

Laboratuvar 1: Gerilme, Mohr dairesi

ÇÖZÜM ANAHTARI

Güz 2005

1 Gerilme için Mohr daireleri

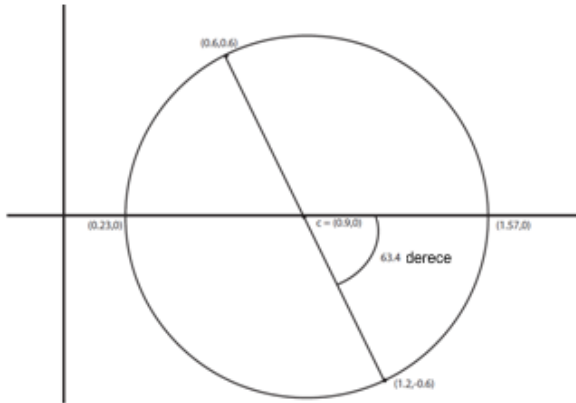
Mohr dairesi çizimini kullandığınız problemler için ilgili düzlemlere karşılık gelen noktaları çizim üzerinde etiketleyerek çizdiğiniz daireleri lütfen gösteriniz.

1.1

$$\sigma_N = 8.66 \times 10^5 \text{ Pa}$$

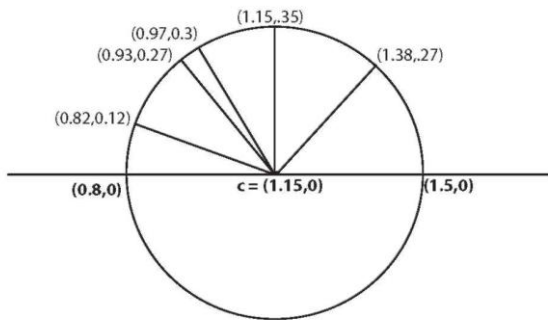
$$\tau = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

1.2



$\sigma_1 = 1.57 \text{ kbar}$, $\sigma_3 = 0.23 \text{ kbar}$. İlk düzleme dik düzlem ile σ_1 arasındaki açı 63.4° 'ün yarısı, yani 31.7° 'dir. Açının nasıl ölçüldüğüne dikkat ediniz.

1.3

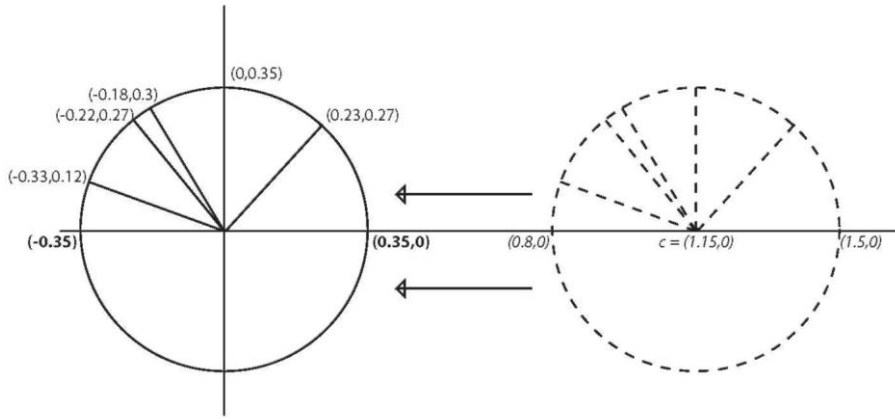


1.4

Gerilme tensörü iki parçaya ayrılabilir: litostatik bileşen ve yönlü bileşen.

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p & 0 \\ 0 & p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sigma_1 - p & 0 \\ 0 & \sigma_2 - p \end{bmatrix}$$

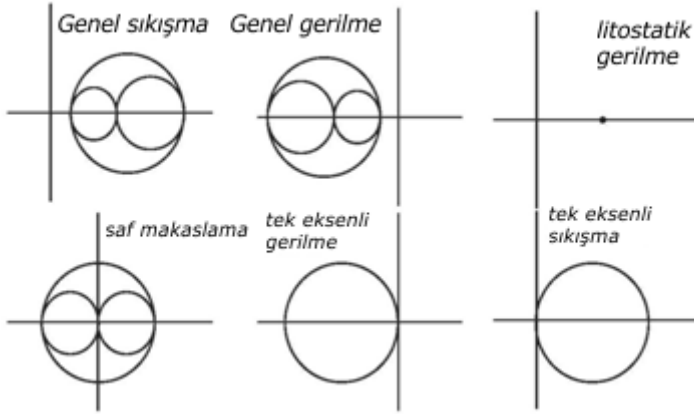
Mohr diyagramında, Mohr dairesini sağa kaydırma etkisi vardır. Yeni Mohr dairesinin -yönlü Mohr dairesinin- negatif normal gerilmeye (bu tansiyoneldir) sahip olabileceğine dikkat ediniz. Ayrıca, yönlü gerilme için makaslama gerilmelerinin ilksel gerilme hali ile aynı olduğuna da dikkat ediniz.



