T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

BETON DENEYLERİ -2

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 ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1 3
1. BETON BASINÇ DAYANIMI DENEYİ 3
1.1. Deney Araç Gereçleri 3
1.1.1. Tanımı 3
1.1.2. Çeşitleri 3
1.1.3. Özellikleri 3
1.1.4. Kullanılışları 5
1.2. Tarifler 5
1.3. Makinelerin Yapım Özellikleri 6
1.3.1. Makine Yükleme Başlıkları, İlâve Başlıklar 6
1.3.2. Yükün ölçülmesi 6
1.4. Makinenin Kalibrasyonu 7
1.4.1. Belirlenecek Özellikler 7
1.4.2. Kalibrasyon Sıklığı 7
1.5. Tedarikçi veya İmalâtçı Tarafından Sağlanacak Detaylar 7
1.5.1. Numunelerin Tespit Edilmesi 7
1.5.2. Deney Numunesinin Şekil veya Boyutlarının Düzeltilmesi 10
1.5.3. Deney Numunelerinin Düzeltilmesi (TS EN 12390–3 Ek A'dan) 10
1.5.4. Numunenin Birim Hacim Ağırlığının Bulunması 11
1.5.5. Numunelerin Başlıklanması 11
UYGULAMA FAALİYETİ- 1 13
1.5.6. Numunenin Prese Yerleştirilmesi 15
1.5.8. Numunenin Kırılması 16
1.5.9. Kırılmış Yüzeyin İncelenmesi 17
1.5.10. Deney Raporunun Hazırlanması 19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 24
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2 26
2. BETONDA EĞİLMEDE ÇEKME DAYANIMI DENEYİ 26
2.1. Deney Araç Gereçleri 26
2.1.1. Tanımı 26
2.1.2. Çeşitleri 26
2.1.3. Özellikleri 26
2.1.4. İşlerlikleri 28
2.2. Numunelerin Tespit Edilmesi 28
2.2.1. Alınış Tarihi 28
2.2.2. Ait olduğu İş 28
2.2.3. Numune Tipi ve Sayısı 28
2.3. Numunenin Şekil ve Boyutsal Düzgünlüğünün Kontrolü 29
2.4. Numunenin Doygun Kuru Yüzey Durumuna Getirilmesi 29

2.5. Numunenin Deney Tablasına Yerleştirilmesi 29
2.6. Numunenin Kırılması 30
2.7. Ölçümlerin Yapılması 31
2.8. Hesaplamalar 31
2.9. Deney Raporunun Hazırlanması 32
UYGULAMA FAALİYETİ- 2 35
MODÜL DEĞERLENDİRME 39
CEVAP ANAHTARLARI 41
KAYNAKLAR..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

AÇIKLAMALAR

KOD	**582YIM101**
ALAN	**İnşaat Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**İnşaat Laboratuar Teknisyenliği**
MODÜLÜN ADI	**Beton Deneyleri -2**
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül beton dayanım deneylerini yapabilme ile ilgili konulardan oluşan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32 (+40/32 Uygulama tekrarı yapmalı)
ÖN KOŞUL	Beton deneyleri–1 modülünü başarmak
YETERLİK	Beton dayanım deneylerini yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç:** Bu modülle gerekli ortam sağlandığında, beton dayanım deneylerini kuralına uygun olarak yapabileceksiniz. **Amaçlar:** 1-Beton basınç dayanımı deneyini kuralına uygun yapabileceksiniz. 2-Betonda eğilmede çekme dayanımı deneyini kuralına uygun yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Yapı teknoloji laboratuvarı, resim salonu, işletmeler, kütüphane, ev ve bilgi teknolojileri ortamı. Donanım: Bilgisayar, televizyon, DVD, VCD, tepegöz, projeksiyon vb. donanımlar ve alanın gerektirdiği araç, gereç malzeme ve ekipmanlar sağlanmalıdır.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülde yer alan her bir öğrenme faaliyetini tamamladıktan sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi, beceri ve tavırları değerlendireceksiniz. Modül sonunda kazandığınız bilgi ve beceriler, öğretmeniniz tarafından hazırlanacak ölçme araçları ile değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gerekli inceleme ve tetkiklerden geçmiş betonun yapılarda kullanılması bizim can ve mal güvenliğimiz için önemlidir. Yapıyı oluşturan elamanların kesitleri belirlenirken ve yapıyı etkileyen yüklere göre hesap yapılırken betonun basınç dayanımı ve buna bağlı olan özellikleri insan hayatını doğrudan etkilemektedir

Betonarme projesinde belirtilen beton sınıfına göre sipariş verdiğiniz betonun özelliklerini bilmek, birim alanını taşıdığı yükü, oturacağınız binanın depreme ve dış etkilere ne derece dayanıklı olacağını bilmek yapıya karşı güveni artırmaktadır.

Yaptığınız deneylerin aslında insanların; canlarının, mallarının ve hayatlarının bir felaket anında sigortası olduğunu, yapıların güvenliği ile alakasını asla unutmayalım.

Umarız bu modül ile alacağınız bilgi ve beceriler okul hayatınızda ve ileriki meslekî hayatınızda faydalı olur.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler ve araştırmalarınız doğrultusunda, beton dayanım deneylerini kuralına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde temel çukuru açılmış, yapımı devam eden inşaat sahalarına giderek sahiplerinden ve inşaatın yapımından sorumlu teknik elamanlardan;

- İnşaatın değişik kademelerinde kullanılan beton sınıflarının adını,
- Beton yapımında kullandıkları veya kullanacakları malzeme özelliklerini,
- Betonun yapımı aşamalarını, kakı maddesinin olup olmadığını sorarak ve izleyerek öğreniniz.
- Betondan numune alınmasını, saklanmasını araştırınız.
- Laboratuarda beton basınç dayanımı deneyinin yapılış aşamalarını izleyiniz.
- İnternet ortamında firmaların sitelerine girerek beton basınç dayanımı hakkında bilgi sahibi olunuz.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor haline getiriniz ve hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

1. BETON BASINÇ DAYANIMI DENEYİ

1.1. Deney Araç Gereçleri

1.1.1. Tanımı

Betonun basınç dayanımını belirlemek için gerekli olan araç ve gereçlere beton basınç dayanımı deneyi araç ve gereçleri denir.

1.1.2. Çeşitleri

- Deney presi
- Başlıklama düzeneği (silindirler için)
- Terazi
- Cetvel veya kumpas

1.1.3. Özellikleri

1. Deney presi: Presin yük kapasitesi, deney numunelerini kırmaya yeterli yükünün en az 1/10'u kadar fazla olmalıdır (Resim 1).

Basınç deney makinesi, TS EN 12390-4'te belirtilmiş olan beton basınç dayanımının ölçülmesinde kullanılan basınç deney makinelerinin performans özelliklerini taşımalıdır.

Resim 1: Deney presi

2. Başlıklama düzeneği (silindirler için)

- Başlıklama işlemi için kullanılacak malzemenin (kükürt, grafit tozu) içine konup eritileceği, sıcaklığı termostatla ayarlanabilen eritme potası (Resim 3).

- Erimiş kükürt karışımının dökülerek silindir numunenin düşey olarak kılavuzlar yardımı ile oturtulduğu ve başlık yapmağa yarayan değişik çaplarda başlıklama kalıbı (Resim 2).

Resim 2: Başlıklama kalıbı

Resim 3: Eritme potası

3. Terazi: Yaklaşık birim hacim ağırlığının hesaplanması için malzemenin ağırlığı hassas terazi ile tartılarak belirlenmelidir (Resim 4).

4. Cetvel veya kumpas: Numune boyutlarının ölçülmesi işleminde kullanılır. Kumpas ve cetvellerle numune boyutlarını (boyutun % 0,5'i doğrulukla) ölçebilecek hassasiyette olmalıdır.

Resim 4: Terazi

1.1.4. Kullanılışları

Deney araç ve gereçleri kullanma talimatları doğrultusunda kullanılmalıdır. Kullanma talimatlarına uygun kullanılmadığı zaman sonuçların doğruluğundan emin olmamız mümkün değildir.

Aşağıdaki bilgileri dikkatle okuyunuz, inceleyiniz

Presin özellikleri ile ilgili olarak, standartta (TS EN 12390–4) geçen tariflerden, makinelerin yapım özelliklerinden, makinenin kalibrasyonu ve imalâtçı tarafından sağlanacak detayların bazılarını şöyle sıralayabiliriz.

1.2. Tarifler

- **Makine yükleme başlıkları:** Her ikisi de makinenin düşey simetri eksenine merkezlenmiş, alt ve küresel yataklanmış üst yükleme başlıkları. (Yataklamadan maksat, küresel başlıkların numune üzerine tam oturması ve kavraması için az miktarda hareket edebilen oynak bir yapıya sahip olmasıdır.)
- **İlave yükleme başlığı:** Makinenin yükleme başlıklarını (plâkalarını) korumak için kullanılan, genellikle deneye tâbi tutulan deney numunesinin seçilmiş ölçülerine eşit büyüklükte yedek başlık plâkasıdır.
- **Temas alanı:** Yükleme başlıklarının, numuneye temas eden kısmıdır.
- **Gösterge yükü:** Makinenin, sayısal veya kadranlı göstergesinden okunan yüktür.
- **Gösterge aralığı:** Makinenin göstergesinde, sıfırdan, en büyük değere kadar olan toplam yük aralığıdır.
- **Ölçme aralığı:** Makinenin, bu standartta verilen doğrulukta sağlayabildiği yük göstergesi bölümüdür.
- **Yük kademesi:** Herhangi yük göstergesinde, tayin edilebilen, tahmin edilebilen veya okunabilen en küçük bölme veya kademedir.
- **Gerçek yük:** Kalibre edilmiş yük doğrulama (ayarlama) cihazının gösterdiği yüktür.
- **Kalibre etmek:** Ölçmek, çıkan değerlerin belirlenen aralıklarda (değerlerde) olmasını temin etmek için yapılan düzeltme ve düzenleme faaliyetlerinin tümünü kapsar.

1.3. Makinelerin Yapım Özellikleri

1.3.1. Makine Yükleme Başlıkları, İlâve Başlıklar

- Makine yükleme başlıkları ve ilâve başlıklar, yükleme esnasında kalıcı şekil değişimine uğramayacak malzemeden yapılmış olmalıdır.
- Makine yükleme başlıklarının deney numunesine temas ettiği alan, en az, deneye tabi tutulan numunenin yükleme alanı büyüklüğünde olmalıdır.

