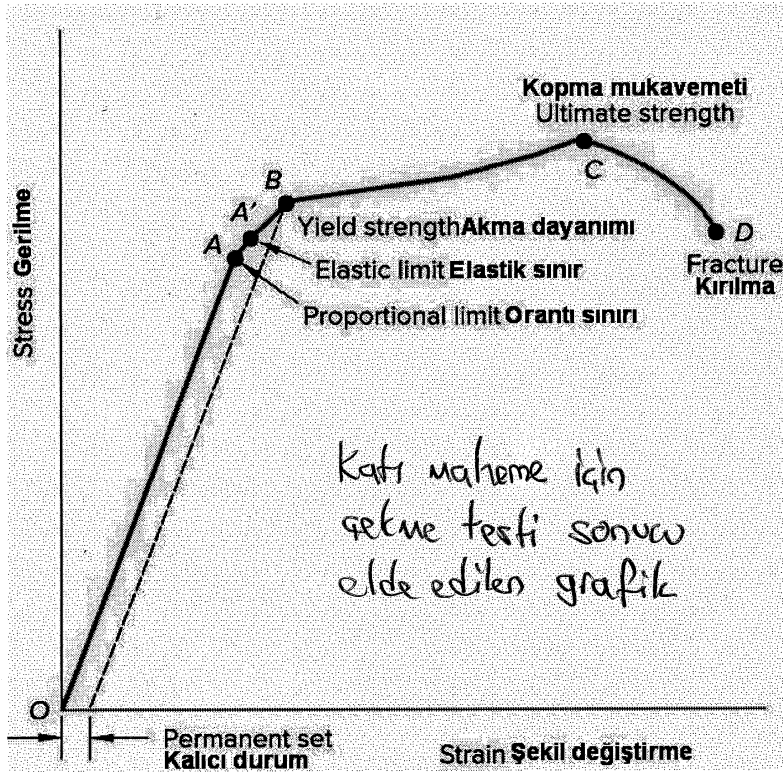
$$\bar{\sigma} = \frac{F}{A_k} = \frac{1,10^5 \text{ N}}{(2 \cdot 10^{-2} \text{ m})(2,8 \cdot 10^{-2} \text{ m})} = 178,57 \text{ MPa}$$



$$A_k = D \cdot L \quad (\text{Dikdörtgen kesit alanı})$$

Gerçekte pimin ve deliğin kenarlarında daha yoğun gerilmeler meydana gelir. Yani gerçekte $\bar{\sigma}$ ve $\bar{\tau}$ daha büyüktür.

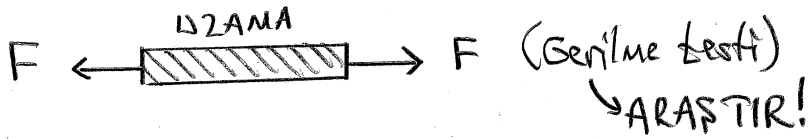
Güvenlik faktörünün gerçekte değerlendirilmesine yapılmalıdır.



Şekil değiştirme (Strain):

