

DERS-6

KATI REOLOJİSİ VE TEKSTÜR

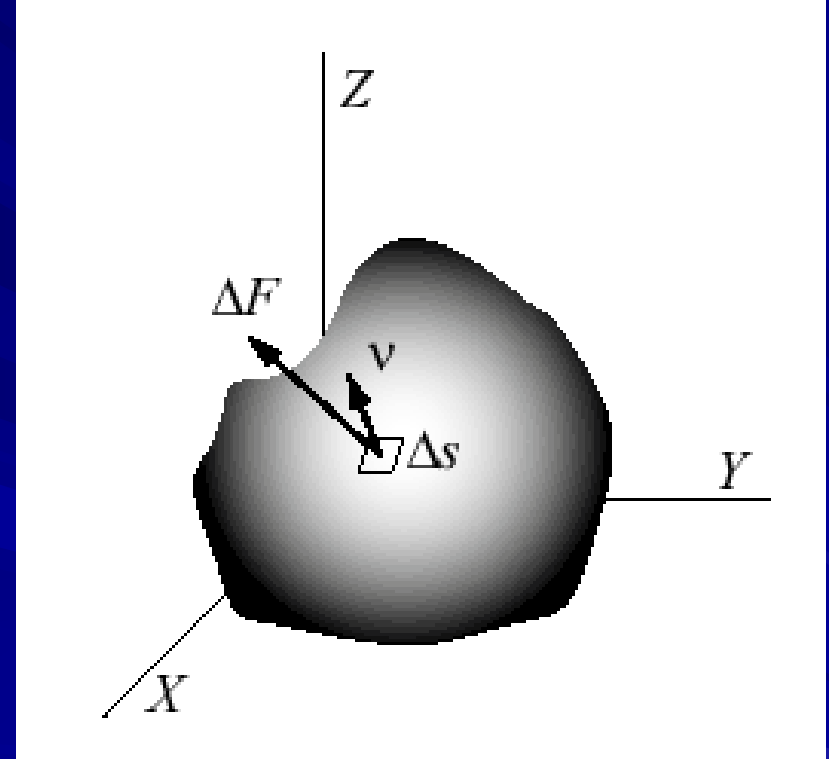
Deformasyon

- Reoloji uygulanan kuvvet karşısında maddelerin deformasyonunu inceler.
- Katı maddeler, sıvılar gibi, farklı birçok kuvvete maruz kalabilirler.
- Maddenin deformasyonunda gerilim (stress) ve gerinim (strain) önemli olduğundan tanımlarının iyi yapılması gerekir.

Gerilim (stress)

- ΔS yüzeyine ΔF kuvveti etki ettiğinde,
- $\Delta F/\Delta S$ ile yüzeye dik v gerilim vektörü elde edilir.

$$\text{gerilim } (\tau) = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S} = \frac{dF}{ds}$$



Gerilim (stress)

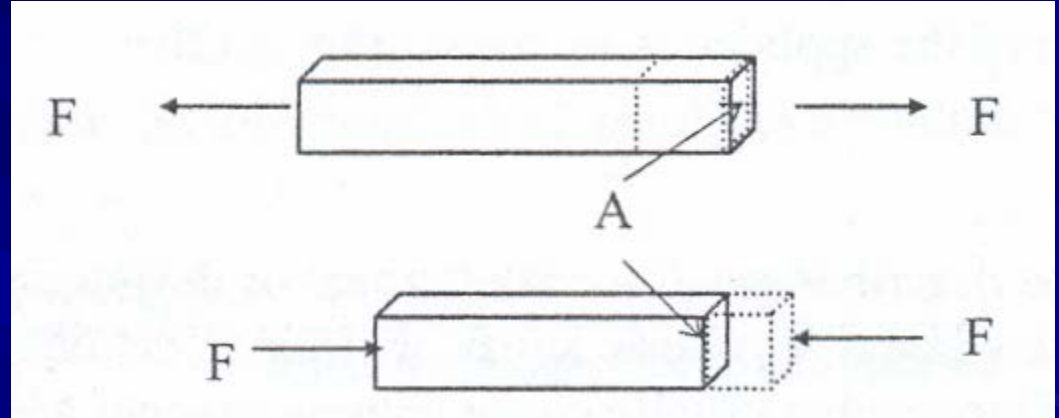
- Gerilim- “birim alana uygulanan kuvvet”
 - Birimi genelde Pa (N/m^2)
- İki gruba ayrılabilir;
 1. Normal gerilim
 2. Kayma (shear) gerilimi
- Bu iki gerilim arasındaki fark, kuvvetin uygulandığı alanla ilgilidir.

