

YAPI MERKEZİ'NDE ÜRETİLEN ÇOK YÜKSEK DAYANIMLI BETONLARIN (B170) MÜHENDİSLİK BÜYÜKLÜKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ergin ARIOĞLU
Prof. Dr. Müh.
İ.T.Ü. Maden Müh. Bölümü
Maslak, İstanbul

Orhan MANZAK
Y. Müh.
Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş.
Paşaköy, İstanbul

Adnan DONDURMACI
Müh.
Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş.
Paşaköy, İstanbul

Özgür SÜMER KÖYLÜOĞLU
Dr. Müh.
Yapı Merkezi İnş. ve San. A.Ş.
Çamlıca, İstanbul

ÖZET

Son 20 yıl içinde beton teknolojisinde istenen çökme ihtiyaçlarına cevap veren ve su/çimento oranını 0.4'ten 0.22'lere indiren "süperplastikleştirici" katkı maddeleri ile agrega ile çimento hamuru fazı arasındaki "geçiş zonunu" güçlendiren "silika füme" kullanımı sayesinde yüksek dayanımlı ($f \geq 41$ MPa) betonun okyanus petrol üretim platformlarında, öngörülmesi büyük açıklıklı köprü kirişlerinde ve yüksek katlı bina inşaatlarında uygulamaları giderek genişlemektedir.

Bu çalışmada, Yapı Merkezi'nde 1989 yılından itibaren başlatılan yüksek dayanımlı beton projesi kapsamında 1994 yılında üretilen B170 betonun mühendislik büyüklükleri (basınç dayanımı - kür süresi değişimi, basınç dayanımı, ultrases hızı, yüzey sertlik değerleri) belirli bir ayrıntı içinde incelenmiştir.

1. GİRİŞ

Yüksek dayanımlı beton, basınç dayanımının ($f \geq 41$ MPa) büyüklüğü yanında, zaman boyutu içinde dışsal etkilere (CO_2 , SO_2 , Cl, H_2O v.b.) karşı gösterdiği dayanıklılık özelliği ile, normal dayanımlı betonlara kıyasla çok önemli üstünlükler sergiler. Ayrıca, yüksek dayanımlı betonun tasarımdan yerleştirme aşamasına kadar tamamlanan tüm aşamalarda gözetilen "kalite düzeyi" mükemmelle yakın düzeydedir (Değişkenlik Katsayısı $V \leq \%8$), [Arioğlu, Ergin, 1995]. Daha açık bir deyişle, yüksek dayanımlı beton, bugün endüstriyel ölçekte kullanılmaya başlanan "topyekün kalite" anlayışını içinde en iyi yansıtan ve kullanıcı tatminini en iyi biçimde sağlayan bir yapı malzemesidir.

1989 yılında Yapı Merkezi'nde başlatılan "yüksek dayanımlı beton araştırma projesi" çerçevesinde ulaşılan basınç dayanımı ve 1 MPa basınç dayanımı elde etmek için $1 m^3$ beton karışımı başına kullanılan bağlayıcı madde (çimento + silika füme) miktarı, sırasıyla, 1989: 134 MPa, 4.5 kg., 1991: 140 MPa, 4.0 kg., 1993: 155 MPa, 4.4. kg, 1994: 168 MPa, 4 kg mertebesinde olmuştur. Anılan proje çerçevesinde denenen beton karışımlarına ait çeşitli mühendislik büyüklükleri ve (dayanım-kür süresi) değişimleri toplu şekilde Çizelge-1'de gösterilmiştir.

Bu tebliğde, 1994 yılında ulaşılan B170 betonunun üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmaların sonuçları (karışım bileşenleri, basınç dayanımı, yüzey sertlik-ultrases hız deneyleri, belirli bir ayrıntı içinde rapor edilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA PROGRAMI

2.1. Malzemeler

1994'te Yapı Merkezi'nde yürütülen yüksek dayanım projesinde üretilen beton karışımlarında kullanılan malzemelere ait teknik bilgiler aşağıda kısaca belirtilmiştir:

- Çimento: Aslan çimento - PÇ-42.5 (norm dayanımı 425 kg/m²)
- İri Agregat (No.I-No.II): Kayaç: Diyarbakır, Adana'nın 30-40 km kuzey-batısında yer alan Karaisalı mevkiinden elde edilmiştir. $D_{maks} = 19$ mm. İnce agregada (0-5 mm) aynı kayacın "taştuzu" kullanılmıştır. İri agregat fraksiyonunda birim ağırlık 2.78-2.80 gr/cm³ - sıkı birim ağırlık 1.55 gr/cm³, gevşek birim ağırlık 1.35 gr/cm³, Su emme: %0.96-0.70 (ağırlıkça), Diyarbakır taştuzu: birim ağırlık 2.74 gr/cm³, sıkı birim ağırlık 1.75 gr/cm³, gevşek birim ağırlık 1.58 gr/cm³, su emme %1.98.
- Karışım agregası: %35 No.I + %30 No.II + %35 Taştuzu, İncelik Modülü: 5.47
- Mineral katkı: Silika-füme (silis dumanı) - Fransız ürünü - toz
- Süperakışkandırıcı: Melment F-10 (%20 katı içerikli)

İri agreganın birim ağırlık değerleri ($\gamma = 2.78-2.80$ gr/cm³) dikkate alınır, Popovics bağıntısından [Arioğlu, Ergin, Köylüoğlu, 1997], tek eksenli basınç dayanımı $f_a = 150$ MPa mertebesinde kestirilebilir. Bu dayanım düzeyi ISRM-1981'e göre $100 \text{ MPa} < f_a = 150 \text{ MPa} < 250 \text{ MPa}$ sınırları içinde kalmaktadır ve iri agreganın kayacı "çok sağlam" olarak sınıflandırılmaktadır.

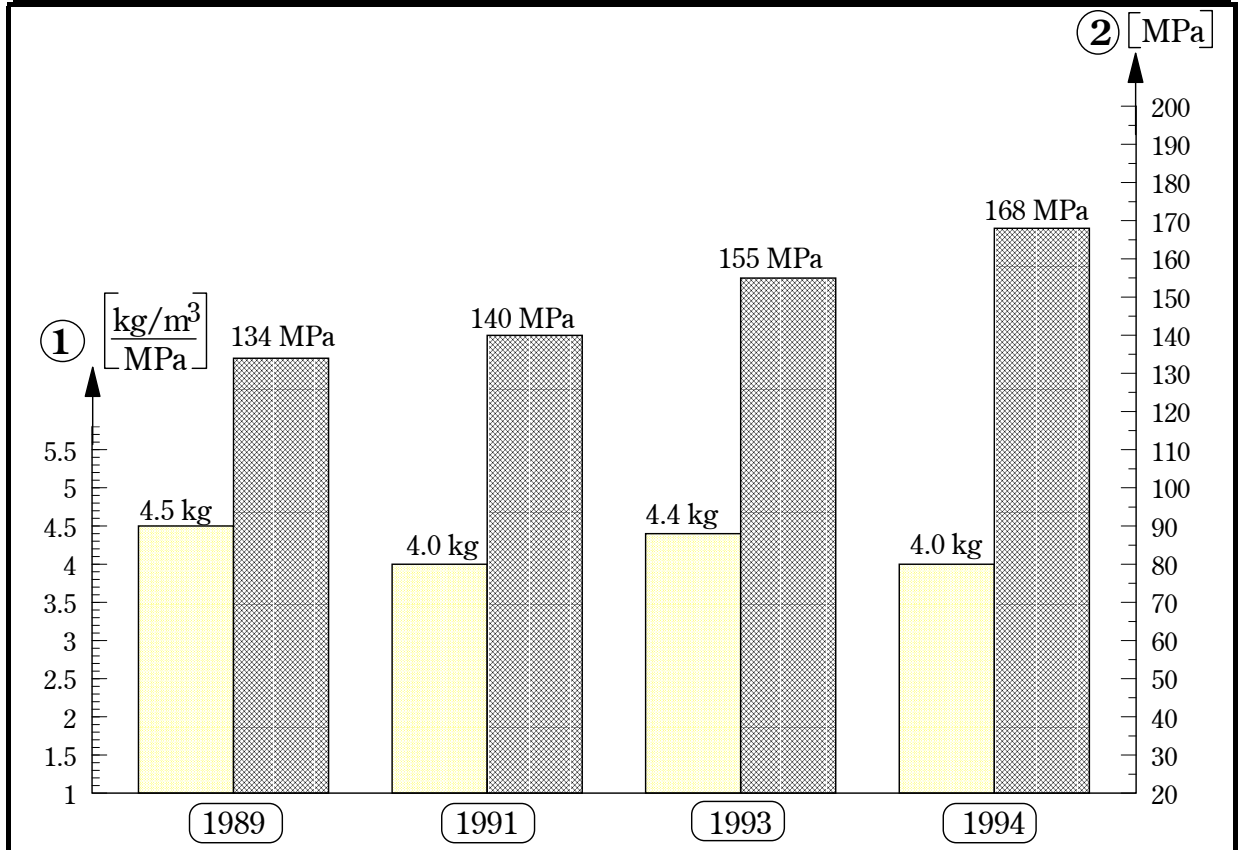
2.2. Karışım Bileşenleri

B170 betonuna (1994 yılı araştırma projesi) ait karakteristik karışımda kullanılan bileşenlerin miktarları ve kullanım oranları Çizelge-1'de gösterilmiştir. Beton karışımları Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş.'nin araştırma laboratuvarında üretilmiştir. Deneysel çalışmada ölçülen taze birim ağırlık 2.565-2.650 t/m³ ve çökme (0-5 cm) aralığında değişmiştir.

