

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

ZEMİNLERDE SU MUHTEVASI

Ankara, 2015

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYET-1	3
1. ÖRSELENMEMİŞ VE ÖRSELENMİŞ ZEMİN NUMUNELERİNİ HAZIRLAMA	3
1.1. Deney Araç-Gereçleri	3
1.1.1. Tanımı.....	3
1.1.2. Çeşitleri.....	4
1.1.3. Özellikleri	4
1.1.4. İşlerlikleri.....	5
1.2. Numunenin Tespitini Yapmak	8
1.2.1. Nereden Geldiğini.....	10
1.2.2. Hangi İşe Ait Olduğunu.....	10
1.3. Numunenin Ambalajdan Çıkarılması.....	10
1.4. Numunenin Alete Bağlanması	11
1.5. Numunenin Kesilmesi.....	11
1.6. Piston Basıncının Uygulanması	12
1.7. Parça Numunelerin Korunması	12
1.8. Temizlik Yapmak.....	13
1.9. Numune Tutanakları	13
1.9.1. Tutanak Bilgileri.....	14
1.9.2. Tutanakların Doldurulması	14
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	19
2. ZEMİNLERDE SU İÇERİĞİ SAPTAMA DENEYİ.....	19
2.1. Deney Araç-Gereçleri	20
2.1.1. Tanımı.....	20
2.1.2. Çeşitleri.....	20
2.1.3. Özellikleri	20
2.1.4. İşlerlikleri.....	21
2.2. Numunenin Ambalajından Çıkarılması.....	22
2.3. Deney Kabının Temizlenmesi.....	22
2.4. Numunenin Tartılması	22
2.5. Numunenin Kap ile Birlikte Tartılması.....	23
2.6. Numunenin Kap İle Birlikte Değişmez Ağırlığının Bulunması.....	23
2.7. Desikatörde Soğutma ve Tartma.....	24
2.8. Temizlik Yapılması.....	25
2.9. Deney Raporunun Hazırlanması	25
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
MODÜL DEĞERLENDİRME	32
CEVAP ANAHTARLARI	34
KAYNAKÇA	35

AÇIKLAMALAR

ALAN	İnşaat Teknolojisi/Teknolojileri
DAL/MESLEK	Beton – Çimento ve Zemin Teknolojisi
MODÜLÜN ADI	Zeminlerde Su Muhtevası
MODÜLÜN TANIMI	Zemin deneyi uygulamalarını kapsayan öğretim materyalidir.
SÜRE	40/32(+40/32 Uygulama tekrarı yapmalı)
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Zeminlerin kıvam deneylerini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Öğrenci, okul içi gerekli ortam, okul dışı araştırma yapabileceği kuruluşları belirtildiğinde zeminlerde su muhtevası çalışmalarını tekniklerine ve standartlarına uygun yapabilecektir. Amaçlar 1. Örselenmemiş ve örselenmiş zemin numunelerini kuralına uygun araziden alabilecek ve deneye hazırlayabilecektir. 2. Zeminlerde su içeriği saptanması deneyini kuralına uygun yapabilecektir.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Araziler ve Zemin laboratuvarları Donanım: Nemli ortam, etüv, terazi, yüksek devirli testere, havan, pistonlu numune itici, deney elekleri, UD tüpü, kaplar, keskin bıçak veya numune kesici.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Ülkemizin deprem kuşağında olması ve ülkemizde büyük depremlerin yaşanmış olması sebebiyle binaların oturmuş oldukları zemin, büyük önem kazanmıştır. Özellikle Adapazarı depreminde görülen zemin sıvılaşması sonucunda meydana gelen bina hasarları azımsanmayacak derecededir.

Dünyada ve ülkemizde inşaat teknolojisi çok ileri seviyelerdedir. Denizin üzerinde yapılan çok katlı binalar, deniz altından geçirilen tüneller, raylı sistemde yapılan gökdelenler bunlara örnek olarak verilebilir. Ülkemizde yapılan tüp geçit de bu örneklere ilave edilebilir. Dolayısıyla burada önemli olan binanın oturacağı zeminin sağlamlığı ve binanın yapım teknolojisine uygun olarak yapılmasıdır.

Yapılacak deneylerin sonucu, zeminin taşıyabilirliğinin, yer altı su seviyesinin, zemine gelecek yükleri taşıyıp taşıyamayacağını, taşıyamayacak ise zemin iyileştirmesine gidilip gidilmeyeceğinin bilgisini vereceğinden çok önemlidir. Dolayısıyla da çok büyük titizlikle yapılması gerekmektedir. Yapılacak deney sonuçlarının hassaslığı büyük bir oranda yapan kişiye yani siz teknik elemanlara bağlıdır.

Sizlere bu modülde, araziden gelen zemin numunelerini yapılacak olan deneylere; özelliklerini bozmadan hazırlamayı ve bu deneylerden elde edilen sonuçlarla rapor hazırlamayı görsel ağırlıklı olarak adım adım anlatmaya çalışacağız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Bu öğrenme faaliyeti ile gerekli ortam sağlandığında, araziden getirilen zemin numunelerini deneylere hazırlayabilecek ve ilerideki deneylerde kullanılacak numune miktarlarının belirlenmesini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bu faaliyeti tam olarak kavrayabilmek için çevrenizde devam eden büyük şantiyelere giderek oradaki zemin hakkında ve yapılan zemin etüdü hakkında bilgi alınız.
- Örselenmiş ve örselenmemiş numunenin özelliklerini araştırınız.

1. ÖRSELENMEMİŞ VE ÖRSELENMİŞ ZEMİN NUMUNELERİNİ HAZIRLAMA

Zeminlerden örselenmiş ve örselenmemiş olmak üzere iki farklı nitelikte örnekler alınabilir. Yerindeki zeminin doğal su içeriğini, doğal birim hacim ağırlığını, boşluk oranını, tanelerin yerleşme yapısını, mineral ve kimyasal içeriğini bozmadan ya da en az bozarak alınan örnekler “örselenmemiş örnek”, zeminin sadece mineral ve kimyasal içeriğini bozmadan alınan örnekler ise “örselenmiş örnek” adı verilmektedir. [TS EN ISO 22475-1](#)

Bu faaliyette araziden getirilen zemin numunelerinin deneylere hazırlanması ve ilerideki deneylerde kullanılacak numune miktarlarının belirlenmesi anlatılmaktadır.

1.1. Deney Araç-Gereçleri

1.1.1. Tanımı

- **Etüv:** Sürekli olarak 45 °C - 50 °C ve 105 °C -110 °C sıcaklık sağlayabilen fırındır.
- **Terazi:** 0,01 g ve 1 g duyarlılık ağırlık ölçme aletidir.
- **Yüksek devirli testere:** Elektrikli sulu kesim yapan daire testeredir.
- **Pistonlu numune itici:** UD tüpü çaplarına göre değişen başlıkları olan hidrolik pistondur.
- **Havan:** Zemindeki toprakları, dane boyutlarında küçülme meydana getirmeksizin ufalayan araçtır.

- **Deney elekleri:** Göz açıklıkları 400µ m (mikron), 2,5 mm, 4,5 mm, 20 mm, 40 mm olan bir araçtır.
- **UD tüpü:** Örselenmemiş numune almak için çeşitli çaplarda pirinç borulardır.
- **Kap:** Numaralandırılmış paslanmaz metal veya cam kaplardır.
- **Keskin bıçak veya numune kesici:** Numuneleri düzenli ve pürüzsüz kesmek için kullanılan alettir.

