

**KIRILMA
İLE
SON BULAN
HASARLAR**

- **Kırılma nedir?**

Bir malzemenin yük altında iki veya daha fazla parçaya ayrılması demektir.

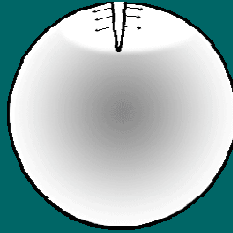
- **Her malzemedeki kırılma karakteri aynı mıdır?**

Hayır. Uygulanan gerilmeye, sıcaklığa ve deformasyon hızına bağlı olarak değişir.



- **Kırılma nasıl meydana gelir?**

Önce çatlak oluşur. Bu çatlak, kritik bir uzunluğa çıkana kadar ilerler. Sonra parça kırılır.



- **Kırılmanın bariz görünen özellikleri nelerdir?**

Bariz Özellikler

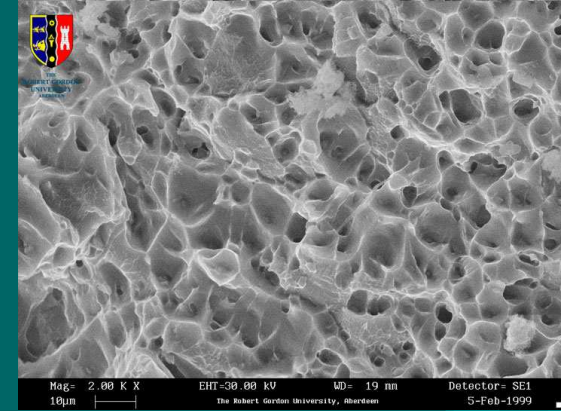
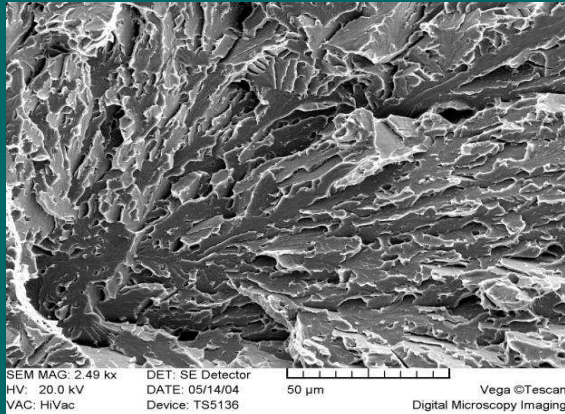
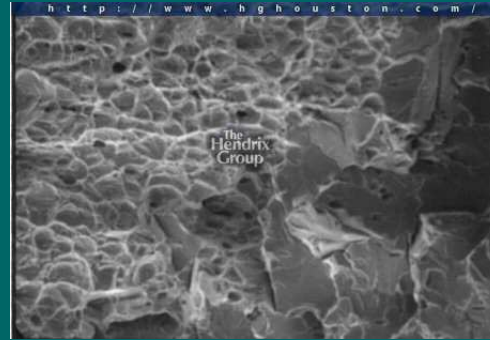
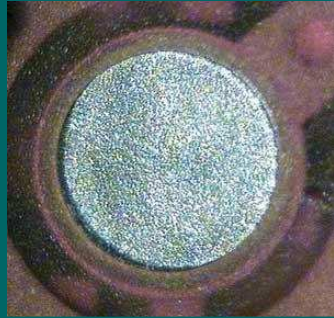
Kristallografisi
Yüzey görüntüsü
Deformasyon miktarı

şeklindedir.

Kullanılan Terimler

Kayma Klivaj
Lifli Kristalin
Sünek Gevrek

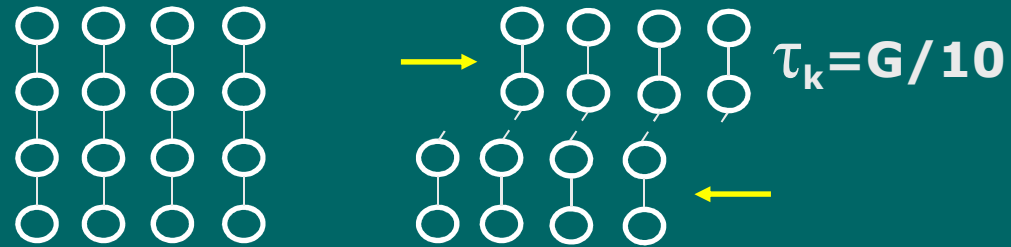
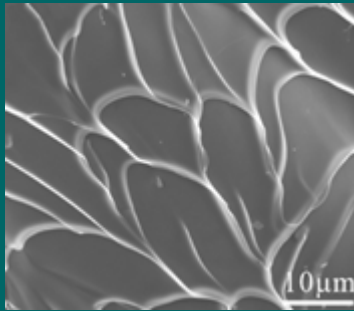
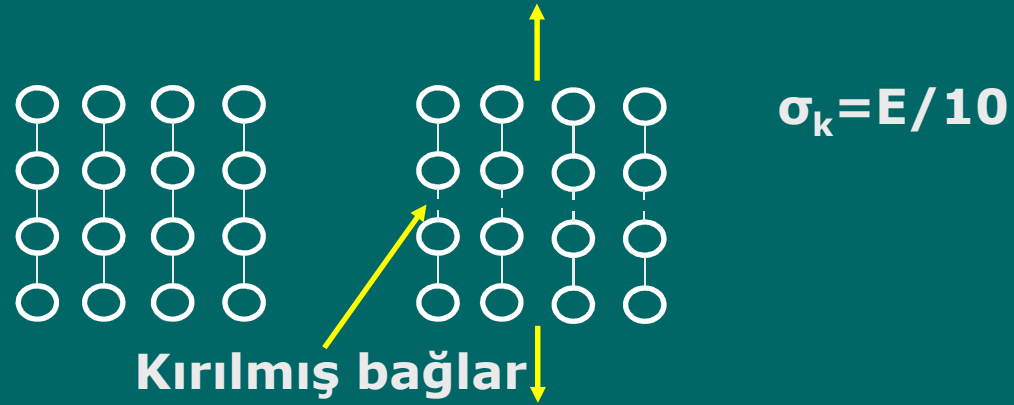
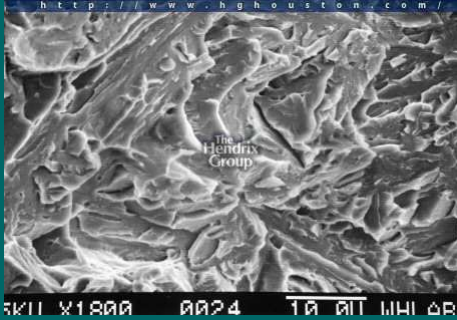
Sünek kırılma ve gevrek kırılma



Gevrek kırılma

Sünek kırılma

- “Klivaj kırılma = Ayrılma kırılması” terimi ile “Kayma kırılması” terimleri atomsal mertebede nasıl açıklanır?



