

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**STANDART PROCTOR SIKIŞTIRMA YÖNTEMİYLE MAKSİMUM KURU YOĞUNLUĞUN VE  
OPTİMUM NEM İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Amaç:** “Standard Proctor” testi ile bir toprağın optimum nem içeriğini ve maksimum kuru yoğunluğunu belirlemek.

Kompaksiyon; taneciklerin yeniden düzenlenmesi ve boşluk oranının azaltılması için zemine uygulanan mekanik enerjidir. Mevcut bir toprağın özelliklerini iyileştirmek için veya setlerin, yol tabanlarının, pistlerin, toprak barajların ve güçlendirilmiş toprak duvarların inşası gibi dolgu yerleştirme sürecinde uygulanır. Kompaksiyon aynı zamanda binaların inşası sırasında düz bir zemin hazırlamak için kullanılır. Genellikle su içeriği ve serbest zemin tanelerinin boyutunda değişim olmaz.

**Standart:**

IS 2720-7(1980).

**Gerekli Ekipmanlar:**

- a) Proctor testi için gerekli alet Şelik 1’de gösterilmiştir.
- b) Diğer ekipmanlar; terazi, etüv, mastar-cetvel, elek, metal çekiç, vd.



Şekil 1. Proctor test aleti

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. İzzet KARAKURT**  
**Deney Sorumlusu: Arş. Gör. Taha Yavuz DEVECİ**  
**TRABZON- 2023**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**Teori:**

Kompaksiyonun amaçları şunlardır:

- a) Zemin kayma dayanımını ve dolayısıyla taşıma kapasitesini arttırmak.
- b) Çalışma yükleri altında müteakip oturmayı azaltmak.
- c) Toprak geçirgenliğini azaltmak, suyun akmasını zorlaştırmak.

Sıkıştırma derecesini değerlendirmek için, belirli bir hacimde katı toprak parçacıklarının kompaktlığının bir göstergesi olan kuru birim ağırlığın kullanılması gerekir. Laboratuvar testi, standart miktarda sıkıştırma çabasıyla belirli bir toprak için elde edilebilecek maksimum kuru yoğunluğu belirlemek için yapılır.

**1. Bulk (ıslak) yoğunluk:**  $\gamma_b = M/V$  (g/ cm<sup>3</sup>) (M=M<sub>2</sub>-M<sub>1</sub>)

**2. Kuru (dry) yoğunluk:**  $\gamma_d = \gamma_b/[1 + (w/100)]$  (g/ cm<sup>3</sup>)

**3. Sıfır hava içeriği için kuru yoğunluk:**  $\gamma_{d0} = G \cdot \gamma_w / [1 + (w \cdot G/S)]$  (g/ cm<sup>3</sup>)

Burada,

M<sub>1</sub> = proctor test testi için kullanılacak kalıbın ağırlığı. (g)

M<sub>2</sub> = kalıbın + sıkıştırılmış zeminin ağırlığı (g)

M = ıslak zeminin ağırlığı (g)

V = kalıbın (kabın) hacmi (cm<sup>3</sup>)

G = zeminin özgül ağırlığı

w = su içeriği (%)

S = doygunluk derecesi (%)

$\gamma_w$  = suyun yoğunluğu (g/ cm<sup>3</sup>)

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. İzzet KARAKURT**  
**Deney Sorumlusu: Arş. Gör. Taha Yavuz DEVECİ**  
**TRABZON- 2023**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**Prosedür:**

