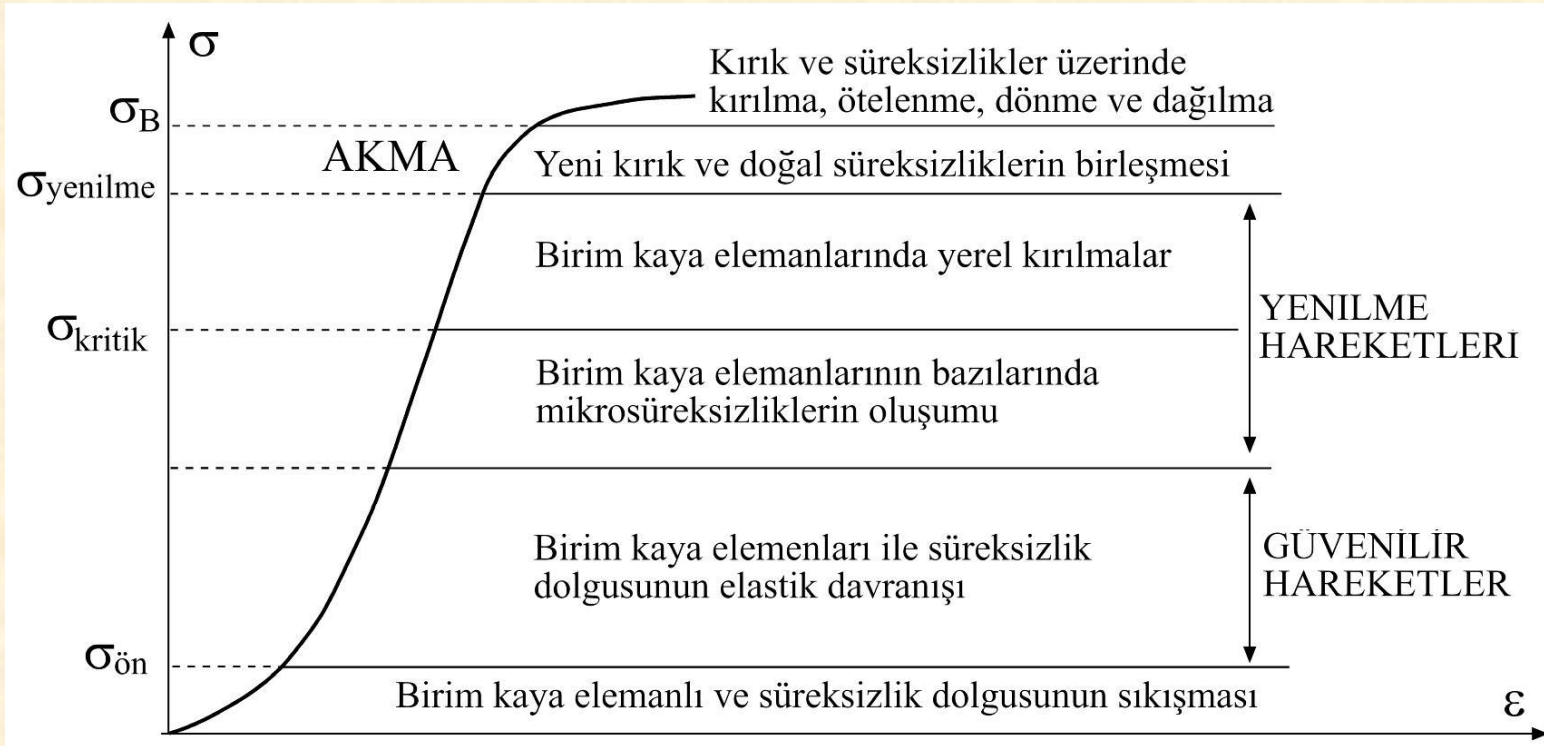


8. KAYADA YENİLME ŞARTI

8.1 Kayanın yenilme mekanizması

Kaya, tek eksenli basınca maruz kaldığında sırasıyla güvenilir hareketler, yenilme hareketleri, akma ve sonuçta kırılma ve dağılma olmak üzere dört safhada kırılmaya uğrar. Kayanın yenilme mekanizması, tek eksenli gerilme durumundaki deformasyon ve safhaları Şekil 8.1 de verilmiştir.

