

JEM 213

Yapısal Jeoloji

Prof.Dr.

Veysel Işık

Stres (Gerilme)

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

TAĞ

Fizikte bir varlığın ve nesnenin ölçülebilen veya sayılabilen özelliklerine nicelik denir.

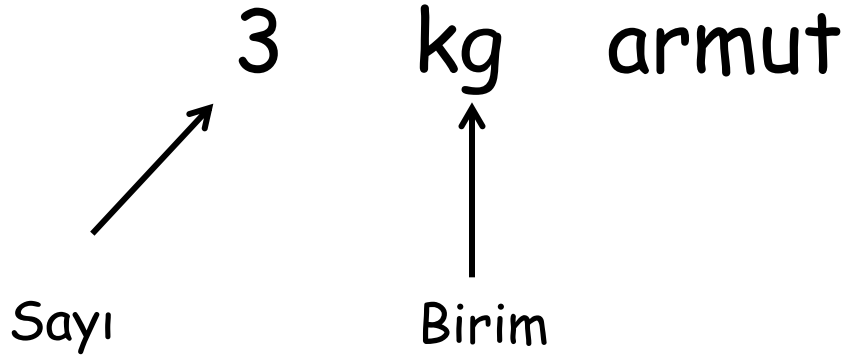
Fiziksel nicelikleri iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlar;

*Skaler büyüklükler

*Vektörel büyüklükler

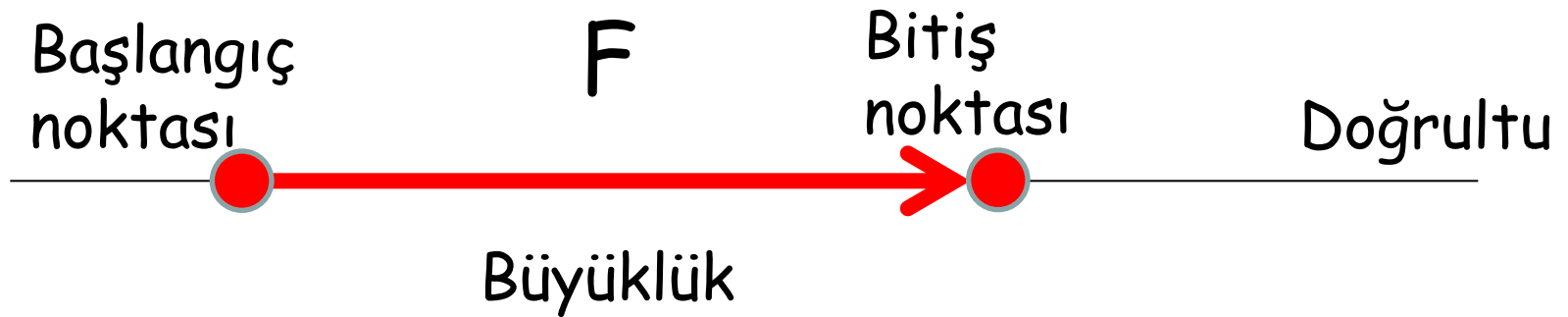


Skaler büyüklük bir sayı ve birimle tanımlanan büyüklüktür; kütle, zaman, sıcaklık, özkütle, enerji gibi nicelikler skalerdir (kütle kg ile, boyut m ile, zaman da sn ile ifade edilir.).



Vektörel büyüklük bir sayı (şiddet) ve birimin yanında doğrultu, yön ve uygulama noktası da bilinen niceliktir.

Bir vektörel nicelik olan kuvvet (F) şu şekilde gösterilir.



Kuvvet (Force)

Klasik anlamda *kuvvet*, hareket eden veya durağan haldeki bir kütlenin durumunu değiştirme veya değiştirme eğilimi olarak tanımlanır.



Buna göre kuvvet (F):

$$F = ma$$

m = kütle, a = ivme

Kgxm/sn² = newton (N)

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kgms}^{-2} \text{ (SI units)}$$

$$1 \text{ dyne} = 1 \text{ gcms}^{-2} \text{ (cgs units)}$$

Stres

Kaya kütlesine etkiyen ve kayanın şekil ve/veya hacmini değiştirmeye çalışan, dış bir kuvvetin etkisiyle kaya içinde meydana gelen ve dış kuvvete karşı koymaya çalışan iç kuvvetler sistemi stres olarak tanımlanır.

