

TS 500/ 2000 Standardının Beton Açısından İncelenmesi

İlker Bekir Topçu

Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 26480, Türkiye

Ali Uğurlu

DSİ, TAKK Dairesi Başkanlığı, Ankara, 06100, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada, yeni TS 500 standardı beton açısından incelenmiştir. “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” olarak bilinen TS 500, 2000 yılının Şubat ayında revize edilerek yeniden basılmıştır. Bu yeni basım standart 1984 yılında basılmış olan eski TS 500 ve ilgili diğer beton standartları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: beton, betonarme, tasarım, yapım

ABSTRACT: In this study; it has been examined comparing Turkish Code TS 500 way of the concrete concept. The revised print of TS 500 “Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures” has been done in February 2000. The evaluation of the newprint was carried out with respect to previous one (April 1984) and also with the other standards related to concrete.

Keywords: concrete, reinforced concrete, design, construction

Giriş

Eski adıyla "*Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları*" yeni adıyla "*Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*" isimli TS 500 standardı son olarak Şubat 2000 tarihinde yeniden düzenlenerek yürürlüğe konulmuştur. Aralık 1972 tarihinde hazırlanıp uygulamaya konulan bu standart ilk kez Mart 1982, ikinci kez Nisan 1984 ve son olarak da Şubat 2000 tarihinde olmak üzere üç kez düzeltilerek yeniden basılmıştır. Özellikle Mart 1982 tarihindeki düzeltilmesinde standart neredeyse yeni baştan yazılarak çok önemli ilavelerle yeniden basılmıştır. Nisan 1984 düzeltiminde ise ilk düzeltimde eksik kalan ufak tefek düzenlemeler yapılmıştır. En son yapılan Şubat 2000 düzeltiminde ise özellikle beton ile ilgili bölümlerde önemli sayılabilecek değişiklikler yapılmıştır.

TS 500'ün 2000 baskısındaki en önemli değişiklik beton karışım hesaplarında temel alınan hedef dayanım hesaplamasına yönelik standart sapma ve karakteristik dayanım kavramlarının belirtildiği bölümün çıkartılması ve kabul kriterlerinin değiştirilmesidir. Bu değişikliklerin son yıllarda yaşanan deprem felaketi sonrasında denk düşmesi önemli bir rastlantıdır. Ülkemizde inşa edilen yapıların taşıyıcı sistemlerinin çok büyük bir

bölümünün betonarme olması ve Türkiye topraklarının % 95' inin deprem kuşağında yer alması gibi gerçekler TS 500 standardını oldukça önemli hale getirdiğinden standarttaki her durum ve her değişiklik teknik olarak yapı kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu yazıda ilgi alanımız gereği TS 500 beton açısından incelenerek, değerlendirilmiştir.

Malzemeler ve Üretim Açısından TS 500/200'ün Değerlendirilmesi

Agrega : TS 500/2000 standardında agrega ile ilgili bölüm 1984 yılındaki TS 500 ile aynıdır. Bu bölümde; betonda kullanılacak agreganın TS 706 standardına uygun olması, granülometrisinin düzgün ve daha önce yapılacak olan deneylerle saptanması gerektiği ve en büyük tane büyüklüğünün kalıp, donatı ve döşeme kalınlığı ile ilgili olarak belirlenmesi gerektiği konusunda ibareler vardır. Gerek TS'da beton agregaları ile ilgili birçok standardın bulunması ve gerekse de bu standartların günümüzde üreticiler tarafından bilinip kullanılması nedeniyle bu konuda verilen bilgiler yeterli düzeydedir.

Çimento : Yeni TS 500' de çimento konusunda çok ayrıntılı bilgiler bulunmama ile birlikte 1984 yılındaki baskısında mevcut olan temel bir yanlışlık ortadan kaldırılmıştır. 1984 yılındaki baskıda sadece TS 19'a uygun Portland çimentolarının kullanılması önerilerek eğer yapının çevresi gereği başka bir çimentonun kullanılması gerekiyorsa deneylerle özelliklerindeki uygunluk ve yeterliliğin araştırılmasının gerektiği belirtilmekteydi. 1984 yılı itibarı ile değişik dayanım sınıflarına sahip 15 civarında çimento tipi olmasına karşın sadece TS 19'a uygun Portland tipi çimentoların önerilmesi geçmişte bazı yanlışlıkların yaşanmasına neden olmaktadır.

