

MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Bir cismin uygulanan kuvvetlere karşı göstermiş olduğu tepki, mekanik davranış olarak tanımlanır. Bu davranış biçimini mekanik özellikleri belirler.

Mekanik özellikler, değişik tür zorlamalar altında oluşan gerilmeler şekil değiştirmeleri ölçerek ve gözleyerek saptanır. Cisimler, artan dış zorlamalar altında önce şekil değiştirir, sonra dayanımını yitirerek kırılır.

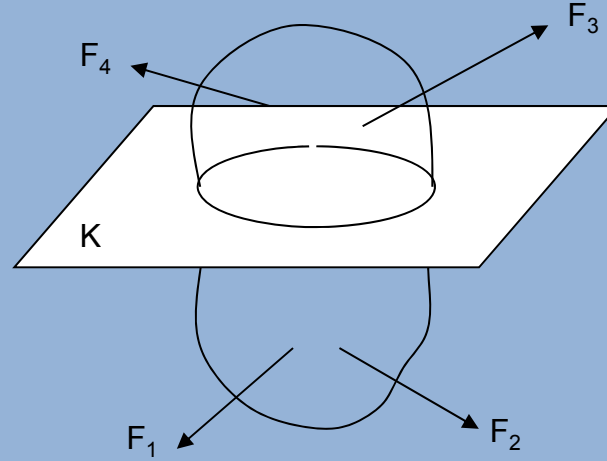
Düşük gerilmeler altında şekil değiştirmeler elastik, yani tersinir dir. Gerilme belirli bir sınırı aşarsa kalıcı yani plastik şekil değiştirme olur.

Malzemenin iç yapısında kalıcı bir değişim veya kırılma oluşturan herhangi bir gerilme sınırı **mukavemet** olarak tanımlanır.

Mekanik Davranışın Temel Kuralları

- Cisimlerin uygulanan dış kuvvetlere gösterdiği tepkiye mekanik davranış denir.
- Sürekli artan kuvvet altında önce şekil değiştirme başlar.
- Yük bir sınırı aşarsa kırılma meydana gelir.
- Bu suretle malzemenin davranışı mekanik özellikleri belirler.

- Şekilde cisme dış kuvvetler etmektedir. Bu kuvvetler cismin içinde her atoma etkiyen yayılı içi kuvvetler oluşturur. İç kuvvetlerin büyüklüğünü bulabilmek için hayali bir K düzlemi geçirilsin ve düzlemin altında kalan parça incelenmiş olsun.



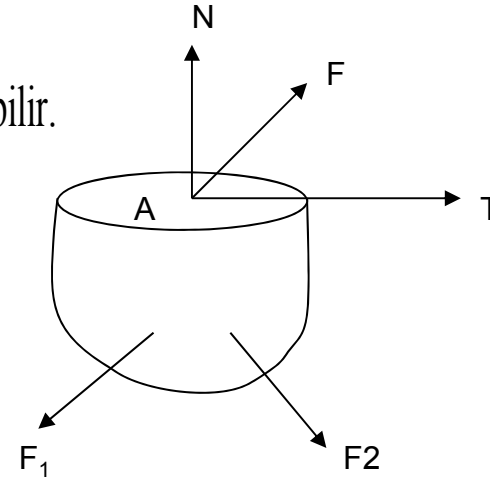
- Buna göre cismin dengede kalabilmesi için gerekli F kuvveti denge denklemleri yardımı ile bulunur. Bu kuvvete iç kuvvet denir ve kesit boyunca bütün atomlara yayılı kuvvet olarak etki eder. **F kuvveti yüzeye Normal ve Yüzeye teğet bileşenlerine ayrılır.**
- **Bu kuvvetlerin cisimde yaptığı etkiye gerilme denir ve normal gerilme;**

