

ESKİŞEHİR'DEKİ BİR HAZIR BETON FİRMASININ BETON KALİTESİNİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

İlker Bekir TOPÇU¹, Aytaç ÜNVERDİ², Cenk KARAKURT³

ÖZET : Bu çalışmada Eskişehir'de faaliyet gösteren eski bir geçmişe ve iyi bir donanımına sahip bir hazır beton firmasından 2003 yılına ait C20 ve C30 sınıfı beton numuneleri için basınç dayanım deneyleri sonuçları alınmıştır. İki grup halinde istatistiksel değerlendirmeleri yapılarak sonuçlar yorumlanmıştır. Ayrıca beton kalitesinin derecelendirilmesi de yapılarak Eskişehir'de üretilen betonların kalite dereceleri C25'ten düşük dayanım sınıfı için orta derecede, C25 sınıfından yüksek dayanım için iyi derecede çıkmıştır. Kullanılan numune sayısı 7 gün yaşlı beton numuneleri için 174, 28 gün yaşlı beton numuneleri için 244 olmak üzere toplam 418 adettir. Bulunan sonuçlara göre Eskişehir'de bu firma tarafından üretilen betonların yalnızca % 3.69'u C20 sınıfı beton dayanımının altında olmakla beraber, 2. derece deprem bölgesinde olan Eskişehir için bu olumlu bir sonuçtur.

ANAHTAR KELİMELELER : Beton, basınç dayanımı, kalite kontrolü.

STATISTICAL EVALUATION ON CONCRETE QUALITY OF A READY-MIXED COMPANY IN ESKİŞEHİR

ABSTRACT : In this study, 2003 year compressive test results of C20 and C30 concrete specimens have been taken from a ready-mixed concrete company which has an old past and good appurtenance. As two groups of results have been statistically evaluated and all results interpreted. Test results have been reviewed in two groups as 7 days and 28 days old specimens, frequency diagrams of both groups found and producing percentages of concrete categories considered that if they have developed or not. Furthermore, quality of concrete has been graded and seen that grade is medium when the concrete category is below C25; grade is good when the concrete category is over C25 for Eskişehir. Number of used specimens is 174 for 7 days old specimens and 244 for 28 days old specimens and totally 418 specimens used for tests. According to statistical evaluations, just 3.69 % of produced concretes are below the C20 concrete category so this is a good consequence for Eskişehir.

KEYWORDS : Concrete, compressive strength, quality control.

^{1,2,3} Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 26480 Batı Meşelik, ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Türkiye’de mühendislik yapılarında kullanılan beton kalitesi, toplumsal gelişmeler ve teknolojiyle doğru orantılı olarak artmış ve bunun sonucunda daha yüksek dayanım sınıflı beton üretimi çoğalmıştır. Hazır beton üretimi de işte bu talebin sonucu olarak yaygın hale gelmiştir. Hazır beton üretimi 1980’li yılların başında başlamış olmasına rağmen çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Eskişehir Türkiye’nin gelişen bir kenti olarak hazır beton kullanımında oldukça ilerlemiştir. Her ne kadar beton bazında ülkemiz mesafe almış olsa da artık dünyanın birçok yerinde şehirlerde betonlaşmanın önüne geçmenin değişik alternatifleri aranmakta ve kullanılmaktadır [1]. Ayrıca hazır beton firmaları ve üretimlerin denetlenmesiyle rekabet doğmuş ve sadece betonun dayanımı değil dayanıklılığı konusunda da ilerlemeler sağlanmıştır. Hazır beton sektörü son 10 senedir bu yaygınlık düzeyine ulaşmıştır [2]. THBB üyeleri tarafından üretilen beton miktarı 1992 yılından 1997 yılına kadar yaklaşık 2.6 kat artmıştır ve ayrıca 1998 yılına gelindiğinde Türkiye’de üretilen betonların % 60’ı hazır beton olmuştur [3]. 2002 yılına gelindiğinde ise THBB üyesi üreticilerden alınan değerlere göre Türkiye’de yıllık beton üretiminin % 70’i THBB tarafından karşılanmaktadır. Bu da 1998 ile 2002 yılları karşılaştırmasında toplam beton üretiminde hazır beton üretiminin oranının % 60’tan % 70’e çıkarak, % 10 arttığını göstermektedir.