İkinci soru için litostatik gerilme 0.9 kbar; üçüncü soru için ise 1.15 kbar'dır. Farklı düzlemler için yönlü gerilmeler ise:

	Yönlü normal gerilme	Yönlü makaslama gerilmesi
Q2, düzlem 1	0.3	-0.6
Q2, düzlem 2	-0.3	0.6
Q3, düzlem (i)	0.23	-0.27
Q3, düzlem (ii)	0.00	-0.35
Q3, düzlem (iii)	-0.18	-0.30
Q3, düzlem (iv)	-0.22	-0.27
Q3, düzlem (v)	-0.33	-0.12

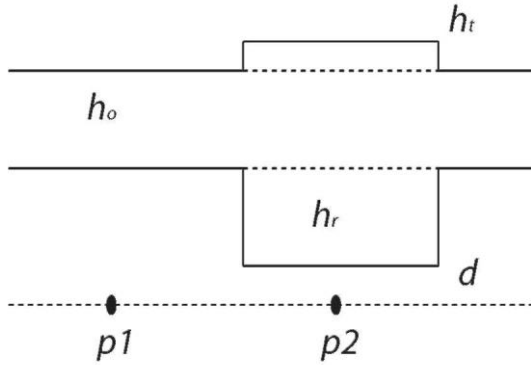
1.5



Yukarıdaki şeklin Mohr dairesinin üç boyutlu gösterimi olduğuna dikkat ediniz: Burada $\sigma_1, \sigma_3; \sigma_1, \sigma_2; \sigma_2, \sigma_3$ çiftlerine karşılık gelen üç daire vardır. Son iki daire, birinci en büyük dairenin içinde çizilidir. Derste sadece gerilmenin üç boyutlu boyut gösterimi ile ilgili referans gösterdik. Düzlemsel gerilme dairelerinin çizimi uygulama amacı için kabul edilebilir. Yine de şekilleri incelemeli (uygun yerlere asal eksenleri işaretlemeli) ve konuyu anlamalısınız.

2 İzostasi

2.1



Şekil kurguyu göstermektedir. Eğer dağ kuşağı izostatik dengedeyseniz, 1. Noktadaki basınç 2. Noktadaki basınca eşit olacaktır. h_t yüksekliğindeki dağ kuşağının fazladan kütlesi, kalınlığı h_r olan alt kabuk negatif kütle anomalisi tarafından dengelenmektedir. Eşitliği kurmak için 1. ve 2. noktadaki basıncı eşitleriz ve h_t/h_r oranını buluruz.

$$\rho_c g h_o + \rho_m g (h_r + d) = \rho_c g h_t + \rho_c g h_o + \rho_c g h_r + \rho_m g d$$

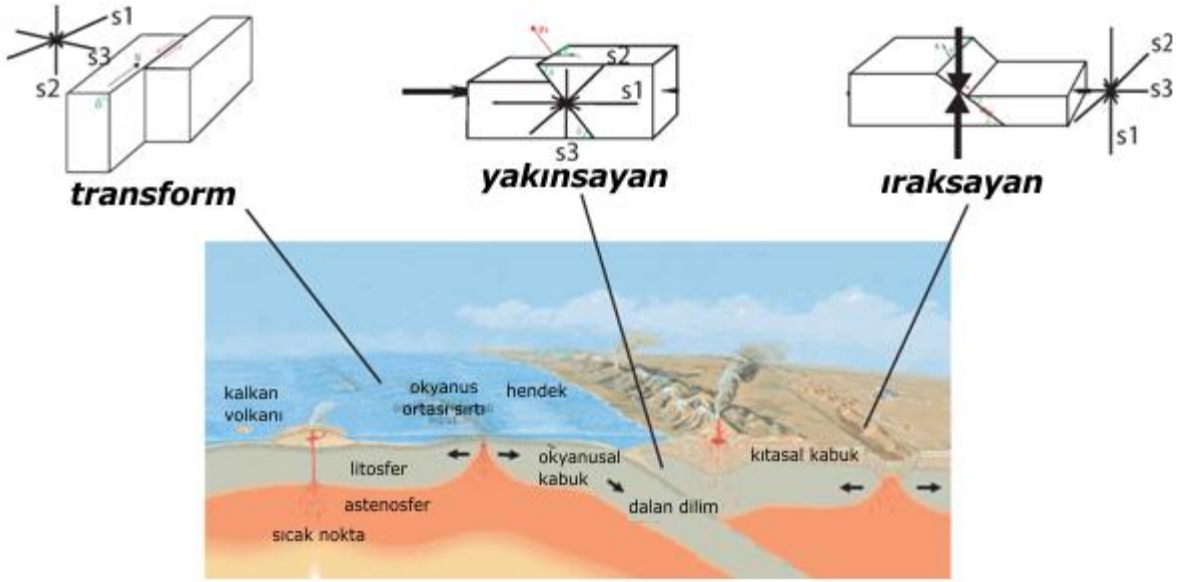
$$\begin{aligned}\rho_m h_r &= \rho_c h_t + \rho_c h_r \\ (\rho_m - \rho_c) h_r &= \rho_c h_t \\ \frac{h_t}{h_r} &= \frac{(\rho_m - \rho_c)}{\rho_c}\end{aligned}$$

Değerler girildiğinde, topoğrafyadaki her bir kilometrenin derinlerde 5 km'lik kabuk kalınlığı ile karşılandığı görülür. Bu nedenle, 5 km yüksekliğindeki bir dağ kuşağının derinde 25 km kalınlığa sahip olduğu ve böylece kabuğun toplam kalınlığının 65 km (5 + 35 + 25) olabileceği görülür.

