

## 5. GERİLME - DEFORMASYON İLİŞKİLERİ

Elastik cisimlerin gerilme altında deformasyonlarını kontrol eden parametrelere **elastik parametreler** denir. Kayaçlardaki deformasyon bu parametrelere bağlıdır. Bunlar ;

Elastisite modülü

Poisson oranı

Kayma modülü

Kompressibilite (hacimsel sıkışma) modülü.

### 5.1. Elastisite modülü (E)

Hooke kanununa göre mükemmel elastik cisimlerde deformasyon gerilmenin lineer bir fonksiyonudur. Elastisite modülü kayalarda tek eksenli basınç deneyi ile belirlenir. Deney sırasında uygulanan yük manometreden okunurken, deformasyonlar dial gauge veya strain gauge den okunur. Poisson oranının belirlenmesi için eksenel deformasyonun yanında yanıl deformasyonun da okunması gerekir. En hassas ölçümler strain gauge (elektriksel yöntemle) yapılır.

## Elastisite (Young) Modülü

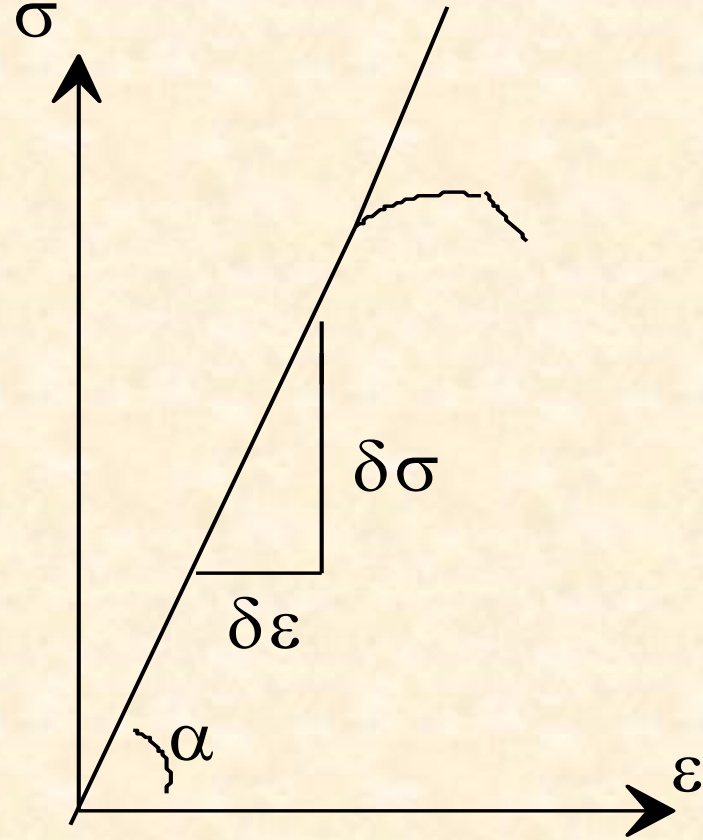
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\sigma = E \varepsilon,$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$E = \tan \alpha$$

$$E = \frac{\delta \sigma}{\delta \varepsilon}$$



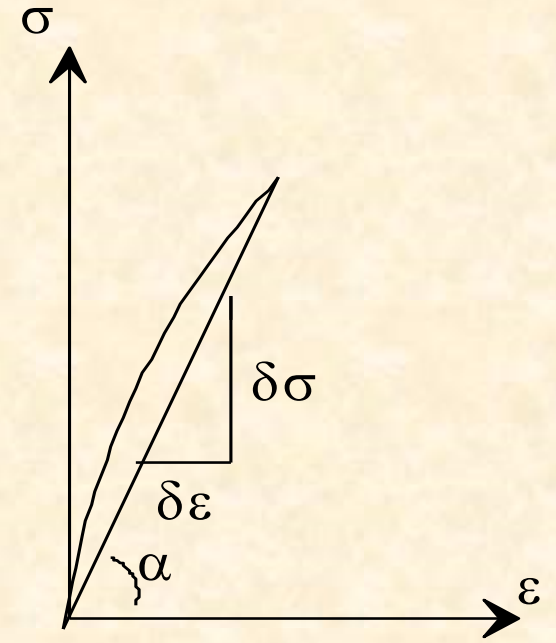
Şekil 5.1. Kayada gerilme-deformasyon ilişkisi

### 5.1.1. Sekant (kiriş) elastisite modülü

Cisim elastik ancak mükemmel elastik değildir. Sekant elastisite modülü kayacın geniş bir gerilme bölgesinde ortalama bir davranışı için kullanılır.