Bu çalışmada Eskişehir ilinde bir hazır beton firmasından alınan 2003 yılı beton dayanım değerleri kullanılmış ve basınç dayanımlarının dağılımları incelenmiştir. Bu veriler resmi veriler olmayıp beton firmasının kendi laboratuvarında arşiv için bulunan dayanım sonuçlarıdır. Deneyler 15 cm boyutundaki ve 7 ile 28 gün yaşında küp numuneler üzerinde yapılmış ve dayanımları kaydedilmiştir. Laboratuvarda 28 gün yaşlı 244 numune ve 7 gün yaşlı 174 numune ile toplam 418 numune üzerinde deney yapılmış ve sonuçlar bulunmuştur. Böylece Eskişehir’de kullanılan hazır beton sınıflarının yaygınlıkları hakkında fikir edinilmeye çalışılmıştır.

II. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Üretilen betonların yürürlükte olan yönetmeliklere, standartlara uygunluğu günümüz Türkiye'sinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle 1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme yapılarda C16'dan daha düşük dayanımlı beton kullanılmaz denilmekte, ancak birinci ve ikinci derecede deprem bölgelerinde, tanımları verilen binalarda C20 veya daha yüksek dayanımlı betonun kullanılmasının zorunlu olduğu ifade edilmektedir. O tarihten bu yana yaşanan felaketlerden ve yapılan çalışmalardan sonra üniversitelerimizde betonla uğraşan öğretim elemanları binalarda C30'dan daha düşük dayanıma sahip beton kullanılmaması konusunda hemfikir olduklarını her platformda dile getirmeye başlamışlardır. Böylelikle beton konusunda gerek üreticilerin gerekse mal sahiplerinin bilinçlenmesi üretilen betonlarda son yıllarda bir kalite artışının gözlenmesine neden olmuştur [4].

Eskişehir'de faaliyet gösteren yeterli donanımına sahip ve köklü bir beton firmasından alınan 7 ve 28 gün yaşlı C20 ve C30 sınıfında üretilmiş küp numunelerinin basınç dayanım sonuçları alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar beton yaşlarına göre gruplandırıldıktan sonra toplam 8 aralıkta incelenerek ilgili frekans değerleri bulunmuş ve grafikleri çizilmiştir. Bu aralıklar (10-15), (15-20), (20-25), (25-30), (30-35), (35-40), (40-45) ve (45-50) MPa olarak saptanmıştır. Ayrıca hem 7 hem de 28 günlük numunelerin Gauss dağılımına uygunluğu araştırılmıştır.

Beton firmasından temin edilen veriler, karakteristik basınç dayanımına (f_{ck}) göre de incelenmiştir. Böylece Eskişehir'de üretim yapan bir beton firmasının ürettiği betonların TS 500 sınıflamasına ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe göre durumları hakkında fikir edinilmeye çalışılmıştır [5, 7].

III. DENEY SONUÇLARI

Hazır beton firmasının kendi laboratuvarında C20 ve C30 sınıfında üretilen betonlardan 15×15×15 cm boyutlarında küp numuneler alınmıştır. Beton numuneleri 7 ve 28 gün saklandıktan sonra basınç deneyi uygulanarak beton basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir. Verilen tablolarda 7 ve 28 günlük numunelere ait basınç dayanımları ilgili sonuçlar görülmektedir (Tablo 1 ve 2). Eldeki dayanım verilerinin Gauss dağılımına uyup uymadığı araştırılmış ve ayrıca u-u' eğrileri de verilmiştir. Deneylerde kullanılan numune tipinin 15 cm'lik küp olması 1998 tarihli TS 5893'e göredir [8].