2.3. Deneyler

Hidrolik pres (300 ton kapasiteli - pandüllü - dinamometre tipi) kapasitesi nedeniyle basınç dayanımı deneylerinde 10x10x10 cm küp numuneler kullanılmıştır. Numuneler, ilk 24 saat dökülen çelik kalıplarıyla aynı kür koşullarında saklandıktan sonra, ertesini gün kalıpları açılmış ve çıkartılan numuneler 20 ± 2 °C'deki su havuzuna koyulmuştur. Deney gününe kadar su havuzunda kür edilen numuneler, deneyden belirli bir süre (2-3 saat) önce çıkartılarak, basınç için Yapı Merkezi İnş. Ve San. A.Ş.'nin AR-GE laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvarda "Schmidt Rebound Sayısı" (yüzey sertlik) ve "ultrases hızı" okumaları ve daha sonra da basınç deneyi gerçekleştirilmiştir. Yüzey sertliği ve ultrases hız okumalarında N-tipi beton çekici ile Pundit marka ultrases ölçme aleti kullanılmıştır. Yüzey sertlik değeri 10 adet okumanın ortalama değeri olarak alınmıştır. Basınç dayanım değeri ise iki deney küpünün dayanımlarının aritmetik ortalamasıdır.

Çizelge-1. Yapı Merkezi Çok Yüksek Dayanımlı Beton Projesi



① [1] kg/cm² Basınç Dayanımı Elde Etmek için Kullanılan (Çimento + Silika Füme) Miktarı,
 $\left[\frac{\text{kg} / \text{m}^3}{\text{MPa}} \right]$

② 28 Günlük Basınç Dayanımları, [MPa]

Karışım Tasarım Büyüklükleri	[1989]	[1991]	[1993]	[1994]
Çimento Cinsi	PÇ 42.5	PÇ 42.5	PÇ 42.5	PÇ 42.5
Çimento Miktarı, [kg/m ³]	550	525	550	550
Silika Füme Miktarı, [kg/m ³]	55	15	137.5	137.5
Süperakışkanlaştırıcı, [kg/m ³]	13.75	5.5	19.25	19.25
$\left[\frac{\text{su}}{\text{çimento} + \text{s.füme}} \right]$ (ağırlıkça)	0.24	0.26	0.20	0.18
İri Agrega Cinsi	Çorlu Bazaltı	Çorlu Bazaltı	Seyhan Diyabazı	Seyhan Diyabazı
İri Agrega Miktarı, [kg/m ³]	1200	1540	1080	1080
İnce Agrega Cinsi	Dere + Kırma Kum	Dere Kum + Taş Tozu	Seyhan Diyabaz Tozu	Seyhan Diyabaz Tozu
İnce Agrega Miktarı, [kg/m ³]	650	410	570	570
$\left[\frac{\text{Toplam Agrega}}{\text{Çimento}} \right]$	3.36	3.71	3.00	3.00
Taze Betonun Çökmesi, [cm]	2	5	-	-
Betonun Birim Ağırlığı, [kg/m ³]	2.62	2.64	2.53	2.57

3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞILMASI

3.1. Deneysel Sonuçlar

Çizelge-2'de, deneysel çalışma çerçevesinde ölçülen fiziksel ve mekanik büyüklükler toplu halde gösterilmektedir.

Çizelge-2. Çok Yüksek Dayanımlı - 1994 Projesi Kapsamında Üretimi Yapılan Örneklerle (su/çimento oranı 0.22 ağırlıkça) Ait Fiziksel ve Mekanik Büyüklükler				
Kür Süresi	Birim Ağırlık t/m ³	Yüzey Sertlik R	Ultrases Hızı V, km/sn	Basınç Dayanımı f, MPa
1	2.580	49	4.720	78
1	2.620	50	4.690	68
3	2.600	57	5.050	106
3	2.580	57	5.075	104
7	2.585	61	5.275	136
7	2.580	61	5.150	94 ^(H)
14	2.580	63	5.208	143
14	2.580	63	5.263	144
28	2.570	64	5.434	167
28	2.570	64	5.464	169
56	2.600	66	5.395	171
56	2.610	66	5.395	173

^(H) Hatalı kırılma, değerlendirme dışı bırakıldı.

