

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

## İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

### ÇİMENTO-5

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1 .....	3
1. ÇİMENTOLARDA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ DENEYİ YAPMAK .....	3
1.1. Deney Aletleri .....	3
1.1.1. Tanımı .....	3
1.1.2. Çeşitleri .....	3
1.1.4. Kullanım Şekli.....	5
1.2. Deney Numunesi .....	5
1.2.1. Miktarı.....	5
1.2.2. Özelliği.....	6
1.2.3. Numunenin Deneye Hazırlanması.....	6
1.3. Deneyin Yapılışı.....	6
1.3.1. Le Chatelier Balonu İle Deneyin Yapılışı: .....	7
1.3.1.1. Deney Aletinin Su İçinde Hacminin Bulunması .....	8
1.3.1.2. Çimento Numunesinin Balon İçerisine Yerleştirilmesi.....	9
1.3.1.3. Çimento İle Dolu Deney Aletinin Su İçindeki Hacminin Bulunması .....	10
1.4. Deney Aletinin Temizliğinin Yapılması .....	11
1.5. Deney Raporunun Hazırlanması.....	11
UYGULAMA FAALİYETİ.....	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	16
2. ÇİMENTOLARDA TANE BÜYÜKLÜĞÜ TAYİNİ DENEYİ YAPMAK .....	16
2.1. Deney aletleri .....	16
2.2. Numune Miktarı ve Hazırlanması .....	19
2.3. Numunenin Kurutulması .....	19
2.4. Numunenin 90 Mikronluk Elek Üstünde Kalan Ağırlığının Bulunması .....	20
2.5. Numunenin 200 Mikronluk Elek Üstünde Kalan Ağırlığının Bulunması .....	21
2.6. Elek Üstünde Kalan Ağırlıkların, Numune Ağırlığına Oranının Bulunması .....	21
2.6.1. Sarsma Makinesiyle Elemenin Yapılması.....	21
2.7. Oranların Standart Değerlerle Karşılaştırılması .....	22
2.8. Deney Raporunun Hazırlanması.....	22
UYGULAMA FAALİYETİ.....	23
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	27
CEVAP ANAHTARLARI .....	29
KAYNAKÇA .....	31

## AÇIKLAMALAR

<b>MODÜLÜN KODU</b>	<b>582YIM097</b>
<b>ALAN</b>	<b>İnşaat Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>İnşaat Laboratuvar Teknisyenliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Çimento-5</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Laboratuvarda çimentolarda özgül ağırlık ve tane büyüklüğü tayini deneyleri yapma konularının işlendiği öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32 (+40/32 Uygulama tekrarı yapmalı)
<b>ÖNKOŞUL</b>	Çimento Deneyleri-4 modülünü başarmak.
<b>YETERLİK</b>	Laboratuvarda çimento deneylerini yapmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel amaç:</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında; laboratuvarda çimentoların özgül ağırlık tayini ve tane büyüklüğü deneylerini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz. <b>Amaçlar:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvarda çimentolarda özgül ağırlık deneyini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.</li><li>➤ Laboratuvarda çimentolarda tane büyüklüğü deneyini kurallara uygun yapabileceksiniz..</li></ul>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Yapı teknolojisi atölyesi, beton laboratuvarı, işletmeler, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı. <b>Donanım:</b> Bilgisayar, televizyon, DVD, VCD, tepegöz, projeksiyon vb. donanımlar ve alanın gerektirdiği araç gereç malzeme ve ekipmanlar sağlanmalıdır.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendirebileceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı ( test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili öğrenci,**

Gelişmekte olan ülkemizin konumu gereği inşaat sektörü, kalkınmanın motoru olma özelliğini sürdürmektedir. Çünkü alt yapı tesislerine ve sanayi tesislerine ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Artan nüfusumuza ve şehirleşmeye paralel olarak konut ihtiyacı hat safhaya ulaşmıştır. Geişen bu iş ortamından pay almak isteyen kuruluşlar arasında büyük bir rekabet yaşanmaktadır.

İnşaat sektörünün en önemli girdilerinden biri de çimentodur. Çimento üretim sektörü rekabet koşullarına uygun ürün üretmek için AR-GE çalışmalarına büyük fonlar ayırmaktadır. Sizler bu modül ile edineceğiniz bilgi ve becerileri kullanarak çimento kalitesinin tespitine yönelik iki deneyi yapabileceksiniz. Daha önce başardığımız modülleri de göz önünde bulunduracak olursak, çok yakın zamanda sizlerin çimento sanayinin AR-GE laboratuvarı için aranan birer eleman olacağınıza inanıyoruz.

Sizlere laboratuvar çalışmalarınızda başarılar dileriz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyetle; gerekli ortam sağlandığında çimentolarda özgül ağırlık tayini deneyini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Çimento deneyleri ile ilgili araç gereç ve ekipmanları araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızı bilgilendiriniz.

Araştırma yaparken üniversitelerin inşaat laboratuvarlarından, çimento fabrikalarının deney laboratuvarlarından, çimento deneyleri ile ilgili kitaplardan faydalanabilirsiniz.

## 1. ÇİMENTOLARDA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ DENEYİ YAPMAK

### 1.1. Deney Aletleri

#### 1.1.1. Tanımı

Çimentolarda özgül ağırlık tayini deneyini hatasız bir şekilde yapmaya elverişli aletlere çimento özgül ağırlık deney aletleri denir.

