

ESKİŞEHİR'DE DÖKÜLEN BETONLARIN NİTELİĞİ ÜZERİNE İSTATİSTİKSEL BİR DEĞERLENDİRME

İlker Bekir TOPÇU¹, Abdullah DEMİR²

ÖZET : Bu çalışmada Eskişehir ili ve çevresinde 2003 yılında çeşitli şantiyelerde üretilip, basınç dayanımlarını belirlemek amacıyla laboratuvara getirilen beton numunelerinin basınç dayanımlarının dağılımları incelenmiştir. Toplam 185 adet deney sonucundan yararlanılmış, istatistiksel olarak bir genelleme yapabilmek için Gauss dağılımına uygunluğu araştırılmış ve böylece Eskişehir ilinde beton kalitesinde bir artış olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçta en önemli bulgu olarak Eskişehir ili ve çevresinde beton üretimine gereken önemin artmaya başladığı ve Eskişehir genelinde üretilen betonların C20 kalitesinde beton sınıfının altında beton üretiminin % 1.62 gibi oldukça küçük bir orana sahip olduğu sonucuna varılmıştır

ANAHTAR KELİMELELER : Basınç dayanımı, İstatistiksel analiz, Kalite kontrolü.

STATISTICAL EVALUATION OF CONCRETE QUALITIES PRODUCED IN ESKİŞEHİR

ABSTRACT : At this study, compressive strength of concrete specimens, which were produced in various work-site and brought to laboratory at 2003, have been reviewed to compare the quality of concretes in Eskişehir. It is decided to be able to a statistical evaluation to see fit to Gauss Distribution totally 185 test results. It is evaluated that if the usage of quality of the concrete increased or not. At result of these reviews, it is concluded that the most important finding is that the concrete production is starting to increase in general of Eskişehir. The percentage of concrete products down to C20 class is pretty low as % 1.62.

KEYWORDS : Compressive strength, Statistical analysis, Quality control.

^{1,2}Osmangazi Üniv., Müh.-Mim. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü Batı Meşelik, 26480 ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Özellikle son yıllarda hazır beton kullanımının artması sonucu beton kalitelerindeki iyileşme açıkça görülmektedir. Bu üretim şekli olarak Hazır Beton santrallerinin önemi küçümsenmeyecek bir ölçüdedir [1,2]. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) üyesi hazır beton üreticileri, Türkiye'deki toplam yıllık üretimin yaklaşık % 70'ini karşılamaktadırlar. Bu beton santralleri istenilen özelliklere sahip beton üretiminin daha kolay, hızlı ve ekonomik olmasını sağlamaktadır. Üretilen betonların kalitesini belirlemek için beton basınç deneyleri yapılmaktadır. Beton kalitesinde güvenilir bilgiler elde edebilmek için yeterli sayıda numune alınması ve iyi bir istatistiksel yönteminin kullanılması ile ortaya çıkacaktır [3,4].

Üretilen betonların yürürlükte olan yönetmeliklere, standartlara uygunluğuna 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 binalarda 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 [5]. O tarihten bu yana yaşanan felaketlerden ve yapılan çalışmalardan sonra üniversitelerimizde betonla uğraşan öğretim elemanları binalarda C30'dan aşağı dayanıma sahip beton kullanılmaması konusunda hemfikir olduklarını her platformda dile getirmeye başlamışlardır. Böylelikle beton konusunda gerek üreticilerin gerek mal sahiplerinin bilinçlenmesi üretilen betonlarda son yıllarda bir kalite artışının gözlenmesine neden olmuştur.