1.3.2. Yükün ölçülmesi

a. Yük göstergesi:

Makinede aşağıda verilenler bulunmalıdır:

- Yükün gerekli doğrulukta okunabilmesini sağlayacak özellikte kadranlı veya sayısal gösterge,
- Deney tamamlandıktan sonra ulaşılan en büyük yük değerini, göstergeyi yeni deney için başlatılıncaya kadar muhafaza etme sistemi
- Deney esnasında okunabilir göstergeler.
- Her gösterge aralığında, en küçük tahkik değeri göstergedeki en büyük değerin, % 20'sine eşit veya daha küçük olmalıdır.
- Makinenin yük gösterge sistemi, numunenin kırılması esnasındaki patlamadan etkilenmemelidir.
- Yük göstergesinin kalibrasyonu
- Yük göstergelerinin doğruluğu TS EN 12390-4 çizelge 1'e göre kontrol edilmelidir.

b. Yük kontrolü

- Basınç deney makinesinde kontrol sistemi bulunmalıdır. Bu kontrol sistemi makinenin tahkik edilerek ayarlanmasını ve yükün düzgün ve darbe tesiri meydana getirmeden uygulanmasını sağlamalıdır. Bu sistem aynı zamanda yükün, belirlenmiş sabit hızda uygulanmasını da temin etmelidir.
- Kontrol sistemi elle veya otomatik cihazlarla çalıştırılabilir.

c. Yük aktarımı

- Üst yükleme başlığı, küresel yataklanmış olmalıdır. Üst yükleme başlığı ve küresel yatak ayrı ayrı veya tek parça halinde imal edilmiş olabilir.
- İmalatçı, tasarım aşamasında, küresel yatağın dönme merkezi ile, makine yükleme başlığı temas alanı merkezinin çakışmasını ve başlığın en az 3 derecelik dönme yapabilmesini sağlamalıdır.
- Deney başlangıcında, üst yükleme başlığının veya ilâve yükleme başlığının konumu, numune yüzeyine tam temas edecek şekilde, deneyin daha sonraki kısmında bulunacağı konuma kendiliğinden ayarlanabilir olmalıdır.

d. Numune konumu

Numunenin yükleme eksenine göre doğru konumda olmasını sağlamak için, makinenin alt yükleme başlığında, kalıcı şekilde merkezleme çizgileri oluşturulmalı veya merkezleme tertibatı bulunmalıdır.

1.4. Makinenin Kalibrasyonu

1.4.1. Belirlenecek Özellikler

Deney makinesinin doğru çalışması, aşağıda verilenlerin kalibrasyonu ile sağlanır:

- Yük göstergesinin doğruluğu
- Yük aktarımı
- Yükleme başlıklarının düzlüğü
- Yük uygulama hızının kontrolü

1.4.2. Kalibrasyon Sıklığı

Makine ilk kurulduğu zaman, belirli aralıklarla (akredite kalite sisteminin öngördüğü sıklıkta), makinenin yerinin değişmesi halinde, tamir ve parça değişimlerinde standartta belirtilen özellikler dikkate alınarak kalibrasyonları yapılmalıdır.

1.5. Tedarikçi veya İmalâtçı Tarafından Sağlanacak Detaylar

- Teknik özellikler kılavuzu
- Montaj ve bağlantılar
- Bakım

1.5.1. Numunelerin Tespit Edilmesi

a-Alınış tarihi: Şantiyede beton dökümü sırasında veya laboratuvarda deney amaçlı hazırlanan betonlardan alınan numunelerin üzerlerine beton yaş iken etiketler yapıştırılır (Resim 5). Bu etiketler üzerine; ait olduğu işin (inşaatın) adı, tarihi, numune tipi ve sayısı vb. bilgiler yazılır. Numuneler ertesi günü laboratuvara getirildiğinde kayıt defterine bu bilgiler aktarılır. Numuneler kür odasında su içerisine konur. Ayrıca bu bilgiler deney raporuna da (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3) yazılır.

b-Ait olduğu iş: Alınan numunelerin üzerlerine yapıştırılan etiketlere ait olduğu işin (inşaatın) adı ve adresi (Resim 5) yazılır. Ayrıca bu bilgiler deney raporuna da yazılır (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3).

Resim 5: Numunelerin alındığı yer, tarih vb. bilgilerin yazıldığı etiketlerlerin yapıştırılması

Seri Nu :
Tarih :

BETON BASINÇ DAYANIMI DENEY RAPORU
(TS EN 12390–3) (TS EN 206–1)

Numunenin alındığı yer	….. ……	Santral yeri ve nu	….. … …
Numunenin alındığı tarih	12/10/2005	BETON CİNSİ	C-25/30
Numuneyi alan	…… ……	Dmax.(mm.)	Dmax 22 mm
Çimento tipi	PÇ 42.5	NUMUNE SAYISI	4
Katkı adı ve yüzdesi	0.7000 MR26K	BETON SICAKLIĞI (°C)	+23
Slump (çökme) (cm)	11.0	HAVA SICAKLIĞI (°C)	+18
Numune kesit alanı (c	225		

Tablo 1: Numunelerin alındığı yer, tarih, numune tipi ve sayısı bilgilerin yazıldığı deney raporu

BURSA BAYINDIRLIK VE İSKAN MD.

Basınç Deneyi Raporu

Numune Bilgileri: **27.10.2005**

Müşteri : ……. İNŞ.
Adres : …… İnşaatı

Beton Cinsi : C25
Alınış Tarihi : 22.04.2005
Katkı : MR25C

Test Standardı :
Lab.nu : …….
Kullanıldığı Yer: …… Kat Betonu

Deney Sonuçları

Nr	Kesit cm²	Hacim cm³	Ağırlık gr	Birim Ağır. kg/dm³	Yaş gün	Çökme cm.	Dmax mm	Kırılma Yükü kgf	Mukavemet kgf/cm²	E Modülü kgf/cm²
1	225.				7	12				
2	225.				7	12				
3	225.				7	12				
4	225.				28	12				
5	225.				28	12				
6	225.				28	12				

Açıklamalar:

Açıklama: C25 küp beton numunesinin 7 günlük şart limiti 210kgf/cm² dir. 28 günlük şart limit ise 300 Kgf/cm²'dir.

Deneyleri Yapan **Kontrol Eden**
Onaylayan

Tablo 2: Numunelerin alındığı yer,tarih, numune tipi ve sayısı bilgilerin yazıldığı deney raporu

BURSA BAYINDIRLIK VE İSKAN MD.
Basınç Deneyi Raporu
Numune Bilgileri: 09.04.2005
Müşteri : ……. İNŞ.
Adres : …… İnşaatı

Beton Cinsi : C20
Test Standardı : Alınış Tarihi : 19.04.2005
Lab. nu : ……. Katkı :
Kullanıldığı Yer: Temel Karot Sol-1-Sol-2-Sağ 1-Arka 1
Deney Sonuçları

Nr	Kesit cm²	Hacim cm³	Ağırlık gr	Birim Ağır. kg/dm³	Yaş gün	Çökme cm	Dmax mm	Kırılma Yükü kgf	Mukavemet kgf/cm²	E Modülü kgf/cm²
1	42.99									
2	42.99									
3	42.99									
4	42.99									

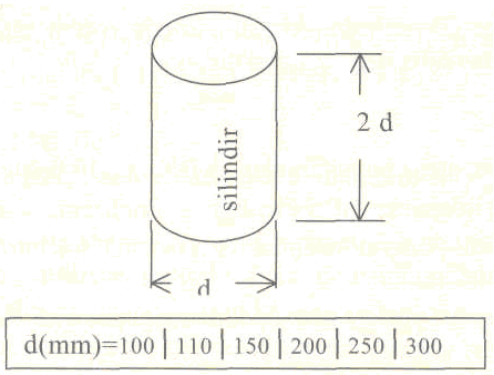
Açıklamalar:
Açıklamalar: Yukarıda belirtilen inşaatta ……. …… laboratuvarı teknik eleman-larınca alınan, karot numunesi …… ……. talebi üzerine yapı sahibi ……., …… huzurunda ……. ……. laboratuvarında test gerçekleştirilmiştir.
Deneyleri Yapan Kontrol Eden Onaylayan

Tablo 3: Numunelerin alındığı yer,tarih, numune tipi ve sayısı bilgilerin yazıldığı deney raporu

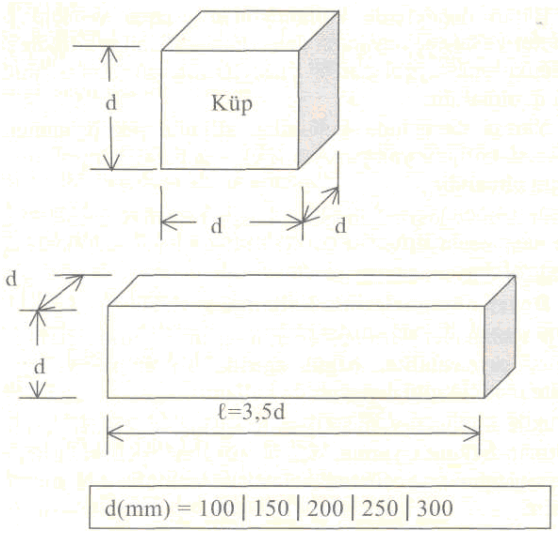
c-Numune tipi ve sayısı:

Numune tipi (küp,silindir veya karot) ve sayısı da kayıt defterine ve deney raporlarına yazılır (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3).

- Deney numuneleri, EN 12350–1, EN 12390–1, EN 12390–2 veya EN 12504-1'e uygun, silindir (Şekil 1), küp (Şekil 2), veya karot biçiminde olmalıdır. Deney numunesi boyutlarının EN 12390-1'de verilen boyut toleranslarına uygun olmaması halinde, bu numuneler, EN 12390–3 Ek B'de verilen işleme göre deneye tâbi tutulabilirler.



Şekil 1: Silindir numune



Şekil 2: Küp ve dikdörtgenler prizması numune

Not: Hasar görmüş veya şerbet sızmasından dolayı yüzü aşırı şekilde boşluklu (bal peteği görünümde) olan numuneler deneyde kullanılmamalıdır.

1.5.2. Deney Numunesinin Şekil veya Boyutlarının Düzeltilmesi

- Deney numunesinin şekil veya boyutlarının EN 12390-1'de verilenlere, toleransları aşması nedeniyle uygun olmaması halinde, bu numuneler reddedilmeli, boyutları düzeltilmeli veya TS EN 12390–3 Ek B'ye uygun olarak deneye tâbi tutulmalıdır.
- Numune boyutlarının düzeltilmesinde TS EN 12390–3 Ek A'da verilen metotlardan herhangi birisi kullanılmalıdır.

1.5.3. Deney Numunelerinin Düzeltilmesi (TS EN 12390–3 Ek A'dan)

Deney numunesi boyutlarının küçültülmesi gerekiyorsa, numune aşındırılmalı veya kesilmelidir.

Deney numunesinin yük uygulanacak yüzeyleri, aşındırma veya başlıklama yoluyla hazırlanmalıdır (Tablo 4).

Metot	Beklenen dayanım değerine göre sınırlama
Aşındırma	Sınırsız
Kalsiyum alüminatlı çimento harcı	Yaklaşık 50 MPa (N/mm²) dayanıma kadar
Kükürt karışımı	Yaklaşık 50 MPa (N/mm²) dayanıma kadar
Kum kutusu	Sınırsız

Tablo 4: Düzeltme metodunun kullanım sınırları

1.5.4. Numunenin Birim Hacim Ağırlığının Bulunması

- Deney numunelerini kür odasından (Resim 6) çıkartıp üzerindeki suları bir bez veya havlu ile alarak doygun kuru yüzey durumuna getiriniz (Resim 7).

Resim 6: Kür havuzu

Resim 7: Numunenin suyunun alınması

- Numunenin boyutlarını (1 mm duyarlılıklı) hassas bir şekilde ölçünüz. Numunenin hacmini hesaplayınız.
- Numuneyi tartınız (Resim 8). Numune ağırlığının, ölçülen numune hacmine bölerek yaklaşık birim hacim ağırlığını belirleyiniz.