Normal gerilim

- Normal gerilim (σ)- “birim alanda eksene dik olarak uygulanan kuvvet”

– ÖR: Basınç

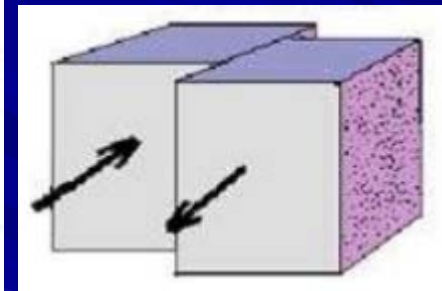
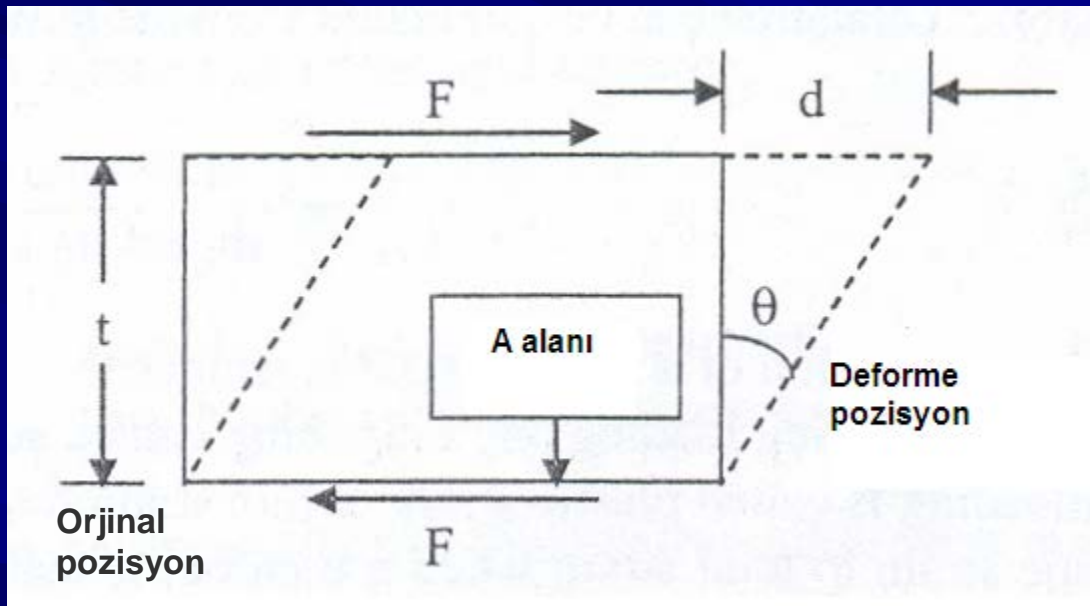
- Maddenin hacmini değiştirir.



- Çekme (tensile) ya da sıkıştırma (compression) şeklinde olabilir.

Kayma gerilimi

- Kayma gerilimi (shear stress)-Birim alanda, eksene paralel uygulanan kuvvet



Gerinim (strain)

- Gerinim (strain) “Bir kuvvet uygulandığında bir materyalin boyut ve şeklinde orjinallerine kıyasla meydana gelen değişim”

$$\text{Gerinim} = \frac{\text{uzama}}{\text{orjinal uzunluk}}$$

- Gerinim de iki gruba ayrılabilir;
 1. Normal gerinim
 2. Kayma (shear) gerinimi

