

KÜTAHYADA ÜRETİLEN BETONLARIN İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İlker Bekir TOPÇU¹, Özgün ATEŞİN¹

¹Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir,

ilkerbt@ogu.edu.tr, oatesin@yahoo.com

Geliş Tarihi: 20.11.2012

Kabul Tarihi:01.04.2013

ÖZET

Bu çalışmada Kütahya ili ve çevresinde 2011 yılında çeşitli şantiyelerde üretilip, basınç dayanımlarını belirlemek amacıyla laboratuvara getirilen beton numunelerinden C30/37 betonlarının basınç dayanımlarının dağılımları incelenmiştir. Toplam 1023 adet deney sonucundan yararlanılmış ve istatistiksel olarak Kütahya ilinde beton kalitesinin ne seviyelerde olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Kütahya ilinde örnek olarak alınan C30/37 betonlarında standartların büyük ölçüde sağlandığı, bunun yanında bir üst beton sınıfına sarkmaların ise az olduğu, bu nedenle 2011 yılı içinde inceleme sonuçlarına göre Kütahya ilinde hem standartlara uygun hem de ekonomik beton üretildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Beton, Basınç dayanımı, istatistiksel değerlendirme, kalite kontrol*

STATISTICAL EVALUATION OF CONCRETE PRODUCED IN KÜTAHYA

ABSTRACT

In this study, it was investigated distribution of compressive strength of concrete specimens which were produced in various work-sites and brought to laboratory at 2011 in Kütahya. Totally 1023 laboratory specimens were utilized and it was tried analyze statistically, the quality of concrete in Kütahya city. As a result, it is concluded that the C30/37 concretes, which were taken as an example in Kütahya, were met codes at high levels, but also passing the upper class was relatively low, therefore, as a result of this review concretes are produced compliance with standards and economic in Kütahya.

Keywords: *Concrete, Compressive strength, statistical analysis, quality control*

1. GİRİŞ

Ülkemizin geneli tektonik olarak hareketli bir zemin üzerinde bulunmaktadır. Bu hareketlilik özellikle son yıllarda gerçekleşen depremlerle kendini iyice hissettirmektedir. Özellikle Van depreminde bir kez daha görüldüğü üzere beton kalitesinin önemi bina güvenliği için çok büyük önem arz etmektedir. Türkiye’de beton üretimi, şantiye sahasında ilkel beton üretimi seviyelerinden, kalite güvence sistemli hazır beton üretimi seviyesine gelmiştir. Örneğin Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) tarafından hazırlanan rapora göre 1988 yılında THBB üyelerinin ürettiği beton miktarı 1.500.000 m³ iken Marmara depremi sonrası bu rakam 2003 yılında 26.828.500 m³e, 2010 yılında ise 79.680.000 m³ seviyesine ulaşmıştır.

Betonun kalıcılığına yönelik çalışmalar her ne kadar hızlı bir şekilde devam etse de günümüzde üretilen betonlar basınç dayanımına göre sınıflandırılmakta ve uygunluğu yine dayanıma göre belirlenmektedir. Üretilen betonların yürürlükte olan yönetmeliklere, standartlara uygunluğu günümüz Türkiye’inde önemlibir yer tutmaktadır. [1] Günümüzde yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe (2007) göre deprem bölgelerinde C20/25’ten düşük beton kullanılamaz [2]. Ancak gerek son 12 yılda ülkemizde yaşanan depremler nedeniyle insanların deprem konusunda daha da bilinçlenmeleri, gerekse yerel yönetimlerin bu konudaki düzenlemeleri nedeniyle hazır beton kullanımı dayanım sınıfı olarak C25/30 ve C30/37 seviyelerine yükselmiştir.

Beton basınç deneylerinin amacı, projelerde belirtilen beton dayanımının ne ölçüde elde edildiğini belirlemek ve beton kalitesinde oluşabilecek değerleri önceden tahmin edebilmektir [3]. Bu çalışmada Kütahya ilinde 2011 yılında çeşitli şantiyelerde üretilip basınç dayanımlarını belirlemek amacıyla laboratuvarlara getirilen beton numunelerinin basınç dayanımlarına bağlı olarak kaliteleri incelenmiştir. Kütahya ilinde çeşitli laboratuvarlara getirilen 537 adet 7 günlük deney sonucu ve 486 adet 28 günlük deney sonucu olmak üzere toplam 1023 adet deney sonucundan yararlanılarak Kütahya ilinde dökülen C30/37 betonlarının istatistiksel bir değerlendirmesi yapıp Türk Standartlarına uygunluğu irdelenmiştir.