#### 1.1.2. Çeşitleri

- **Le Chatelier balonu**
- **Piknometre**
- **Terazi**
- **Termometre**
- **Spatul**

#### 1.1.3. Özellikleri

- **Le Chatelier balonu:** Altı şişkin (balon biçiminde) üstü mezura şeklinde ölçümlendirilmiş, saydam cam veya sert plastikten yapılmıştır. Terebentin veya gaz yağı kullanılarak çimento ve başka ince kum ve tozların yoğunluğunu tayin edebilecek ve deney esnasında çimento, terebentin, gaz yağı ile reaksiyona girmeyecek nitelikte olmalıdır (Resim 1).



**Resim 1:Le Chatelier balonu**

- **Piknometre:** Çimento ve başka ince kum ve tozların yoğunluğunu tayin edebilecek nitelikte olmalıdır (Resim 2).



**Resim 2: Piknometre**

- **Terazi:** Çimento için 1 mg yaklaşımla 100 gram tartma kapasitesinde olmalıdır (Resim 3).



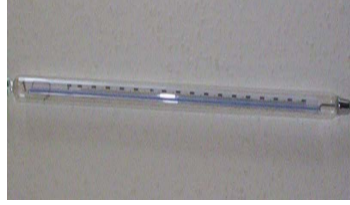
**Resim 3: Terazi**

- **Spatul:** Paslanmaz çelikten yapılmış, üzerine çimento tozu yapışmayacak nitelikte olmalıdır (Resim 4).



**Resim 4: Spatul**

- **Termometre:** 0,1<sup>0</sup>C duyarlı olmalıdır (Resim 5).



**Resim 5: Termometre**

### 1.1.4. Kullanım Şekli

Deneyde kullanılacak aletler deneyde önce kontrol edilip deforme olmuş, kalibrasyonu yapılmamış, kırık ve bozuk aletler kullanılmamalıdır. Alet ve cihazlar kullanma talimatlarına ve standartlarda belirtilen esaslara göre kullanılmalıdır.

## 1.2. Deney Numunesi

### 1.2.1. Miktarı

Deney numunesinin miktarı kullanılan cihaza göre değişmektedir.

- Deney, Le Chatelier balonu ile yapılacaksa 64 gram çimento (Resim 6) kullanılır.
- Deney, piknometre cihazıyla yapılacaksa piknometrenin standart kabının (Resim 7) yarısını geçecek kadar bir çimento hacmi (yaklaşık 40 gram) kullanılır.



**Resim 6: Le Chatelier balonu için numune**



**Resim 7: Piknometre cihazı için numune**

### 1.2.2. Özelliği

Numuneler aşağıdaki özelliklerde olmalıdır.

- Numune alma metotlarına (Silolardan, torbalı çimentoların stoklarından ve silo baslardan) uygun olarak alınan numuneler, homojen hale getirildikten sonra laboratuvar numunesi, resmi şahit numune sayısına, numune bölücüsü kullanarak veya dörtleyerek uygun miktarda alınmış olmalıdır.
- 
- Alınan numuneler uygun şartlarda muhafaza edilmelidir.

### 1.2.3. Numunenin Deneye Hazırlanması

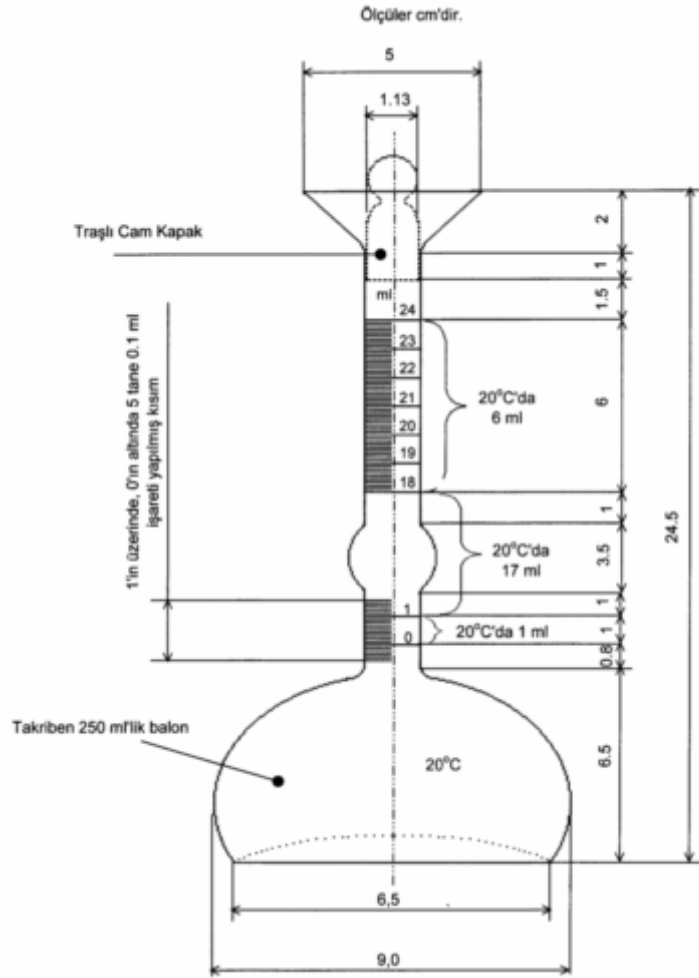
Alınan numune yapılacak deneyin (çimentolarda özgül ağırlık tayini) 2 defa yapılmasına yetecek miktarda alınmalı ve uygun şartlarda muhafaza edilmelidir.

Uygun şartlarda muhafaza edilen numuneler deney yapılacak alanda hazır bulundurulmalıdır.

Numune miktarlarının tartılmasında gerekli hassasiyet gösterilmelidir.

