

# 11. KAYAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kayaçları etkileyen faktörler başlıca iki gruba ayrılır.

Çevre faktörleri

Kaya faktörleri

## 11.1.Çevre faktörleri.

Çevre basıncı

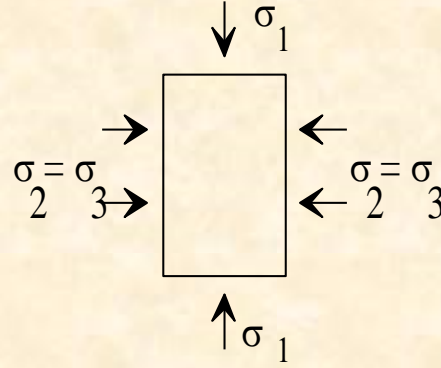
Boşluk suyu basıncı

Sıcaklık

Zaman

### 11.1.1. Çevre basıncı

Kayaçlara çevresinden uygulanan  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  yanal basınçlarıdır. Uygulanan jeolojik yük ile meydana getirilen basınçlardır. Bazı kayaçlar tek eksenli basınç deneyinde gevrek davranış gösterdikleri halde, yanal basınç uygulandığı zaman asal gerilmelerin büyüdüğü ve kayaların plastikleştiği gözlenmiştir. Bu durum yerkabuğu içine doğru inildikçe  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$  lerin artması nedeniyle kayaçların plastikleştiğini açıklamaktadır. Yanal basınç asal gerilmeyi, maksimum basınç gerilmesini ve sünümlülüğü artırır. Bu nedenle yerkabuğu derinliklerinde kayaçların kırılması güçleşir ve sünümlülük artar.



Şekil 11.1. Yer kabuğunda uygulanan gerilmeler

### 11.1.2. Boşluk suyu basıncı

Kayaçların oluşumları sırasında veya oluşuktan sonra meydana gelen süreksizlikler ve gözenekler içindeki suyun çevreye yaptığı etkidir. Her noktaya ve her yöne aynı hidrostatik basınç gerilmesi uygular. Boşluk suyu basıncı çevre basıncına ters yöndedir. Boşlukların suyla dolması elastisite modülünü %40 oranında artırır.

$$\sigma = \sigma' + u$$

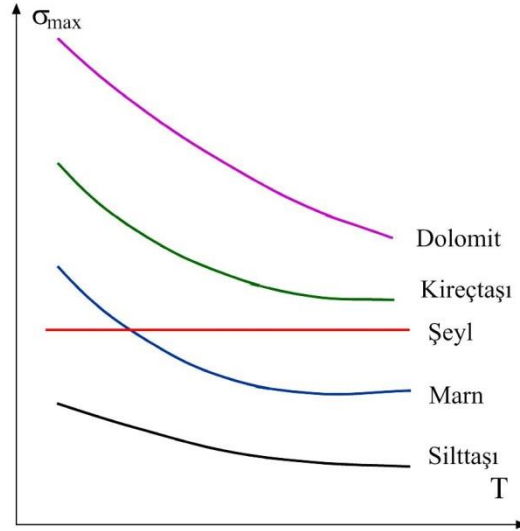
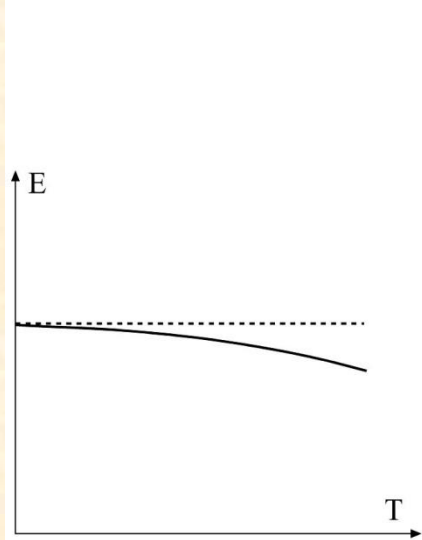
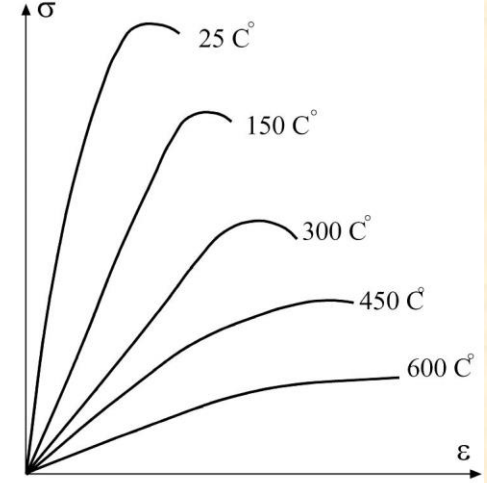
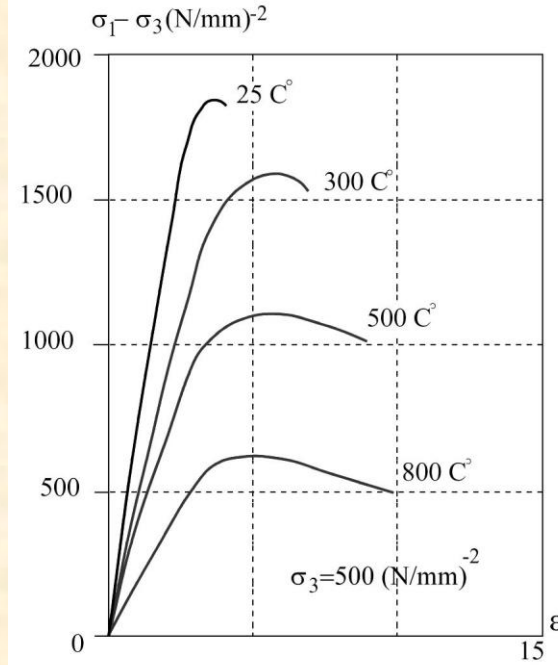
$$\sigma' = \sigma - u$$