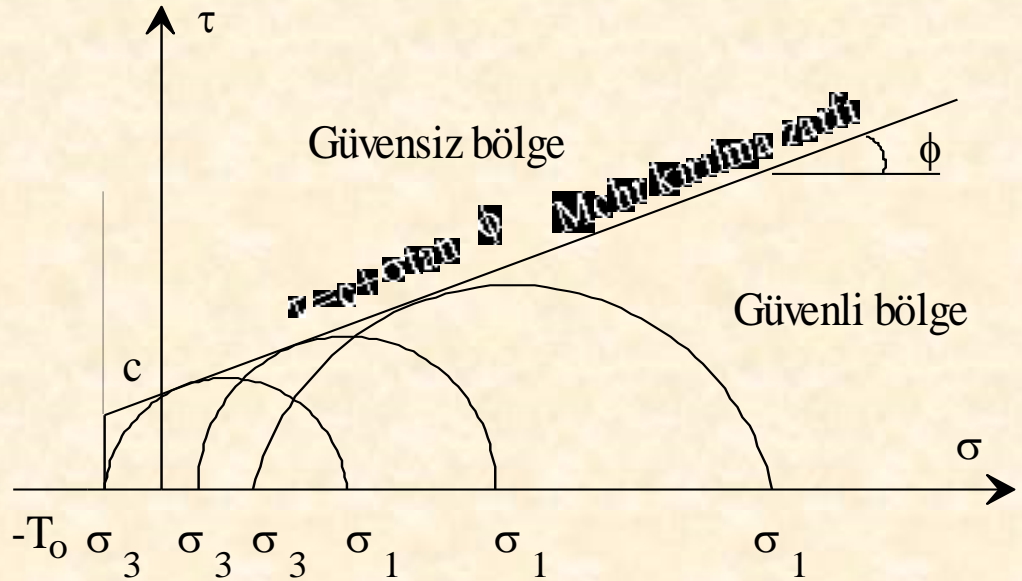


Şekil 8.1. Basınç altındaki kayanın yenilme mekanizması

8.2. Mohr-Coulomb kırılma (yenilme) şartı

Üç eksenli gerilmede yanal basınç arttıkça, asal gerilmede artar. Asal gerilme σ_1 in yanal gerilme σ_3 ile değişimi **kırılma kriteri** olarak bilinir. En basit olanı ve çok bilineni Şekil 39 da görülen Mohr-Coulomb kriteridir. Mohr dairelerine çizilen teğet kırılma zarfını meydana getirir (Şekil 8.2).

Şekil 8.2. Mohr-Coulomb kırılma kriteri



Kırılma aşağıda eşitlik ile ifade edilen şartlarda olmaktadır.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Bu eşitlikte τ kayma gerilmesini, c kohezyonu, σ normal gerilmeyi ve ϕ içsel sürtünme açısını ifade etmektedir.

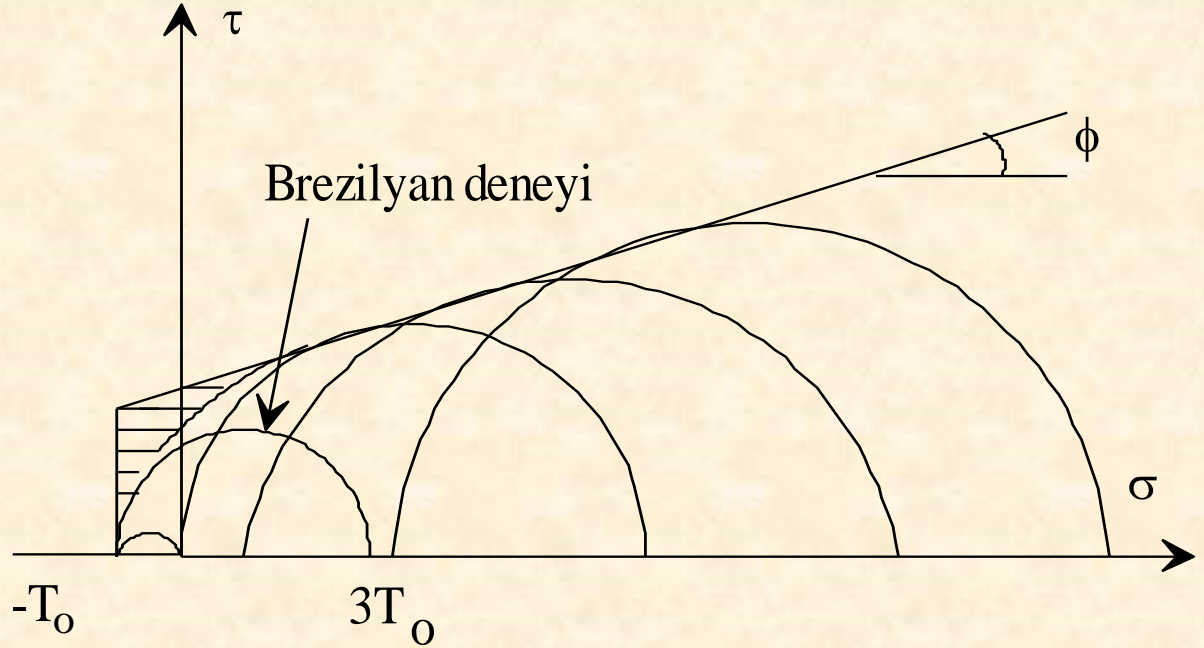
Maksimum yüklemdeki Mohr-Coulomb kriteri;

$$\sigma_1 = q_u + \sigma_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Burada q_u , tek eksenli basma dayanımı, σ_1 , asal gerilme, σ_3 , yanal basınç ve ϕ içsel sürtünme açısını ifade etmektedir (Şekil 8.3). Tek eksenli basma dayanımı ile kohezyon ve içsel sürtünme açısı arasında ise

$$q_u = 2c \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

gibi bir bağıntı vardır.