### 1.3. Deneyin Yapılışı

Çimentolarda özgül ağırlık deneyi Le Chatelier balonu ve piknometre ile olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Esas olan Le chatelier balonu (Şekil: 1) ile yapılmasıdır. Çünkü hata yapma oranı az ve sonuçları daha kesindir. Ancak bu yöntem fazla zaman alması nedeniyle özellikle sık periyotlarla çok sayıda numunenin özgül ağırlığı bulunmak istenen çimento fabrikaları vb yerlerde piknometre ile özgül ağırlık tayini tercih edilmektedir. Piknometre ile deney yapılıyorsa cihazın periyodik kalibrasyonunun ve zaman zamanda yapılan deneylerin Le Chatelier balonu ile doğrulanması (aynı numunenin özgül ağırlığı hem piknometre de hem de Le Chatelier balonu ile bulunup karşılaştırılması gerekir. Yapılan bu karşılaştırmada farkın % 1 i geçmemesi, geçiyorsa piknometre cihazının kalibrasyonunun yeniden yapılması zorunludur. Bu husus modülde yer almadığı için daha fazla ayrıntıya girilmeyecektir) gerekir.



### 1.3.1. Le Chatelier Balonu İle Deneyin Yapılışı:

- Deneye başlamadan önce deneyde kullanılacak cihaz ve aletleri teker teker kontrol edip (Bozuk kırık ve hatalı cihaz ve aletlerle deneye başlamayınız) hazırlayınız.
- Deneyin yapımında çimento ile reaksiyona girmeyen bir sıvı kullanılmalıdır. Bu iş için en uygun sıvılar terebentin, gaz yağı, petrol vb.dir. Bu deneyi yapılırken terebentin (Resim 8) kullanılacaktır



Resim 8: Sentetik terebentin

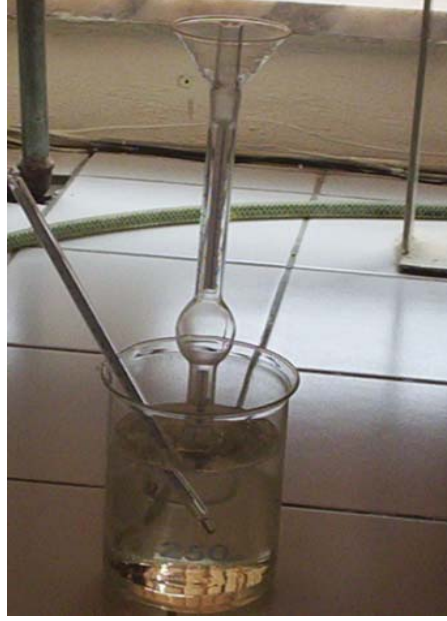
### 1.3.1.1. Deney Aletinin Su İçinde Hacminin Bulunması

Le Chatelier şişesi içinde su bulunmayan terebentinle 0 ile 1 mililitre işaretleri arasında bir noktaya (Resim 9) kadar doldurulur. Balon sıcaklığı  $20 \pm 3$  °C su banyosu içine (Tercihen büyük bir mezür kullanılır) daldırılır. Balon içindeki terebentin banyo sıcaklığına gelinceye (sıcaklık sabitleninceye kadar) kadar beklenir (Resim 10).

Sıcaklık sabitlenince terebentinin hacmi okunur ( $v_1$ ) ve kaydedilir.



Resim 9: Le Chatelier şişesi içine terebentin doldurulması



**Resim 10: Balon içindeki terebentinin banyo sıcaklığına gelinceye kadar bekletilmesi**

### **1.3.1.2. Çimento Numunesinin Balon İçerisine Yerleştirilmesi**

0,1 gram hassasiyetle ölçülen 64 gram çimento numune spatul yardımıyla (Resim 11) dikkatlice yavaş yavaş balon içerisine akıtılır. Balonun kenarlarına yapışan çimento tozları plastik bir çubukla yavaşça vurularak (Resim 12) dökmesi sağlanır.



**Resim 11: Numunenin balon içerisine akıtılması**



**Resim 12: Balonun kenarlarına yapışan çimento tozlarının dökülmesi**

Bütün çimento balona aktarıldıktan sonra şişenin kapağı kapatılır ve balon kendi ekseninde döndürülerek çimento tozları ile karışan havanın dışarıya çıkması sağlanır (Resim 13).

Hava kabarcıkları tamamen uzaklaştıktan sonra balon tekrar su banyosu içine konularak balon ve içindekilerin aynı sıcaklığa (deney başlangıç sıcaklığı) gelmesi için beklenir (yaklaşık 1 saat).



**Resim 13: Çimento tozları ile karışan havanın dışarıya çıkarılması**

### **1.3.1.3. Çimento İle Dolu Deney Aletinin Su İçindeki Hacminin Bulunması**

Bir saatlik sürenin sonunda balondaki sıvı seviyesi dikkatlice gözlenir (balonun dik olmasına dikkat ediniz) hacim yeniden okunur ( $v_2$ )

## 1.4. Deney Aletinin Temizliğinin Yapılması

Deney bittikten sonra Le Chatelier balonu boşaltılır çeşme suyu ile iyice çalkalanır. Balonun içine yapışan çimento artıklarının tamamen temizlenmesi için balonun içi çamaşır suyu ile çalkalanır. Balonun dışı ıslak bezle silinip dolaba kaldırılır.

## 1.5. Deney Raporunun Hazırlaması

Seviye farkları  $v_2-v_1$  çimentonun hacmini verir ve çimentonun yoğunluğu şu şekilde hesaplanır.

$$d = \frac{m}{v_2-v_1}$$

$d$  = Çimentonun yoğunluğu, (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Çimento kütlesi (g)

$V_1$  = İlk okunan hacim ( cm<sup>3</sup>)

$V_2$  = Son okunan hacim ( cm<sup>3</sup>)

Not: 1 ml = 1 cm<sup>3</sup> tür.