  Birim hacim ağırlığı = $\frac{W}{V}$ (kg / m³, gr / cm³)

  W: Numunenin ağırlığı (kg, gr)
  V: Numunenin hacmi (m³, cm³)

Resim 8: Numunenin tartılması

1.5.5. Numunelerin Başlıklanması

Kalsiyum alüminatlı çimento kullanılarak, kükürt karışım metodu, kum kutusu metotlarından biri ile yapılır. Biz burada kükürt karışımı metodu ile silindir numunemize başlık yapacağız.

a-Başlıklama malzemesi:

- Kükürt tozu, grafit tozu yaygın olarak kullanılmaktadır. Başlık için gerekli kükürt veya gerekli diğer (Kükürt başlıklamada %10 kükürt tozu kullanılır. Kükürt - grafit tozundan yapılan başlıklamada yaklaşık % 70 kükürt , % 30 grafit veya uygun fillerden meydana gelen karışım) malzemeleri koyunuz.
- Hazır kükürt karışımlar genellikle uygundur. Alternatif olarak, başlık malzemesi, kütlece eşit oranda kükürt ve silisli ince kumun (çoğunluğu, ISO 3310–1 'e uygun 250 µm göz açıklıklı örgülü elekten geçen ve 125 µm göz açıklıklı örgülü elekte kalan) karıştırılmasıyla hazırlanabilir. Karışıma, % 2'ye kadar küçük oranlarda karbon siyahı da ilave edilebilir.

b-Başlıklama şekli (Kükürt karışım metodu ile):

- Başlıklama öncesinde, numunenin başlık yapılacak yüzeyleri kuru ve temiz olmalı, yüzeylerdeki bütün gevşek parçacıklar uzaklaştırılmış olmalıdır.
- Başlık, mümkün olduğu kadar ince olmalı, kalınlığı 5 mm'yi geçmemelidir. Ancak küçük mertebede bölgesel kalınlık sapmalarına izin verilebilir.
- Karışım, tedarikçinin önerdiği veya gerekli kıvamın sağlandığı sıcaklığa (~125 °C'a) kadar, sürekli karıştırılarak ısıtılır.
- Gerekli sıcaklığa ulaştıktan sonra da karışım, homojenliğinin sağlanması ve eritme potasının tabanında katı birikiminin önlenmesi için sürekli olarak karıştırılmalıdır.
- Numunenin alt yüzeyi, yatay plaka/kalıp üzerindeki, erimiş kükürt karışımıyla dolu çukura, numune düşey konumda kalacak şekilde yerleştirilir. Aynı işlem karışım yeterli sertliğe ulaşıncaya kadar bekletildikten sonra, üst yüzeye de uygulanmalıdır. Başlıklanmış her iki yüzeyin de birbirine paralel kalmasını sağlamak üzere, başlıklama çerçevesi kullanılmalı ve plâka/kalıp yüzeyine, kalıp ayırıcı olarak madenî yağ sürülmelidir.
- Numune kenarlarından taşan fazla başlık malzemesi tıraşlanarak temizlenmelidir.
- Numunenin her iki uç yüzeyine yapılan başlıkların, numune yüzeyine tam olarak yapışıp yapışmadığı kontrol edilmelidir. Yapılan muayenede, başlıktan, başlık altında boşluk olduğunu belirten ses gelmişse, başlık sökülmeli ve numune yeniden başlıklanmalıdır.
- En son başlık yapıldıktan sonra, basınç dayanımı deneyi yapılıncaya kadar en az 30 dakika geçmiş olmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ- 1

Kükürt karışım metodu ile başlıklama yapmak:

- Başlıklama öncesinde, numunenin başlık yapılacak yüzeylerinin kuru ve temiz olmasına dikkat ediniz. Yüzeylerdeki bütün gevşek parçacıkları uzaklaştırınız. (Resim 9).
- Eritme potasına (Resim 10) başlık için gerekli grafit-kükürt karışımı koyunuz. Ve deney numunesini 2 saat içinde deneye tabi tutunuz.
- Termostatı ayarlayınız.
- Kükürt eritme işlemi esnasında, havadan daha ağır olan kükürt buharının tam olarak atılmasını sağlayacak aspiratör sistemi çalıştırınız.

Resim 9: Silindir ve karot numuneler

Resim 10: Eritme potası

- Gerekli sıcaklığa (125 °C) ulaştıktan sonra da karışım, homojenliğinin sağlanması ve eritme potasının tabanında katı birikiminin önlenmesi için sürekli olarak karıştırınız.
- Kalıp ayırıcı olarak kalıba madenî yağ sürünüz (Resim 11).

Resim 11: Kalıp ayırıcı olarak madenî yağ sürülmesi

- Kalıp üzerindeki çukura eriyik halindeki karışımı kepçeyle dökünüz (Resim 12).

Resim 12: Eriyiğin kalıba dökülmesi

- Numunenin alt yüzeyi, kalıp üzerindeki, erimiş kükürt karışımıyla dolu çukura, numune düşey konumda kalacak şekilde yerleştiriniz (Resim 13).

Resim 13: Numunenin kalıba düşey olarak yerleştirilmesi

- Aynı işlemi karışım yeterli sertliğe ulaşıncaya kadar bekledikten sonra, üst yüzeye de uygulayınız (Resim 14).

Resim 14: Başlığın sertleşme ve soğuması ile diğer yüzünde başlıklanması

- Numune kenarlarından taşan fazla başlık malzemesini tıraşlayarak temizleyiniz.
- Numunenin her iki uç yüzeyine yapılan başlıkların, numune yüzeyine tam olarak yapışıp yapışmadığını kontrol ediniz.
- Basınç dayanımı deneyi için başlıklamanın üzerinden en az 30 dakika bekleyiniz. 2 saat içerisinde de deneye tabi tutunuz.

Resim 15: Numunenin dikliğinin kontrolü

1.5.6. Numunenin Prese Yerleştirilmesi

- Numunelerin dikliği kontrol ediniz (Resim 15).
- Numunelerin boy farkı, kaba çıkıntılar, pürüzler gerekli görüldüğünde kesme veya aşındırma ile uygun hale getiriniz.
- Deney presinin numune ile temas eden başlık yüzeylerini iyice temizleyip, silindir deney numunelerinin alt yüzünü, dökme yönüne dik olarak yerleştiriniz (Resim 16).

Resim 16: Presin hazırlanması ve numunenin yerleştirilmesi

- Küp numuneleri, yük uygulama yönü beton döküm yönüne dik olacak şekilde yerleştiriniz (Resim 17).

Resim 17: Presin hazırlanması, numunenin yerleştirilmesi

1.5.7. Alınacak Güvenlik Önlemleri

- Silindir numunelerin başlıklanması sırasında, kükürt eritme işlemi esnasında, havadan daha ağır olan kükürt buharının tam olarak atılmasını sağlayacak aspiratör sistemi çalıştırılmalıdır. Çevre kirlenmesi tehlikesini azaltmak üzere, kükürt karışım sıcaklığının belirli sınırlar içerisinde tutulması için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Başlıklama işleminin ard arda yapılacağı durumda, sıcaklığı termostatla ayarlanabilen iki eritme potasının kullanılması önerilir.
- Eritme potasındaki karışım seviyesinin çok aşağıya düşmesine izin verilmemelidir. Aksi takdirde, tutuşabilecek kükürt buharı oluşması tehlikesi vardır.
- Numunenin taşınması esnasında gerekli özen gösterilmelidir.
- Deney esnasında presin kapağı varsa kapatılmalı veya çatlama esnasında sıçrayacak taneciklerden gözü korumak gerekir.

1.5.8. Numunenin Kırılması

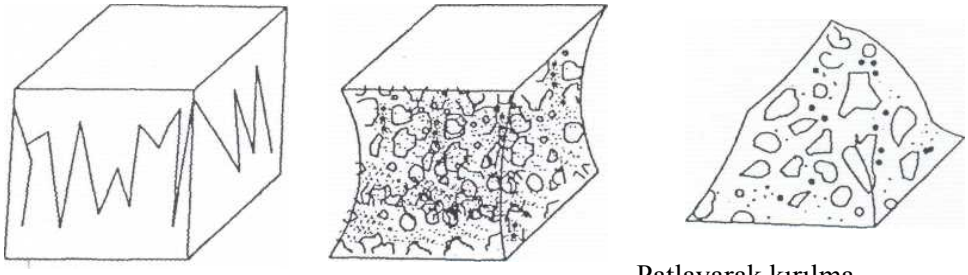
- Deney numunesini yavaş yavaş oynatılarak makinanın alt yükleme başlığı üzerine merkezleyerek yerleştirildikten sonra kumanda düğmeleri vasıtası ile yüklemeye geçilir (Resim 18).
- Yükleme hızı ve darbe etkisi yapmayacak şekilde, 0,2 MPa/s (N/mm².s) - 1 MPa/s (N/mm².s) üniforum gerilme artışı sağlayacak şekilde uygulayınız.
- Deney numunesinin kırıldığı andaki pres ibresinin gösterdiği en yüksek yük (F) okuyunuz ve kaydediniz.

Resim 18: Numunenin yerleştirilmesi ve kumanda düğmeleri vasıtası ile yüklemeye yapılması

- Basınç dayanımı (N) aşağıdaki bağıntıya göre ve tam sayıya yuvarlatılarak bulunuz:
  $f_c = (F / A_c)$ (N/mm²)
  f_c: Beton deney numunesi basınç dayanımı 0,5 (N/mm²) yuvarlatılarak verilmelidir
  F: Kırılma yükü (N)
  A_c: Deney yükü, uygulama yönüne dik deney numunesi kesit ortalama alanı (mm²)
- Beton basınç dayanımı deney raporunu hazırlayınız.

1.5.9. Kırılmış Yüzeyin İncelenmesi

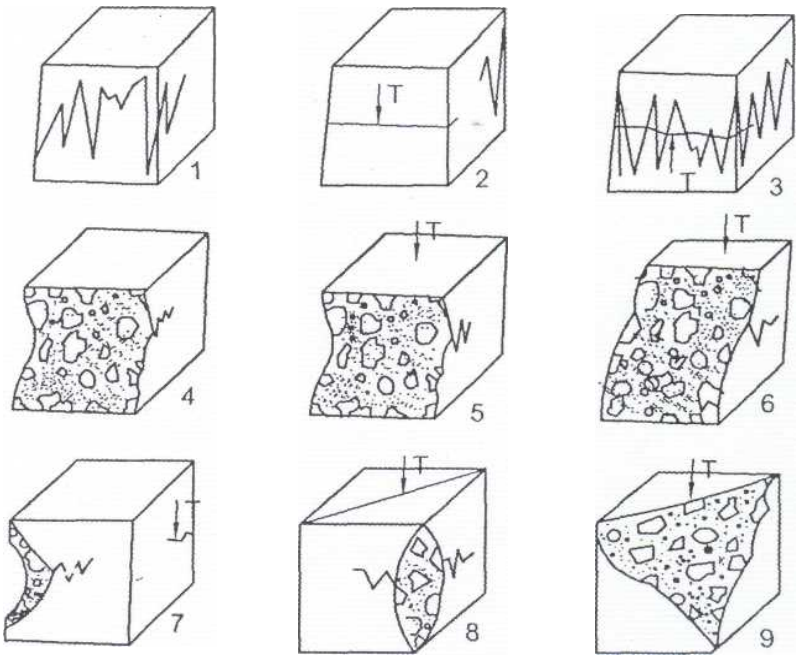
- Deneyin tatmin edici doğrulukta yapıldığının göstergesi olan numune kırılma tipine örnekler; küp numuneler için Şekil 3'te, silindir numuneler için ise Şekil 5'te gösterilmiştir.
- Tatmin edici olmayan numune kırılma tiplerine ait örnekler ise, küp numuneler için Şekil 4'te ve silindir numuneler için Şekil 6'da gösterilmiştir.
- Kırılma şeklinin tatmin edici olmaması halinde bu durum, kırılmış numunenin gözlenen durumu, Şekil 4 veya Şekil 6'da verilenlerden en fazla hangisine benziyorsa, o tipe atıfta bulunularak kaydedilmelidir.