Boşluk suyu basıncının artışı ile  $\sigma_{\max}$  ve sünümlülük azalır. Gözenekli kayalarda suyun rahatça hareket ettiği durumlarda efektif gerilme denklemi geçerlidir. Ayrıca killi birimlerde su, fiziksel ve kimyasal etki yaptığı gibi  $c$  ve  $\phi$  gibi mekanik özellikleri de azaltır. Killi birimler su emdiğinde hacmi genişler, yandaki ve üstteki kayalara ilave yanıl basınç uygular. Jips, anhidrit, kayatuzu, kireçtaşı gibi eriyebilen kayaların basınç mukavemetini düşürür. Hacimsel deformasyon meydana getirir. Serpantinitle suyla temas ettiğinde jelleşir. Bu da basınç dayanımını ve betonla aderans (birbirini tutma) özelliğini azaltır.

### **11.1.3. Sıcaklık**

Sıcaklık arttıkça kayanın basma dayanımı azalır. Deformasyon miktarı da sıcaklıkla doğru orantılı olarak artar (Şekil 11.2). Sıcaklık arttıkça elastisite modülü azalır (Şekil 11.3)

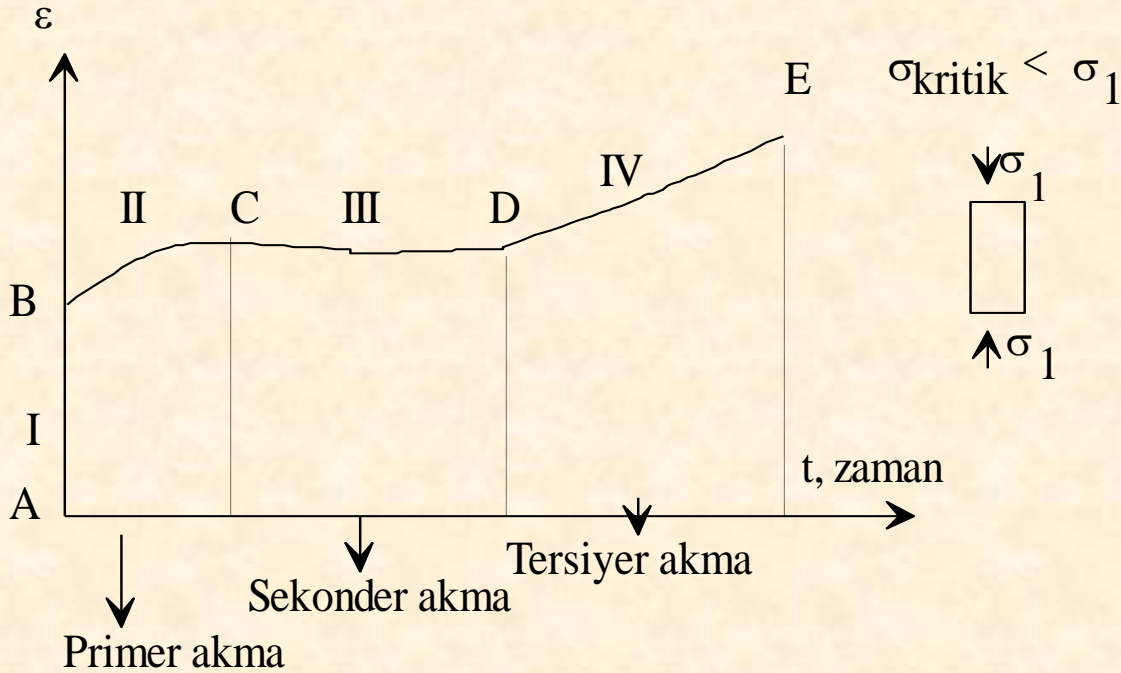
## Şekil 11.2. Sıcaklık ile deviyatör gerilme-deformasyon ve gerilme-deformasyon ilişkileri



## Şekil 11.3. Elastisite modülü-sıcaklık ve maksimum gerilme - sıcaklık ilişkileri

## 11.1.4. Zaman

Kayaya kritik (elastik sınır) üzerinde bir  $\sigma_1$  gerilmesi uygulandığında gerilme zaman zaman durdurulmasına rağmen küçük ve elastik olmayan deformasyonlar meydana gelebilmektedir. Bu durumda Şekil 11.4 de görüldüğü gibi zamana bağlı deformasyonlar görülmektedir (Şekil 11.4).



Şekil 11.4. Deformasyon ile zaman arasındaki ilişki

