

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

BETONARME YAPILARIN  
HESAP VE YAPIM KURALLARINI  
KAPSAYAN YENİ TS 500'ÜN  
UYGULANABİLME OLASILIĞININ  
ARAŞTIRILMASI  
(YAPI DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ)

YÖNETEN:  
DOÇ. GÜNDÜZ ÖZİŞİK

HAZIRLAYAN  
İNŞ. MÜH. BERRİN MUTLUM

ESKİŞEHİR - MART 1985

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                    | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÇALIŞMANIN AMACI. . . . .                                                                                          | 1     |
| 1. BETON DAYANIMINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER. . . . .                                                                   | 4     |
| 1.1. BETONUN DAYANIMINI BELİRLEYEN ÖZELLİKLER. . . . .                                                             | 4     |
| 1.2. BETON DAYANIMININ DENETİMİYLE İLGİLİ<br>DENEY METODLARINDAN İLERİ GELEN FARKLAR..                             | 6     |
| 2. BETONARME YAPILARIN HESAP VE YAPIM KURALLARINI<br>KAPSAYAN STANDARTTAKİ BETON DAYANIMININ<br>DENETİMİ . . . . . | 8     |
| 2.1. BETON SINIFLARI VE BETON BASINÇ DAYANIMI. . . . .                                                             | 8     |
| 2.2. ORTALAMA DAYANIMIN BULUNMASI. . . . .                                                                         | 10    |
| 2.3. BETON BASINÇ DAYANIM DENEYLERİNİN YAPILMASI . . . . .                                                         | 11    |
| 2.4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE<br>GEREKLİ OLAN KOŞULLAR . . . . .                                    | 11    |
| 3. BETON DAYANIMI DENETİMİNDE NUMUNE ALINMASINDA<br>DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR. . . . .                              | 13    |
| 4. BETON DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE<br>İSTATİSTİK METOD. . . . .                                      | 15    |
| 4.1. TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR . . . . .                                                                          | 15    |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1. ORTALAMA DEĞER. . . . .                                                              | 15 |
| 4.1.2. STANDART SAPMA. . . . .                                                              | 16 |
| 4.1.3. DEĞİŞİM KATSAYISI . . . . .                                                          | 16 |
| 4.1.4. ASİMETRİ VE BASIKLIK ÖLÇÜLERİ . . .                                                  | 17 |
| 4.1.5. NORMAL DAĞILIM EĞRİSİ . . . . .                                                      | 17 |
| 4.1.6. STANDART NORMAL DAĞILIM EĞRİSİ. . .                                                  | 18 |
| 5. UYGULAMA. . . . .                                                                        | 19 |
| 5.1. VERİLERİN TOPLANMASI . . . . .                                                         | 19 |
| 5.2. VERİLERİN İSTATİSTİK ANALİZİ . . . . .                                                 | 28 |
| 5.2.1. LABORATUVARDAN ALINAN B 160 BETON<br>DAYANIMLARI . . . . .                           | 29 |
| 5.2.2. LABORATUVARDAN ALINAN B 225 BETON<br>DAYANIMLARI . . . . .                           | 29 |
| 5.2.3. BİTMİŞ YAPI SİSTEMLERİNDEN ALINAN<br>BETON DAYANIMLARI . . . . .                     | 32 |
| 5.3. VERİLERİN NORMAL DAĞILIMA UYGUNLUĞUNUN<br>ARAŞTIRILMASI. . . . .                       | 35 |
| 5.4. TCHEBYCHEFF EŞİTSİZLİĞİNİN UYGULANMASI . .                                             | 38 |
| 5.4.1. B 160 BETON DAYANIMI. . . . .                                                        | 38 |
| 5.4.2. B 225 BETON DAYANIMI. . . . .                                                        | 42 |
| 5.4.3. BİTMİŞ YAPI SİSTEMLERİNDEN ALINAN<br>DAYANIMLAR. . . . .                             | 43 |
| 5.5. VERİLERDE TS 500 KALİTE DENETİM BAĞINTI-<br>LARININ UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ.. | 44 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 5.5.1. LABORATUVARDAN ALINAN B 160 BETON |    |
| DAYANIMI. . . . .                        | 44 |
| 5.5.2. LABORATUVARDAN ALINAN B 225 BETON |    |
| DAYANIMI. . . . .                        | 45 |
| 5.5.3. BİTMİŞ YAPI SİSTEMLERİNDEN ALINAN |    |
| DAYANIMLAR. . . . .                      | 45 |
| 6. SONUÇ. . . . .                        | 47 |
| 7. ÖNERİLER. . . . .                     | 49 |
| EKLER. . . . .                           | 52 |
| YARARLANILAN KAYNAKLAR . . . . .         | 55 |

### ÇALIŞMANIN AMACI:

İnşaat Mühendislerinin ilgilendikleri birçok olayda bir ölçüde belirsizlik bulunmaktadır. İnşaat malzemesinin dayanımı gibi ölçülen büyüklükler, hep aynı koşullar altında ölçülmüş olsalar bile, az veya çok farklı değerler alır. İnşaat mühendisi, yapacağı projelerin emniyetli ve ekonomik olması için bu belirsizliğin etkilerini gözönüne alması gerekir. Bu belirsizliğin, projeye etkisi fazla olmayabilir. Ancak birçok büyüklüklerin değişimi ihmal edilemeyecek kadar önemli ise, belirsizliğin etkisini gözönüne alarak projesini yapmalıdır.

Yapının en önemli malzemesi olan beton, çimento, agrega, su ve katkı malzemelerinden meydana gelir ve çeşitli değişkenlerin etkisi altındadır. Betonun imalinde kullanılan bileşenler, beton dayanımını etkiler. Betonun dayanımı ayrıca karışıma giren malzemelerin oranına, karışıma, taşıma ve yerleştirmeye de bağlıdır. Betonun bünyesiyle ilgili bu değişikliklere, beton karışımından numune alma ve beton dayanımı için yapılan deneylere gösterilen ihtimamdan ileri gelen farkları da ilave etmek gerekir. Betonu meydana getiren malzeme ve deney yapımında gerekli denetim yapıldığı müddetçe, istenilen dayanımda bir beton elde edilebilir.

İnşaat malzemesi olarak kullanılan betonun çeşitli nedenlerle iyi bir kontrol yapılarak döküldüğünü bahsetmek zordur. Gerekli denetimin olmaması, yapının emniyetli ve ekonomikliğini etkilemektedir. Betonun kontrolsuzca veya kötü olarak sınıflandırılacak tipte bir kontrolla dökülmesi neticesinde ya ekonomik şartlardan uzaklaşmakta, ya da emniyet şartı bir kenara itilmektedir.

Yapı mühendisliği alanında karşılaşılan ve yapının emniyetini belirleyen beton, rasgele bir yapıya sahiptir. Rasgele yapıdaki olayları istatistik inceler. İstatistik metodlar, beton dayanımlarının denetiminde kullanılır. Bu metodlar, beton dayanımları için yapılan deney sonuçlarının değerlendirilmesinde önemli olduğu gibi, projeler için gerekli kriterlerin seçiminde bir müracaat kaynağı olur.

Durum böyle olduğu halde, uygulamada genellikle istatistik metodların kullanılmadığı bir gerçektir. İnşaat mühendisinin belirsizlikler karşısında tek sığınağı, bu konuda yeter derecede tecrübeli ve yetenekli çevrelerde hazırlandığı kabul edilen yönetmeliklerdir. Türkiye'de 1940 yılından bu yana birçok yönetmelik hazırlanmış ve uygulanmıştır. Genellikle 1970 yıllarına kadar Alman standartları esas alınmıştır. Ancak bu standartların uygulamasında, imalat imkansızlığı ve yetersiz bir kontrolün mevcut oluşu gözönüne alınmamıştır. Aralık 1981'de basılan ve bugüne kadar yürürlüğe girmeyen TS 500, kısmen Amerikan fakat

daha çok "Avrupa Beton Cemiyeti" model yönetmeliğine dayanılarak hazırlanmıştır.

TS 500 standardı, istatistik verilere dayanarak belirlenen dayanımların projede nazarı itibara alınmasını istemektedir.

Bu çalışmada, önce beton dayanımını etkileyen faktörler incelenerek beton deney sonuçlarının değerlendirilmesinde istatistik metodlar teorik olarak izah edilmiştir.

Daha sonra, laboratuvarında yapılan B 160 ve B 225 betonu deney sonuçları ile bitmiş yapı sistemlerinden alınan dayanımlar derlenerek, dayanımların normal dağılıma uygunluğu araştırılmıştır. TS 500'deki dayanım denetimiyle ilgili bağıntıların elimizdeki beton dayanımlarına uygulanabilirliği incelenerek, alınması gereken önlemler açıklanmıştır.

## 1. BETON DAYANIMINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER:

Betonun kontroluna ne kadar ihtimam gösterilirse gösterilsin, kullanılan malzemenin değişik malzeme ocaklarından teminine, betonun yapımına ve yapılan deneylere bağlı olacak betonun dayanımında farklar olacaktır.

Çizelge 1'de şematik olarak gösterilen betonun dayanımına etki eden faktörler, aşağıda açıklandığı gibi iki temel nedenden ileri gelir.

### 1.1. BETON DAYANIMINI BELİRLEYEN ÖZELLİKLER:

Betonun özellikleri denince akla betonun homogenitesi, işlenebilmesi, deformasyonu, donmaya dayanıklılığı ve mekanik mukavemetleri gibi çeşitli hususlar gelir. Ancak betonun basınç dayanımı, genellikle bütün özelliklerinin de bir göstergesidir. İyi bir dayanıma sahip olan beton, diğer özellikleri bakımından da iyidir denilebilir.

Betonun dayanımını belirleyen faktörler çimento, kum-çakılın cinsi, sıkıştırma, taşıma, sıcaklık ve muhafazaadaki değişikliklerdir.

## ÇİZELGE 1

## BETON DAYANIMINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

| Beton Dayanımını Belirleyen Özellikler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Beton Dayanımının Denetimiyle İlgili Deney Metodlarından Gelen Farklar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) Su-çimento oranındaki değişiklikler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Su miktarının kötü kontrolü</li> <li>-Agregadaki serbest suyun değişmesi</li> </ul> <p>b) Gerekli su miktarındaki değişiklikler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Agreganın uyumu</li> <li>-Uniform olmayan malzeme</li> </ul> <p>c) Bileşenlerin oranlarındaki değişiklikler:</p> <p>Agrega-çimento-katkı malzemeleri</p> <p>d)Taşıma, yerleştirme ve sıkıştırmadaki değişiklikler</p> <p>e) Sıcaklık ve muhafazadaki değişiklikler</p> | <p>a) Uygun olmayan numune alma metodu:</p> <p>b) Uygun olmayan fabrikasyon tekniği:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sıkıştırma miktarı</li> <li>-Numunenin fazla miktarda oyalanması</li> </ul> <p>c) Muhafazadaki değişiklikler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sıcaklık değişikliği</li> <li>-Rutubet değişikliği</li> </ul> <p>d) Kötü deney tekniği:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Basınç deneyi</li> </ul> |

KAYNAK: Özışık, Gündüz. Beton Malzemeleri, 1982, s: 27.

## 1.2. BETON DAYANIMININ DENETİMİYLE İLGİLİ DENEY

### METODLARINDAN İLERİ GELEN FARKLAR:

Beton numunelerinin imali, muhafazası ve deney şekli, betonda mevcut olmayan dayanım değişikliği yaratabilir. Bu bakımdan numune alma, muhafaza ve deney şekilleri uzun çalışmalar sonucunda hazırlanan TS 28, TS 29, TS 1247 standartlarına göre yapılmalı ve standartlarda belirtilen hususlardan ayrılmamalıdır.

Ayrıca deney için kullanılan makinelerin tam bir doğrulukla çalıştığından emin olmak gerekir. Bu makinelerin bakımları periyodik olarak yapılmalıdır.

Çizelge 1'de şematik olarak gösterilen beton dayanımına etkileyen faktörlerin her birinin dayanımı ne derece etkidiğini anlamak imkansızdır. Fakat bu faktörlerin dayanıma etkime yüzdeleri tahmini olarak çizelge halinde toplamak mümkündür (Çizelge 2).