Patlayarak kırılma

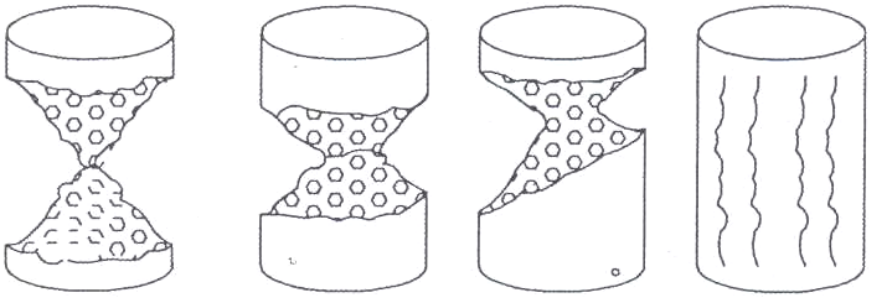
Not: Numunenin açıktaki dört yüzü de yaklaşık olarak eşit şekilde çatlamış, yükleme başlıklarına temas eden yüzeylere doğru, genellikle çok küçük hasar oluşmuştur.

Şekil 3: Küp numunelerin tatmin edici kırılma şekilleri

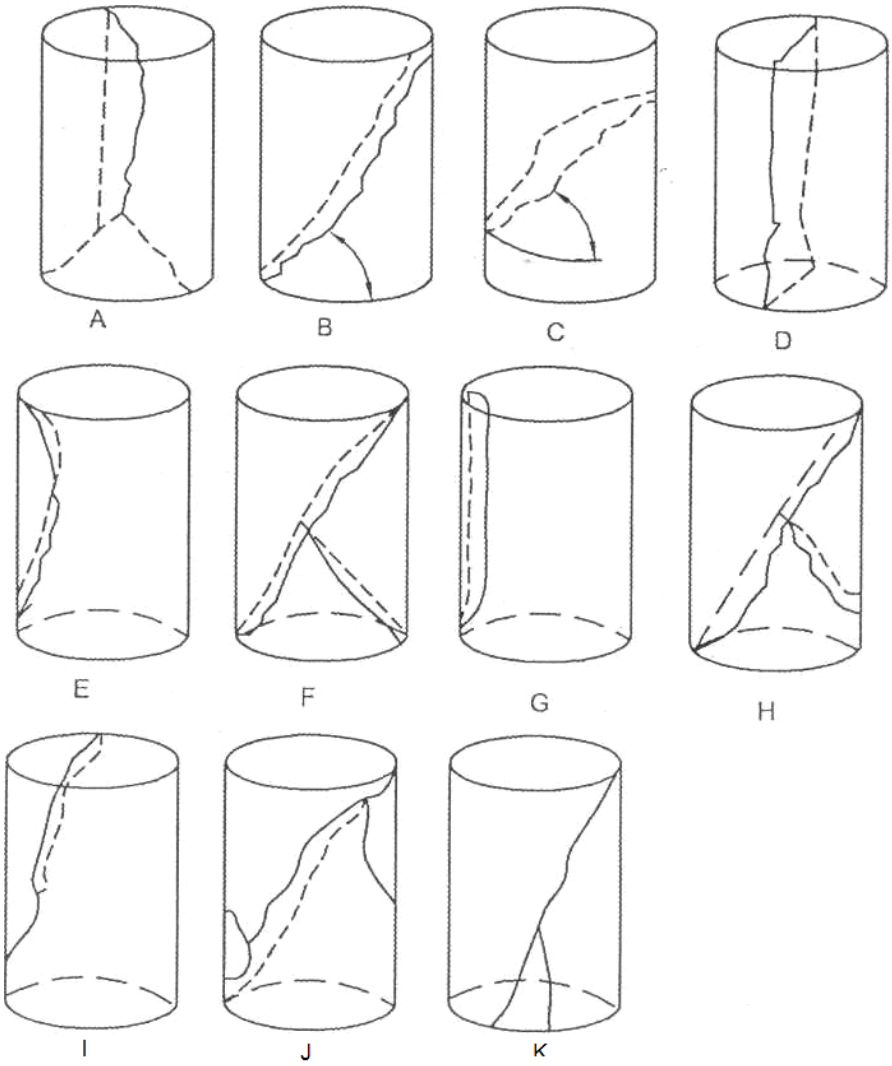


Not: T = Çekme gerilmesi nedeniyle çatlak

Şekil 4: Küp numunelerin tatmin edici olmayan bazı kırılma şekilleri



Şekil 5: Silindir numunelerin tatmin edici kırılma şekilleri



Şekil 6: Silindir numunelerin tatmin edici olmayan bazı kırılma şekilleri

Not: Tatmin edici bulunmayan kırılma şekli, aşağıda verilenler nedeniyle meydana gelmiş olabilir:

- Deney işlemlerinde yeterli itina gösterilmemesi, özellikle numunenin yükleme başlığına merkezî şekilde yerleştirilmemesi
- Deney makinesinin kusurlu olması
- Silindir numunelerde, beton numune kırılmadan önce, başlıkta meydana gelen çatlama veya kırılma.

1.5.10. Deney Raporunun Hazırlanması

(TS EN 12390–3'e göre):

Deney raporunda, aşağıda verilen bilgiler yer almalıdır:

- Deney numunesinin tanıtımı,
- Deney numunesinin belirtilen standart boyutları veya standart boyutlar haricinde Ek B'ye göre ölçülen gerçek boyutları,
- Numunenin, deney esnasındaki yüzey durumu,
- Yapılmışsa, uygulanan aşındırma/başlıklama ile düzeltilme işlemlerinin detayı,
- Deney tarihi,
- Kırılmadaki en büyük yük, kN,
- Numunenin basınç dayanımı, MPa (en yakın 0,5 MPa'ya yuvarlatılarak) veya N/mm² (en yakın 0,5 N/mm²'ye yuvarlatılarak), cinsinden,
- Oluşmuşsa, tatmin edici olmayan kırılma şekli ve bu standartta verilenlerden bu şekle en yakın olan kırılma tipi (Deney sonunda, tatmin edici olmayan kırılma tipi meydana gelen numunelerin basınç dayanımı değerleri, ortalamaya dahil edilmemelidir.),
- Standart deney metodundan olan herhangi sapma,
- Standart deney metodundan herhangi sapma ((i) şıkkı) kaydedilmemişse, deneyi yapan kişi tarafından, deneyin bu standarda uygun yapıldığına dair beyan bulunmalıdır.

Deney raporunda, aşağıda verilen bilgilere de yer verilebilir:

- Numunenin kütlesi
- Numunenin görünür yoğunluğu, en yakın 10 kg/m³'e yuvarlatılarak
- Numunenin laboratuvara teslim edildiği andaki durumu
- Teslim alındıktan sonraki kür şartları
- Deneyin yapıldığı saat (gerekliyse)
- Numunenin deney anındaki yaşı

Aşağıda düzenlenmiş olan raporlara yer verilmiştir (Örnek Rapor 1,2,3).

Örnek Rapor 1:

	Seri Nu : Tarih :
BETON BASINÇ DAYANIMI DENEY RAPORU (TS EN 12390–3) (TS EN 206–1)	

Numunenin alındığı yer	….. ……	Santral yeri ve nu	….. … ….
Numunenin alındığı tarih	12/10/2005	BETON CİNSİ	C-25/30
Numuneyi alan	…… ……	Dmax.(mm)	Dmax 22 mm
Çimento tipi	PÇ 42.5	NUMUNE SAYISI	4
Katkı adı ve yüzdesi	0.7000 MR26K	BETON SICAKLIĞI (°C)	+23
Slump (çökme) (cm)	11.0	HAVA SICAKLIĞI (°C)	+18
Numunenin temsil ettiği miktar (m3)	100		

BASINÇ DAYANIMI TAYİNİ (fc)							
Numunenin yaşı	7 GÜN			28 GÜN (*Ancak örnekte12 günde kırıldı*)			HESAPLAMA
Kırılma tarihi	19	10	2005	24	10	2005	
	1	2	3	1	2	3	
Birim hacim ağırlığı (kg/m3)	2303			2368	2370		
Kırılma yükü (kn)	545.0	.0	.0	623.0	571.0		P
Numune kesit alanı (cm2	225			225	225		A
Basınç dayanımı (N/mm2)	24.20			27.60	25.30		(P/A)* 10
Ort. Basınç dayanımı (n/mm2)	24.20		26.45				fc
Ort. Basınç dayanımı (kgf/cm2)	246.84		269.79				fc* 10,2
İmza	…… …..		…….. ……				
1 kN = 1000 N = 101,971 kgf							
Deneyi Yapan			**Kontrol ve Onay**				

NOT:
Deney sonuçları yukarıda tanımlanan numuneye aittir.
Bu rapor deney laboratuvarın izni olmadan çoğaltılamaz.

Örnek Rapor 2:

BURSA BAYINDIRLIK VE İSKAN MD.

Basınç Deneyi Raporu

Numune Bilgileri: 09.04.2005

Müşteri : ……. İNŞ.

Adres : …… İnşaatı

Beton Cinsi : C20

Test Standardı : Alınış Tarihi : 19.04.2005

Lab. nu : ……. Katkı :

Kullanıldığı Yer: Temel Karot Sol-1-Sol-2-Sağ 1-Arka 1

Deney Sonuçları

Nr	Kesit cm²	Hacim cm³	Ağırlık gr	Birim Ağır. kg/dm³	Yaş gün	Çökme cm.	Dmax mm	Kırılma Yükü kgf	Mukavemet kgf/cm²	E Modülü kgf/cm²
1	42.99							10058	233.98	
2	42.99							11390	264.97	
3	42.99							13808	321.22	
4	42.99							14626	340.25	

Açıklamalar:

Açıklamalar: Yukarıda belirtilen inşaatta ……. …… laboratuvarı teknik elemanlarınca alınan, Karot numunesi …… ……. talebi üzerine Yapı sahibi ……., …… Huzurunda ……. ……. Laboratuvarında test gerçekleştirilmiştir.

Deneyleri Yapan **Kontrol Eden** **Onaylayan**

Örnek Rapor 3:

BURSA BAYINDIRLIK VE İSKAN MD.

Basınç Deneyi Raporu

Numune Bilgileri: **27.10.2005**

Müşteri : ……. İNŞ.