Tablo 1. 7 günlük deney numunelerinin basınç dayanımları

Dayanım Aralığı, (MPa)	Adet (n)	Frekans (n/N)	Eklenik Frekans ($\Sigma n/N$)
10-15	9	0.051	0.051
15-20	31	0.178	0.229
20-25	75	0.431	0.660
25-30	53	0.304	0.965
30-35	6	0.034	1
35-40	0	0	1
40-45	0	0	1
45-50	0	0	1
Toplam	174		

Tablo 2. 28 günlük deney numunelerinin basınç dayanımları

Dayanım Aralığı (MPa)	Adet (n)	Frekans (n/N)	Eklenik Frekans ($\Sigma n/N$)
10-15	0	0	0
15-20	10	0.040	0.040
20-25	26	0.106	0.147
25-30	51	0.209	0.356
30-35	106	0.434	0.790
35-40	41	0.168	0.959
40-45	8	0.032	0.991
45-50	2	0.008	1
Toplam	244		

IV. DEĞERLENDİRME

IV.1. Sonuçlardan Hazır Beton Firmasının Kalite Kontrol Derecesinin Belirlenmesi

Verilerin alındığı Eskişehir’de faaliyet gösteren hazır beton firmasının kalite kontrol derecesinin belirlenmesi için ACI (American Concrete Institute) tarafından bir şantiyenin kalite kontrol derecelerini belirlemeye yarayan Tablo 5’teki kriterler kullanılmıştır [9].

Kalite kontrolünün yapılabilmesi için ilk önce basınç dayanımlarının ortalama değerleri (\bar{x}), standart sapması (σ) ve varyasyon katsayısı (V) hesaplanmıştır. Hesaplamalar sadece 28 günlük numuneler için yapılmış ve sonuçlar aşağıda Tablo 4’te verilmiştir. “Hesaplamalarımızda 28 günlük küp basınç dayanımlarının 28 günlük silindir basınç dayanımlarına çevrilmesi için 0.80 katsayısı kullanılmıştır [10].

Tablo 4. ACI tarafından saptanan kalite kontrol dereceleri

Kalite Kontrol Derecesi	C<25 MPa için V, %	C>25 MPa için σ, MPa
Çok İyi	0-10	3-5
İyi	10-20	5-6.5
Orta	20-30	6.5-8
Zayıf	<30	>8

Test edilen beton numunelerinin dayanımı C25 ve daha düşük ise, kalite kontrolü için varyasyon katsayısı dikkate alınmıştır. C25 ve daha yüksek beton dayanım sonuçlarıyla karşılaştırıldığında ise standart sapma dikkate alınmıştır. Tablo 5’te hazır beton firmasının C25’ten küçük ve büyük dayanımlı beton üretmesi durumuna göre kalite kontrol dereceleri verilmiştir.

Tablo 5. Numunelerin istatistik parametreleri

Sınıflar	\bar{x} (MPa)	σ (MPa)	V (%)	Kalite Kontrol Derecesi
C20	25,40	3,90	15,22	Orta
C30	34,10	3,32	10,99	Çok İyi

Tablo 5'e göre C25'ten düşük dayanımlı beton numunelerin kalite kontrol derecesi "orta", C25'ten büyük dayanımlı beton numunelerin kalite kontrol derecesi "çok iyi" olarak görülmektedir.

IV.2. Sonuçların Gauss Dağılımına Uygunluğunun Değerlendirilmesi

Tablo 1 ve 2'de gösterilen dağılımların Gauss dağılımına uyması halinde bazı genel sonuçlara varılabilir. Bu nedenle verilerin Gauss dağılımına uyup uymadığı araştırılmıştır. x_i , dağılımdaki herhangi bir basınç dayanımı, ortalama basınç \bar{x} dağılımını ve σ dağılımın standart sapması ise;

$$u' = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (1)$$

değişken dönüşümü yapılarak dağılımın değişkeni boyutsuz hale getirilebilir. u' ile verilerden elde edilen değerler gösterilmiştir. Gauss dağılımı tablosundan [10] $P(<x_i)$ olasılıklarına karşı gelen değerler elde edilerek bunlarda u ile gösterilmiştir. Gauss eğrisine ait değer (u) ile verilerden elde edilen değer (u') arasında grafik çizildiğinde sonuçlar bir doğru üzerinde çıkarsa dağılımın Gauss dağılımına uyduğu söylenebilir [11, 12]. Tablo 6 ve Tablo 7'de u ve u' değerleri verilmiştir.