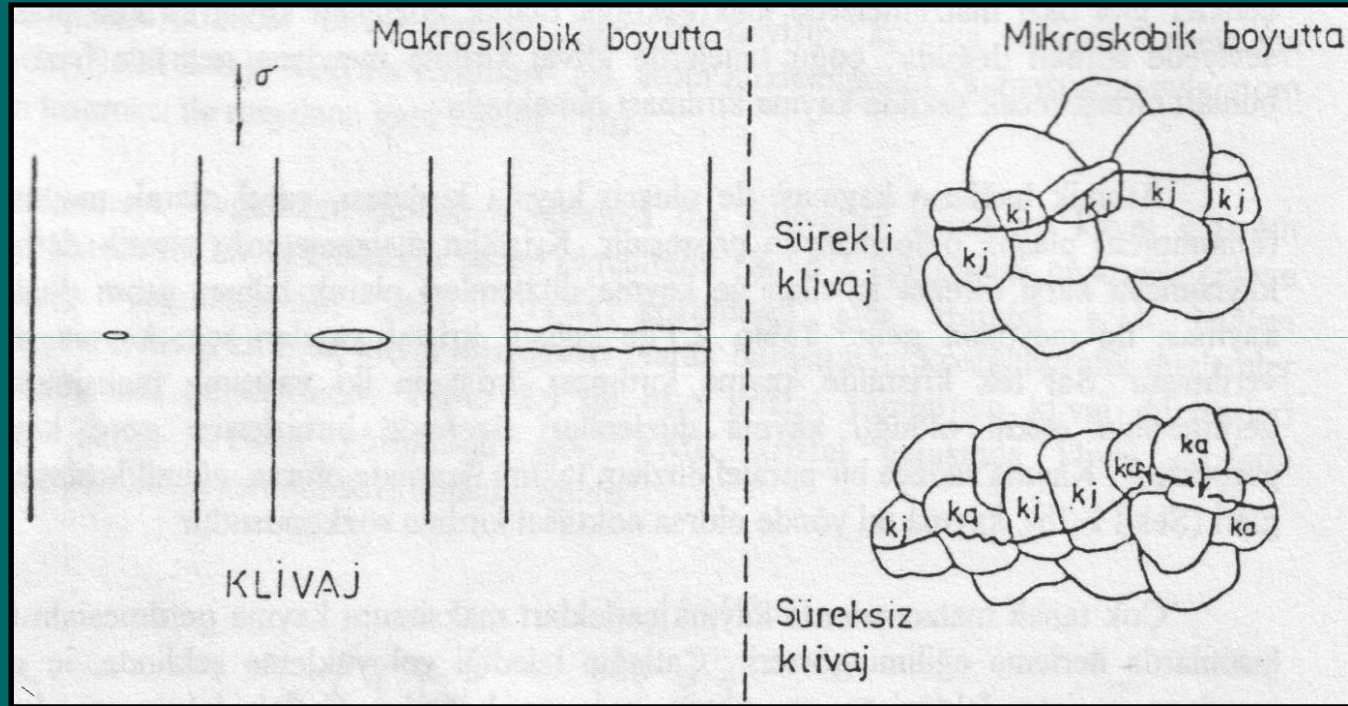
Atomlar arası kopma sonucu **klivaj ve kayma** kırılması

- **Kristal yapılanmaya göre klivaj – kayma kırılmaları nasıl oluşur?**

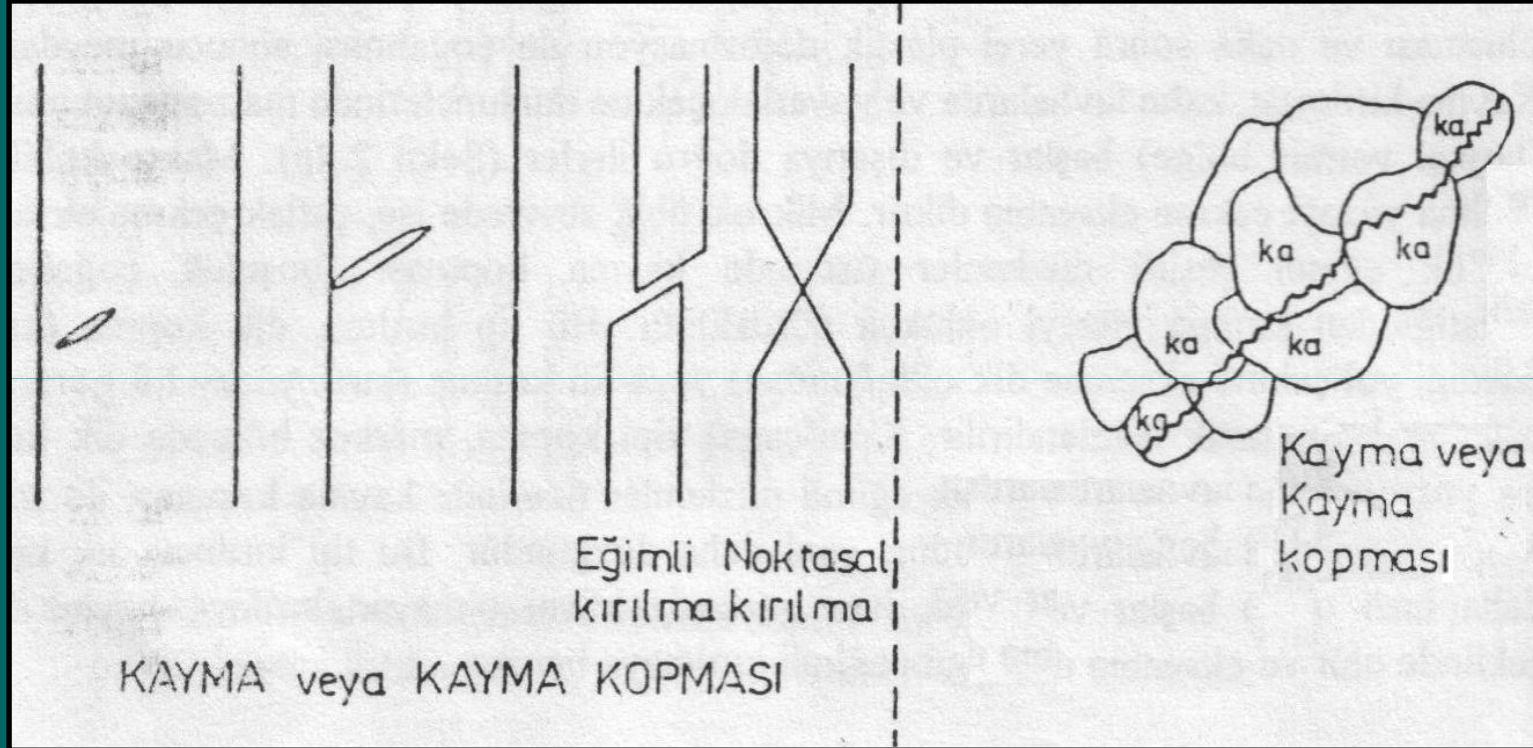
Tablo 2.1 Çeşitli Kristal Yapıların Klivaj ve Kayma Düzlemleri

| Kristal Yapı | Örnek | Klivaj Düzlemi | Kayma Düzlemi |
|---------------------|--|-----------------------|------------------------|
| HMK | Li, Na, K, Fe, Çelikler, V, Cr, Mn, Cb, Mo, W, Ta | {100} | {112}, {110} |
| YMK | Cu, Ag, Al, Ni, prinç, 300 serisi paslanmaz çelikler | Yok | {111} |
| SPH | Be, Mg, Zn, Sn, Ti, U, Cd, grafit | {1000} | {1122}, {1010}, {1000} |
| Elmas | Elmas, Si, Ge | {111} | {111} |
| Kaya Tuzu | NaCl, Lif, MgO, AgCl | {100} | {110} |

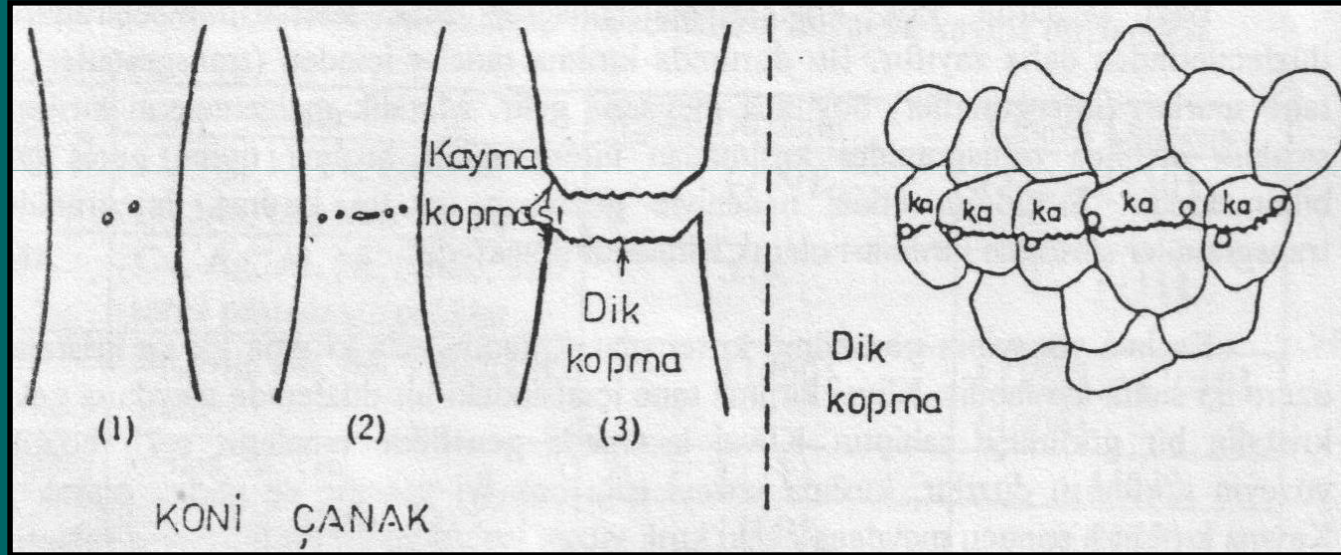
- Çok gevrek malzemelerde klivaj kırılma ile az "C"lu çeliklerdeki klivaj kırılma aynı mıdır?



