

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

**ÖZGÜL AĞIRLIK VE İNCE MADDE ORANI
582YİM486**

ANKARA, 2012

- 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 FAALİYETİ-1	2
1. AGREGADA ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME TAYİNİ.....	2
1.1. İnce Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini	2
1.1.1. Deney Araç Gereçleri	2
1.1.2. Deney Miktarı ve Özelliği	5
1.1.3. Deneyin Yapılışı	5
1.1.4. Özgül Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması	9
1.1.5. Su Emme Yüzesinin Hesaplanması	10
1.1.6. Deney Raporunun Hazırlanması	10
1.2. İri Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini	14
1.2.1. Deneyin Amacı	14
1.2.2. Deneyde Kullanılan Aletler	14
1.2.3. Deneyin Yapılışı	15
1.3. İnce Agreganın Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini Deneyinin Yapılması	16
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	21
2. AGREGADA İNCE MADDE MİKTARI DENEYİ YAPMAK	21
2.1. Deney Araç Gereçleri	21
2.2. Deney Numunesi	22
2.2.1. Numune Miktarı	22
2.2.2. Numune Özelliği	22
2.3. Deney Yöntemi	22
2.3.1. Çökeltme	23
2.3.2. Yıkama	23
2.4. Deneyin Yapılışı	23
2.4.1. İnce Madde Oranının Çökeltmek Tayini Yöntemi	23
2.4.2. İnce Madde Miktarının Yıkama ile Tayini Yöntemi	26
2.5. Deney Raporunun Hazırlanması	27
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33
MODÜL DEĞERLENDİRME	34
CEVAP ANAHTARLARI	36
KAYNAKÇA	37

AÇIKLAMALAR

KOD	582YIM486
ALAN	İnşaat Teknolojisi
DAL/MESLEK	Beton- Çimento ve Zemin Teknolojisi
MODÜLÜN ADI	Özgül Ağırlık ve İnce Madde Oranı
MODÜLÜN TANIMI	Laboratuvarda beton agregalarına ait deneylerin yapılması ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32(+40/32 Uygulama tekrarı yapmalı)
ÖNKOŞUL	
YETERLİK	Agregada özgül ağırlık ve ince madde miktarı tayini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında laboratuvarda agrega deneylerini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Laboratuvarda agregalara ait özgül ağırlık ve su emme tayini deneyini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz. 2. Laboratuvarda agregalara ait çok ince madde miktarı deneyini kurallara uygun yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf Donanım: Yazı tahtası, kaynak kitaplar, rapor ve tutanak örnekleri, agrega deney laboratuvarı ve iş güvenliği ekipmanları
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,

Meslek tanımının değişmekte olduğu ve meslek dallarının çeşitlendiği bir dönemi yaşamaktayız. Günümüzde eskiden var olan bir çok meslek ortadan kalkmakta ya da istihdam şansı azalmaktadır. Bunun yanında bazı mesleklerde istihdam artarken birçok yeni meslek de ortaya çıkmaktadır.

İçinde bulunduğumuz inşaat sektörü de bu durumdan en çok etkilenenlerin başında gelmektedir. Eskiden, “Mesleğin nedir?” diye sorulduğunda inşaatçiyım, yapıcıyım, yapı teknisyeniyim vb. tanımlar yeterli iken günümüzde bu tür tanımlar yetersiz kalmaktadır. Çünkü bu kavramların çok geniş bir alanı tarif ettiği ve bunun onlarca ustalık ve uzmanlık (duvarcılık, betonarme demirciliği, boyacılık, ahşap doğramacılığı, plastik doğramacılığı vb.) dalının olduğu bir gerçektir.

Sektörün ihtiyacı daha çok, sınırları belli ve uzmanlık isteyen mesleklerdir. Örneğin bir işveren işe alacağı kişide birçok alanda genel bilgisi olmasını değil istediği alanda uzmanlık derecesinde bilgisi olmasını tercih etmektedir.

Bu modülle edineceğiniz bilgi ve beceri ile sektörde tanımlanmış istihdam şansı yüksek olan agrega laboratuvar teknisyenliğinin 3. basamağını tamamlayacaksınız. 5. basamak eğitimi ile de bu unvanı elde edeceksiniz.

Laboratuvar teknisyenliği geçmişte eski olmakla beraber istihdam şansı artan bir meslektir. Agrega laboratuvar teknisyenliği unvanı ile hazır beton üreten firmalarda, yapı denetim bürolarında, belediyelerde vb. alanlarda rahatlıkla iş bulabileceksiniz.

Özellikle 17 Ağustos 1999 yılında yaşadığımız deprem felaketinden çıkardığımız en büyük sonuçlardan biri de inşaat sektörünün her aşamasında kalite, kalite kontrol ve denetiminin ne kadar hayati olduğudur.

Bu anlamda inşaat sektörünün vazgeçilmez ürünlerinden agrega üretiminin ilk basamağından başlayarak son kullanım noktasına kadar kalite kontrol ve denetiminin yapılması zorunludur.

Sizler agrega kalitesinin tespitine yönelik bu modülle edineceğiniz bilgi ve beceriyle istihdam imkânı yüksek bir mesleğe sahip olmakla kalmayıp ileride içinde insanların güvenle yaşadığı binaların yapımında imzanız olduğu için manevi hazzı da tadacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında agregada özgül ağırlık ve su emme tayini deneyini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yakındaki bir agrega deney laboratuvarına gidip deneyin yapılış talimatını yazarak sınıfta okuyunuz.
- Yakındaki bir agrega deney laboratuvarına giderek deneyin yapılışında kullanılan araç gereçleri maddeler hâlinde yazınız, her birinin ne işe yaradığını sınıfta açıklayınız.

1. AGREGADA ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME TAYİNİ

1.1. İnce Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini

Agregaların özgül ağırlığı gerçek birim hacmine karşılık gelen ağırlığı olarak tanımlanır. Agregaların özgül ağırlığı beton karışım hesaplarının yapılması için gereklidir.

Beton yapımında kullanılacak doğal veya yapay agregaların, kuru ve doymun kuru yüzey özgül ağırlıklarını ve görünen özgül ağırlığı ile su emme oranını belirlemek üzere uygulanan bir metottur.

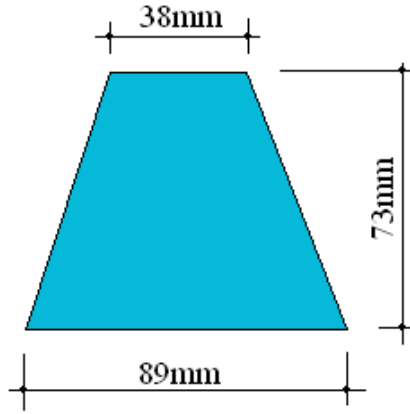
1.1.1. Deney Araç Gereçleri

- Ölçü kabı (balon joje)
- Metal kalıp
- Sıkıştırma çubuğu
- Vakum pompası
- Desikatör
- Etüv
- Cam levha
- Terazî

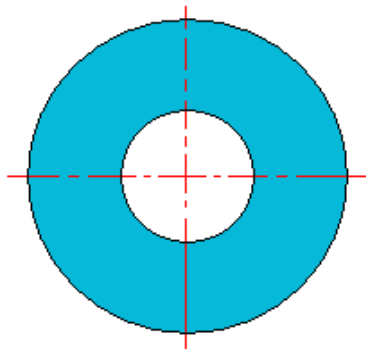
- Tablalı ısıtıcı veya hava üflemeli ısıtıcı
- Tavalar
- Havlu veya benzeri kurutma bezleri
- Mala
- Termometre

Özellikleri, kullanıldığı işler:

- Ölçü kabı (balon joje): 500 ml (cm³)'lik cam bir ölçü kabıdır.
- Metal kalıp: Kesik huni biçimli, metal, üst iç çapı 38 mm, yüksekliği 73 mm, alt iç çapı 89 mm olan kesik koni biçimli metal bir kalıptır (Şekil 1.1).
- Sıkıştırma çubuğu: Ucu yuvarlatılmış 25 mm çapında ve yaklaşık 350 gram ağırlığındadır.