Adres : …… İnşaatı

Beton Cinsi : C25

Test Standardı : Alınış Tarihi : 22.04.2005

Lab. nu : ……. Katkı : MR25C

Kullanıldığı Yer: …… Kat Betonu

Deney Sonuçları

Nr	Kesit cm²	Hacim cm³	Ağırlık gr	Birim Ağır. kg/dm³	Yaş gün	Çökme cm	Dmax mm	Kırılma Yükü kgf	Mukavemet kgf/cm²	E Modülü kgf/cm²
1	225.				7	12		55416	246.29	
2	225.				7	12		55580	247.02	
3	225.				7	12		53578	238.12	
4	225.				28	12		72152	320.68	
5	225.				28	12		74014	328.95	
6	225.				28	12		73304	325.8	

Açıklamalar:

Açıklama: C25 küp beton numunesinin 7 günlük şart limiti 210kgf/cm² dir. 28 günlük şart limit ise 300 Kgf/cm²'dir.

Deneyleri Yapan **Kontrol Eden** **Onaylayan**

UYGULAMA FAALİYETİ- 2

Beton Basınç Dayanımı Deneyinin Yapılması

Not: İnşaatlardan kurallarına uygun olarak alınan numuneler ertesi gün laboratuvara getirilir. Plastik kalıplardan ters çevrilerek basınçlı su veya hava ile çıkartılır, numara verilir. Kür havuzuna konur (Resim 19) ve 21–25°C suyun içerisinde 7 ve 28 gün bekletilir (Resim 20).

Resim 19: Numunenin çıkarılışı ve kür havuzuna yerleştirilmesi

Resim 20: Kür havuzu

Resim 21: Numunenin suyunun alınması

- Deney numunelerini kür odasından çıkartıp üzerindeki suları bir bez veya havlu ile alarak doygun kuru yüzey durumuna getiriniz (Resim 21).
- Boyutları 1 mm duyarlıklı ölçünüz.
- Numuneyi tartınız (Resim 22). Numune ağırlığının, ölçülen numune hacmine bölerek yaklaşık birim hacim ağırlığını belirleyiniz.

Birim hacim ağırlığı = $\frac{W}{V}$ (kg / m³, gr / cm³)

W: Numunenin ağırlığı (kg, gr)
V: Numunenin hacmi (m³, cm³)

Resim 22: Numunenin tartılması

Resim 23: Numunelerin deneye hazırlanması

- Numunelerin dikliği kontrol ediniz (Resim 23).
- Not: Numunelerin boy farkını, kaba çıkıntıları ve pürüzleri gerekli görüldüğünde kesme veya aşındırma ile uygun hale getiriniz.
- Deney presinin numune ile temas eden başlık yüzeylerini iyice temizleyip, silindir deney numunelerinin alt yüzünü, dökme yönüne dik olarak yerleştiriniz (Resim 16).
- Küp numuneleri, yük uygulama yönü beton döküm yönüne dik olacak şekilde yavaş yavaş oynatılarak makinenin alt yükleme başlığı üzerine merkezleyerek yerleştiriniz (Resim 24).

Resim 24: Presin hazırlanması, numunenin yerleştirilmesi

- Yükleme hızı ve darbe etkisi yapmayacak şekilde, 0,2 MPa/s (N/mm².s) - 1 MPa/s (N/mm².s) üniforum gerilme artışı sağlayacak şekilde uygulayınız.
- Deney numunesinin kırıldığı andaki pres ibresinin gösterdiği en yüksek yük (F) okuyunuz ve kaydediniz.
- Basınç dayanımını (N) aşağıdaki bağıntıya göre ve tam sayıya yuvarlatılarak bulunuz:
  $f_c = (F / A_c)$ (N/mm²)
  f_c: Beton deney numunesi basınç dayanımı 0,5 (N/mm²) yuvarlatılarak verilmelidir
  F: Kırılma yükü (N)
  A_c: Deney yükü, uygulama yönüne dik deney numunesi kesit ortalama alanı (mm²)
- Beton basınç dayanımı deney raporunu hazırlayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Yapmış olduğunuz beton basınç deneyi işleminizi aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Gerçekleşme düzeyine göre evet – hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Deney numunelerini kür odasından çıkartıp üzerindeki suları bir bez veya havlu ile alınız mı?		
2	Boyutlarını 1 mm duyarlıklı ölçtünüz mü?		
3	Numuneyi tarttınız mı? Numune ağırlığının, ölçülen numune hacmine bölerek yaklaşık birim hacim ağırlığını belirlediniz mi?		
4	Numunelerin dikliğini kontrol ettiniz mi?		
5	Numunelerin boy farklarını, kaba çıkıntılarını, pürüzlerini (gerek gördüğünüzde) kesme veya aşındırma ile uygun hale getirdiniz mi?		
6	Numunenin görünür yoğunluğu için gerekli ölçüm ve tartım işlemi yapınız mı?		
7	Deney numunesini yavaş yavaş oynatılarak makinenin alt yükleme başlığı üzerine merkezleyerek yerleştiriniz mi?		
8	Yükleme hızı ve darbe etkisi yapmayacak şekilde, 0,2 MPa/s (N/mm².s) - 1 MPa/s (N/mm².s) üniforum gerilme artışı sağlayacak şekilde uyguladınız mı?		
9	Deney numunesinin kırıldığı andaki pres ibresinin gösterdiği en yüksek yükü (F) okuyup kaydettiniz mi?		
10	Basınç dayanımını (N) bağıntıya (f_c = (F / A_c) göre ve tam sayıya yuvarlatılarak bulunuz mu?		
11	Beton basınç dayanımı deney raporunu hazırladınız mı?		
	Toplam evet ve hayır cevap sayıları		

Bu değerlendirme sonucunda eksik olduğunuzu tespit ettiğiniz konuları tekrar ederek eksikliklerinizi tamamlayınız.

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

Aşağıda verilen sorularda doğru olduğunu düşündüğünüz bir seçeneği işaretleyiniz.

ÖLÇME SORULARI (Çoktan Seçmeli)

1. "Betonun 1 cm²'sinin taşıyacağı yükün belirlenmesi için yapılan deneye beton …… dayanımı deneyi denir." Cümlesinde boş bırakılan yere hangi sözcükler konmalıdır?
A) Çekme
B) Eğilme
C) Basınç
D) Emniyet

2. Numune ağırlığını, ölçülen numune hacmine bölerek betonun hangi özelliğini belirlemiş oluruz?
A) Hacmini ve Ağırlığını
B) Birim hacim ağırlığı
C) Sertliğini
D) Dayanımını

3. Başlıklama işlemi genelde hangi tip numunelere yapılır?
A) Silindir
B) Küp
C) Yamuk
D) Küre

4. İnşaatlardan getirilen numuneler deney yapılasıya kadar laboratuvarın hangi biriminde bekletilir?
A) Kür havuzunda
B) Rafta
C) Depoda
D) Dolapta

5. Betonun basınç dayanımı hangi cihazla tespit edilir?
A) Metre
B) Terazi
C) Pres
D) Çekiç

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayısını belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.
Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler ve araştırmalarınız doğrultusunda, betonda eğilmede çekme dayanımı deneyini kuralına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde yapımı devam eden inşaat sahalarına giderek, sahiplerinden ve inşaatın yapımından sorumlu teknik elamanlardan ve beton üreten firma yetkilerinden;

- İnşaatın değişik kademelerinde kullanılan beton sınıflarının adını,
- Beton yapımında kullandıkları veya kullanacakları malzeme özelliklerini,
- Betondan numune alınmasını, saklanmasını araştırınız.
- Laboratuarda Betonda eğilmede çekme dayanımı deneyinin yapılışını izleyiniz.
- İnternet ortamında betonda eğilmede çekme dayanımı deneyleri hakkında bilgi sahibi olunuz.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor haline getiriniz ve hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

2. BETONDA EĞİLMEDE ÇEKME DAYANIMI DENEYİ

2.1. Deney Araç Gereçleri

2.1.1. Tanımı

Betonun eğilmede çekme dayanımını belirlemek için gerekli olan araç ve gereçlere betonda eğilmede çekme dayanımı deneyi araç ve gereçleri denir.

2.1.2. Çeşitleri

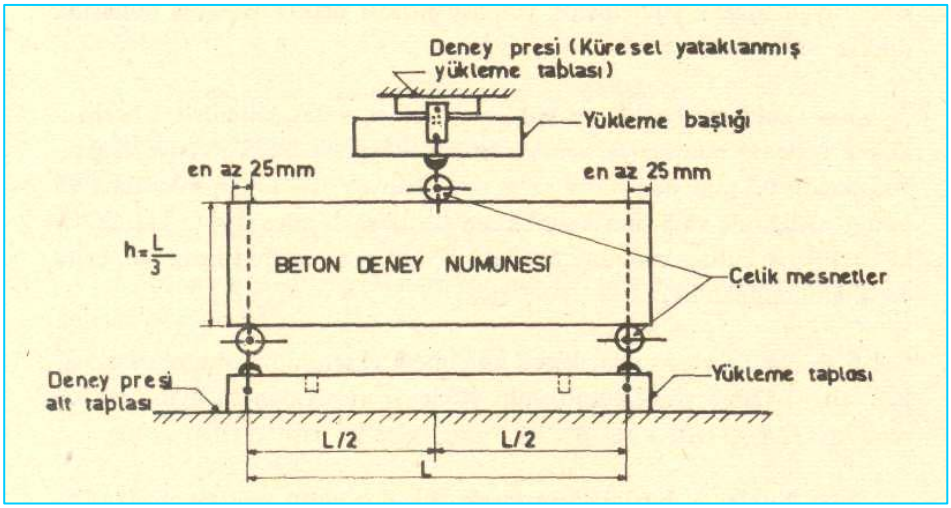
- Deney presi
- Yükleme başlığı ve yükleme tablası
- Cetvel veya kumpas
- Numune kalıbı

2.1.3. Özellikleri

- Deney presi: Basınç dayanımı deneyini yapabilecek bir prestir (Resim 1).
- Yükleme başlığı ve yükleme tablası: Üzerinde bilyalarla yataklandırılmış çelik yatak silindirleri bulunan uygun büyüklük ve kalınlıktaki çelik levhalardan yapılmış bir başlık ve bir tabladır. Alt ve üst yükleme başlıklarına yerleştirilmiş iki mesnet silindirin makine tarafından uygulanan yükün mesnetlere eşit şekilde yayılmasını sağlayacak özelliğe veya mafsala sahip olması gerekir. Silindirler çelikten yapılmış ve çapları 20 mm ile 40 mm arasında olmalıdır. Silindir boyları numune genişliğinden 10 mm daha uzun olması gerekir (Şekil 1).

- Üstteki yükleme silindirinin ikisi ve alttaki mesnet silindirinin birisi hareketli olmalıdır. Silindirler ekseni etrafında dönebilmeli, kirişin yüzeyine dik gelecek şekilde hareket edebilmelidir. Silindirler arasındaki mesafe (l) numune genişliğinin üç katı olmalıdır.

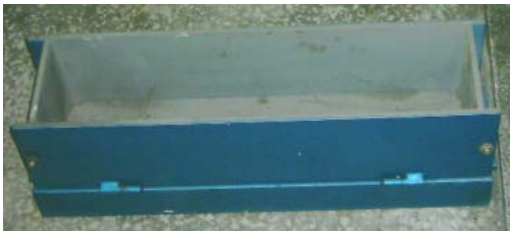
Resim 1:Deney presi



Şekil 1: Yükleme başlığı ve yükleme tablası

Üstteki yükleme silindirinin ikisi ve alttaki mesnet silindirinin birisi hareketli olmalıdır. Silindirler ekseni etrafında dönebilmeli kirişin yüzeyine dik gelecek şekilde hareket edebilmelidir. Silindirler arasındaki mesafe (l) numune genişliğinin üç katı olmalıdır.