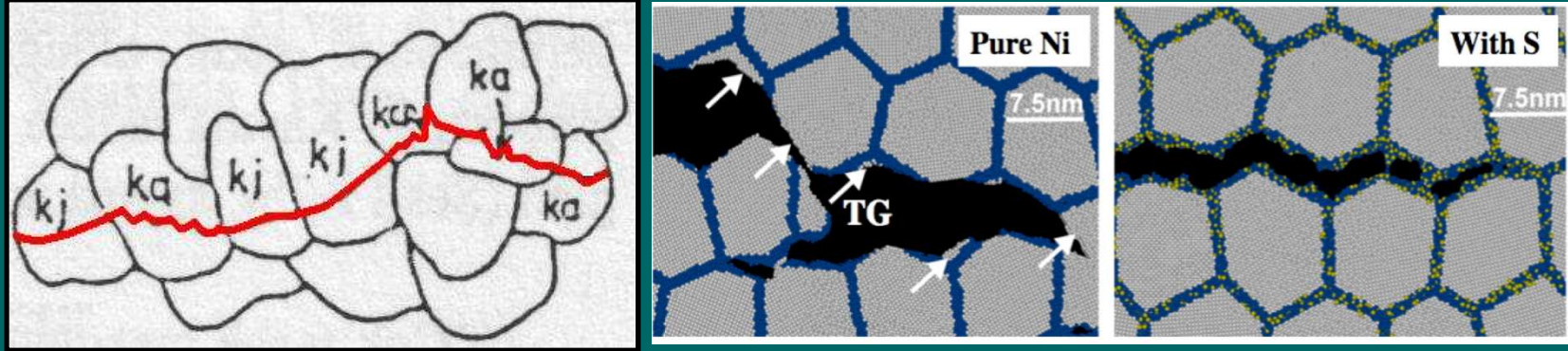
- “Kayma kırılması” hangi hallerde kaç türlü oluşur?



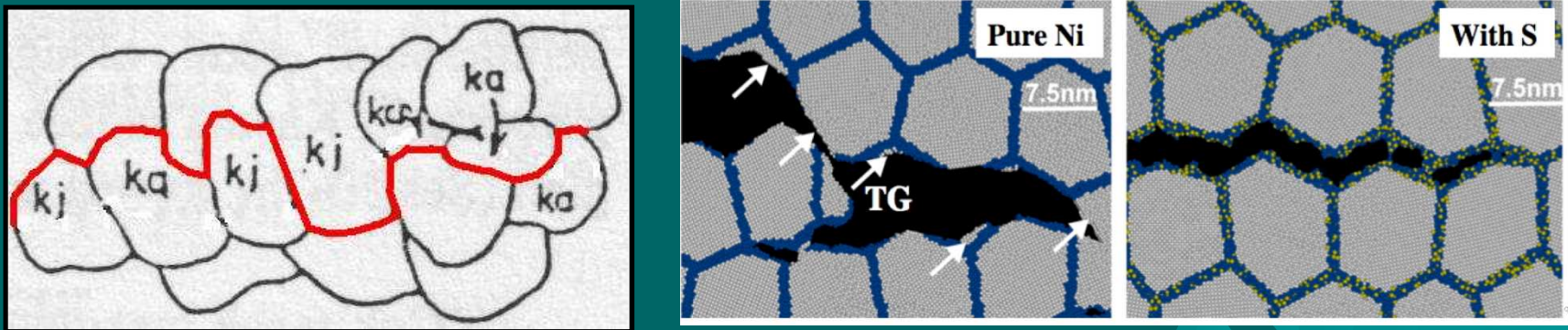
- Çok taneli malzemelerde kırılma nasıl olur?
- Çok taneli malzemelerde çatlak nasıl oluşur? Nasıl ilerler? Nasıl kırılır? Makro ve mikro açıdan açıklayınız?



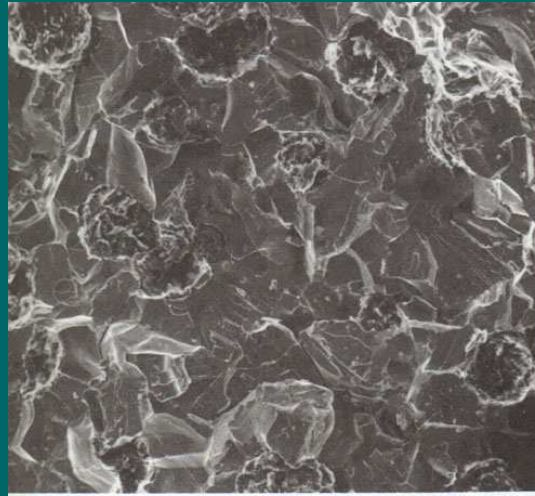
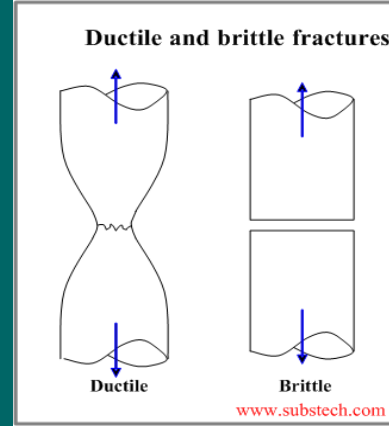
- Tane içi (transgranüler) kırılma nedir? Nasıl oluşur?



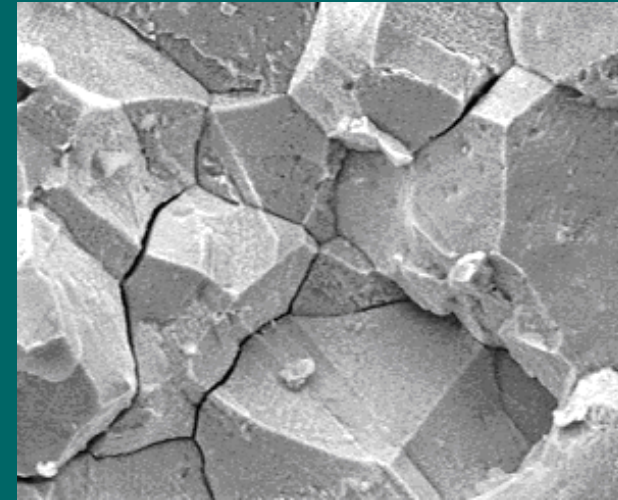
- Tane sınırları (intergranüler) kırılma nedir? Nasıl oluşur?



- **KIRILMA YÜZEYİNİN GÖRÜNÜŞÜ** esas alındığında lifli ve kristalin görüntüsü nasıl oluşur?

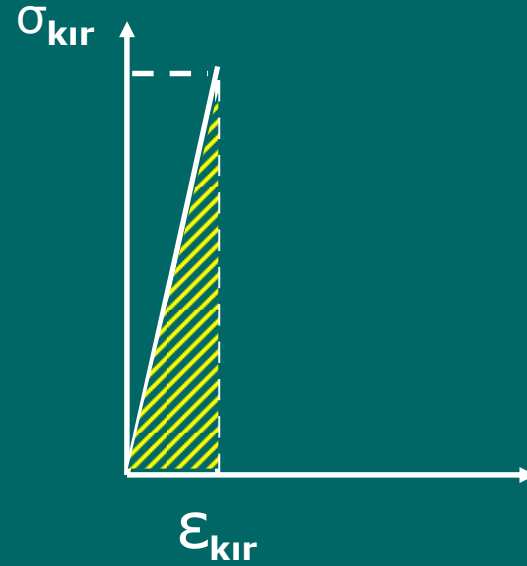
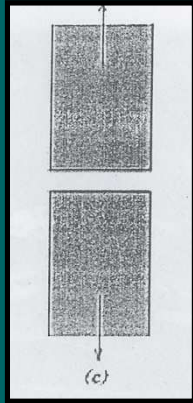