1.1.2. Çeşitleri

- **Etüv:** Piyasada analog göstergeli, dijital göstergeli, mikro işlemci(zaman ve sıcaklık parametrelerini tek veya kademeli program girebilme), PID kontrollü(mikro işlemci özelliğine ek olarak sıcaklık salınımlarının en aza indirildiği çok hassas kontrol üniteleri), opsiyon el veya standart olarak hava sirkülasyonlu modeller, özel ebatlarda sanayi tip modeller ayrıca vakumlu etüv çeşitleri bulunmaktadır.
- **Terazi:** Hassas laboratuvar terazi çeşitleri kullanılmalıdır. Bunlarda piyasada çok geniş bir çeşitlikte bulunmaktadır. Örnek olarak UFO-1, NTK, NT, DM, AC, HGS çeşitleri verilebilir.
- **Pistonlu numune itici:** Piyasada çift etkili hidrolik silindir, tek etkili hidrolik silindir, yastıklı hidrolik silindir, teleskopik hidrolik silindir, tandem hidrolik silindir, çift kollu hidrolik silindir, döner hidrolik silindir olarak çeşitleri bulunmaktadır.
- **Deney elekleri:** Kullanılan malzemeye göre nikelaj delikli saç elekler ve krom delikli paslanmaz tel elek çeşitleri mevcuttur. Şekillerine göre de yuvarlak delikli ve düz delikli elek çeşitleri bulunmaktadır.
- **UD tüpü:** Örselenmemiş numune alımı için en az 89 mm (3½ inç) çapında, 60 cm uzunlukta, soğuk çekme çelikten yapılmış, dikişsiz, 2,5 mm et kalınlığında, alt ucu keskin, deforme olmamış UD tüpleri ve UD tüplerinin tijlere bağlantı başlığı bulunmalıdır.
- **Kap:** Cam ve metal kaplar kullanılmaktadır. Cam kap olarak cam beherler, mezürler, cam balonlar, desikatörler gibi çeşitleri bulunmaktadır. Metal kaplarda pirinç ve alüminyum esaslı kaplar kullanılır.
- **Keskin bıçak veya numune kesici:** Kullanılan bıçaklar paslanmaz çelikten üretilip, sapları ahşap ve plastikten yapılmıştır.

1.1.3. Özellikleri

- **Etüv:** Doğal veya koşullu konveksiyon olan, ortam sıcaklığı ile 200°C arası sıcaklık kontrolü sağlayan, 3 bölmeli, analog veya dijital termostatlı / göstergeli 220 volt 50 hertz 1 faz gibi özellikleri bulunmaktadır.
- **Terazi:** Dokunmatik tuş panelli, ağırlık tartımı ve parça sayımı, limit fonksiyonu ile seri tartı kontrolü, otomatik ve dijital tara alabilme gibi özellikleri bulunmaktadır.

- **Deney elekleri:** Laboratuar ortamında tane boyu analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılan ASTM veya BS standardına uygun paslanmaz çelik kasnaklı ve paslanmaz çelik telli eleklerdir. Her bir eleğin üzerinde elek standardı, elek numarası, mikron, mm veya inç olarak göz açıklığı eleklerin üzerinde belirtilmelidir.
- **UD tüpü:** Genel özellikleri çeşitli çaplarda soğuk çelikten yapılmış, söküldüğü zaman ikiye ayrılabilen uç kısmı ile baş kısmı vidalı, genellikle boyu 75 cm olan tüplerdir.
- **Kap:** Cam kaplarda kapasiteler 10 ml-2000 ml arasındadır. Metal kaplarda ise kapasite numunenin ağırlık ve hacmine göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak 1.5 l- 10 l arasındadır.
- **Keskin bıçak veya numune kesici:** Bıçak uzunluğu 100 mm, 150 mm, 200 mm ve 280 mm uzunluğunda bıçaklar kullanılır. Kullanılan bıçaklar paslanmaz çeliktir. Sapları ise plastik ve ahşaptan yapılmıştır.

1.1.4. İşlerlikleri

- **Etüv:** Ortam sıcaklığı ile 200°C arası sıcaklık kontrolü sağlayabilen, sıcaklık hassasiyeti $\pm 1^\circ\text{C}$ olan fırınlar kullanılmalıdır. Deneye uygunlukta kurutma yapabilecek kapasitede olmalıdır.
- **Terazi:** 0,01g ve 1g duyarlılıkta deneye uygun tartım yapabilecek laboratuar terazileri olmalıdır.
- **Deney elekleri:** Tane boyutu analizini gerçekleştirebilecek standartlara uygun istenilen çaplarda elekler olmalıdır.
- **UD tüpü:** Uzun süre kullanılabilir, numuneyi kolay ve hızlı yerleştirilebilecek tüpler olmalıdır.
- **Pistonlu numune itici:** Numuneyi istenilen hızda, güçte ve kolaylıkta yerleştirecek pistonlar olmalıdır.
- **Kap:** Numunelere uygun ölçülerde olmalıdır.
- **Keskin bıçak veya numune kesici:** Numunelerin kesilmesinde ve düzeltilmesinde sorun yaşanmayacak özelliklerde olmalıdır.



Şekil 1.1: Etüv



Şekil 1.2: Terazi



Şekil 1.3: Havan



Şekil 1.4: Yüksek devirli testere



Şekil 1.5: Pistonlu numune itici



Şekil 1.6: Kare gözlü elekler



Şekil 1.7: UD tüpleri



Şekil 1.8: Çeşitli metal kaplar



Şekil 1.9: Spatula ve bıçaklar

1.2. Numunenin Tespitini Yapmak

Numunenin tespitini yapmak birbirini sıra ile takip eden 3 aşamada gerçekleşir.

Bunlar;

- Numunenin nerden geldiğini tespit etmek,
- Numunenin hangi işe ait olduğunu tespit etmek,
- Numune miktarını belirlemek.

Bunlardan ilk ikisini numunenin etiketine bakarak anlayabiliriz. Biz şimdi numune miktarının belirlenmesinin nasıl yapıldığını anlatalım.

Yerinden alınıp deney için laboratuara gönderilecek numunelerin miktarı bu numuneler üzerinde yapılacak olan deneylere bağlıdır. Eğer ayrıca özel deneyler veya araştırma için istenen numune ağırlığı belirtilmemişse bazı standart deneyler için gerekli yaklaşık numune ağırlıkları, tablo:2’de verilmiştir.

Zeminden numune alındıktan sonra zeminin hangi gruba girdiğine yani ince daneli mi, orta daneli mi, yoksa iri daneli mi olduğuna karar vermek gerekir. Pek çok durumda bu özellik, ya önceden bilinir veya kolayca anlaşılır. Ancak, tereddütte kaldığı durumlarda, numunenin bir parçası, uygun bir elek veya eleklerden elenmelidir. Bu amaçla kullanılacak numune miktarı tablo:1’de verilmiştir. Zemin gruplarını hatırlatmak gerekirse;

- İri daneli zemin: İçerdiği danelerin en az % 90’ı 37,5 mm elekten geçen,
- Orta daneli zemin: İçerdiği danelerin en az % 90’ı 19,0 mm elekten geçen,
- İnce daneli zemin: İçerdiği danelerin en az % 90’ı 2.00 mm elekten geçen zeminler olarak tanımlanır.

Malzemenin %10’dan çoğunu oluşturan bölümün maksimum dane çapı	Eleme için alınacak malzemenin minimum ağırlığı (kg)
20 mm’den büyük	15
20 mm	2
2.5 mm’den küçük	0.1

Tablo 1.1: Zeminin gruplandırılması için elenecek malzeme miktarı

- Deneylerde kullanılacak olan numunenin toplam ağırlığı;
 - Zeminin grubuna,
 - Malzemenin en büyük dane boyutuna,
 - Yapılacak deney adedine,
 - Deney metoduna göre değişir ve buna göre artırılıp azaltılabilir.