$$\sigma = N/A$$

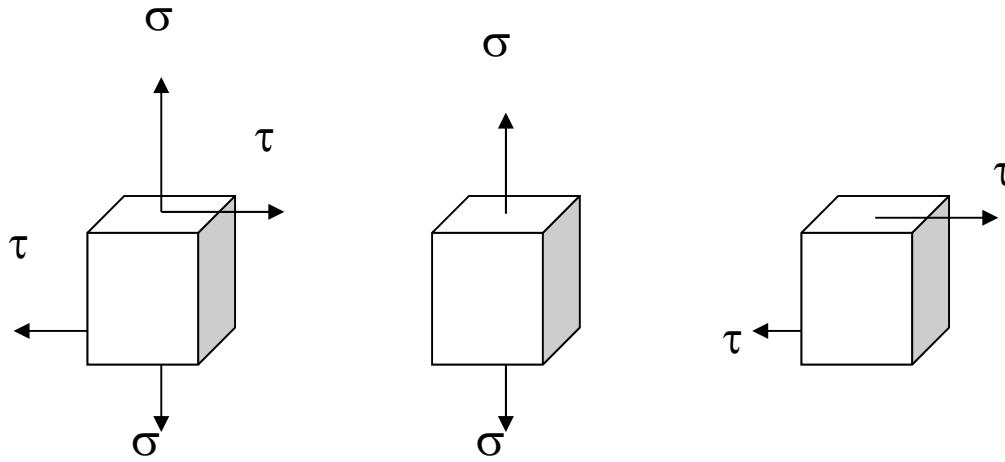
şeklinde ifade edilir. Teğetsel gerilme ise,

$$\tau = T/A$$

şeklinde ifade edilebilir. Birimleri kgf/mm^2 , kgf/cm^2 , N/mm^2 şeklinde olabilir.



- Çekme gerilmeleri ve kayma gerilmelerinin toplamı, cisme etkiyen toplam gerilmeyi verir. Buna göre cismi analiz ederken her bir gerilme ayrı ayrı analiz edilebilir.



Elastisite Modülü

Malzemenin dış yük altındaki gerilmesinin birim şekil değiştirmeye oranıdır.

$E = \sigma/\varepsilon$ Şeklinde ifade edilir.

$\sigma = \varepsilon.E$ (Hooke Yasası)

$E =$ elastisite modülü

$\sigma =$ gerilme

$\varepsilon =$ şekil değiştirme oranı

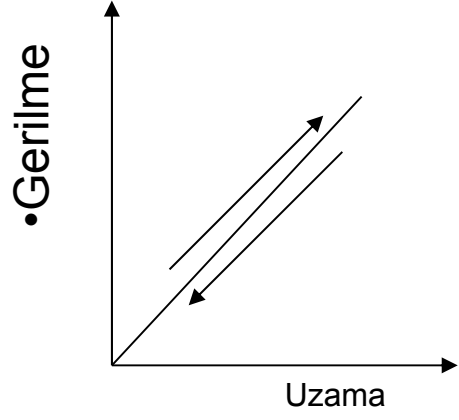
Birim şekil değiştirme ise,

$\varepsilon = (L-L_0)/L_0 = \Delta L/L_0$ şeklindedir.