## ÇİZELGE 2

## ÇEŞİTLİ FAKTÖRLERİN DAYANIMA ETKİSİ

| FAKTÖR                             | Bu faktörün dayanıma etki yüzdesi |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Çimento . . . . .                  | 10                                |
| Granülometri . . . . .             | 20                                |
| İnce malzeme hacmi                 |                                   |
| a)Ayarlama varsa . . . . .         | 10                                |
| b)Ayarlama yoksa . . . . .         | 20                                |
| Harman yapma                       |                                   |
| a)Ağırlıkça . . . . .              | 8                                 |
| b)Hacimce                          |                                   |
| -İyi kontrol . . . . .             | 16                                |
| -Normal kontrol. . . . .           | 70                                |
| -Kötü kontrol. . . . .             | 100                               |
| Kötü sıkıştırma. . . . .           | 50                                |
| Numune alma ile ilgili faktörler   |                                   |
| a)Farklı deney makinesi            |                                   |
| kullanma . . . . .                 | 25                                |
| b)Aynı makineyi kullanma . . . . . | 12                                |

KAYNAK: Özışık, Gündüz. Beton Malzemeleri, 1982, s: 28.

## 2. BETONARME YAPILARIN HESAP VE YAPIM KURALLARINI KAPSAYAN STANDARTTA BETON DAYANIMININ DENETİMİ:

Gerek laboratuvar da yapılan dayanım deneylerinde, gerekse inşaatlardan alınan beton numunelerinde elde edilen sonuçlar birbirinden farklı değerler göstereceğinden, beton basınç dayanımlarının yapılması ve deney sonuçlarının değerlendirilmesi "Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları" nı kapsayan standardın, beton dayanımının denetimini kısmında verilen bilgilere göre yapılır.

Takip eden paragraflarda söz konusu standartta yer alan ortalama dayanımın bulunması, basınç deneyleri ve deneylerin değerlendirilmesinde gerekli koşullar açıklanacaktır. Ancak daha önce beton sınıfları ele alınacaktır.

### 2.1. BETON SINIFLARI VE BETONUN BASINÇ DAYANIMI:

Betonun tanımlanması ve sınıflandırılması basınç dayanımına göre yapılır. Basınç dayanımı, taban çapı 15 cm. ve yüksekliği 30 cm. olan, suda  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta saklanmış, 28 günlük standart deney silindirlerinden elde edilir. Karakteristik beton dayanımı  $f_{ck}$ , istatistiksel verilere dayanılarak belirlenen ve bu değerden düşük değerler elde edilmesi belirli bir olasılıkla (% 5 veya % 10) mümkün olan

değerdir. Basınç dayanımı 20 cm. x 20 cm. x 20 cm. lik küp deneylerinden de elde edilebilir.

Beton sınıflamasında karakteristik dayanım temel alınmış ve  $N/mm^2$  birimiyle ifade edilmiştir. Çizelge 3'de Beton sınıfları, karakteristik dayanımları ve eşdeğer küp dayanımları gösterilmiştir.

ÇİZELGE 3  
BETON SINIFLARI VE DAYANIMLARI

| Beton Sınıfı                                                                                        | $f_{ck}$ , karakteristik silindirik basınç dayanımı<br>$kg/cm^2$ ( $N/mm^2$ ) | Eşdeğer küp basınç dayanımı<br>$kg/cm^2$ ( $N/mm^2$ ) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| BS 12                                                                                               | 120 (12)                                                                      | 150 (15)                                              |
| BS 16                                                                                               | 160 (16)                                                                      | 200 (20)                                              |
| BS 20                                                                                               | 200 (20)                                                                      | 250 (25)                                              |
| BS 25                                                                                               | 250 (25)                                                                      | 300 (30)                                              |
| BS 30                                                                                               | 300 (30)                                                                      | 350 (35)                                              |
| BS 35                                                                                               | 350 (35)                                                                      | 400 (40)                                              |
| BS 40                                                                                               | 400 (40)                                                                      | 450 (45)                                              |
| BS 45                                                                                               | 450 (45)                                                                      | 500 (50)                                              |
| BS 50                                                                                               | 500 (50)                                                                      | 550 (55)                                              |
| Not: B 120, B 160, B 200 ve B 250 normal beton, diğerleri yüksek dayanımlı beton olarak tanımlanır. |                                                                               |                                                       |

KAYNAK: TÜRK STANDARTLARI TS 500/Aralık 1981, s: 11

## 2.2. ORTALAMA DAYANIMIN BULUNMASI:

Projede öngörülen karakteristik beton dayanımı ( $f_{ck}$ ) olduğuna göre, beton karışım hesaplarında temel alınacak olan ortalama dayanım ( $f_{cm}$ ) aşağıdaki bağıntılarla bulunur.

### 2.2.1. Standart Sapmanın Bilindiği Durumda:

Standart sapmanın bilinmesi halinde ortalama dayanım,  $f_{cm} = f_{ck} + \sqrt{s}$  bağıntısıyla bulunur.

Bu bağıntıda:

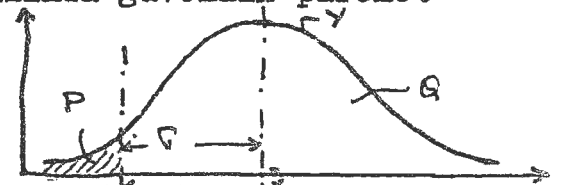
$s$ : Varsayılan olasılığa ve dağılıma bağlı bir katsayıdır. Olasılık % 10 ve dağılım normal ise,  $s = 1,28$  alınır. Kısaca  $s$ , güvenlik parametresidir.

Normal dağılım eğrisinin altında kalan bütün alan % 100 alındığında, herhangi bir deneyin güvenlik içinde kalması olasılığı alan yüzdesi, dışında kalması olasılığı  $Q$  alan yüzdesi ile ifade edilir.

Aşağıdaki tablo, normal dağılımda güvenlik parametresi değerlerini vermektedir.

TABLO 1

NORMAL DAĞILIMDA GÜVENLİK PAREMETRESİ DEĞERLERİ



| Güvenlik<br>% (p)              | 75   | 80   | 85   | 90   | 95   | 97,50 | 99   | 99,50 | 99,90 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Risk<br>% (Q)                  | 25   | 24   | 15   | 10   | 5    | 2,50  | 1    | 0,50  | 0,10  |
| Güvenlik<br>Parametresi<br>(s) | 0,67 | 0,84 | 1,04 | 1,28 | 1,65 | 1,96  | 2,33 | 2,58  | 3,0   |

KAYNAK: Özışık, Gündüz Betonarme Malzemeleri, 1982, s: 74.

### 2.2.2. Standart Sapmanın Bilinmediği Durumda:

Standart sapmanın bilinmemesi halinde ortalama dayanım,

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f \text{ bağıntısıyla bulunur.}$$

Bu bağıntıda:

$\Delta f$ ; B 120 ve B 160 dayanımları için  $40 \text{ kg/cm}^2$ ;  
B 200, B 250 ve B 300 için dayanımları için  
 $60 \text{ kg/cm}^2$  alınmalıdır.

### 2.3. BETON BASINÇ DAYANIM DENEYLERİNİN YAPILMASI

Şantiyede betonun basınç dayanımı,  $15 \times 30 \text{ cm.}$  lik silindir numuneler veya  $20 \text{ cm.} \times 20 \text{ cm.} \times 20 \text{ cm.}$  küp numunelerle yapılır. Bir deney, üç numunedan elde edilen basınç dayanımlarının ortalamasıdır.

Kalite kontrolu için dökülen her  $50 \text{ cm}^3$  betondan veya bir binanın her katından en az bir deneylik numune (3 numune) alınmalıdır. Numunelerin alınması, hazırlanması ve bakımı için ilgili standartlara uyulmalıdır.

### 2.4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE GEREKLİ OLAN KOŞULLAR:

Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde betonun kabul edilebilmesi için aşağıdaki iki koşulun sağlanması gerekir.

$$1) \bar{f}_{cm} = (f_{ck} + 30 \text{ kg/cm}^2)$$

$$2) f_{cmin} = (f_{ck} - 30 \text{ kg/cm}^2)$$

Burada:

$\bar{f}_{cm}$ = Enaz üç numunenin ortalama basınç dayanımıdır.

$f_{cmin}$ = Numunelerden elde edilen en düşük basınç dayanımıdır.

$f_{ck}$ = Betonun projede öngörülen karakteristik dayanımıdır.

\*

### 3. BETON DAYANIMI DENETİMİNDE NUMUNE ALINMASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR:

Herhangi bir inşaat için, inşaatın beton dayanımını temsil edecek kadar numune alınması gereklidir. Bir harmandan alınacak numunelerden ikisinden elde edilecek ortalama dayanım, bir deney sonucu olarak kabul edilebilir.

Genellikle büyük ve toplu tipteki inşaatlarda beton işlerinin daha iyi kontrol imkanı olduğundan, minimum deneyle işin yürütülmesi imkanı vardır.

Inşaatların yapımı esnasında dökülen betondan hergün alınacak numunelerle, karıştırılan ve yapıda kullanılan beton kontrol edilebilir. Genellikle herhangi bir günde dökülen her çeşit betondan 2 adet 10, 15, 20 yahut 30 cm. kenarlı küb ya da çabı  $d = 10, 15, 20$  cm. ve yüksekliği 2 d olan silindirlerle numune alınması ve 28 günlük dayanım değerlerinin bulunması yeterlidir. Aynı ayrı 2 beton karışımından tek tek numune almak genel değişiklik hakkında fikir verebilir. Hazırlanan bir harmandan alınan 2 numune ise, malzeme iki numunede de aynı olduğundan, deneyler arasındaki değişikliğin kontrolü için yapılır.

Bir şantiyede betonu hazırlayan kişilerin sorumlulukları olduğu gibi, alınan numunelerde deney yapan labora-

\* Numune, istatistiki olarak tanımlanan numune değildir.

tuvarın da sorumluluğu vardır. Laboratuvar çok hassas deney yapmalıdır. Aynı harmandan alınan aynı iki numunenin dayanımı arasındaki fark, laboratuvardan dolayı olabilir. Eş numuneler arasındaki farklar, bir gruptaki numune sayısına ve deneyler arası değişikliğe bağlı olarak değişir. Deneylerin aynı koşullar altında ve hassas olarak yapılmasıyle deneyler arası değişikliğin önüne geçilebilir.

Standart numunelerden alınan dayanımlar, ortalama dayanımdan az veya çok miktarda sapabilir. Numunenin imali alınması ve deneyi esnasında, sonradan şüpheli bir durum ortaya çıkmışsa, ortalama değerden çok sapan değerlerin yapılacak çalışmalarda dikkate alınmaması gereklidir.

Beton dayanımı için aynı karışımdan üç numune alınarak bulunan sonuç, dayanımın kontrolu hakkında doğru değer verir.

#### 4. BETON DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE İSTATİSTİK METOD:

Beton denetiminde nasıl bir yol takip edelim, sonuçları nasıl değerlendirelim ki kontrol hakkında iyi veya kötü bir yargıya varmak mümkün olsun? Hemen düşünülen aritmetik ortalamanın alınması ve bulunan değerın proje dayanımını geçmesi halinde iyi bir sonuç olarak kabul edilmesidir. Fakat aritmetik ortalamanın, proje dayanımından büyük olması tek başına bir şey ifade etmemektedir. Ortalamanın anlamlı olabilmesi için, standart sapma değeri de verilmelidir.

Beton deney sonuçlarının değerlendirilmesi, yapının emniyetiyle yakından ilgilidir. İstatistik metodlar bu değerlendirmenin sağlıklı bir şekilde yapılmasına olanak tanımaktadır.

Aşağıdaki paragraflarda konumuzla ilgili temel istatistik kavramlara kısaca değinilecektir.

##### 4.1. TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

###### 4.1.1. Ortalama Değer:

Ortalama değer, bütün numunelerin aritmetik ortalama dayanım değeridir.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

Burada;

$x_1, x_2, \dots, x_n$ : Seriyi meydana getiren numunelerin tek tek dayanım değerleridir.

$n$ : Alınan numune sayısıdır.