Bu çalışmada Eskişehir ili ve çevresinde 2003 yılında çeşitli şantiyelerde üretilip basınç dayanımlarının belirlemek amacıyla laboratuvara getirilen beton numunelerinin basınç dayanımları belirlenerek dağılımları incelenmiştir. Toplam 185 adet deney sonucundan yararlanılarak, istatistiksel bir değerlendirme yapıp Eskişehir ilinde önceki yıllara göre beton kalitesinde bir artış olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Benzer bir çalışma 1989 ve 1997 yıllarında İTÜ İnşaat Fakültesi Yapı Malzeme Laboratuvarında elde edilen deney sonuçlarına göre İstanbul ili için yapılmıştır [6,7]. Bu çalışmalarla 2003 yılı Eskişehir ili için yapılan çalışma karşılaştırılarak beton kalitesindeki değişimin ülke bazında nasıl olduğuna karar verilmeye çalışılmıştır.

II. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

OGÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Malzemesi Laboratuvarından 2003 yılında çıkmış raporlar taranarak beton basınç dayanımları iki gruba ayrılmıştır. Bunlar 7 ve 28 günlük 15 cm'lik küp dayanımlarıdır. Yedi günlük küp dayanımları kendi içinde (14-18), (18-22), (22-26), (26-30) ve (30-34) MPa sınıflara ayrılmış olup aynı şekilde 28 günlük küp dayanımları da kendi içinde (22-26), (26-30), (30-34), (34-38), (38-42), (42-46) MPa sınıflara ayrılmıştır.

Böylece yukarıda belirtilen 2 grup için histogram, frekans ve eklenik frekans eğrileri elde edilerek, Gauss dağılımına uygunluk araştırılmış olup bazı istatistiksel parametreler ile kalite kontrol dereceleri belirlenmiştir. Sonuçta Eskişehir ilinde çeşitli şantiyelerden gelen beton numunelerinin basınç dayanımlarının son yıllarda beton konusunda yapılan çalışmaların sonucunda bir artış olup olmadığı konusunda bir fikir elde edinilmeye çalışılmıştır. Böylece bu çalışmanın da 2003 yılı için bir belge olacağı da söylenebilir.

III. DENEY SONUÇLARI

Numuneler üzerinde gerçekleştirilen basınç deneyi sonuçları, belirli dayanım aralıklarında gruplandırılarak Çizelge1`de toplanmıştır. Çizelgede gösterilen dağılımların Gauss dağılımına uyup uymadığı araştırılmıştır.

Çizelge1. 7 ve 28 günlük küp basınç dayanımları

7 günlük				28 günlük			
Dayanım Aralığı, MPa	Ade t n _i	f _i n _i /N	□f _i □n _i /N	Dayanım Aralığı, MPa	Ade t n _i	f _i n _i /N	□f _i □n _i /N
14-18	1	0.014	1.4	22-26	3	0.027	2.7
18-22	16	0.222	23.6	26-30	30	0.265	29.2
22-26	26	0.361	59.7	30-34	51	0.451	74.3
26-30	20	0.278	87.5	34-38	17	0.150	89.4
30-34	9	0.125	100	38-42	10	0.088	98.2
Toplam	72	1.000		42-46	2	0.018	100
				Toplam	113	1.000	

IV. DEĞERLENDİRME

IV.1. Deneysel Sonuçlarına Göre Kalite Kontrol Derecelerinin Belirlenmesi

Yukarıdaki çizelgede gösterilen gruplara ait istatistik parametreler aşağıdaki Çizelge 2`de verilmiştir. Bu parametrelerden varyasyon katsayısı değerlerine bakılarak üretilen betonların kontrol dereceleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için İTÜ Malzeme Laboratuvarlarında deneyleri yapılmış inşaatlara ait sonuçların değerlendirilmesi ve ülkedeki şartları da göz önüne alan teklif edilmiş sınır değerleri dikkate alınmıştır [8]. Çizelge 3`te bu değerler verilmiştir.