2.2

Topoğrafyanın yüksekliği ve kabuğun kalınlığı arasındaki oran, topoğrafyadan bir kilometreyi uzaklaştırmak için derinlerde kabuğun 6 km incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (bir km topoğrafya ve 5 km kabuk). Beş kilometre kabuğu uzaklaştırmak için kabuğu 30 km inceltmek gerekir. Kabuksal incelmenin sadece kabuğun üzerinden aşınma ile ilerlemesi durumunda, 30 km derindeki kayalar topoğrafya tamamen ortadan kalktığında yüzlek verecektir. 30 km derinlikte basınç $P = \rho g (30 \text{ km})$ veya kabaca 840 MPa (=8.4 kbar)'dır. Yüzlek verecek olan mineral toplulukları, kilometrede 25° artışa neden olan soğuk jeotermal gradyan etkisiyle 750°C sıcaklığa erişen sıcaklık tarafından kontrol edilmektedir. Bu sıcaklık, üst amfibolit ve alt granülit derecesindeki kayalara karşılık gelir. Kalın kıtasal kabukta, derinliğe göre sıcaklık hızla yükselir ve daha yüksek dereceli metamorfik kayalar beklenebilir. Ancak bu derecedeki kayalar eski derin aşınmış kayaç yüzleklerinde bilinmekle birlikte, yeryüzünde Tibet'teki kayalardan daha büyük yüzleklere sahip değildir. Yerkürenin dört milyar yılı aşkın tarihinde Tibet gibi eşi bulunmaz bir bölgenin bulunma olasılığını geride bırakacak olursak, kıtasal kabuğu erozyon dışında inceltecek süreçlerin olup olmadığı sorusuna bir çözüm bulabiliriz. Apalaşlarda ve Cordillera dağ kuşaklarındaki kalınlaşma ve dağ oluşumunu hızla normal faylanma ve kabuksal genişleme izlemiştir. Apalaşlarda, sonuç olarak bir okyanus açılacak derecede kabuk inceleyerek okyanus ortası sırta bazaltik bir kabuğun oluşumuna neden olmuştur. Dağ kuşaklarının geç genişleme çökmesi "late extensional collapse" olarak adlandırılan olay, çok yüksek dereceli kayaçların yüzlek verdiği kalınlaşmış kıtasal kabuğun incelenmesini büyük ölçüde açıklamaktadır.

Diğer bir olasılık ise alt ve orta kabuğun zayıflayarak, yakınındaki ince alt kabuğa doğru kalınlaşan kabuğun yanal hareketidir. Bu süreç günümüzde Tibet platosunun doğu kenarı boyunca gerçekleşiyor olabilir.



3 Asal gerilmelerin oryantasyonu

Yukarıdaki şekil, transform (örneğin, San Andeas Fayı), yakınsayan (örneğin, Cascadia dalma-batma zonu) ve ıraksayan (örneğin Atlantik okyanus ortası sırtı veya Basin and Range) levha sınırlarında beklenen maksimum asal gerilmeleri kabaca göstermektedir. Minimum asal gerilme, yakınsayan sınırlar ve bindirme faylarında düşey, normal faylar ve ıraksayan lavhalarda ise yataydır. Maksimum ve minimum asal gerilmelerin transform sınırlarında yatay olmasını ve özellikle, fayların maksimum asal gerilme ile kabaca 30° açı yapmasını bekleriz. Bunun anlamı, teorik olarak bindirme fayları normal faylardan daha sığ olmasıdır.

Deformasyon ilerledikçe gerilmeler de değişir. Gerçekte, gerilmenin azaldığı alanlardaki deformasyon süreçlerini düşünmek faydalıdır. Genişleme ortamlarında, kabuk kalınlığı normal faylanmanın bir sonucu olarak azalır. Bu nedenle, düşey gerilme de azalmalıdır. Sonunda ise, düşey gerilme artık yatay litostatik basınçtan daha büyük olmayacak ve normal faylanma sona erecektir. Benzer şekilde, bindirme fayları kabuğu kalınlaştırır ve düşey gerilmeyi artırır. Bu deformasyonun bir sonucu olarak (bindirme fayı oluşumu) minimum asal gerilme artacaktır. Sonunda bindirme faylarını oluşturan yatay asal gerilme, düşey gerilmeyi yenemeyecek ve fay oluşumu bitecektir (veya büyük olasılıkla başka yere taşınacaktır). Sonuç olarak, kabuğun en fazla ne kadar kalınlaşacağı konusunda bir sınır olmasını bekleriz.