I. Lineer elastik davranış bölgesi

II. Geçiş bölgesi

III. Kararlı davranış bölgesi

IV. Hızlı akma bölgesi

## Sünme(krip):

Sabit yük altında zamana bağlı olarak deformasyonun artması olayıdır. Belirli bir yüklemenin üzerinde deney sırasında yük sabit tutulursa deformasyonun devam ettiği yükün artırılmasıyla da kırılmaya ulaştığı gözlenir. Deformasyon hızı, gerilme ve elastisite modülünü artırır, sünümlülüğü azaltır. Arazide kayaç davranışlarındaki zamanın etkisi **rheidity** kavramıyla tanımlanır. Rheidity, kayacın viskoz deformasyonunun elastik deformasyonun bin katı olabilmesi için geçen süredir. Bu süre gnays için onbinlerce yıl olmasına karşılık, killerde 15 gün olabilmektedir.

$$\Delta L_{viskoz} = 1000\Delta L_{elastik}$$



## 11.2. Kaya Faktörleri

Litoloji

Anizotropi

Hetorejenlik

Süreksizlikler

### 11.2.1. Litoloji

Kayacın cinsi, minerolojik bileşimi, tane büyüklüğü, dokusu, çimentosu, çimentolanma derecesi, ayrışma özellikleridir.

Minerolojik bileşimin etkisi **mikropetrografik özellik indisi** olarak tanımlanır. Bu indisi hesaplamak için; sondaj karotlarından alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde ayrılmış ve ayrılmamış minerallerin miktarı polarizan mikroskopla belirlenir ve aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\text{Mikropetrografik özellik indisi} = \frac{\text{Ayrılmamış mineral}}{\text{Ayrılmış, kırılmış mineral}} \times 100$$