Otuza yaklaşan çimento tipinin özeliği ve betonun çok değişik alanlarda farklı amaçlar için kullanılması gerçeği göz önüne alınarak yeni TS 500 Madde 2.3'de diğer detaylarla birlikte çimento cinsi ve standart numarasının uygulama projelerinde açıkça tanımlanması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre çimento tipi seçimi proje tasarımcısına bırakılmaktadır. Yapının etkisinde kalacağı statik ve dinamik yükler ile çevresel etkilere göre tasarım yapan projecinin bu seçimi yapması yapı kalitesi ve güvenliği açısından doğru bir davranıştır. Geçmişte bu seçimin uygulamacılara bırakılması sonucu yapılan yanlış çimento tipi seçimi nedeni ile birçok sorunlar yaşanmıştır. TS 500/1984'de çimento tanımında bahsi geçen TS 19 ibaresi, TS 500/1982'den doğrudan alınarak 1984 yılındaki standarda geçirilmiştir. 1984 yılına kadar, KPC olarak adlandırılan çimentolar da TS 19 içerisinde tanımlanmaktaydı. Bu gün *TS 10156, Çimento - Katkılı Çimento* olarak bilinen standart 1992 yılında yürürlüğe girmiştir. 1984 yılından 2000 yılına kadar TS 500 üzerinde herhangi bir tadilat yapılmaması ve bu süreçte yeni bazı çimento tiplerinin üretilmesi nedeniyle bu zorunluluk olmuştur. TS 500/2000'de çimento konusunda olduğu gibi bazı beton bileşenleri ve özellikleri konusunda da seçimin tasarımcıya bırakılması ve uygulama projelerinde belirtilmesi çok doğru bir karardır.

Karma Suyu : Beton karma suyu konusunda TS 500'ün 1984 baskısı ile 2000 baskısı arasında hiçbir fark yoktur. Bu konuda yeni baskıda herhangi bir değişiklik yapılmaması gerçeğinin altında beton karma suyunun teknik açıdan betonun en önemsiz bileşeni olma özelliği yatmaktadır. Buna karşın *Avrupa Standartlarından* çevrilerek kabul edilen *EN 1008 Beton Karma Suyu Özellikleri* Standardında karma suyu için verilen kriterler değiştirilmiştir. Bu kriterler karşılaştırılmalı bir beton testi olmaksızın uygunluk kriterleri ve bazı durumlarda kullanım için uygunluk kriterleri diye iki ana gruba ayrılmıştır. Burada verilen kriterlerin daha ayrıntılı olması nedeni ile TS 500'ün tadilatında bu standarttan yararlanılması gerektiği halde yararlanılmamıştır.

Kimyasal Katkı Malzemeleri : TS 500'ün 2000 yılından önceki baskılarında betonda kullanılan katkı konusunda herhangi bir açıklama yoktu. TS 500/2000'de ise betonda kullanılacak olan katkı malzemelerinin TS 3452' ye uygun olması gerektiği gibi kısa bir cümle ile katılara değinilmiştir. Bu ifadenin TS 500' de bulunması doğru olmakla birlikte genel anlamda katkı malzemeleri açısından oldukça eksiktir. Günümüzde katkı teknolojisinin varmış olduğu gelişme düzeyi göz önüne alındığında bu durum daha iyi görülür. Bilindiği üzere katkı maddelerini, kimyasal katkı maddeleri, mineral katkılar, lifler gibi gruplara ayırmak olasıdır. Halihazırda, akışkanlaştırıcı ve priz süresini ayarlayan katkılar için, soğuk havada betonu donmaya karşı korumak için, betona hava sürüklemek için ve betonda kullanılan çelik lifler için standartlar vardır. Yukarıda sözedilen ve TS standardı bulunan bu katkı maddeleri ile ilgili yeni TS 500'de sadece TS 3452'de tanımlanan katkılar dışında başka hiçbir ifade yoktur.

Beton Sınıfları ve Betonun Basınç Dayanımı

TS 500/2000 Çizelge 3.2'de verilmiş olan “Beton Sınıfları ve Dayanımları” isimli tablo incelendiğinde TS 500/1984'de bulunan “Beton Sınıfları ve Dayanımları Tablosu”na göre bazı değişiklikler göze çarpar. Bunlardan birisi BS 14 (B 160) sınıfı beton dayanımının bu tablodan çıkarılmış olmasıdır. Buna karşılık TS 500'ün ilk baskısında bulunan BS 18 (B 225) dayanım sınıfının ise bu yelpazeye katılmasıdır. BS 18 beton sınıfı 1994 yılında TS 11222 sayı numarası ile yayınlanmış olan Hazır Beton Standardında vardı. Zaten bu durum TS 500 ile bir çelişki oluşturmaktaydı.