Çizelge 2. Gruplara ait istatistik parametreler

Gün	En Küçük Değer MPa	En Büyük Değer MPa	Ortalama Dayanım MPa	Standart Sapma MPa	Varyasyon Katsayısı %	Mod	Medyan
7	18	32	24.7	3.93	15.72	25.1	25.7
28	26	44	32.6	3.93	12.1	32.3	32.8

Çizelge 3. Kalite kontrol dereceleri

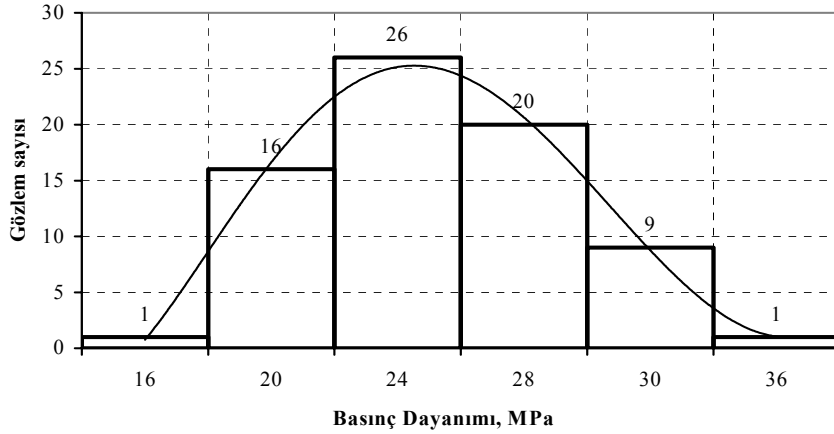
Kalite Kontrol Derecesi	$\bar{x} \leq 25$ MPa için V , %	$\bar{x} > 25$ MPa için s_x , MPa
Çok İyi	<10	<5
İyi	10-20	5-6.5
Orta	20-30	6.5-8
Zayıf	>30	>8

Kalite kontrol dereceleri belirlemek için grupların standart sapmaları ve ortalamaları silindirik basınç dayanımına dönüştürülmüştür. Bu dönüşümde şekil etkisi nedeniyle 0.8 gibi bir çarpan kullanılmıştır [2]. Bu dönüşüm sonucu 7 günlük küp dayanımlarımın varyasyon katsayısı 12.57 olurken kalite kontrol derecesi iyi, 28 günlük küp dayanımlarımın standart sapması 3.14 olurken kalite kontrol derecesi çok iyi olarak bulunmuştur. Eskişehir`de 1989 yılında yapılan bir çalışmada ise C16 betonu üretimine göre bulunan kalite derecesi orta seviyede çıkmıştır [1]. Geçen zaman içerisinde beton

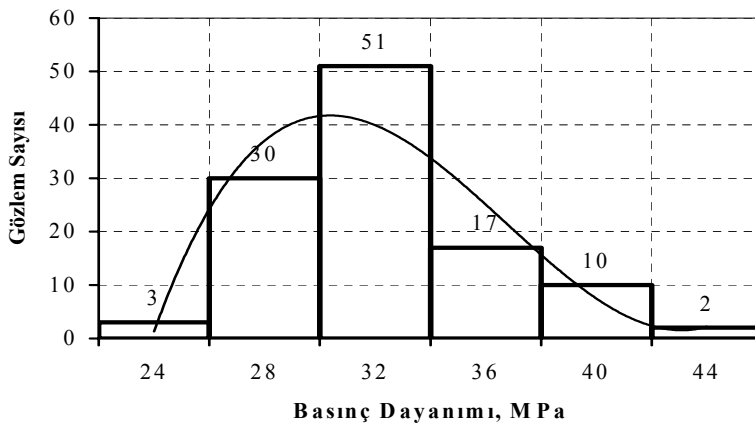
numunelerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında Eskişehir ilinde beton üretiminin kalite açısından belirgin bir artış gösterdiği saptanmıştır.