### Örnek:

$V_1=0,75$  ml

$V_2=21,80$  ml

$V = 21,80-0,75 =21,05$  ml

Not: 21,05 ml numunenin hacmi  
(ml =gram)

21,05 ml = 21,05 cm<sup>3</sup>

$$d = \frac{m}{v} = \frac{64,0095}{21,05}$$



$d = 3.03$  gr/cm<sup>3</sup>


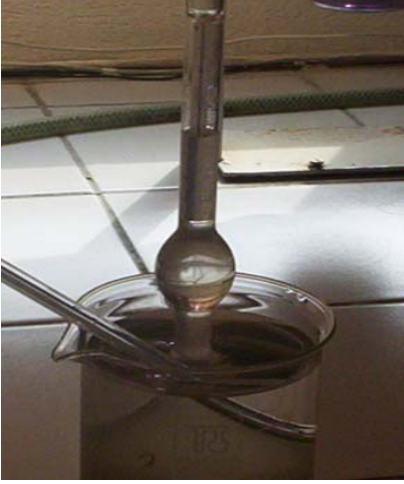
Çimento yoğunluğu 64 gram çimento numunesi ile 1.3' te (Le Chatelier balonu deneyin yapılışı konusu) olduğu gibi tekrar tayin edilir.

İki deney arasındaki fark % 1' den büyük olmamalıdır. Fark bu değere eşit veya büyük ise deney, bu şartlar sağlanıncaya kadar yeni numunelere uygulanmalıdır.

Bu deneyler sonucunda birbirinden % 1' den daha fazla fark etmeyen en yakın iki değer in ortalaması deney sonucu olarak rapor edilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
1. Deney araç gereç ve ekipmanı hazırlayınız.	Deneyi sıcaklığı sabit olan kür odası vb. bir yerde yapınız.  Önlük ve eldiven giyiniz.  Tüm araç gereçleri deney tezgahı üzerine diziniz ve kontrol ediniz
2. Aleti gaz yağı veya terebentinle 0-1 aralığına kadar doldurunuz. 	Kullanacağınız terebentinin saf (içinde su bulunmamalı) olmasına dikkat ediniz
3. Su banyosu içinde terebentinin hacmini ölçünüz. 	Banyo için kullandığımız suyun oda sıcaklığında olmasına dikkat ediniz.  Balonu suyun içine koyduktan hemen sonra termometreyi suyun içine daldırınız ve beş dakikada bir sıcaklığı okuyarak sıcaklık sabitlenene (son okunan iki sıcaklık aynı olana dek) kadar bekleyiniz. Son okunan sıcaklığı kaydediniz.  Ölçüm yaparken balonun dik olmasına dikkat ediniz.

<p>4. Çimento numunesini balon içine koyunuz.</p> 	<p>Çimentoyu balona doldurmadan önce balon borusun içini ucuna sıkıca bez sarılmış bir çubuk yardımıyla kurulaınız</p> <p>Çimentoyu azar azar spatul yardımıyla balona doldurunuz. Balonun kenarlarına çimentonun yapışmaması için tercihen plastik bir tükenmez kalemle balonun kenarlarını tıklayınız ve balonu yavaşça çalkalayınız.</p> <p>Çimentonun tamamı terebentine karıştıktan sonra balonu dikkatlice banyo kabına dik duracak şekilde koyup yaklaşık bir saat bekleyiniz.</p>
<p>5. Su banyosu içinde terebentinin hacmini tekrar ölçünüz.</p> 	<p>Ölçüm yapmadan banyo suyunun sıcaklığı deneyin başlangıç sıcaklığının ile aynı olmasına dikkat ediniz. Aynı değilse aynı olana kadar bekleyiniz</p> <p>Ölçüm yaparken balonun dik olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>6. Temizliği yapınız.</p>	<p>Aletleri ve cihazları temizlerken deforme olmamalarına dikkat ediniz.</p>
<p>7. Deney raporunu hazırlayınız</p>	<p>Raporu yazmadan önce hesapları bir daha kontrol ediniz. Raporu imzalamayı unutmayınız.</p>

## DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Evet	Hayır
Önlük ve eldiven giydiniz mi?		
Numunenin adını, alındığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
Deneyde kullanılacak tüm aletleri sayıp kontrol ettiniz mi?		
Su banyosu kabına yeteri miktarda oda ısısındaki suyu doldurdunuz mu?		
Ortam sıcaklığının değişmemesi için önlem aldınız mı?		
Çimento numunesini hazırlayıp tarttınız mı?		
Terebentini Le Chatelier balonuna 0-1aralığında olacak şekilde doldurdunuz mu?		
Le Chatelier balonunu su banyosu içine koyup su banyosunun sıcaklığını ölçüp kaydettiniz mi?		
Sıcaklık sabitliği sağlanana kadar bekleyip sabit sıcaklığı tespit ettikten sonra (deney başlangıç sıcaklığı) kaydedtiniz mi?		
Terebentinin su içindeki hacmini ( $v_1$ ) ölçüp kaydettiniz mi?		
Önceden tartılan 64 (m) gram çimentoyu Le Chatelier balonu içine kayıpsız doldurdunuz mu?		
Balonun içindeki hava kabarcıklarını tamamen aldınız mı?		
Yeniden Le Chatelier balonunu su banyosu içine koyup su banyosunun sıcaklığını ölçüp kaydettiniz mi?		
Su banyosunun sıcaklığı deney başlangıç sıcaklığına gelene kadar beklediniz mi?		
Su banyosu deney başlangıç sıcaklığına gelince yeniden balonun hacmini ( $v_2$ ) ölçüp kaydedtiniz mi?		
$v_1-v_2$ farkını bulup çimentonun gerçek hacmini ( $v$ ) kaydedtiniz mi?		
$d = m / v$ eşitliğinden çimentonun özgül ağırlığını bulup kaydettiniz mi?		
Deneyi yukarıdaki basamakları takip edip ikinci defa tekrar ettiniz mi?		
Deneyle ilgili sayısal verileri tutanak rapora kaydettiniz mi?		
Uygun tutanak, rapor ve defterleri seçip kullandınız mı?		
Zamanı iyi kullandınız mı?		
Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullandınız mı?		
İş bitiminde kullandığınız aletleri temizleyip yerlerine koydunuz mu?		