3.2. Deneysel Sonuçların Değerlendirmesi ve Tartışılması

$\alpha = \text{su/çimento} = 0.22$ ve 0.25 (ağırlıkça) ait örneklerin basınç dayanımı ve kür süresi değişimleri Şekil-1'de çizilmiştir. Değişimler yakından incelendiğinde, şu sonuçlar elde edilmektedir:

- Karışıma koyulan "silika füme" nedeniyle yüksek dayanımlı betonlarda ilk kür sürelerinde (1-7 gün) "dayanım artış hızı" normal betonlara kıyasla daha yüksektir. Örneğin, 1 gün sonunda 28 günlük nominal dayanımının kabaca %45'i elde edilebilmektedir.
- Basınç dayanımı ile kür süresi arasındaki değişim

$$\log f = A \cdot \exp[B \cdot \sqrt{\log t}] \quad (1)$$

türünde logaritmik bir ifade ile belirtilmiştir. Burada $f = 10$ cm küp dayanımı, $t =$ kür süresi, gün, A ve B ise regresyon katsayılarını göstermektedir. Regresyon analizi ile çıkartılan bağıntılar $1 \text{ gün} < t \leq 56 \text{ gün}$ aralığı için geçerlidir. Regresyon analizine sokulmayan $t = 56$ gün için beton dayanımı ($\alpha = 0.22$):

$$\log f = 1.882 \cdot \exp[0.133 \cdot \sqrt{\log 56}] = 2.244$$

$$f = 175.3 \text{ MPa'dır.}$$

Deneysel çalışmada $t = 56$ güne karşı gelen ortalama dayanım (Çizelge-2) $f = 172$ MPa olarak saptanmıştır. Hesaplanan sapma ise $\Delta = \% 1.9$ düzeyinde olup, fevkalade küçük bir değerdir.

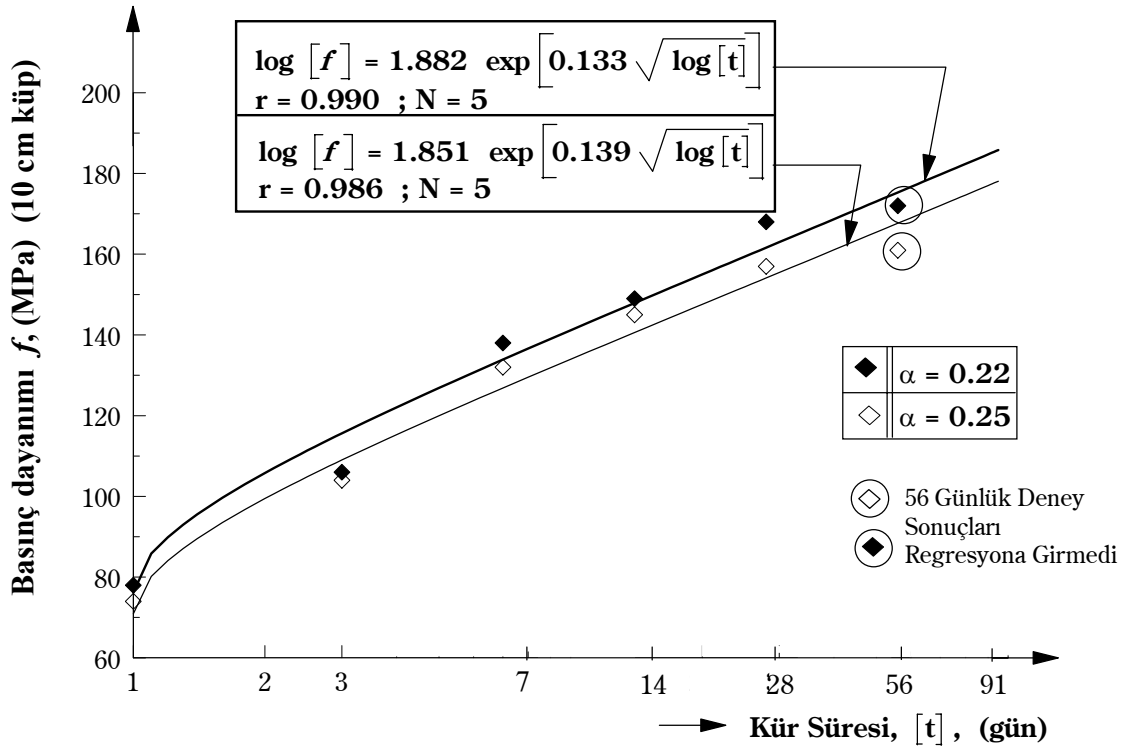
- " f_7/f_{28} " oranı $143.5/168 = 0.854$ olarak hesaplanmıştır. 7 günlük dayanım - $\phi 150 \times 300$ mm silindir dayanımı cinsinden [Arioğlu, Ergin, Köylüoğlu, 1996]:

$$0.86 \times f_{100 \text{ mm}} = 0.86 \times 143.5 = 123.41 \text{ MPa}$$

'dır. f_{28} $\phi 150 \times 300$ mm silindir dayanımı ise [Arioğlu, Ergin, Köylüoğlu, 1997]'ye^x göre:

$$f_{28} = 2.631 f_7^{0.829} = 2.631 \times 123.41^{0.829} = 142.51 \text{ MPa}$$

hesaplanmaktadır. 28 günlük ölçülen 100 mm küp dayanımının 168 MPa olduğu dikkate alınır (Çizelge-2), bu değer $\phi 150 \times 300$ mm silindir dayanım karşılığı $0.86 \times 168 = 144.48$ MPa'dır ve sapma ise $(144.48 - 142.51/144.48) \times 100 = \%1.36$ mertebesindedir. Kısaca, yukarıdaki regresyon bağıntısının kestirim kapasitesinin iyi olduğu belirtilebilir.



Şekil 1. Basınç Dayanımı - Kür Süresi Değişimleri

- Dayanım (10 cm küp) ile yüzey sertlik okuması ve ultrases hızları deney sonuçları arasındaki ilintiler regresyon matematiği ile ortaya çıkartılmış ve Şekil-2'de bu değişim nomogram düzeninde takdim edilmiştir. Ayrıca, değişimlerin regresyon ifadeleri de korelasyon katsayıları (r) ile birlikte işlenmiştir. Şekil yakından incelendiğinde, artan yüzey sertlik okuması ile, beklendiği gibi, ultrases hızı da artmaktadır. Dikkat çekicidir ki, yüzey sertlik okuması ile

^x Verilen ifadenin aralığı $7.5 \text{ MPa} < f_7 < 130 \text{ MPa}$, korelasyon katsayısı $r = 0.977$, kullanılan data sayısı $n=156$ 'dır. Kür şartları: suda - %90 nemli oda
 $f_7 = 7$ günlük $\phi 150 \times 300$ mm silindir dayanımı, MPa
 $f_{28} = 28$ günlük $\phi 150 \times 300$ mm silindir dayanımı, MPa

işlenmiştir. Şekil yakından incelendiğinde, artan yüzey sertlik okuması ile, beklendiği gibi, ultrases hızı da artmaktadır. Dikkat çekicidir ki, yüzey sertlik okuması ile basınç dayanımı arasındaki değişim üçüncü derece bir fonksiyonla ifade edilirken, ultrases hızı ile basınç dayanımı arasındaki değişim ise dördüncü dereceden bir fonksiyonla temsil edilmektedir. Anılan şekilden takip edildiği gibi, ultrases hızı normal dayanımlı betonlardan farklı bir değişim aralığında, 4.7 km/sn ile 5.5 km/sn arasında değişmektedir. Bu yüksek hız düzeyi ise, doğrudan doğruya yüksek dayanımlı betonun iç yapısında, silika füme mineral katkı yardımıyla boşluk oranının azalması, daha açık bir deyimle malzemenin kompaktliğinin yüksek olmasıyla açıklanmaktadır. Benzer şekilde, yüzey sertlik okumaları normal dayanımlı betonlarda (20-25 MPa düzeylerinde) R=26-30 aralığında yer alırken, çok yüksek dayanımlı betonlarda (70-160 MPa dayanım aralığında) bu değer R=45-65 aralığında değişmektedir. Bu da, çok yüksek dayanımlı beton üretiminde kullanılan agrega dayanımının çok yüksek olması ve çimento harcının dayanımının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

- Dayanım ile (10 cm küp) (yüzey sertlik x ultrases hızı) arasında Şekil-3.a.'da gösterilen çok anlamlı bir ifade çıkartılmıştır. Bu ifade;

$$\log f = A \sqrt{\log(R^3 V^4)} + B \quad (2)$$

formundadır. Burada, f = Beton basınç dayanımı (10 cm küp); R = Yüzey sertlik okuması, V = Ultrases hızı (km/sn), A ve B regresyon katsayıları, r = Korelasyon katsayısı, N = Analizde kullanılan data sayısı'dır. Yapı Merkezi dataları için (2) genel ifadesi,

$$\log f = 3.27 \sqrt{\log(R^3 V^4)} - 7.25 \quad (3)$$

şeklinde elde edilmektedir.