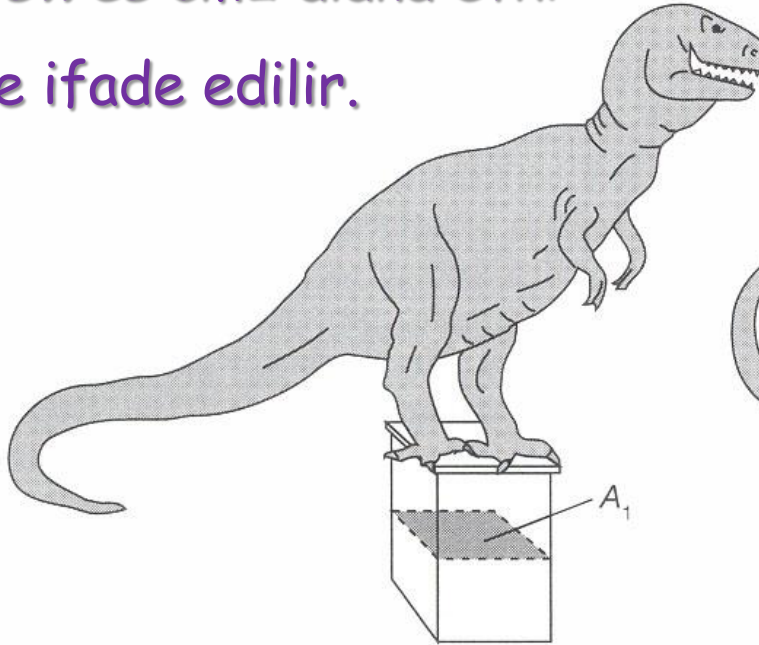
Birim alana etkiyen kuvvet miktarı stresin bir başka tanımıdır.



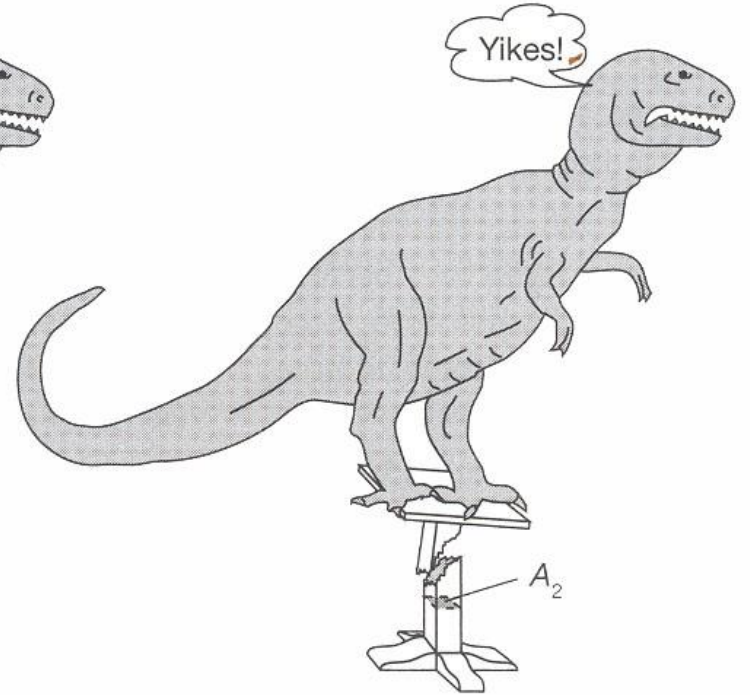
Stresin büyüklüğü (σ) doğrudan stresi oluşturan kuvvetin (F) bir fonksiyonu olmayıp daha çok kuvvetin etki yaptığı alan (A) ile ilişkilidir.

$$\sigma = F/A$$

Buna göre *stres* cm² alana etki yapan kg ile ifade edilir.
(=kg/cm²)



A.