#### 4.1.2. Standart Sapma: $\sigma$

Bir serinin standart sapması, numunelerin aritmetik ortalamadan cebirsel sapmalarının kuadratik ortalamasına eşit olan dağılma ölçüsüdür.

Standart sapma, aritmetik ortalamaya göre şöyle hesaplanır:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Bu değer, ortalamadan sapmayı belli eder. Standart sapma büyüdükçe, ölçüm sonuçlarının ortalama çevresindeki dağılımı da büyük.

#### 4.1.3. Değişim Katsayısı: $V$

Değişim katsayısı, standart sapmanın aritmetik ortalamaya oranlamasıyla elde edilen değerdir ve aşağıdaki formülle bulunur.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

Değişim katsayısı, dağılmayı yüzde olarak ifade eder.

#### 4.1.4. Asimetri ve Basıklık Ölçüleri:

Asimetri ve basıklık ölçüleri, bir serinin simetrik ve normal olup olmadığını, simetriden ne derece uzaklaştığını, yani frekans bölünmesinin şeklini tesbit eden ölçülerdir.

Asimetri ölçüsü, simetrik serilerde aritmetik ortalama etrafındaki üçüncü momente dayanan nisbî ölçüsü olup,  $\alpha_3$  şeklinde gösterilir.

$\alpha_3 = 0$  ise seri simetriktir.

$\alpha_3 > 0$  ise seri sağa çarpıktır.

$\alpha_3 < 0$  ise seri sola çarpıktır.

Basıklık ölçüsü, simetrik serilerde aritmetik ortalama etrafındaki dördüncü momente dayanan nisbî ölçüsü olup,  $\alpha_4$  şeklinde gösterilir.

$\alpha_4 = 3$  ise seri normaldir.

$\alpha_4 > 3$  ise seri sivridir.

$\alpha_4 < 3$  ise seri basıktır.

#### 4.1.5. Normal Dağılım Eğrisi:

Deney sonuçları, eşit sınıf aralıkları için gruplandırılır. Her sınıf aralığına düşen sonuç sayısının toplam sonuç sayısına bölünmesi ile elde edilen değere, frekans yoğunluğu denir. Sınıf aralıkları absis, yoğunluklar ordinat ekseninde alınarak çizilen grafik, frekans yoğunluk histogramıdır. Sınıf aralıkları küçüldükçe, frekans

poligonu sürekli bir eğriye dönüşür. Bu eğriye, frekans yoğunluğu dağılım eğrisi denir.

Yapı mühendisliği alanında karşılaşılan bir belirsizliğin dağılımı için, normal dağılım eğrisi model alınabilir. Normal dağılım eğrisinin parametreleri, ortalama değer ve standart sapmadır. Eğrinin simetri eksen, ortalama değerdir. Dağılımın, eksenin iki tarafındaki gelişimini de standart sapma değeri belirler.

#### 4.1.6. Standart Normal Dağılım Eğrisi:

Normal dağılımla ifade edilebilen ve parametreleri değişik olan rasgele değişkenlerle ilgili deneylerin değerlendirilmesinin yapılabilmesi için, dağılım eğrisinin çizimi zaman alır. Zaman alıcı işlemleri azaltmak ve hesapların sistematik biçimde yapılmasını sağlamak için, bir değişken değişimi yapılır. Ortalama değeri sıfır ve standart sapması bir olan standart normal dağılım eğrisinin kapattığı alan hesaplanır. Standart değişkeni ( $z$ ) ve standart normal dağılım eğrisi  $[f(z)]$  adlarını alan, bu yeni değişken ve yeni eğri matematik olarak şu bağıntılarla tanımlanır:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} z^2}$$

## 5. UYGULAMA

### 5.1. VERİLERİN TOPLANMASI

Bu çalışmada, Eskişehir çevresinde dökülen betonun gösterdiği dayanımlara TS 500'ün uygulanabilme olasılığı araştırılmıştır.

Uygulamada beton üzerinde yapılan deneyler, hem inşaat sırasındaki döküm şartları hakkında fikir verir, hem de sonuçlar beton dökümü hakkında yol gösterici olur. Deneyler, inşaat sırasında alınmış küb ve silindirik numunelerin laboratuvarında deney şartlarına uygun olarak kırılması ile yapılır. Bitmiş yapı sistemlerinde ise, yapıya giren kiriş, döşeme ve kolonlarda beton tabancaları ile yapılır.

Laboratuvarında yapılan basınç dayanımı deneylerinde 20x20x20 cm. ebadındaki küb numuneler, preslerde iki çelik plaka arasına oturtulur. Numune tam merkezi bir biçimde oturtulmalıdır. Yük bir darbe şeklinde değil, Uniform olarak artırılarak verilir. Numunenin tam kırıldığı anda presin göstermiş olduğu yük, kesit alanına bölünerek dayanım bulunur.

Laboratuvarında yapılan deneylerde kullanılan numuneler deney sonunda kırılır ve parçalanır. Halbuki beton

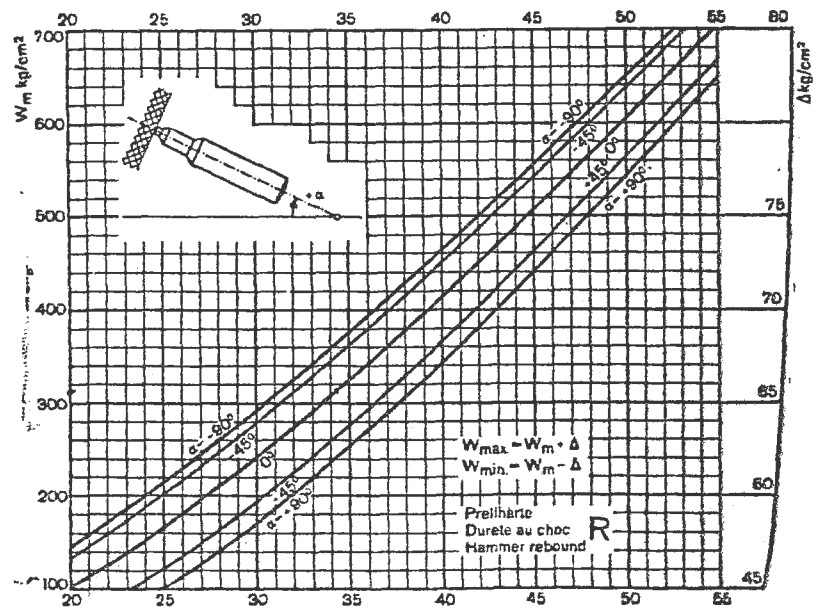
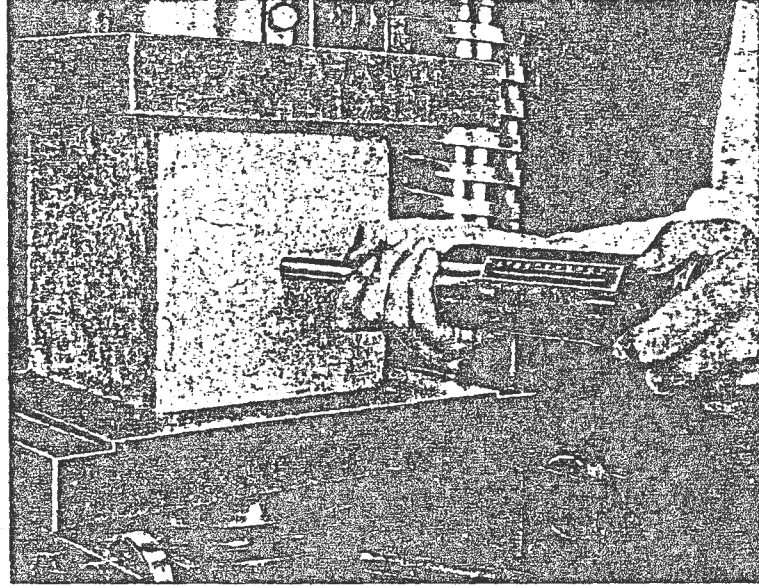
üzerinde numuneyi kırmadan deney yapmak gerekebilir. Böyle deneylerde, Schmidt beton tabancası kullanılır. Alet prensip olarak, çelik bir piston ile bunu bir yayla bastıran ağırlıktan ibarettir. Bu ağırlık yayla birlikte beton üzerine itildiği zaman, piston yuvasından çıkarak betona çarpar. Yük serbest bırakılınca yayla birlikte geri sıçrar. Bu geri sıçrama bir göstergeden tesbit edilir. Tabanca için daha evvel hazırlanmış grafikten, dayanım bulunur. Söz konusu grafik ve beton tabancası Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çalışmamızdaki veriler, A.Ü. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Yapı Laboratuvarından alınan 1980-1981-1982-1983 yıllarına ait B 160 ve B 225 dayanım değerleri ve Eskişehir civarında bitmiş yapı sistemlerinden beton tabancasıyla alınan dayanım değerleridir.

A.Ü. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Yapı Laboratuvarından alınan veriler, bölgesel değerler gibi gözükmekte ise de, adı geçen laboratuvar sanayi odasına yıllardır kalite kontrolu hususunda müşavirlik yapmakta olup, Sanayi Bakanlığı adına Bölge Sanayi Müdürlüğünün resmi laboratuvarı sıfatını taşımaktadır. Geniş bilirkişilik çalışmalar dolayısıyla İstanbul, İzmir, Antalya, Kırıkkale, Afyon ve Kütahya'da deneyler yapılmış ve sonuçlar ilgili kurumlarca kabul edilmiştir. Sonuç olarak, diğer üniversitelerin elde ettiği rakamların toplamına yakın veriye sahip olduğu gözönünde bulundurularak Eskişehir A.Ü. Müh. ve Mim. Fakültesi laboratuvarından alınan verilerle yetinilmiştir.

## ŞEKİL 1

## BETON TABANCASI



Söz konusu veriler aşağıda verilmiştir.

- B 160 DAYANIMI İÇİN LABORATUVAR DENEYLERİ-

1980 yılı içinde yapılan deneyler:

1) Eskişehir Hava kuvvetlerine ait dayanımlar:

$60 \text{ kg/cm}^2 - 150 \text{ kg/cm}^2 - 56 \text{ kg/cm}^2 - 62 \text{ kg/cm}^2$

2) Eczacıbaşı Seramik Fabrikası'na ait dayanımlar:

$170 \text{ kg/cm}^2 - 157 \text{ kg/cm}^2 - 157 \text{ kg/cm}^2 - 197 \text{ kg/cm}^2$

$130 \text{ kg/cm}^2 - 129 \text{ kg/cm}^2 - 133 \text{ kg/cm}^2 - 104 \text{ kg/cm}^2$

3) Bozüyük Seramik Fabrikası'na ait dayanımlar:

$155 \text{ kg/cm}^2 - 137 \text{ kg/cm}^2 - 145 \text{ kg/cm}^2 - 182 \text{ kg/cm}^2$

4) Akar-ay inşaat firmasına ait dayanımlar:

$170 \text{ kg/cm}^2 - 50 \text{ kg/cm}^2$

5) Ak-ka inşaat firmasına ait dayanımlar:

$137 \text{ kg/cm}^2 - 57 \text{ kg/cm}^2 - 71 \text{ kg/cm}^2 - 177 \text{ kg/cm}^2$

6) Kütahya Er koğuş inşaatına ait dayanımlar:

$135 \text{ kg/cm}^2 - 47 \text{ kg/cm}^2$

7) PTT santral binası inşaatına ait dayanımlar:

$120 \text{ kg/cm}^2 - 120 \text{ kg/cm}^2 - 27 \text{ kg/cm}^2 - 30 \text{ kg/cm}^2 - 60 \text{ kg/cm}^2$

$57 \text{ kg/cm}^2 - 147 \text{ kg/cm}^2 - 162 \text{ kg/cm}^2 - 145 \text{ kg/cm}^2 - 125 \text{ kg/cm}^2$

$175 \text{ kg/cm}^2 - 160 \text{ kg/cm}^2 - 100 \text{ kg/cm}^2 - 95 \text{ kg/cm}^2 - 200 \text{ kg/cm}^2$

8) İTİA lojman inşaatına ait dayanımlar

$112 \text{ kg/cm}^2 - 170 \text{ kg/cm}^2 - 52 \text{ kg/cm}^2 - 97 \text{ kg/cm}^2 - 62 \text{ kg/cm}^2$