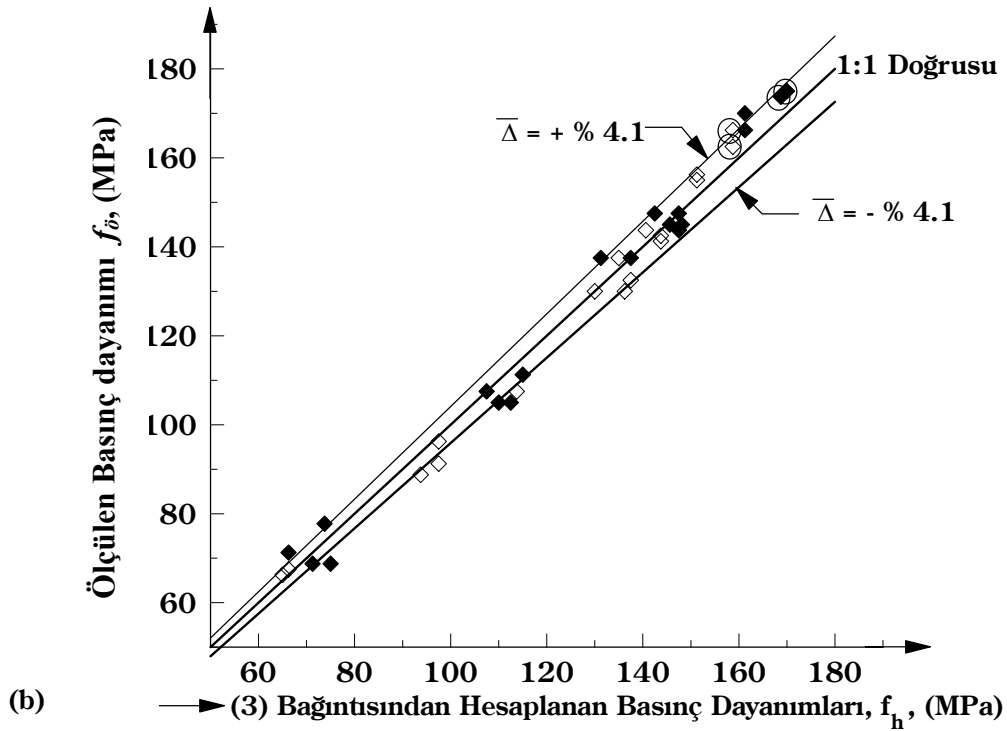
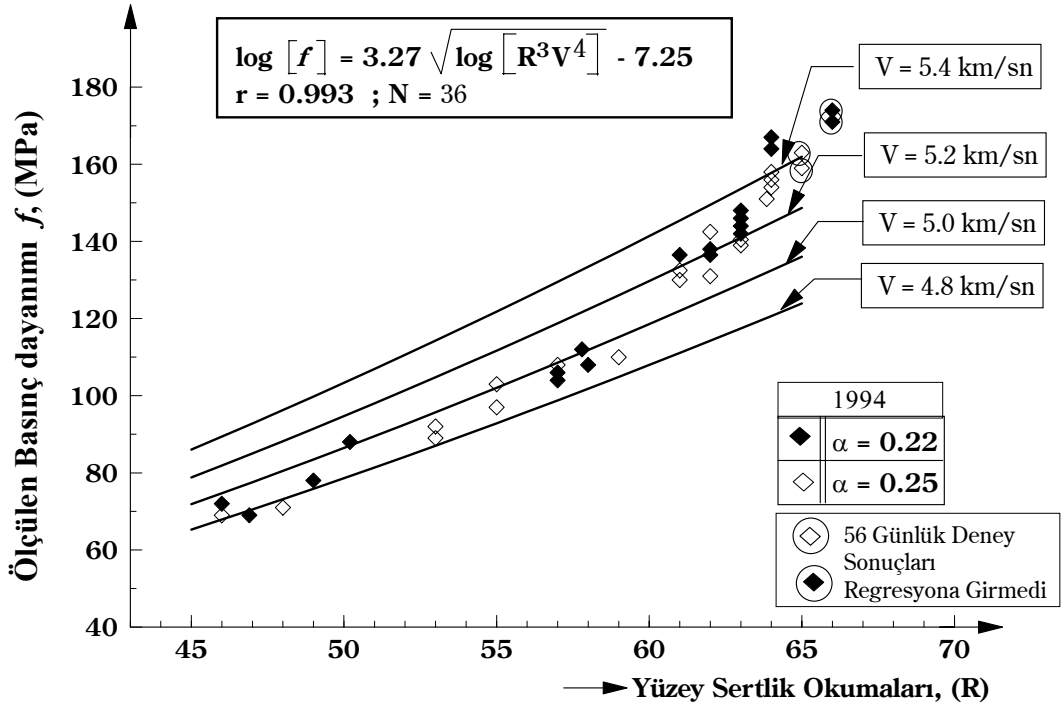
Şekil 3-b'de ise, deneysel dataların ölçülen basınç dayanımlarından sapmalarının 1:1 tekniği ile değerlendirilmesi gösterilmektedir. Bu analize göre, (3) bağıntısından hesaplanan değerlerin deneysel değerlerden ortalama sapmaları %4.1 düzeyinde kalmaktadır. (3) no'lu bağıntı, Yapı Merkezi AR-GE bölümünde üretilen (dayanım = $f [R^3 V^4]$) formundaki (4) bağıntısıyla [Arioğlu, Erdem v.d., 1993] da değerlendirilmiştir.