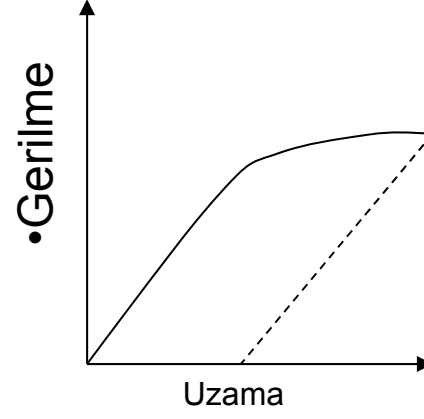
$L_0 =$ Yüklemeden önceki uzunluk

$L =$ Yüklemeden sonraki uzunluk

Yükleme altında malzemeler elastik ve plastik olarak davranış gösterebilirler



a) Elastik şekil değiştirme



b) Plastik şekil değiştirme

- **ÖRNEK :**

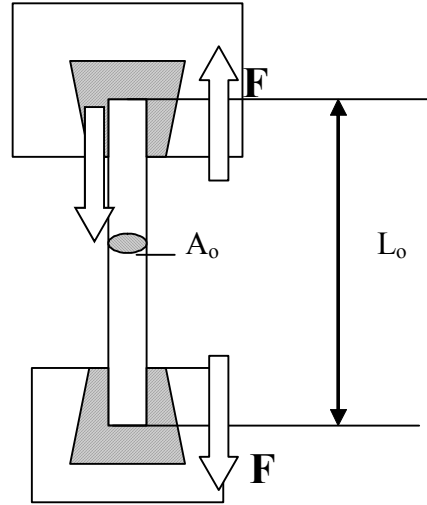
- Bir bakır çubuk üzerinde $L_0 = 5$ cm aralıkla işaretlenen iki çizgi arası yüklemeden sonra $L = 5.7$ cm olarak ölçülmüştür. Birim uzamayı hesaplayınız.

- **ÇÖZÜM:**

- $e = (5.7 - 5.0)/5.0 = 0.14 = \% 14$
- Olarak hesaplanır.

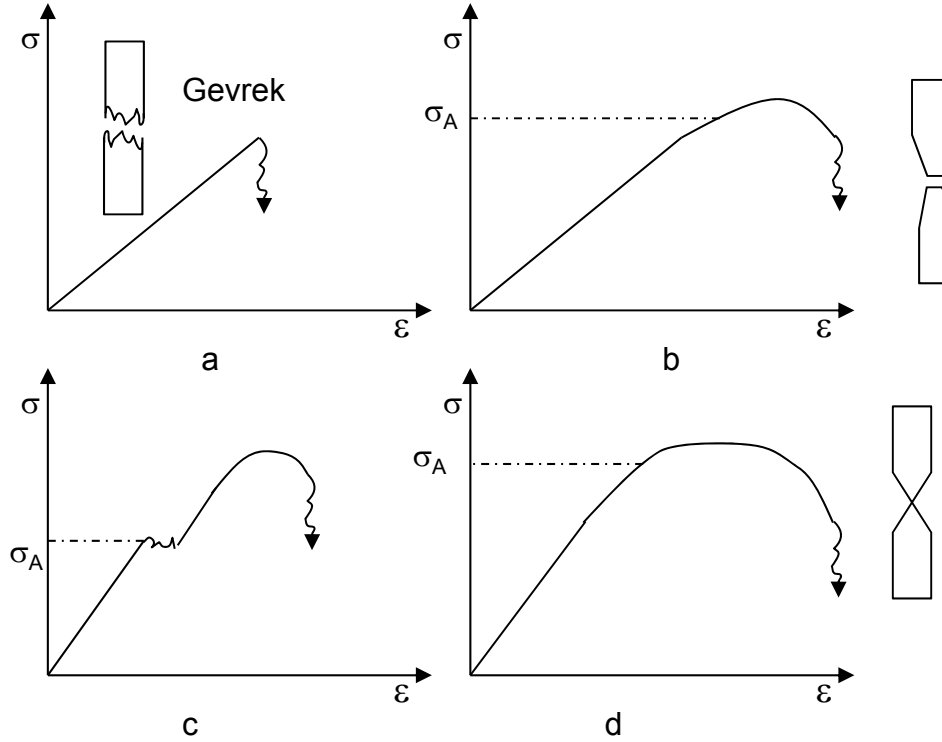
- **Çekme Mukavemeti**

F yükü ile iki ucundan uygun bir sistem ile çekme esasına dayanır. Malzemenin çekme gerilmesi geçildiği zaman malzemedede kırılma meydana gelir



$$\sigma = F/A_0$$

$$A_0 = (\pi \cdot d_0^2)/4$$



A-Gevrek cisim, plastik şekil değiştirmesiz kırılma olur (cam, dökme demir, vs)

B-Sünek cisim, plastik şekil değiştirdikten sonra kırılma olur (bakır)

C-Sünek cisim, belirgin bir akma basamağı vardır. Yalnız yumuşak çeliklerde görülür.