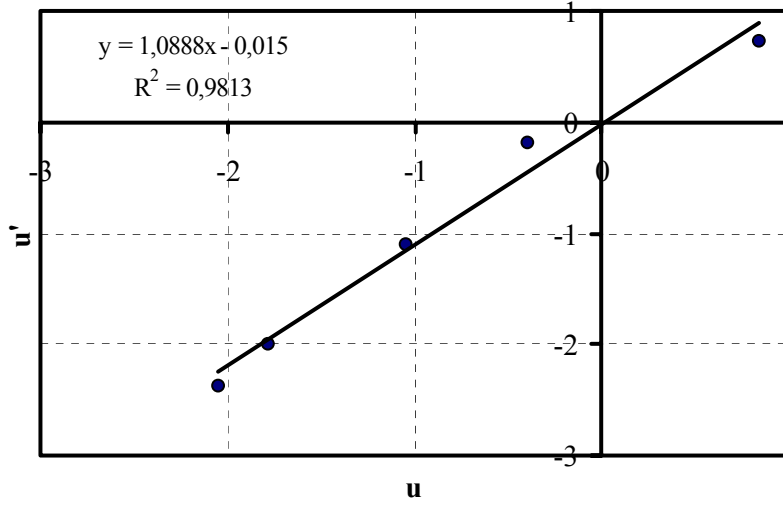
Tablo 6. u' değerleri

Yaş (gün)	u'_1	u'_2	u'_3	u'_4	u'_5
7	-1.17	-0.72	0.40	1.53	2.65
28	-2.36	-2.00	-1.09	-0.18	0.73
x_i	18	20	25	30	35

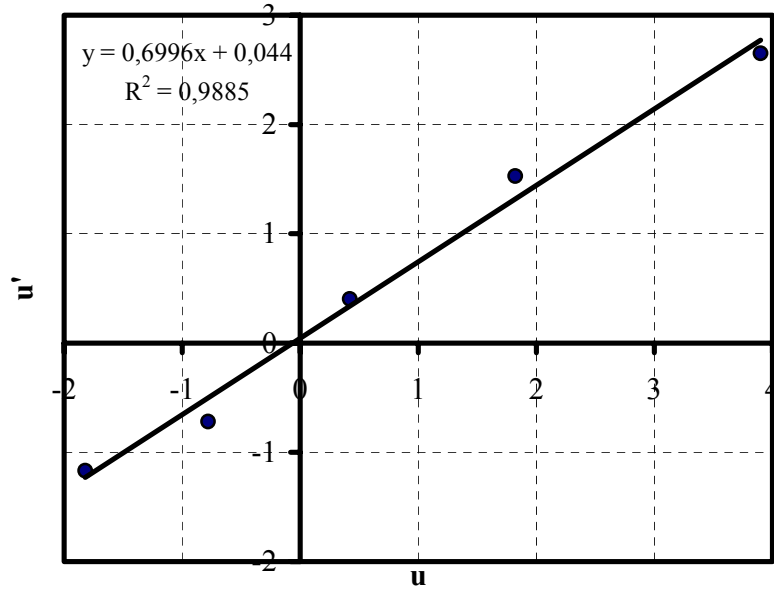
Tablo 7. u değerleri

Yaş (gün)	$P < 18$	$P < 20$	$P < 25$	$P < 30$	$P < 35$
7	-2.05	-1.78	-1.05	-0.4	0.84
28	-1.82	-0.78	0.42	1.82	3.9

Şekil 1 ve 2'den de görüldüğü gibi verilerin u ve u' değerleri düz bir doğru üzerinde olması, dağılımın Gauss dağılımına uyduğunu gösterir.