IV.2. Sonuçların Gauss Dağılımına Uygunluğunun Değerlendirilmesi

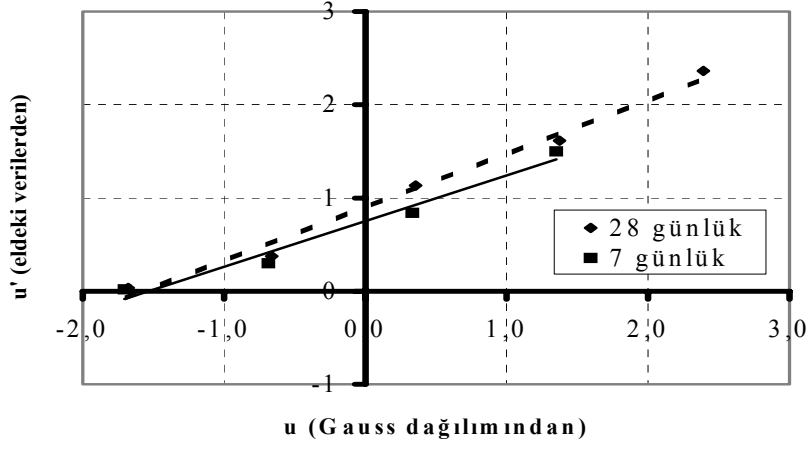
Çizelge1`de yapılan örneklemedeki dağılımların Gauss dağılımına uyması halinde bazı genel sonuçlara varılabilecektir [9]. Bu nedenle verilerin Gauss dağılımına göre histogramları ve eğrisi Şekil 1 ve 2`de verilmiştir. Gauss entegral eğrisi bir doğruya dönüştürülebilir ve bu doğruya Henry doğrusu adı verilir [9]. Sonuçların böyle bir doğru halinde çıkması Gauss dağılımına uygunluğu gösterecektir [9,10]. Şekil 3`te 7 ve 28 günlük küp dayanımlarının Henry doğrusu çizilmiştir.



Şekil 1. 7 günlük küp dayanımlarının gerçek dağılım histogramı.



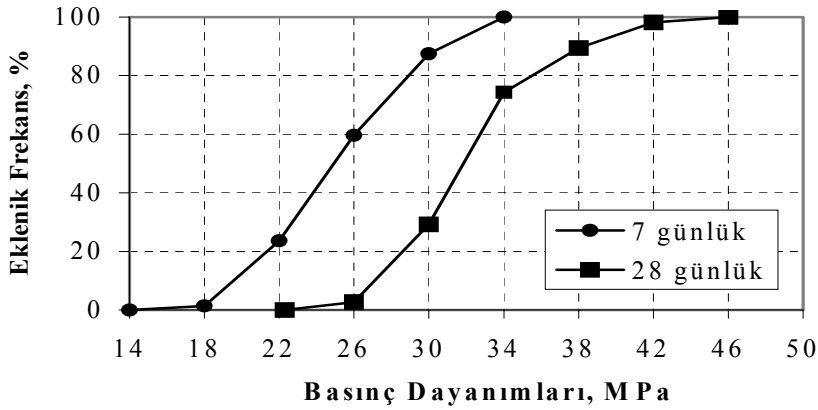
Şekil 2. 28 günlük küp dayanımlarının gerçek dağılımı histogramı.



Şekil 3. 7 ve 28 günlük küp dayanımlarının Henry doğrusu.

IV.3. Eklenik Frekans Diyagramlarının Değerlendirilmesi

Çizelge 1'deki verilerden 7 ve 28 günlük küp gruplarına ait dağılımların, Şekil 1, 2 ve 3'den Gauss dağılımına uyduğu dikkate alınarak bu gruplara ait eklenik frekans diyagramları Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 7 ve 28 günlük küp dayanımlarının eklenik frekans diyagramı.

Çizelge 1'deki değerler 28 günlük silindir dayanımlarına dönüştürülerek ve Şekil 4'ten yararlanılarak aşağıda belirtilen genel sonuçlara varılmıştır.