2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Kütahya ilinde faaliyet gösteren çeşitli laboratuvarlardan 2011 yılında alınmış raporlardaki sonuçlar taranmış ve C30/37 sınıfında üretilen beton basınç dayanımları iki gruba ayrılmıştır. Bunlar 7 ve 28 günlük 15x15x15 cm’lik küp dayanımları olup grupların ayrımı Çizelge 1 ve 2’de gösterilmiştir.

Böylece yukarıda belirtilen 2 grup için sonuçlar değerlendirilerek histogram, frekans ve eklenik frekans eğrileri elde edilerek, bazı istatistiksel parametreler araştırılmış, daha sonra deney sonuçlarına göre firmaların kalite kontrol dereceleri belirlenmiştir. Sonuçta Kütahya ilinde çeşitli şantiyelerden gelen C30/37 beton numunelerinin basınç dayanımlarının Türk Standartları ile karşılaştırması yapılarak proje dayanımı ile gerçekte oluşan dayanım arasında değerlendirme yapılmaya çalışılmış ve son yıllarda beton konusunda yapılan çalışmaların sonucunda bir artış olup olmadığı konusunda bir fikir elde edilmeye çalışılmıştır.

3. DENEY SONUÇLARI

İncelenen sonuçların hepsi 15x15x15 cm’lik küp numunelere aittir. TS 500 ve TS EN 206-1’e göre C30/37 betonu için eşdeğer küp dayanımının 37 MPa olması gerekmektedir. 2011 yılında elde edilen beton dayanım sonuçları [4] numaralı kaynakta verilen (1) formülü kullanılarak hesap yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu hem 7 günlük beton basınç dayanımı sonuçlarının, hem de 28 günlük beton basınç dayanımı sonuçlarının 10 adet farklı sınıfa ayrılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

$$m = 1 + 3.3 \log n \quad \text{veya} \quad 2^m \geq N \quad (1)$$

Yapılan hesaplama sonucunda 10 farklı sınıfa ayrılan 7 ve 28 günlük dayanım sonuçları, frekans ve eklenik frekans değerleri Çizelge 1 ve 2’de gösterilmektedir.

Çizelge 1. 7 günlük basınç dayanımı sonuçları

Dayanım Aralığı (MPa)	Adet (n)	Frekans	Eklenik Frekans
23.00 - 25.40	9	0.017	0.017
25.40 - 27.80	31	0.058	0.075
27.80 - 30.20	48	0.089	0.164
30.20 - 32.60	99	0.184	0.348
32.60 - 35.00	103	0.192	0.540
35.00 - 37.40	106	0.197	0.737
37.40 - 39.80	83	0.155	0.892
39.80 - 42.20	38	0.071	0.963
42.20 - 44.60	16	0.030	0.993
44.60 - 47.00	4	0.007	1.000
TOPLAM	537		

Çizelge 2. 28 günlük basınç dayanımı sonuçları

Dayanım Aralığı (MPa)	Adet (n)	Frekans	Eklenik Frekans
29.00 - 31.30	6	0.012	0.012
31.30 - 33.60	0	0.000	0.012
33.60 - 35.90	6	0.012	0.024
35.90 - 38.20	112	0.231	0.255
38.20 - 40.50	132	0.272	0.527
40.50 - 42.80	98	0.202	0.729
42.80 - 45.10	71	0.146	0.875
45.10 - 47.40	37	0.076	0.951
47.40 - 49.70	20	0.041	0.992
49.70 - 52.00	4	0.008	1.000
TOPLAM	486		

4. DEĞERLENDİRME

4.1 7 Günlük Dayanımların Değerlendirilmesi

Üretilen betonların kalite kontrol derecelerinin belirlenmesi amacıyla ACI (American Concrete Institute) tarafından bir şantiyenin kalite kontrol derecelerini belirlemeye yarayan Çizelge 3'teki değerler kullanılmıştır [5]. Çizelgeye göre serinin ortalamasının 25 MPa'dan küçük olması durumunda varyasyon katsayısı değerine, ortalamanın 25 MPa'dan büyük olması durumunda ise standart sapma değerine göre değerlendirme

yapılmaktadır. Bu değerlendirmeyi yapmak amacıyla ilk önce 7 günlük küp dayanımlarından 7 günlük silindir dayanımlarına geçilmiş, ortalama dayanım, standart sapma ve varyasyon katsayısı bulunmuş ve Çizelge 4’te gösterilmiştir. Küp basınç dayanımlarından 28 günlük silindir basınç dayanımlarına geçerken şekil etkisi nedeniyle 0.8 çarpanı kullanılmıştır [6].