### DEĞERLENDİRME:

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyette kazanmış olduğunuz bilgileri aşağıda verilen soruları doğru/yanlış (1.ve 2. sorular) ve çoktan seçmeli (3., 4.,ve 5 sorular) şeklinde cevaplandırarak değerlendiriniz.

### OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULAR)

1. Numune (çimento) eksik tartılırsa bulunan özgül ağırlık gerçek özgül ağırlıktan büyük olur.(.....)
2. Çimentoların özgül ağırlık tayini piknometre cihazı ile de yapılabilir. (.....)
3. Aşağıdaki sıvılardan hangisi Le Chatelier balonu ile çimentonun özgül ağırlık tayini deneyinde kullanılmaz?  
A) Su  
B) Tiner  
C) Terebentin.  
D) Gaz yağı  
E) Neft.
4. Su banyosunun amacı nedir?  
A) Kullanılan aletlerin temiz kalmasını sağlamak.  
B) Ortamın nemini ayarlamak.  
C) Deneyin sabit ısıda yapılmasını sağlamak  
D) Numuneyi ıslatmak.  
E) Dökülen çimentonun etrafa dağılmasını önlemek.
- 5- Numuneyi Le Chatelier balonuna boşalttıktan sonra hava kabarcıkları alınmazsa sonuç ne olur?  
A) Sonuç değişmez.  
B) Ölçülen hacim gerçek hacimden büyük olur.  
C) Çimentoda katılaşma (priz) başlar.  
D) Deney sıvısı hava kabarcıklarıyla reaksiyona girerek sıvının hacmi azalır  
E) Ölçülen hacim gerçek hacimden küçük olur.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve yanlış cevap verdiğiniz soru varsa soru ile ilgili konuyu okuyarak tekrar ediniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu faaliyetle; gerekli ortam sağlandığında çimentolarda tane büyüklüğü tayini deneyini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Yakındaki bir çimento deney laboratuvarına giderek deneyin yapılışını izleyiniz.

Tane büyüklüğünün önemini öğreniniz.

Bilgilerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. ÇİMENTOLARDA TANE BÜYÜKLÜĞÜ TAYİNİ DENEYİ YAPMAK

### 2.1. Deney aletleri

#### 2.1.1.Tanım

Çimentoların tane büyüklüğünü tespit etmeye yarayan cihaz ve düzeneklerdir.

#### 2.1.2.Çeşitleri:

- Elekler ( 90 ve 200 mikronluk)
- Numune toplama kabı
- Terazi
- Etüv (Fırın)
- Elek sarsma makinesi
- Desikatör

#### 2.1.3.Özellikleri:

- **Elekler** : Sıkı, dayanıklı, paslanmaz, 150 - 100 mm. derinlikte, silindirik çerçeveye tutturulmuş 90-200 mikron göz açıklığında paslanmaz örme çelik veya diğer aşınmaya dayanıklı paslanmaz metal telden yapılmış olmalıdır (Resim 1). TS 1225 ( Deney elekleri-elek göz ve delik açıklıkları nominal büyüklükleri), TS. 1227 ve 3310-‘de ( Deney elekleri-teknik gerekler ve metal tel kumaş deney elekleri) belirtilen özelliklerde olmalıdır.



**Resim 1: Elekler ( 90 ve 200 mikronluk)**

- **Numune toplama kabı:** 90-200 mikron eleklerin altına oturabilen eleklerle aynı metalden yapılmış 5-6 cm derinlikte ve üstünde kapağı olmalıdır (Resim 2).



**Resim 2: Numune toplama kabı**

- **Terazi:** 1 mg yaklaşık 100 gram tartma kapasitesinde olmalıdır.
- **Etüv (fırın):**  $105 \pm 5$  °C ayarlanabilir nitelikte olmalıdır (Resim 3).



**Resim 3: Etüv (fırın)**

- **Elek sarsma makinesi:** Eleme esnasında elekleri deforme etmeyecek nitelikte olmalıdır. (Resim 4).



**Resim 4: Elek sarsma makinesi**

- **Desikatör:** TS 651 ISO 383'te belirlenen nitelikte olmalıdır (Resim 5).



**Resim 5: Desikatör**

#### **2.1.4. Kullanma Şekli**

Deney araçları kullanma talimatlarına uygun olarak ve özellikleri dikkate alınarak kullanılmalıdır.

## 2.2. Numune Miktarı ve Hazırlanması

Alınacak numunenin tüm çimentoyu temsil etmesi için TS 23 EN 196-7'ye (çimentodan numune alınması ve hazırlanması metotları) göre hazırlanmış numune kaplarından yaklaşık 150-200 gram çimento bir kaba alınır ve bir çubukla (şekil10) karıştırılarak veya en iyisi çimento ezme makinesinden geçirilerek topraklar tamamen ezilir. Deney için kullanılacak çimento miktarı (kurutma işleminden sonra)100 gramdır (Resim 6).