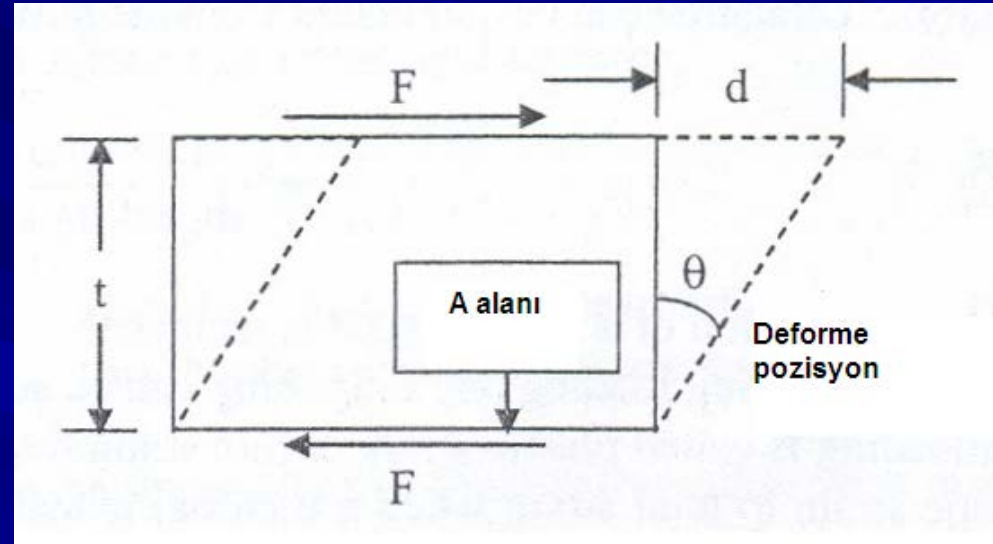
Gerinim

- Normal gerinim- “Normal gerilim uygulanan yönde birim uzunlukta meydana gelen değişim”

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

- Kayma gerinimi- “Uygulanan gerilimin bir sonucu olarak, deformasyondan önce, birbirine dik iki eksen arasında oluşan açıda meydana gelen değişim”

$$\gamma = \tan \theta = d/t$$



Orjinal
pozisyon

“Dilatasyonel” / “deviatorik” gerinim / gerilim

- Gerinim ve gerilim ayrıca “dilatasyonel” ya da “deviatorik” olarak da tanımlanabilir.
- Dilatasyonel gerilim ya da gerinim hacimde, deviatorik gerilim ve gerinim ise şekilde değişiklik yapar.
- Dilatasyon, örneğin başlangıç (V_0) ve son (V_f) hacminden hesaplanabilir.

$$\text{Dilatasyon} = \frac{V_f - V_0}{V_0}$$

- Materyallerin yapılarının ifade edilmesinde sert ve güçlü ya da yumuşak ve zayıf terimleri kullanılır.
- Sert bir materyal, deformasyona ya da kırılmaya karşı güçlü bir direnç gösterir.
 - Yani, büyük bir kayma gerilimi, nispeten küçük bir gerinime yol açar.
- Yumuşak materyallerde ise büyük bir kayma gerilimi, büyük bir gerinime yol açar.