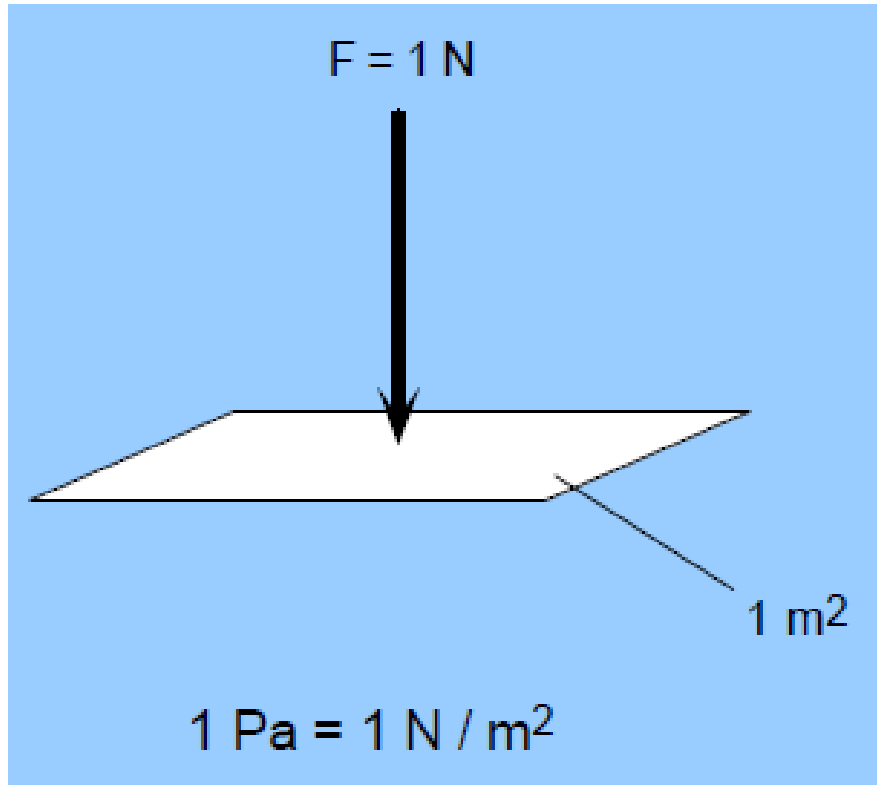


B.

Yer biliminde stres genelde paskal ile ölçülür.

1 paskal (Pa) bir metrekare alana uygulanan bir Newtonluk kuvvettir.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ Nm}^{-2} = 1 \text{ kgms}^{-2}\text{m}^{-2} = 1 \text{ kgs}^{-2}\text{m}^{-2}$$



1 kilopascal (kPa) = 1000 Pa (10^3 Pa)

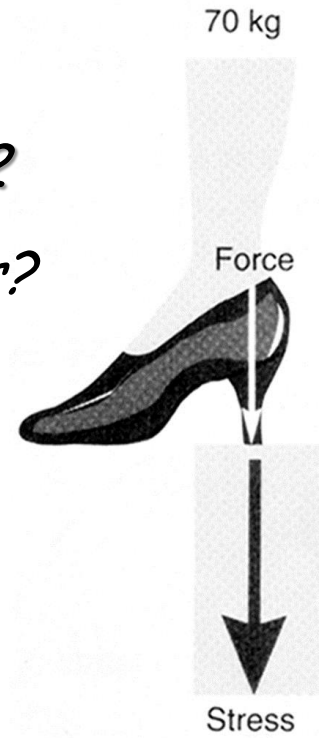
1 megapascal (MPa) = 10^6 Pa

1 gigapascal (GPa) = 10^9 Pa

Kütlesi 70 kg olan bir kişinin ayak topuk alanı 4 cm² olsun. Bu kişinin topuğu yere ne kadar stres uygular?

$$\sigma = F / A$$

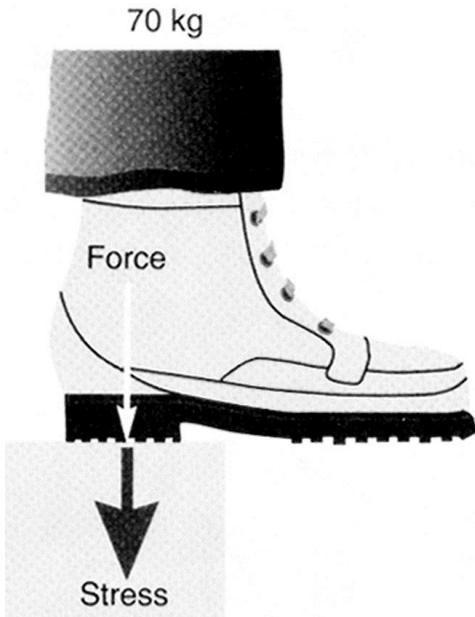
$$\sigma = 70 / 4 = 17.5 \text{ kg/cm}^2$$



