

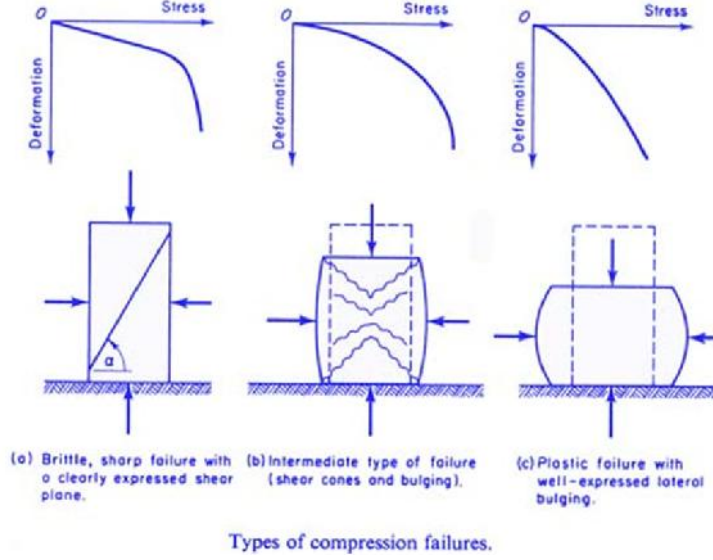
7. TOPRAĞIN DAYANIMI

DAYANIM

- Dayanım bir malzemenin yenilmeye karşı gösterdiği dirençtir.
- Gerilme-deformasyon ilişkisinin üst sınırıdır.



Toprak Zeminin Yenilmesi



Temel Kavramlar

- **Makaslama Dayanımı:** Toprağın makaslama gerilmelerine karşı göstereceği maksimum direnç (shear strength)
- Temel taşıma gücü, karayolu, havaalanı projelendirmesi, toprak dolgu, şev duraylılığı, dayanma duvarı (istinat) hesaplamaları vb.
- **Makaslama Dayanım Parametreleri : c; ϕ**
 - c: Tanelerin birbirini çekmesi ve kenetlenmesi nedeniyle (cohesion)
 - ϕ : Tanelerin birbirleriyle sürtünmesinden kaynaklanır (internal friction angle)

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

τ : makaslama dayanımı, gerilmesi

c: Kohezyon

σ_n : Normal gerilme

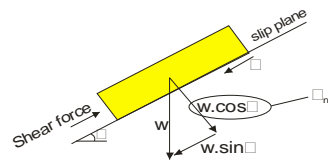
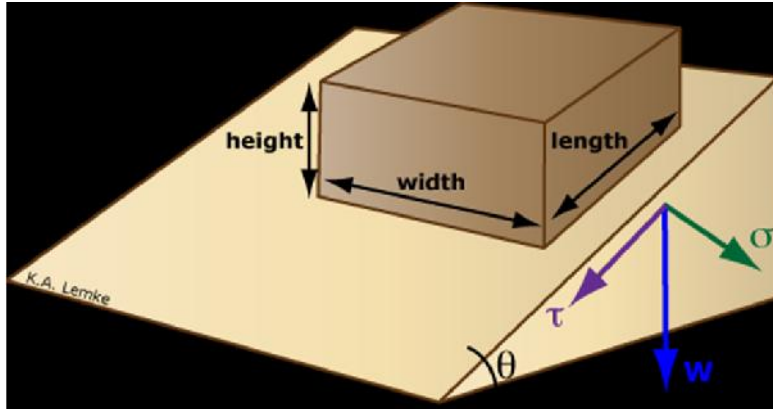
ϕ : İçsel sürtünme açısı

Mohr-Coulomb Yenilme Teorisi: *Toprağın makaslama gerilmelerine karşı gösterdiği direnç sabit bir değer olmayıp, yenilme anında kayma düzlemine etkiyen normal gerilmeye bağlı olarak değişen bir değere sahiptir.*