- **Numune kalıbı:** Betonda eğilmede çekme dayanımı deneyi için numune kalıbıdır (Resim 2).

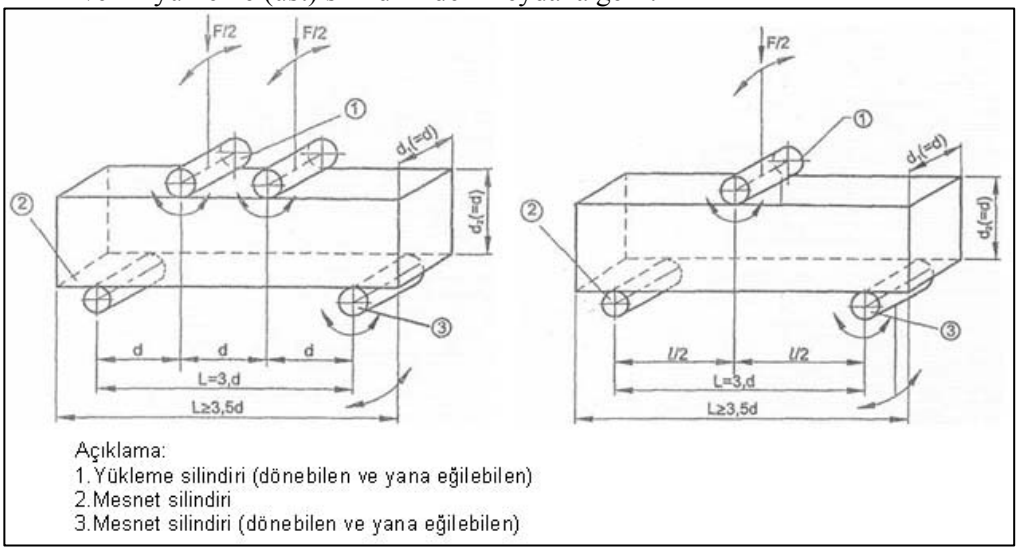


Resim 2: Numune kalıbı

2.1.4. İşlerlikleri

Deney presi ve ilave yük uygulama düzenekleri kullanıma hazır ve kalibrasyonları yapılmış olmalıdır.

- **Deney makinası:** Deney, EN 12390-4'e uygun deney makinesi kullanılarak yapılmalıdır.
- **Yük uygulama düzeneği:** Yük uygulama düzeneği (Şekil 2), iki mesnet silindiri ve iki yükleme (üst) silindirinden meydana gelir.



Şekil 2: Deney numunesini yükleme düzeneği (İki noktadan yükleme ve orta noktadan yükleme)

2.2. Numunelerin Tespit Edilmesi

2.2.1. Alınış Tarihi

Şantiyede beton dökümü sırasında veya laboratuvarda deney amaçlı hazırlanan betonlardan alınan numunelerin üzerlerine beton yaş iken etiketler yapıştırılır. Bu etiketler üzerine; ait olduğu işin (inşaatın) adı, tarihi, numune tipi ve sayısı vb. bilgiler yazılır. Numuneler ertesi günü laboratuara getirildiğinde kayıt defterine bu bilgiler aktarılır. Numuneler kür odasına su içerisine konur. Ayrıca bu bilgiler deney raporuna da yazılır.

2.2.2. Ait olduğu İş

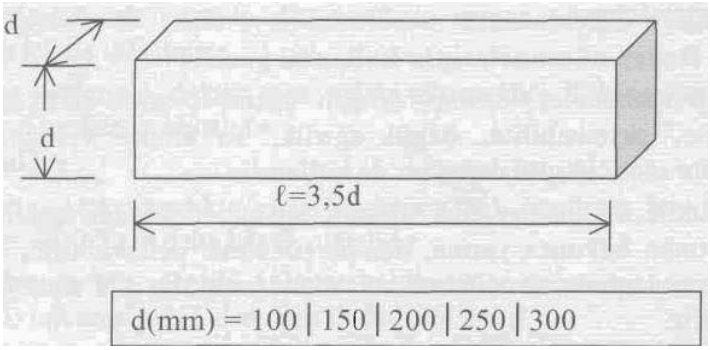
Alınan numunelerin üzerlerine yapıştırılan etiketlere ait olduğu işin (inşaatın) adı ve adresi yazılır. Ayrıca bu bilgiler deney raporuna da yazılır.

2.2.3. Numune Tipi ve Sayısı

Numune tipi (Prizma numuneler) ve sayısı da kayıt defterine ve deney raporlarına yazılır.

2.3. Numunenin Şekil ve Boyutsal Düzgünlüğünün Kontrolü

- Deney numunesi gözle muayene edilmeli (Deney numunelerinin köşeleri dik açılı olmalıdır. Boyu, en kesit kenarlarından büyük olanın boyunun üç katından en az 5 cm daha fazla olmalıdır).
- Deney numuneleri, EN 12390 -1'e uygun prizma şekilli (Şekil 3) olmalıdır. Kalıplara dökülerek hazırlanan, numuneler, EN 12350–1 ve EN 12390-2'ye uygun olmalıdır. Beton yerleştirilme yönü (döküm yönü), numune üzerinde işaretlenmelidir.



Şekil 3: Beton deneylerinde kullanılan numune boyutları

- Deneyde, EN 12390-1'de verilen özelliklere uygun kesilmiş numunelerde kullanılabilir.
- Deney numuneleri incelenmeli ve belirlenen herhangi uygunsuzluk kaydedilmelidir.
- Deney numunesinin boyut veya şekillerinin, verilen toleransları geçmesi nedeniyle EN 12390–1 Madde 4.3'e uygun olmaması halinde, numuneler reddedilmeli veya aşağıda verilen işlemlerle düzeltilmelidir.
    - Düzgün olmayan yüzeyler, aşındırma işlemiyle düzeltilmelidir,
    - Açıdan sapma, kesme ve/veya aşındırma işlemiyle düzeltilmelidir.

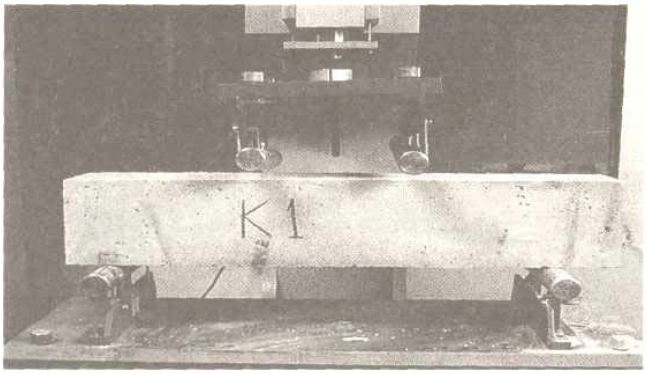
Not: Hasar görmüş veya şerbet sızmasından dolayı yüzü aşırı şekilde boşluklu (bal peteği görünümde) olan numuneler deneyde kullanılmamalıdır.

2.4. Numunenin Doygun Kuru Yüzey Durumuna Getirilmesi

Deney numunesi kür odasından alındıktan sonra üzerindeki suları bir bez veya havlu ile alınarak doygun kuru yüzey durumuna getirilir. Doygun kuru yüzey demek, kür odasından alınan numunenin dışı kuru - içi sulu olacak şekilde yüzeydeki sularının alınması işlemidir.

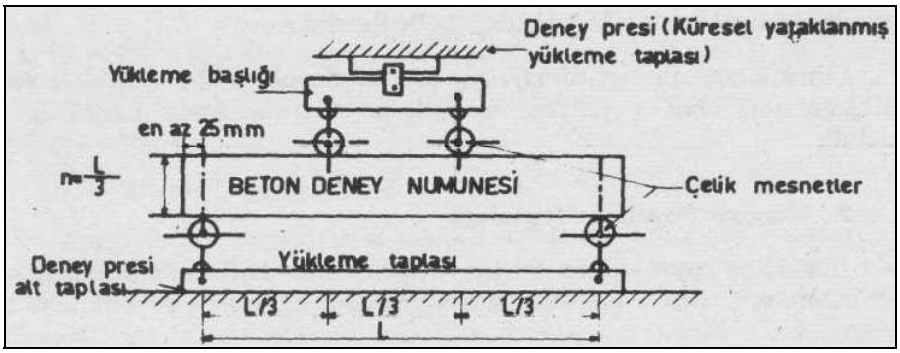
2.5. Numunenin Deney Tablasına Yerleştirilmesi

- Numunenin kalıp içinde iken üste gelen yüzünü, deney sırasında uygulanacak yüklemenin yönüne paralel olarak koyunuz (Resim 3).



Resim 3: Üçte bir noktasından yüklenmiş kiriş görünüşü

- Yükleme başlığı ve yükleme tablası yatak silindirlerinin numuneye ana doğrultuları boyunca boydan boya değdiriniz ve dik açılı olmasına özen gösteriniz.



Şekil 4: Üçte bir noktalarından yüklenmiş basit kiriş metodu

- Deney esnasında, numune ekseninin yatay olması sağlayınız. Yükleme yönünü, numunenin yükleme uygulanan yüzeyine dik olacak şekilde ayarlayınız (Şekil 4).

2.6. Numunenin Kırılması

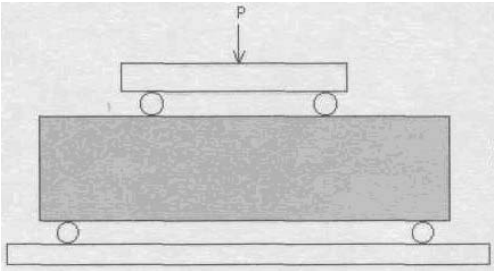
- Yükleme, hızını, 0,04MPa/s (N/mm²) ile 0,06 MPa/s (N/mm²) arasında sabit hızla ve sürekli olacak şekilde ayarlayınız.
- Deney numunesinin kırılmasını izleyiniz.

Not: Kirişlerin eğilme dayanımları yükleme durumlarına göre iki şekilde yapılır. Deneyin yapılmasında TS EN 12390–5 veya ASTM C 78 esas alınmalıdır.

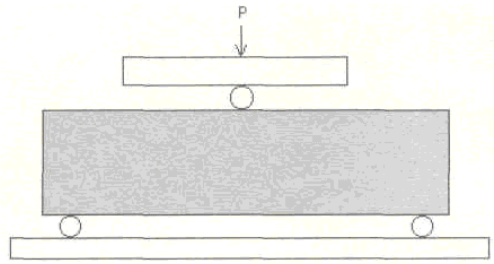
Üçte bir noktasından (Şekil 5) ve orta noktasından (Şekil 6) yüklenme durumudur. Aynı noktalardan yüklenen, hesaplamalarda aynı eşitlikler kullanılır, fakat bir de şantiyede üretilen kirişler söz konusudur. Bu üç çeşit deneyde de kullanılan alet ve makineler aynıdır.

Aletler kullanılmadan önce alet yükleme hızı ($R = \frac{s.d_1.d_2^2}{L}$) hesaplanmalıdır.

Alet deney güvenirliği açısından kalibre edilmelidir.