- Bununla birlikte, zeminin özelliklerini doğru yansıtabilen bir numunenin toplam ağırlığı, genellikle aşağıda verilen ağırlıklardan az olmamalıdır.
 - İnce daneli zeminler: 500 g
 - Orta daneli zeminler: 5 kg
 - İri daneli zeminler: 30 kg

Tablo:2’de parantez içindeki ağırlıklar sıkıştırma sırasında daneleri ezilmeye yatkın olmayan malzemeler için kullanılır. Ayrıca ince daneli zeminlerde sıkıştırma deneyi (su içeriği - kuru birim ağırlık ilişkisi deneyi) 101,6 mm çapındaki küçük kalıp kullanılarak yapıldığında yukarıda verilen miktarların yarısı kadar numune yeterlidir. İstenilen boyuttaki malzemelerin elenerek hazırlanması sırasında malzemenin yeterli olup olmasına bağlı olarak, bu miktarlarda arttırma veya azaltma yapılabilir.

Deneyler için gerekli gerçek numune miktarı, tablo 2’de verilen ağırlıkları, yapılacak deneylerin sayısı ile çarpılarak elde edilir. Bu ağırlıklarda, gereken yerlerde taşların çıkarılması sonucu doğacak eksilmeyi karşılayacak bir pay bulunmaktadır. Bu yoldan hesaplanan numune ağırlığı, ilgili zemin grubu için yukarıda verilen minimum miktarın altında kalıyorsa, deney için bu minimum miktar alınacaktır.

Deney		Zeminin gruplarına göre elenecek malzeme miktarı		
		İnce Daneli	Orta Daneli	İri Daneli
Su muhtevası	Deney 1	50 g	350 g	4 kg
Likit limit	Deney 2 (A)	500 g	1 kg	2 kg
Likit limit	Deney 2 (B)	500 g	1 kg	2 kg
Plastik limit	Deney 3	50 g	100 g	200 g
Tek eksenli hüzülme	Deney 4	500 g	800 g	1.5 g
Özgül ağırlık	Deney 5 (A)	100 g	100 g	100 g
Özgül ağırlık	Deney 5 (B)	600 g	600 g	600 g
Dane çapı dağılımı	Deney 6 (A)	150 g	2.5 kg	17 kg
Dane çapı dağılımı	Deney 6 (B)	150 g	2.5 kg	17 kg
Dane çapı dağılımı	Deney 6 (C)	250 g	250 g	250 g
Dane çapı dağılımı	Deney 6 (D)	100 g	100 g	100 g
Sıkıştırma deneyi	Deney 7	25 kg(10 kg)	25 kg (10 kg)	25 kg (10 kg)
Sıkıştırma deneyi	Deney 8	25 kg(10 kg)	25 kg (10 kg)	25 kg (10 kg)
Sıkıştırma deneyi	Deney 9	80 kg(50 kg)	80 kg (10 kg)	80 kg (50 kg)
Taşıma Oranı	Deney 10	6 kg	6 kg	12 kg

Tablo1.2: Deneyler için gerekli numune miktarı

NOT: Zemin, kireç taşı, kum taşı türünden, tokmağın veya titreşimli tokmağın darbeleriyle çapı küçülebiyecek cinsten yumuşak yapılı daneleri içeriyorsa, o numunenin daneleri sıkıştırma sırasında parçalanmaya eğilimli olarak nitelendirilmeli ve tablo 2'deki parantez içindeki ağırlıklar kullanılmalıdır.

1.2.1. Nereden Geldiğini

Bir zemin incelenmesi sırasında araziden alınan örselenmiş ve örselenmemiş örneklerin birbiriyle karıştırılmamaları için etiketlenmeleri gerekir. Bu etikette firma adı, proje adı, sondaj kuyusu, örnek adı, alındığı derinlik, alındığı tarih, numunenin hangi işe ait olduğu ve nereden alındığı gibi bilgiler mevcuttur. Numune üzerindeki etiketlere bakılarak deneye başlanmadan önce istenilen bilgilere ulaşılır.

1.2.2. Hangi İşe Ait Olduğunu

Araziden alınan numuneler deney ortamlarına getirilirken numunelerin hangi deneye tabi tutulacağı veya hangi işe ait olacağı yine numuneler üzerindeki etiketlere bakılarak anlaşılır. Ayrıca araziden alınan numunelerin ne tür malzemeler kullanılarak alınması, hangi şekilde alınıp muhafaza edilmesi bize hangi deneye tabi tutulacağına da yardımcı olur.

1.3. Numunenin Ambalajdan Çıkarılması

Araziden alınan örselenmemiş ince daneli (kumlu, killi, siltli) zemin numuneleri UD tüpleri içerisinde deney laboratuvarlarına getirilir. UD tüplerinin (UD tüplerinin çeşitli çap ve ebatları mevcuttur. Bu çaplara uygun piston başlıkları da mevcuttur) veya diğer numune alma tüplerinin doğal su muhtevasını kaybetmemesi için parafin 47 (mum) ile kapatılan ağızları keskin bir bıçakla açılıp numuneler ambalajından çıkarılmış olur. İri taneli (taş bloklu vs.) zemin numunelerini içinde aynı işlem yapılarak numuneler ambalajlarından çıkarılır.



Şekil 1.10: Parafin ile kapatılmış ud tüpleri

1.4. Numunenin Alete Bağlanması

UD tüplerinden çapına uygun olan piston başlığı takılarak pistonlu numune iticiye bağlanır.



Şekil 1.11: Pistonlu numune iticiye bağlanmış ud tüpü

1.5. Numunenin Kesilmesi

Piston kolu aşağı yukarı hareket ettirilerek piston başlığının yukarıya doğru baskısıyla numunenin bozulmadan çıkması sağlanır. Yapılacak deneye ait yeterli numune miktarı numune kesiciyle alınarak metal veya cam kaplara konulur.



Şekil 1.12: Örselenmemiş numuneden çeşitli boy ve miktarda parça kesilmesi

Taş bloklar halinde çıkan silindirik numunelerin alt ve üst tabanlarının düzeltilmesi (basınç dayanımı deneyi vs. için) ve istenilen yüksekliğe getirilmesi için yüksek devirli testere ile kesilir.



Şekil 1.13: Yüksek devirli makine ile kesilmiş örselenmemiş karot numunesi

1.6. Piston Basıncının Uygulanması

Piston kolu aşağı yukarı hareket ettirilerek piston başlığının yukarıya doğru baskısıyla numunenin bozulmadan çıkması sağlanır.



Şekil 1.14: Piston gücüyle çıkarılmış örselenmemiş kil numune

1.7. Parça Numunelerin Korunması

- Yapılacak deneye ait yeterli numune miktarı numune kesiciyle alınarak metal veya cam kaplara konulur.
- Su muhtevası deneyi için alınan numuneler, kurumayı önlemek amacıyla, alındıktan hemen sonra kapaklı kaplarda tutulmalı ve kapaklar buharlaşmayı önleyecek biçimde yalıtılmalıdır.

- Numuneden gerekli olan miktar alındıktan sonra numunenin geri kalanı, gerekirse açıkta veya etüvde kurutularak ufalanabilecek duruma getirilir. Bu işlem, 50 °C'yi aşmayan bir sıcaklıkta yapılmalıdır.
- Su muhtevası deneyi yapılmayacak numuneler gerekli deneyler (likit limit, plastik limit vs.) için yine kurutulmak üzere 105°C – 110 °C sıcaklıklı etüvde de kurutulabilir.
- Parça numunelerden başka bir deney için gerekli miktarda numuneler alınarak metal veya cam kaplara konularak saklanır.