- a) Yaklaşık 25 kg'lık temsili bir toprak numunesi seçin. Test için kullanılan malzeme 20 mm elekten daha ince olmalıdır. Havada kuru numune.
- b) Numuneye yeterli miktarda su ekleyin (kumlu topraklar için yaklaşık % 7 ve killi topraklar için % 10 ), tahmini optimum nem içeriğinden daha az olacaktır. Toprağı iyice karıştırın ve hava geçirmez bir kaptan 20 saat bekletin.
- c) İç yüzeyini temizledikten sonra kalıbı taban plakasına sabitleyin. Kalıbın kütlesini taban plakası (M1) ile bulun.
- d) Uzatma bileziğini kalıba takın.
- e) Hava almayan bir kaba yaklaşık 2,5 kg toprak alınır ve üç eşit tabaka halinde kalıba sıkıştırılır, her kat 2,6 kg ağırlığındaki çekiçle 25 darbe verilerek ve 310 mm yükseklikten düşürülerek sıkıştırılır. Sıkıştırma tüm alan üzerinde eşit olmalıdır ve bir spatula başka bir katman eklemeyen önce her katmanı sıyrır. Doldurma, son katman sıkma bileziğine yaklaşık 5 mm çıkıntı yapacak şekilde olmalıdır. Sıkıştırma tamamlandıktan sonra, bileziği çıkarın ve fazla toprağı düz bir kenar yardımıyla temizleyin. Taban plakası ile kalıbın ve toprak (M2) kütlesini bulun. Bir ejektör kullanarak toprağı kalıptan çıkarın ve su içeriği tayini için temsili bir numune alın.
- f) (e)'den itibaren adımları tekrarlayarak testleri 3 ila 4 kez gerçekleştirin. Her seferinde taze bir toprak örneği kullanın.

**Gözlemler ve Tablolama:**

Standart Proctor testi ile bir zeminin sıkıştırılması üzerine aşağıdaki gözlemler yapılmıştır. Seçilen toprak örnekleri üzerinde su içeriği değiştirilerek altı test yapılmıştır. Her testin numunelerinin su içeriği daha önce açıklanan prosedürle bulundu.

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. İzzet KARAKURT**  
**Deney Sorumlusu: Arş. Gör. Taha Yavuz DEVECİ**  
**TRABZON- 2023**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**

Test No.	1	2	3	4	5	6
Mass of empty mould $M_1$ gm						
Volume of mould, $cm^3$						
Mass of mould + Sample, $M_2$ gm						
Mass of wet soil, $M$ , gm						
Wet density, $\gamma_b$ $g/cm^3$						
Water content, $w\%$						
Dry density, $\gamma_d$ , $g/cm^3$						
W1 for calculation of saturation line %						
$\gamma_d$ , $g/cm^3$ for $S=100\%$						
$\gamma_d$ , $g/cm^3$ for $S=80\%$						

**Doğrulama ve Onaylamalar:**

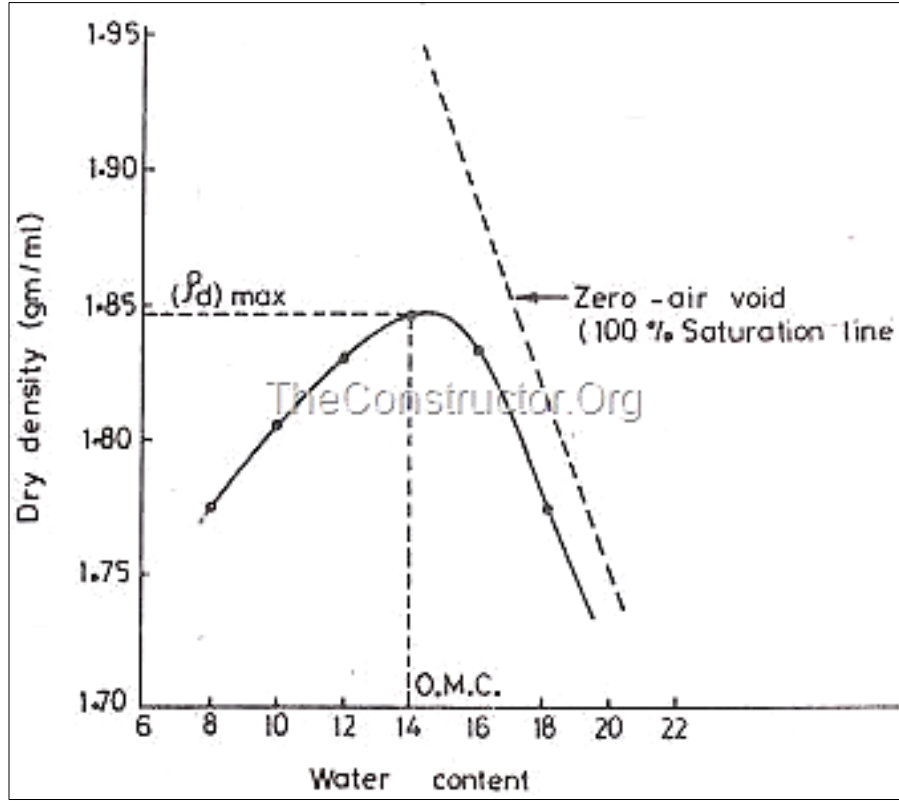
Sıkıştırma eğrisinin tepe noktası, maksimum kuru yoğunluğa sahip noktadır. Maksimum kuru yoğunluğa karşılık gelen  $\gamma_d$  max, optimum su içeriği olarak bilinen su içeriğidir. Optimum su içeriği, belirli bir sıkıştırma çabası için en yüksek yoğunlukla sonuçlanan su içeriğidir. Optimum su içeriğinden daha yüksek su içeriğinde sıkıştırma, daha zayıf, daha sünek, daha az geçirgen, daha yumuşak, büzölmeye daha duyarlı ve aynı yoğunluğa kadar optimum kuru sıkıştırılmış topraktan daha az şişmeye duyarlı nispeten dağınık bir toprak yapısı (paralel parçacık yönelimleri) ile sonuçlanır.