Yan Görünüş



Üst görünüş

KESİK HUNİ

Şekil 1.1: Metal kalıp

- Vakum pompası (Resim 1.1)
- Desikatör (Resim 1.2)
- Etüv: 105± 5°C (Resim 1.3)

- Cam levha: Ölçü kabının üstünü kapatacak büyüklüktedir.
- Terazi: 2 kg çekerli, 0,1g duyarlı (Resim 1.4)
- Tablalı ısıtıcı veya hava üflemleri ısıtıcı: Deney numunesinin yakın çevresindeki sıcaklığı $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ çıkarabilecek güçte gaz veya elektrik ısıtmalı veya hava üflemleri bir ısıtıcıdır.
- Tavalar
- Havlu veya benzeri kurutma bezleri
- Mala
- Termometre (bir derece $^{\circ}\text{C}$ bölüntülü)



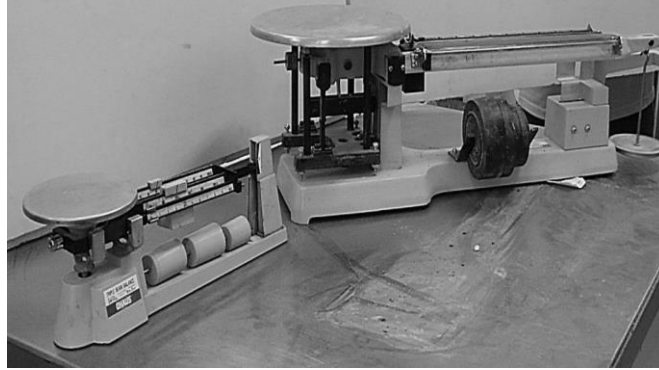
Resim 1.1: Vakum pompası



Resim 1.2: Desikatörler



Resim 1.3: Etüv



Resim 1.4: Terazi

1.1.2. Deney Miktarı ve Özelliği

Deneyde kullanılacak numune miktarı, en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Gerekli deney numunesi miktarı Tablo 1.1’de verilmiştir.

En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)	0,25	0,5	1	2	4
Deney Numunesi Miktarı (kg)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Tablo 1.1: Özgül ağırlık tayini için gerekli numune miktarı

1.1.3. Deneyin Yapılışı

➤ **Deney ortamı**

- Malzemeyi tam temsil eden deney numunesi bölgeç veya çeyrekleme yöntemiyle Tablo 1.1’de belirtilen miktar kadar alınır.

- Tane büyüklüğüne bağlı olarak alınan numuneler, tam doymun hâle gelinceye kadar (en az 24 saat) su içinde bekletilir.
- Suya doymun hâle gelmiş numune, ince taneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek tava içine yayılır.
- Tavadaki numune tablalı ısıtıcı veya hava akımı oluşturan ısıtıcı ile sürekli karıştırılarak DKY (doymun kuru yüzey) hâline gelmesi çabuklaştırılır. DKY hâli ince agreganın koyu ıslak renkten, açık (kuru) renge değişmeye başladığı anın hemen sonrasındır. Bu hâlin anlaşılması deneyi yapan kişinin deneyimine bağlıdır.
- Numunenin çok kurumamasına özen gösterilmelidir. DKY durumuna gelip gelmediği gözle muayenede anlaşılammış ise bunu tespit etmek için kesik huni yöntemi veya kesme yöntemlerinden biri uygulanır.

➤ **Numunenin DKY ağırlığını bulma**

DKY, agreganın yapısındaki boşlukların su ile dolu yüzeyin kuru olduğu durumudur.

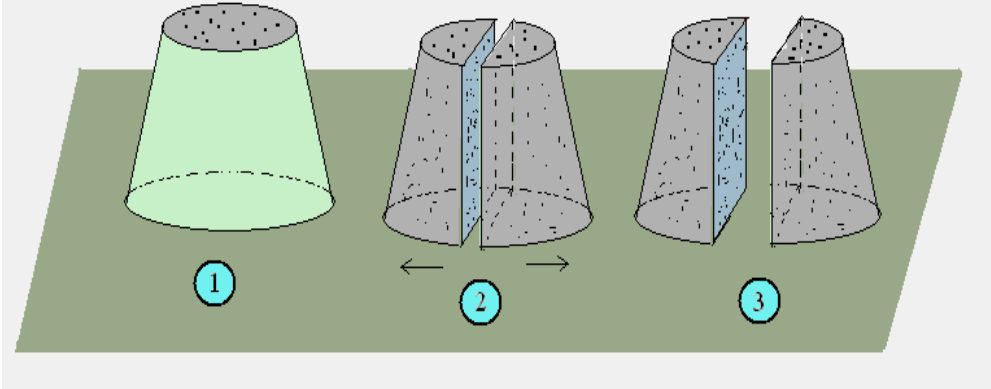
- **DKY hâlinin kesik huni yöntemi ile belirlenmesi**

DKY hâline geldiği tahmin edilen numune, geniş yüzeyi alta gelecek şekilde duran kesik huni biçimli metal kalıba gevşek olarak yerleştirilir. Sıkıştırma çubuğu ile 25 defa hafifçe şişlenir. Kesik huni hafifçe çıkarıldığında numune konikliğini devam ettiriyorsa serbest nem var demektir. Kurutmaya devam edilmesi ve bir süre sonra bir kez daha bu işlemin yapılması gerekir. Numunenin konikliğinin serbestçe bozulduğu görüldüğünde DKY hâline geldiği anlaşılır. Herhangi bir nedenle kurutmanın gereğinden fazla yapılması hâlinde az miktarda suyun püskürtülmesi ile nemlendirilen numune yeniden kesik huni deneyine tabi tutulmalıdır.

- **DKY hâlinin kesme yöntemi ile belirlenmesi**

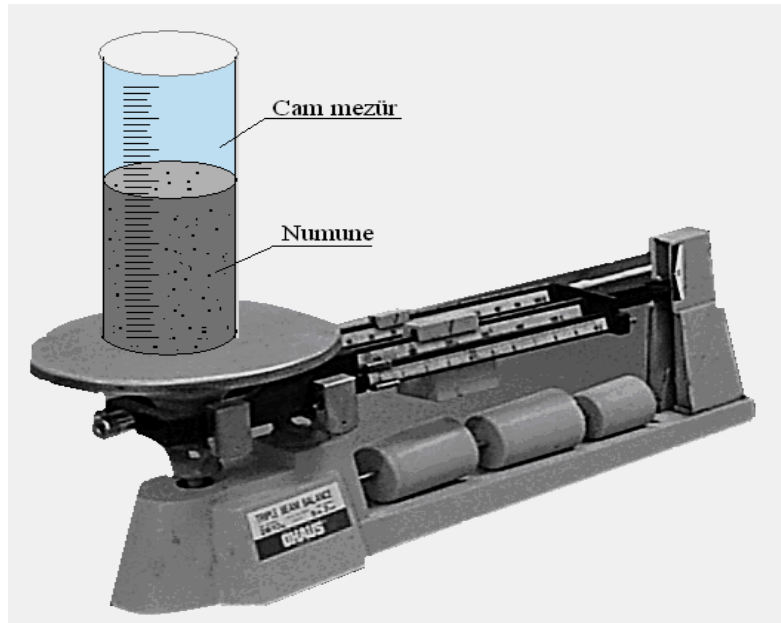
DKY olduğu tahmin edilen numune yarım küre şeklinde bir yığın hâline getirilir. Yığın mala ile düşey olarak ikiye bölünür. Bölünen ara yüzeyler kendilerini tutuyor ise kurutmaya devam edilir. Bu yüzeylerin yıkıldığı durumda DKY hâline geldiği anlaşılır.

- 1- Agrega koni içerisine doldurulup koni yukarı çekilir
- 2- Agrega yığını mala ile düşey olarak kesilir ve heriki yana ayrılır
- 3- Yığımda herhangi bir bozulma, dağılma olmuyorsa ıslaklığı fazladır kurutmaya devam edilir.