Şekil 1.15: Başka bir deney için gerekli miktar kadar numune alma

1.8. Temizlik Yapmak

- Kullandığınız aletlerin temiz ve bakımlı kalmasının bir sonraki kullanım için ne kadar önemli olduğunu unutmayarak deney ortamı ve aletlerin temizliği yapılır.
- Yaptığımız iş ne olursa olsun çalışma ortamınızı temizlemenin son derece önemli ve kazanmanız gereken bir davranış olduğu unutulmamalıdır.

1.9. Numune Tutanakları

Rapor; tasarım, yapım veya araştırma projelerinin en önemli kısmıdır. Deneylerin yapılması, sonuçların değerlendirilmesi ve hesaplanması daha çok vakit olsa bile bunların sonucunu rapor etmek hepsinden daha önemlidir. Laboratuvar raporlarının hepsi A4 boyutunda düzgün kâğıtlara, okunaklı ve belli bir sıra içerisinde yazılmış olmalıdır. Laboratuvar raporlarının yazılmasına bir angaryaymış gibi bakmaktan ziyade, arazideki durumu kâğıt üzerine yansıtabilmek için her türlü özen gösterilmelidir.

1.9.1. Tutanak Bilgileri

- Her raporun veya tutanağın kendine has özellikleri olmakla birlikte, genel olarak bir raporda bulunması gereken kısımlar aşağıda özetlenmiştir.
 - Başlık sayfası (Raporun kapağı)
 - Deneyin amacı
 - İzlenen yol ve yöntem
 - Sonuçlar tablosu
 - Şekiller, grafikler veya eğriler
 - Örnek hesaplamalar
 - Sonuçların tartışılması
 - Varılan sonuçlar ve öneriler
 - Orijinal veri sayfaları
- Ayrıca, her tutanak veya raporda aşağıdaki bilgilerin de bulunması gereklidir.
 - Sondaj yapılan arazinin ölçekli bir krokisi ve kuzey yönünü gösteren bir işaret,
 - Yapılan sondajların kroki üzerinde gösterilmesi, koordinatlarının yazılması ve her bir sondajın yapıldığı yüzeyin kotları,
 - Yüzeydeki zeminin türü,
 - Yer altı suyunun durumu,
 - Ölçekli olarak çizilmiş sondaj logu ve üzerinde zemin tabakalarının cinsinin ve kalınlığının gösterilmesi,
 - Zeminin tanımlanması ve sınıflandırılması için yapılmış deneyler ve sonuçları,
 - Sondaj sırasında karşılaşılan güçlükler ve bu güçlüklerin aşılması için nelerin yapıldığına ait bilgiler bulunur.

1.9.2. Tutanakların Doldurulması

Tutanaklar; açık, anlaşılır bir dille yazılmalı, okunduğunda anlaşılması güç, ikilem yaratacak, farklı yorumlara neden olabilecek ifadelerden kaçınılmalı ve hazırlayıcılar tarafından okunarak imzalanmalıdır. Tutanakların bir örneği hazırlanan raporlarla birleştirilir. Tutanaktaki bilgiler aşağıdaki gibi doldurulur.

- **Başlık sayfası:** Deneyin ne olduğunu tam olarak gösteren uygun bir başlık, öğrencinin adı, öğrencinin laboratuvar grup numarası, deney numarası, deneyin yapıldığı tarih ve deney grubunda bulunan diğer öğrencilerin isimlerini içermelidir.
- **Deneyin amacı:** Deney yapmaktaki amacın ne olduğu belirtilmelidir. Deneyin niçin yapıldığı, deney sonuçlarından nasıl yararlanılacağı açıklanmalıdır. Raporun bu kısmı yaklaşık üç veya dört cümle ile ifade edilebilir.
-

- **İzlenen yol ve yöntem:** Deney yapılırken izlenen yöntem adım adım açıklanmalıdır. Eğer kullanılan bir laboratuvar kılavuzu varsa bu kılavuzda deneyin yapılışını açıklayan sayfalar referans olarak gösterilerek tekrar aynı adımların yazılmasına gerek kalmaz. Fakat değişik bir yol izlenmişse mutlaka bu değişiklikler raporun bu kısmında açıklanmalıdır.
- **Sonuçlar tablosu:** Bu kısım deneyle ilgili olan tüm veri ve bilgileri içermelidir. Sonuçlar tablosu basit olarak sonuçların bir özettir. Bunun için bir okuyucu sonucun ne olduğunu öğrenmek için raporu tamamen okumak zorunda kalmamış olur.
- **Şekiller, grafikler ve eğriler:**
 - Şekiller milimetrik kâğıtlar üzerine ölçekli olarak ve rapidolarla veya A4 boyutundaki kâğıtlar üzerine bilgisayarda çizilmelidir.
 - Veri noktaları daire, kare, üçgen ve diğer yaygın şekiller kullanılarak gösterilmelidir.
 - Eğriler pistolelerle koyuca çizilmelidir. Bir şekli üzerinde iki ve daha fazla eğri bulunması durumunda her bir eğrinin ne olduğu belirtilmelidir.
 - Ayrıca değişik renklerde çizilerek tanınması kolaylaştırılabilir.
 - Eğer veri noktalarına bir denklem uydurulmuşsa bu denklem grafik üzerinde verilmelidir.
 - Apsis ve ordinat eksenlerine isimler verilmelidir.
 - Her bir eksen için kullanılan ölçek kesin olarak belirtilmelidir.
 - Her bir grafik veya şekil için birer numara ve isim verilmelidir.
 - Çizilmiş olan her şekil veya grafik metin içinde referans olarak verilmelidir.
- **Örnek hesaplamalar:** Hesapların nasıl yapılarak sonuçların elde edildiği ayrıntılı olarak gösterilmelidir. Ölçüm birimleri tüm örnek hesaplamalarda gösterilmelidir. Kullanılan denklemler önce verilmeli sonra değişkenlerin sayısal değerleri denklemlerde yerine konularak hesap yapılmalıdır.
- **Sonuçların tartışılması:** Bu bölümde elde etmeyi beklediğiniz sonuçlarla elde ettiklerinizi kıyaslayıp eğer farklılıklar varsa nedenlerini açıklayınız. Kendi bulduğunuz sonuçların hassas olup olmadıklarını açıklayınız.
- **Varılan sonuçlar ve öneriler:** Elde edilen sonuçlara bakarak ne tür bir sonuca ulaşıldığı bu bölümde açıklanmalıdır. Elde edilen verilerin makul olup olmadığı burada tartışılabilir.
- **Orijinal veri sayfaları:** Deneyin yapılışı süresince kaydedilmiş her türlü kayıt ve okumalardan oluşur. Bütün bu sayfalar raporun sonuna eklenmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek öğretmeninizin göstereceği zemin numune hazırlama deneyini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney için numune temin ediniz.➤ Deney için gerekli araç-gereçleri hazırlayınız.➤ Deney numunesini ambalajından veya ud tüplerinden çıkarınız.➤ Deney numunesini deney için miktarı birlikte hazır hale getiriniz.➤ UD tüplerini çaplarına uygun piston başlıklarına takarak numuneyi iticiye bağlayınız.➤ Piston kolunu aşağı yukarı hareket ettirerek piston başlığının yukarıya doğru baskısıyla numunenin bozulmadan çıkmasını sağlayınız.➤ Yapılacak deneye ait yeterli numune miktarını numune kesiciyle alarak metal veya cam kaplara koyunuz.➤ Parça numunelerin korunmasını sağlayınız. Kalan numunelerden yapılacak başka deneyler için numune alınız.➤ Deneyde kullanılan araç-gereç ve laboratuvar ortamının temizliğini yapınız.➤ Numune tutanak ve raporlarını hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temizliği iyi yapılmamış, ölçüleri ve düzgünlüğü uygun olmayan aletleri kullanmayınız.➤ Yapacağınız işe uygun kıyafet kullanınız.➤ Eldivensiz çalışmayınız.➤ Deney numunesini ambalajından veya ud tüplerinden çıkarırken dikkat ediniz.➤ UD tüplerinin çaplarına uygun piston başlıklarının olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Numuneyi keserken numuneye zarar vermeden kesilme yapılmaya dikkat ediniz.➤ Deney bitince mutlaka deney ortamını ve araç-gereçleri temizleyiniz.➤ Tutanakları hazırlarken açık, anlaşılır bir dille yazınız.➤ Tutanaklar hazırlayanlar tarafından okunarak