9) Bozüyük depo inşaatına ait dayanımlar:

150 kg/cm<sup>2</sup>

10) Bilecik fabrika inşaatına ait dayanımlar:

165 kg/cm<sup>2</sup> - 162 kg/cm<sup>2</sup>

11) Şeker Fabrikası Makine bölümü inşaatına ait dayanımlar:

100 kg/cm<sup>2</sup> - 105 kg/cm<sup>2</sup> - 140 kg/cm<sup>2</sup>

12) PTT santral binasına ait dayanımlar:

205 kg/cm<sup>2</sup> - 140 kg/cm<sup>2</sup> - 112 kg/cm<sup>2</sup>

13) Enver Gökdemir'e ait inşaat dayanımları:

95 kg/cm<sup>2</sup> - 110 kg/cm<sup>2</sup>

14) Kütahya Şeker Fabrikası Lojman inşaatına ait dayanımlar:

155 kg/cm<sup>2</sup> - 160 kg/cm<sup>2</sup> - 160 kg/cm<sup>2</sup> - 165 kg/cm<sup>2</sup>

15) İTİA Endüstri Bilimleri İnşaatına ait dayanımlar:

77 kg/cm<sup>2</sup> - 150 kg/cm<sup>2</sup>

1981 yılı içinde yapılan deneyler:

1) Şeker Fabrikası Makine bölümü inşaatına ait dayanımlar:

41 kg/cm<sup>2</sup> - 161 kg/cm<sup>2</sup> - 63 kg/cm<sup>2</sup> - 89 kg/cm<sup>2</sup> - 90 kg/cm<sup>2</sup>

2) Ak-ka inşaat firmasına ait dayanımlar:

195 kg/cm<sup>2</sup> - 182 kg/cm<sup>2</sup> - 185 kg/cm<sup>2</sup> - 172 kg/cm<sup>2</sup> - 91 kg/cm<sup>2</sup>

3) Hava Kuvvetleri lojman inşaatına ait dayanımlar:

150 kg/cm<sup>2</sup> - 155 kg/cm<sup>2</sup> - 92 kg/cm<sup>2</sup> - 157 kg/cm<sup>2</sup>  
 155 kg/cm<sup>2</sup> - 137 kg/cm<sup>2</sup> - 145 kg/cm<sup>2</sup> - 91 kg/cm<sup>2</sup>  
 85 kg/cm<sup>2</sup> - 105 kg/cm<sup>2</sup> - 150 kg/cm<sup>2</sup> - 144 kg/cm<sup>2</sup>

4) PTT santral inşaatına ait dayanımlar:

80 kg/cm<sup>2</sup> - 69 kg/cm<sup>2</sup> - 165 kg/cm<sup>2</sup> - 185 kg/cm<sup>2</sup>  
 149 kg/cm<sup>2</sup> - 170 kg/cm<sup>2</sup>

5) Şeker Fabrikası lojman inşaatına ait dayanımlar:

181 kg/cm<sup>2</sup> - 187 kg/cm<sup>2</sup> - 155 kg/cm<sup>2</sup> - 160 kg/cm<sup>2</sup>  
 165 kg/cm<sup>2</sup> - 72 kg/cm<sup>2</sup> - 80 kg/cm<sup>2</sup> - 175 kg/cm<sup>2</sup>

1982 yılı içinde yapılan deneyler:

1) Bozüyük Halıser Fabrikası inşaatına ait dayanımlar:

182 kg/cm<sup>2</sup> - 160 kg/cm<sup>2</sup> - 195 kg/cm<sup>2</sup> - 200 kg/cm<sup>2</sup>  
 157 kg/cm<sup>2</sup> - 187 kg/cm<sup>2</sup> - 92 kg/cm<sup>2</sup> - 212 kg/cm<sup>2</sup>  
 177 kg/cm<sup>2</sup> - 157 kg/cm<sup>2</sup> - 125 kg/cm<sup>2</sup> - 122 kg/cm<sup>2</sup>

2) Afyon Hava Kuvvetleri lojman inşaatına ait dayanımlar:

136 kg/cm<sup>2</sup> - 147 kg/cm<sup>2</sup> - 115 kg/cm<sup>2</sup> - 95 kg/cm<sup>2</sup>  
 180 kg/cm<sup>2</sup> - 175 kg/cm<sup>2</sup> - 200 kg/cm<sup>2</sup> - 72 kg/cm<sup>2</sup>  
 70 kg/cm<sup>2</sup> - 75 kg/cm<sup>2</sup> - 190 kg/cm<sup>2</sup> - 157 kg/cm<sup>2</sup>

3) Kütahya'da özel bir inşaata ait dayanımlar:

132 kg/cm<sup>2</sup> - 130 kg/cm<sup>2</sup> - 125 kg/cm<sup>2</sup> - 187 kg/cm<sup>2</sup>

4) PTT inşaatına ait dayanımlar:

95 kg/cm<sup>2</sup> - 182 kg/cm<sup>2</sup> - 107 kg/cm<sup>2</sup> - 225 kg/cm<sup>2</sup>  
 180 kg/cm<sup>2</sup> - 97 kg/cm<sup>2</sup> - 95 kg/cm<sup>2</sup> - 200 kg/cm<sup>2</sup>

5) Et ve Balık kombine inşaatına ait dayanımlar:

85 kg/cm<sup>2</sup> - 97 kg/cm<sup>2</sup> - 100 kg/cm<sup>2</sup> - 45 kg/cm<sup>2</sup>  
 50 kg/cm<sup>2</sup> - 67 kg/cm<sup>2</sup> - 80 kg/cm<sup>2</sup>

6) Kütahya Bayındırlık Müdürlüğü inşaatına ait dayanımlar:

200 kg/cm<sup>2</sup> - 210 kg/cm<sup>2</sup> - 107 kg/cm<sup>2</sup> - 102 kg/cm<sup>2</sup>  
 130 kg/cm<sup>2</sup> - 110 kg/cm<sup>2</sup>

7) SSK Dispanser inşaatına ait dayanımlar:

158 kg/cm<sup>2</sup> - 210 kg/cm<sup>2</sup> - 110 kg/cm<sup>2</sup> - 117 kg/cm<sup>2</sup>

8) Kütahya Şeker Fabrikası makine bölümü inşaatına ait dayanımlar:

150 kg/cm<sup>2</sup> - 175 kg/cm<sup>2</sup> - 150 kg/cm<sup>2</sup>

9) Okşan inşaat firmasına ait dayanımlar:

100 kg/cm<sup>2</sup> - 87 kg/cm<sup>2</sup> - 42 kg/cm<sup>2</sup> - 90 kg/cm<sup>2</sup>  
 97,5 kg/cm<sup>2</sup> - 82 kg/cm<sup>2</sup>

1983 yılı içerisinde yapılan deneyler:

1) Burhaniye PTT inşaatına ait dayanımlar:

82 kg/cm<sup>2</sup> - 172 kg/cm<sup>2</sup> - 145 kg/cm<sup>2</sup> - 150 kg/cm<sup>2</sup>  
 175 kg/cm<sup>2</sup> - 175 kg/cm<sup>2</sup> - 157 kg/cm<sup>2</sup> - 95 kg/cm<sup>2</sup>  
 145 kg/cm<sup>2</sup> - 153 kg/cm<sup>2</sup> - 195 kg/cm<sup>2</sup> - 87 kg/cm<sup>2</sup>

2) Eskişehir Şeker Fabrikası inşaatına ait dayanımlar:

70 kg/cm<sup>2</sup> - 60 kg/cm<sup>2</sup> - 70 kg/cm<sup>2</sup> - 55 kg/cm<sup>2</sup>

72 kg/cm<sup>2</sup> - 120 kg/cm<sup>2</sup> - 57 kg/cm<sup>2</sup>

3) Kütahya Tunçbilek Fabrikası inşaatına ait dayanımlar:

115 kg/cm<sup>2</sup> - 117 kg/cm<sup>2</sup> - 150 kg/cm<sup>2</sup>

4) PTT santral binası inşaatına ait dayanımlar:

140 kg/cm<sup>2</sup> - 153 kg/cm<sup>2</sup> - 150 kg/cm<sup>2</sup> - 145 kg/cm<sup>2</sup>

60 kg/cm<sup>2</sup> - 55 kg/cm<sup>2</sup> - 110 kg/cm<sup>2</sup> - 96 kg/cm<sup>2</sup>

5) Aktan firmasına ait inşaat dayanımlar:

68 kg/cm<sup>2</sup> - 67 kg/cm<sup>2</sup> - 66 kg/cm<sup>2</sup> - 147 kg/cm<sup>2</sup>

140 kg/cm<sup>2</sup> - 145 kg/cm<sup>2</sup> - 66 kg/cm<sup>2</sup> - 71 kg/cm<sup>2</sup>

58 kg/cm<sup>2</sup> - 67 kg/cm<sup>2</sup> - 70 kg/cm<sup>2</sup> - 54 kg/cm<sup>2</sup>

74 kg/cm<sup>2</sup> - 139 kg/cm<sup>2</sup> - 65 kg/cm<sup>2</sup> - 58 kg/cm<sup>2</sup>

68 kg/cm<sup>2</sup> - 56 kg/cm<sup>2</sup> - 49 kg/cm<sup>2</sup> - 140 kg/cm<sup>2</sup>

67 kg/cm<sup>2</sup> - 78 kg/cm<sup>2</sup> - 60 kg/cm<sup>2</sup> - 56 kg/cm<sup>2</sup>

6) Eston firması inşaatına ait dayanımlar:

91 kg/cm<sup>2</sup> - 101 kg/cm<sup>2</sup> - 110 kg/cm<sup>2</sup> - 96 kg/cm<sup>2</sup>

-B 225 DAYANIMI İÇİN LABORATUVARDA YAPILAN DENEYLER-

1980 yılı içinde yapılan deneyler:

1) Eskişehir Hava Kuvvetleri inşaatına ait dayanımlar:

237 kg/cm<sup>2</sup> - 330 kg/cm<sup>2</sup> - 225 kg/cm<sup>2</sup>

2) Ak-ka firması kreş inşaatına ait dayanımlar:

360 kg/cm<sup>2</sup> - 230 kg/cm<sup>2</sup> - 190 kg/cm<sup>2</sup> - 230 kg/cm<sup>2</sup>  
227 kg/cm<sup>2</sup> - 185 kg/cm<sup>2</sup>

3) PTT santral binası inşaatına ait dayanımlar:

233 kg/cm<sup>2</sup> - 183 kg/cm<sup>2</sup> - 230 kg/cm<sup>2</sup> - 307 kg/cm<sup>2</sup>  
217 kg/cm<sup>2</sup> - 237 kg/cm<sup>2</sup> - 233 kg/cm<sup>2</sup>

4) İTİA Yabancı Diller okulu inşaatına ait dayanımlar:

275 kg/cm<sup>2</sup> - 200 kg/cm<sup>2</sup> - 240 kg/cm<sup>2</sup> - 255 kg/cm<sup>2</sup>

5) Bozüyük Eczacıbaşı Fabrikası inşaatına ait dayanımlar:

355 kg/cm<sup>2</sup> - 305 kg/cm<sup>2</sup> - 262 kg/cm<sup>2</sup> - 387 kg/cm<sup>2</sup>  
337 kg/cm<sup>2</sup> - 320 kg/cm<sup>2</sup> - 337 kg/cm<sup>2</sup> - 320 kg/cm<sup>2</sup>  
375 kg/cm<sup>2</sup> - 350 kg/cm<sup>2</sup>

6) Bilecik Kışla inşaatına ait dayanımlar:

232 kg/cm<sup>2</sup> - 227 kg/cm<sup>2</sup> - 212 kg/cm<sup>2</sup>

1982 yılı içinde yapılan deneyler:

1) Bozüyük Halıser Fabrikası inşaatına ait dayanımlar:

210 kg/cm<sup>2</sup> - 227 kg/cm<sup>2</sup> - 225 kg/cm<sup>2</sup> - 300 kg/cm<sup>2</sup>  
225 kg/cm<sup>2</sup> - 220 kg/cm<sup>2</sup> - 250 kg/cm<sup>2</sup> - 255 kg/cm<sup>2</sup>  
220 kg/cm<sup>2</sup> - 252 kg/cm<sup>2</sup> - 300 kg/cm<sup>2</sup> - 240 kg/cm<sup>2</sup>  
270 kg/cm<sup>2</sup>