Pratikte birçok şartnamede tanımlanmış olan bu beton sınıfının TS 500' e yer alması kanımızca faydalı olmuştur. Yeni TS 500' n anılan bu çizelgesinde dikkat çeken bir değişiklik daha vardır. Bu çizelgede, eski TS 500'deki 20 cm'lik küp numuneler yerine 15 cm'lik küp numuneler tanımlanmıştır. Yalnız burada dikkat çekici bir husus vardır ki bu durum tartışmalara neden olabilir. Şöyle ki; yeni TS 500' de BS 16, BS 20 ve BS 25 beton sınıfları için verilen (15x15x15) cm'lik karakteristik dayanımlar 1984 yılındaki TS 500' de verilen (20x20x20) cm'lik küp dayanımlarına eşittir. Kaynaklara göre (Beyazıt, 1988) 20 cm'lik küp dayanımı göreceli olarak boyut etkisi nedeniyle 15 cm'lik küp dayanımının yaklaşık 0.95'idir. Bu durumda BS 16, BS 18, BS 20 ve BS 25 için 15'lik küp dayanımı olarak verilen bu değerlerin daha yüksek olması gereklidir. Diğer beton sınıflarına ait değerler TS 500/1984' de verilen 20'lik küp değerlerine göre yüksektir. Bu durumda tablonun 3. sütununun aşağıdaki şekilde düzeltilmesi gereklidir.

Beton Sınıfı	Eşdeğer Küp Basınç Dayanımı, (MPa)
BS 16	21
18	23
20	26
25	32
30	37
35	45
40	50
45	55
50	60

Hazır beton standardı TS 11222 incelendiğinde; TS 500/2000 Çizelge 3.2'de verilen değerlerin doğrudan bu standardın 4 nolu çizelgesinden alındığı görülecektir. Keza yine

kaynaklarda (Beyazıt, 1988) $\phi 15 \times 30$ cm'lik silindir numuneden $15 \times 15 \times 15$ cm'lik küp numuneye geçiş katsayısı şekil etkisi nedeniyle 1.28 gibi bir çarpan (ya da tersi deyişle 0.78 gibi bölendir). Bütün bu düzeltme işlemlerinde dikkate edilmesi gereken bir durum daha vardır. Bu durum TS 500'ün 1984 baskısında dikkate alınmış olmasına rağmen 2000 baskısında sadece BS 50 sınıfı beton için dikkate alınmıştır. Kaynağa göre (Postacıoğlu, 1987) beton dayanımı sınıfı arttıkça ya da betonun karakteristik dayanımı arttıkça silindirden küpe geçerken kullanılan çarpanın gittikçe çok düşük düzeylerde de olsa azalması gerçeğidir.

Betonda Nitelik Denetimi ve Kabul Koşulları

Yeni TS 500'de en büyük değişiklikler bu başlık altında betonla ilgili konularda yapılmıştır. En önemli değişiklik; geçmiş her iki baskıda da karakteristik dayanım (f_{ck}) kavramı korunmasına ve bu dayanım hesaplanırken % 10 risk temel alınmasına karşın beton karışım hesaplarında temel alınması gereken hedef (yada amaç, f_{cm}) dayanım ve buna ait bölümün yeni baskıdan çıkartılmış olmasıdır. Bilindiği üzere eski TS 500'e göre beton üretilirken hangi karakteristik beton sınıfı (f_{ck}) elde edilecekse buna göre karışım hesaplarında temel alınan ve adına hedef (amaç) dayanım denen ampirik bir formülasyon kullanılırdı. Bu yaklaşıma göre; saha, şantiye ya da döküm yerinde üretim, bakım ve ortam koşullarından kaynaklanan bir takım olumsuzluklar nedeniyle betonun dayanım kaybına uğraması kaçınılmazdır. Bu nedenle beton üretilmeden önce bu dayanım kaybını telafi edecek şekilde daha yüksek bir dayanım elde etmek için hedef (amaç) dayanım kavramı tanımlanarak aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir. Proje kapsamında üretilen betonlarla ilgili beton dayanımına ait belirlenmiş bir standart sapma varsa ya da biliniyorsa

$$f_{cm} = f_{ck} + 1.28 \sigma \quad (1)$$

Burada, f_{cm} hedef dayanım, f_{ck} karakteristik dayanım, σ şantiyede üretilen betonların saptanmış standart sapmasıdır. Standart sapmanın bilinmediği veya kestirilemediği durumlarda ise, karakteristik dayanım (f_{ck}) belli bir tolerans (Δf) ölçüsünde artırılarak hesap edilirdi. Bu durumda;