Tane içi kırılmalar

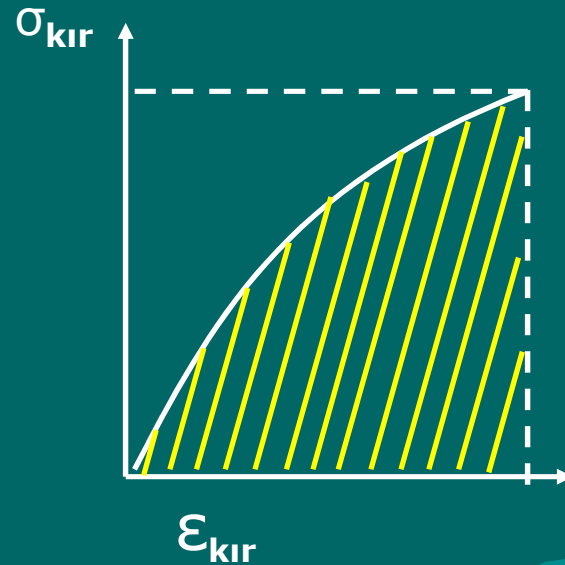
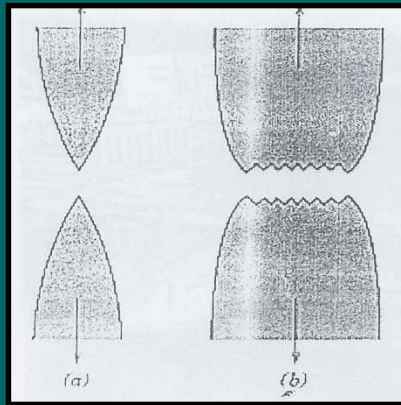


Taneler arası kırılmalar

• **PLASTİK DEFORMASYONUN MİKTARI** esas alındığında sünek ve gevrek kırılma nasıldır ?



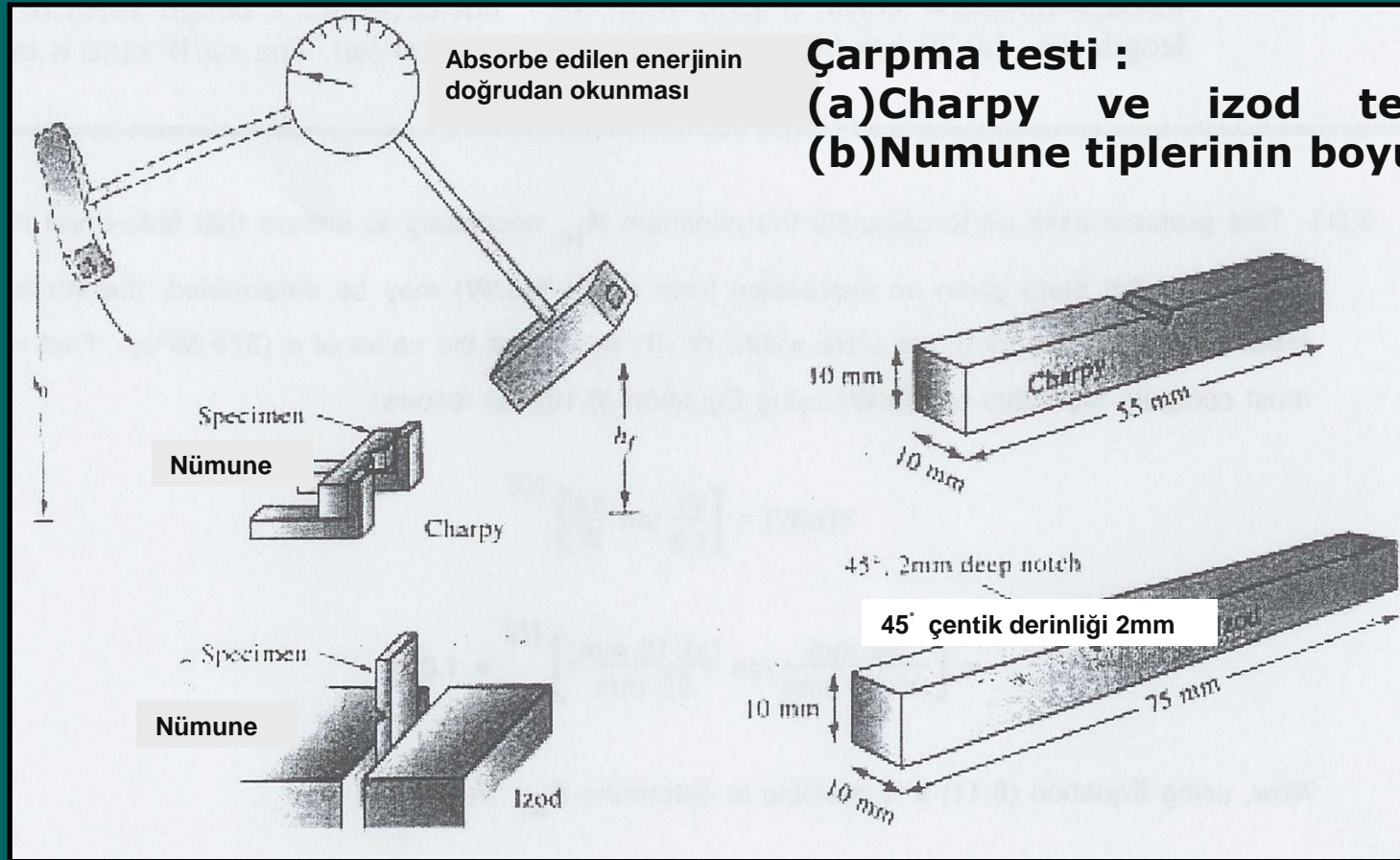
Deformasyon enerjisi
(elastik)
Cam, seramik, dökme demir



Deformasyon enerjisi
(plastik)
Çelik, Al, Cu, Mg

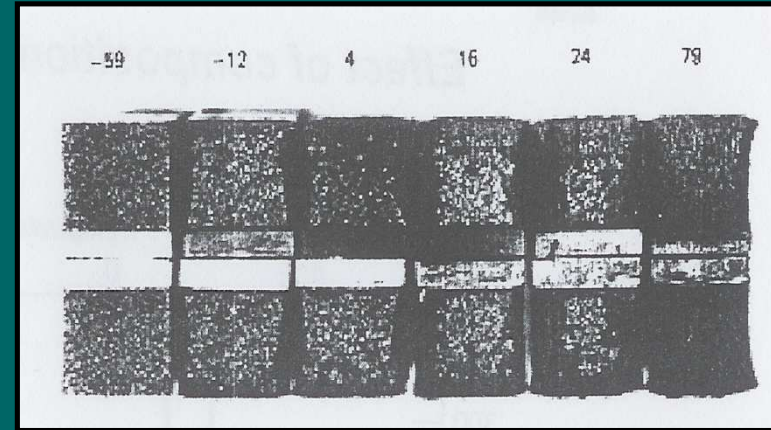
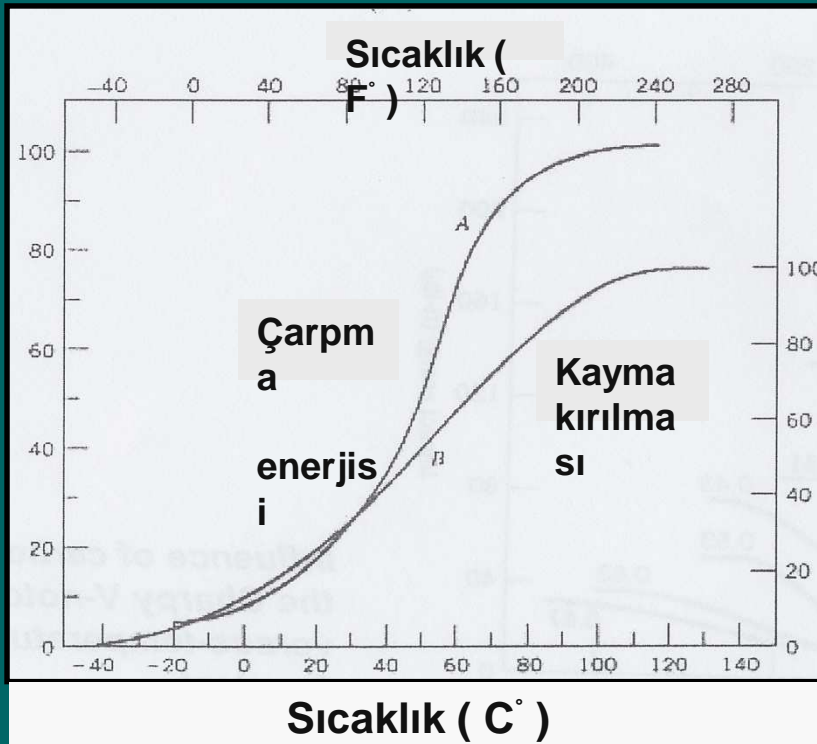
- **Sünek kırılmadan gevrek kırılmaya geçiş olur mu? Olursa nasıl olur?**