2) Eskişehir Hava Kuvvetleri inşaatına ait dayanımlar:

237 kg/cm<sup>2</sup> - 250 kg/cm<sup>2</sup> - 295 kg/cm<sup>2</sup> - 375 kg/cm<sup>2</sup>  
420 kg/cm<sup>2</sup>

3) Kütahya Şeker Fabrikası lojman inşaatına ait dayanımlar:  
 $445 \text{ kg/cm}^2 - 425 \text{ kg/cm}^2$

4) Kütahya SSK inşaatına ait dayanımlar:  
 $225 \text{ kg/cm}^2 - 227 \text{ kg/cm}^2 - 200 \text{ kg/cm}^2 - 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $225 \text{ kg/cm}^2$

1983 yılı içinde yapılan deneyler:

1) Burhaniye PTT santral inşaatına ait dayanımlar:  
 $230 \text{ kg/cm}^2 - 200 \text{ kg/cm}^2 - 278 \text{ kg/cm}^2 - 222 \text{ kg/cm}^2$   
 $245 \text{ kg/cm}^2 - 234 \text{ kg/cm}^2$

2) Ençel firması inşaatına ait dayanımlar:  
 $210 \text{ kg/cm}^2 - 220 \text{ kg/cm}^2$

3) Et ve Balık kombine inşaatına ait dayanımlar:  
 $300 \text{ kg/cm}^2 - 225 \text{ kg/cm}^2$

## 5.2. VERİLERİN İSTATİSTİK ANALİZİ:

Beton deney sonuçlarından elde edilen verilerin gruplandırılmış seriler halinde gösterilmesi düşünülmüş, sınıf sayısı Stüges kuralına göre tesbit edilmiştir.

Verilerin analizinde model olarak normal dağılım benimsendiği için, beton dayanımlarıyla ilgili sayısal bilgilerin bir tek sınıfta yoğunlaştırılmasına çalışılmış, bu amaçla, verilerin birden fazla sınıfta yoğunlaştığı hallerde sınıf aralığının iki katı alınarak tek modlu serilerin

oluşturulması amaçlanmıştır. Açıklanan şekilde tanzim edilen verilerin bilgisayar programıyla ortalamaları, dağılma ölçüleri, asimetri ve basıklık ölçüleri ile serilerin eğrilerine göre çeşitleri bulunmuştur.

Laboratuvardan alınan B 160 ve B 225 dayanımlarıyla bitmiş yapı sistemlerinden alınan dayanımlar, ayrı başlıklar altında aşağıda incelenmiştir.

#### 5.2.1. Laboratuvardan Alınan B 160 Beton Dayanımları:

Seri, 254 numuneden meydana gelmiş olup, bilgisayar programıyla bulunan değerler EK: 1'de gösterilmiştir.

Serinin asimetri ölçüsü 0,149 olup, sıfır değerine yakın olarak kabul edilebilir. Bu çarpıklık numunelerin ortalamasının altında kalan bölümün ortalamaya daha yakın olduğunu göstermesi bakımından olumludur.

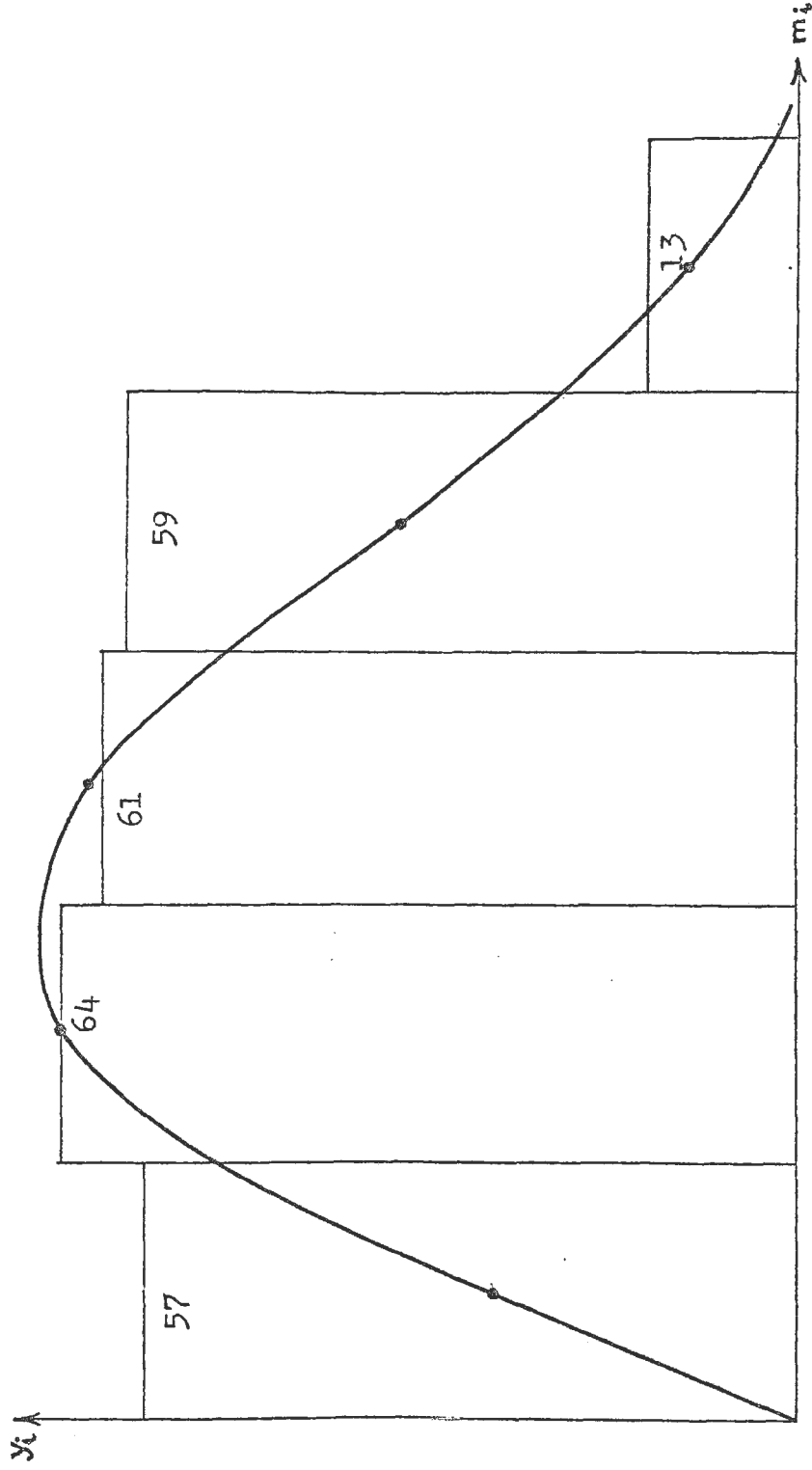
Asimetri ve basıklık ölçüleri, bize dağılımın normal eğriye yaklaştığını ve dağılımın sağa çarpık basık bir seri olduğunu göstermektedir.

B 160 dayanımı için standart dağılım eğrisi GRAFİK 1' de gösterilmiştir.

#### 5.2.2. Laboratuvardan Alınan B 225 Beton Dayanımları:

Seri, 78 numuneden meydana gelmiş olup bilgisayar programıyla bulunan değerler EK: 2'de gösterilmiştir.

B 160 DAYANIMI İÇİN STANDART DAĞILIM EĞRİSİ



GRAFİK 1

B160 DAYANIMI İÇİN STANDART DAĞILIM EĞRİSİ DEĞERLERİ

| SINIFLAR | $m_i$ | $f_i$ | $z_i = \frac{m_i - \bar{x}}{G}$ | $y_i = \frac{e^{-\frac{1}{2}z_i^2}}{\sqrt{2\pi}}$ |
|----------|-------|-------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| 22-66    | 44    | 57    | -1.355                          | 0.16                                              |
| 66-110   | 88    | 64    | -0.526                          | 0.39                                              |
| 110-154  | 132   | 61    | 0.304                           | 0.38                                              |
| 154-198  | 176   | 59    | 1.133                           | 0.21                                              |
| 198-242  | 220   | 13    | 1.963                           | 0.06                                              |

SINIF ARALIĞI = 44

$\bar{x} = 115.89$  kg/cm<sup>2</sup>

$G = 53.03$  kg/cm<sup>2</sup>

Serinin asimetri ölçüsünün 1,587 olması, asimetrinin çok fazla olduğunu gösterir. Bu çarpıklık, numunelerin ortalama altında kalan bölümünün ortalama değere çok yakın olduğunu, buna mukabil ortalamanın üstte kalan bölümünün geniş bir dağılım gösterdiğini verir.

Basıklık ölçüsü 4,005 olup, 3 değerinden büyük olması serinin oldukça dik seri olduğunu gösterir.

Asimetri ve basıklık ölçüleri, bize dağılımın normal dağılıma uymadığını göstermektedir.

B 225 dayanımı için standart dağılım eğrisi GRAFİK 2' de gösterilmiştir.

### 5.2.3. Bitmiş Yapı Sistemlerinden Alınan Dayanımlar:

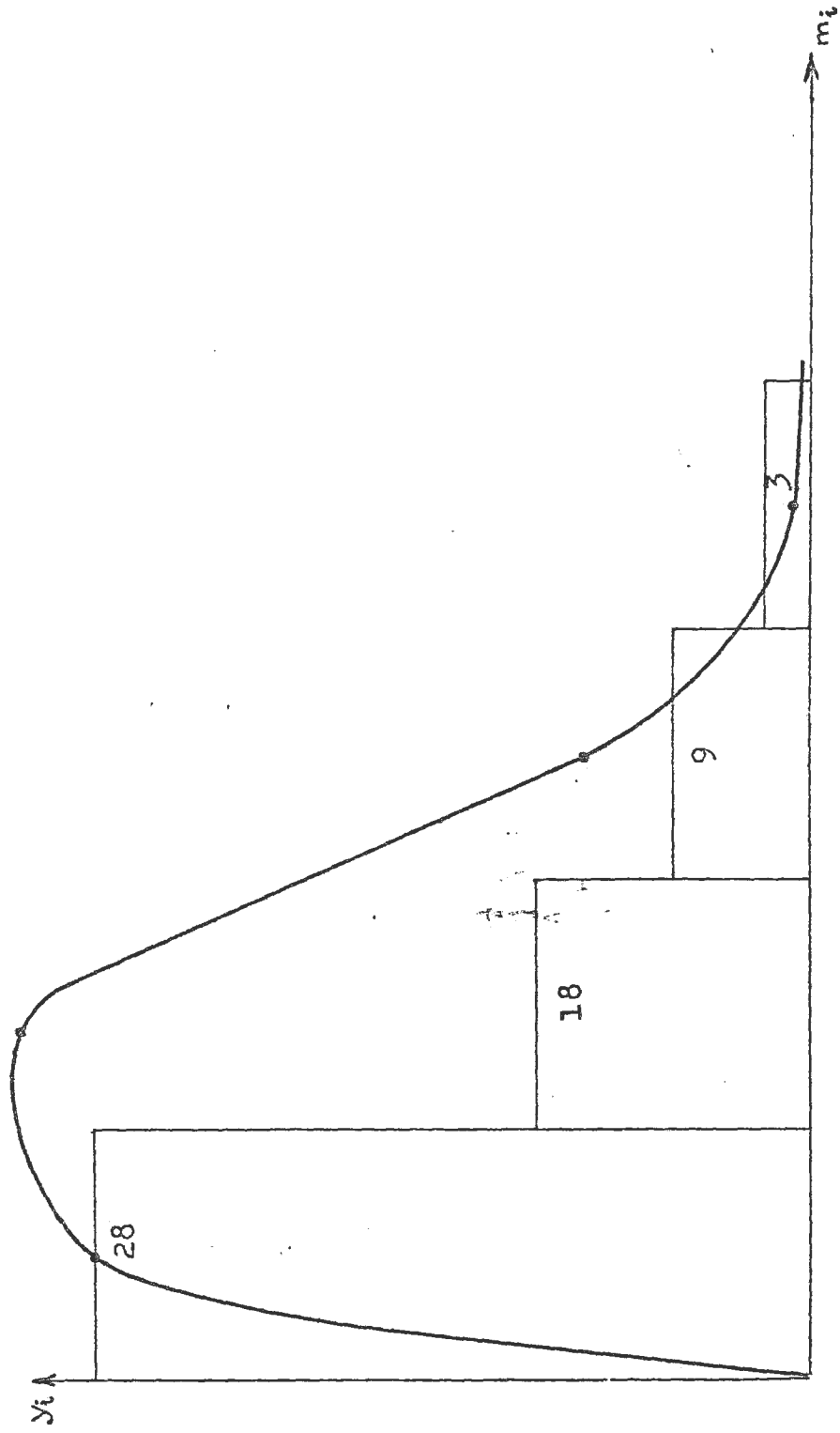
Seride incelenen numuneler, beton tabancasıyla bitmiş yapıların kolon, kiriş ve döşemelerinden alınan dayanımlar olup, 397 tanedir. Bilgisayar programıyla bulunan değerler EK: 3'de gösterilmiştir.