IV.3.1. 7 Günlük Dayanımların Eklenik Frekans Diyagramlarının

Değerlendirilmesi

28 günlük silindir dayanımlarından $X_7/X_{28} = 0.70$ varsayımı ile 7 günlük silindir dayanımlarına daha sonra ($X_{sil}/X_{küp} = 0.80$) 7 günlük küp dayanımına geçildiğinde 14, 20 ve 30 MPa değerlerine sırasıyla 12.3, 17.5 ve 26.3 MPa değerleri karşılık gelir. Şekil 4'ten yararlanarak bu grup için hiçbir beton dayanımının 16 MPa'nın altına düşmediği, % 1.2'sinin 20 MPa'nın altında, % 70.13'ünün de 30 MPa'nın altında olduğu görülmüştür. Buradan TS 500'ün kabul ettiği en küçük C16 sınıfından daha düşük kalitede beton üretiminin yapılmadığı sonucuna ulaşılır.

IV.3.2. 28 Günlük Dayanımların Eklenik Frekans Diyagramlarının

Değerlendirilmesi

28 günlük silindir dayanımlarından 28 günlük küp dayanımına geçildiğinde 14, 20 ve 30 MPa değerlerine sırasıyla 17, 25 ve 37.5 MPa değerleri karşılık gelir. Şekil 4'ten yararlanarak bu grupta betonların hiçbirinin 16 MPa'nın altında olmadığı, % 2.03'ünün 20 MPa'nın, % 87.51'inin de 30 MPa'nın altında olduğu görülür. Buradan sonuç olarak TS 500'ün kabul ettiği en küçük C16 sınıfından daha düşük kalitede beton üretiminin yapılmamış olduğu belirlenir ve hatta C20 beton kalitesinin altında üretimin % 2.03 gibi küçük bir değer aldığı görülür.

V. İRDELEME

Her grup için elde edilen sonuçlar $P(<X)$, x'den küçük olma olasılığını göstermek üzere aşağıdaki Çizelge 4'te toplanmıştır. Çizelge 4'teki sonuçlara baktığımızda Eskişehir ili ve çevresinde üretilen betonların TS 500'ün kabul ettiği en küçük C16 sınıfından daha yüksek dayanımlara sahip olduğu görülmektedir .

Çizelge 4. Grupların bazı sınıf dayanımlarının altında kalma oranları

Gruplar	P<14, %	P<20, %	P<30, %
7 Günlük küp grubu	0	1.2	70.13
28 Günlük küp grubu	0	2.03	87.51
Ortalama	0	1.62	78.82

C20 beton kalitesinden yüksek beton üretimi ise % 98 gibi oldukça büyük bir orana ulaşmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi 1. ve 2. derecede deprem bölgelerinde C20 sınıfı ve üstü beton kullanılması zorunluluğunun çok iyi uygulanmaya başladığını hatta beton üreticilerinin C30 dayanımından aşağı dayanım gösteren beton üretmeme kararını benimseyerek bu kalitede üretimi hedef kabul etmişlerdir. Eskişehir ili ve çevresinde üretilen betonların C30`dan yüksek beton üretimi % 22 civarındadır. Bu sonuç oran olarak fazla yüksek olmamasına rağmen genelde üretilen betonların 20 ila 30 MPa arasında olması ileride bu oranın artmasına neden olacağını gösterdiğinden hiç de küçümsenmemelidir. Konuyla ilgili olarak benzer çalışma 1989 ve 1997 yıllarında İTÜ İnşaat Fakültesi Yapı Malzeme Laboratuvar`ında elde edilen deney sonuçlarına göre İstanbul ili için yapılmıştır [6,7]. Elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile birlikte aşağıda Çizelge 5`te gösterilmiştir.

Çizelge 5. Benzer çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılması

Gruplar	<i>P</i><14, %	<i>Fark</i>, %	<i>P</i><20, %	<i>Fark</i>, %	<i>P</i><30, %	<i>Fark</i>, %
1989 yılı İst. Ort. [6]	24	0	54	0	90	0
1997 yılı İst .1 Ort. [7]	7.4	69.2	27.2	49.63	69.3	23
2003 yılı Esk. Ort.	0	100	1.62	97	78.82	12.42