- Makaslama dayanımı, toprağın drenaj özellikleri ile de yakından ilgilidir: İRİ TANELİ → Drenaj iyi; İNCE TANELİ → Drenaj kötü
- Kohezyonlu (cohesive soils), kohezyonsuz topraklar (non-cohesive soils)
- Örneklemeye
 - Örselenmiş
 - Örselenmemiş



Makaslama kuvvetleri ve bileşenleri



$$\tau = c + \sigma_n \tan(\phi)$$

σ_n is the normal stress

- Toprak kütlesinin makaslama gerilmelerine karşı gösterdiği davranış, sadece uygulanan/var olan kuvvetlerle (toplam gerilmeler) değil, gözeneklerdeki su ve bundan kaynaklanan gözenek suyu basıncı ile de ilgilidir.

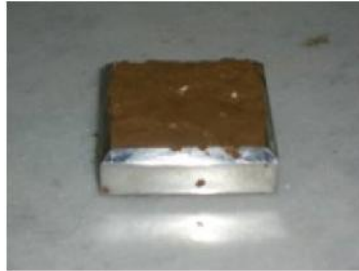
- **Hatırla → Efektif (etkin) gerilme, σ' (Terzaghi)**

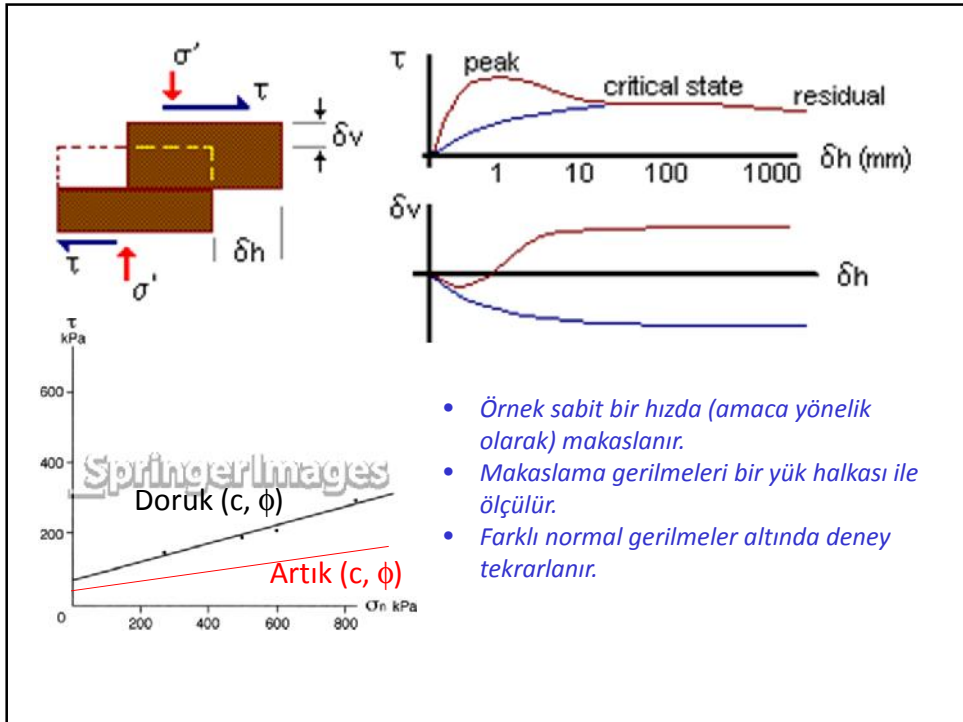
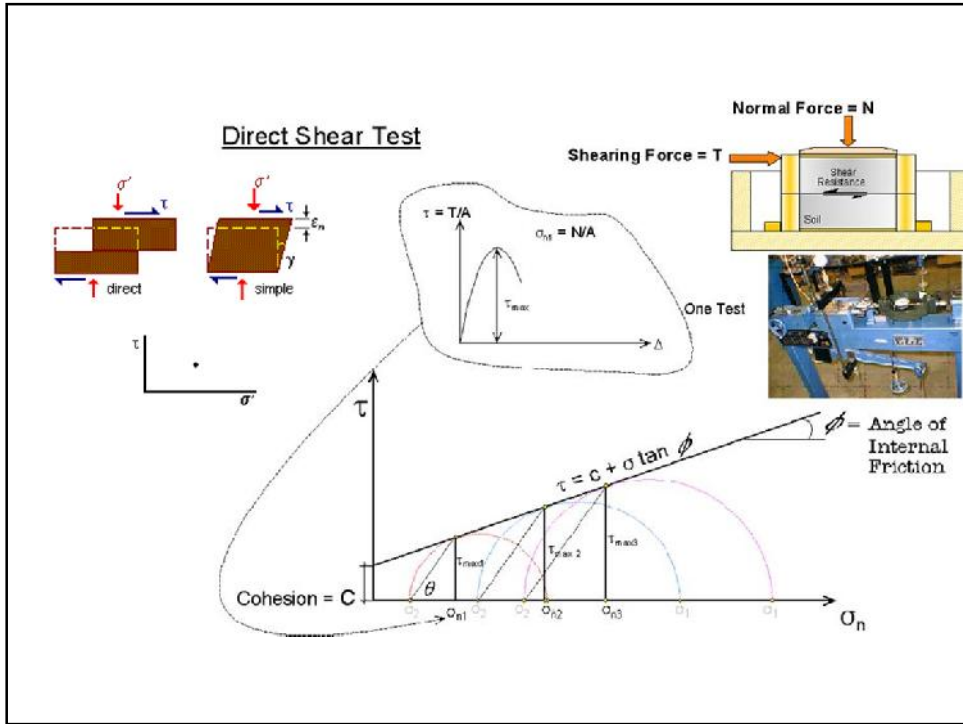
- Bu durumda toprağın makaslama dayanımı → Toplam gerilme ile gözenek suyu basıncı arasındaki fark (σ') ile ifade edilir.