$$\log f = 2.45 \sqrt{\log(R^3 V^4)} - 4.9 \quad (4)$$

Bu değerlendirmede, deneysel değerlerden ortalama sapmaların \pm %4.3 olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca, (3) bağıntısı ile (4) bağıntısı Toplam Mutlak Hata (IAE)* ile de analiz edilmiştir. Mutlak hata değerleri, [Arioğlu, Erdem v.d., 1993] çalışması için %3.52, bu çalışma için ise %3.18 elde edilmiştir. Açık ki, sözkonusu bağıntıların tümü, hemen hemen aynı kestirim presizyonu ile, rahatlıkla çok yüksek dayanımlı betonlar için uygulanabilmektedir.

* IAE = Toplam Mutlak Hata; f_o = Ölçülen değer ; f_h = Hesaplanan değer

$$\%IAE = 100 \times \sum \frac{\left[(f_o - f_h)^2 \right]^{1/2}}{\sum f_o}$$



Şekil-3. $f = f [R^3 V^4]$ Bağlıntısının Değişimi ve 1:1 Doğru Tekniğiyle Ölçülen Değerlerden Sapması

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada incelenen konulardan çıkartılan belli başlı sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1989'da başlatılmış olan Yapı Merkezi Çok Yüksek Dayanımlı Beton Projesi kapsamında, silika füme ve agrega türü parametreleri değiştirilerek dayanım düzeyi (10 cm küp) 1989'daki 134 MPa'dan 1994 yılında 28 günlük dayanımı 168 MPa'a çıkartılmış, 56 günlük dayanımı ise 172 MPa düzeyinde elde edilmiştir. Bu ise, agrega dayanımını belirli bir düzeye çıkartılarak sağlanabilmiştir (Çizelge-1).
- Yüksek dayanımlı betonlarda ilk kür sürelerinde "dayanım artış hızı"nın normal betonlara kıyasla çok yüksek olduğu görülmüştür (Şekil-1). Yapı Merkezi Çok Yüksek Dayanımlı Beton Projesi'nde 1 günlük dayanımın ve 7 günlük dayanımın, 28 günlük dayanıma oranı, sırasıyla, %45 ve %85 mertebelerinde bulunmuştur (Şekil-1).
- Basınç dayanımı ile kür süresi arasındaki değişim, (1) bağıntısındaki gibi bir logaritmik ifade ile, çok yüksek bir korelasyon katsayısıyla kestirilebilmektedir (Şekil-1).
- Yapı Merkezi Çok Yüksek Dayanımlı Beton Projesi kapsamında, yüzey sertlik okumaları ve ultrases hızı okumaları yapılarak, dayanım (10 cm küp) ile yüzey sertlik okuması ve ultrases hızı arasında Şekil-2'de gösterilen, çok yüksek bir korelasyon katsayısıyla sonuçlanan logaritmik bir regresyon bağıntısı elde edilmiştir. Bağıntının kestirim kapasitesi 1:1 tekniği ile değerlendirildiğinde, ölçülen dayanım değerleriyle hesaplanan değerler arasındaki sapmaların ortalama $\pm\%4.1$ aralığı içinde kaldığı görülmüştür. Toplam mutlak hata açısından da bakıldığında, hata düzeyi %3.18 gibi çok düşük bir düzeyde kalmıştır.
- Ultrases hızı ve yüzey sertlik değerlerinin normal dayanımlı betonlara göre çok yüksek olduğuna dikkat çekilmelidir (ultrases hızı 4.8-5.4 km/sn, yüzey sertliği 49-66 değerlerini almaktadır). Bu ise, agrega ile çimento hamuru arasındaki geçiş zonunun iç yapısının silika füme katkı sayesinde iyileştirilmesi ve kullanılan agrega dayanımlarının ($f_a=150-200$ MPa düzeyinde), normal betonda kullanılan agregalara nazaran ($f_a=50-100$ MPa düzeyinde) yüksek olması ile açıklanabilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, ülkemizde Yüksek Dayanımlı Beton projesini 1989 yılında ilk olarak başlatan ve bu çalışmaların yapılmasını ve yayımlanmasını sürekli teşvik eden, Yapı Merkezi A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Dr. Yük. Müh. Ersin ARIOĞLU'na teşekkür ederler. Ayrıca, çalışmanın değişik boyutlarındaki ilgi ve akademik dikkatleri nedeniyle Yük. Müh. Ülkü ARIOĞLU ve Yük. Müh. Erdem ARIOĞLU'na da yazarlar teşekkürü borç bilirlir.