D-Tam sünek cisim, kopma anında kesit alan sıfıra yakındır (arı alüminyum)

ÖRNEK:

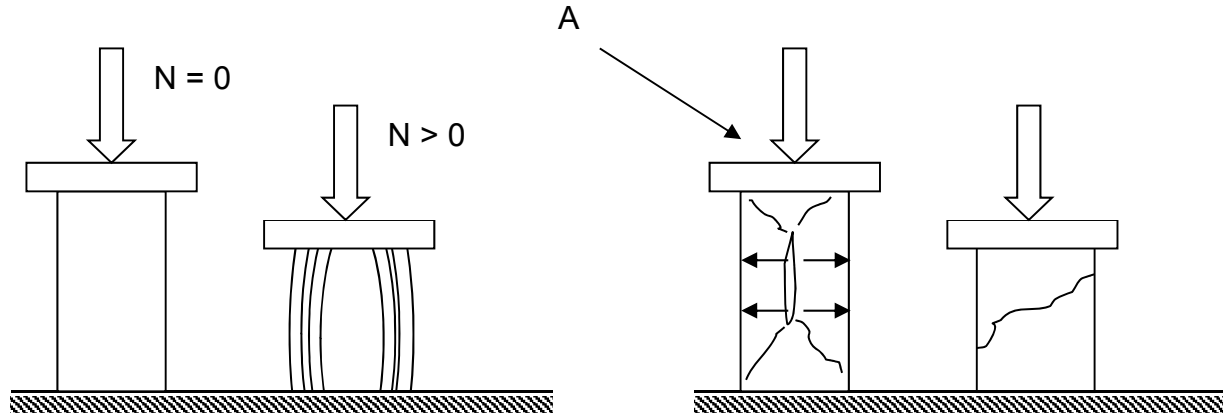
- 8 Ton yük kaldıran 20 x 30 mm kesitindeki bir çubuğa etkiyen çekme gerilmesi nedir?

ÇÖZÜM:

- $s = F/A_0 = 8000 \text{ kg}/(20 \times 30) = 8000 \text{ kg}/600 \text{ mm}^2 = 13.3 \text{ kg/mm}^2 = 13.3 \text{ daN/mm}^2$

Basınç Etkisi Altında Davranış

- Bir cismin yüzeyine etkiyen normal kuvvet bileşeni "N" içeriye doğru ise basınç gerilmesi doğar



a – Sünek

b) Gevrek

$$\sigma = N / A$$

A= Yüzey alanı

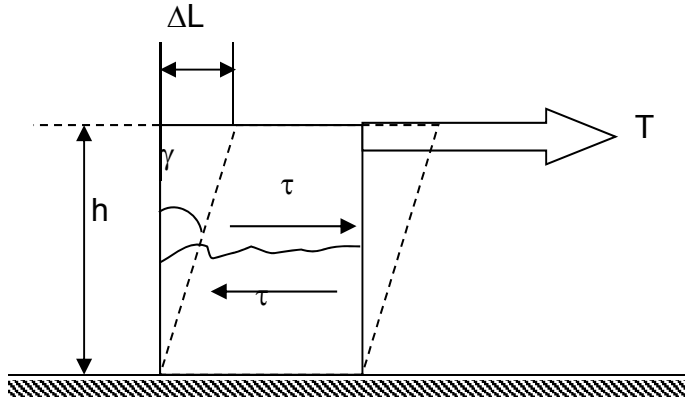
- Makaslama veya kesme gerilmeleri adıda verilmektedir. Basit kayma etkisinde cismin ana boyutları değişmez, yalnız açılar değişir. Şekil de görüldüğü gibi g dik açısında meydana gelen değişme kayma gerilmesi ile oluşmaktadır.