Aynı kişinin topuğu 25 cm² ise yere uyguladığı stres daha az olacaktır çünkü alan daha büyüktür.

$$\sigma = F / A$$

$$\sigma = 70 / 25 = 2.8 \text{ kg/cm}^2$$



Stres Bileşenleri (Normal Stres, Makaslama Stres)

Bir cisme bir kuvvet uygulandığında cismin içinde bulunan herhangi bir düzlemde meydana gelen stres iki ana bileşenden (vektörden) oluşur.

Bu stres vektörlerinden birisi düzleme dik olan strestir ve "*normal stres (N)*" olarak adlanır.

Diğeri ise düzlem boyunca ve düzleme paralel olup "*makaslama stres (m, s, δ)*" olarak adlanır.



Bir nokta üzerindeki normal ve makaslama streslerin durumunu 3 boyutta incelemek için, kuvvetlerin sonsuz küçük bir kübün merkezine etki yaptığı düşünülür.

Bu küp çok küçük olduğundan uygulanan kuvvetin her yüzeye eşit miktarda etki yapmakta olduğunu varsayarız.

Buna göre kartezyen koordinat sisteminde (X, Y, Z eksenleri) her bir yüzeyde üç normal stres ve 6 makaslama stresi olmak üzere 9 bileşene ayrılır.