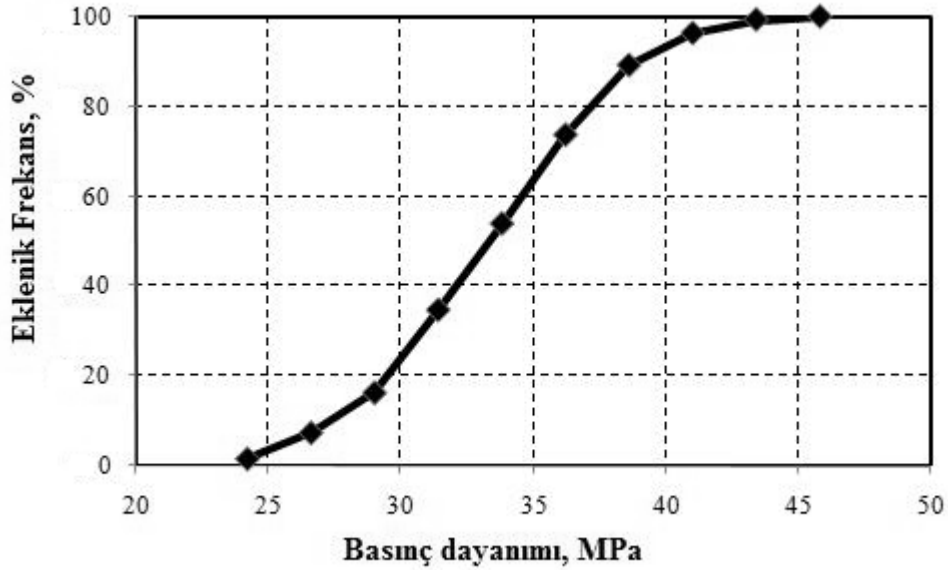
Çizelge 3. ACI tarafından saptanan kalite kontrol dereceleri

Kalite Kontrol Derecesi	$X_{ort} \leq 25$ MPa için V, %	$X_{ort} > 25$ MPa için S_x , MPa
Çok iyi	< 10	< 5
İyi	10 – 20	5 – 6.5
Orta	20 – 30	6.5 – 8
Zayıf	> 30	> 8

Çizelge 4. 7 günlük basınç dayanımı gurubuna ait istatistiksel parametreler

Gün	En küçük değer, MPa	En büyük değer, MPa	Ortalama dayanım, MPa	Standart sapma, MPa	Varyasyon katsayısı, %
7	18.52	37.16	27.52	3.46	12.58

Yapılan dönüşüm sonucunda 7 günlük beton silindir basınç dayanımlarının ortalamasının 25 MPa değerinden büyük olması nedeniyle standart sapma değeri esas alınmış ve bu değer de 5 MPa’dan küçük (3.46 MPa) olması nedeniyle üretilen betonların “Çok iyi” kalite kontrol derecesinde üretildiği sonucuna varılmıştır. Üretilen betonların kalite kontrolünün bir başka yöntemle değerlendirilmesi amacıyla 7 günlük küp basınç deneylerine ait eklenik frekans dağılımı Şekil 1’de verilmiştir. Eklenik frekans dağılımından faydalanarak, belli bir değer aşılma olasılığı öğrenilebildiği gibi, belli bir aşılma olasılığı için gerekli değer saptanabilir.