Bu tamamen sıcaklıkla ilgili bir durumdur. Çentik Darbe Deneyi ile izah edilir



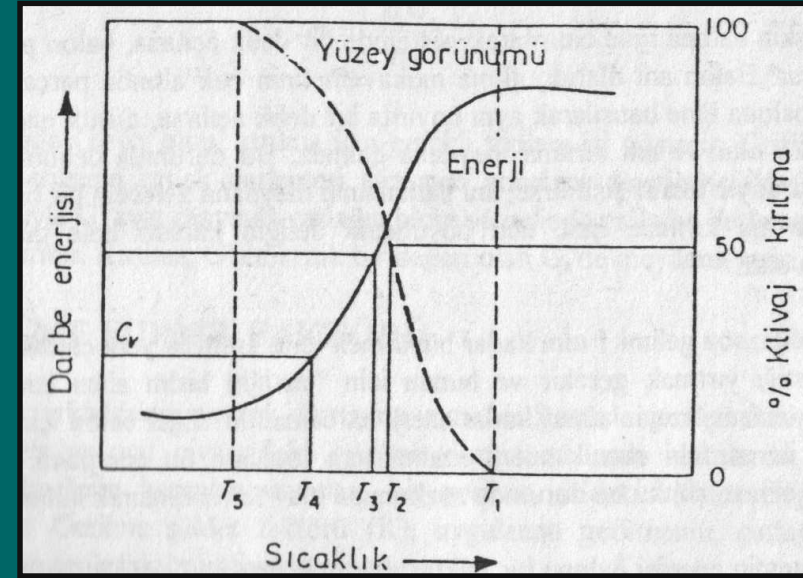
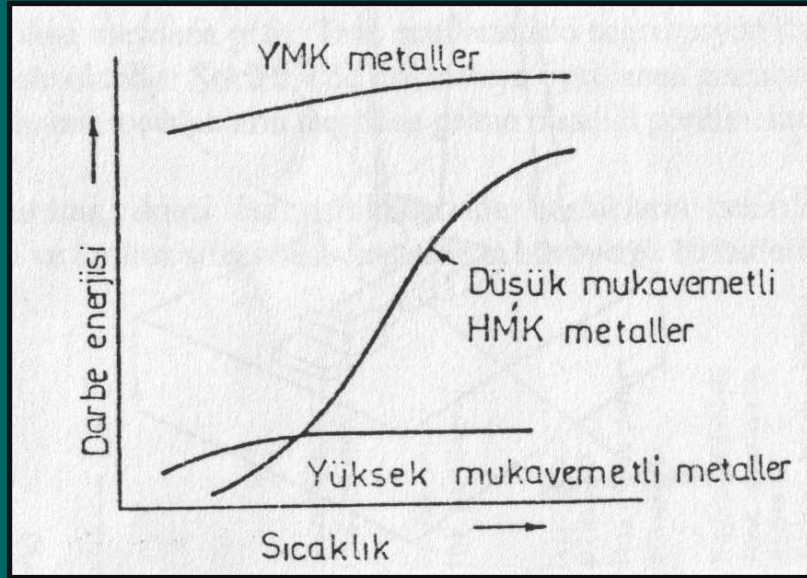
- Geçiş sıcaklığı mühendislik uygulamalarında özellikle nerede çok önemlidir?

Malzeme seçiminde çok önemlidir. (T_g) düşerse Tokluk artar.



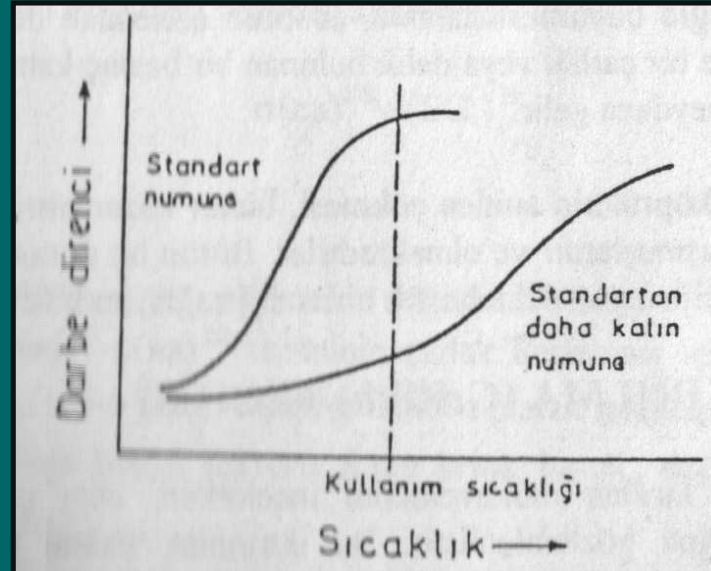
A283 çeliği için ; Charp V çentik enerjisinin sıcaklığa bağlı değişimi (A eğrisi) ve % kayma kırılması (B eğrisi)

- Çentik darbe deney sonuçları kıyas için kullanılır.



Çeşitli malzemelerin çentik darbe sonuçları

Çeşitli kriterlere göre T_g sıcaklığı tespiti

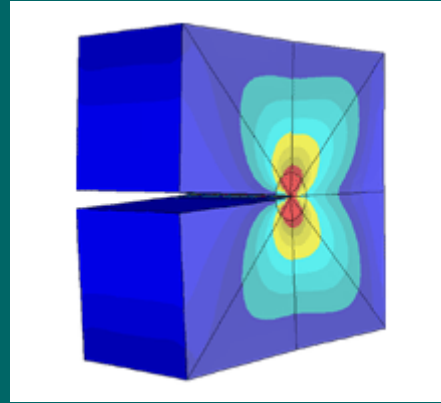


Malzeme kalınlığının T_g ye etkisi

KIRILMA MEKANİĞİ

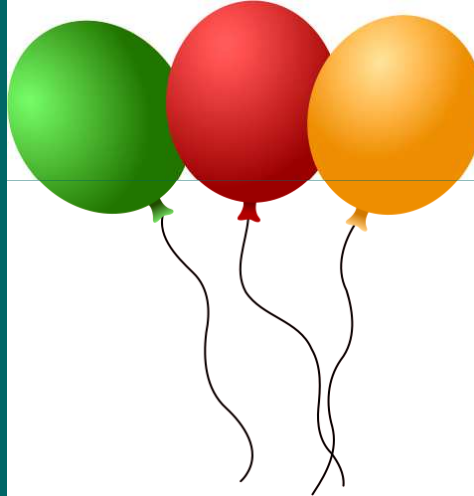
- **Kırılma Mekaniği hangi problemlerle uğraşır?**

Gerilme altındaki malzemelerde çatlak ve gerilme yoğunlaşmasını artıran faktörleri göz önüne alır, kırılma problemlerini inceler.



- **Kırılma hasarını bir balon şişirme örneğine benzetebilir misin?**

Evet.



1. Önce bir balonu şişirelim. Balon içindeki gazın enerjisi vardır. Balon zarında da elastik enerji vardır. Basıncı artırırsak, toplam elastik enerji de artar.



2. Şişmiş balona iğne batıralım. Balon patlar, enerjide azalma olur. Balon ani olarak parçalanır.



3. Balonu az şişirseydik, tekrar iğne batırsak delik açılır; fakat balon parçalanmaz.

4. Bu durumdaki balonu tekrar şişirirsek, ani patlamanın olacağı noktaya kadar getirsek **kritik bir balon basıncı** oluşur. Delik de yavaş yavaş kararlı büyür. Sonuçta **kritik bir büyüklüğe** ulaşıncaya kadar patlar.