Şekil 5:Üçte bir nok. yüklenmiş basit kiriş



Şekil 6: Orta noktasından yüklenmiş basit kiriş

2.7. Ölçümlerin Yapılması

- Deney numunesi kırıldıktan sonra, kırılma hattının en yakın çelik mesnede olan uzaklığını, deney numunesinin alt yüzü ekseninde ve kenarlarında olmak üzere üç yerden 1 mm duyarlıkta ölçünüz. Hesaplamada kullanılmak üzere aritmetik ortalamayı alınız.
- Kırılma kesitinin genişliğini ve yüksekliğini ise kenarlarda ve ortada aynı duyarlıkta yapılan üç ölçünün aritmetik ortalamasını alarak bulunuz.

2.8. Hesaplamalar

Kırılmanın, hesaplamasında aşağıdaki eşitliği kullanınız.

$$f_{cf} = \frac{F.L}{d_1.d_2^2}$$

f_{cf} : Eğilmede çekme dayanımı, (N/mm²)
F : Deney makinesinde kırılma anındaki en büyük yük, (N)
L : Yükleme tablası mesnet arasındaki (serbest) açıklık, (mm)
d_1 : Kırılma kesitinin ortalama genişliği, (mm)
d_2 : Kırılma kesitinin ortalama yüksekliği, (mm)

2.9. Deney Raporunun Hazırlanması

- Deney raporunda aşağıda verilen bilgiler bulunmalıdır:
  - Deney numunesinin tanıtımı,
  - Numunenin belirtilen veya ölçülen boyutları,
  - Numunenin aşındırılma yoluyla düzeltilme detayları (yapılmışsa),
  - Yükleme düzeneğinin tipi, iki noktadan yüklemeli/orta noktadan yüklemeli
  - Numune yüzeyinin, deney anındaki rutubet durumu (doygun/nemli),
  - Deney tarihi,
  - Kırılma anında ulaşılan en büyük yük, kN,
  - Numunenin eğilmede çekme dayanımı, en yakın 0,1 MPa (N/mm²)'ye yuvarlatılarak,
  - Kırılma kesitinin yeri (kırılma, üst yükleme silindirleri dışında meydana gelmişse),
  - Standard deney metodundan olan herhangi sapma,
  - Standard deney metodundan herhangi sapma kaydedilmemişse, deneyi yapan kişi tarafından, deneyin bu standarda uygun yapıldığına dair beyan bulunmalıdır.

Deney raporunda aşağıda verilen bilgiler de bulunabilir:

- Küre başlanma için numunenin teslim belgesindeki şartları,
- Deney anındaki numune yaşı (biliniyorsa),
- Betonun görünümü (normal değilse)

NOT: Deney raporu, burada istenilen bilgilere (TS EN 12390–5) ilaveten TS EN ISO/IEC 17025'te verilen bilgileri de ihtiva edecek şekilde düzenlenebilir.

UYGULAMA FAALİYETİ- 1

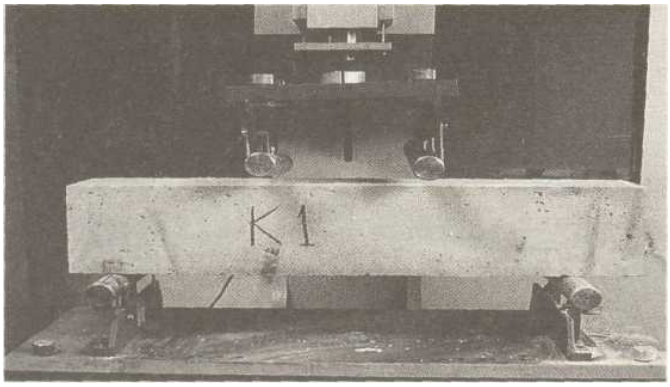
Betonda eğilmede çekme dayanımı deneyinin yapılması

Not: Üçte bir noktasından (Şekil 5) ve orta noktasından (Şekil 6) yüklenme durumudur. Aynı noktalardan yüklenen, hesaplamalarda aynı eşitlikler kullanılır, fakat bir de şantiyede üretilen kirişler söz konusudur. Bu üç çeşit deneyde de kullanılan alet ve makineler aynıdır.

Kirişlerin eğilme dayanımları yükleme durumlarına göre iki şekilde yapılır demiştik şimdi bunları sırası ile açıklayalım:

Üçte bir noktalarından yüklenmiş basit kiriş metodu

- Deney numunesini gözle muayene ediniz. (Deney numunelerinin köşeleri dik açılı olmalıdır. Boyu, en kesit kenarlarından büyük olanının boyunun üç katından en az 5 cm daha fazla olmalıdır).
- Deney numunesini kür odasından alıp doygun kuru yüzey haline (kür odasından çıkan numunenin dışını kuru bezle silerek içi sulu dışı kuru hale) getiriniz ve deney makinesindeki yataklara yerleştiriniz.
- Numunenin kalıp içinde iken üste gelen yüzünü, deney sırasında uygulanacak yüklemenin yönüne paralel olarak koyunuz (Resim 4).



Resim 4: Üçte bir noktasından yüklenmiş kiriş görünüşü

- Yükleme başlığı ve yükleme tablası yatak silindirlerinin numuneye ana doğrultuları boyunca boydan boya değdiriniz ve dik açılı olmasına özen gösteriniz.
- Deney esnasında, numune ekseninin yatay olması sağlayınız. Yükleme yönünü, numunenin yükleme uygulanan yüzeyine dik olacak şekilde ayarlayınız (Şekil 7).
- Yükleme, hızını, 0,04MPa/s (N/mm²) ile 0,06 MPa/s (N/mm²) arasında sabit hızla ve sürekli olacak şekilde ayarlayınız.
- Deney numunesi kırıldıktan sonra, kırılma hattının en yakın çelik mesnede olan uzaklığını, deney numunesinin alt yüzü ekseninde ve kenarlarında olmak üzere üç

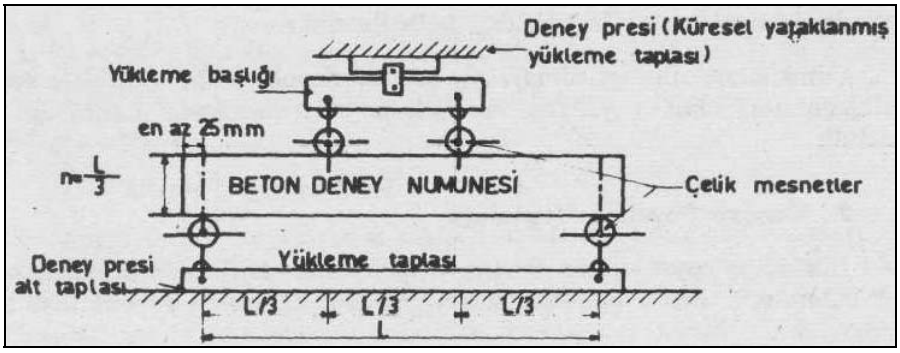
yerden 1 mm duyarlıkta ölçünüz. Hesaplamada kullanılmak üzere aritmetik ortalamayı alınız.

- Kırılma kesitinin genişliğini ve yüksekliğini ise kenarlarda ve ortada aynı duyarlıkta yapılan üç ölçünün aritmetik ortalamasını alarak bulunuz.

- Kırılmanın, hesaplamasında aşağıdaki eşitliği kullanınız.

$$f_{cf} = \frac{F.L}{d_1.d_2^2}$$

f_{cf} : Eğilmede çekme dayanımı, (N/mm²)
F : Deney makinesinde kırılma anındaki en büyük yük, (N)
L : Yükleme tablası mesnet arasındaki (serbest) açıklık, (mm)
d_1 : Kırılma kesitinin ortalama genişliği, (mm)
d_2 : Kırılma kesitinin ortalama yüksekliği, (mm)



Şekil 7: Üçte bir noktalarından yüklenmiş basit kiriş metodu

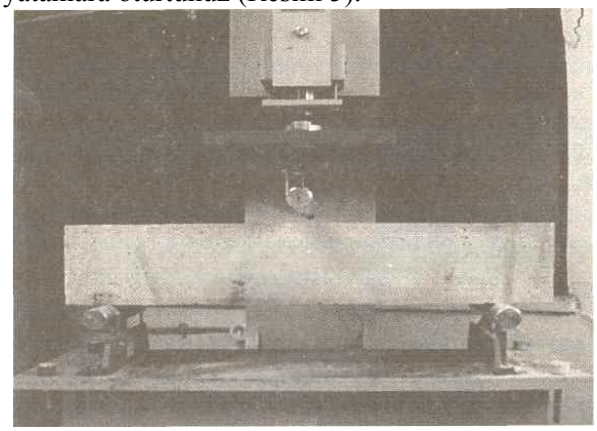
- Elinizdeki bilgileri rapor haline getiriniz.

UYGULAMA FAALİYETİ- 2

Orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu

Not: Deneyin orta noktasından yük uygulaması iki noktadan yük uygulaması ile aynıdır. Tek fark hesaplamadadır.

- Yükleme tablasındaki mesnet silindirlerini, deney uygulanacak numunenin boyuna uygun gelen yataklara oturtunuz (Resim 5).



Resim 5: Ortadan Yüklenmiş Kiriş Deneyi Aleti

- Beton deney numunesini, yükleme tablası üzerindeki mesnetlere uygun olarak yerleştiriniz.
- Numunenin kalıp içinde iken üste gelen yüzünün, deney sırasında uygulanacak yüklemenin yönüne paralel olarak koyunuz.
- Numunenin yatay olmasını sağlayınız. Yükleme yönünün numunenin yükleme uygulanan yüzeyine dik olmasına dikkat ediniz. Yüklemeyi, kırılma yaratacak yük değerinin yarısına kadar hızlı olarak yapabilirsiniz.
- Deney numunesi kırıldıktan sonra, kırılma kesitinin genişliğini ve yüksekliğini kenarlarda ve ortada 1 mm duyarlıkla ölçünüz. Üç ölçümün aritmetik ortalamasını alınız.
- Orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu ile yapılan eğilmede çekme dayanımı tayini deneyi sonucu eğilmede çekme dayanımını aşağıdaki formül ile hesaplayınız:

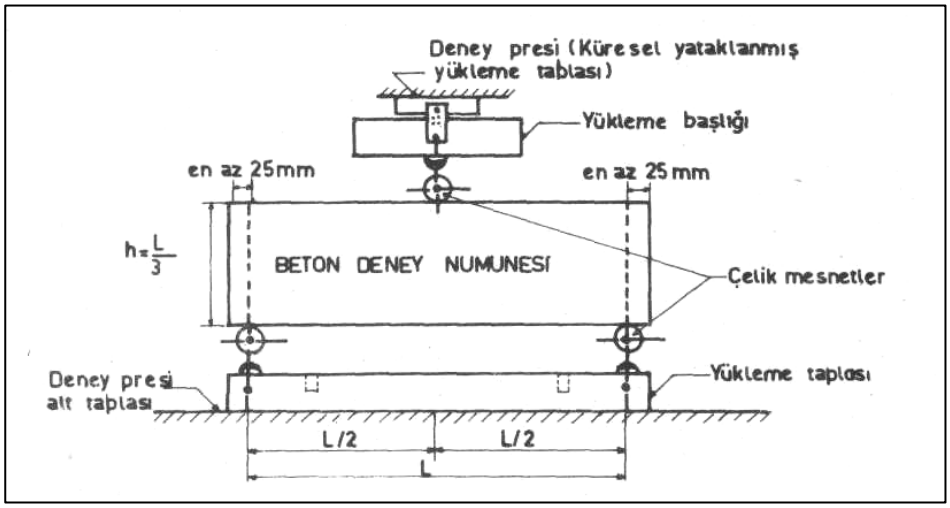
$$f_{cf} = \frac{3F.l}{2d_1.d_2^2}$$

f_{cf} : Eğilmede çekme dayanımı. (N/mm²)
F : Deney makinesinde kırılma anındaki en büyük yük, (N)
L : Yükleme tablası mesnet arasındaki (serbest) açıklık, (mm)
d_1 : Kırılma kesitinin ortalama genişliği, (mm)
d_2 : Kırılma kesitinin ortalama yüksekliği, (mm)

Not: Bu deney metodu, iki noktadan yükleme yoluyla gerçekleştirilen deney metoduna göre daha yüksek eğilme dayanımı değeri verir. Yapılan araştırmalarda orta noktadan yükleme deneyi ile bulunan sonuçlar, iki noktadan yükleme metoduyla bulunana göre % 13 daha yüksek değer vermiştir.