Kayma Gerilmesi Etkisinde Davranış

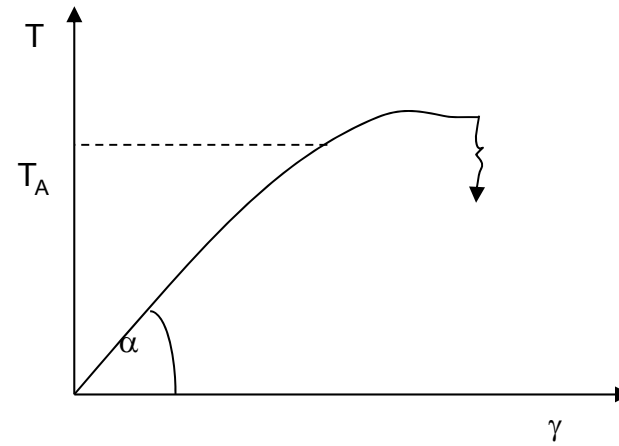
$$t = T/A$$

t_A = kaymada akma sınırı

G = kayma modülüdür



$$\bullet \text{tg } g = \Delta l/h$$



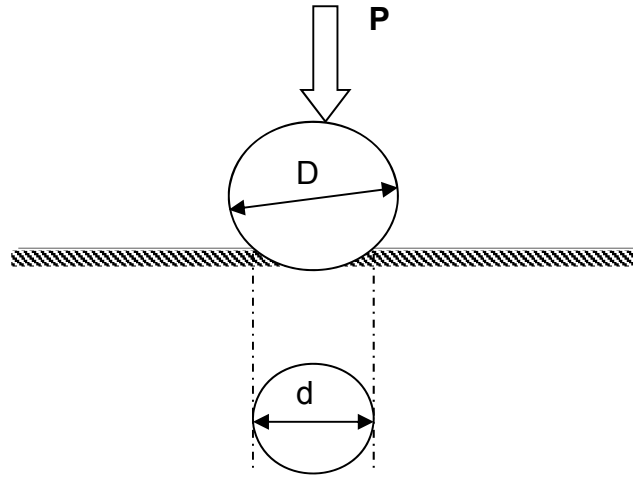
$$\text{tg } a = t/g$$

Sertlik

- Gerçekte bir tür mukavemettir. Sertlik bir malzemenin yüzeyine batırılmak istenen bir cisme karşı göstermiş olduğu direnç olarak tanımlanır.
- **Minerallerin sertliğini ölçmede, Mohs sertliği**
cisimlerin sertliğini ölçmede
 - Shore Sertliği,
 - Vickers Sertliği,
 - Brinell Sertliği,
 - Rocwell Sertliği uygulanmaktadır.

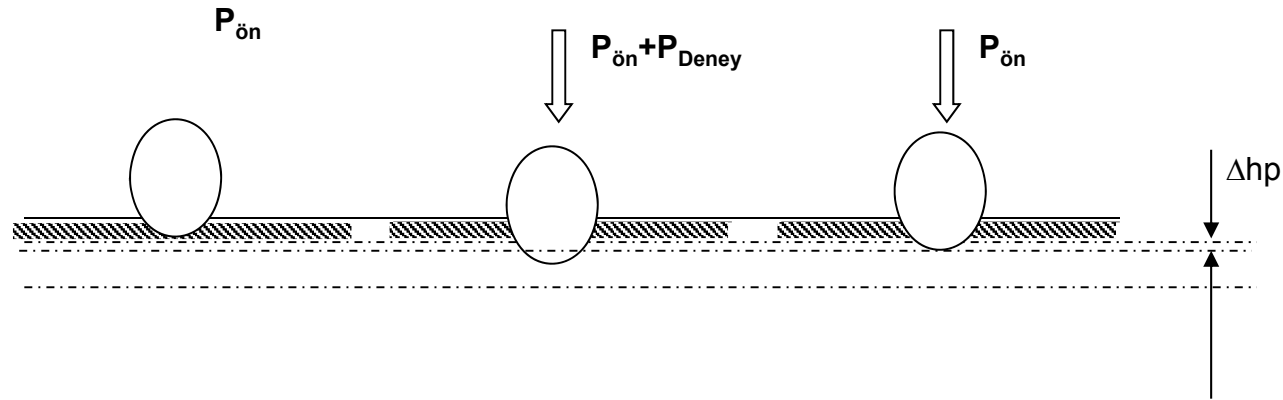
- **Mohs Sertliği:** Taşları birbirine sürterek sert olanı belirleme esasından yola çıkarak uygulanan bir yöntemdir. Çizen cisim, çizilenden daha sert sayılır.