Serinin asimetri ölçüsü 0,573 olup, bu çarpıklık numunelerin ortalamanın altında kalan bölümünün ortalamaya daha yakın olduğunu göstermesi bakımından olumludur.

Basıklık ölçüsünün 2,283 olması, normalden sapma miktarının fazla olmadığını göstermektedir.

Asimetri ve basıklık ölçüleri, dağılımın normal eğriye yaklaştığını göstermektedir.

B 225 DAYANIMI İÇİN STANDART DAĞILIM EĞRİSİ



GRAFİK 2

B 225 DAYANIMI İÇİN STANDART DAĞILIM EĞRİSİ DEĞERLERİ

| SINIFLAR | $m_i$ | $f_i$ | $z_i = \frac{m_i - \bar{x}}{Q}$ | $y_i = \frac{e^{-\frac{1}{2}z_i^2}}{\sqrt{2\pi}}$ |
|----------|-------|-------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| 180-256  | 218   | 48    | -0.687                          | 0.32                                              |
| 256-332  | 294   | 18    | -0.504                          | 0.35                                              |
| 332-408  | 370   | 9     | 1.694                           | 0.10                                              |
| 408-484  | 446   | 3     | 2.885                           | 0.006                                             |

SINIF ARALIĞI = 76

$\bar{X} = 261.846 \text{ kg/cm}^2$

$Q = 63.84 \text{ kg/cm}^2$

Bitmiş yapı sistemlerinden alınan dayanımlar için standart dağılım eğrisi GRAFİK 3'de gösterilmiştir.

### 5.3. VERİLERİN NORMAL DAĞILIMA UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

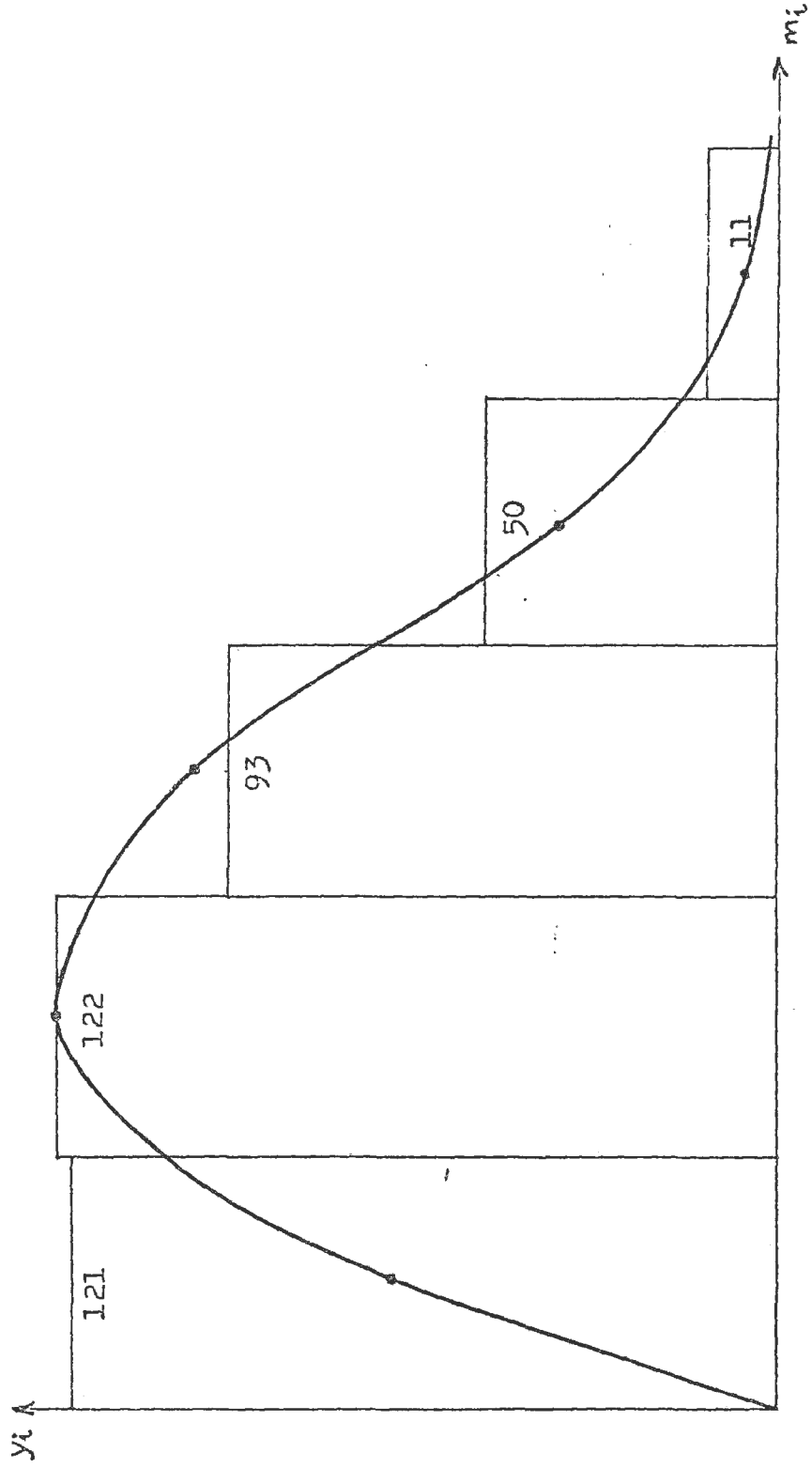
Veriler için hesaplanan çarpıklık ve basıklık katsayıları, verilerin normal dağılıma uygunluğu konusunda bize fikir vermektedir. Ancak fiili dağılımlar ile normal dağılım arasındaki farkların anlamlı olup olmadığı ve dolayısıyla uygulamada model olarak benimsenmesi söz konusu olan normal dağılıma uygunluğunun araştırılmasında  $\chi^2$  testi uygulanacaktır.

Fiili frekansların normal dağılıma uygunluğunu araştırmak için kullanılan Ki-kare testi, fiili frekanslarla teorik frekanslar arasında mukayese yapmak esasına dayanır. Şayet bu iki frekans arasındaki fark istatistik bakımından anlamsız ise  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Aksi halde  $H_0$  hipotezinin yanlışlığı doğrulanmış olur.

Ki-kare testinde, hesaplanan  $\chi^2$  değerinin tesadüfi olarak meydana gelmesi muhtemel bir  $\chi^2$  değerinden daha büyük olup olmadığı üzerinde durulduğundan, dağılımın sadece sağ ucu ilgilenme konusu olmaktadır.

$\chi^2$  değerinin hesaplanabilmesi, teorik frekansların hesaplanmasına bağlıdır. Ki-kare tablosundan belirli bir ihtimal eşiği ve serbestlik derecesi gözönünde tutularak kritik değer belirlenir. Hesaplanan  $\chi^2$  değeri, kritik değerden küçük ise  $H_0$  kabul edilir.

İNŞAATLARDAN ALINAN DAYANIMLAR İÇİN STANDART DAĞILIM EĞRİSİ



GRAFİK 3

İNŞAATLARDAN ALINAN DAYANIMLAR İÇİN STANDART DAĞILIM  
EĞRİSİ DEĞERLERİ

| SINIFLAR | $m_i$ | $f_i$ | $z_i = \frac{m_i - \bar{x}}{s}$ | $y_i = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{e^{-\frac{1}{2}z_i^2}}{\sqrt{2\pi}}$ |
|----------|-------|-------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 100-140  | 120   | 121   | -1.144                          | 0.21                                                                     |
| 140-180  | 160   | 122   | -0.239                          | 0.39                                                                     |
| 180-220  | 200   | 93    | 0.665                           | 0.32                                                                     |
| 220-260  | 240   | 50    | 1.569                           | 0.12                                                                     |
| 260-300  | 280   | 11    | 2.474                           | 0.02                                                                     |

SINIF ARALIĞI = 40

$\bar{x} = 170.579 \text{ kg/cm}^2$

$s = 44.22 \text{ kg/cm}^2$

Teorik frekansların hesaplanabilmesi için kullanılan parametreler, normal dağılımın standart sapması ve aritmetik ortalaması olduğundan, serbestlik derecesi  $\nu = k - 1 - 2$  olacaktır.

$\chi^2$  tablosunda ihtimal eşiği % 1 alınmıştır.

B 160, B 225 dayanımları ve bitmiş yapı sistemlerinden alınan dayanım ölçümlerinin normal eğriye uygunluğu, ki-kare testi ile araştırılmıştır (TABLO 2, 3, 4).

Hesaplar sonucunda, verilerimizin uygulamada model olarak kabul edilen normal dağılıma uymadığı anlaşılmaktadır; fiili ve teorik frekanslar arasında oldukça büyük fark çıkmaktadır.

Bu durumda, dayanımlar için belirli bir olasılıkla karar verebilmek için parametresiz metodların en önemlisi olan Tchebycheff metodu kullanılacaktır.

Tchebycheff eşitsizliği B 160, B 225 ve yapı sistemlerinden alınan beton dayanımlarına ilişkin kararlarımız için benimsenmiştir.

#### 5.4. TCHEBYCHEFF EŞİTSİZLİĞİNİN UYGULANISI

##### 5.4.1. B 160 Beton Dayanımı İçin:

B 160 beton dayanımı için verilerin aritmetik ortalaması  $116 \text{ kg/cm}^2$ , standart sapmada  $53 \text{ kg/cm}^2$  dir.  $160 \text{ kg/cm}^2$

B 160 DAYANIMINDA DAĞILIMIN NORMAL EĞRİYE UYGUNLUĞUNUN

$\chi^2$  TESTİYLE ARAŞTIRILMASI

| SINIFLAR | SINIF SINIRLARI | SINIF SINIRLARI İÇİN Z | NORMAL EĞRİDE $\pm z$ İLE Z ARASINDAKİ ALAN | HER SINIFA DÜŞEN ALAN | TEORİK FREKANSLAR | FİİLİ FREKANSLAR | $F^2$ | $F^2 / T$ |
|----------|-----------------|------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------|-----------|
| 22-66    | 22              | -1.771                 | 0.4616                                      | 0.1352                | 34.341            | 57               | 3249  | 94.609    |
| 66-110   | 66              | -0.941                 | 0.3264                                      | 0.2826                | 71.780            | 64               | 4096  | 57.063    |
| 110-154  | 110             | -0.111                 | 0.0438                                      | 0.3080                | 78.232            | 61               | 3721  | 47.564    |
| 154-198  | 154             | -0.718                 | 0.2642                                      | 0.1752                | 44.501            | 59               | 3481  | 78.223    |
| 198-242  | 198             | 1.548                  | 0.4394                                      | 0.0519                | 13.183            | 13               | 169   | 18.819    |
|          | 242             | 2.378                  | 0.4913                                      |                       |                   |                  |       |           |

$$\chi^2_{\text{test}} = 296.28 - 254 = 42.28$$

$$v = 5 - 1 - 2 = 2$$

$$\chi^2 = 296.28$$

%1 İhtimal eşiği için tablodan  $\chi^2 = 9.21$  ise,  $42.28 > 9.21$  olduğundan red