Şekil 1.2: DKY hâlinin kesme yöntemi ile belirlenmesi

- DKY hâline getirilmiş numunedan 400 g tartılır ve geriye kalan numune etüve koymak için ayrılır. Malzemenin DKY ağırlığı (M_2) olarak kaydedilir.
- Daha sonra numune etüve konularak etüv kurusu hâline getirilir.
- Numune desikatöre konarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur.
- Soğuyan numune, cam ölçü kabına doldurulur ve birlikte tartılır. Ölçü kabının daha önceden saptanmış olan darası bu tartıdan çıkarılır ve numunenin kuru ağırlığı belirlenir (M_1).



Resim 1.5. Numunenin tartılması

- Ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile yarıya kadar doldurulur ve düz bir yüzey üzerinde hafifçe vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının çıkması sağlanır. Ayrıca bu esnada hava kabarcıklarının çıkmasını çabuklaştırmak için vakum pompası kullanılır.
- Bir saat bekledikten sonra ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile 500 ml (cm³) işaret çizgisine kadar doldurulur ve tartılır (M₃).
- Boş ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile 500 ml çizgisine kadar doldurulup tartılır (M₄).
- İnce agreganın kuru özgül ağırlığı, DKY özgül ağırlığı, görünen özgül ağırlığı ve su emme oranı aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır:

İnce agreganın kuru özgül ağırlığı

$$\rho_{ik} = M_1 / (M_2 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın DKY özgül ağırlığı

$$\rho_{id} = M_2 / (M_2 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın görünen özgül ağırlığı

$$\rho_{ig} = M_1 / (M_1 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın su emme oranı

$$m_i = [(M_2 - M_1) / M_1] \cdot 100$$

m_i : İnce agreganın su emme oranı (%)

M_1 : Numunenin etüv kurusu ağırlığı (g)

M_2 : Numunenin DKY durumdaki ağırlığı (g)

M_3 : Ölçü kabı + Su + Numune ağırlığı (g)

M_4 : 500 ml çizgisine kadar su ile dolu ölçü kabı ağırlığı (g)

- Deney üç ayrı numune için üç defa tekrar edilir. Deneylerin sonuçları arasındaki fark % 2 veya daha küçük ise üç deneyin sonuçlarının ortalama değeri ince agrega birim hacim ağırlığı olarak alınır.
- Eğer iki deney arasındaki fark % 2'den büyük ise deney 3. deney numunesi ile tekrar edilir.
- Bulunan sonuçların en yakın olan iki tanesinin farkı eşit ise ortalaması kuru özgül ağırlık, DKY veya görünen özgül ağırlık olarak kabul edilir.
- Su emme oranı sonuçları arasındaki farkta 0,2 veya daha küçük ise üç deneyin sonuçlarının ortalaması, su emme oranı olarak kabul edilir.

➤ **Numunenin etüv kurusu ağırlığı**

Etüv kurusu ağırlık, sıcaklığı 105± 5°C'de tutulabilen hava dolaşımli bir etüvde en az 24 saat bekletildikten sonra çıkartılan agreganın değişmez ağırlığa erişmesi durumudur.

➤ **Numunenin değişmez ağırlığı**

Değişmez ağırlık, belirli bir sıcaklıkta bekletilen agreganın 2 saat ara ile yapılan ardışık tartımında % 0.5'den fazla ağırlık değişmesi saptanmayan ağırlığıdır.

➤ **Numuneyi soğutma**

DKY durumuna getirilmiş olan numune tartılır. DKY ağırlığı kaydedilir (M₂). Etüv kuru su durumuna getirilir. Bir desikatöre konarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur.

➤ **Numuneyi saf su ile deney kabına koymak**

Soğutulmuş numune cam ölçü kabına doldurulur ve birlikte tartılır. Ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile yarı yarıya doldurulur.

➤ **Numunenin havasını almak**

Ölçü kabına doldurulmuş numune düz bir yüzey üzerinde hafif hafif vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının çıkması sağlanır. Kabarcıkların çıkmasını kolaylaştırmak için vakum pompası kullanılması uygun olabilir.

1.1.4. Özgül Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

İnce agreganın kuru ağırlığı ve DKY ağırlığı, sırası ile aşağıdaki formüllerle yüzde bir hanesine yuvarlatılarak hesaplanır:

İnce agreganın kuru özgül ağırlığı

$$\rho_{ik} = M_1 / (M_2 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın DKY özgül ağırlığı

$$\rho_{id} = M_2 / (M_2 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın görünen özgül ağırlığı

$$\rho_{ig} = M_1 / (M_1 + M_4 - M_3)$$

Burada:

m_i : İnce agreganın su emme oranı (%)

M₁ : Numunenin etüv kuru su ağırlığı (g)

M₂ : Numunenin DKY durumdaki ağırlığı (g)

M₃ : Ölçü kabı + Su + Numune ağırlığı (g)

M₄ : 500 ml çizgisine kadar su ile dolu ölçü kabı ağırlığı (g) dir.

1.1.5. Su Emme Yüzdesinin Hesaplanması

Su emme yüzdesi aşağıdaki formül ile onda bir hanesine yuvarlatılarak hesaplanır:

İnce agreganın su emme oranı (onda bir hanesine yuvarlatılarak)

$$m_i = [(M_2 - M_1) / M_1] \cdot 100$$

m_i : İnce agreganın su emme oranı (%)

M_1, M_2, M_3 ve M_4 yukarıda açıklanmıştır.

1.1.6. Deney Raporunun Hazırlanması

Laboratuvar ortamında yapılan her türlü agrega deneylerinde rapor hazırlanmalıdır.

➤ Deney kayıt ve hesaplama formları

Agreganın özgül ağırlık tayini deneyinde kullanılacak deney kayıt ve hesaplama formu Tablo 1.2’de verilmiştir.

500 ml (cm ³) çizgisine kadar su dolu ölçü kabı ağırlığı M_4 (g)	Deney Numunesinin										
	DKY Ağırlığı M_2 (g)			Kuru Ağırlığı M_1 (g)			Ölçü Kabı+ Su + Numune Ağırlığı M_3 (g)				
	1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.		
Kuru Özgül Ağırlığı	DKY Özgül Ağırlığı			Görünen Özgül Ağırlığı			Su Emme Oranı (%)				
1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.
Ort:	Ort:			Ort:			Ort:				

Tablo 1.2: İnce agreganın birim hacim ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu

➤ **Deney raporu**

Beton yapımında kullanılan doğal ve yapay yoğun agregaların özgül ağırlıklarının tayini için yapılan deney sonuçlarını belirlemek üzere düzenlenecek raporda aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Deneyin yapıldığı laboratuvarın, deneyi yapan ve raporu imzalayan yetkililerin adları
- Deneyin yapıldığı tarih
- Numunenin ait olduğu iş
- Numunenin tanıtılması
- Deneyde uygulanan standartların numaraları
- Varsa deney sonuçlarını değiştirebilecek etkilerin sakıncalarını önlemek üzere alınmış olan önlemler
- Uygulanan deney metodunda belirtilmeyen veya zorunlu kılınmayan fakat uygulamada yer almış olan işlemler
- Özgül ağırlık değerleri
- Rapor tarih ve numarası

ÖRNEK DENEY RAPORU (Kapak)

DENEY RAPORU				
Deneyin Yapıldığı Laboratuvar / Şantiye		Araştırma laboratuvarı		
Deneyin Ait Olduğu İş		Mamak İlçe Belediyesi içme suyu şebekesi inşaatı		
Deney Tarihi		17.11.2005		
Deneyin Adı		Çimentoda kıvam tayini		
Deney Metodu ve Standardı		TS (3526)		
Rapor Tarihi ve Numarası		18.11.2005		
DENEYİ YAPANLAR				
S. nu.	SOYADI, Adı	Görevi	Mesleği	İmzası
1	Lab. Teknisyeni	İnşaat Teknisyeni	
2	Lab. Teknisyeni	İnşaat Teknisyeni	
3	Lab. Teknisyeni	İnşaat Teknisyeni	
RAPORU HAZIRLAYANLAR				
S. nu.	SOYADI, Adı	Görevi	Mesleği	İmzası
1	Lab. Teknisyeni	İnşaat Teknisyeni	
2	Lab. Teknisyeni	İnşaat Teknisyeni	
RAPORU ONAYLAYAN YETKİLİLER				
S. nu.	SOYADI, Adı	Görevi	Mesleği	İmzası
1	Laboratuvar şefi	Tek. Öğretmen	