Normal Bileşenler

σ_{zz}

σ_{yy}

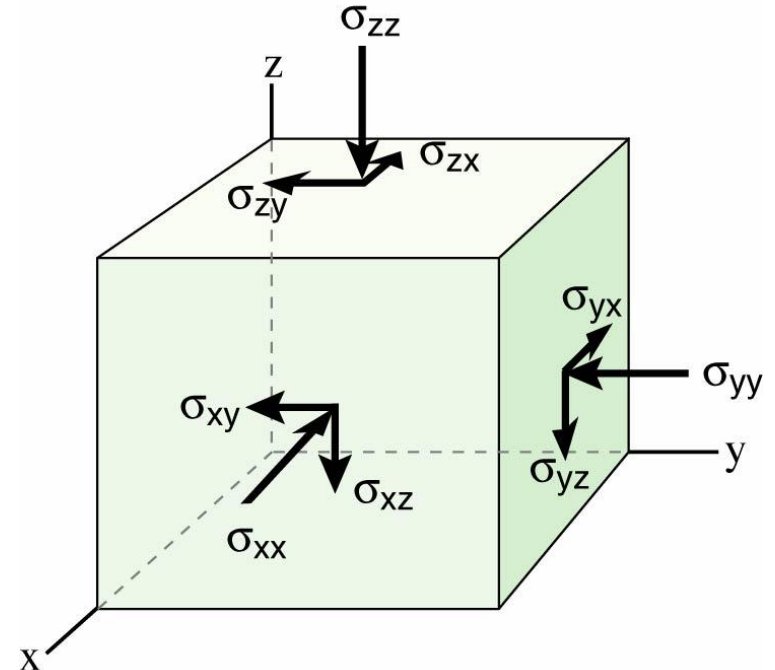
σ_{xx}

Makaslama Bileşenler

τ_{zx} τ_{zy}

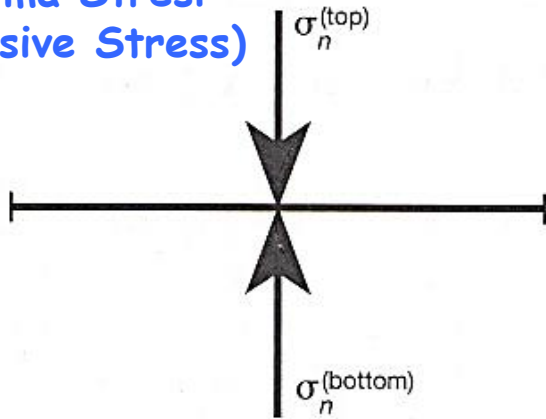
τ_{yx} τ_{yz}

τ_{xy} τ_{xz}



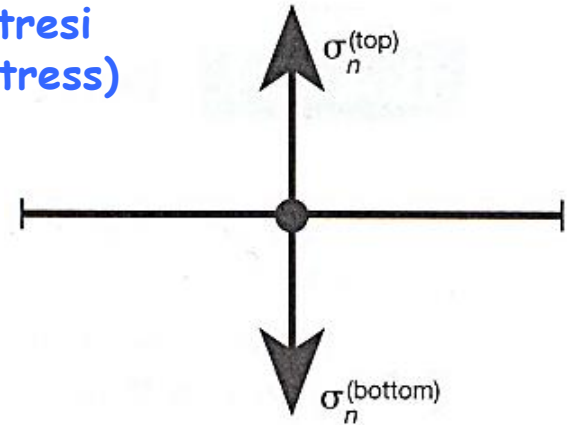
Stres Türleri

Sıkıştırma Stresi
(Compressive Stress)



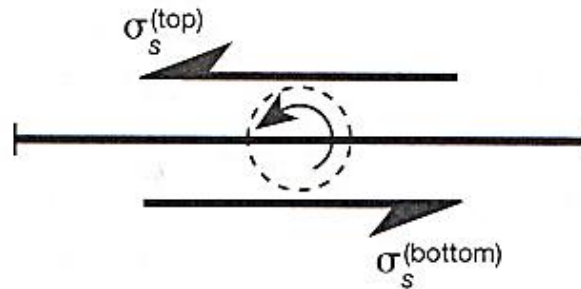
A. Compressive stress
(positive)

Çekme Stresi
(Tensile Stress)

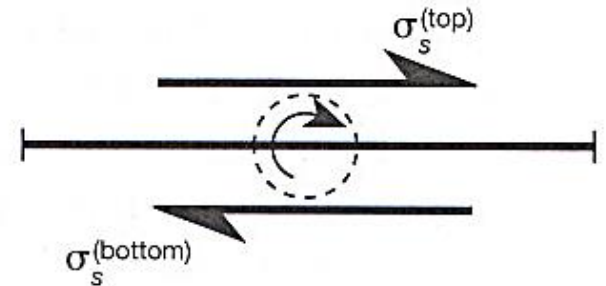


B. Tensile stress
(negative)

Makaslama Stresi
(Shear Stress)



C. Counterclockwise
shear stress
(positive)



D. Clockwise
shear stress
(negative)

Yapısal jeolojide stres eksenleri σ (sigma) ile ifade edilir.

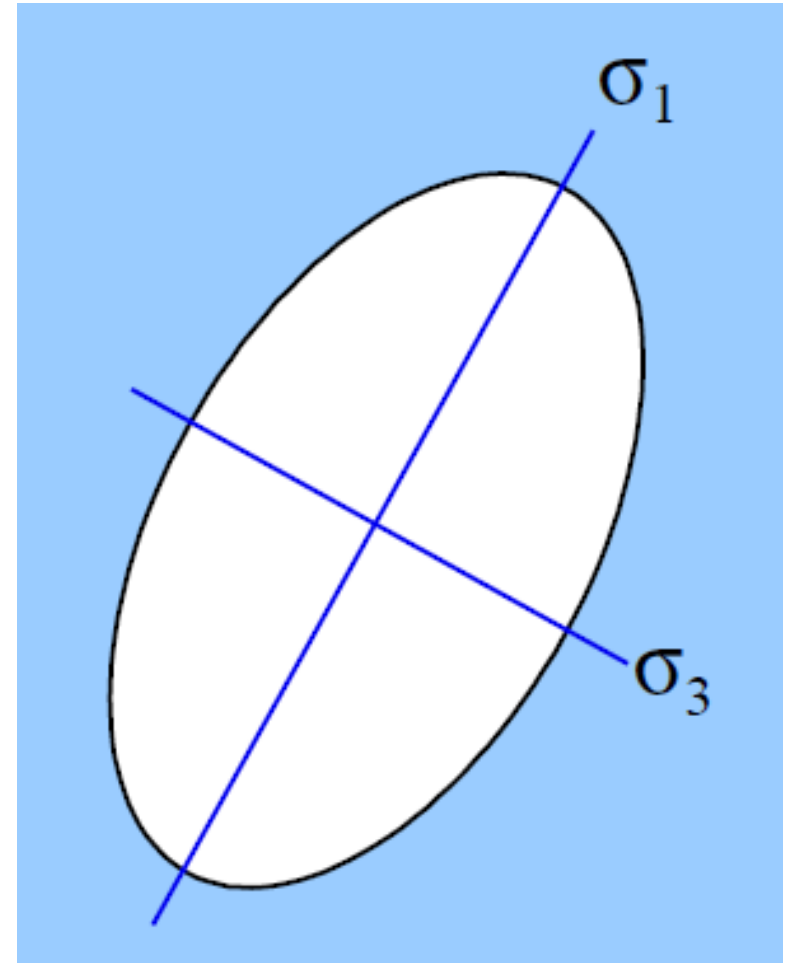
Makaslanmanın olmadığı birbirine dik üç düzlem üzerindeki ana stres eksenleri σ_1 , σ_2 ve σ_3 ile ifade edilir.