**Sıfır hava boşluğu eğrisi:**

Eğri tamamen doymuş durumu temsil eder ( $S = \%100$ ). (Sıkıştırma ile ulaşılamaz).

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. İzzet KARAKURT**  
**Deney Sorumlusu: Arş. Gör. Taha Yavuz DEVECİ**  
**TRABZON- 2023**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**



Şekil 2. Zemin kompaksiyon eğrisi örneği

**Sonuç:**

Maximum kuru yoğunluk  $\gamma_{d_{max}} = \text{___} \text{ g/cm}^3$

Optimum nem içeriği (O.M.C. or  $w_{opt}$ ) = \_\_\_ %

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**SORULAR**

1. Standart Proctor deneyi ile Modifiye Proctor deneyinin arasındaki farklar nelerdir? Araştırınız ve açıklayınız. **(20p)**
2. Standart proctor deneyi bir toprak numunesinden alınan 5 örnek ile gerçekleştirilmiştir. Kalıbın hacmi, toprağın özgül ağırlığı, ölçülen ağırlıklar ve deneyde belirlenen su içerikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deneme No	1	2	3	4	5
Boş kalıbın kütlesi (M1), g	2000				
Kalıbın hacmi (V), cm <sup>3</sup>	1000				
Boş kalıbın + örnek zeminin kütlesi (M2), g	3580	3770	3930	3900	3810
Islak zeminin kütlesi (M), g					
Bulk ıslak yoğunluk ( $\gamma_b$ ), g/cm <sup>3</sup>					
Su içeriği (w), %	10	15	19	24	27
Kuru yoğunluk ( $\gamma_d$ ), g/cm <sup>3</sup>					
Zeminin özgül ağırlığı (G)	2.70				
Sıfır hava boşluğu için kuru yoğunluk ( $\gamma_{d0}$ ), g/cm <sup>3</sup>					

- a) Her test için ıslak toprak kütlesini (M), yığın (bulk) yoğunluğunu ( $\gamma_b$ ), kuru (dry) yoğunluğu ( $\gamma_d$ ) ve sıfır hava boşluğu için kuru yoğunluğu ( $\gamma_{d0}$ ) hesaplayın ve tabloyu doldurunuz. **(25p)**
- b)  $\gamma_d - w$  grafiğini bir milimetre kağıda çizin ve maksimum kuru yoğunluğu ( $\gamma_{dmaks}$ ) bulun ve Optimum nem içeriğini ( $w_{op}$ ) bulunuz. **(25p)**
- c) Aynı milimetre kağıda sıfır hava boşluğu (Doygunluk (S) = %100) çizgisini çizin. **(20p)**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MINE3003 – ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**NOTES:**

\* Raporun genel düzeni 10 puan üzerinden değerlendirilecektir.

\* Raporlar, deneiden bir hafta sonra aynı gün saat 17.00'ye kadar sorumlu kişiye teslim edilmelidir.

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. İzzet KARAKURT**  
**Deney Sorumlusu: Arş. Gör. Taha Yavuz DEVECİ**  
**TRABZON- 2023**