$$\tau' = c' + \sigma'_n \tan(\phi')$$

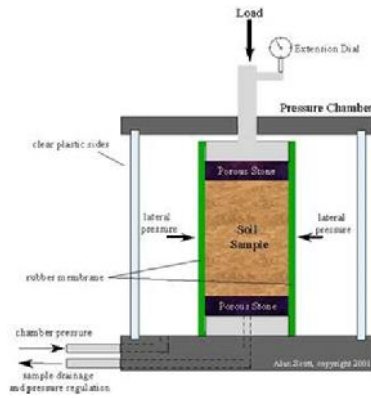
Makaslama Dayanımının Belirlenmesi

1. Doğrudan Makaslama Deneyi (Direct Shear Test)





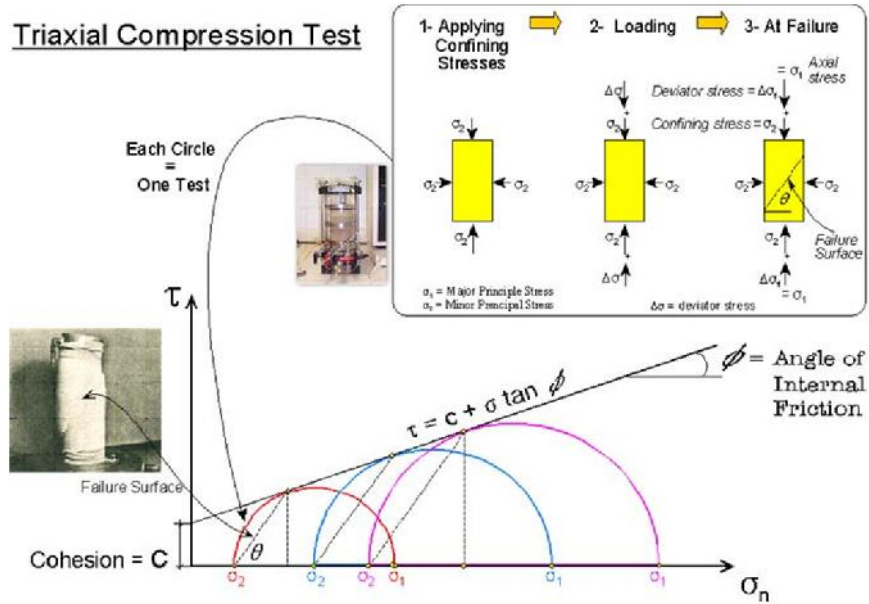
2. Üç Eksenli Sıkışma Deneyi (Triaxial Compression Test)