Bunlar (+) veya (-) işaretli olabilirler.

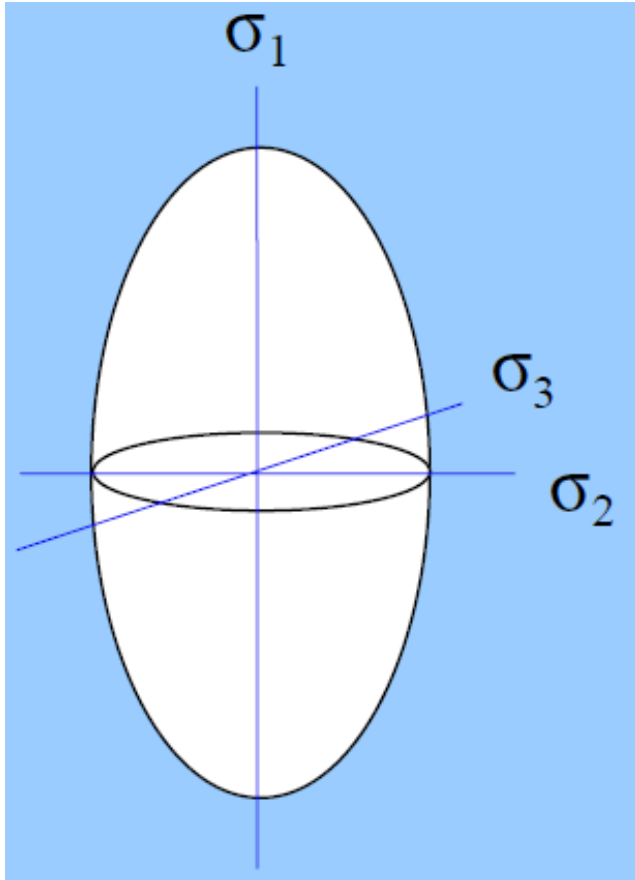
Bir kütle içinde herhangi bir noktadaki stres durumu "*stres elipsi*" veya "*stres elipsoidi*" ile ifade edilir.

Stres elipsi birbirine dik iki eksenle temsil olur.

Elipsin uzun eksenini en büyük stres eksenini (σ_1), kısa eksenini en küçük stres eksenini (σ_3) dir.



Stresin üç boyutta ifade edilmesi "stres elipsoidi" ile yapılır.



Stres elipsoidinin en büyük eksene karşılık gelen stres " σ_1 " olarak gösterilir, genelde sıkışma nitelikli ve (+) işaretlidir.

Stres elipsoidinin orta büyüklükteki eksene karşılık gelen stres " σ_2 " olarak gösterilir, sıkışma nitelikli (+), sıfır değerli veya çekme (-) özelliğindedir.

Stres elipsoidinin en küçük ana stresi " σ_3 " olarak gösterilir, genelde sıkışma nitelikli (+), bazen de çekme (-) niteliklidir.

Jeoloji incelemelerde *sıkışma nitelikli olan stresler (+), çekme nitelikli olanlar ise (-)* olarak kabul edilir.