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	UD tüplerinin bal mumu ile kapatılan ağızlarını keskin bir bıçakla açtınız mı?		
2	UD tüplerinin çapına uygun olan piston başlığını takarak pistonlu numune iticiye bağladınız mı?		
3	Piston kolunu aşağı yukarı hareket ettirerek piston başlığının yukarıya doğru baskısıyla numunenin bozulmadan çıkmasını sağladınız mı?		
4	Yapılacak deneye ait yeterli numune miktarını numune kesiciyle alarak metal veya cam kaplara koydunuz mu?		
5	Su muhtevası deneyi için alınan numuneleri, kurumayı önlemek amacıyla, alındıktan hemen sonra kapaklı kaplara koyup kapaklarını kapatarak hava ile temasını kestiniz mi?		
6	Kalan parçaların korunmasını sağladınız mı?		
7	Çalıştığınız ortam ve aletleri temizlediniz mi?		
8	Deney tutanak veya raporunu hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi numuneleri deneye hazırlamak için gerekli aletlerden **değildir?**
A) Etüv
B) UD tüpü
C) Beher
D) Deney elekleri
2. Aşağıdakilerden hangisi zemin **gruplarından değildir?**
A) Sağlam zeminler
B) İnce daneli zemin
C) Orta daneli zemin
D) İri daneli zemin
3. Dane boyutunda küçülme olmaksızın uflama işini aşağıdakilerden hangisi yapar?
A) Havan
B) Elek
C) UD tüpleri
D) Piston
4. Deneylerde kullanılacak olan numunenin toplam ağırlığı neye göre artırılıp azaltılabilir?
A) Zeminin grubuna
B) En büyük dane boyutuna
C) Yapılacak deney adedine
D) Hepsi
5. Örselenmemiş deney numunelerinin yapısal özelliklerini ve nemini kaybetmemesi için hangi önlemler alınmalıdır. ?
A) Numune metal tase konup, streçelenir
B) Numunune tüp içine konur
C) Numune metal kap içine konup, parafin ile kaplanır
D) Numune tüp içerisine konarak parafinle kapatılır

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

Bu öğrenme faaliyeti ile gerekli ortam sağlandığında, araziden getirilen zemin numunelerinin su muhtevası deneyini yaparak zeminin yüzde su muhtevasını hesaplayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bu faaliyeti tam olarak kavrayabilmek için çevrenizde devam eden büyük şantiyelere giderek oradaki zeminin durumunu (zeminin ıslaklığını, yer altı su seviyesini, suyun muhtevasının herhangi kimyasal su veya lağım suyu vs. olup olmadığını) gözleyiniz.
- Zeminin yüzde su muhtevasını sorarak öğreniniz.

2. ZEMİNLERDE SU İÇERİĞİ SAPTAMA DENEYİ

Bu deney, zemin örneklerinin su içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Zemin laboratuvar deneyleri içinde en sık kullanılan ve belirlenmesi en kolay su içeriği deneyidir. Bu deneyi özetlemek gerekirse, bir zemin örneğinin içerdiği su ağırlığının, aynı örneğin kuru ağırlığına oranı olarak tanımlanır ve yüzde olarak ifade edilir.

- Zeminlerde su içeriği deneyi iki şekilde yapılır. Bunlar:
 - Etüv kurutma yöntemi
 - Mikrodalga fırın yöntemi

Biz burada size ilk yöntem olan etüv kurutma yöntemi ile su içeriği bulma yöntemini anlatmaya çalışacağız. İkinci yöntem olan mikrodalga fırın yöntemi zeminin su içeriği değerinin acil ihtiyaç duyulması durumunda tercih edilir.

Her iki yöntem de TS EN ISO 22475-1 belirtilen hususlara dikkat edilerek yapılmalıdır.

2.1. Deney Araç-Gereçleri

2.1.1. Tanımı

- **Etüv:** Sürekli olarak 105 °C - 110 °C sıcaklık sağlayabilen, termostat kontrollü, hava dolaşımli fırındır.
- **Terazi:** 0.01 hassasiyetle ölçüm yapabilecek cihazdır.
- **Kap:** Numuneleri koymak için cam veya metal kutudur.
- **Desikatör:** Numuneden nem kaybını önleyen cam kaptır.
- **Eldiven:** Fırından örnek çıkarmak için kullanılan ısıya dayanıklı eldivendir.
- **Karıştırma spatulası:** Numuneyi karıştırmaya yarayan alet. Ucu yarım daire şeklinde 2–3 cm genişliğinde 10–20 cm uzunluğunda keskin bıçak.

2.1.2. Çeşitleri

- **Etüv:** Piyasada analog göstergeli, dijital göstergeli, mikro işlemci (zaman ve sıcaklık parametrelerini tek veya kademeli program girebilme), PID kontrollü (mikro işlemci özelliğine ek olarak sıcaklık salınımlarının en aza indirildiği çok hassas kontrol üniteleri), opsiyon el veya standart olarak hava sirkülasyonlu modeller, özel ebatlarda sanayi tip modeller ayrıca vakumlu etüv çeşitleri bulunmaktadır.
- **Terazi:** Hassas laboratuvar terazi çeşitleri kullanılmalıdır. Bunlarda piyasada çok geniş bir çeşitlikte bulunmaktadır. Örnek olarak UFO-1, NTK, NT, DM, AC, HGS çeşitleri verilebilir.
- **Kap:** Cam ve metal kaplar kullanılmaktadır. Cam kap olarak cam beherler, mezürler, cam balonlar, desikatörler gibi çeşitleri bulunmaktadır. Metal kaplarda pirinç ve alüminyum esaslı kaplar kullanılır.
- **Desikatör:** Vakumlu ve vakumsuz olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır. 200 mm ve 300 mm çaplı çeşitleri en sık kullanılanlardır.
- **Karıştırma spatulası:** Kullanılan bıçaklar paslanmaz çelikten üretilip, sapları ahşap ve plastikten yapılmıştır.

2.1.3. Özellikleri

- **Etüv:** Doğal veya koşullu konveksiyon olan, ortam sıcaklığı ile 200 °C arası sıcaklık kontrolü sağlayan, 3 bölmeli, analog veya dijital termostatlı / göstergeli 220 volt 50 hertz 1 faz gibi özellikleri bulunmaktadır.
- **Terazi:** Dokunmatik tuş panelli, ağırlık tartımı ve parça sayımı, limit fonksiyonu ile seri tartı kontrolü, otomatik ve dijital tara alabilme gibi özellikleri bulunmaktadır.
- **Kap:** Cam kaplarda kapasiteler 10 ml-2000 ml arasındadır. Metal kaplarda ise kapasite numunenin ağırlık ve hacmine göre değişiklik göstermektedir.
- Genel olarak 1,5 l- 10 l arasındadır.