- Örselenmemiş toprak örneği, tüpten çıkartıldıktan sonra, üç eksenli hücreye yerleştirilir.
- Su kaybını önlemek için üst başlık yerleştirildikten sonra, örnek etrafına kauçuk bir kılıf geçirilir.
- Örnek hazırlama işlemi bittikten sonra, hücre su ile doldurulur.
- Hücredeki suya basınç uygulanarak, arazi koşullarını temsil edecek şekilde gerilme koşulları yaratılabilir.
- Su basıncı, minimum asal gerilmeye karşılık gelir.
- Yenilme gerçekleşinceye kadar, yükleme çubuğu yardımıyla sabit hızda deformasyon uygulanmaya devam edilir.

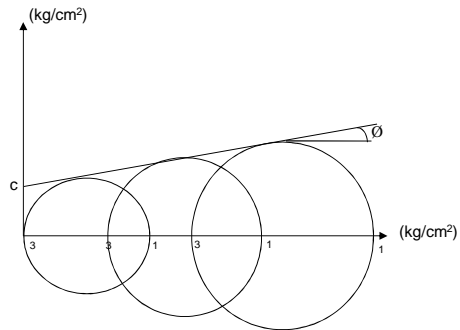
Triaxial compression test

Triaxial Compression Test





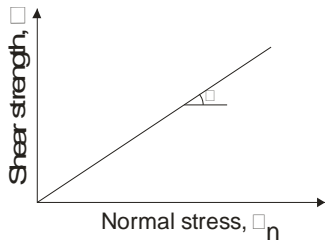
- Yükleme çubuğunda uygulanan bu gerilme sonucunda ölçülen gerilme değeri, deviator gerilme (s_1-s_3) olarak adlandırılır.
- Hücre basıncına eklendiğinde, maksimum asal gerilmeye (s_1) ulaşılır.
- Farklı hücre basınçlarında bir seri deney uygulanırsa, **MOHR** daireleri elde edilebilir.



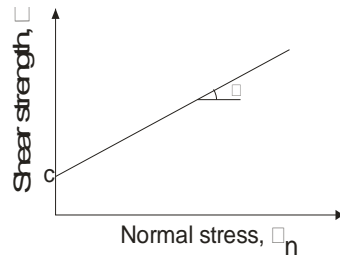
Deney Türleri

- Konsolidasyonsuz-Drenajsız (UU, quick test) → Örneğin yüklenmesi ve makaslanması sırasında drenaja izin verilmez. Hücre basıncı uygulandıktan sonra, hızlı bir yükleme ile deney gerçekleştirilir.
- Konsolidasyonlu-Drenajsız (CU) → Belirlenen normal gerilim altında hü basıncıyla konsolide edilir. Bu süreçte drenaja izin verilir. Konsolidasyon bitince, drenaja izin verilmeden makaslama gerçekleştirilir. Boşluk suyu basıncı ölçülebilir.
- Konsolidasyonlu-Drenajlı (CD) → Hücre basıncı ile önce konsolidasyona tabi tutulur. Ek gözenek suyu basıncı oluşturmayacak şekilde, yavaş ve düşey yönde yükleme yapılır. Efektif dayanım parametreleri belirlenir.
- Kısa süreli-uzun süreli duraylılık (inşaat kazısı, otoyol vb.)
- Karşılaştırma
 - Doğrudan makaslama → Hem doruk, hem artık değerler + UU ve C
 - Üç eksenli → Doruk değerler + yanıl basınç + gerilim dağılımı + boyut + ortam koşullarını yansıtabilme