Yatay Düzlem

$F = ma$, Kuvvet = hacim \times yoğunluk \times ivme

$$F = 10^4 \text{ m}^3 \times 2,750 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{Düzlem } 1 \times 1 \text{ m}, A = 1 \text{ m}^2$$

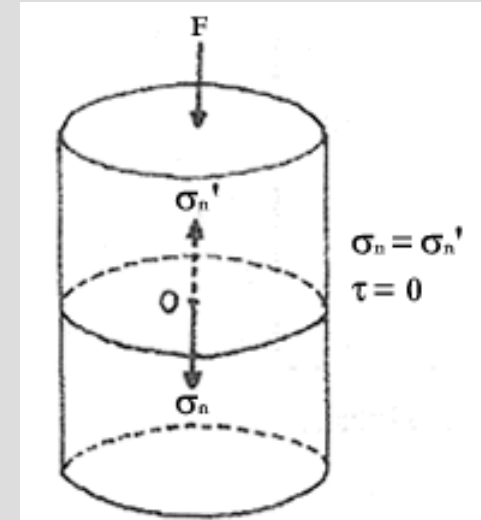
Stres ne kadardır?

$$\sigma = F/A$$

$$F = (2.7 \times 10^8 \text{ kg ms}^{-2}) / 1 \text{ m}^2$$

$$= 2.7 \times 10^8 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-2} \text{ veya } 2.7 \times 10^8 \text{ Pa}$$

ya da **270 MPa**



Eğimli Düzlem (45°)

Böylesi bir durumda 1m x 1m kesim aynı uzamsala sahip olmakla birlikte daha geniş yüzey alanına sahiptir; **yani 1.41 m²**

Aynı kuvvet etki etmektedir; $F = 2.7 \times 10^8 \text{ kg m s}^{-2}$

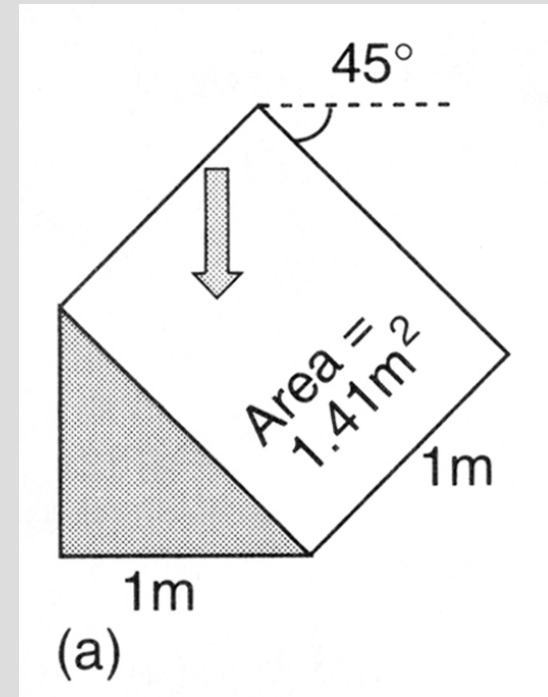
Buna göre

$$\sigma = F/A$$

$$\sigma = (2.7 \times 10^8 \text{ kg m s}^{-2}) / 1.41 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 191 \text{ Mpa}$$

Bu durumu yatay düzlem üzerindeki durum ile nasıl değerlendirirsiniz?



Stres iki bileşenine ayrılır; *normal* ve *makaslama* stresleri

$$\sigma_n = \sigma \cos 45^\circ$$

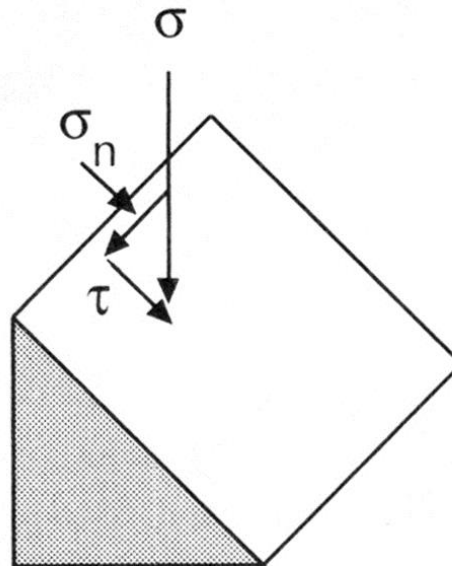
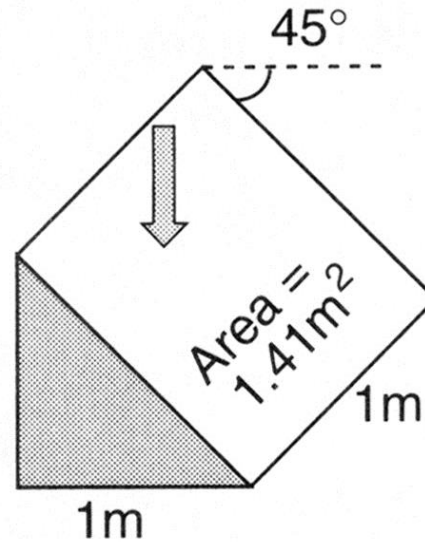
$$= 191 \text{ MPa} \times 0.707$$

