

MIT Açık Ders Malzemeleri  
<http://ocw.mit.edu>

## 12.113 Yapısal Jeoloji

### 2. Bölüm: Gevrek deformasyon ve faylanma

Güz 2005

Bu materyallerden alıntı yapmak veya Kullanım Şartları hakkında bilgi almak için  
<http://ocw.mit.edu/terms> ve <http://tuba.acikders.org.tr> sitesini ziyaret ediniz."

## İçindekiler

<b>1</b>	<b>Gevrek malzeme davranışı</b>	<b>5</b>
1.1	Okuma ödevi	5
1.2	Göçme kriterleri	5
1.2.1	Çekme gerilmesi	5
1.2.2	Kohezif olmayan malzemede makaslama kırıkları	6
1.3	Kohezif malzeme	6
1.4	Gözenek akışkanı basıncının etkileri	7
1.5	Gözden geçirme soruları	7
<b>2</b>	<b>Faylar - Genel</b>	<b>9</b>
2.1	Okuma ödevi	9
2.2	Terminoloji	9
2.3	Gerilme dağılımları, faylanma ve tektonik ortam	9
2.4	Slaytlar	10

## 1. Bölüm

### Gevrek malzeme davranışı

#### 1.1 Okuma ödevi

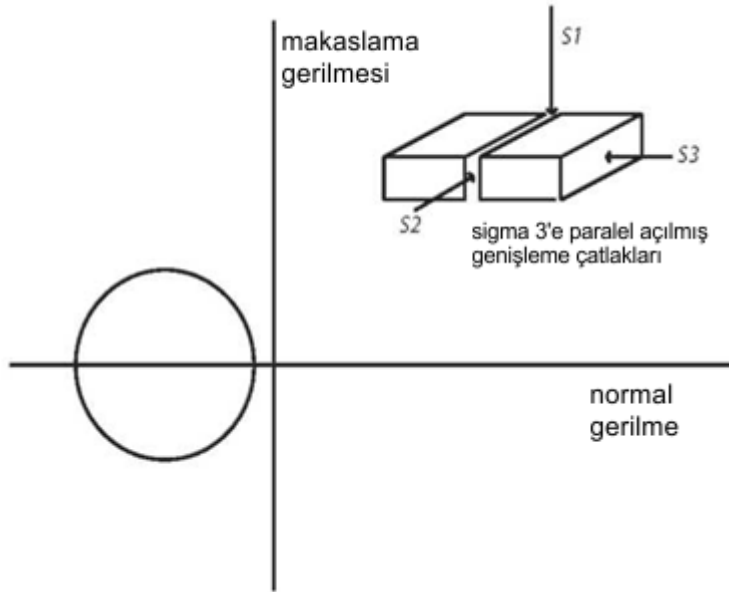
Twiss ve Moores'da yer alan 9. Bölüm bu konu için temel okumadır ve 10. Bölüm konu ile doğrudan ilgilidir.

#### 1.2 Göçme kriterleri

##### 1.2.1 Çekme gerilmesi

$$\sigma_1 = \sigma_2 \gg \sigma_3$$

ve  $\sigma_3$  negatif.  $\sigma_1$  ve  $\sigma_2$  içeren ve  $\sigma_3$ 'e dik açık tansiyon çatlakları. Bu durum için Mohr dairesini çiziniz.



Şekil 1.1: Çekme gerilmeleri için Mohr çizimi.

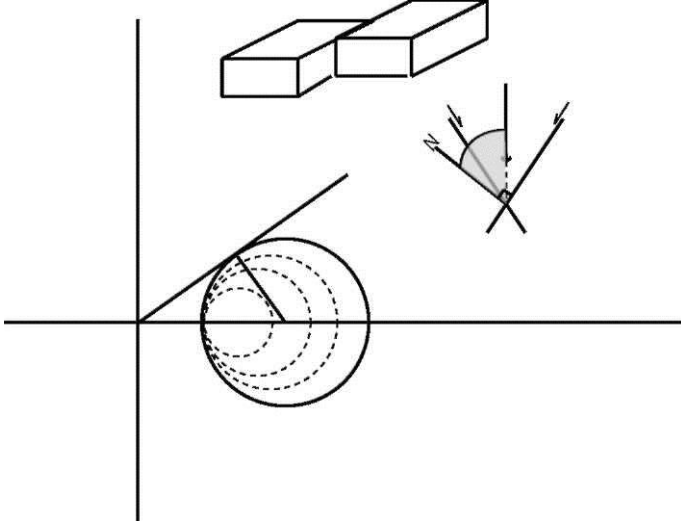
##### 1.2.2 Kohezif olmayan malzemedeki makaslama çatlakları