## 11.2.2. Anizotropi

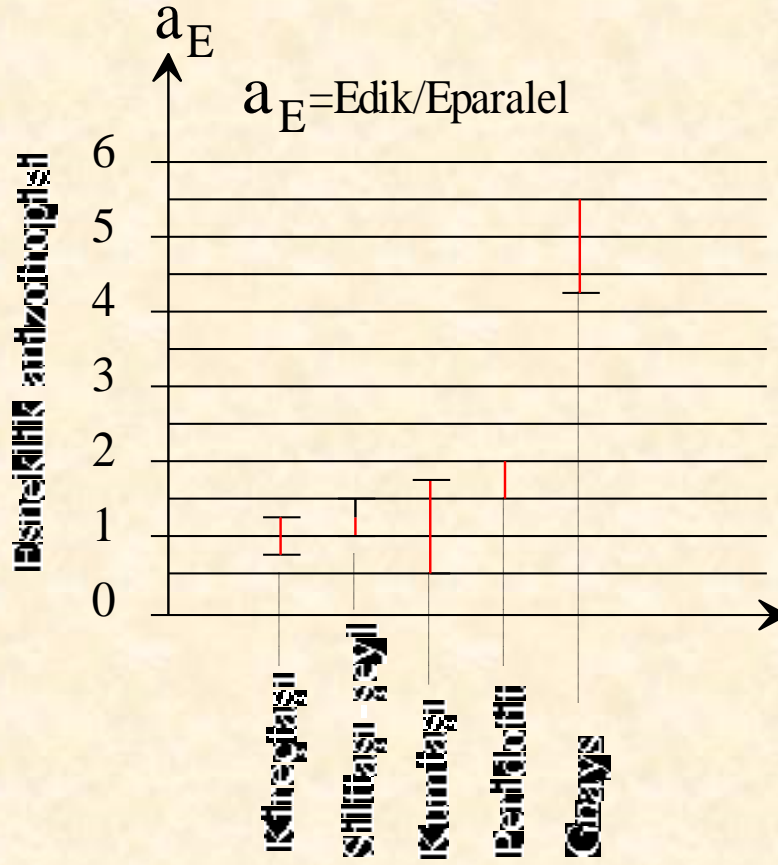
Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin yönlere bağlı olarak değişmesine anizotropi denir. Bir veya daha fazla süreksizlik takımı içeren kaya kütlelerinin üzerine etkiyen kuvvetler, kuvvet vektörünün yön ve şiddetine bağlı olarak, kayada farklı deformasyonlar, ötelenmeler ve kırılmalar meydana getirir. Bu süreksiz ortamın, iç dengesindeki bozulmaların (ötelenmelerin ve kırılmanın) başladığı ana kadar, dış ve iç zorlanmalara karşı gösterdiği dirence **kaya dayanımı** adı verilmektedir. Kaya dayanımının yönlere göre belirlenmesi amacı ile birçok çalışma yapılmıştır (Müller 1958, Sonntag 1958, John 1969 ve Reik 1978). Bu çalışmalarda yalnız asal gerilmelerin konumlarını değil, aynı zaman da asal gerilme oranlarının da ( $n = \sigma_3 / \sigma_1$ ) kaya dayanımına etkidiğini göstermektedir.  $\alpha$  açısı altında zorlanan kayanın akma sınırına ait anizotropi sayısı;

$$a_{\alpha} = \frac{\alpha_{kayaaakma}}{\alpha_{tabakma}}$$

şeklinde tanımlanır.

Bazı kaya türleri için esneklik anizotropisi Şekil 11.5 de verilmiştir.