- **Brinell Sertliği:** Standart bir bilya P y¼k¼ ile malzeme y¼zeyine batırılır. Bilyanın bıraktığı iz (Plastik İz) in ¼apı ölç¼l¼r. P y¼k¼ oluşan izin alanına (s) böl¼nerek Brinell Sertliği sayısı elde edilir.



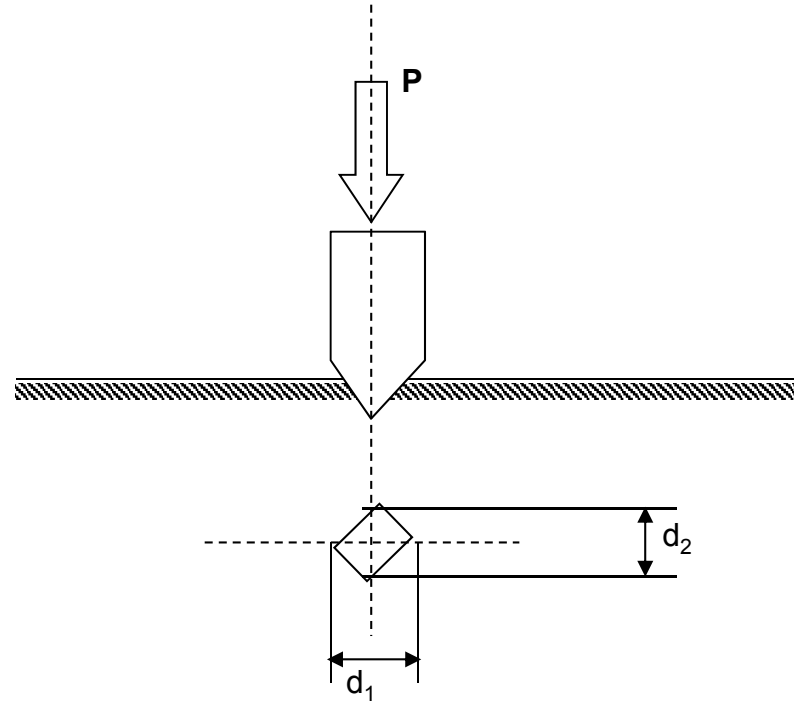
$$H_B = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (\text{kgf/mm}^2)$$

- **Rocwell Sertliği:** Bilya veya koni şeklinde olan standart bir uç belirli bir y¼k altında malzeme y¼zeyine batırılır ve oluşan plastik izin derinliği (Δh_p) ölç¼lerek Rocwell Sertlik sayısı saptanır



- **Schore Sertliği:** Bir cam boru içerisinden serbestçe düşürülen 2.6 gr ağırlıktaki bir ekicin sertliği ölçülecek parça üzerinden zıplama yüksekliği o malzemenin sertliğini verir. Shore Sclereskobu ile plastiklerin ve kauçuk malzemenin sertlik ölçümü yapılmaktadır.

- **Vickers Sertliği:** Bu yöntemde batıcı uç piramit şeklinde olup elmastan yapılmıştır. Belirli bir yükü malzeme yüzeyine bastırılan batırıcı dörtgen bir iz oluşturur. Dörtgenin iki köşegeninin ortalaması alınır.