Gevşek kumu örnek olarak alınız. Byerlee 1950'lerde bu tür malzemelerin incelendiği bir çok deneyi gerçekleştirmiştir. Bu deneylerde dayanıklılık, verilen belli miktardaki normal gerilmede hareketi başlatmak için gerekli makaslama gerilmesi miktarı olarak algılanmıştır. Normal gerilmeye karşın hareketi başlatmak için gerekli makaslama gerilmesi diyagramda çizildiğinde normal gerilme eksenini ile  $\phi$  açısı yapan bir çizgi elde edilir. Bu ilişkiyi tanımlayan eşitlik Byerlee kanunu olarak adlandırılır ve aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\tau_c = \sigma_N \tan \phi = \mu \sigma_N$$

Burada  $\phi$  içsel sürtünme açısı olarak adlandırılır.  $\mu$  ise sürtünme katsayısıdır.

Malzemede göçmenin ne zaman olacağını tahmin edilmesini sağlayan bu eşitliği gösteren Mohr çizimi oluşturabiliriz.



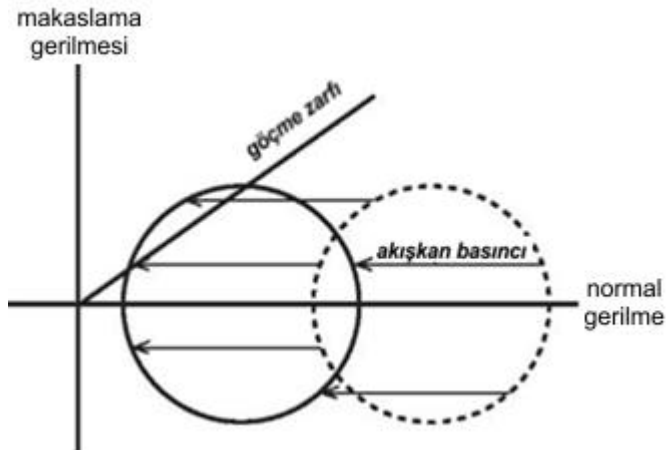
Şekil 1.2: Byerlee kanununa göre makaslama göçmesinin Mohr çizimi (kohezyon yok). Alıştırma için  $\tau$ ,  $\sigma_N$ ,  $2\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  ve  $\phi$  değerlerini şeklin üzerine yerleştiriniz. Ayrıca,  $\alpha = 45 + \phi/2$  ilişkisini türetmek için bu diyagramı kullanın.

### 1.3 Kohezif malzeme

Yukarıda verilen göçme kriterine göre, litostatik gerilmenin olmadığı durumda, göçme için makaslama gerilmesi sıfırdır. Ancak, litostatik basıncın olmadığı durumda da malzemelerin bir dayanımı vardır; Bu, **kohezyon** olarak bilinmektedir. Kohezyona dikkate alan geliştirilmiş göçme kriteri de Mohr-Coulomb göçme kriteri olarak adlandırılır.

$$\tau = C + \sigma_N \tan \phi$$

Bu durum için Mohr dairesini çiziniz.



Şekil 1.3:

#### 1.4 Gözenek akışkan basıncının etkisi

Fay düzleminde basınca maruz kalmış akışkanın etkisi, basınçtaki normal gerilmeyi azaltmaktadır. Bu durumda, Mohr-Coulomb göçme kriteri aşağıdaki gibidir:

$$\tau = C + \sigma_{Neff} \tan \phi = C + (\sigma_N - P_f) \tan \phi$$

Burada  $P_f$  akışkan basıncına karşılık gelir. Mohr diyagramında, akışkan basıncının etkisi diyagramda Mohr dairesini diyagramın soluna doğru çekmektedir. Akışkan basıncı arttıkça Mohr dairesinin göçme zarfını kesme olasılığı artar.

#### 1.5 Gözden geçirme soruları

Lab 1'deki gerilme ve özellikle tektonik ortam ve fay türlerine göre asal gerilmelerin oryantasyonu ile ilgili konular. Lab 5'teki faylar ve özellikle eklemler ve Downie'nin slaytları.

Hem açılma hem de makaslama dikkate alındığında genelleştirilmiş göçme zarfı nasıl görünür?

Genelde yüksek ortalama gerilmenin (basıncın) etkisi nedir? Bu parametrenin malzemelerin derinlere gittikçe gevrek şekilde göçmesindeki etkileri nelerdir?

## Bölüm 2

### Faylar - Genel

#### 2.1 Okuma ödevi

Dördüncü bölüm temel okumadır. Birçok terminoloji vardır. Kendinize küçük resimlerin bulunduğu bir sözlük yapmanızı öneririm.