- **Desikatör:** Özellikle gravimetrik analizlerde ısıtılarak kurutulan maddelerin nem kapmaması için içlerine soğumaya bırakılan cam malzemelerdir. Desikatörlerin içine nem çekici olarak P2O5 gibi maddeler konur. Kapaklarının kolay açılması için vazelin sürülür.
- **Karıştırma spatulası:** Bıçak uzunluğu 100 mm, 150 mm, 200 mm ve 280 mm olan bıçaklar kullanılır. Kullanılan bıçaklar paslanmaz çeliktir. Sapları ise plastik ve ahşaptan yapılmıştır.

2.1.4. İşlerlikleri

- **Etüv:** Ortam sıcaklığı ile 200°C arası sıcaklık kontrolü sağlayabilen, sıcaklık hassasiyeti $\pm 1^\circ\text{C}$ olan fırınlar kullanılmalıdır. Deneye uygunlukta kurutma yapabilecek kapasitede olmalıdır.
- **Terazi:** 0,01g ve 1g duyarlılıkta deneye uygun tartım yapabilecek laboratuvar terazileri olmalıdır.
- **Kap:** Numunelere uygun ölçülerde olmalıdır.
- **Desikatör:** Numunenin nem kaybını önleyecek nitelikte olmalıdır. Bunun sağlanabilmesi için vakumlu ve içinde nem önleyici jel kullanılan desikatörler kullanılmalıdır.
- **Karıştırma spatulası:** Numunelerin kesilmesinde ve düzeltilmesinde sorun yaşanmayacak özelliklerde olmalıdır.



Şekil 2.1: Çeşitli metal kaplar



Şekil 2.2: Desikatörler

2.2. Numunenin Ambalajından Çıkarılması

Numunelerin ambalajlardan çıkarılması ve korunması şu şekilde yapılır:

- Araziden laboratuara getirilen zemin örnekleri şekillerine göre ambalajlarından çıkarılarak korunmaya alınır. Poşetlerle getirilen numuneler üzerindeki etiketleri alınıp kontrol edilerek poşetlerinden çıkartılıp korunmaya alınır. Aynı şekilde tüplerle veya çarıklerle getirilen numuneler fazla örselenmeden çıkartılarak korunmaya alınıp deneye hazır hale getirilir.
- Laboratuara getirilen zemin örnekleri, deney yapılana kadar, korozyona uğramayan ve hava sızdırmayan kaplar içerisinde, direkt güneş ışığı etkisinde kalmayacak ve hava akımına uğramayacak şekilde 3°C – 30°C sıcaklık ortamında korunmalıdır. Kavanoz ve benzeri örnek kapları içindeki örselenmiş zemin örnekleri, kap içerisindeyken su kaybını önleyecek veya en aza indirecek şekilde depolanmalıdır.

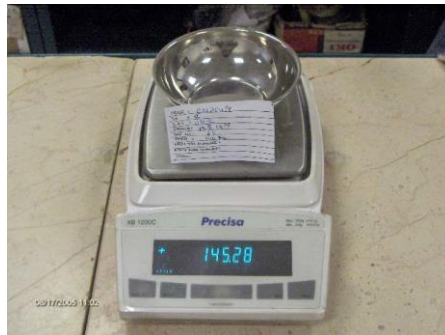
2.3. Deney Kabının Temizlenmesi

Deneyde kullanılacak örnek kaplar temizlenip kurutulduktan sonra kap ağırlıklarının tartılması işlemine geçilir.

2.4 Numunenin Tartılması

Numunenin tartılmasından önce cam veya metal kapların ağırlıkları tartılarak deney kartına kaydedilir. Örnek kaplarının her birisinin üzerinde basılı bir numara olmalıdır. Su içeriği belirlenecek olan örneklerin birbirine karışmaması için bu numarada deney kartına kaydedilir. Bu işlem yapıldıktan sonra yaş zemin örneğinden yeterli miktarda alınarak ağırlığı kap ile birlikte tartılır.

Metal veya cam temizlenip kurutulduktan sonra kaplar 0.01g hassaslığındaki bir terazide şekil 13'teki gibi tartılır. Bu kütleler dara kütleleri olarak kaydedilir. Metal veya cam kabın kütlesidir (dara = M_t).



Şekil 2.3: Metal kabın darasının belirlenmesi

2.5. Numunenin Kap ile Birlikte Tartılması

Örselenmiş ıslak zeminden bir parça alınarak kaba konular ve su muhtevasının değişmemesi için şekil 14'teki gibi hızlıca tartılır. Kütle M_{tws} olarak kaydedilir (kap + yağ zemin kütleli = M_{tws}).



Şekil 2.4: Islak zeminin kapla birlikte tartılması

2.6. Numunenin Kap İle Birlikte Değişmez Ağırlığının Bulunması

Numunenin 1 saat ara ile birbiri ardına alınan ağırlıklar arasındaki farkın % 0,1 kadar veya daha az olduğu durumda, numunenin değişmez ağırlığa geldiği kabul edilir.

Numunenin değişmez ağırlığının bulunması şu şekilde yapılır:

- Kap ve ıslak zemin etüve konularak sabit bir kütleyle gelinceye kadar bekletilir.
- Deney örneği değişmez ağırlığa gelinceye kadar etüvede bekletilerek kuruması sağlanır.
- Etüvün sıcaklığı 110 ± 5 °C'ye ayarlanarak çalıştırılır. Bu süre genellikle 16 ile 24 saat arasında değişip zeminin cinsine, miktarına, ıslaklığına ve etüvün özelliklerine bağlıdır.
- Kumlu ve çakıllı zeminler için yaklaşık 4 – 5 saat yeterli olurken, çoğu killi zeminler için 12 – 16 saat (bir gece boyu) gerekebilmektedir.
- Bazı organik zeminler ve jips içeren zeminler 110°C sıcaklıkta kurutuldukları zaman bazı fiziksel özelliklerini kaybetmektedir. ASTM D – 2216'ya göre alçıtaşı ihtiva eden malzemeler alçı dehidrasyonu derecesini azaltmak için, ya da yüksek ölçüde organik topraklarda ayrışmasını azaltmak amacıyla, 60°C sıcaklıkta ya da oda sıcaklığında bir desikatör içinde bu malzeme kurutulabilir.



Şekil 2.5: Kurutulmak üzere etüve yerleştirilen zemin numuneleri



Şekil 2.6: Etüvde kurutulmuş zemin numuneler

2.7. Desikatörde Soğutma ve Tartma

Değişmez ağırlığa gelen zemin örneği etüvden çıkartılarak, soğuması için bir desikatörün veya nem kabının içerisine konulur ve oda sıcaklığına veya çıplak elle tutulabilecek sıcaklığa gelinceye kadar soğuması beklenir. Numunenin doğal ortamda değil de nem kabı veya desikatörün içinde soğumaya bırakılmasındaki temel amaç laboratuvar ortamında açıkta bekletilirse, ortamdan bir miktar nem çekerek yaş duruma geleceğinden, numunelerin soğuyana kadar desikatör vb. hava sızdırmaz bir kaptaki bekletilmesidir.

Soğuma işlemi tamamlandıncı desikatörden alınan kuru örnek kapla birlikte tartılarak ağırlığı kaydedilir (kap + kuru zemin kütlesi = M_{tds}).



