

BETON KALİTESİ STANDARDİZASYONU VE BETON KALİTESİNİN YAPI EKONOMİSİ AÇISINDAN ÖNEMİ

M. Nihat TANER
Dr. İnş. Müh.
Gama Endüstri A.Ş.
Mersin, Türkiye

ÖZET

Projelendirme ve uygulamada kullandığımız beton sınıflandırmaları aynı bazda değildir. Bu nedenle ortaya çıkan uyumsuzlukların giderilmesi için sınıflandırma konusunun gözden geçirilmesinde yarar görülmektedir.

Alışılalagelen B 160 betonunun yanı sıra B 225 ve B 300 sınıfı betonların hazır beton üreticileri tarafından kullanıcılara sunulması farklı kalitedeki betonların ekonomik açıdan mukayesesini gündeme getirmiştir. Daha kaliteli betonun kullanıcıya sağladığı ekonomik avantajlar yapılan karşılaştırmalarla gösterilmiştir.

1. BETON SINIFLANDIRMASI

Beton kalitesinin tanımına ait kaynakları incelediğimizde, projelendirme ve uygulama için değişik esasların varlığını görmekteyiz. TS 500 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları'nda normal beton sınıfları BS 14, BS 16, BS 20 ve BS 25 olarak tarif edilmektedir. Hesaplarda kullanılacak karakteristik beton dayanımı f_{ck} değerleri silindirik numunelere göre belirlenmiştir. Bu tasnif ana hatları itibarı ile Amerikan pratiğindeki 2000, 2500, 3000 ve 3500 psi beton sınıflarının karşılığı olarak hazırlanmıştır.

Uygulayıcı için tarifler ve ödemeler açısından temel kitap olan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Birim Fiatları ve Birim Fiat Tarifleri ise demirsiz betonları çimento içeriğine göre 150 - 350 dozlu olarak, betonarme betonlarını da B 160, B 225, B 300 olarak tanımlamaktadır. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te de beton sınıfları aynı şekildedir. B 160, B 225 ve B 300 eski Alman Betonarme Şartnamesi'nde kullanılan tanımlar olup, DIN 1045'in 1972 yılı revizyonunda bunların yerini Bn 100, Bn 150, Bn 250 almış, bilahare aynı betonlar B 10, B 15 ve B 25 olarak tasnif edilmiştir.

Yukarıda belirtilen beton sınıflarını 20 x 20 x 20 cm. küp dayanımlarına göre sıraladığımızda

<u>Beton Sınıfı</u>	<u>28 Günlük Küp Dayanımı</u>
BS 14, B 160	160 kg/cm ²
BS 16	200 kg/cm ²
B 225	225 kg/cm ²
BS 20	250 kg/cm ²
BS 25, B 300	300 kg/cm ²

projelendirmede kullanılan BS 16 ve BS 20 nin uygulamada karşılığı olmadığını görmekteyiz. Son yıllarda giderek kullanımı yaygınlaşan hazır beton için de bu husus geçerlidir. Türkiye genelinde hazır beton üreticilerinin tamamı yakını beton sınıflarını B 160, B 225, B 300 olarak belirtmektedirler.

Bu farklılığın ortadan kaldırılması, hesaplarda kullanılacak beton kaliteleri ile uygulama ve ödemeye esas olacak beton cinslerinin aynı baza getirilmesinde yarar vardır.

2. KALİTE FARKI - FİAT FARKI

Ülkemizde en çok kullanılan betonarme betonu B 160'tır. B 160 olarak projelendirilen ve uygun olmayan şartlarda, ilkel yöntemlerle üretilen betonların gerçek dayanımı çoğunlukla öngörülen değerinin altında olmaktadır.

Yürürlükteki TS 500'de Çizelge 8.1 incelendiğinde BS 14 betonu ile S 420 ve S 500 nervürlü donatının birlikte kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Halbuki eski şartnameye göre B 160 ile beraber St III ve St IV kalitesinde donatının kullanılmadığı hatırlardadır. Kanaatimizce gerçek dayanımı kesin olarak saptanmamış bir B 160 betonu ile birlikte yüksek kaliteli donatının kullanılması yapı emniyeti açısından tartışılması gereken bir husustur. Özellikle küçük çaplı demirlerden teşkil edilen St IV hasırlarda yüzeydeki korozyon nedeniyle meydana gelen kesit alanındaki azalma oranı büyük çaplı çubuklara göre çok daha kritik olmaktadır.

B 160 betonunun donatıyı korozyona karşı koruyamadığı belirlendiğinden, bu cins betonun betonarme yapılarda kullanılması DIN 1045'te yasaklanmıştır. (DIN 1045-Bölüm 6.5.2'de Bn 50 ve Bn 100'ün kullanma sahası "yalnız donatısız betonda" olarak verilmektedir).