Gerilme dağılımları ile ilgili tartışma için kısım 10.9 ve sayfa 202-205'e bakınız.

#### 2.2 Terminoloji

Aşağıdaki terimlerin tanımını yazınız veya temsili bir şekil çiziniz.

##### atım ve ayrılım

fay düzlemi ve fay çiziyi

fay sevi, fay hattı şevleri

fay breşi, fay kili

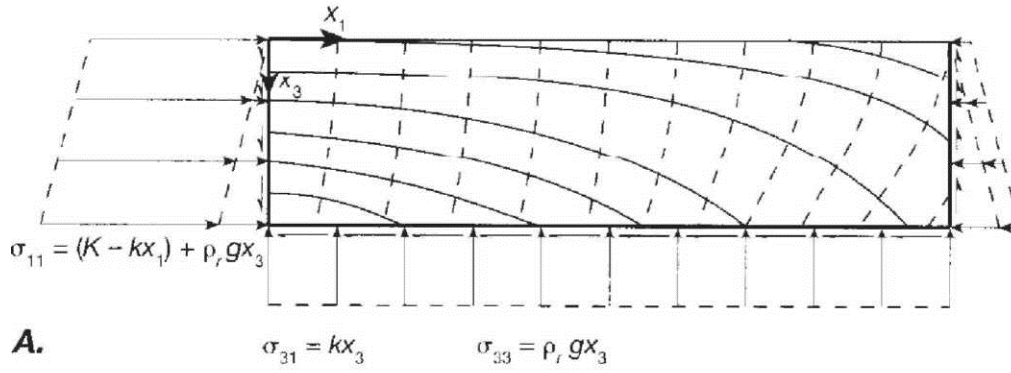
birleşik "conjugate" faylar

sürüme kırılmaları, yer değiştirme

Eğim atımlı faylar: **ters (bindirme), normal**. Doğrultu atımlı faylar: **sağ atımlı, sol atımlı**

#### 2.3 Gerilme dağılımları, faylanma ve tektonik oluşum

Kaya mekaniği ve Anderson'un faylanma teorisi, asal gerilmelerin oryantasyonunun, fayların oryantasyonu ve türü ile ilişkili olduğu konusunda bize birinci dereceden bilgi vermektedir. Özellikle, gerilme ve faylarla ilgili birinci laboratuvaradaki alıştırmaların konusunu oluşturmaktadır. Kaya deformasyon deneylerinden elde edilen sonuçlara göre, makaslama kırıkları en büyük asal gerilmenin birleşik makaslama kırıklarını ikiye böldüğü birleşik setler şeklinde bulunur. Yeryüzünün ana gerilme düzlemi olması nedeniyle (makaslama gerilmeleri yeryüzü boyunca iletilmemektedir), Anderson fay teorisi, en büyük asal gerilmenin düşey olduğu yerde normal fayların, en küçük asal gerilmenin düşey olduğu yerde bindirme faylarının ve en büyük ile en küçük asal gerilmelerin yatay olduğu yerde de doğrultu atımlı fayların meydana geldiğini öne sürer. Genelde en büyük asal gerilmenin, makaslama kırıkları ile dar açı yaptığı için normal faylarda yüksek eğimli, bindirmelerde ise düşük açılı olması beklenir. Ancak, tabii ki yüksek açılı bindirme fayları (ters faylar) ve düşük açılı normal faylar doğada vardır. Bunun bir kısmı, doğal belirsizlikler ve fay oluşumunda Mohr-Coulomb modelinin kesin olmamasından kaynaklanır. Ancak, bu problemin diğer bir kısmı ise gerilme oryantasyonunun derinlikle birlikte değişmesi gerçeği ile ilişkilidir.



Şekil 2.1: Twiss ve Moore'dan alınmıştır. Tartışma için metine bakınız.

Sıkışmalı tektonik gerilmeye, standart halde gerilmenin (derinlikle birlikte çizgisel olarak artan kaya kalınlığına bağlı basınç) dahil edildiği bir diyagramı göz önüne alınız. Bu gerilme yeterince yüksek olduğunda faylanma elde edilmekle birlikte gerilme yörüngesi düz çizgidir. Daha önemlisi, tabanda makaslama gerilmelerinin de dahil olması daha ilginç gerilme oryantasyonlarına yol açar. Yatay makaslama gerilmeleri düşey makaslama gerilmeleri ile dengelenmelidir ve tüm makaslama gerilmeleri yüzeyde son bulmalıdır. Bunun sonucunda diyagram, eğik gerilme çizgisi ve beklenen fay oryantasyonunda çok daha geniş bir çeşitliliğin varlığını göstermektedir. Alıştırma için, gerilme çizgileri diyagramlarını alınız ve beklenen fay oryantasyonlarını çiziniz.