ÖRNEK DENEY RAPORU (İç Sayfalar)

NUMUNENİN	MİKTARI: 500 gram EN BÜYÜK TANE BOYUTU:.....: DENEY YERİNE ULAŞIMI:	
DENEYDE KULLANILAN ALETLER	ADI	ÖZELLİKLERİ
	Cam mezür	En az 500 ml Kapasiteli
	Terazi	% 1 g duyarlıkta
ORTAMA AİT BİLGİLER	SICAKLIK: 30 °C RÜZGÂR: Ortamda rüzgâr yok. GÜNEŞ IŞIĞI: Doğrudan güneş ışığı etkisi yok.	
ALINAN ÖNLEMLER	Herhangi bir ek önleme gerek duyulmamıştır.	
DENEYDE UYGULANAN EK İŞLER	Ek olarak işlem yapılmamıştır.	
HESAPLAMALAR ve ELDE EDİLEN SONUÇLAR	
SONUÇLARIN TARTIŞILMASI VE STANDARTLARA UYGUNLUĞU	
AÇIKLAMALAR	

➤ **Özgül ağırlığa etki eden faktörler**

- Agregata taneleri arasında kusurlu ve keskin köşeli tanelerin fazla miktarda olması, boşluğu artırdığından birim hacim ağırlığını olumsuz yönde etkiler.
- Agregata taneleri arasında organik madde ve hafif tanelerin bulunması, agreganın birim ağırlığını azaltır.
- Agreganın iç yapısının boşluklu veya boşluksuz olması agregata birim hacim ağırlığını azaltır veya artırır. Birim hacim ağırlığı yüksek olan bir agregata ile üretilen betonun dayanımı, dayanıklılığı ve taşıma gücü fazladır.
- Agregata su bağıntısı: Agreganın su emme miktarı agreganın özelliklerini etkiler. Agregada boşlukların fazla olması agreganın donma ve çevre etkilerine karşı dayanıklılığını azaltır.

1.2. İri Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini

1.2.1. Deneyin Amacı

İri agreganın, birim hacimdeki ağırlığını tespit etmektir. Agreganın birim hacimdeki, ağırlığının miktarının bilinmesi betonun kullanım alanlarını tespit etmede önemli unsurlardan biridir.

1.2.2. Deneyde Kullanılan Aletler

- Arşimet terazisi: 20 kg çekerli, 1 g duyarlı olmalıdır. Su içinde de tartım yapabilmelidir.
- Kafes örgülü sepet: 4 mm göz açıklıklı elek telinden yapılmış bir sepettir. Tel sepeti içine alabilecek büyüklükte kova olmalıdır.
- Havlu veya benzeri kurutma bezleri
- Etüv ($105 \pm 5^\circ\text{C}$)



Resim 1.6: Arşimet terazisi ve ekipmanı

1.2.3. Deneyin Yapılışı

- Numune çeyreklemeye yöntemiyle veya bölgeçle Tablo 1.3'te tane boyutuna bağlı olarak önerilen miktarda tartılarak alınır.
- Alınan numune su içinde 24 saat bekletilir.

En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)	4	8	16	32	63
Deney Numunesi Miktarı (Kg)	0,8	1,5	2	3	3

Tablo 1.3: İri agrega birim hacim ağırlık için numune miktarı

- İnce taneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek tava içine yayılır.
- Tavadaki numune taneleri üzerinde görülebilen su tabakası kalmayınca kadar havlu vb. ile DKY hâline getirilmek için kurutulur.
- DKY hâline getirilmiş numune tartılır ve DKY ağırlığı olarak kaydedilir (M_2).
- Daha sonra numune kafes örgülü tel sepete konarak su dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 5 cm daha aşağıda kalacak şekilde daldırılır.
- Numune su yüzüne çıkarılmadan kovanın içinde en az 10 defa serbestçe kaldırılıp indirilir, sağa sola sallanarak taneler arasında kalabilecek hava kabarcıkları çıkarılır.
- Numune sepetinin, kova kenarına dokunmamasına dikkat edilir. Özel bir düzenle terazi kefesinin ortasına yerleştirilir ve doygun malzemenin sudaki ağırlığı bulunur (M_3).
- Numune sudan çıkarılır ve etüv kurusu hâline getirilir.
- Daha sonra numune oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur ve numunenin havadaki kuru ağırlığı belirlenir (M_1).
- İri agreganın kuru birim hacim ağırlığı, DKY birim hacim ağırlığı, görünen birim hacim ağırlığı ve su emme oranı aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır:

İri agreganın kuru özgül ağırlığı :

$$\rho_k = M_1 / (M_2 - M_3)$$

İri agreganın DKY özgül ağırlığı:

$$\rho_d = M_2 / (M_2 - M_3)$$

İri agreganın görünen özgül ağırlığı:

$$\rho_{ig} = M_1 / (M_1 - M_3)$$

İri agreganın su emme oranı:

$$m = [(M_2 - M_1) / M_1] 100$$

Burada:

m : İri agreganın su emme oranı (%)

M_1 : Numunenin etüv kurusu ağırlığı (g)

M_2 : Numunenin DKY durumdaki ağırlığı (g)

M_3 : Numunenin sudaki ağırlığı (g) dir.

- Deneý üç ayrı numune üzerinde yapılır. Deneýlerin sonuçları arasındaki fark % 10 veya daha küçük ise deneýin sonuçlarının ortalama deęeri agrega birim hacim aęırlığı olarak alınır.
- **Özgöl ağırlığa etki eden faktörler:**

Agreganın iç yapısında bulunan boşlukların miktarı ve bu boşlukların dış yüzeyle bağlantısı agreganın birim hacim ağırlığını etkiler.

Agregada boşlukların fazla olması agreganın donma ve çevre etkilerine karşı dayanıklılığını azaltır.

Deneý Numunesinin								
Kuru Ağırlığı M_1 (g)			DKY Ağırlığı M_2 (g)			Sudaki Ağırlığı M_3 (g)		
1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.
Kuru Birim Hacim Ağırlığı			DKY Birim Hacim Ağırlığı			Görünen Birim Hacim Ağırlığı		
1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.	1. Den.	2. Den.	3. Den.
Su Emme Oranı (%)			Deneý tarihi					
1. Den.	2. Den.	3. Den.	Deneýi yapan					
			Deneýi yaptıran					

Tablo 1.4: İri agreganın birim hacim ağırlığı ve su emme oranı deneý kayıt formu

1.3. İnce Agreganın Özgöl Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini Deneýinin Yapılması

İnce agreganın özgöl ağırlık ve su emme oranı tayini deneýi, aşağıdaki işlem basamakları izlenerek yapılır:

- Deneý araç gereç ve ekipmanları hazırlanır.
- Deneýde kullanılacak malzeme miktarı belirlenir.
- Deneý numunesi alınır.
- Numune tam doygun hâle getirilir.