TABLO 2

B 225 DAYANIMINDA DAĞILIMIN NORMAL EĞRİYE UYGUNLUĞUNUN  
 $\chi^2$  TESTİYLE ARAŞTIRILMASI

| SINIFLAR | SINIF SINIRLARI | SINIF SINIRLARI İÇİN Z | NORMAL EĞRİDE + İLE Z ARASINDAKİ ALAN | HER SINIFA DÜŞEN ALAN | TEORİK FREKANSLAR | FİİLİ FREKANSLAR | F <sup>2</sup> | F <sup>2</sup> /1 |
|----------|-----------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 180-256  | 180             | -1.282                 | 0.3997                                | 0.3838                | 29.936            | 48               | 2304           | 76.96             |
| 256-332  | 256             | -0.091                 | 0.0359                                | 0.4002                | 31.216            | 18               | 324            | 10.38             |
| 332-408  | 332             | 1.098                  | 0.3643                                | 0.1280                | 9.984             | 9                | 81             | 8.11              |
| 408-484  | 408             | 2.289                  | 0.4893                                | 0.0103                | 0.803             | 3                | 9              | 11.21             |
|          | 484             | 3.479                  | 0.4996                                |                       |                   |                  |                |                   |

$$\chi^2_{\text{test}} = 106.66 - 78 = 28.66$$

$$v = 4 - 1 - 1 = 2$$

91 ihtimal eşiği için tablodan  $\chi^2 = 6.63$  ise,  $28.66 > 6.63$  olduğundan red

$$\chi^2 = 106.66$$

İNŞAATLARDAN ALINAN DAYANIMLARDA DAĞILIMIN NORMAL EĞRİYE UYGUNLUĞUNUN  
 $\chi^2$  TESTİYLE ARAŞTIRILMASI

| SINIFLAR | SINIF<br>SINIRLARI | SINIF<br>SINIRLARI<br>İÇİN $z$ | NORMAL EĞRİDE<br>+0 İLE $z$ ARASINDAKİ<br>ALAN | HER SINIFA<br>DÜŞEN ALAN | TEORİK<br>FREKANSLAR | Fiili<br>FREKANSLAR | $F^2$ | $F^2/T$ |
|----------|--------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|-------|---------|
| 100-140  | 100                | -1.596                         | 0.4452                                         | 0.1983                   | 75.75                | 121                 | 14641 | 139.29  |
| 140-180  | 140                | -0.692                         | 0.2549                                         | 0.3581                   | 142.17               | 122                 | 14884 | 104.69  |
| 180-220  | 180                | 0.213                          | 0.0832                                         | 0.2853                   | 113.27               | 93                  | 8649  | 76.36   |
| 220-260  | 220                | 1.117                          | 0.3686                                         | 0.1097                   | 43.55                | 50                  | 250   | 57.40   |
| 260-300  | 260                | 2.022                          | 0.4783                                         | 0.0201                   | 7.98                 | 11                  | 121   | 15.17   |
|          | 300                | 2.926                          | 0.4984                                         |                          |                      |                     |       |         |

$$\chi^2_{\text{test}} = 446.91 - 397 = 44.91$$

$$v = 5 - 1 - 2 = 2$$

%1 ihtimal eşiği tablodan  $\chi^2 = 9.21$  ise,  $44.91 > 9.21$  olduğundan red

$$\Sigma = 446.91$$

TABLO 4

dayanımlı betonda numuneler 22-66 kg/cm<sup>2</sup> ve 154-198 kg/cm<sup>2</sup> aralığında yoğunlaştığı için, istenen dayanımın 56 kg/cm<sup>2</sup> den az ve 176 kg/cm<sup>2</sup> den çok olması ihtimali aşağıdaki gibi belirlenir.

$$t^2 = \left( \frac{56-116}{53} \right)^2 = \left( \frac{176-116}{53} \right)^2 = \left( \frac{60}{53} \right)^2 = 1,28$$

$$\left( \begin{array}{l} f_{ck} < 56 \\ f_{ck} > 176 \end{array} \right) < \frac{1}{1,28} = 0,78 \text{ dir.}$$

160 kg/cm<sup>2</sup> lik dayanıma sahip olduğu iddia edilen betonun 56 - 176 kg/cm<sup>2</sup> arasında olma ihtimali:

$$(56 < f_{ck} < 176) = 1 - 0,78 = 0,22 \text{ dir.}$$

Bulunan ~~%78~~ değeri, düşünülen % 10 olasılığın üstündedir.

#### 5.4.2. B 225 Beton Dayanımı İçin:

B 225 dayanımı için verilerin aritmetik ortalaması 261,85 kg/cm<sup>2</sup>, standart sapması 63,84 kg/cm<sup>2</sup> dir. 225 kg/cm<sup>2</sup> dayanımlı betonda numuneler 180 - 256 kg/cm<sup>2</sup> ve 332 - 408 kg/cm<sup>2</sup> aralığında yoğunlaştığı için, istenen dayanımın 182 kg/cm<sup>2</sup> den az ve 342 kg/cm<sup>2</sup> den çok olması ihtimali aşağıdaki gibi belirlenir.

$$t^2 = \left( \frac{182-261,85}{63,84} \right)^2 = \left( \frac{342-261,85}{63,84} \right)^2 = \left( \frac{80,15}{63,84} \right)^2 = 1,58$$

$$\left( \begin{array}{l} f_{ck} < 182 \\ f_{ck} > 342 \end{array} \right) < \frac{1}{1,58} = 0,64 \text{ tür.}$$

225 kg/cm<sup>2</sup> lik dayanıma sahip olduğu iddia edilen betonun 182 - 342 kg/cm<sup>2</sup> arasında olma ihtimali:

$$(182 < f_{ck} < 342) = 1 - 0,64 = 0,36 \text{ dir.}$$

Hesaplar sonucu bulunan % 64 değeri, benimsenen % 10 olasılığın çok üstündedir.

#### 5.4.3. Bitmiş Yapı Sistemlerinden Alınan Dayanımlar için:

Bitmiş yapı sistemlerinden alınan dayanımlar için verilerin aritmetik ortalaması 170,58 kg/cm<sup>2</sup> standart sapması 44 kg/cm<sup>2</sup> dir. 160 kg/cm<sup>2</sup> dayanımlı betonda numuneler 100 - 140 kg/cm<sup>2</sup> ve 180 - 220 kg/cm<sup>2</sup> aralığında yoğunlaştığı için, istenen dayanımın 121 kg/cm<sup>2</sup> den az ve 221 kg/cm<sup>2</sup> den çok olması ihtimali aşağıdaki gibi belirlenir.

$$t^2 = \left( \frac{121 - 170,58}{44} \right)^2 = \left( \frac{221 - 170,58}{44} \right)^2 = \left( \frac{50,42}{44} \right)^2 = 1,31$$

$$\left( \begin{array}{l} f_{ck} < 121 \\ f_{ck} > 221 \end{array} \right) < \frac{1}{1,31} = 0,76 \text{ dir.}$$

160 kg/cm<sup>2</sup> lik dayanıma sahip olduğu iddia edilen betonun 121 - 221 kg/cm<sup>2</sup> arasında olma ihtimali:

$$(121 < f_{ck} < 221) = 1 - 0,76 = 0,24 \text{ tür.}$$

Bulunan sonuç<sup>0,36</sup>, benimsenen % 10 olasılığın çok üstündedir. Dolayısıyla tchebycheff eşitsizliğinin kullanılması da ihtiyaca cevap vermemektedir.

### 5.5. VERİLERDE TS 500 KALİTE DENETİM BAĞINTILARININ UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

TS 500'e göre ortalama dayanım, projede öngörülen karakteristik dayanıma normal dağılım kabul edilerek alınan bir katsayının standart çarpma ile çarpımı kadar bir değer eklenmesiyle bulunur.

$f_{cm} = f_{ck} + 1,28\sigma$  eşitliğindeki 1,28 katsayısı, normal dağılım için ve % 90 güven sözkonusu olunca kullanılan bir katsayıdır. Verilerimizin normal dağılıma uymadığı ki-kare testiyle ispat edildiğine göre, verilerimize dayanarak bulunan standart sapma değeri ve 1,28 katsayısı kullanılarak;

$$f_{cm} = f_{ck} + 1,28\sigma \text{ eşitliğinden faydalanamayız.}$$

Ama Tchebycheff eşitsizliği ile bulunan sonuçlar ile bu konuya yeterince açıklık getirilmiştir.

## 6. SONUÇ

Beton deney sonuçlarından elde edilen verilerin istatistik analizinde, model olarak normal dağılım benimsenmiştir. Veriler için hesaplanan çarpıklık ve basıklık katsayıları, verilerin normal dağılıma yaklaştığını göstermektedir.

Ancak verilerin, uygulamada istenen normal dağılıma uygunluğunu Ki-kare testiyle incelediğimizde, fiili ve teorik frekanslar arasında büyük farkların çıktığı görülmüştür. Dolayısıyla aldığımız numunelerin, normal dağılıma uymadığı anlaşılmıştır.

Dağılımların normal olmayışı, numune sayısının az olmasına ve farklı kalitede beton dökülmesine bağlıdır. Aslında dayanımda gözlenen farklılıklar, tesadüfe bağlı değildir. Bu farklılıklara neden, betonda iyi ve kötü olarak yapılması, betonun kontrolüdür. İncelediğimiz numuneler içerisinde hem iyi, hem de kötü kalitede betondan alınan numuneler birarada alınmıştır.

Üretimde de gerekli kontrol olmadığından, belirli bir karakteristik dayanım için standart sapma büyüdükçe ortalama dayanım da büyümektedir. İstenen dayanımda betonun elde edilebilmesi için, betonun imalinde daha fazla çimento harcanması gerekir ki, bu da betonun maliyetini artırır.

TS 500 standardı, beton dayanımlarının normal dağılıma uygun bir dağılım göstermesini istemektedir. Halbuki bizim verilerimiz, normal dağılıma uymadığından standartta istenen ortalama dayanım eşitliği uygulanamamaktadır.

B 225 dayanımı için yapılan deneyler, TS 500 standardının istediği eşitlikleri sağlamaktadır. Bu sonuç, Eskişehir'de beton kalitesinin  $225 \text{ kg/cm}^2$  olarak alınması gerektiğini göstermektedir. Çünkü B 160 dayanımı için yapılan deneyler, istenen şartları sağlamamaktadır.

Tchebycheff eşitsizliğiyle bulunan sonuçlar ise, istenen ve benimsenen % 10 olasılığının çok üstünde çıkmaktadır.

## 7. ÖNERİLER

Buraya kadar yapılan açıklamaların ve hesapların ışığında şu öneriler getirilebilir.

1) İyi bir beton denetiminden amaç, üniform başlangıçta kabul edilen şartları yerine getiren bir beton imalidir. Beton üzerinde uzun yıllardır yapılan çalışmalar, betonun çeşitli mekanik özelliklerinin basınç dayanımı ile aynı yönde değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle basınç dayanımı, betonun en önemli özelliği olarak kabul edilir.

2) Betonun denetiminde, proje yapımı çok önemlidir. Projenin statik hesaplarında, boyutlandırma başta gelir. Boyutlandırmada her eleman önemli olmasına rağmen, daha çok düşey taşıyıcılar üzerinde önemle durmalıdır. Bir kirişin veya döşemenin çökmesi tüm yapının güvenliğini etkileyebilir. Ancak kolonların çökmesi tüm yapının yerle bir olmasına yol açabilir. Projelerde mimari nedenlerle kolon boyutları küçük tutulmaktadır. Yetersiz denetim nedeniyle, küçük boyutlarda olan düşey taşıyıcılar (kolonlar) yapıda yeterli güvenliği sağlayamamaktadır. Bu nedenle minimum boyutlar büyütülmelidir. Statik hesaplardaki emniyet gerilmeleri, istenilen dayanım oranında küçük alınmalıdır.

3) Emniyetli ve ekonomik bir yapının oluşturulmasında yapım aşaması, en az proje aşaması kadar önemlidir. Projedeki statik hesaplar ne kadar kusursuz olursa olsun, yapım aşamasında denetimden yoksun, ilkel yöntemlerle inşa edilmiş yapı, istenilen güvenliği sağlamayacaktır.