Şekil 8.3. Çekme bölgesindeki Mohr-Coulomb kriteri ile deneysel zarfın karşılaştırılması. Taralı bölgede, gerilme Mohr-Coulomb kriteri ile elde edilen çekme gerilmesinden daha yüksektir.

Suyun etkisi

Efektif gerilme toplam gerilme ile boşluk suyu basıncı arasındaki farka eşittir.

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

Deviyatör gerilme boşluk suyu basıncından etkilenmez.

$$\sigma'_1 - \sigma'_3 = (\sigma_1 - u)(\sigma_3 - u) = \sigma_1 - \sigma_3$$

Doygun kaya için;

$$\sigma'_1 = q_u + \sigma'_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\sigma'_1 - \sigma'_3 = q_u + \sigma'_3 \left[\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) - 1 \right]$$

Deviyatör gerilme boşluk basıncından etkilenmediğinden;

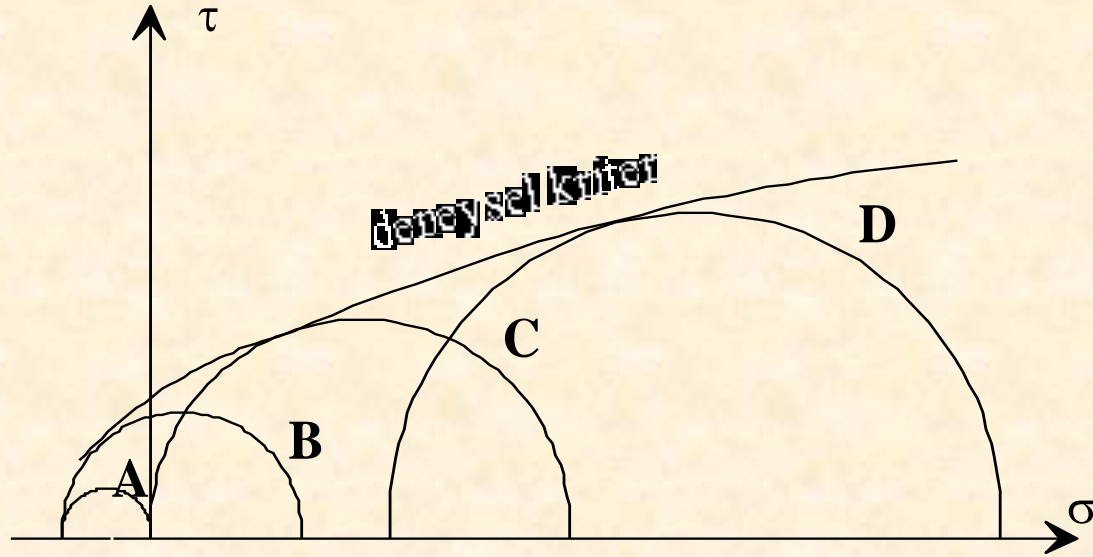
$$\sigma_1 - \sigma_3 = q_u + (\sigma_3 - u) \left[\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) - 1 \right]$$

Kayanın, asal gerilmesi, yanal basıncı, tek eksenli basınç direnci ve içsel sürtünme açısı bilindiğinde boşluk basıncı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$u = \sigma_3 - \frac{(\sigma_1 - \sigma_3) - q_u}{\tan^2 (45 + \phi / 2) - 1}$$

8.3. Deneysel kırılma şartı

Mohr-Coulomb kriteri laboratuvardaki deneylerle elde edilen değerlerle kolayca hesaplanabilmekte ve uygulama için kesin sonuçlar verebilmektedir. Ancak, Hook (1968), Jaeger ve Cook(1976) Şekil 8.4 de görüldüğü gibi kırılma zarfının tamamen doğru olmadığını, çoğu kayalar için doğru ve parabol şeklinde uzandığını göstermiştir. Griffith, çekme gerilmesi bölgesindeki kırılmanın parabol şeklinde olduğunu söylemiştir.



Şekil 8.4. Deneysel kırılma kriteri Mohr dairelerinden elde edilen zarf ile tanımlanmıştır. A- doğrudan çekme, B- Brezilyan, C- tek eksenli basma ve D- üç eksenli basma.

Uygulamada, deneysel kırılma zarfı, her kaya türüne uyarlanan en uygun kırılma kriteridir. Çok amaçlı tatmin edici bir formül çekme gerilmesi bileşeni, $\sigma_3 = -T_0$ ve kuvvet kanunu yardımı ile elde edilebilir (Bienieawski, 1974):

$$\frac{\sigma_1}{q_u} = 1 + N \left(\frac{\sigma_3}{q_u} \right)^M$$

N ve M, noktalar kümesinden elde edilen uygun eğri ile tayin edilebilir

$$\left(\frac{\sigma_3}{q_u}, \frac{\sigma_1}{q_u} - 1 \right)$$