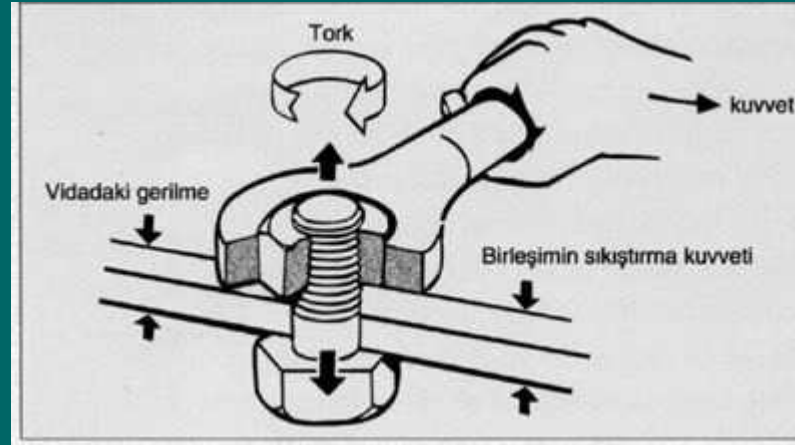
KIRILMA MEKANİĞİ

- **Griffith Teorisi nedir?**

Gevrek bir malzemede bir çatlak varsa, malzemenin kırılmadan dayanabileceği gerilmedir.

$$\sigma = (2\gamma E / \pi a)^{1/2} \text{ şeklindedir.}$$

Griffith teorisi budur.



Denklemdaki yüzey enerjisi 2γ yerine
“**Kırılma işi**” ifadesi olan G kullanılırsa,

$$\sigma = (EGc/\pi a)^{1/2} \text{ yazılır.}$$

G hem kırılma işi, hem de çatlağın ilerlemesi için gerekli olan enerji miktarıdır. Kritik değeri de $G = Gc'$ 'dir.

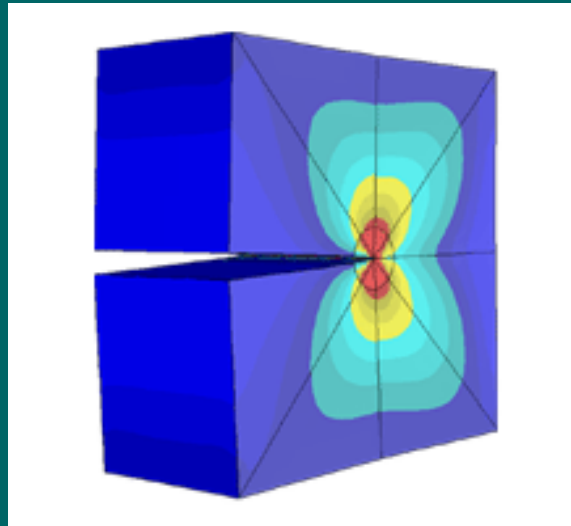


KIRILMA MEKANİĞİ

- Bu ifadede kritik gerilme şiddeti faktörü hangisidir? Kırılma tokluğu hangisidir?

$$(K) = \sigma \sqrt{\pi \cdot a} \quad \longrightarrow \quad \text{Kırılma Şiddeti Faktörü}$$

$$(Kc) = \sqrt{EGc} \quad \longrightarrow \quad \text{Kırılma Tokluğu ifadesidir.}$$

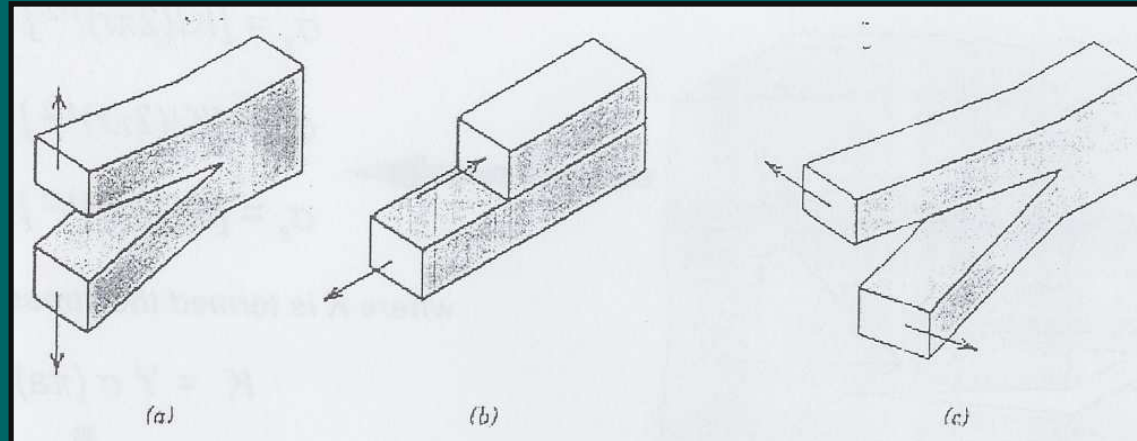


- **Kırılma hasarında çatlakların ilerleme modları nasıldır?**

Tip Açılma (a)

Tip İleri-geri açılma(b)

Tip Yanal açılma(c)



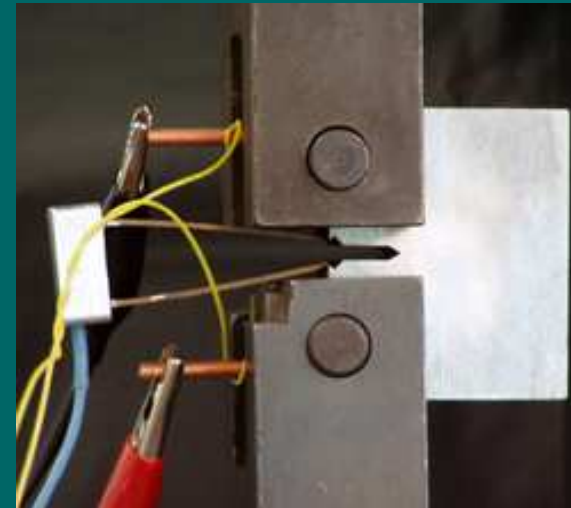
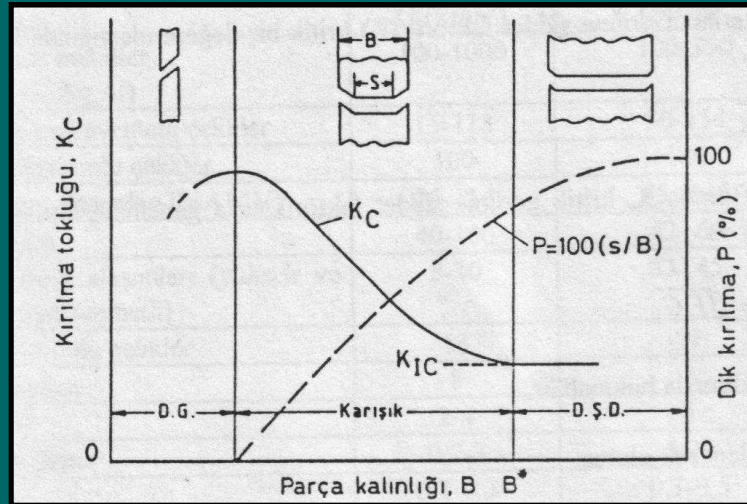
KIRILMA MEKANİĞİ

- Kırılma Mekanikğinde düzlem-şekil diyagramı ile düzlem gerilme durumlarını tabloda göster?

| Düzlem Şekil Değişimi (Plane Strain) | Düzlem Gerilme (Plane Stress) |
|---|---|
| $\sigma_x \neq 0$ $\varepsilon_x \neq 0$ | $\sigma_x \neq 0$ $\varepsilon_x \neq 0$ |
| $\sigma_y \neq 0$ $\varepsilon_y \neq 0$ | $\sigma_y \neq 0$ $\varepsilon_y \neq 0$ |
| $\sigma_z \neq 0$ $\varepsilon_z = 0$ | $\sigma_z = 0$ $\varepsilon_z \neq 0$ |

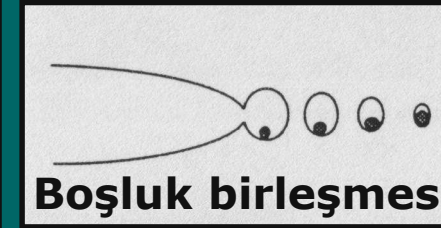
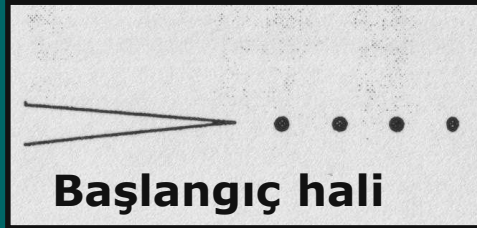
KIRILMA MEKANİĞİ

- Kırılma tokluğunun (K_C) parça kalınlığı ilişkisi nasıldır?