- Suya doymuş numune tava içerisine alınır.
- Numune DKY hâline getirilir.
- Numunenin DKY durumuna gelmesine dikkat edilir.
- DKY hâline gelmiş numuneden tartarak alınır.
- Numune etüve konur ve etüv kurusu hâline getirilir.
- Numune desikatöre koyulur.
- Numunenin kuru ağırlığı belirlenir (M1).
- Kuru ağırlığı belirlenen numuneye saf su ilave edilir.
- Ölçü kabının içindeki hava kabarcıkları çıkartılır.
- Ölçü kabı + Su + Numune ağırlığını (g) bulunur (M3).
- M4 ağırlığı bulunur.
- İnce agreganın etüv kurusu ağırlığı, DKY ağırlığı ve görünen özgül ağırlığı bulunur.
- Sonuçların doğruluğu ve kullanılabilirliği kontrol edilir.
- Deney araç gereçlerinin temizliği yapılır.
- Deney raporu hazırlanır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeniniz tarafından verilen agrega örneğinin özgül ağırlığını bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Numunenin adını, alındığı yeri ve alışı tarihini kaydediniz.➤ Deneyde kullanılacak araç gereçlerin kontrolünü yapınız➤ Malzemeyi TS “707”ye göre alınız.➤ Deneyde kullanılan diğer araç gereçlerin tümünü tezgâhın üzerine koyunuz.➤ Deneyde kullanılacak numune miktarını en büyük tane büyüklüğüne göre tespit ediniz.➤ Numuneyi DKY durumuna getiriniz.➤ Numunenin DKY durumuna gelmesini çabuklaştırınız.➤ Malzemenin DKY ağırlığını tartarak kaydediniz.➤ Numuneyi etüv kurusu hâline getiriniz.➤ Numuneyi desikatöre koyarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutunuz.➤ Soğuyan numuneyi cam ölçü kabına doldurduktan sonra tartınız. Ölçü kabının darasını düşükten sonra numunenin kuru ağırlığını belirleyiniz.➤ Ölçü kabını yarı yarıya saf su ile doldurunuz.➤ Hava kabarcıklarının çıkmasını sağlayınız.➤ Hava kabarcıklarının çıkmasını çabuklaştırmak için vakum pompası kullanınız.➤ Boş ölçü kabını işaret çizgisine kadar su ile doldurup tartınız.➤ İnce agreganın kuru özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak bulunuz.➤ İnce agreganın DKY özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak bulunuz.➤ İnce agreganın görünen özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak bulunuz.➤ Çıkan sonuçların analizini yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Önlük ve eldiven giyiniz.➤ Uygun tutanak, rapor ve defterleri seçip kullanınız.➤ Zamanı iyi kullanınız.➤ Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullanınız.➤ İş bitiminde kullandığınız aletleri temizleyip yerlerine koyunuz.

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. Numunenin adını, alındığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
2. Deneyde kullanılacak araç gereçlerin kontrolünü yaptınız mı?		
3. Malzemeyi TS 707'ye göre aldınız mı?		
4. Deneyde kullanılan diğer araç gereçlerin tümünü tezgâhın üzerine koydunuz mu?		
5. Deneyde kullanılacak numune miktarını en büyük tane büyüklüğüne göre tespit ettiniz mi?		
6. Numuneyi etüv kurusu hâline getirdiniz mi?		
7. Numuneyi desikatöre koyarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğuttunuz mu?		
8. Soğuyan numuneyi cam ölçü kabına doldurduktan sonra tarttınız mı? Ölçü kabının darasını düşüktükten sonra numunenin kuru ağırlığını belirlediniz mi?		
9. Ölçü kabını saf su ile doldurdunuz mu? (yarı yarıya)		
10. Hava kabarcıklarının çıkmasını sağladınız mı?		
11. Hava kabarcıklarının çıkmasını çabuklaştırmak için vakum pompası kullandınız mı?		
12. Boş ölçü kabını işaret çizgisine kadar su ile doldurup tarttınız mı?		
13. İnce agreganın kuru özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak buldunuz mu?		
14. İnce agreganın DKY özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak buldunuz mu?		
15. İnce agreganın görünen özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak buldunuz mu?		
16. Çıkan sonuçların analizini yaptınız 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. Beton agregalarında özgül ağırlık ve su emme oranı tayini deneyinin standardı aşağıdakilerden hangisidir?
A) TS 3525
B) TS 3526
C) TS 3527
D) TS 3530
2. Agregataneleri arasında kusurlu ve keskin köşeli tanelerin fazla olması özgül ağırlık deneyine aşağıdaki hangi olumsuz etkiyi yapar?
A) Boşluk oranını artırır.
B) Deney yapmamızı engeller.
C) Kompasiteyi (doluluk oranı) artırır.
D) Su emme oranını düşürür.
3. Agreganın DKY durumunu aşağıdakilerden hangisi ifade eder?
A) Su oranının % 5 olduğu durumdur.
B) Etüvde agregayı 24 saat beklettikten sonraki ağırlığıdır.
C) Boşlukların su ile dolu yüzeylerin kuru olduğu durumdur.
D) Agreganın mukavemetinin arttığı durumdur.
4. Agregataneleri arasında boşlukların fazla olması agreganın hangi özelliğine etki eder?
A) Dayanımını artırır.
B) Deneyde kullanılmaz.
C) Su emme yüzdesi düşüktür.
D) Agreganın donma ve çevre etkilerine dayanıklılığını azaltır.

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

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında agregada ince madde miktarı deneyini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yakındaki bir agregada deney laboratuvarına gidip deneyin yapılış amacını yazarak sınıfta okuyunuz.
- Yakındaki bir agregada deney laboratuvarına giderek deneyin yapılışında kullanılan araç gereçleri maddeler hâlinde yazıp sınıfta okuyunuz.

2. AGREGADA İNCE MADDE MİKTARI DENEYİ YAPMAK

2.1. Deney Araç Gereçleri

Çeşitleri, özellikleri ve kullanıldığı işler bakımından aşağıda maddeler hâlinde listelenmiştir.

Çeşitleri

- Elek takımı
- Kıl fırça
- Etüv
- Terazî
- Ölçü silindiri
- Numune çalkalama kabı

Özellikleri ve kullanıldığı işler

- Elek takımı: 0.063 mm, 1 mm, 8 mm göz açıklığında kare gözlü veya kare delikli üç elektir.
- Kıl fırça: Elek üzerlerini temizleme işleminde kullanılır.
- Etüv : $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hava dolaşımıdır.

- Terazi: 10 kg çekerli, 1 g duyarlı ve 1 kg çekerli, 0,1 g duyarlıdır.
- Ölçü silindiri mezür: Yaklaşık 50 mm çapında, camdan yapılmış 1000 ml'lik bir ölçü silindiridir.
- Numune çalkalama kabı: Deney numunesini ve ilave edilen suyu alabilecek çalkalama ve karıştırma işlemi sırasında deney numunesi ve suyun dökülmeyeceği büyüklükte bir kaptır.

2.2. Deney Numunesi

Deneyde kullanılacak numune miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Gerekli olan deney numunesi miktarı Tablo 2.1'de verilmiştir.

2.2.1. Numune Miktarı

Deney için gerekli numune miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tane Büyüklüğü (mm)	Numune Miktarı (g)
4' e kadar	1000
8' e kadar	2000
> 8	5000

Tablo 2.1: İnce madde oranı tayini için gerekli deney numunesi miktarları

2.2.2. Numune Özelliği

➤ İnce madde

İnce madde, tane büyüklüğü 0,063 mm'den küçük olan malzemedir.

➤ Değişmez ağırlık

Değişmez ağırlık, belirli bir sıcaklıkta bekletilen agreganın 2 saat ara ile yapılan ardışık tartımında % 0.5'ten fazla ağırlık değişmesi saptanmayan ağırlığıdır.

➤ Etüv kurusu

Etüv kurusu, sıcaklığı 105 ± 5 °C'de tutulabilen hava dolaşımli bir etüvde en az 24 saat bekletildikten sonra çıkartılan agreganın değişmez ağırlığa erişmesi durumudur.

2.3. Deney Yöntemi

Agregada, fazla ince tanelerin (100 μ 'dan daha küçük koloidal yapıya sahip) bulunması, üretilen beton üzerinde olumsuz etki yapar. Bununla beraber silt ve kilin az miktarda bulunmasının betonun işlenebilirliği ve geçirimsizliği üzerinde faydalı etkileri vardır. Bu nedenle agrega içerisindeki kil ve silt miktarının tayini yapılır. Bu deneyde deney

numunesi 0,063 mm'lik elek üzerinde yıkanır. Ortaya çıkan yüzde olarak ağırlık kaybı yıkanabilir madde miktarını verir.

2.3.1. Çökeltme

Bu deney, 4 mm göz açıklı kare delikli veya kare gözlü elekten geçen agregalara (ince agregalara) uygulanır.