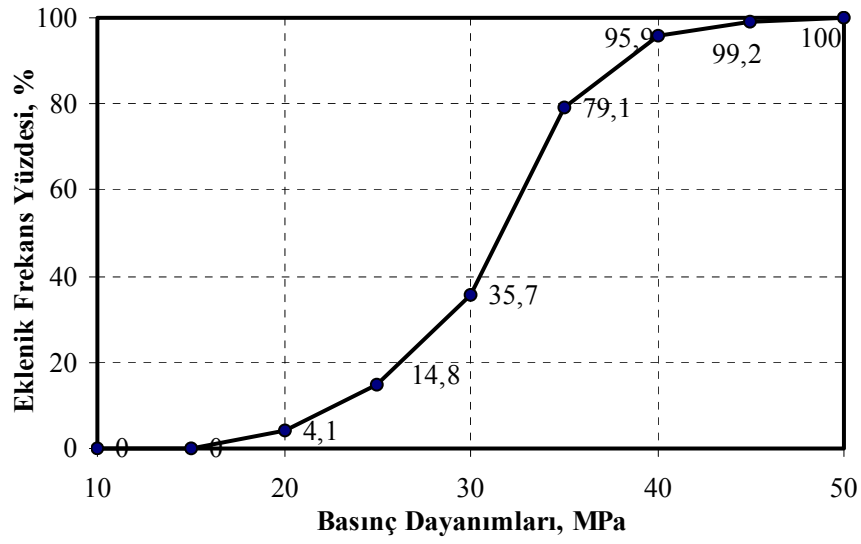
Şekil 1. 28 günlük numunelerin $u-u'$ diyagramı.



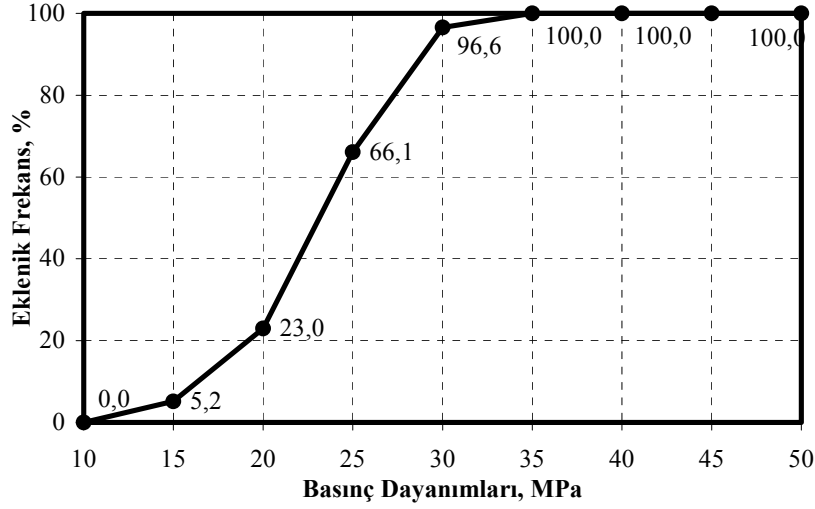
Şekil 2. 7 günlük numunelerin $u-u'$ diyagramı.

IV.3. Eklenik Frekans Diyagramlarının Değerlendirilmesi

Tablo 1’de hesaplanan dayanım, frekans ve eklenik frekans eğrilerine göre hazırlanan 7 ve 28 günlük numunelerin eklenik frekans eğrileri Şekil 4 ve Şekil 3’te gösterilmiştir. Bu eklenik frekans eğrilerinden yararlanılarak Tablo 8’de gösterilen dayanımların belli başlı bazı sınıf dayanımları altında kalma yüzdeleri bulunmuştur.



Şekil 3. 28 günlük küp dayanımlarının eklenik frekansları.



Şekil 4. 7 günlük küp dayanımlarının eklenik frekansları.

Tablo 8. Dayanımların bazı sınıf dayanımları altında kalma yüzdeleri (%)

Yaş, gün	P < 18	P < 20	P < 25	P < 30	P < 35	P < 40	P < 45	P < 50
7	3.45	21.84	66.09	96.55	100.00	100.00	100.00	100.00
28	2.05	3.69	14.75	34.43	79.10	95.90	99.18	100.00

Bu tablo yorumlanacak olursa, görülür ki C20 sınıfı beton dayanımı altında sonuç veren beton üretimi % 3.69 gibi çok düşük bir oranda kalmıştır. C20 ile C25 arası beton üretimi ise % 11.06 oranındadır. C25 ile C30 sınıfı aralığında beton üretim oranı ise % 19.68'dir. C30 ile C35 sınıfı aralığında beton üretim oranı ise % 44.67 olarak en fazla orana sahiptir ve bu orandan Eskişehir'de üretilen betonların kalite olarak yüksek seviyede olduğu anlaşılmaktadır.