$$E = \frac{\delta\sigma}{\delta\varepsilon}$$

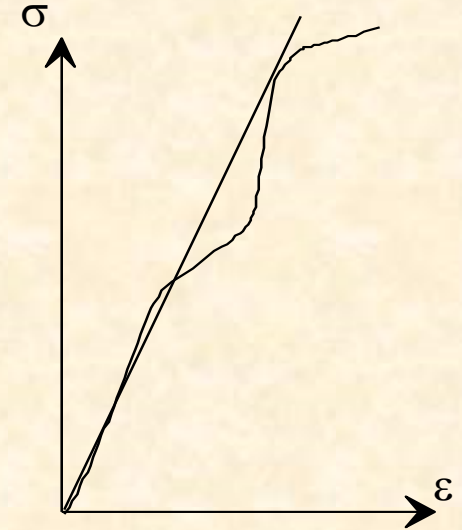
Şekil 5.2. Sekant (kiriş) elastisite modülü



### 5.1.2. Tanjant elastisite modülü

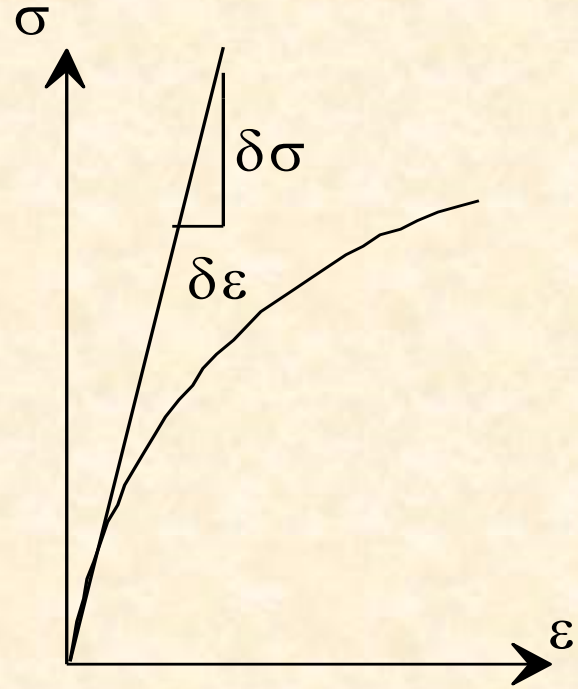
Herhangi bir gerilme için çizilen teğetin eğimi tanjant (teğetsel) elastisite modülünü verir.

Şekil 5.3. Tanjant (teğetsel) elastisite modülü



### 5.1.3. Bařlangıç elastite modülü

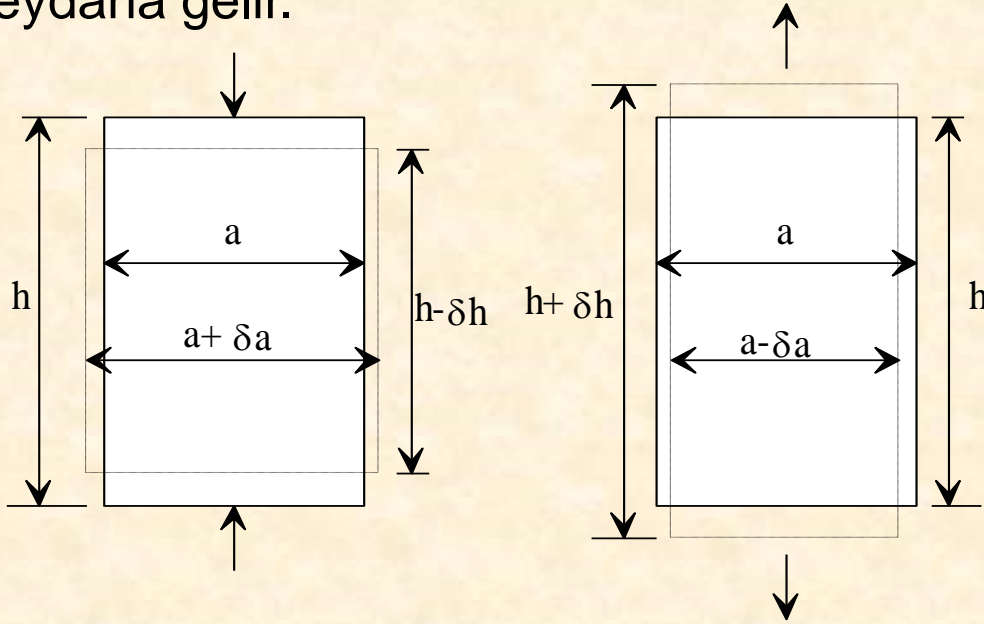
$\sigma$ - $\epsilon$  eğrisinin başlangıç kısmına çizilen teğetin eğimidir. Bu elastisite modülü kazılabilirlik için önemlidir.