2.3.2. Yıkama

Bu deney, tane büyüklüğü 4 mm'den büyük olan agregalara (iri agregalara) uygulanır.

2.4. Deneyin Yapılışı

Agreganın içinde bulunan ve tane büyüklüğü 0.063 mm'den küçük olan ince maddelerin oranı, tane büyüklüğüne bağlı olarak aşağıdaki yöntemlerden biri ile belirlenir.

2.4.1. İnce Madde Oranının Çökelterek Tayini Yöntemi

- Deney numunesi miktarı tane çapına bağlı olarak Tablo 2.2'de önerilen miktar kadar alınır.

Deney adı	En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)								
	0,25	0,50	1	2	4	8	16	31,5	63
Tane büyüklüğü dağılımı ve incelik modülü tayini	2	2	2	2	8	8	16	20	40
Birim ağırlık tayini	20	20	20	20	20	20	20	100	100
Birim hacim ağırlık tayini ve su emme oranı	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6	8	12	20
Yüzeysel nem oranı tayini	2	2	2	2	8	12	20	40	40
İnce malzeme tayini	4	4	4	4	4	8	20	20	20
Organik kökenli madde tayini	2	2	2	2	2	-	-	-	-
Hafif madde oranı tayini	1	1	1	1	1	12	12	20	20
Süngerimsi, camsı madde tayini	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Toplam laboratuvar numunesi miktarı	39	39	39	39	51	70	100	216	236

Tablo 2.2: Agrega kaynağından alınacak numunenin miktarı (kg)

- Deney numunesi etüv kurusu durumuna getirilir.
- Tartılarak kuru ağırlığı (w) belirlenir.
- Numune yaklaşık 750 ml su ile birlikte ölçü silindirinin içine konur. Ölçü silindirinin ağzı kapatılır. 20 dakikalık aralarla 3 kez 1-2 dakikalık süre ile

- şiddetle çalkalanır. Üçüncü çalkalamadan sonra ölçü silindiri ve içindekiler sarsılmayacak şekilde bir yere konularak 1 saat dinlendirilir.
- Normal bir gözün ince kum olarak ayırt edebileceği malzemenin üstünde çöken ince madde yüksekliği ölçülür (h).
 - 1 saat beklenildiği hâlde ölçü silindirindeki suyun yeterince berraklaşmamış olduğu gözlenir ve bu nedenle çökmenin tümü ile gerçekleşmediği kanısına varılır ise dinlendirme süresi başlangıçtan itibaren 24 saat geçinceye kadar uzatılır.
 - **Numunenin etüv kurusu ağırlığını bulmak**

1 veya 24 saat dinlendirmenin sonunda çökelen ince madde; çökelen ince madde ağırlığının agreganın ve etüv kurusu ağırlığına oranı olarak aşağıdaki formülle, onda bir hanesine yuvarlatılarak hesaplanır:

$$M_1 = [(A \times h_1 \times 8k_1)] / w \times 100$$

$$M_2 = [(A \times h_{24} \times 8k_{24})] / w \times 100$$

M_1 = 1 saat dinlendirme sonunda çökelen ince madde oranı (%)

M_2 = 24 saat dinlendirme sonunda çökelen ince madde oranı (%)

h_1 = 1 saat dinlendirme sonunda ölçü silindirine çöken ince madde miktarı (cm)

h_{24} = 24 saat dinlendirme ölçü silindirine çöken ince maddenin yüksekliği (cm)

$8k_1$ = 1 saat dinlendirme sonunda çökelen ince maddenin eş değer kuru birim ağırlığı (0.6 g/cm³)

$8k_{24}$ = 24 saat dinlendirme sonunda çökelen ince maddenin eş değer kuru birim ağırlığı (0.9 g/cm³)

A = Ölçü silindiri kesit alanı (cm²)

W = Deney numunesinin etüv kurusu ağırlığı (g)dır.

Eş değer kuru birim ağırlıkları yaklaşık değerlerdir. Eş değer kuru birim ağırlıkların gerçek değerlerinin bu değerlerden az da olsa sapabileceği düşünülür, yıkama deneyi uygulanır, bulunacak ağırlıktan yararlanılarak hesap yapılır.

- **Numuneyi su ile birlikte cam mezürde çalkalamak ve dinlendirmek**

Numune yaklaşık 750 ml su ile birlikte ölçü silindirinin içine konur. Ölçü silindirinin ağzı kapatılır. 20 dakikalık aralarla 3 kez 1-2 dakikalık süre ile şiddetle çalkalanır. Üçüncü çalkalamadan sonra ölçü silindiri ve içindekiler sarsılmayacak şekilde bir yere konarak 1 saat dinlendirilir.

- **İnce madde yüksekliğinin ölçülmesi**

- Normal bir gözün ince kum olarak ayırt edebileceği, malzemenin üstüne çöken ince madde yüksekliği ölçülür (h).

- 1 saat beklenildiği hâlde ölçü silindirindeki suyun, yeterince berraklaşmamış olduğu gözlenir ve bu nedenle çökelenin tümü ile gerçekleşmediği kanısına varılır ise dinlendirme süresi başlangıçtan itibaren 24 saat geçinceye kadar uzatılır.

➤ İnce madde miktarının hesaplanması

- 1 veya 24 saat dinlendirmenin sonunda çökelen ince madde, çökelen ince madde ağırlığının ve agreganın etüv kuru ağırlığına oranı olarak aşağıdaki formülle onda bir hanesine yuvarlatılarak hesaplanır:

$$M_1 = [(A \times h_1 \times 8k_1)] / w \times 100$$

$$M_2 = [(A \times h_{24} \times 8k_{24})] / w \times 100$$

M_1 = 1 saat dinlendirme sonunda çökelen ince madde oranı (%)

M_2 = 24 saat dinlendirme sonunda çökelen ince madde oranı (%)

h_1 = 1 saat dinlendirme sonunda ölçü silindirine çöken ince madde miktarı (cm)

h_{24} = 24 saat dinlendirme ölçü silindirine çöken ince maddenin yüksekliği (cm)

$8k_1$ = 1 saat dinlendirme sonunda çökelen ince maddenin eş değer kuru birim ağırlığı (0.6 g/cm³)

$8k_{24}$ = 24 saat dinlendirme sonunda çökelen ince maddenin eş değer kuru birim ağırlığı (0.9 g/cm³)

A = Ölçü silindiri kesit alanı (cm²)

W = Deney numunesinin etüv kuru ağırlığı (g)dır.

- Eş değer kuru birim ağırlıkları yaklaşık değerlerdir. Eş değer kuru birim ağırlıkların gerçek değerlerinin bu değerlerden az da olsa sapabileceği düşünülür. Yıkama deneyi uygulanır, bulunacak ağırlıktan yararlanılarak hesap yapılır.

➤ Değerlendirme

İnce madde miktarının çökelterek tayini deneyi, agrega numunesinin A ve B bölümünden TS 707' ye uygun olarak Tablo 2.1.'de verilen miktarda üretilen iki deney numunesine uygulanır. % olarak hesaplanmış olan deney sonuçları arasındaki fark 0.5 veya daha küçük ise sonuçların ortalaması alınır. Fark 0.5'ten büyük ise deney bir kez de C bölümünden üretilen deney numunesine uygulanır. Bulunan sonuçların en yakın iki tanesinin, farkları eşit ise üçünün ortalaması ince madde oranı olarak alınır.

Elde edilen sonuç TS 706'da verilen sınır değerleri aşıyorsa kesin oranı bulmak için çökelterek tayin yerine, yıkama ile tayin yöntemi uygulanır.