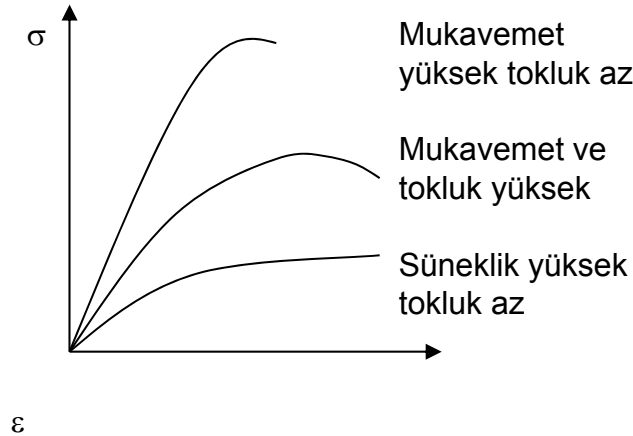
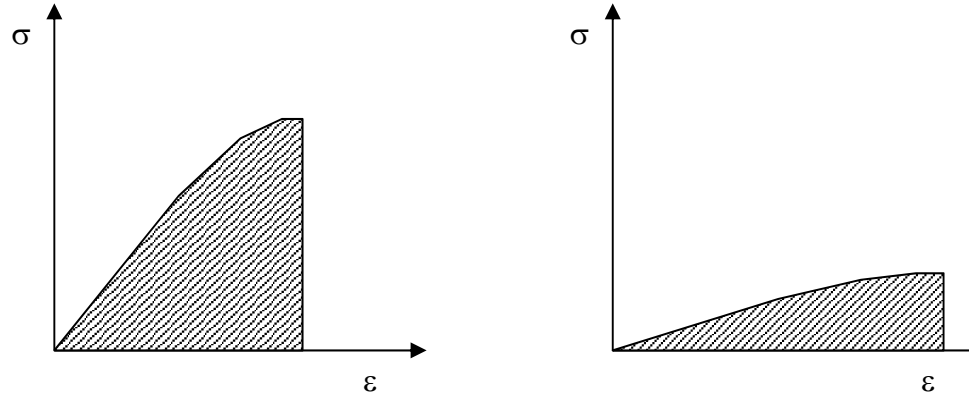
$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$H_V = 1.854 \frac{P}{d^2}$$

- **Sertlik ve Mukavemet Arasındaki İlişki**
- Sertlik, bir malzemenin plastik şekil değiştirmeye karşı direnci ile ilgilidir. Akma sınırı da aynı biçimde tanımlanabilir. Akma sınırı yüksek, dolayısıyla da mukavemeti yüksek bir malzemenin sertliğinin de yüksek olması beklenir.

Tokluk (Özlük)

Bir malzemeyi koparmak için gereken enerjinin bir ölçüsüdür. Malzemeleri tokluk yönünden karşılaştırabilmek için gerilme-şekil değiştirme eğrisi altındaki alanın büyüklüğünden yararlanılır



- **Kırılma**

Malzemelerin dış kuvvetler altında parçalara ayrılmasına kırılma denir. Kırılma oluşum biçimine göre

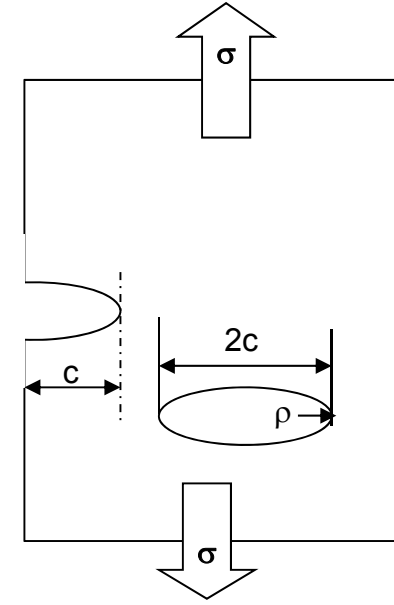
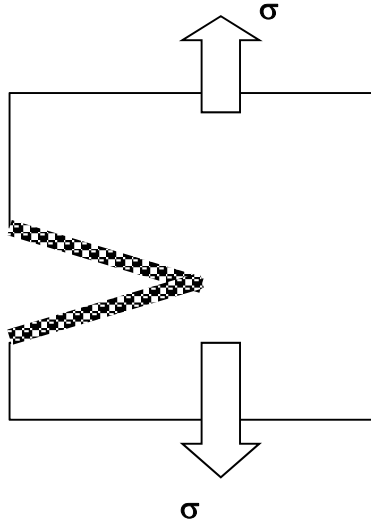
Gevrek ve

Sünek

olmak üzere iki türe ayrılır.

Gevrek Kırılma, plastik şekil değiştirme olmaksızın aniden meydana gelir ve çok az enerji yutar.