şekil 5.4. Bařlangıç elastisite modülü

## 5.2. Poisson Oranı ( $\mu$ )

Basınç ve çekme kuvvetleri ile kayalarda eksenel ve yanal şekil değişikliği meydana gelir.



$$\varepsilon_2 = -\mu\varepsilon_1$$

$$\mu = -\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Şekil 5.5. Basınç ve çekme kuvveti altındaki deformasyonlar

Çizelge 5.1. Basınç ve çekme kuvveti altındaki deformasyon oranları

	Çekme	Basınç
Eksenel şekil değiştirme	$\varepsilon_1 = \frac{\Delta h}{h}$ (uzama)	$\varepsilon_1 = -\frac{\Delta h}{h}$ (kısalma)
Yanal şekil değiştirme	$\varepsilon_2 = -\frac{\Delta a}{a}$ (daralma)	$\varepsilon_2 = \frac{\Delta a}{a}$ (genişleme)

### 5.3. Kayma modülü (rijidite modülü, G)

N normal  $\sigma$  bileşeni gerilmesini, kayma kuvveti adını alan T teğetsel bileşeni ise kesit düzlemi için  $\tau$  kayma gerilmesini meydana getirir.

$$\tau = \frac{T}{A} \quad T = \tau A$$

$\alpha = 45^\circ$  için kayma gerilmeleri maksimumdur ve

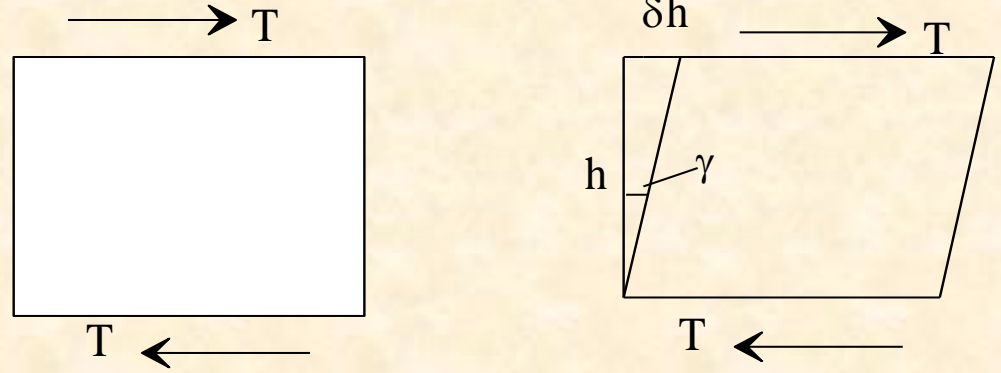
$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_{\max}}{2} \quad \text{değerine eşit olur.}$$

Kayma kuvveti bir cisim üzerine etkidiği zaman yukarıdaki Şekil.5.6 da görüldüğü gibi şekil değişikliği meydana gelir. Yani boyutlar değişmemekle beraber açılar bozular ve  $90^\circ$  lik açılardaki  $\gamma$  değişimi gözönüne alınır.

Radyan cinsinden ifade edilen çok küçük bir açı olan  $\gamma$  değeri;

$$\gamma \cong \tan \gamma = \frac{\Delta h}{h} \text{ olup,}$$

e gibi boyutsuzdur.



Şekil 5.6. Kayma kuvveti altındaki şekil değişikliği

Kayma gerilmesi altındaki şekil değiştirmelerde, gerilmenin belli bir değerine kadar, aksenal şekil değiştirmeler gibi Hooke kanununa tabidir. Kaymadaki şekil değişikliği kendilerini meydana getiren kayma gerilmeleri ile orantılıdır.

$$\gamma = \frac{\tau}{G} \text{ veya } \tau = G\gamma \text{ dır.}$$

G kayma modülü olup kayacın cinsine bağlıdır. Birimi gerilmenin birimine eşittir (kg/cm<sup>2</sup>, N/mm<sup>2</sup>, kN/m<sup>2</sup>, MN/m<sup>2</sup>).

Elastisite modülü, poisson oranı ve kayma modülü arasında aşağıdaki ilişki vardır.

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

## 5.4. Kompresibilite

İlk hacmi  $V$  olan bir cisme gerilme uygulandığı zaman  $\Delta v$  kadar bir deformasyon meydana geldiği kabul edilirse,

$$K = \frac{\Delta\sigma}{\Delta v} \quad \text{gibi bir bağıntı vardır.}$$

$$(V_0 - V = \Delta v)$$

$K$  = Kompresibilite (Hacimsel elastisite modülü)