2.4.2. İnce Madde Miktarının Yıkama ile Tayini Yöntemi

- Deney numunesi miktarı tane çapına bağlı olarak Tablo 2.2’de önerilen miktar kadar alınır.
- Alınan numuneler Tablo 2.1’de önerilen miktara kadar bölgeç veya çeyrekleme metoduna göre azaltılır.
- Numuneler etüvde $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ’de değişmez ağırlığa kadar kurutulur.
- Deney sonucunu belirlemek için en az üç deney yapılmalıdır.
- Deney numuneleri numune 1, numune 2 ve numune 3 olarak numaralandırılır.
- Deney numunesi 1 etüv kuru hâline getirilir (M_1).
- Deney numunesi 2 ve 3, bir kapta su içinde en az 12 saat bekletilir. Nemli agregalarda bu süre 4 saate indirilebilir.
- Deney elekleri, 0,063 mm, 1 mm ve 8 mm üst üste oturtulur. 0-1 mm tane sınıfının çok fazla olması hâlinde eleğin zarar görmemesi için 0,5 mm’lik elek araya konarak 0,063 mm’lik elek korunur.
- Deney numunesi 2 ve 3, deneyden hemen önce 5 dakika kuvvetlice karıştırılır ve tamamı 8 mm göz açıklıklı olan en üst elek üzerine dökülür.
- Elek takımının en üstündekinden başlanarak deney numunesi yıkanabilir maddelerden arınacak şekilde aşağıya doğru yıkanır. Her elek altından suyun berrak aktığı görüldüğünde deney numunesi yıkanabilir maddelerden arınmış demektir.
- 0,063 mm elek üzerinde yıkama işleminde kıl fırça kullanılmalıdır.
- Elek üstü malzemeler kaplara konur. 0,063 mm göz açıklıklı elek üstündeki malzeme yıkanarak dikkatlice alınmalıdır.
- Kapta ince tanelerin çökmesinden sonra berraklaşan su dikkatlice dökülür.
- Kaplardaki elek üstü malzemeler etüv kuru hâline getirilir ve soğutulur, kuru ağırlıkları tespit edilir (M_2).
- Aşağıdaki bağıntıya göre yıkanabilir madde miktarı hesaplanır:

$$M_y = [(M_1 - M_2) / M_1] \times 100$$

Burada:

M_y : Yıkanabilir madde miktarı, ağırlıkça % olarak

M_1 : Deney numunesinin ilk kuru ağırlığı (g)

M_2 : Yıkanan deney numunesinin kuru ağırlığı (g)dır.

➤ Değerlendirme

İki deney arasındaki fark ağırlıkça % 0,2’den büyük ise üçüncü bir deney yapılır ve deney sonuçlarının aritmetik ortalaması alınır.

- İçerisindeki yıkanabilir madde miktarı çok olan agregalar, beton yapımında kullanılmaz. Fakat bu agregalar kullanılabilir hâle getirilebilir. Bu işlemler yapılmazsa agregalar içindeki kirli maddeler betonda **aderansı** bozar, betonun prizinin zamanında başlamasını ve bitmesini engeller.
- Sonuçta betonun mukavemetini azaltır.
- Betonda karma suyu ihtiyacını artırır.

- Taze betonun işlenebilirliğini azaltır.
- Agregada ve çimento arasındaki bağı zayıflatır.
- Beton dayanımını ve dayanıklılığını azaltır.
- Betonda büzülme arttırır.

Tane Sınıfı (mm)	Yıkanebilir maddelerin ağırlıkça % cinsinden olabilecek en çok miktarı
0/1, 0/2, 0/4	4
1/2, 1/4, 2, 4	3
2/8, 4/8	2
4/16, 4/32, 8/16	0,5
8/32, 16/32, 16/63, 32/63	0,5

Tablo 2.3: Yıkanebilir madde (silt ve kil) miktarı limit değerleri

2.5. Deney Raporunun Hazırlanması

Beton üretiminde kullanılan doğal ve yapay agregaların ince madde miktarının tayini için yapılan deney sonucunda düzenlenecek raporda aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Deneyin yapıldığı laboratuvarın, deneyi yapan ve raporu imzalayan yetkililerin adları
- Numunenin ait olduğu iş
- Numunenin tanıtılması
- Deneyde uygulanan standartların numaraları
- Varsa deney sonuçlarını değiştirebilecek etkenleri sakıncalarını önlemek üzere alınmış olan önlemler
- Uygulanan deney metodunda belirtilmeyen veya zorunlu kılınmayan fakat uygulamada yer almış olan işlemler
- İnce madde oranı
- Rapor tarihi ve numarası
- **Agregada ince madde oranının çökelterek belirlenmesi deneyinin yapılması**

Agregadaki ince madde oranının çökelterek belirlenmesi deneyi, aşağıdaki işlem basamakları izlenerek yapılır:

- Deney araç gereç ve ekipmanını hazırlayınız.
- Deney numunesini alınız.
- Numuneyi etüv kurusu durumuna getiriniz.
- Numunenin kuru ağırlığını belirleyiniz.
- Çöken ince madde yüksekliğini belirleyiniz.
- Ölçü silindiri içindeki suyun yeterince berraklaşmaması (1 saat sonunda) durumunda süreyi belirleyiniz.

-
- Hesaplama ve sonuçlarını gösteriniz.
 - Deney araç gereçlerinin temizliğini yapınız.
 - Deney raporlarını hazırlayınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeninizin vereceği agrega numunesine agregada ince madde oranının çökelterek belirlenmesi deneyini uygulayarak ince madde miktarını bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney numunesini laboratuvar ortamına getiriniz➤ Deneyde kullanacağınız cihaz ve aletleri tezgâhın üzerine koyup sayınız.➤ Deney numunesini etüv kuruşu durumuna getiriniz.➤ Tartarak kuru ağırlığını belirleyiniz.➤ Kuru ağırlığı saptadıktan sonra yaklaşık 750 ml su ile birlikte ölçü silindire koyunuz.➤ Ölçü silindirinin ağzını kapatınız.➤ 20 dakikalık aralarla üç kez 1-2 dakikalık süre ile şiddetle çalkalayınız.➤ Çalkalama sonunda ölçü silindirini sarsılmayacak bir yere koyarak 1 saat dinlendiriniz.➤ Çöken ince malzeme yüksekliğini ölçünüz.➤ Suyun berraklaşp berraklaşmadığını kontrol ediniz.➤ Suyun berraklaşmadığı kanısında iseniz dinlendirme süresini 24 saat olarak belirleyiniz.➤ 1 ve 24 saat sonunda çöken ince madde oranını formülde bulduğunuz değerleri yerine koyarak tespit ediniz.➤ Deney sonuçları arasındaki fark 0.5 veya daha küçük ise sonuçların ortalamasını alınız.➤ Fark 0.5'ten büyük ise çeyrekleme yöntemindeki C bölümünden üretilen deney numunesine deneyi uygulayınız.➤ Bulunan sonuçlarda en yakın iki tanesinin farkları eşit ise üçünün ortalamasını ince madde oranı olarak alınız.➤ Elde edilen sonuç değeri TS 706'da verilen sınırların değerleri aşıyor ise kesin oranı bulabilmek için çökelterek tayin	<ul style="list-style-type: none">➤ Numunenin adını, alındığı yeri ve alışı tarihini kaydediniz.➤ Deneyin yapıldığı laboratuvarın adını kaydediniz.➤ Önlük ve eldiven giyiniz.➤ Uygun tutanak, rapor ve defterleri seçip kullanınız.➤ Zamanı iyi kullanınız.➤ Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullanınız.➤ İş bitiminde kullandığınız aletleri temizleyip yerlerine koyunuz.