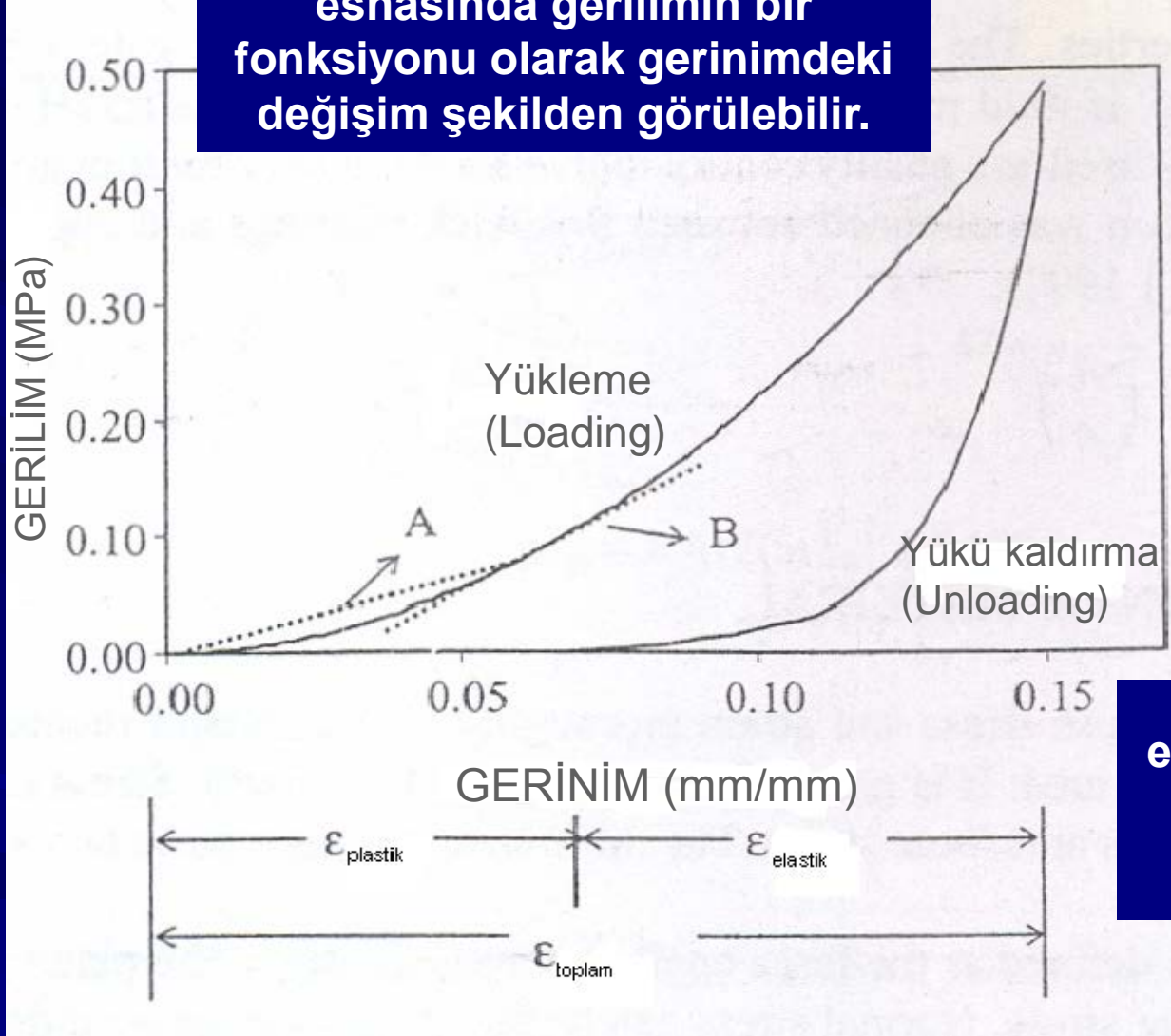
- Güçlülük ve sertlik, boyut küçültme işlemlerinde önemlidir.
- Sertlik bir katı gıdayı azı dişler arasında, bir yarı-katı gıdayı ise damak ve dil arasında sıkıştırmak (compression) için gerekli kuvvet olarak tanımlanabilir.

- Bir madde yapıdaki bozuklukların olduğu bölgelerde kırılır ya da çatlar.
- Yapısında birçok bozukluk bulunan büyük bir parça için küçük bir gerilim kırılmaya neden olabilir.
- Ancak, boyut küçüldükçe, yapıda daha az bozukluk görülür kırılma gücü azalır.
- Buna bağlı olarak, öğütme işlemi partikül boyutu küçüldükçe daha da zorlaşır.

- Belli bir kayma gerilimi aralığında, birçok madde elastiktir.
- Elastik materyallerin bir özelliği, kayma gerilimi kaldırıldığında, gerinimin de hemen ortadan kalkmasıdır.
 - Yani zamana bağlı bir etki yoktur.

Bir gıda örneğinin kompresyonunda tipik gerilim-gerinim kurvesi

Yüklemeye (loading) ve yükün kaldırılması (unloading) esnasında gerilimin bir fonksiyonu olarak gerinimdeki değişim şekilden görülebilir.