Çizelge 5`deki sonuçlara baktığımızda 1989 yılındaki İstanbul için yapılan değerlendirmeyi referans kabul edersek, üretilen betonların C14 den daha düşük kalitede olması 1997 yılı için 1989 yılına göre İstanbul`da % 69.2 gibi bir oranda azalırken aynı kalite beton 2003 yılı için Eskişehir ili karşılaştırıldığında bu oran % 100 değerini almaktadır yani C14 altında beton hiç üretilmediği sonucuna varılır. Aynı şekilde C20`den daha düşük kalitede beton üretilmesi 1997 yılı için İstanbul`da 1989 yılına göre % 49.63 gibi bir oranda azalırken aynı kalite beton 2003 yılı için Eskişehir ili karşılaştırıldığında bu oran % 97 değerini almaktadır. C30`dan daha düşük kalitede beton üretilmesi 1997 yılı için 1989 yılına göre İstanbul`da % 23 gibi bir oranda azalırken aynı kalite beton 2003 yılı için Eskişehir ili karşılaştırıldığında bu oran % 12.42 değerini almaktadır.

VI. SONUÇ

Eskişehir ili ve çevresinde üretilen betonların kalitesinde 2003 yılı itibariyle kalite kontrol derecelerinde 1989 yılındaki çalışmaya göre iyi seviyesinden çok iyi seviyesine çıkmıştır. TS 500 de öngörülen en küçük beton sınıfı olarak C16'nın altında hiç beton üretilmediği 2003 yılı Eskişehir ili için bu çalışmada görülmüştür. Bununla birlikte C20 kalitesinden daha aşağıda beton üretimi ortalama olarak % 1.62' dir. Bu değer bir sanayi kenti olarak 1997 yılı için İstanbul ili ile kıyaslandığında % 94 gibi bir oranda 2003 yılı için Eskişehir ilinde bir azalma olduğu görülmüştür. C30 kalitesinden daha yüksek beton üretimi ise % 21.18 oranındadır. Eskişehir ili için 2003 yılında üretilen betonları % 77.2 ise C20 ila C30 beton kalitesi arasında üretilmiş olup bu değer Afet Bölgelerinde Yapılacak yapılar hakkında Yönetmelik'te belirtilen birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde C20 veya daha üstü beton kullanılması gerektiği ifadesine % 80 gibi bir oranda uyulduğunu göstermektedir. Sonuçta en önemli bulgu olarak Eskişehir ili ve çevresinde beton üretimine gereken önemin artmaya başladığı bu çalışmadaki sonuçlara bakıldığında anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] İ. B. Topçu, "Eskişehir'de Küçük ve Büyük Şantiyelerde Üretilen Yerinde Yapılmış Betonların Kalite Kontrolü", 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, İstanbul, ss. 189-198.
- [2] İ. B. Topçu, C. Sevil, "Sultandere Betonlarının Kalitelerinin İncelenmesi", Deprem Semineri 1, ODTÜ ve Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 21 Mayıs 1999, ss. 67-80.
- [3] E. Öztekin, A. Suvakçı, "İstanbul Betonarme Betonlarının Sektör Bazında Karşılaştırmalı Kalite İncelenmesi", 3. Ulusal Beton Kongresi, 19-21 Ekim 1994, İstanbul, ss. 1141-149.
- [4] 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.
- [5] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, "Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Temmuz 1998.

- [6] S. Akyüz, M. Uyan, "İstanbul ve Çevresinde Betonların Niteliği Üzerine Bir İnceleme", 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, ss. 160-171.
- [7] M. Uyan, S. Akyüz, H. Yıldırım, "İstanbul ve Çevresinde Dökülen Betonlar Üzerine Bir Değerlendirme", Hazır Beton Dergisi, Ocak-Şubat 1999, ss. 26-30.
- [8] F. Kocataşkın, "Beton Üretiminde İstatistik Kalite Kontrolü", İMO İstanbul Şubesi, Beton Teknolojisi ve Sorunları Semineri, İstanbul, 1976, 10s.
- [9] S. Akman, "Deney ve Ölçme Tekniğine Giriş", İstanbul, 1978, 69s
- [10] TS 500, "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", TSE, Şubat 2000