<p>yerine, yıkama yöntemini uygulamaya karar veriniz.</p> <p>➤ Deneyle ilgili sayısal verileri tutanak ve rapora kaydediniz.</p>	
--	--

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. Numunenin adını, aldığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
2. Deneyin yapıldığı laboratuvarın adını kaydettiniz mi?		
3. Deney numunesini laboratuvar ortamına getirdiniz mi?		
4. Deneyde kullanacağımız cihaz ve aletleri tezgâhın üzerine koyup saydınız mı?		
5. Deney numunesini etüv kurusu durumuna getirdiniz mi?		
6. Tartarak kuru ağırlığını belirlediniz mi?		
7. Kuru ağırlığı saptadıktan sonra yaklaşık 750 ml su ile birlikte ölçü silindire koydunuz mu?		
8. Ölçü silindirinin ağzını kapattınız mı?		
9. 20 dakikalık aralarla üç kez 1-2 dakikalık süre ile şiddetle çalkaladınız mı?		
10. Çalkalama sonunda ölçü silindirini sarsılmayacak bir yere koyarak 1 saat dinlendirdiniz mi?		
11. Çöken ince malzeme yüksekliğini ölçtünüz mü?		
12. Suyun berraklaşp berraklaşmadığını kontrol ettiniz mi?		
13. Suyun berraklaşmadığı kanısında iseniz dinlendirme süresini 24 saat olarak belirlediniz mi?		
14. 1 ve 24 saat sonunda çöken ince madde oranını formülde bulduğunuz değerleri yerine koyarak tespit ettiniz mi?		
15. Deney sonuçları arasındaki fark 0.5 veya daha küçük ise sonuçların ortalamasını aldınız mı?		
16. Fark 0.5'ten büyük ise çeyrekleme yöntemindeki C bölümünden üretilen deney numunesine deneyi uyguladınız mı?		
17. Bulunan sonuçlarda en yakın iki tanesinin farkları eşit ise üçünün		

ortalamasını ince madde oranı olarak aldınız mı?		
18. Elde edilen sonuç değeri TS 706’da verilen sınır değeri aşıyor ise kesin oranı bulabilmek için çökelterek tayin yerine, yıkama yöntemini uygulamaya karar verdiniz mi?		
19. İnce madde oranının yıkama ile tayini yönteminin 4 mm’den büyük agregalara uygulandığını biliyor musunuz?		
20. Deneyle ilgili sayısal verileri tutanak ve rapora kaydettiniz mi?		

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. Beton agregalarında ince madde oranı tayini deneyinin standardı aşağıdakilerden hangisidir?
A) TS 3525
B) TS3526
C) TS 3527
D) TS 3530
2. Deney numunesi miktarı aşağıdaki hangi özelliğe bağlı olarak tablodan alınır?
A) Tane çapına göre
B) Yıkabilme özelliğine göre
C) Kompasitenin özelliğine göre
D) Su emme durumuna göre
3. Alınan numuneler önerilen miktara kadar aşağıdaki hangi yöntemle azaltılır?
A) Tartım metodu ile
B) Eleme metodu ile
C) Sarsma metodu ile
D) Bölgeç veya çeyrekleme metodu ile
4. İnce madde oranının çökelterek tayini yönteminde, deney sırasında ölçü silindirindeki suyun yeterince berraklaşmadığı gözlenirse aşağıdakilerden hangi işlem yapılır?
A) Yıkama yöntemi uygulanır.
B) Deneyde kullanılmaz.
C) Su emme yüzdesi düşürülür.
D) Çökmenin tümü ile gerçekleşmediği kanısına varılır. Dinlendirme süresi başlangıçtan itibaren 24 saat geçinceye kadar uzatılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bulduğunuz çevreden temin edeceğiniz agrega numunesinin özgül ağırlığını ve ince madde miktarını bulunuz.

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Numunenin adını, alındığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
2. Deneyde kullanılacak araç gereçlerin kontrolünü yaptınız mı?		
3. Malzemeyi TS 707'ye göre aldınız mı?		
4. Deneyde kullanılan diğer araç gereçlerin tümünü tezgâhın üzerine koydunuz mu?		
5. Deneyde kullanılacak numune miktarını en büyük tane büyüklüğüne göre tespit ettiniz mi?		
6. Numuneyi DKY durumuna getirdiniz mi?		
7. Numunenin DKY durumuna gelmesini çabuklaştırdınız mı?		
8. Malzemenin DKY ağırlığını tartarak kaydettiniz mi?		
9. Numuneyi etüv kurusu hâline getirdiniz mi?		
10. Numuneyi desikatöre koyarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğuttunuz mu?		
11. Soğuyan numuneyi cam ölçü kabına doldurduktan sonra tarttınız mı? Ölçü kabının darasını düştükten sonra numunenin kuru ağırlığını belirlediniz mi?		
12. Ölçü kabını saf su ile doldurdunuz mu? (yarı yarıya)		
13. Hava kabarcıklarının çıkmasını sağladınız mı?		
14. Hava kabarcıklarının çıkmasını çabuklaştırmak için vakum pompası kullandınız mı?		
15. Boş ölçü kabını işaret çizgisine kadar su ile doldurup tarttınız mı?		
16. İnce agreganın kuru özgül ağırlığını formülde değerleri yerine koyarak buldunuz mu?		
17. İnce agreganın DKY özgül ağırlığını, formülde değerleri yerine koyarak buldunuz mu?		
18. İnce agreganın görünen özgül ağırlığını, formülde değerleri yerine koyarak buldunuz mu?		
19. Çıkan sonuçların analizini yaptınız mı?		
20. Numunenin adını, alındığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
21. Deneyin yapıldığı laboratuvarın adını kaydettiniz mi?		
22. Deney numunesini laboratuvar ortamına getirdiniz mi?		
23. Deneyde kullanacağınız cihaz ve aletleri tezgâhın üzerine koyup		

saydınız mı?		
24. Deney numunesini etüv kurusu durumuna getirdiniz mi?		
25. Tartarak kuru ağırlığını belirlediniz mi?		
26. Kuru ağırlığı saptadıktan sonra yaklaşık 750 ml su ile birlikte ölçü silindirene koydunuz mu?		
27. Ölçü silindirinin ağzını kapattınız mı?		
28. 20 dakikalık aralarla üç kez 1-2 dakikalık süre ile şiddetle çalkaladınız mı?		
29. Çalkalama sonunda ölçü silindirini sarsılmayacak bir yere koyarak 1 saat dinlendirdiniz mi?		
30. Çöken ince malzeme yüksekliğini ölçtünüz mü?		
31. Suyun berraklaşıp berraklaşmadığını kontrol ettiniz mi?		
32. Suyun berraklaşmadığı kanısında iseniz dinlendirme süresini 24 saat olarak belirlediniz mi?		
33. 1 ve 24 saat sonunda çöken ince madde oranını formülde bulduğunuz değerleri yerine koyarak tespit ettiniz mi?		
34. Deney sonuçları arasındaki fark 0.5 veya daha küçük ise sonuçların ortalamasını aldınız mı?		
35. Fark 0.5'ten büyük ise çeyrekleme yöntemindeki C bölümünden üretilen deney numunesine deneyi uyguladınız mı?		
36. Bulunan sonuçların en yakın iki tanesinin farkları eşit ise üçünün ortalamasını ince madde oranı olarak aldınız mı?		
37. Elde edilen sonuç değer TS 706'da verilen sınır değerleri aşıyor ise kesin oranı bulabilmek için çökelterek tayin yerine yıkama yöntemini uygulamaya karar verdiniz mi?		
38. İnce madde oranının yıkama ile tayini yönteminin 4 mm'den büyük agregalara uygulandığını biliyor musunuz?		
39. Deneyle ilgili sayısal verileri tutanak ve rapora kaydettiniz mi?		

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	B
2	A
3	C
4	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	C
4	D

KAYNAKÇA

- CAN Hüsni, Ali GÜNTEKİN, Mehmet ASLAN, Doğan DEMİRAN, **Alt Yapı Laboratuvarı**, MEB, İstanbul, 1992.
- DOĞAN Cafer Sedat, Teknik Öğretmen Laboratuvar Ders Notları GÜTEF, Ankara, 1985.
- GÖKMEN Sebahattin, Teknik Öğretmen Alt Yapı laboratuvarı Ders Notları GÜTEF, Ankara, 1983.
- GÜNER Mehmet, Selçuk Veli SÜME, **Yapı Malzemesi ve Beton**, Aktiv Yayınevi, Erzurum, 1999.
- ÖZKUL Hulusi, Ali TAŞDEMİR, Mustafa TOKYAY, Mehmet UYAN, **Her Yönüyle Beton**, THBB Yayını, Ankara, 2004.
- ŞİMŞEK Osman, **Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri**, TÇMB Yayını, Ankara, 2004.
- **TS 3526, Aralık 1980**
- **TS 3527, Aralık 1980**