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f \quad (2)$$

olarak hesaplanırdı. Burada Δf , BS 14, BS 16 için 4, BS 20, BS 25, BS 30 için 6 MPa, ve daha yüksek dayanım sınıfları için ise 8 MPa alınması önerilmekteydi. Görüleceği üzere (1) ve (2) denklemleri beton üretilmeden önce tasarımcıyı beton üretim süreci boyunca yaşanacak olumsuzluklar sonucu ortaya çıkabilecek dayanım kayıplarını telafi edecek şekilde bir beton üretimine zorlamaktadır. Yeni TS 500' de bu durum ortadan kaldırılmıştır. Bunun yerine herhangi bir kriter de konulmamıştır. Bu durum beton üretilmeden önce betonda üretim ve bakım süreci boyunca meydana gelebilecek dayanım kayıplarını önceden önleme açısından bir ön tedbirin ortadan kaldırılmasına neden olabilecektir.

Yeni TS 500'de betonun nitelik olarak (dayanım açısından) kabulü 28 günlük basınç dayanımı sonrasına bırakılmıştır. Gerçi eski TS 500'de de bu durum böyle olmasına rağmen başlangıçta daha yüksek bir dayanım hedefi ve tasarımı ile yola çıkmanın verdiği avantaj yeni TS 500'de hedef dayanım kavramının yok edilmesiyle tamamen ortadan kaldırılmıştır. Oysa benzer bölümler Avrupa Standardı EN 1992 (Eurocode 2, 1992) ve ABD' de uygulanan Amerikan Beton Enstitüsünün, ACI 318 nolu standardında (ACI Committee 318, 1995) ayrıntılı olarak yer almaktadır, (Özkul, 2000). Dolayısıyla tasarımcı başlangıçta beton üretirken doğal olarak yeni TS 500'de iki kabul kriterinden

birisi olan $f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0$ (MPa) koşulunu sağlayacak bir beton tasarımının yeterli olduğunu varsayıp betonu bu dayanımı hedefleyecek şekilde üretecektir. Örneğin TS 500/1984'de BS 16 yeni TS 500'de ise C 16 olarak tanımlanan beton sınıfı elde edilirken eski standarda göre yapılacak laboratuvar çalışmasının; $f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$ 'den, $f_{cm} = 16 + 4 = 20$ MPa dayanımı sağlayacak şekilde tasarımı yapılırken yeni TS 500'e göre bu amaç olmamakla birlikte tasarımcı en olumlu düşünce ile ancak; $f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0$ 'den $f_{cm} \geq 16 + 1.0 = 17$ MPa düşüncesinden hareketle şantiyeye daha düşük dayanımlı bir karışım reçetesi gönderecektir. Gerçekte çok iyi hazır beton tesisleri ya da iyi planlanmış şantiyeler haricinde betonun santralde üretilirken üretim açısından yaşanan olumsuzluklar nedeni ile hangi zayıflıklarla hazırlandığı ve bunların beton dayanımı ve dayanıklılığında ne gibi olumsuzluklara yol açtığı iyi bilinmektedir. Buna bir de yerleştirme ve bakım sürecinde yaşanması olası diğer olumsuzluklar eklenince betonun karakteristik dayanımını sağlanmanın ne kadar güç olacağı kestirilebilir. Beton döküldükten 28 gün sonra yapılacak basınç dayanımı deneyleri sonucunda betonun gerekli kabul kriterlerini sağlamaması durumunda betonun kırılması ya da güçlendirilmesinin pratikte olası olmadığı herkesçe bilinmektedir.