Şekil 2.7: Desikatörde numune soğutma

2.8. Temizlik Yapılması

Deneyde hesaplamalar yapıp numunenin su içeriğinin bulunmasından ve başka yapılacak deneyler için kalan numuneden örnekler alınmasından sonra laboratuvar ortamı, deneyde kullanılan araç ve gereçler temizlenip yerlerine koyularak bir başka deney için hazır hale getirilir.

2.9. Deney Raporunun Hazırlanması

Deney raporunun hazırlanabilmesi için öncelikle deney hesaplamalarının yapılması gerekir. Biz şimdi bir örnek üzerinde su içeriği deneyine ait hesaplamalar yapalım.

Zeminin su muhtevası (w) kuru zemin ağırlığının yüzdesi olarak aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \% \text{ olarak,}$$

$$w = \frac{\text{Su Kütlesi}}{\text{Kuru Zemin Kütlesi}} \times 100$$

$$w = \frac{M_{tws} - M_{tds}}{M_{tds} - M_t} \times 100$$

$$w = \frac{(\text{kap} + \text{ıslak zemin}) - (\text{kap} + \text{kuru zemin})}{(\text{kap} + \text{kuru zemin}) - (\text{kap})} \times 100$$

$$M_w = (\text{kap} + \text{ıslak zemin}) - (\text{kap} + \text{kuru zemin}) = M_{tws} - M_{tds}$$

$$M_s = (\text{kap} + \text{kuru zemin}) - \text{kap}$$

$$= M_{tds} - M_t$$

Su kütlesi,

Kuru zemin kütlesi

Örnek 1:

Araziden laboratuara getirilen bir zemin numunesinden bir miktar alınıp, daha önce 145,28g olarak tartılan bir kaba konularak doğal halde tartıldığında 830,59g olduğu görülmüştür. Numune $105 \pm 5^\circ\text{C}$ sıcaklıkta bir fırında (etüv) 24 saat kurutulduktan sonra 681,45g olarak tartılmıştır. Buna göre zeminin doğal su içeriğini hesaplayınız.

Çözüm:

Kabın kütlesi	:	Mt	= 145,28 g
kap + ıslak zemin kütlesi	:	Mtws	= 830,59 g
kap + kuru zemin kütlesi	:	Mtds	= 681,45 g

Numune içerisinde bulunan su miktarı;

kap + ıslak zemin kütlesi	:	Mtws	= 830,59 g
kap + kuru zemin kütlesi	:	Mtds	= <u>681,45 g</u>
su kütlesi	:	Mw	= 149,14 g

Numune içerisinde bulunan katı parçacıkların (danelerin) kütlesi;

kap + kuru zemin kütlesi :	Mtds	= 681,45 g
Kabın kütlesi :	Mt	= 145,28 g
kuru zemin	Ms	= 536,17 g

Su içeriği (su muhtevası),

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \% \text{ olarak,} \quad w = \frac{149,14}{536,17} \times 100 = 27,8$$

W= % 28 olarak bulunur.

Örnek deney raporu

Numunenin geldiği yer: Zemin Laboratuar	Deney Tarihi:				
Sondaj n. :	Deneyi Yapan: 1.				
Numune n. :	2.				
Derinlik(metre) :	3.				
Numunenin Tanımı :	4.				
Deney No.	1	2	3	4	
1.Kap No.					
2.Kap (g)					
3.Kap+ıslak numune (g)					
4.Kap+kuru numune (g)					
5.Su Kütlesi (g)					
6.Kuru numune(g)					
7.Su muhtevası, % w					

Örnek 2:

Araziden laboratuara getirilen bir zemin numunesinden bir miktar alınıp bir kaba konularak doğal halde tartıldığında 354,95g. olduğu görülmüştür. Numune $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta bir fırında (etüv) 24 saat kurutulduktan sonra 291,26g olarak tartılmıştır. Numune kabının 85.29g olduğu bilindiğine göre zeminin doğal su içeriğini hesaplayınız.

Çözüm:

$$\begin{aligned} \text{Kabın kütlesi} & : \quad \text{Mt} = 85,29 \text{ g} \\ \text{kap + ıslak zemin kütlesi} & : \quad \text{Mtw} = 354,95 \text{ g} \\ \text{kap + kuru zemin kütlesi} & : \quad \text{Mtd} = 91,26 \text{ g} \end{aligned}$$

Numune içerisinde bulunan su miktarı;

$$\begin{aligned} \text{Kap + ıslak zemin kütlesi} & : \quad \text{Mtw} = 354,95 \text{ g} \\ \text{-Kap + kuru zemin kütlesi} & : \quad \text{Mtd} = - 291,26 \text{ g} \\ \text{Su kütlesi} & : \quad \text{Mw} = 63,69 \text{ g} \end{aligned}$$

Numune içerisinde bulunan katı parçacıkların (danelerin) kütlesi;

Kap + kuru zemin kütlesi:	Mtds	=	291,26 g
<u>Kabın kütlesi</u> :	Mt	=	- 85,29 g
Kuru zemin	Ms	=	205,97 g

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \% \text{ olarak,} \quad w = \frac{63,69}{205,97} \times 100 = 30,9$$

W= % 31 olarak bulunur.

Yukarıda yapılan örnekten çıkan sonuca göre deney raporu aşağıdaki gibi hazırlanır.

Numunenin geldiği yer: Zemin Laboratuvarı		Deneyi Yapan:			
Sondaj no	:	Deney Tarihi:			
Numune no	:	İş no:			
Derinlik(metre)	:	Açıklama:			
Numunenin Tanımı	:				
Deney No.	1	2	3		
1.Kap No.	40				
2.Kap (g)	85,29				
3.Kap+ıslak numune (g)	354,95				
4.Kap+kuru numune (g)	291,26				
5.Su Kütlesi (g)	63,69				
6.Kuru numune(g)	205,97				
7.Su muhtevası, %w	31				

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek zeminlerde su içeriği saptama deneyini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney için numune temin ediniz.➤ Deney için gerekli araç-gereçleri hazırlayınız.➤ Deney numunesini ambalajından veya ud tüplerinden çıkarınız.➤ Deney numunesini deney için miktarı birlikte hazır hale getiriniz.➤ UD tüplerini çaplarına uygun piston başlıklarına takarak numuneyi iticiye bağlayınız.➤ Piston kolunu aşağı yukarı hareket ettirerek piston başlığının yukarıya doğru baskısıyla numunenin bozulmadan çıkmasını sağlayınız.➤ Yapılacak deneye ait yeterli numune miktarını numune kesiciyle alarak metal veya cam kaplara koyunuz.➤ Parça numunelerin korunmasını sağlayınız. Kalan numunelerden yapılacak başka deneyler için numune alınız.➤ Deney kabını temizleyip kabın tartılma işlemine geçiniz. Tartılan ağırlığı deney kartına yazınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temizliği iyi yapılmamış, ölçüleri ve düzgünlüğü uygun olmayan aletleri kullanmayınız.➤ Yapacağınız işe uygun kıyafet kullanınız.➤ Eldivensiz çalışmayınız.➤ Deney numunesini ambalajından veya ud tüplerinden çıkarırken dikkat ediniz.➤ UD tüplerinin çaplarına uygun piston başlıklarının olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Numuneyi keserken numuneye zarar vermeden kesme yapmaya dikkat ediniz.➤ Kap ağırlığı tartılırken kaplarda numara olmasına dikkat ediniz.➤ Yaş zemin ve kap ağırlığı tartılırken terazinin hassas ölçüm yapmasına dikkat ediniz.➤ Etüve konulacak yaş zeminin bekletilme süresini kontrol ediniz. Bekletilme süresi numune özelliklerine göre değişeceğini unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kap ile birlikte yaş zemin ağırlığını tartıp deney kartına yazınız.➤ Yaş zeminin değişmez ağırlığının bulunması için etüve koyarak kurumayı sağlayınız.➤ Kurutma işlemi bittikten sonra kuru zeminin soğuması için nem kabına veya desikatörlere koyunuz.➤ Nem kabında hava almadan soğuyan kuru zemin kap ile birlikte tartılıp sonucu deney kartına yazınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Etüvden çıkan kuru zemini laboratuvar ortamında soğumaya bırakmayınız.➤ Etüvden çıkan kuru zemini nem kabına veya desikatörler içinde soğumaya bırakınız.➤ Kuru zemin ve kap ağırlığı tartılırken terazinin hassas ölçüm yapmasına dikkat ediniz.➤ Elde edilen verilere göre hesaplama yapılırken dikkatli ve kontrollü hesap yapınız.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elde edilen verilere göre zemin örneğinin su içeriğini hesaplayınız. ➤ Su içeriği bulunduktan sonra deney raporunu hazırlayınız. ➤ Deneyde kullanılan araç-gereç ve laboratuvar ortamının temizliğini yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonuçlara göre deney raporunu eksiksiz ve doğru şekilde doldurunuz. ➤ Deney bitince mutlaka deney ortamını ve araç-gereçleri temizleyiniz. ➤ Raporları hazırlarken açık ve anlaşılır bir dille yazınız. ➤ Raporlar hazırlayanlar tarafından okunup imzalanmalıdır.
--	---