- Gevrek kırılmada malzemeler dış kuvvetler etkisinde plastik şekil değiştirme olmaksızın iki veya daha fazla parçalara ayrılır.
- Kusursuz bir malzemenin çekme etkisinde kırılması, atomlar arası bağ kuvvetlerinin kopması sonucu oluşur



•Çentik ve Çatlak Ucunda Gelişme

Atomlar Arası Bağ Kopması Sonucu Türde Kırılma

Şekil 24 deki gibi çekme gerilmesine maruz kalan bir çentik te, çatlak ucundaki maksimum gerilme s_m , ortalama s gerilmesinden çok daha büyüktür. s_m ise,

$$s_m = 2 \cdot s \cdot (c/r)^{1/2}$$

ile bulunabilir. Burada,

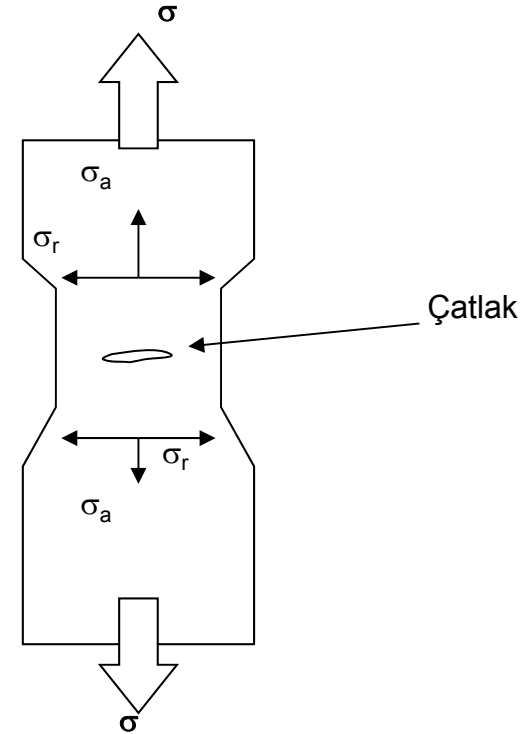
c = çatlak boyunun yarısı

r = çatlak ucu eğrilik yarıçapı

s = uygulanan gerilme

- **Sünek Kırılma**

- Sünek malzemelerde, kırılma önemli ölçüde plastik şekil değiştirme ve büzülmeden sonra oluşur. Bütün kırılma olaylarında olduğu gibi sünek kırılmada da önce çatlak doğar, sonra bu çatlak yayılarak ani kırılma son bulur (Şekil 25).



Çatlak Oluşumu ve Sünek Kırılma.

- **Yorulma**

- Tekrarlı zorlamalar altında malzemelerin mukavemeti azalır. Çekme mukavemetinin çok altındaki gerilmeler kırılma oluşturabilir. Buna neden yorulmadır. Yorulma bütün malzemelerde gevrek türde kırılma meydana getirir.
- Yorulmaya genellikle iç yapıda mevcut kusurlar civarında oluşan yerel gerilme yığılmaları neden olur. İç yapıda bulunan çatlak, çentik, boşluk, sert parçacık ve ani kesit değişimleri civarındaki gerilmeler ortalama gerilmeden daha büyüktür. Bu gerilmeler etkisinde yerel plastik şekil değiştirme meydana gelir.
- Diğer taraftan başlangıçta hiçbir bozukluk içermeyen yüzeyi parlatılmış üniform kesitli metalde elastik sınır altında da dislokasyonlar yerel olarak hareket ederek kayma bantları oluştururlar.

Yorulma mukavemetine etkiyen başlıca etkenler

- Parçanın yüzey işleme kalitesi
- Sıcaklık
- Çevrenin kimyasal etkisi (korozyon)
- Frekans

Gerilme koşulları sabit kaldığında yukarıdaki etkenlerin yaratacağı sonuçlar ayrı ayrı saptanabilir. Bunların yanında ayrıca gerilme koşulları da yorulma mukavemetine etkir. Bunlar,

- ortalama gerilme
- çok eksenli gerilme
- şeklinde sıralanabilir.

Sıcaklık genellikle mukavemetleri azaltıcı yönde etkidiğinden yorulma mukavemetinin de azalması doğaldır.