Yeni TS 500'deki değişikliklerden biri de nitelik denetimi için betondan numune alınması ile ilgilidir. Eski TS 500'de dökülen her 50 m³ betondan veya binanın her katından en az bir deneylik (3 adet) numune alınması, eğer beton kalitesi BS 25'den büyük ise numune sayısının iki katına çıkarılması öngörülmekteydi. Yeni standartta ise, her 100 m³ betondan bir deneylik (3 numune) alınması ve bir birim olarak tanımlanan bu alanın aynı zamanda 450 m²'lik bir alanı aşamayacağı koşulu getirilmiştir. Bu koşulun yanı sıra bir işte (bizim anladığımız, projenin tamamı, bina, köprü vs.nin bütünü) en az 3 grup numune (9 adet) alınması koşulu da zorunlu hale getirilmiştir. Beton kalitesinin tayini, nitelik denetimi ya da betonun kabulü için deney sonuçları değerlendirilirken standardın 1984 yılındaki baskısı

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 3 \text{ MPa} \quad (3)$$

$$f_{c \text{ min}} \geq f_{ck} - 3 \text{ MPa} \quad (4)$$

koşullarının sağlanması istenmekteydi. Burada; f_{cm} en az 3 numunenin ortalama basınç dayanımı, $f_{c \text{ min}}$ numunelerden elde edilen en düşük basınç dayanımıdır. TS 500'ün 2000 yılındaki yeni baskısında ise her üretim biriminden en az bir grup (3 adet) numune alınması ve bir işte en az 3 grup numune (9 adet) kullanılması zorunluluğu getirilerek, birbirini izleyen üçer grupluk partilerin her birinin P_1 (G_1, G_2, G_3), P_2 (G_2, G_3, G_4), P_3 (G_3, G_4, G_5), P_{n-1} aşağıdaki iki koşulu birden sağlaması istenmektedir;

$$a) \text{ Her parti ortalaması } f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0 \text{ MPa} \quad (5)$$

$$b) \text{ Her partideki en küçük grup ortalaması } f_{c \text{ min}} \geq f_{ck} - 3.0 \text{ MPa} \quad (6)$$

Görüleceği üzere her iki standarttaki kabul koşulları farklıdır. Yeni baskıda bir üretim birimi için getirilen 3 adet numune sayısı, eski standartta f_{cm} (3 numune) olarak tanımlanan notasyonun karşılığıdır. Buna karşılık kabul kriterleri eski standart için $f_{cm} \geq f_{ck} + 3.0$ MPa, yeni standart için ise $f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0$ MPa'dır. Burada dikkat edilmesi gereken bir durum vardır. O da eski standartta 3 numune için verilen f_{cm} kriteri yeni standarda her biri 3 numunedan oluşan birbirini izleyen P_1 , P_2 , P_3 olarak adlandırılan 3 grup (9 numune) üzerinde değerlendirilmektedir. Fakat unutulmamalıdır ki numune alınması gereken beton miktarı da 50 m³'den 100 m³'e çıkarılmaktadır. Numune sayısındaki bu artışa karşın yukarıda verilen f_{cm} kabul kriterlerine bakıldığında TS 500'ün, eskisinde f_{ck} üzerine ilave edilen 3.0 MPa'lık değer yenisinde 1.0 MPa'a düşürülmüştür. Açıkladığımız bu bilgileri bir örnek üzerinde gösterelim;

ÖRNEK: Sınıfı C 20 olan betonu inceleyelim;

TS 500/1984

Beton için gerekli, kabul kriterleri:

1. $f_{cm} \geq f_{ck} + 3.0$ MPa

2. $f_{c \min} \geq f_{ck} - 3.0$ MPa

Elde edilen dayanımlar ise aşağıdaki gibidir; $P_1: 23, P_2: 19, P_3 = 21$ MPa'dır. $P_1+P_2+P_3/3 = 23+19+21/3 = 21$ MPa Birinci koşula göre; $f_{cm} \geq 20+3 = 23$ MPa'dan $21 \geq 23$ olmadığı için beton gerekli koşulu sağlamamaktadır. İkinci koşula göre; $f_{c \min} \geq 20 - 3 = 17$ MPa'dır. $f_{c \min}$ değerini yerine koyarsak $19 \geq 17$ olduğu için ikinci koşul sağlanmaktadır.

TS 500/2000

Beton için gerekli kabul kriterleri;

1. $f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0$ MPa

2. $f_{c \min} \geq f_{ck} - 3.0$ MPa

Elde edilen dayanımlar ise aşağıdaki gibidir;

$$\left. \begin{array}{l} G_1=23 \\ G_2=22 \\ G_3=24 \end{array} \right\} P_{1ort}=23 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} G_1=19 \\ G_2=21 \\ G_3=17 \end{array} \right\} P_{2ort}=19 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} G_1=20 \\ G_2=22 \\ G_3=21 \end{array} \right\} P_{3ort}=21 \text{ MPa}$$