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Deneye başlamadan önce yeterli sayıda metal veya cam kap hazırlayıp üzerlerine numaralar verdiniz mi?		
2	Kullanacağınız metal veya cam kapları terazide tartıp bu kütleleri tara kütleleri olarak kaydettiniz mi? Metal veya cam kabın kütlesi (dara = M_t)		
3	Islak zeminden bir parça alarak kaba koydunuz mu? Su muhtevasının değişmemesi için hızlıca tartıp kütle M_{tws} olarak kaydettiniz mi? (kap + yaş zemin kütlesi= M_{tws})		
4	Sonra kap ve ıslak zemini fırına koyarak sabit bir kütleyle gelinceye kadar beklettiniz mi?		
5	Etüvdeki zemini sabit bir kütleyle geldikten sonra alarak havadan nem almaması için hızlıca tartıp ve kabın ağzını kapattıktan sonra kütlelerini (M_{tds}) kaydettiniz mi?		
6	Kaydedilen değerleri verilenler olarak alt alta yazıp gerekli formüllerde yerlerine koyarak yüzde su muhtevası değerini buldunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Su içeriğinin çok acil bulunması istediğinde hangi yöntem kullanılır?
A) Etüv ile kurutma
B) Doğal yöntemle kurutma
C) Mikrodalga fırın ile kurutma
D) Desikatörde kurutma
2. Numunenin etüvde kurutulma süresini aşağıdakilerden hangisi **değiştirmez**?
A) Zemin örneğinin miktarı
B) Etüvün özelliği
C) Zeminin çeşidi
D) Numune kabı
3. Etüv sıcaklığı genellikle kaç °C ayarlanarak çalıştırılır?
A) 110 B) 125 C) 90 D) 130
- B) Etüvden çıkan zemin numunesi nasıl soğutulmalıdır?
A) Laboratuvar ortamında
B) Desikatörlerde
C) Etüv içinde
D) Dışarıda
- C) Numunenin değişmez ağırlığa gelmesi ne demektir?
A) kap + ıslak zemini ağırlığı
B) Sabit yaş zemin ağırlığı
C) Sabit kap + kuru zemin ağırlığı
D) Sabit yaş zemin ağırlığı – kap ağırlığı
- D) Bir zemin numunesi bir metal kap içinde tartılmış ve 583,68 g elde edilmiştir. Metal kap 95,38 g'dır. 24 saatlik sürede 105°C sıcaklıkta etüvde kurutulduktan sonra, kap ile birlikte numune ağırlığı 396,87g bulunmuştur. Bu zemin numunesinin su içeriğinin değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) % 60 B) % 62 C) % 64 D) % 68
- E) Bir zemin numunesi bir teneke kutu içinde tartılmış ve 153,78g elde edilmiştir. Teneke kutunun darası 35,30g'dır. 24 saatlik sürede 105°C sıcaklıkta bir etüvde kurutulduktan sonra, kap ile birlikte numune ağırlığı 103,23g bulunmuştur. Bu zemin numunesinin su içeriğinin değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) % 70 B) % 72 C) % 74 D) % 78

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki uygulamaları öğretmeninizin gözetiminde yapınız.

Araziden gelen örselenmemiş zemin numunesini su muhtevası deneyine hazırlayarak yüzde su muhtevası değerini bulunuz.

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanmadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	UD tüplerinin bal mumu ile kapatılan ağızlarını keskin bir bıçakla açtınız mı?		
2	UD tüplerinin çapına uygun olan piston başlığını takarak pistonlu numune iticiye bağladınız mı?		
3	Piston kolunu aşağı yukarı hareket ettirerek piston başlığının yukarıya doğru baskısıyla numunenin bozulmadan çıkmasını sağladınız mı?		
4	Deneye başlamadan önce yeterli sayıda metal veya cam kap hazırlayıp numaralandırdınız mı?		
5	Yapılacak deneye ait yeterli numune miktarını numune kesiciyle alarak metal veya cam kaplara koydunuz mu?		
6	Su muhtevası deneyi için alınan numuneleri, kurumayı önlemek amacıyla, alındıktan hemen sonra kapaklı kaplara koyup kapaklarını kapatılarak hava ile temasını önlediniz mi?		
7	Numuneden gerekli olan miktarı aldıktan sonra numunenin geri kalanını, daha sonraki deneyler için muhafaza altına aldınız mı?		
8	Kullanacağınız metal veya cam kapları terazide tartıp bu kütleleri tara kütleleri olarak kaydettiniz mi? Metal veya cam kabın kütlelidir (dara = M_t).		
9	Islak zeminden bir parça alarak kaba koydunuz mu? Su muhtevasının değişmemesi için hızlıca tartıp, kütle M_{tws} olarak kaydettiniz mi (kap + yaş zemin kütle = M_{tws})?		
10	Sonra kap ve ıslak zemini fırına koyarak sabit bir kütleye gelinceye kadar beklettiniz mi?		

11	Fırındaki zemini sabit bir kütleyle geldikten sonra alarak havadan nem almaması için hızlıca tartıp ve kabın ağzını kapattıktan sonra kütleini (M_{tds}) kaydettiniz mi?		
12	Kaydedilen değerleri verilenler olarak alt alta yazdınız mı? Gerekli formüllerde yerlerine koyup yüzde su içeriği değerini buldunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	A
3	A
4	C
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	A
4	B
5	C
6	B
7	C

KAYNAKÇA

- **İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri**, TSE Yayınları TS 1900-2, Ankara, 2006.
- Prof. Dr. AYTEKİN Mustafa, **Deneysel Zemin Mekaniği**, Teknik Yayınevi, Ankara, 2004.
- Prof. Dr. ORHAN Mehmet, Doç. Dr. Mustafa ÖZER, jeol. Yük. Müh. Nihat IŞIK S. , **Zemin Mekaniği Laboratuvar Deneyleri Cilt 1**, Gazi Kitabevi Yayınları, Ankara, 2004.
- Prof. Dr. UZUNER A. Bayram, **Temel Zemin Mekaniği Kitabı**, Derya Kitabevi Yayınları, Trabzon, 2005.
- **Toprak ve Stabilizasyon Laboratuvarı El Kitabı**, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1991.