Resim 6: Numunenin hazırlanması

## 2.3. Numunenin Kurutulması

Isıya dayanıklı bir kap içine alınan 150-200 gram çimento ısısı  $105 \pm 5$  °C ayarlanmış etüv fırınında yaklaşık iki saat kurutulur. Etüvden çıkartılan numune soğuması için desikatör cihazı içinde yaklaşık 30 dakika bekletilir (Resim 7).



Resim 7: Numunenin soğuması için desikatör cihazı içinde bekletilmesi

## 2.4. Numunenin 90 Mikronluk Elek Üstünde Kalan Ağırlığının Bulunması

Kurutulan numuneden 100 gram çimento 1 mg. hassasiyetteki terazide tartıldıktan (Resim 8) sonra altına toplama kabı (tavası) bulunan 90 mikronluk eleğe boşaltılır. Eleğin içindeki çimento 25 dakika boyunca ve dakikada yaklaşık 125 hareket yapmak suretiyle sağa sola sallanarak elenir (Resim 9).



Resim 8: Kurutulmuş numunenin tartıya hazırlanışı



Resim 9: Çimentonun elenmesi

Her 25 harekete bir elek yatay kalmak şartıyla  $90^{\circ}$  çevrilir ve sert bir yere eleğin altı 5 kez vurulur. Her on dakikalık elemekten sonra eleğin altı ince bir kıl fırça ile toplama kabı içine fırçalanarak gözlerin dolması önlenir. 25 dakikalık elemekten sonra elek, toplama kabından ve kapağından çıkartılır, yan tarafa doğru eğilerek içindeki çimentolar bir köşeye toplanır (Resim 10) ve darası bilinen bir kaba alınarak tartılır (Resim 11).



Resim 10: Elek üzerinde kalan malzeme



Resim 11: Numunelerin kaplara alınışı

Tartılan çimento tekrar aynı eleğe alınarak 5 dakika daha elenir ve yeniden tartılır. Her iki tartım arasındaki fark 0,1 gram daha az oluncaya kadar elemeye devam edilir. Kalan çimento tartılır ve kaydedilir ( $m_1$ ).

## 2.5. Numunenin 200 Mikronluk Elek Üstünde Kalan Ağırlığının Bulunması

Göz açıklığı 90 mikron elek üstü kalıntısı ( $m_1$ ) göz açıklığı 200 mikron olan eleğe konur. Eleğin altı fırçalamadan ve vurmadan 5 dakika elenir. Elek üstünde kalanlar tartılır ve kontrol için 1 dakika daha elenir. İki tartım arasındaki fark 0,05 gram oluncaya kadar bu işleme devam ettirilir. Elek üstü kalıntısı tartılıp kaydedilir ( $m_2$ ).

## 2.6. Elek Üstünde Kalan Ağırlıkların, Numune Ağırlığına Oranının Bulunması

Eleme işlemi bittikten ve elek üstünde kalan kalıntılar tartıldıktan sonra elekler üstü oranlar (%) şu şekilde bulunur.

$$90 \text{ mikroluk elek üstü } \% \text{ si} = \frac{m_1}{100}$$
$$200 \text{ mikroluk elek üstü } \% \text{ si} = \frac{m_2}{100}$$

### 2.6.1. Sarsma Makinesiyle Elemenin Yapılması

Özellikle çimento fabrikaları gibi kısa zamanda çok sayıda numunenin analizinin istendiği yerlerde eleme işi sarsma makineleriyle yapılmaktadır.

Elle elemelerde olduğu gibi deney numunesi çimento hazırlanıp tartılır. Tartılan numune göz açıklığı; 200 mikron olan elek üste göz açıklığı, 90 mikron olan elek onun altında ve en altta da toplama kabı (tavası) olmak üzere sıralanmış elek dizisinin üzerine konur ve kapak kapatılır (Resim 12).



Resim 12: Elek serisinin hazırlanışı ve numunenin konulup kapağının kapatılması

Bu şekilde elek dizisi sarsma makinesine bağlanır ve 15 dakika süre ile elenir (Resim 13). Eleme sonunda göz açıklığı 200 mikron olan eleğin üstündeki kalıntı tartılır ve kaydedilir ( $m_2$ ). Göz açıklığı 90 mikron olan elek üstünde kalan aynı şekilde tartılır. Kalıntı tekrar aynı eleğe konularak elle 5 dakika elenerek yeniden tartılır. Her iki tartım arasındaki fark 0,1 gramdan az olana kadar elle elemeye devam edilir. Bu şart sağlanınca elekte kalan kalıntı tartılır ( $m_1$ ). Burada göz açıklığı 90 mikron olan elek üstü toplam kalıntısı  $m = m_1 + m_2$  olarak bulunur.



Resim 13: Elek sarsma makinesi ile numunenin elenmesi

## 2.7. Oranların Standart Değerlerle Karşılaştırılması

Elek üstü kalıntı miktarı aşağıdaki gibi olmalıdır.

200 mikronluk eleğin üstünde en fazla numunenin % 1'ini geçmemelidir.

90 mikronluk eleğin üstünde en fazla numunenin % 14'ünü geçmemelidir.




## 2.8. Deney Raporunun Hazırlanması

Elek üstü kalıntılar ( $m_1$  ve  $m_2$ ) yüzdeleri hesaplanıp kaydedilir.

Aynı numuneden 100 gram çimento ile yukarıda (2.2-2.3-2.4-2.5-2.6-2.7 konularında) anlatıldığı gibi yeniden yapılır.