Ülkemizde hazır beton kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Böylece B 160'ın yanısıra daha yüksek dayanımlı beton kullanma imkânı yaratılmış olmaktadır.

1989 Yılı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Birim Fiyatlarına göre B 160, B 225 ve B 300 betonlarının bir karşılaştırması Tablo - 1'de verilmektedir. Görüldüğü üzere B 160 yerine B 225 (B 300) betonu kullanılması halinde maliyetteki % 6 (% 13) civarındaki bir artış dayanım açısından % 40 (% 87) oranında bir avantaj sağlamaktadır. Bugünkü piyasa fiyatları ile de gerçekten beton sınıfları arasındaki fiyat farkı bir torba çimento bedeli kadardır. Dayanım artışı ne getirecektir ?

- Kolon, kiriş boyutları küçülecektir.
- Üst yapının hafiflemesi sonucu temel yükleri ve buna bağlı olarak temel boyutları küçülecektir.
- "Minimum donatı" koşuluna göre hesap yapılan kesitlerde, kesit alanına orantılı olarak donatı miktarı azalacaktır.
- B 160 yerine B 225 veya B 300 betonu kullanıldığında St I yerine St III donatı kullanılması ile ilave bir ekonomi söz konusu olacaktır. Betonda olduğu şekilde donatıda da, fiattaki küçük bir artış, gerilmeler açısından oldukça avantajlı bir durum yaratmaktadır.

TABLO 1 - BETON SINIFLARI FİAT VE DAYANIM KARŞILAŞTIRMASI

<u>Poz No :</u>	<u>İmalatın Çeşidi</u>	<u>Birim Fiyatı</u>	<u>B 160 Fiyatına Oranı</u>
16.032/1	B 160 betonu (kum ve kırmataş ile)	43,528.- tl/m^3	% 100.0
16.044/1	B 225 " " "	46,187.- tl/m^3	% 106.1
16.046/1	B 300 " " "	49,413.- tl/m^3	% 113.5
16.057	B 160 betonu (fabrikasyon, pompalı)	63,663.- tl/m^3	% 100.0
16.058	B 225 " " "	67,413.- tl/m^3	% 105.9
16.059	B 300 " " "	71,163.- tl/m^3	% 111.8

<u>Beton Sınıfları</u>	<u>Dayanım Oranları</u>
B 160	% 100.0
B 225	% 140.6
B 300	% 187.5

NOT : Bedeller Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1989 Yılı Birim Fiyatlarıdır.

TABLO 2 - DONATI SINIFLARI FIAT VE DAYANIM KARŞILAŞTIRMASI

Poz No :	İmalatın Çeşidi	Birim Fiatı	Baz Fiata Oranı
23.001/1.	Ø 8 - Ø 12 mm lik ince betonarme demirlerinin projesine göre bükülmesi ve yerine konulması	877,050.- k/ton	% 100.0
23.014	Ø 8 - Ø 12 mm lik ince nervürlü çeliğin projesine göre bükülmesi ve yerine konulması	906,125.- k/ton	% 103.3
23.002	Ø 14 - Ø 50 mm lik kalın betonarme demirlerinin projesine göre bükülmesi ve yerine konulması	842,563.- k/ton	% 100.0
23.015	Ø 14 - Ø 26 mm lik kalın nervürlü çeliğin projesine göre bükülmesi ve yerine konulması	881,188.- k/ton	% 104.6

Gerilme Oranları

$$\frac{2000 \text{ kg/cm}^2}{1400 \text{ kg/cm}^2} = 1.43 \quad (\text{Elastik Teori})$$

$$\frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{2200 \text{ kg/cm}^2} = 1.91 \quad (\text{Taşınma Gücü})$$

NOT : Bedeller Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1989 Yılı Birim Fiatlarıdır.

Tablo - 2'de görüldüğü üzere nervürlü ve düz donatı arasındaki fiyat farkı % 5'ten azdır. Ancak bu küçük fiyat farkı karşılığında dayanımda % 40'ın üzerinde bir artış sağlanmaktadır. Bu husus bir sonraki bölümde örneklerle açıklanmaktadır.