Bu sonuçlar, Eskişehir'in beton kullanım geçmişiyle karşılaştırılacak olursa, daha önce yapılan çalışmalardan olumlu yönde bir gelişmenin sağlandığını kanıtlar niteliktedir. Eskişehir, 2. derece deprem bölgesinde olması nedeniyle en düşük C20 sınıfı betonun yapılarda kullanılması zorunluluğu vardır. Elde ettiğimiz veriler bu zorunluluğa büyük ölçüde uyulduğunu göstermektedir. Beton kalitesindeki bu artış inşaat kalitesini de artıracığından depreme dayanıklı yapı üretimi de o derece mümkün olacaktır. Ayrıca eklenik frekans eğrilerinin kullanılması ile istenilen sınıf dayanımı için yüzdelerin hesap edilmesi de mümkündür.

V. SONUÇLAR

Eskişehir’de uzun yıllardır faaliyet göstermekte olan iyi donanımlı bir hazır beton firmasından alınan 2003 yılına ait 7 ve 28 gün yaşlı küp numunelerin deney sonuçlarının istatistiksel olarak yorumlanması sonucu bulunan değerler hakkında yapılan değerlendirmeler sonucunda Eskişehir ilinde üretilen betonların kalitesinin istenilen düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. TS500’de en küçük beton sınıfı olarak C16 sınıfından düşük dayanımlı beton kullanılmayacağı belirtilmektedir. 1 Ocak 1998 tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre deprem bölgelerinde yapılacak betonarme yapılarda C16 sınıf dayanımından düşük dayanımlı beton kullanılmayacağı, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde ise C20 sınıfı beton dayanımının ise kullanılacak minimum dayanım olduğu belirtilmektedir. Araştırmamız sonucunda Eskişehir’deki hazır beton firmalarının bu kriterlere uygun üretim yapmakta olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma kapsamında olan hazır beton firmasının 2003 yılında üretmiş olduğu betonların % 96.31’i C20 sınıf dayanımından daha yüksek dayanımlı betonlardan oluşmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Cilason, N., “Beton kalitesinin ve Denetiminin İyileştirilmesi için Öneriler”, İMO 1. Ulusal Beton Kongresi, Bildiri 25, 24-26 Mayıs 1989, İstanbul, ss. 330–338.
- [2] Akman, S., “Betonun İstatistiksel Değerlendirilmesinde Kavramlar”, Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984, Ankara, ss. 211–230.
- [3] Uyan, M., Akyüz, S., Yıldırım, H., “İstanbul ve Çevresinde Dökülen Betonlar Üzerine Bir Değerlendirme”, *Hazır Beton Dergisi*, Ocak-Şubat 1999, ss. 26–30.
- [4] Topçu, İ. B. ve Demir, A., “Eskişehir’de Dökülen Betonların Niteliği Üzerine İstatistiksel Bir Değerlendirme”, *T.C. Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt.17, Sayı.2, ss. 41–50
- [5] Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, “*Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*”, Temmuz 1998.
- [6] TS 500, “*Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*”, TSE, Şubat 2000.

- [7] TS 5893, “*Beton-Basınç Mukavemetlerine Göre Sınıflandırma*”, TSE, 1988.
- [8] Topçu, İ. B., “Eskişehir’de Küçük ve Büyük Şantiyelerde Üretilen Yerinde Yapılmış Betonların Kalite Kontrolü”, 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, İstanbul, ss. 189–198.
- [9] Topçu, İ. B., Uğurlu, A., “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.
- [10] Bayazıt, M., Oğuz, B., “*Mühendisler İçin İstatistik*”, Birsen Yayınevi, Haziran, 1994, 211s.
- [11] Akman, S., “*Deney ve Ölçme Tekniğine Giriş*”, İstanbul, 1978.
- [12] Akyüz, S., Uyan, M., “İstanbul ve Çevresinde Betonların Niteliği Üzerine Bir İnceleme”, 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, ss. 160–171.