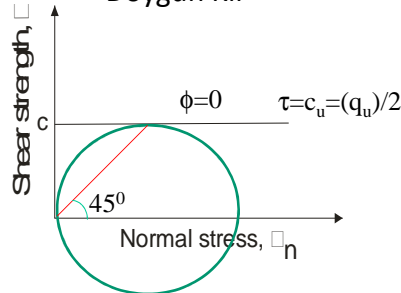
Kohezyonsuz toprak (kuru kum)



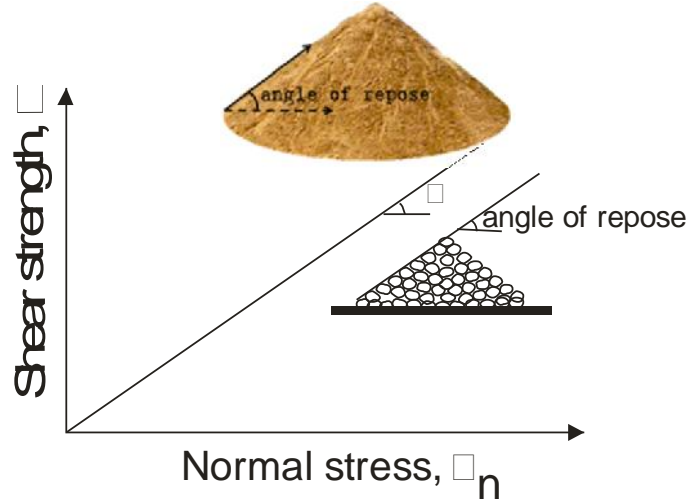
Karışık kohezyonlu toprak



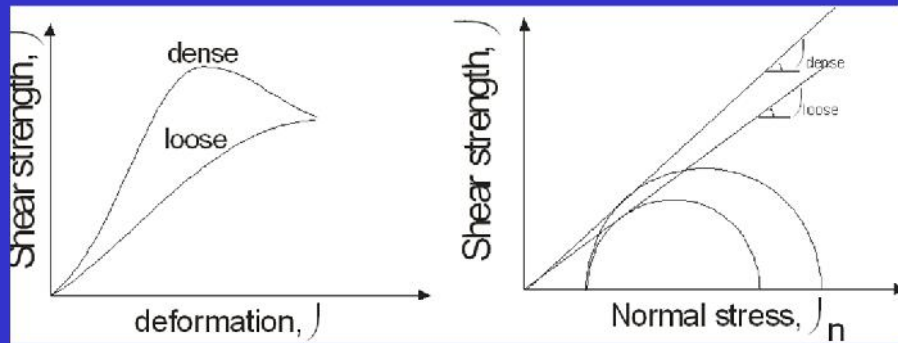
Doygun Kil



Yığılma Açısı (angle of repose) (kum)



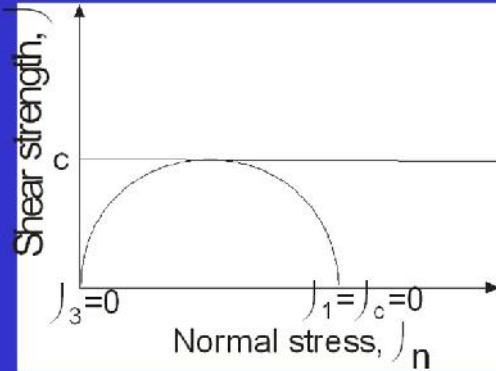
Shear strength of sand



$$\tau = \sigma_n \tan(\phi)$$

Undrained shear strength of clay

- Undrained shear strength (cohesion) of saturated clay is equal to half of uniaxial compressive strength



$$\tau = c_u$$

3. Vane (Kanatlı Sonda) Deneyi

- Killi zeminlerde, drenajsız koşullarda, laboratuvar ya da arazide uygulanabilen bir deneydir (100 kPa'dan az)
- Döndürme momenti