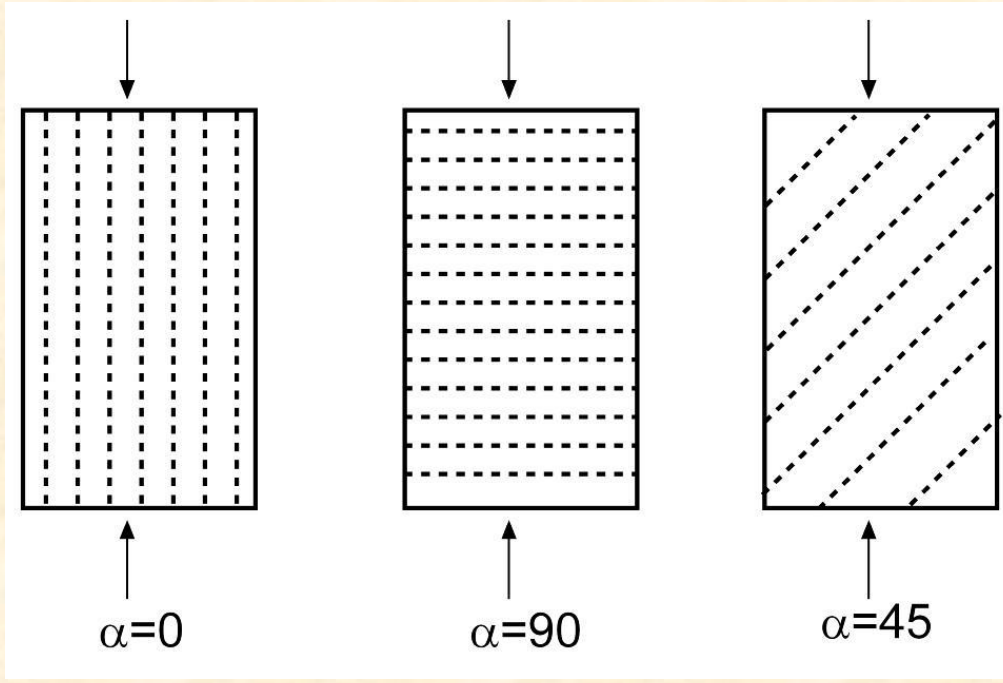


Şekil 11.5. Kaya türleri için esneklik anizotropisi

Peridotit, gnays, kumlu şeyl, siltaşı, kumtaşı ve laminalı ara katkılı kireçtaşlarında daha belirgin olan anizotropinin tabakalaşmaya dik ve paralel doğrultularda elastik katsayılar açısından 0.67 ila 5.43 arasında değiştiği gözlenmiştir.

Tabakalı yapıdan gelen anizotropinin, özellikle sert ve yumuşak katmanların ardalanması durumunda teorik olarak 25 e çıktığı ve katman kalınlıkları oranına bağlı olarak da, ince katmanların daha yumuşak litolojide olması durumunda 2 ye kadar düşebileceği gözlenmiştir. Esneklik oranlarının 0.3 ile 4 arasında değiştiği hallerde, tabakalı kompleksin ortalama anizotropisinin 1.5 dolayında kaldığı anlaşılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre asal gerilme oranı arttıkça kayanın anizotropiye bağlı dayanım azalmaktadır. Bu süreksizliklere bağlı dayanımayanım azalması, asal gerilme oranının 4 den küçük olması halinde pek önemli olmamakla birlikte daha yüksek gerilme oranlarında 2.5 ile 5 katına kadar çıkmaktadır. Süreksizlik yüzeylerinin yereldikleri düzlem içindeki paylarını ifade eden ayrılma derecesi küçüldükçe anizotropiye bağlı dayanım azalma oranı düşmektedir.



Şekil 11.6. Anizotrop kayalarda gerilme durumları

### 11.2.3. Heterojenlik

Kayaçların her noktasında veya her bölümünde farklı özellik göstermesini ifade eden özelliğidir. Kayanın oluşumu sırasında kazanılan özelliğidir. Bu değişiklik kayada farklı ayrışmaya ve farklı sertlikteki kısımların oluşumuna neden olur.

## 11.2.4. Süreksizlikler

Kayaların oluşumu sırasında veya daha sonra kazandıkları yapı kusurlarıdır. Bunlardan oluşum anındaki süreksizlikler; tabakalanma, laminasyon, lineasyon ve foliasyon yüzeyleridir. Oluşumundan sonra meydana gelen süreksizlikler ise; kıvrım, fay, çatlak, şistiyet yüzeyleri, kırık ve mikrokırıklardır.

Gözle görülüp görülüp görülmeyecek kadar küçük çatlaklara **kırık**, mikroskop ile görülen kırıklara ise **mikrokırık** denir. Yer değiştirmemiş kırıklara **çatlak** adı verilir. Çatlak çekme kuvvetinin etkisi ile meydana gelir. Hareket etmiş kırıklara **fay** denir.

Kayaçların mekanik özellikleri ve davranışları üzerinde süreksizlik durumları litolojiden daha önemlidir. Süreksizliklerin incelenmesinde arazi gözlemlerinin yanında sondajlı ve jeofizik çalışmalar yapılmalıdır. Elde edilen veriler rakamlarla ifade edilmelidir.