Yapım aşamasındaki denetim, aslında proje denetiminden basittir. Boyutların ve donatının projeye uygunluğunu sağlamak, beton karışımını istenilen dayanıma göre hazırlamak, betonun agregasının temiz olmasına dikkat etmek ileri bir teknoloji gerektirmemektedir.

4) Yapıların inşası süresince, sürekli ve etkili bir denetim sağlanmalıdır. Yapının, dolayısıyla betonun denetimi bir kontrol sistemiyle olmalıdır.

5) Malzeme, harman şekli, numune alma ve deney şeklinin dayanıma etkisini belirleyecek istatistik araştırmalar yapılmalıdır. Numune alma ve deney şekli, standartlarda belirtilen koşullara uygun olarak yapılmalı ve yaptırılması ilgili denetleyici kurumlarla sağlanmalıdır. Beton yapımıyla ilgili kişisel eğitilmeli, malzeme ocakları denetlenmelidir.

6) TS 500'de istenilen beton dayanımı denetimi ve deney sonuçlarının değerlendirilmesinde gerekli koşulların sağlanabilmesi, malzeme işçilik, denetim bakımından bugünkü durumu yetersiz olan ülkemizde imkansızdır.

Ülkemizdeki koşullar da gözönüne alınarak mevcut durumun ıslahı, istatistik çalışmaları gerektirmektedir. İstatistik çalışmalar ile önceden yapım ve denetim imkanlarımızı inceleyerek gerekli tedbirler alınmalıdır.

7) TS 500, resmi olarak kabul edilmemiştir. Eğer TS 500 kanuni olarak yürürlüğe girerse, beton ve yapıların ilgili denetleyici kurumu olan belediyeler, TS 500'ün istediği hesap ve yapım kurallarını kesinlikle istemelidir. Malzeme denetimi, yaptırım gücü ve hukuksal zorlamalar getirilmelidir.

EK : 1

# LARQBATUARDAN ALINAN R160 BETONLU DAYANIM DEGERLERI

\*\*\* VERILEN SERI : GRUPLANDIRILMIS BIR SERIDIR \*\*\*

| A.LIMIT | U.LIMIT | FREKANS | UT.FREKANS | RAFREKANS | T.R.FREKANS |
|---------|---------|---------|------------|-----------|-------------|
| 22.00   | 66.00   | 57.00   | 57.00      | 0.22      | 0.22        |
| 66.00   | 110.00  | 64.00   | 121.00     | 0.25      | 0.48        |
| 110.00  | 154.00  | 61.00   | 182.00     | 0.24      | 0.72        |
| 154.00  | 198.00  | 59.00   | 241.00     | 0.23      | 0.95        |
| 198.00  | 242.00  | 13.00   | 254.00     | 0.05      | 1.00        |

\*\*\* ORTALAMALAR:

## A) HASSAS ORTALAMALAR

HARMONIK ORTALAMA  $H_0 = +88.220$   
 GEOMETRIK ORTALAMA  $G_0 = +102.214$   
 ARITMETIK ORTALAMA  $A_0 = +115.890$   
 KARELI ORTALAMA  $K_0 = +127.446$

## B) HASSAS OLMAYAN ORTALAMALAR

BIRINCI KARTIL  $Q_1 = +70.469$   
 IKINCI KARTIL  $Q_2 = +114.328$   
 UCUNCU KARTIL  $Q_3 = +160.339$

\*\*\* DAGILMA OLCULERI

## A) MUTLAK DAGILMA OLCULERI

DEGISIM ARALIGI  $DA = +220.000$   
 KARTIL ARALIGI  $KA = +89.870$   
 ORTALAMA SAPMA  $LOS = +0.656$   
 STANDART SAPMA  $SS = +53.030$

DUZ. STAND. SAPMA  $SS_0 = +51.486$

## B) NISBI DAGILMA OLCULERI

DEGISIM KATSAYISI  $DK = +44.427$

\*\*\* MOMENTLER

BIRINCI MOMENT  $M_1 = +0.000$   
 IKINCI MOMENT  $M_2 = +42812.146$   
 UCUNCU MOMENT  $M_3 = +20367.110$   
 DORDUNCU MOMENT  $M_4 = +15208000.000$

DUZ. 2. MOMENT  $M_{20} = +26501812.000$   
 DUZ. 3. MOMENT  $M_{30} = +20367.110$   
 DUZ. 4. MOMENT  $M_{40} = +12595160.000$

\*\*\* ASIMETRI VE BASIKLIK OLCULERI

## A) ASIMETRI OLCULERI

$As = 3(A_0 - Med) / SS = +0.091$   
 $As = (Q_3 - 2*Q_2 + Q_1) / (Q_3 - Q_1) = +0.024$   
 $As = M_{30} / (SS^3) = +0.149$

## B) BASIKLIK OLCULERI

$Ba = M_{40} / (SS^4) = +1.792$

\*\*\* YORUM

VERILEN SERI,  
 SAGA CARPIK,  
 BASIK BIR SERIDIR.

EK : 2

## LABORATUARDAN ALINAN B225 BETONU DAYANIM DEGERLERI

\*\*\* VERILEN SERI: GRUPLANDIRILMIS BIR SERIDIR \*\*\*

| A.LIMIT | B.LIMIT | FREKANS | T.FREKANS | R.FREKANS | T.R.FREKANS |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|
| 180.00  | 256.00  | 48.00   | 48.00     | 0.62      | 0.62        |
| 256.00  | 332.00  | 18.00   | 18.00     | 0.23      | 0.23        |
| 332.00  | 408.00  | 9.00    | 9.00      | 0.12      | 0.12        |
| 408.00  | 484.00  | 3.00    | 3.00      | 0.04      | 0.04        |

\*\*\* ORTALAMALAR:

A) HASSAS ORTALAMALAR:

|                    |      |          |
|--------------------|------|----------|
| HARMONIK ORTALAMA  | H0 = | +249.533 |
| GEOMETRIK ORTALAMA | G0 = | +255.210 |
| ARITMETIK ORTALAMA | A0 = | +261.846 |
| KARELI ORTALAMA    | K0 = | +269.516 |

B) HASSAS OLMAYAN ORTALAMALAR:

|                |      |          |
|----------------|------|----------|
| BIRINCI KARTIL | Q1 = | +210.875 |
| IKINCI KARTIL  | Q2 = | +241.750 |
| UCUNCU KARTIL  | Q3 = | +300.333 |

\*\*\* DAGILMA OLCULERI:

A) MUTLAK DAGILMA OLCULERI:

|                 |      |          |
|-----------------|------|----------|
| DEGISIM ARALIGI | DA = | +304.000 |
| KARTIL ARALIGI  | KA = | +89.458  |
| ORTALAMA SAPMA  | OS = | +3.357   |
| STANDART SAPMA  | SS = | +63.841  |

DUZ. STAND. SAPMA

B) NISBI DAGILMA OLCULERI:

DEGISIM KATSAYISI

\*\*\* MOMENTLER:

|                 |      |               |
|-----------------|------|---------------|
| BIRINCI MOMENT  | M1 = | +0.000        |
| IKINCI MOMENT   | M2 = | +4075.669     |
| UCUNCU MOMENT   | M3 = | +341969.600   |
| DORDUNCU MOMENT | M4 = | +62542030.000 |

DUZ. 2. MOMENT

DUZ. 3. MOMENT

DUZ. 4. MOMENT

\*\*\* ASIMETRI VE BASIKLIK OLCULERI :

A) ASIMETRI OLCULERI:

|                                        |   |        |
|----------------------------------------|---|--------|
| $A_{s3} = (A0 - Med) / SS$             | = | +1.006 |
| $A_s = (Q3 + 2 * Q2 + Q1) / (Q3 - Q1)$ | = | +0.310 |
| $A_s = M30 / (SS^3)$                   | = | +1.587 |

B) BASIKLIK OLCULERI:

Ba = M40 / (SS^4)

\*\*\* YORUM :

VERILEN SERI:

OLDUKCA SAGA CARPIK,  
SIVRI BIR SERIDIR.

EK: 3

# İNSAATLARDAN ALINAN BETON DAYANIM DEĞERLERİ

\*\*\* VERİLEN SERİ : GRUPLANDIRILMIŞ BİR SERİDİR.

| R.LIMIT | U.LIMIT | FREKANS | RT: FREKANS | TR: FREKANS | T.R. FREKANS |
|---------|---------|---------|-------------|-------------|--------------|
| 100.00  | 140.00  | 121.00  | 121.00      | 0.30        | 0.30         |
| 140.00  | 160.00  | 122.00  | 243.00      | 0.31        | 0.61         |
| 160.00  | 220.00  | 93.00   | 3361.00     | 0.23        | 0.85         |
| 220.00  | 260.00  | 50.00   | 386.00      | 0.13        | 0.97         |
| 260.00  | 300.00  | 11.00   | 397.00      | 0.03        | 1.00         |

\*\*\* ORTALAMALAR:

A) HASSAS ORTALAMALAR

HARMONİK ORTALAMA H0 = +159.858  
 GEOMETRİK ORTALAMA G0 = +165.065  
 ARİTMETİK ORTALAMA A0 = +170.579  
 KARELİ ORTALAMA K0 = +176.218

B) HASSAS OLMAYAN ORTALAMALAR

BİRİNCİ KARTİL Q1 = +132.810  
 İKİNCİ KARTİL Q2 = +165.410  
 ÜÇÜNCÜ KARTİL Q3 = +203.548

\*\*\* DAĞILMA ÖLÇÜLERİ:

A) MUTLAK DAĞILMA ÖLÇÜLERİ

DEĞİŞİM ARALIĞI SDA = +200.000  
 KARTİL ARALIĞI KA = +70.738  
 ORTALAMA SAPMA SD = +8.430  
 STANDART SAPMA SS = +44.222

DUZİTAN SAPMA SS0 = +42.688

B) NİSİTİ DAĞILMA ÖLÇÜLERİ

DEĞİŞİM KATSAYISI DK = +25.025

\*\*\* MOMENTLER:

BİRİNCİ MOMENT M1 = +0.000  
 İKİNCİ MOMENT M2 = +1955.584  
 ÜÇÜNCÜ MOMENT M3 = +44598.410  
 DÖRÜNCÜ MOMENT M4 = +5071073.000

DUZİTİ MOMENT M20 = +1822.250  
 DUZİTİ MOMENT M30 = +44598.410  
 DUZİTİ MOMENT M40 = +5071073.000

\*\*\* ASİMETRİ VE BASIKLIK ÖLÇÜLERİ:

A) ASİMETRİ ÖLÇÜLERİ

As = 3(A0 - Med) / SS = +2.363  
 As = (Q3 - 2\*Q2 + Q1) / (Q3 - Q1) = +0.078  
 As = M30 / (SS^3) = +0.573

B) BASIKLIK ÖLÇÜLERİ

Ba = M40 / (SS^4) = +2.283

\*\*\* YORUM:

VERİLEN SERİ:  
 OLDUKÇA SAGI CARPIK,  
 BASIK BİR SERİDİR.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AYKAR, EMRE  
Betonların Nitelikleri Üzerine  
İstatistiksel Bir Araştırma, Tür-  
kiye Mühendislik Haberleri, Nisan  
1978.
- AYTAÇ, HALUK  
Beton Deney Sonuçlarının Değerlen-  
dirilmesinde İstatistiki Metodlar,  
Türkiye Mühendislik Haberleri, Ekim  
1983
- BEYAZIT, MEHMETÇİK  
İnşaat Mühendisleri İçin İstatistik  
Ders Notları, İ.T.Ü., 1984.
- Betonarme Yapıların Hesap Ve Yapım  
Kuralları, Mart 1982, TS 500.
- ÇÖMLEKÇİ, NECLA  
İstatistik, İ.T.İ.A.-Eskişehir,  
1978
- GÜNDÜZ, ALTAY  
Betonarme Yapıların Limit Duruma  
Göre Projelendirilmesi T.M.M.O.B.  
İnşaat Mühendisleri Odası, 1979.
- ÖZİŞİK, GÜNDÜZ  
Betonarma Malzemeleri A.Ü. Yapı Dalı

TÜMAY, MEHMET

Şantiyede Üretilen Betonarme

Türkiye'de İnşaat Mühendisliği Alanındaki Gelişmeler Kongresi 84,  
İ.T.Ü. 1984.