$$= 135 \text{ MPa}$$

$$\tau = \sigma \sin 45^\circ$$

$$= 191 \text{ MPa} \times 0.707$$

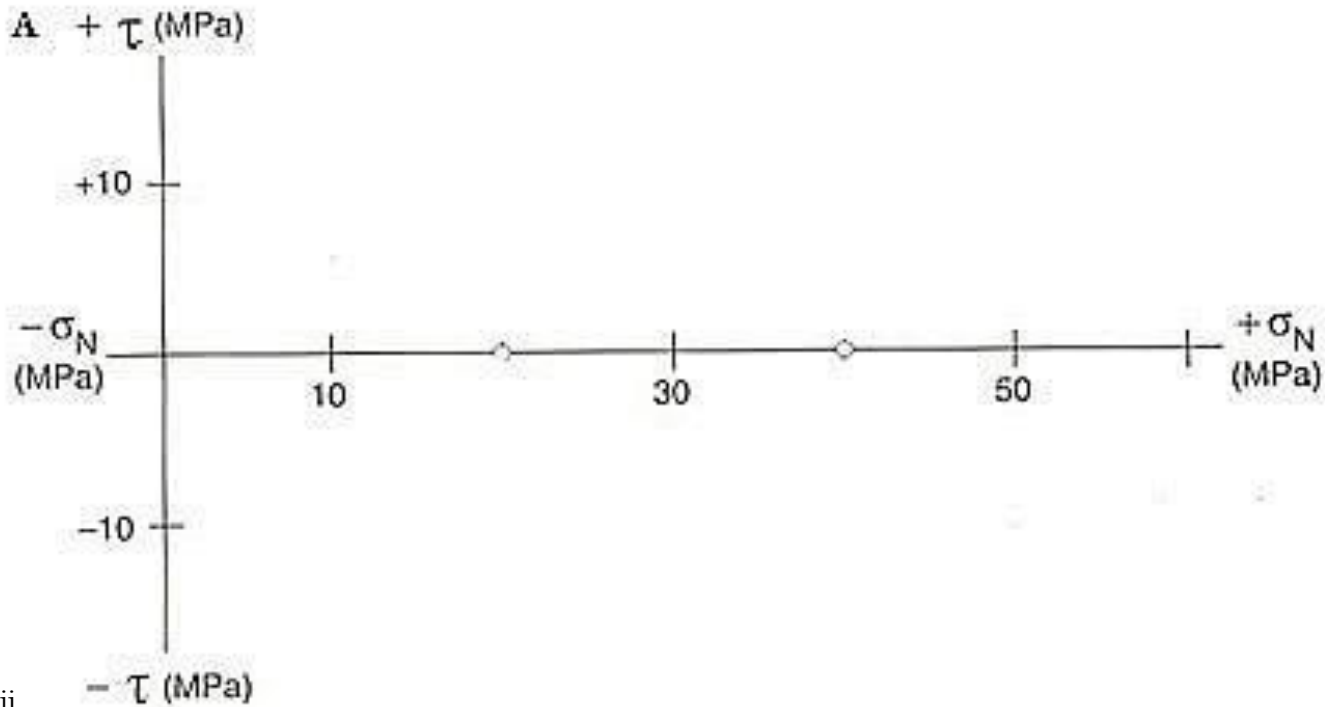
$$= 135 \text{ MPa}$$



Mohr Stres (Gerilme) Diyagramı

Bir cismi etkileyen streslerin deęerlerini grafik yoluyla ortaya koymak mümkündür. Bu metod **Mohr dairesi** olarak adlanır.

Buna göre Mohr stres diyagramını kullanarak σ_1 'e göre herhangi bir konumda olan bir düzlem tanımlanabilir ve bu düzleme etkileyen σ_n ve τ değerleri diyagramdan bulunabilir.



Tektonik Stresin Kaynađı