#### 2.4 Slaytlar

**Her bir slaytta kalemle fayları çiziniz ve yorumlayınız: Ne tür bir fay, aktif mi, değil mi, ne tür bir yapı? Atımını ve ayırımını söyleyebilir misiniz? Her bir şekil için şekil alt yazısı yazınız.**



Şekil 2.2:



Şekil 2.3:



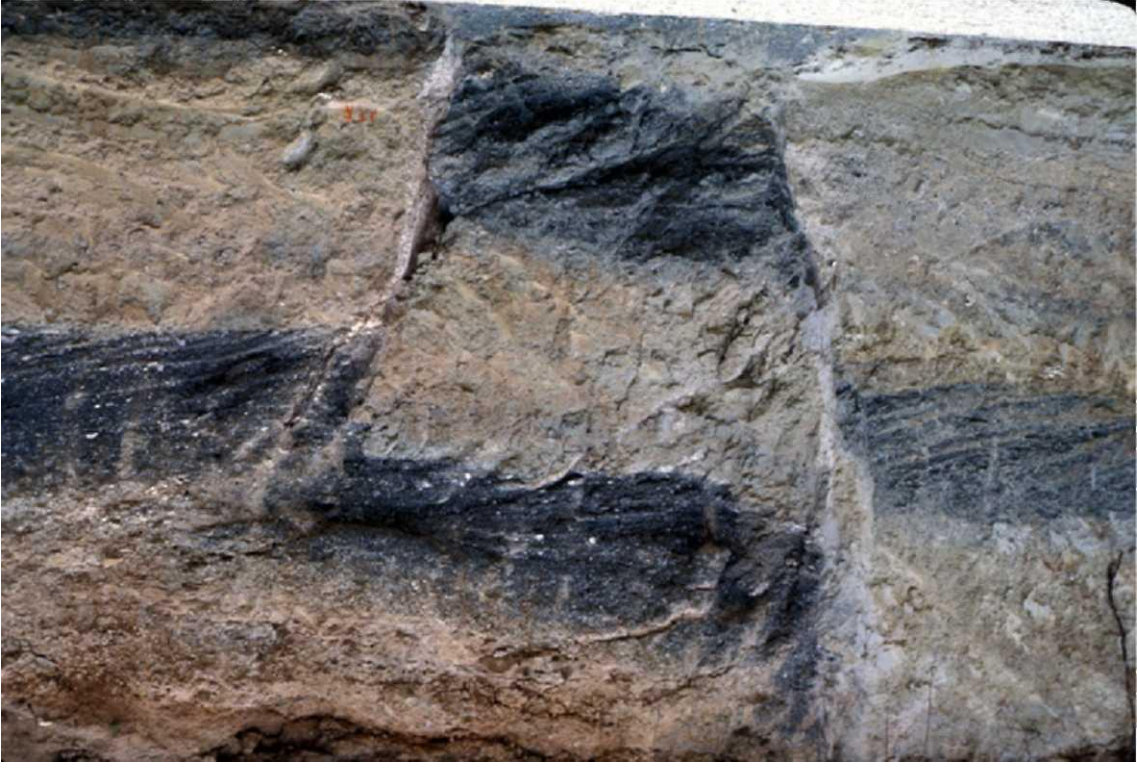


Şekil 2.4:



Şekil 2.5: San Andreas fayı





Şekil 2.6: Faylanmış alüvyal malzeme.



Figure 2.7: Aktif faydaki çöküntü gölü (sag pond)





Şekil 2.8: Fay yüzeyinin çok düz olmadığına dikkat ediniz. Fay yüzeyi üzerindeki dalgalı yapı hareketin kinematığı hakkında önemli bir belirteçtir.



Şekil 2.9: Fay düzlemi





Şekil 2.10: Fay kili



Şekil 2.11: Tuckimountain, Ölüm Vadisi, Kaliforniya'daki fay kilinin muazzam kalınlığı.





Şekil 2.12: Milonit. Fay kili, fay breşi ve kırıklar, gevrek kırılmanın belirteçleridir. Milonitler, sünümlü deformasyon mekanizması ile oluşur ve kırılğan, gevrek fayların derin ve sıcak eşlenikleridir.



Şekil 2.13: Keystone fayı



Şekil 2.14: Keystone fayının diğeri bir görünümü. Kırmızı kayalar Jurasik yaşlı Aztec kumtaşıdır. Koyu gri kayalar ise Kambriyen yaşlı Bonanza King dolotaşıdır. Bu dokanağın niteliği nedir? Hareket yönü nedir?