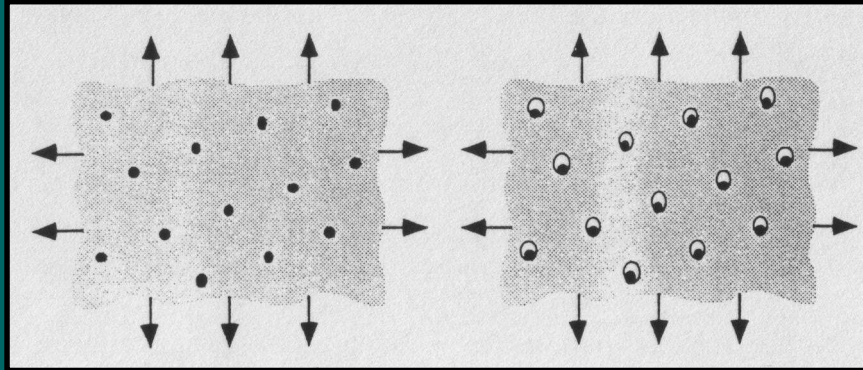


KIRILMA MEKANİĞİ

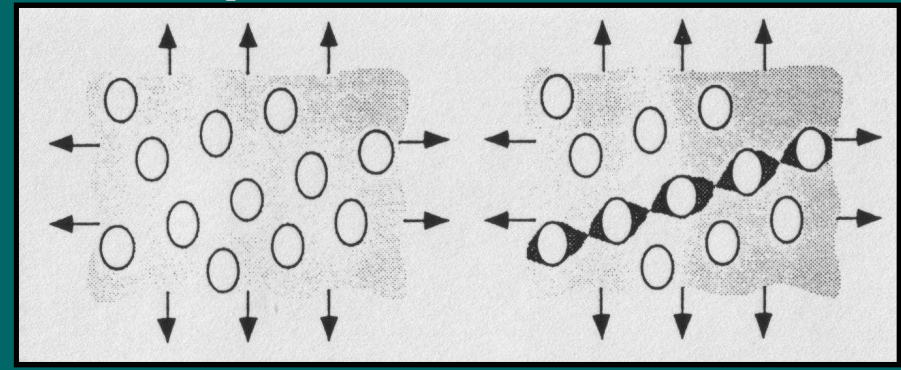
- Sünek malzemede çatlak ilerlemesi ile gevrek malzemelerdeki klivaj ilerlemelerini karşılaştırınız.