3. ÖRNEKLER

3.1 Kolon Hesabı

$$N = 120 \text{ ton} \quad M_x = 26 \text{ t-m} \quad M_y = 15.5 \text{ t-m}$$

a) Malzeme BS 14 (B 160) S 220 (St I)

$$b/h = 50/70 \text{ kabul edelim}$$

$$\frac{N}{(b)(h)} = \frac{120,000}{50 \times 70} = 34.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_b = \frac{28.0}{120 \times 0.7} = 0.333 \quad E_k = \frac{15.5}{120 \times 0.5} = 0.258$$

$$E_k / E_b = 0.78 \quad p = 0.010 \quad F_e = 35.0 \text{ cm}^2$$

b) Malzeme BS 20 S 420

$$b/h = 40/60$$

$$\frac{N}{(b)(h)} = \frac{120,000}{40 \times 60} = 50.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_b = \frac{28.0}{120 \times 0.60} = 0.389 \quad E_k = \frac{15.5}{120 \times 0.40} = 0.323$$

$$E_k / E_b = 0.83 \quad p = 0.014 \quad F_e = 33.6 \text{ cm}^2$$

Tablo - 1'de B 160 ve B 225 için verilen hazır beton fiyatları ve Tablo - 2'deki donatı fiyatları ile (kolon boyu = 2.8 m için) maliyetleri karşılaştıırırsak

$$\begin{aligned}
 \text{a) } 0.50 \times 0.70 \times 2.80 &= 0.98 \text{ m}^3 \times 63,663 \text{ ₺/m}^3 = 62,390 \text{ ₺} \\
 0.785 \times 35.0 \times 2.80 &= 77.0 \text{ kg} \times 842.56 \text{ ₺/kg} = 64,877 \text{ ₺} \\
 \text{TOPLAM} &= 127,267 \text{ ₺}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } 0.40 \times 0.60 \times 2.80 &= 0.67 \text{ m}^3 \times 67,413 \text{ ₺/m}^3 = 45,302 \text{ ₺} \\
 0.785 \times 33.6 \times 2.80 &= 73.9 \text{ kg} \times 881.20 \text{ ₺/kg} = 65,079 \text{ ₺} \\
 \text{TOPLAM} &= 110,381 \text{ ₺}
 \end{aligned}$$

$$\frac{110,381}{127,267} = 0.87 \quad (\text{maliyet \% 13 mertebesinde azalmaktadır})$$

Azalan kalıp alanı, beton işçiliği ve zati ağırlık dikkate alındığında, maliyet farkı daha da artacaktır.

3.2 Kiriş Hesabı

$$\text{Sabit yük} = 3.0 \text{ t/m} \quad \text{Hareketli yük} = 1.2 \text{ t/m}$$

$$\text{Açıklık} = 5.0 \text{ m (basit mesnet hali)}$$

$$\text{a) Malzeme BS 14} \quad \text{S 220}$$

$$b/h = 35/70$$

$$\text{Kiriş zati ağırlığı} = 0.588 \text{ t/m}$$

$$q = (1.4)(0.588) + (1.6)(1.2) = 6.94 \text{ t/m}$$

$$M = 21.70 \text{ t-m}$$

$$F_e = 19.93 \text{ cm}^2$$

$$\text{b) Malzeme BS 20} \quad \text{S 420}$$

$$b/h = 25/60$$

$$\text{Kiriş zati ağırlığı} = 0.360 \text{ t/m}$$

$$q = (1.4)(0.360) + (1.6)(1.2) = 6.624 \text{ t/m}$$

$$M = 20.70 \text{ t-m}$$

$$F_e = 11.70 \text{ cm}^2$$

5 m boy için maliyet karşılaştırması :

$$\begin{aligned} \text{a) } 0.35 \times 0.70 \times 5.0 &= 1.225 \text{ m}^3 \times 63,663 \text{ ₺/m}^3 = 77,987 \text{ ₺} \\ 0.785 \times 19.93 \times 5.0 &= 78.2 \text{ kg} \times 842.56 \text{ ₺/kg} = 65,910 \text{ ₺} \end{aligned}$$

$$\text{TOPLAM} = 143,897 \text{ ₺}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } 0.25 \times 0.60 \times 5.0 &= 0.75 \text{ m}^3 \times 67,413 \text{ ₺/m}^3 = 50,560 \text{ ₺} \\ 0.785 \times 11.70 \times 5.0 &= 45.9 \text{ kg} \times 881.20 \text{ ₺/kg} = 40,467 \text{ ₺} \end{aligned}$$

$$\text{TOPLAM} = 91,027 \text{ ₺}$$

$$\frac{91.027}{143,896} = 0.63 \quad (\text{maliyet \% 33 mertebesinde azalmaktadır})$$

4. SONUÇ

Alışılacak B 160 betonu yerine üstün vasıflı beton kullanımının mümkün olduğu durumlarda tercihin bu yönde yapılması daha ekonomik sonuçlar vermektedir. Ülkemizde giderek yaygınlaşan hazır beton uygulaması yapımcılara bu seçeneği sunmaktadır. Ancak projelendirmede, uygulamada ve endüstriyel bir ürün olarak pazarlanan hazır betonda beton kalitesi tanımlarını aynı baza getirmek şarttır. Bu konudaki çalışmaların yoğunlaştırılmasında yarar görülmektedir.