Şekil 1. 7 Günlük Numune Basınç Dayanımı Eklenik Frekans Diyagramı

TS 500 ve TS EN 206-1 standartlarına göre C30/37 beton sınıfı için 28 günlük küp numunelerin dayanımının 37 MPa olması gerekmektedir. Genel bir varsayım olarak 7 günlük küp numunelerinin dayanımı (X7) 28 günlük küp numunelerin dayanımının (X28) 0.70'i olduğu kabul edilirse ($X7/X28 \approx 0.70$) C30/37 betonu için 7 günlük küp numune dayanımı $0.70 \times 37 = 25.90$ MPa olmalıdır. Bu durumda Şekil 1'den yararlanarak beton numunelerinin sadece % 1.7'sinin bu değeri sağlamadığı görülmektedir.

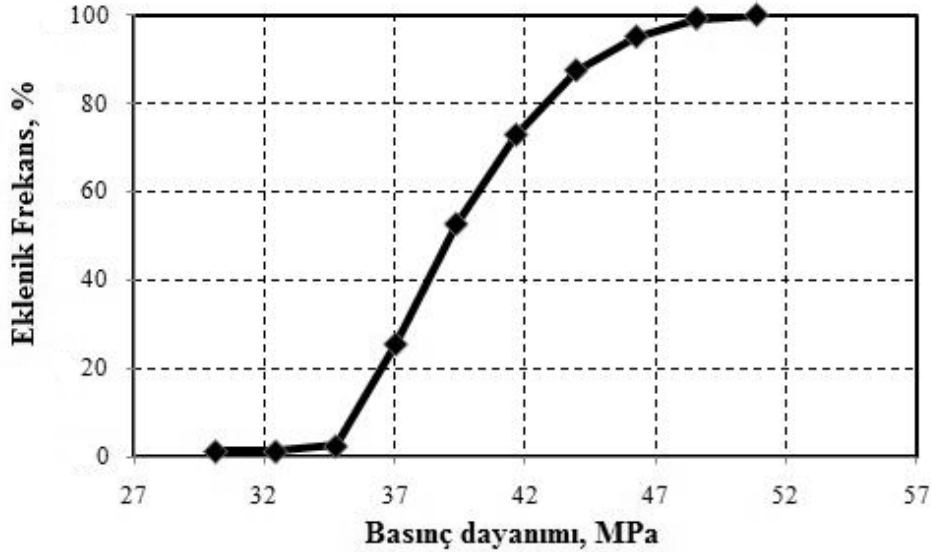
4.2 28 Günlük Dayanımların Değerlendirilmesi

Üretilen betonların kalite kontrol derecelerinin belirlenmesi amacıyla 7 günlük basınç dayanımı sonuçlarında yapıldığı gibi 28 günlük basınç dayanımı sonuçları da ilk olarak ACI tarafından kabul edilen Çizelge 3'e göre değerlendirilmiş, ardından eklenik frekans dağılımına göre bir sonuca varılmaya çalışılmıştır. ACI tarafından kabul edilen kalite kontrol derecesini belirlemek amacıyla ilk önce 28 günlük küp dayanımlarından 28 günlük silindirik dayanımlarına geçilmiş olup, bu değerler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. 28 günlük basınç dayanımı gurubuna ait istatistiksel parametreler

Gün	En küçük değer, MPa	En büyük değer, MPa	Ortalama dayanım, MPa	Standart sapma, MPa	Varyasyon katsayısı, %
7	23.42	41.25	32.64	2.77	8.47

Yapılan dönüşüm sonucunda 28 günlük beton silindir dayanımlarının ortalamasının 25 MPa değerinden büyük olması nedeniyle standart sapma değeri esas alınmış ve bu değer de 5 MPa'dan küçük (2.77 MPa) olması nedeniyle üretilen betonların "Çok iyi" kalite kontrol derecesinde üretildiği sonucuna varılmıştır. Üretilen betonların kalite kontrolünün bir başka yöntemle değerlendirilmesi amacıyla 28 günlük küp basınç deneylerine ait eklenik frekans dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. 28 Günlük Numune Basınç Dayanımı Eklenik Frekans Diyagramı

TS 500 ve TS EN 206-1 standartlarına göre C30/37 beton sınıfı için 28 günlük küp numunelerin dayanımının 37 MPa olması gerekmektedir. Bu durumda Şekil 2'den yararlanarak numunelerin sadece % 2.4'ünün TS 500 ve TS EN 206-1 standardını sağlamadığı, bunun yanında numunelerin geriye kalan % 97.6 lık kısmının TS 500 ve TS EN 206-1 standardını sağladığı, genel olarak dayanımların olması gereken değer olan 37 MPa civarında toplandığı, ayrıca istenilen betondan daha kaliteli beton (C35/45) elde etme oranının da % 4.9 gibi düşük bir seviyede olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar diğer çalışmalarla [7-14] karşılaştırıldığında 2011 yılı itibariyle beton üretiminde kalite kontrol sisteminin yüksek seviyelere ulaştığı sonucuna varılmaktadır.