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\delta}{L}$$

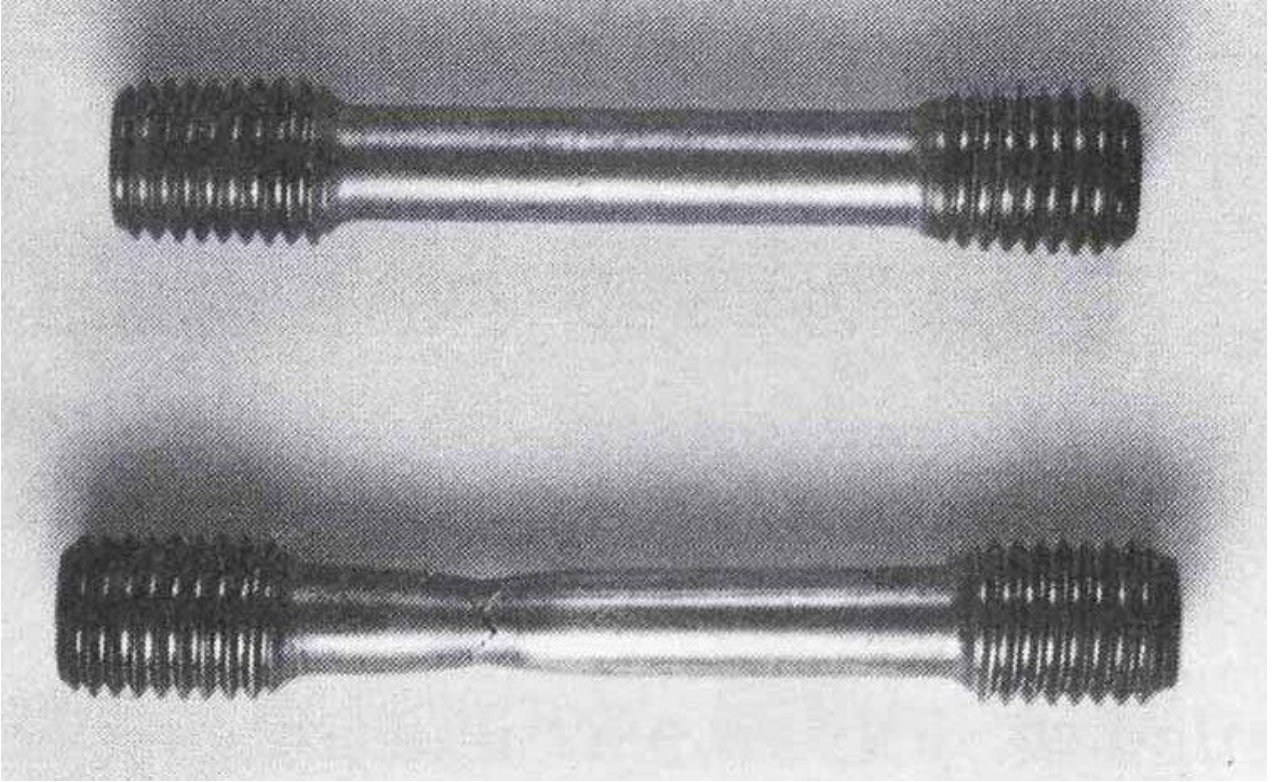
$\delta \rightarrow$ Deformasyon (mm), uzama
 $L \rightarrow$ Gerçek uzunluk (mm)



Çekme testi: Gerilme-şekil değiştirme diyagramı yukarıda verilmiştir.

A \rightarrow Orantı sınırı, gerilimin şekil değiştirme ile orantılı olduğu sınır noktası.

Gerilme (çekme) testi sonucu kalıcı deformasyona uğramış bir malzeme:



Elastik (Esneklik) Modülü

Elastiklik katsayısı: Gerilim-şekil değiştirme arasındaki doğrusal ilişki (300 yıl önce Robert Hooke tarafından bulunmuştur).

Hooke yasası: (Oransal limit):

$$\epsilon = k \cdot \sigma$$

ϵ → Şekil değişimi (-)
 k → Oransal sabit (1/Pa)
 σ → Çekme gerilmesi (Pa)

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

→ Elastiklik modülü (Pa) (Tablosu var).

Bazı malzemeler için elastisite modülü Modulus of elasticity for selected materials

	E, psi	E, GPa
Cold-rolled steel Soğuk haddelenmiş çelik	30×10^6	210
Cast iron Dökme demir	16×10^6	110
Copper Bakır	16×10^6	110
Aluminum Alüminyum	10×10^6	70
Stainless steel Paslanmaz çelik	27×10^6	190
Nickel Nikel	30×10^6	210

Güvenlik faktörü (GF):

Verilen koşullar altında doğru malzeme tipini ve boyutunu seçmek GF altında yapılır

$$GF = \frac{\text{Akma dayanımı}}{\text{Tasarım gerilimi}} = \frac{210 \text{ MPa}}{70 \text{ MPa}} = 3 \text{ (Akma dayanımına dayanarak GF)}$$

Örnek soğuk haddelenmiş çelik için verilmiştir.

	Kopma mukavemeti		Akma mukavemeti (Akma dayanımı)		
	Ultimate Strength		Yield Strength		
	psi	MPa	psi	MPa	
Cast iron	45×10^3	310	Dökme demir	30×10^3	210
Wrought iron	50×10^3	345	İşlenmiş demir	30×10^3	210
Structural steel	60×10^3	415	Yapı çeliği	35×10^3	240
Stainless steel	90×10^3	620	Paslanmaz çelik	30×10^3	210
Aluminum	18×10^3	125	Alüminyum	12×10^3	85
Copper, hard drawn	66×10^3	455	Bakır, sıkı çekilmiş	60×10^3	415