- Yük uygulamasında (Şekil 8), yükleme hızını aşağıdaki verilen eşitlik yardımı ile hesaplayınız

  $R = (2.s.d_1.d_2^2)/(3.l)$
  R: Gerekli yükleme hızı N/s
  s: gerilme artış hızı MPa/s
  d_1, d_2: Numunenin en kesit boyutları (mm)
  l: Mesnet silindirleri arasındaki açıklık (mm)



Şekil 8: Ortadan yüklenmiş kiriş deneyi aleti

- Elinizdeki bilgileri rapor haline getiriniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Yapmış olduğunuz Betonda eğilmede çekme dayanımı deneyini aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Gerçekleşme düzeyine göre evet – hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Deney numunesini gözle muayene ettiniz mi?		
2	Deney numunesini kür odasından alıp doygun kuru yüzey haline getirdiniz mi? Sonrada deney makinesindeki yataklara yerleştirdiniz mi?		
3	Numunenin kalıp içinde iken üste gelen yüzünü, deney sırasında uygulanacak yüklemenin yönüne paralel olarak koydunuz mu? (Resim 2).		
4	Yükleme başlığı ve yükleme tablası yatak silindirlerinin numuneye ana doğrultuları boyunca boydan boya değdirip ve dik açılı olmasına özen gösterdiniz mi?		
5	Deney esnasında, numune ekseninin yatay olması sağladınız mı? Yükleme yönünü, numunenin yükleme uygulanan yüzeyine dik olacak şekilde ayarladınız mı? (Şekil 5).		
6	Yükleme, hızını, 0,04MPa/s (N/mm²) ile 0,06 MPa/s (N/mm²) arasında sabit hızla ve sürekli olacak şekilde ayarladınız mı?		
7	Deney numunesi kırıldıktan sonra, kırılma hattının en yakın çelik mesnede olan uzaklığını, deney numunesinin alt yüzü ekseninde ve kenarlarında olmak üzere üç yerden 1 mm duyarlıkta ölçtünüz mü? Hesaplamada kullanılmak üzere aritmetik ortalamayı aldınız mı?		
8	Kırılma kesitinin genişliğini ve yüksekliğini ise kenarlarda ve ortada aynı duyarlıkta yapılan üç ölçünün aritmetik ortalamasını alarak bulunuz.		
9	Kırılma kesitinin genişliğini ve yüksekliğini ise kenarlarda ve ortada aynı duyarlıkta yapılan üç ölçünün aritmetik ortalamasını alarak bulunuz mu?		
10	Kırılmanın, hesaplamasında $f_{cf} = (F.\ l)/(d_1.d_2^2)$ eşitliğini kullandınız mı?		
	Toplam evet ve hayır cevap sayıları		

Bu değerlendirme sonucunda eksik olduğunuzu tespit ettiğiniz konuları tekrar ederek eksikliklerinizi tamamlayınız.

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

Aşağıda verilen sorularda doğru olduğunu düşündüğünüz bir seçeneği işaretleyiniz.

ÖLÇME SORULARI (Çoktan Seçmeli)

1. "Betonun eğilme özelliği tespit edilecek olan basit kirişin yük altında eğilmeye karşı göstereceği davranışların gözlenmesi ve hesaplanması için yapılan deneye betonda eğilmede …… dayanımı deneyi denir." Cümlesinde boş bırakılan yere hangi sözcük konmalıdır?

A) Çekme B) Eğilme C) Basınç D) Emniyet

2. Basınç dayanımı - deney makinalarının özellikleri aşağıdaki hangi standartta açıklanmıştır.

A) TS EN 12390–3 B) TS EN 12390–4 C) TS EN 12390–5 D) TS 3286

3. Kirişlerin eğilme dayanımları yükleme durumlarına göre; üçte bir noktasından ve …… noktasından yüklenme yapılır." Cümlesinde boş bırakılan yere hangi sözcük konmalıdır?

A) Uç B) Son C) Dörtte bir D) Orta

4. "Deney numunesini kür odasından alıp doygun kuru yüzey haline getiriniz." Cümlesinden ne anlıyorsunuz?

A) Kür odasından çıkan numunenin dışını kuru bezle silerek, içi sulu dışı kuru hale getirmeyi
B) Kür odasından çıkan numunenin dışını ıslak bezle silerek, suya doygun hale getirmeyi
C) Numuneyi kür odasından alıp havuza koymayı
D) Numuneyi kür odasından alıp etüve koymayı

5. Deney sonunda düzenlenen belgeye ne ad verilir?

A) Garanti belgesi B) İrsaliye C) Rapor D) Reçete

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayısını belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Soru: Şantiyede beton dökümü esnasında aldığınız değişik beton numuneleri üzerinde 7 ve 28 gün kür edildikten sonra yaptığınız deneylerden;

a) Silindir numuneler için kükürt karışım metodu ile başlıklama yapmayı
b) Betonda eğilmede çekme dayanımı deneyini (Orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu) açıklayınız.

Aşağıdaki performans testi ile modülle kazandığınız yeterliliği ölçebilirsiniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Başlıklama öncesinde, numunenin başlık yapılacak yüzeylerinin kuru ve temiz olmasına dikkat ettiniz mi? Yüzeylerdeki bütün gevşek parçacıkları uzaklaştırınız mı?		
2	Eritme potasına (Resim 6) başlık için gerekli kükürt veya gerekli diğer malzemeleri koydunuz mu?		
3	Termostatı ayarladınız mı?		
4	Kükürt eritme işlemi esnasında, havadan daha ağır olan kükürt buharının tam olarak atılmasını sağlayacak aspiratör sistemini çalıştırdınız mı?		
5	Gerekli sıcaklığa (~125 °C) ulaştıktan sonra da karışım, homojenliğinin sağlanması ve eritme potasının tabanında katı birikiminin önlenmesi için sürekli olarak karıştırdınız mı?		
6	Kalıp ayırıcı olarak madenî yağ sürdünüz mü?		
7	Kalıp üzerindeki çukura eriyik halindeki karışımı kepçeyle döktünüz mü?		
8	Numunenin alt yüzeyi, kalıp üzerindeki, erimiş kükürt karışımıyla dolu çukura, numune düşey konumda kalacak şekilde (Resim 9) yerleştirdiniz mi?		
9	Aynı işlem karışım yeterli sertliğe ulaşıncaya kadar bekledikten sonra, üst yüzeye de (Resim 10) uyguladınız mı?		
10	Numune kenarlarından taşan fazla başlık malzemesi tıraşlayarak temizlediniz mi?		
11	Numunenin her iki uç yüzeyine yapılan başlıkların, numune yüzeyine tam olarak yapışıp yapışmadığını kontrol ettiniz mi?		
12	Basınç dayanımı deneyi için başlıklamanın üzerinden en az 30 dakika beklediniz mi?		
13	Yükleme tablasındaki mesnet silindirlerini, deney uygulanacak numunenin boyuna uygun gelen yataklara oturttunuz mu?		
14	Beton deney numunesini, yükleme tablası üzerindeki mesnetlere uygun olarak yerleştirdiniz mi?		

15	Numunenin kalıp içinde iken üste gelen yüzünün, deney sırasında uygulanacak yüklemenin yönüne paralel olarak koydunuz mu?		
16	Numunenin yatay olmasını sağladınız mı? Yükleme yönünün numunenin yükleme uygulanan yüzeyine dik olmasına dikkat ettiniz mi? Yüklemeyi, kırılma yaratacak yük değerinin yarısına kadar hızlı olarak yapabileceğinizi hatırladınız mı?		
17	Deney numunesi kırıldıktan sonra, kırılma kesitinin genişliğini ve yüksekliğini kenarlarda ve ortada 1 mm duyarlıkla ölçtünüz mü? Üç ölçümün aritmetik ortalamasını aldınız mı?		
18	Orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu ile yapılan eğilmede çekme dayanımı tayini deneyi sonucu eğilmede çekme dayanımını ($f_{cf} = (3.F.\ l)/(2.d_1.d_2^2)$) formülü ile hesapladınız mı?		
19	Yük uygulamasında, yükleme hızını ($R= (2.s.d_1.d_2^2)/(3.l)$) verilen eşitlik yardımı ile hesapladınız mı?		
20	Elinizdeki bilgileri rapor haline getirdiniz mi?		
	Toplam evet ve hayır cevap sayıları		

Performans testi değerlendirmesi sonucunda eksik olduğunuz konuları yeniden tekrar ederek eksik bilgilerinizi tamamlayınız. Kendinizi yeterli görüyorsanız bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
	A
5-	C

ÖĞRENME FAALİYETİ 2 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D
4	A
5	C

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek değerlendiriniz.

Eksik olduğunuz konulara dönerek tekrarlayınız. Tüm soruları doğru cevapladıysanız diğer modüle geçiniz.

ÖNERİLEN KAYNKLAR

- CAN Yrd. Doç. Dr Hüsnü, Ali GÜNTEKİN, Mehmet ASLAN, Doğan DEMİRAN, **Alt Yapı Laboratuarı**, Devlet Kitapları, 1992
- ÖZKUL Prof. Dr. Hulisi, Prof. Dr. Mehmet Ali TAŞDEMİR, Prof. Dr. Mustafa TOKYAY, Prof. Dr. Mehmet UYAN, **Her Yönüyle Beton**, Türkiye Hazır Beton Birliği, 2004
- ŞİMŞEK Yrd. Doç. Dr Osman, **Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2004
- TS EN 12390–3 **Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3**: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Nisan, 2002
- TS EN 12390–4 **Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri Bölüm 4**: Basınç Dayanımı - Deney Makinelerinin Özellikleri, Ankara, Nisan 2002
- TS EN 12390–5, **Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 5**: Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımının Tayini, Ankara, Nisan 2002
- TS 3287, Betonun Eğilmede Çekme Deneyinden Çıkan Deney Numunesi Parçaları Üzerinde Basınç Dayanımı Deney Metodu
- www.bayindirlik.gov.tr
- www.thbb.org/

KAYNAKLAR

- CAN Hüsnü, Ali GÜNTEKİN, Mehmet ASLAN, Doğan DEMİRAN, **Alt Yapı Laboratuvarı**, Devlet Kitapları, 1992
- ŞİMŞEK Osman, **Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2004