Bu ikinci deneyde 90 mikronluk elekteki kalıntı birinci deneyden en fazla %1 ve 200 mikronluk elekteki kalıntıdan da %0,3' ten daha farklı olup olmadığına bakılır. Fark bu değerlerden çok ise ikili deney yeniden yapılmalıdır. Bu deneyler sonunda bu şartları sağlayan, birbirine en yakın iki değerlerin ortalaması alınıp numunenin elek tayini değerleri olarak rapor edilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>1. Deneysel araç-gereç ve ekipmanı hazırlayınız.</p> 	<p>Tüm deneysel aletlerini, aletlerini tezgâhın üzerine koyup kontrol ediniz.</p> <p>Kalibrasyonu yapılmamış, deforme olmuş aletlerle deneyi yapmayınız.</p>
<p>2. Numuneyi tartınız ve etüvde kurutunuz. Etüvden çıkartılan numuneyi soğuması için desikatör cihazı içinde yaklaşık 30 dakika bekletiniz.</p> 	<p>Tartıdan önce teraziyi sıfırlamayı unutmayınız.</p> <p>Terazinin kalibrasyonunun zamanında yapılmış olmasına dikkat ediniz. Tartıların doğruluğundan emin olunuz.</p>
<p>3. Numuneyi 90 mikronluk elekten eleyiniz.</p> 	<p>Alta toplama (tava) kabını koyunuz ve üstü kapakla kapatmayı unutmayınız.</p>

4. Numuneyi 200 mikronluk elekten eleyiniz.



5. Eleklere temizleyiniz.



6. Hesaplamaları yapınız.
7. Deney raporlarını hazırlayınız.

Alta toplama (tava) kabını koyunuz ve üstü kapakla kapatmayı unutmayınız.

Eleklere yumuşak bir kıl fırça ile zedelemekten temizleyiniz.

Diğer aletleri kuru bezle silip tüm aletleri yerlerine koyunuz.

Hesapları bir kere daha kontrol ediniz.

Raporu imzalamayı unutmayınız.

<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
Numunenin adını, alındığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
Deney için kalibrasyonu yapılmış elekleri ve teraziyi seçip hazırladınız mı?		
Deneyde kullanılacak çimentoyu bir çubuk yardımıyla karıştırıp topaklarını ezdiniz mi?		
Etüv fırınına kontrol edip $105 \pm 5$ °C ayarladınız mı?		
Deneyde kullanılacak çimento numunesini (150-200 gram) etüvde en az iki saat beklettiniz mi?		
Etüvden çıkarılan çimento numunesini desikatörde ortam sıcaklığına gelene kadar beklettiniz mi?		
Göz açıklığı 90 mikron olan eleğin altına toplama kabını yerleştirdiniz mi?		
100 gram çimento numunesi tartıp göz açıklığı 90 mikron olan eleğe koydunuz mu?		
Eleğin altına toplama kabını koyup üstünü de kapakla kapatıp önce 25 dakika sonra 5 dakika süre ile iki defa elediniz mi?		
Her elemeden sonra elek üstü kalıntıyı tartıp iki tartım arasındaki fark standart değere düşünceye kadar elemeye devam etiniz mi?		
Tartılan numuneyi kayıpsız, göz açıklığı 200 mikron olan eleğe boşaltıp tekrar 5 dakikalık eleme yaptınız mı?		
Elek üstünde kalan numuneyi tartıp kaydettiniz mi?		
İki tartım arasındaki farkı bulup standart (0,1 gram) değerle karşılaştırıp bu şart sağlanıncaya kadar elemeye devam etiniz mi?		
Göz açıklığı 90 mikron elek üstü kalıntıyı göz açıklığı 200 mikron olan eleğe kayıpsız boşalttınız mı?		
Eleğin altına toplama kabını koyup önce 5 dakika sonra 1 dakika süre ile iki defa elediniz mi?		
Her elemeden sonra elek üstü kalıntıyı tartıp iki tartım arasındaki fark standart değere düşünceye kadar elemeye devam etiniz mi?		
Deneyle ilgili sayısal verileri tutanak ve rapora kaydettiniz mi?		
Zamanı iyi kullandınız mı?		
Çalışma alanını tertipli düzenli kullandınız mı?		
İş bitiminde kullandığınız aletleri temizleyip yerlerine koydunuz mu?		

## **DEĞERLENDİRME**

Öğrenme faaliyetlerindeki eksikliklerinizi faaliyete tekrar dönerek, araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Hepsine doğru cevap verdiyseniz modül değerlendirmesi için öğretmeninize başvurabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyette kazanmış olduğunuz bilgileri aşağıda verilen soruları doğru/yanlış (1.ve2.sorular) ve çoktan seçmeli (3 ve 5 sorular) şeklinde cevaplandırarak değerlendiriniz.

### OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. Numune sıra ile önce göz açıklığı 90 mikron olan elekte sonra 200 mikron elekte elenir.(.....)
2. Tane büyüklüğü tayini 150-200 gram numunenin standart eleklerde elenmesi ile yapılır. (.....)
3. Aşağıdaki aletlerden hangisi tane büyüklüğü tayini deneyinde kullanılmaz.  
A) Desikatör  
B) Etüv (fırın)  
C) Terazî  
D) Le Chatelier halkası  
E) Göz açıklığı 90 mikronluk elek
4. Etüvde (fırın) numuneyi  $105\pm 5^{\circ}\text{C}$  de bekletmenin amacı nedir?  
A) Topakların dağılmasını sağlamak  
B) Numuneyi deney sıcaklığına getirmek  
C) Numune içinde bulunan yabancı maddeleri yakmak  
D) Numunenin özgül ağırlığını bulmak  
E) Çimento içindeki rutubeti alarak sabit ağırlığa gelmesini sağlamak

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki kriterlere göre ölçünüz.