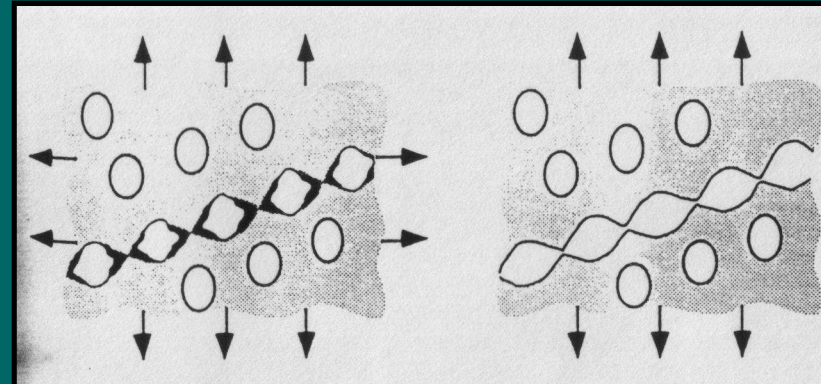
Sünek kırılmada çatlak büyümesi



Boşluk oluşumu

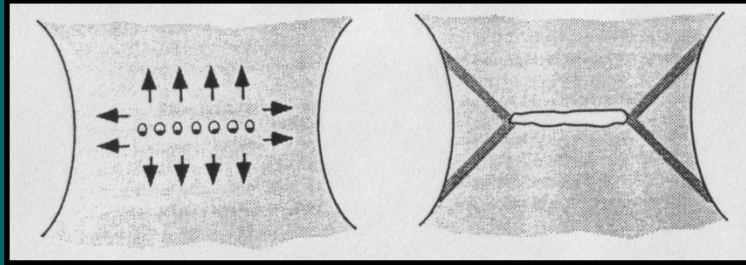


Boşluklar arası uzama



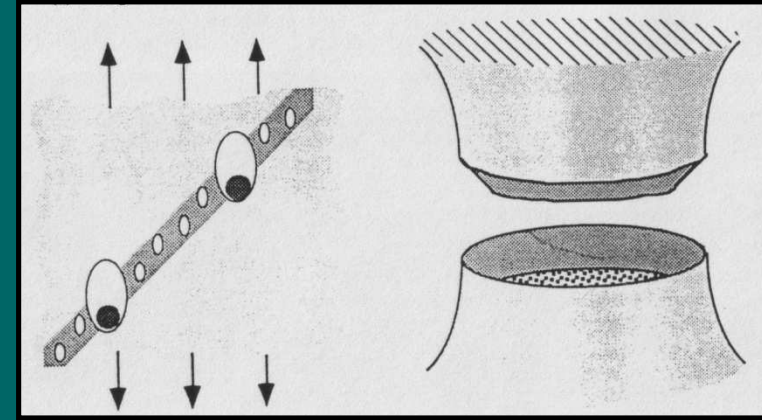
Boşlukların birleşmesi ve kırılma

KIRILMA MEKANİĞİ



Boşluk büyümesi

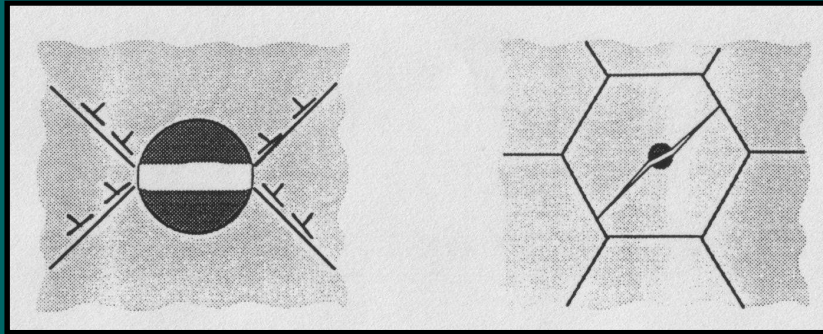
Çatlak ve deformasyon bandının oluşması



Deformasyon bantları boyunca boşluk oluşumu

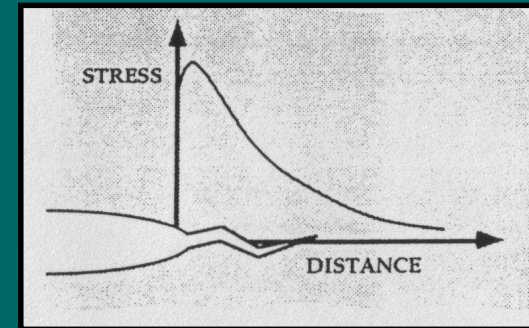
Küp-Koni Kırılma

Küp – Koni kırılma tipinde çatlak büyümesi



Mikroçatlağın partikül matriks ara yüzeyinde durdurulması

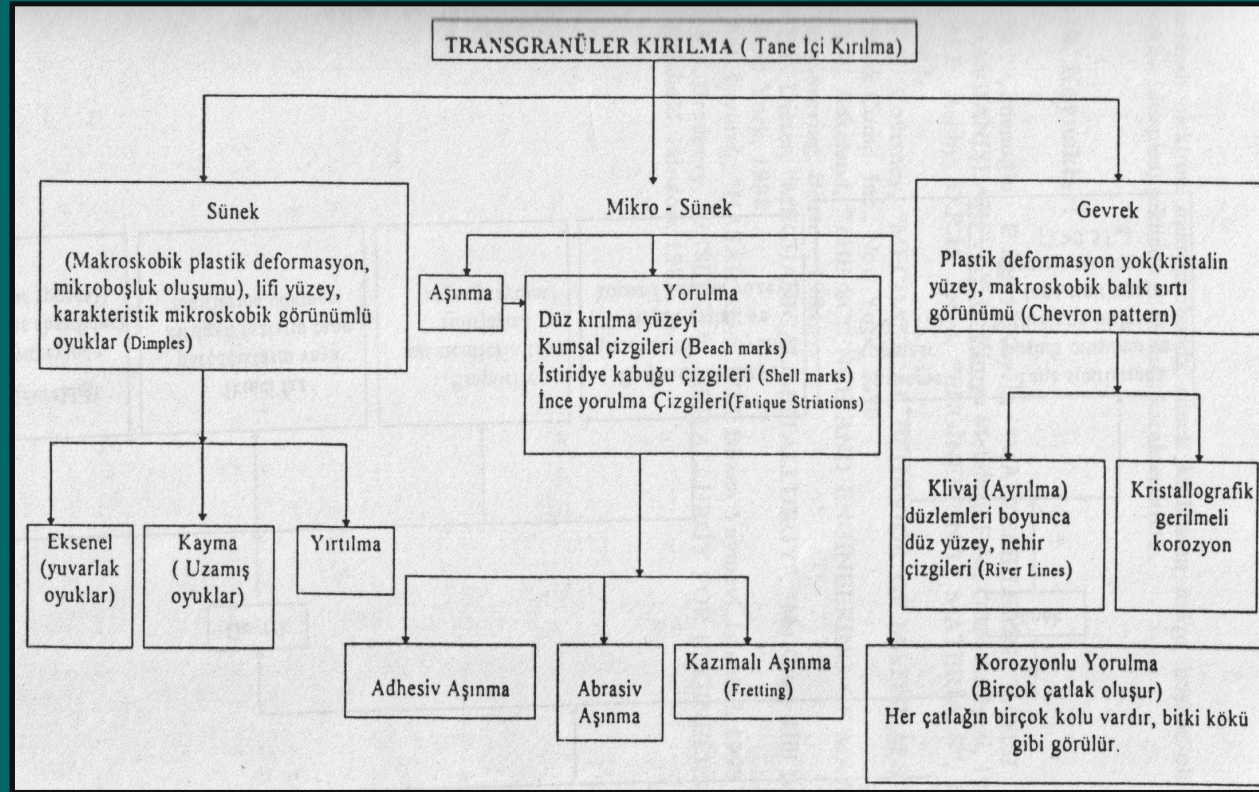
Çatlağın tane sınırında durdurulması



Adım adım klivaj kırılma çatlağının büyümesi

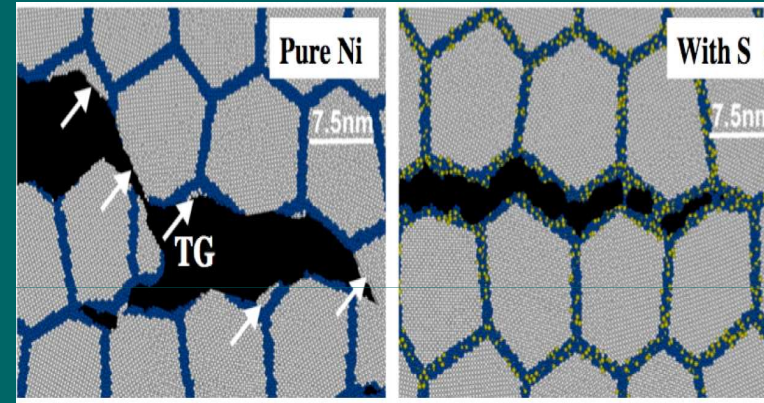
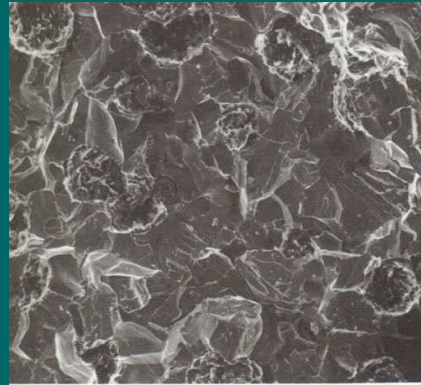
Klivaj kırılma tipinde çatlak büyümesi

•Tane içi kırılmayı (transgranüler) tabloda göster?

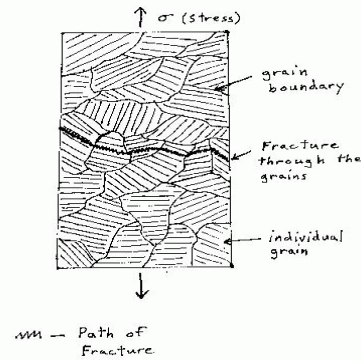


KIRILMA MEKANİĞİ

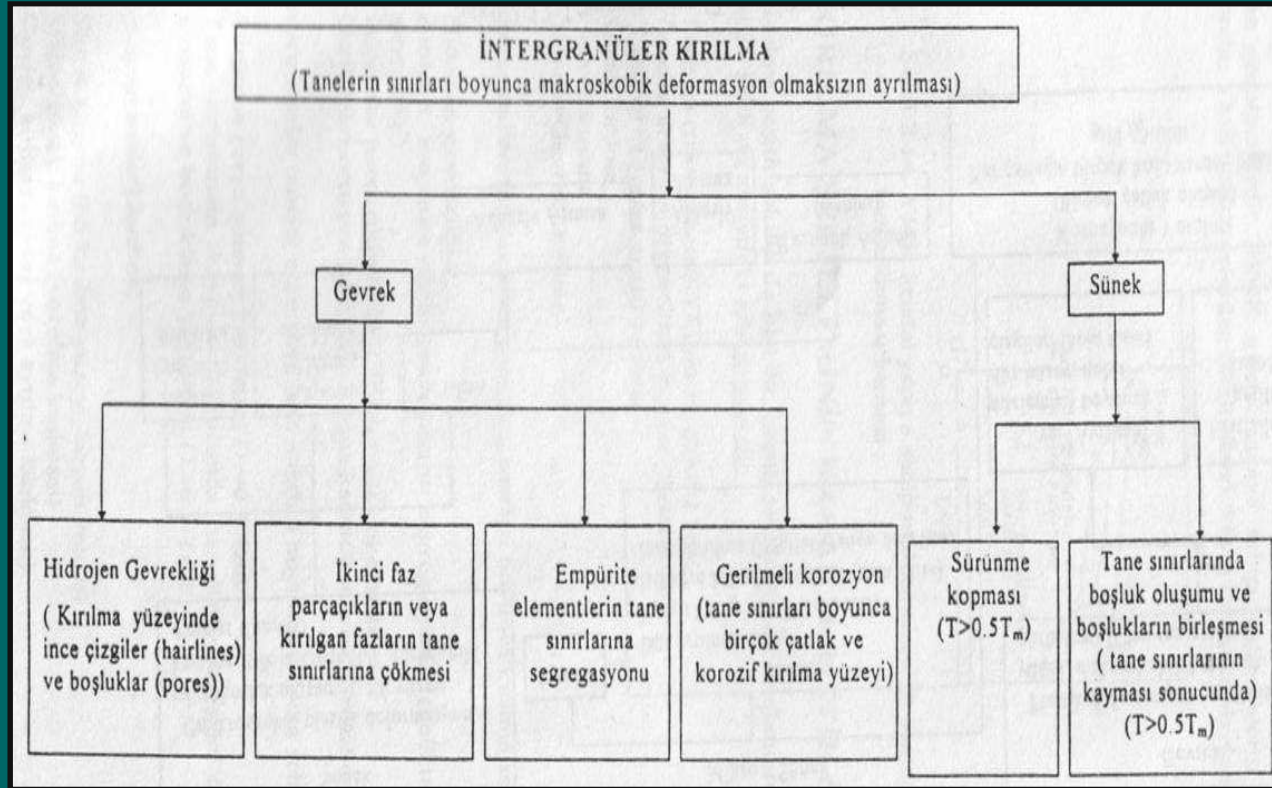
- Tane içi kırılmayı (transgranüler) nedir ? tabloda göster?



Transgranular Fracture



•Tane sınırları arası (intergranüler) kırılma yı talo'da göster?



KIRILMA MEKANİĞİ

- Tane sınırları arası (intergranüler) kırılma nedir