5. SONUÇ

Kütahya ilinde 2011 yılı verilerine göre, dökülen C30/37 sınıfındaki betonların hem 7 günlük deney sonuçlarının hem de 28 günlük deney sonuçlarının incelenmesinde TS 500 ve TS 206-1 standardını sağlamayan deney sonuçlarının (% 1.7 ve % 2.4) ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçların; deney numunelerinin özensiz alınmasından, deney numunelerinin şantiye ortamında yeterli kür koşullarının sağlanamamasından, deney cihazlarının kalibrasyonunun yetersizliğinden, taze betonun taşınması sırasında olağan dışı bir durum oluşup, betonun şantiyeye geç giderek dayanım kaybına uğramasından kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Sonuç olarak deneyleri yapılan söz konusu beton numunelerinin hem ilgili standartları sağlayan kaliteli beton olarak üretildiği hem de yüksek dayanımlı beton oranının (% 4.9) az olması nedeniyle ekonomik bir beton üretimi olduğu sonucuna varılmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] İ. B. Topçu, A. Demir, "Eskişehir'de Dökülen Betonların Niteliği Üzerine İstatistiksel Bir Değerlendirme", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak. Dergisi, Cilt XVII, S. 2, ss. 1-10, 2004.
- [2] Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik", 2007.
- [3] İ. B. Topçu, A. R. Boğa, "Eskişehir'deki Hazır Beton Firmalarının Beton Kalitelerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak. Dergisi, Cilt XVIII, S. 1, ss. 1-13, 2005.
- [4] M. Beyazıt, E. B. Yeğen Oğuz, "Mühendisler İçin İstatistik", İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, 2005.
- [5] ACI 214 nolu komitesi (American Concrete Institute - Amerikan Beton Enstitüsü).
- [6] İ. B. Topçu, C. Sevil, "Sultandere Betonlarının Kalitelerinin İncelenmesi", Deprem Semineri 1, ODTÜ ve Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 21 Mayıs 1999, ss. 67-80.
- [7] İ. B. Topçu, "Eskişehir'de Küçük ve Büyük Şantiyelerde Üretilen Yerde Yapılmış Betonların Kalite Kontrolü", 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, İstanbul, ss. 189-198.
- [8] E. Öztekin, A. Suvakçı, "İstanbul Betonarme Betonlarının Sektör Bazında Karşılaştırmalı Kalite İncelenmesi", 3. Ulusal Beton Kongresi, 19-21 Ekim 1994, İstanbul, ss. 1141-149.
- [9] E. Öztekin, A. Suvakçı, "İstanbul'da Hazır Beton Kullanılan Yapılarda Sınıf Dayanımının İncelenmesi", 3. Ulusal Beton Kongresi, 19-21 Ekim 1994, İstanbul, ss. 105-114.
- [10] S. Akyüz, M. Uyan, "İstanbul ve Çevresinde Betonların Niteliği Üzerine Bir İnceleme", 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, ss. 160-171.
- [11] M. Uyan, S. Akyüz, H. Yıldırım, "İstanbul ve Çevresinde Dökülen Betonlar Üzerine Bir Değerlendirme", Hazır Beton Dergisi, Ocak-Şubat 1999, ss. 26-30.
- [12] F. Kocataşkın, "Beton Üretiminde İstatistik Kalite Kontrolü", İMO İstanbul Şubesi, Beton Teknolojisi ve Sorunları Semineri, İstanbul, 1976, 10s.
- [13] S. Akman, "Beton Kalitesinin Yapı Güvenliği Açısından Önemi", İMO 1. Ulusal Beton Kongresi Bildirileri Kitabı, Mayıs 1989, İstanbul, ss. 6-12.
- [14] İ. B. Topçu, A. Uğurlu, "TS 500/2000 Standardının Beton Açısından İncelenmesi", ECAS2002 Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu, 14 Ekim 2002, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye, ss. 492-499.