Çimento deneyleri-5 modülü, faaliyetleri ve araştırma çalışmaları sonunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için kendinizi değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz. Bu değerlendirme sonucuna göre bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Evet	Hayır
Önlük ve eldiven giyip, gözlük taktınız mı?		
Numunenin adını, alındığı yeri ve alış tarihini kaydettiniz mi?		
Deneyde kullanılacak aletleri sayıp kontrolünü yaptınız mı?		
Aletleri deneylere hazır hale getirdiniz mi?		
Numuneleri hazırladınız mı?		
Su banyosu kabına yeteri miktarda oda ısısındaki suyu doldurdunuz mu?		
Ortam sıcaklığının değişmemesi için önlem aldınız mı?		
Çimento numunesini hazırlayıp tarttınız mı?		
Terebentini Le Chatelier balonuna 0-1 aralığında olacak şekilde oldurdunuz mu?		
Le Chatelier balonunu su banyosu içine koyup su banyosunun sıcaklığını ölçüp kaydedtiniz mi?		
Sıcaklık sabitliği sağlanana kadar bekleyip sabit sıcaklığı tespit ettikten sonra (deney başlangıç sıcaklığı) kaydedtiniz mi?		
Terebentinin su içindeki hacmini ( $v_1$ ) ölçüp kaydedtiniz mi?		
Önceden tartılan 64 (m) gram çimentoyu kayıpsız Le Chatelier balonu içine kayıpsız doldurdunuz mu?		
Balonun içindeki hava kabarcıklarını tamamen aldınız mı?		
Yeniden Le Chatelier balonunu su banyosu içine koyup su banyosunun sıcaklığını ölçüp kaydedtiniz mi?		
Su banyosunun sıcaklığı deney başlangıç sıcaklığına gelene kadar beklediniz mi?		
Su banyosu deney başlangıç sıcaklığına gelince yeniden balonun hacmini ( $v_2$ ) ölçüp kaydedtiniz mi?		
$v_1-v_2$ farkını bulup çimentonun gerçek hacmini ( $v$ ) bulup kaydedtiniz mi?		
$d = m / v$ eşitliğinden çimentonun özgül ağırlığını bulup kaydedtiniz mi?		

Deneyi yukarıdaki basamakları takip edip ikinci defa tekrar etiniz mi?		
Etüv fırınına kontrol edip $105 \pm 5$ °c ayarladınız mı?		
Deneyde kullanılacak çimento numunesini (150-200 gram) etüvde en az iki saat beklettiniz mi?		
Etüvden çıkarılan çimento numunesini desikatörde ortam sıcaklığına gelene kadar beklettiniz mi?		
Göz açıklığı 90 mikron olan eleğin altına toplama kabını yerleştirdiniz mi?		
100 gram çimento numunesi tartıp göz açıklığı 90 mikron olan eleğe koydunuz mu?		
Eleğin altına toplama kabını koyup, üstünü de kapakla kapatıp önce 25 dakika sonra 5 dakika süre ile iki defa elediniz mi?		
Her elemenden sonra elek üstü kalıntıyı tartıp, iki tartım arasındaki fark standart değere düşünceye kadar elemeye devam etiniz mi?		
Tartılan numuneyi kayıpsız göz açıklığı 200 mikron olan eleğe boşaltıp tekrar 5 dakikalık eleme yaptınız mı?		
Elek üstünde kalan numuneyi tartıp kaydediniz mi?		
İki tartım arasındaki farkı bulup standart (0,1 gram) değerle karşılaştırdınız mı ? Bu şart sağlanıncaya kadar elemeye devam etiniz mi?		
Göz açıklığı 90 mikron elek üstü kalıntıyı göz açıklığı 200 mikron olan eleğe kayıpsız boşaltınız mı?		
Eleğin altına toplama kabını koyup önce 5 dakika sonra 1 dakika süre ile iki defa elediniz mi?		
Her elemenden sonra elek üstü kalıntıyı tartıp, iki tartım arasındaki fark standart değere düşünceye kadar elemeye devam etiniz mi?		
Zamanı iyi kullandınız mı?		
Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullandınız mı?		
İş bitiminde kullandığınız aletleri temizleyip yerlerine koydunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız modülü tekrar ediniz.

Bütün cevaplarınız evet ise modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYET 1 CEVAP ANAHTARI

1.	YANLIŞ
2.	DOĞRU
3.	A
4.	C
5.	B

## ÖĞRENME FAALİYET 2 CEVAP ANAHTARI

1.	YANLIŞ
2.	YANLIŞ
3.	D
4.	E

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- ŞİMŞEK O., **Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri**, T.Ç.M.B. Ankara, 2004
- POSTACIOĞLU B., **Yapı Malzemesi Dersleri**, Teknik Üniversite Matbaası, Gümüşsuyu, 1975
- ÖZKUL H., TAŞDEMİR M., A., TOKTAY M., UYAN M., **Her Yönüyle Beton**, T.Ç.M.B. Ankara, 2004
- YEĞİNBOYALI A., ERTÜN T., **Çimentoda Yeni Standartlar ve Mineral Katkılar**, T.Ç.M.B., 2004
- TS 24
- TSE-EN, 196-6 Mart 2000

## KAYNAKÇA

- Standart Çimento Fabrikası, Çimento ve Kimya Laboratuvarı, Eskişehir
- ŞİMŞEK O., **Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri**, T.Ç.M.B. Ankara, 2004
- POSTACIOĞLU B., **Yapı Malzemesi Dersleri**, Teknik Üniversite Matbaası Gümüşsuyu, 1975
- ÖZKUL H., TAŞDEMİR M., A., TOKTAY M., UYAN M., **Her Yönüyle Beton**, T.Ç.M.B. Ankara, 2004
- YEĞİNBOYALI A., ERTÜN T., **Çimentoda Yeni Standartlar ve Mineral Katkılar**, T.Ç.M.B., 2004
- TS 24
- TSE-EN, 196-6 Mart 2000