Yüklemenin kaldırılması esnasında geri alınamayan gerinim plastik gerinim, geri alınan gerinim ise, elastik gerinimdir.

Hookean katılar için tanımlanan modüller

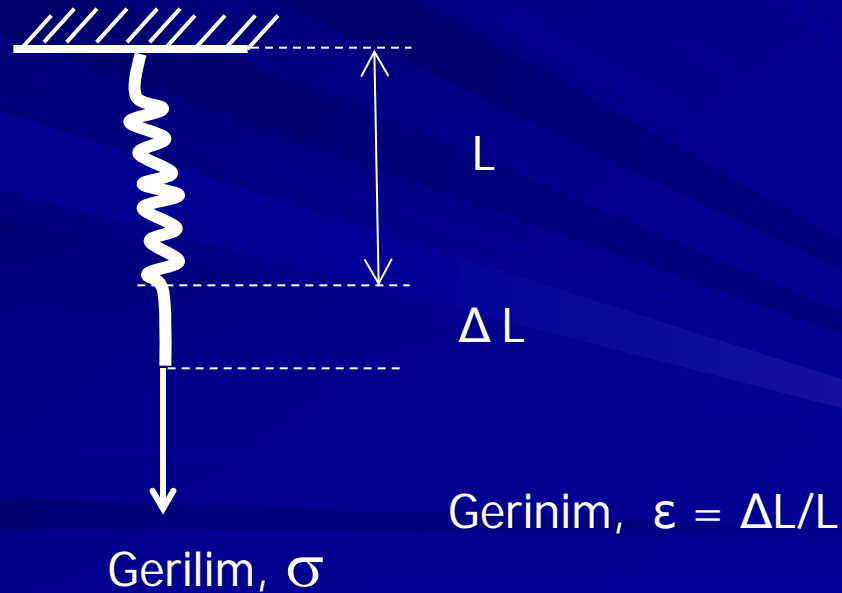
1-Young modülü- Elastiklik modülü

- Normal gerilimin, normal çekme ya da sıkıştırma gerinimine oranıdır.

$$\sigma \propto \varepsilon$$

Elastiklik modülü;

$$E = \sigma / \varepsilon$$



Hookean katılar için tanımlanan modüller

2- Kayma modülü (shear modulus) ya da katılık modülü (modulus of rigidity)

- Kayma gerilimi ve kayma gerinimi arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılır.

Katılık modülü

$$G = \frac{\tau}{\gamma}$$

Hookean katılar için tanımlanan modüller

3- Bulk modülü

- Eğer kuvvet, her yönden uygulanırsa ve hacimde değişiklik olursa, modül “**bulk modülü**” (K) olarak tanımlanır.

$$K = \frac{\text{Hidrostatik basınç (N / m}^2\text{)}}{\text{Volumetrik gerinim}(\Delta V / V)} = \frac{\text{Ortalama normal gerilim}}{\text{Dilatasyon}}$$

V : orjinal hacim, ΔV = hacimdeki değişim

4- Poisson oranı

- Bir madde çekme (stretch) ya da sıkıştırma (compress) işlemlerine maruz kalırsa, genişliğinde değişiklik olur.
- Poisson oranı (μ_p)- uygulanan kuvvete dik yöndeki gerinimin, uygulanan kuvvet yönündeki gerinime oranı

$$\mu_p = \frac{\text{Birim genişlikteki değişim}}{\text{Birim uzunluktaki değişim}} = \frac{\Delta D / D}{\Delta L / L}$$

- Çekme ya da sıkıştırma uygulandığında hacmi değişmeyen materyallerde Poisson oranı 0,5'tir.
- Sıkıştırılabilen materyallerde (genelde yapıda fazla miktarda hava bulunur), çapta bir değişim yoksa, Poisson oranı 0'dır.

Bazı maddelerin Poisson oranı

Materyal	μ_p
Çedar peyniri	0,50
Patates dokusu	0,49
Kauçuk	0,49
Elma dokusu	0,37

Materyal	μ_p
Bakır	0,33
Çelik	0,30
Cam	0,24
Ekmek kırıntısı	0,00