1994 yılı Yapı Merkezi Yüksek Dayanımlı Beton Araştırma Projesi kapsamında Doç Dr. Müh. Hüsamet ALPER ile, laboratuvarında özenle deneyleri gerçekleştiren Yük. Müh. Oğuzhan ODBAY'a, 1989 yılında bu projede yer alan Prof. Dr. Müh. Erbil ÖZTEKİN'e, deneysel çalışmalar sırasında koydukları yoğun emeklerden dolayı yazarlar açık teşekkürlerini ifade ederler.

Bu çalışmada öne sürülen sonuçlar sadece yazarlara aittir.

KAYNAKLAR

ARIOĞLU, Erdem, ARIOĞLU, B., ARIOĞLU, Ü., ARIOĞLU, Ergin, ALPER, H. (1993): "Experimental Investigations on Mechanical Properties of Very High-Strength Concrete", High Strength Concrete, Lillehammer, Norway, Vol.2, pp.999-1006.

ARIOĞLU, Ergin (1995): "Yüksek Dayanımlı Betonların Karışım Tasarımı için "Ortalama Dayanım-Standart Sapma" İlişkisinin Araştırılması", Beton Prefabrikasyon, Ekim 1995, s.33-36.

ARIOĞLU, Ergin, KÖYLÜOĞLU, Ö.S. (1996): "Yüksek Dayanımlı Betonlarda Numune Boyut Etkisi", Beton Prefabrikasyon, Nisan 1996, s.11-15.

ARIOĞLU, Ergin, KÖYLÜOĞLU, Ö.S. (1996): "Estimation of Coarse Aggregate Strength in High Strength Concrete" by Ta-Peng Chang and Neng-Koon Su, Discussion, ACI Materials Journal, November-December 1996, pp.637-6390

ARIOĞLU, Ergin, KÖYLÜOĞLU, Ö.S. (1997): "Mineral Katkı (Uçucu Kül-Silika Fume-Yüksek Fırın Cürufu) İçeren Betonlarda 7-28-91 Günlük Dayanımlar Arasında Çıkarılan İstatistiksel İlişkiler", Beton Prefabrikasyon, Ocak 1997, s.5-11.

EVALUATION OF THE ENGINEERING PROPERTIES OF THE VERY HIGH STRENGTH CONCRETE (B170) PRODUCED AT THE YAPI MERKEZI

Ergin ARIOĞLU
Prof. Dr. Eng.
I.T.Ü. Mining Eng. Department
Maslak, İstanbul, Turkey

Orhan MANZAK
M.Sc.
Yapı Merkezi Prefabrication Inc.
Paşaköy, İstanbul, Turkey

Adnan DONDURMACI
Eng.
Yapı Merkezi Prefabrication Inc.
Paşaköy, İstanbul, Turkey

Özgür SÜMER KÖYLÜOĞLU
Dr. Eng
Yapı Merkezi İnş. ve San. A.Ş.
Çamlıca, İstanbul, Turkey

ABSTRACT

Within the last 20 years, with the aid of "superplasticisers" it has been possible to reduce the water/cement ratio from about 0.4 to about 0.22, while satisfying the slump requirements. On the other hand, by using "silica fume", it has been possible to improve properties of the aggregate-cement interaction zone, thus achieving high strength concrete, which is being widely used in petroleum platforms in the oceans, in large span prestressed bridge girders and in high-rise buildings.

In this study, properties (compressive strength - age relationships, compressive strength, sound velocity, rebound number) of the B170 concrete, produced at the Yapı Merkezi Construction Inc., within the framework of the very high strength concrete project, which was started in 1989 has been investigated.