Buradan $P_1+P_2+P_3/3 = P_{ort}=23+19+21/3 = 21$ MPa

Birinci koşula göre; $f_{cm} \geq 20+1 = 21$ MPa'dan $21 \geq 21$ olduğu için birinci koşul sağlanmaktadır. İkinci koşula göre; $f_{c \min} \geq 20-3 = 17$ MPa'dan $19 \geq 17$ olduğu için ikinci koşul da sağlanmaktadır. Görüleceği üzere eski TS 500'de dayanımlar aynı olmasına rağmen birinci koşul sağlanamamakta ikinci koşul sağlanmakta, buna karşılık yeni TS 500'de hem birinci hem de ikinci koşul sağlanmaktadır. Yine verilen örnekte, gruptaki dayanımların aşağıdaki şekilde olduğunu varsayalım;

$$\left. \begin{array}{l} G_1=18 \\ G_2=14 \\ G_3=19 \end{array} \right\} P_{1ort}=17 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} G_1=24 \\ G_2=18 \\ G_3=24 \end{array} \right\} P_{2ort}=22 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} G_1=25 \\ G_2=27 \\ G_3=26 \end{array} \right\} P_{3ort}=26 \text{ MPa}$$

$P_1+P_2+P_3/3 = P_{ort}=17+ 22+ 26 = 21.6$ MPa bulunur.

Birinci koşul için; $f_{cm} \geq 20+1 = 21$ MPa'dan $21.6 \geq 21$

İkinci koşul için; $f_{c \min} \geq 20-3 = 17$ MPa'dan $17 \geq 17$ bulunur. Görüleceği üzere bu örnekte de elde edilen değerler yeni TS 500' de verilen beton kabul kriterlerini sağlamaktadır. Verilen bu örnekteki tek numune dayanımları dikkatlice incelendiğinde alınan numuneler içerisinde C 20 sınıfı karakteristik dayanımından daha düşük (14, 16, 18, 19) dört adet numune vardır. Bunlardan 14 MPa dayanımına sahip olan taşıyıcı olmayan bir beton sınıfı dayanımı olup standarda da yer almamaktadır. Tek tek numuneler arasında ise 14 MPa'dan 27 MPa' a kadar 13 MPa (130 kgf/cm^2)'lık bir dayanım aralığı ya da dağılımı vardır. Bütün bu olumsuzluklara karşın bu betonlar numune bazında değil de 3' er numunelik gruplar bazında değerlendirildiği için yeni TS 500' deki kriterlere göre uygun kabul edilmektedir.

Betonun Bakımı, Dayanıklılık, Kalıp Alma Süresi ve Diğer Hususlar

Bilindiği üzere günümüzde betonun çok değişik amaçlarla farklı alanlarda kullanılması sonucu betonda dayanım kadar dayanıklılık özelliği de aranılır olmuştur. Yabancı standartlarda; ACI 318 ve EN 1992'de yapıların kullanım ömürleri boyunca

karşılaşılabilecekleri doğrudan ve dolaylı çevresel dış etkiler dikkate alınarak yapı tasarımı yapılmaktadır. Yeni TS 500'de dayanıklılık konusu dolaylı olarak çimento bahsinde "yapı çevresindeki durumunun gereği betonun dayanıklılık özelliği dikkate alınarak uygun çimento kullanılmalıdır" ibaresi ve Betonun Hazırlanması, Taşınması, Yerine Konması ve Bakımı başlığının altında "zararlı zemin suyu ve gazların etkisi söz konusu olduğunda TS 3440 kurallarına uyulmalıdır" hükmü içerisinde geçmektedir. Her yıl dünyada ve ülkemizde donma-çözülme, buz çözücülerin etkisi, sülfat etkisi ve donatı korozyonu gibi nedenlerle büyük miktarlarda beton hasar görmektedir. Bu durum teknik anlamda yapıda sorunlara yol açarak büyük bir ekonomik külfeti de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle yeni TS 500'e, TS 802'deki Çizelge 4 ve TS 11222' deki Çizelge 1A karışımı ve bunlardan daha detaylı beton dayanıklılığı ile ilgili sınırlamalar ve yaptırımlar içeren tablo konulmalıdır.

Yeni TS 500'deki en önemli değişikliklerden birisi de 1984 yılındaki TS 500'de bulunan kalıp alma süreleri ile ilgili ifadeler ve bakım ile ilgili tablonun kaldırılmış olmasıdır. Yeni TS 500'de de belirtildiği gibi kalıp alma süresi; betonda kullanılan çimentonun tipine, betonun ya da çimentonun dayanım kazanma hızına, su-çimento oranına, betonda priz hızlandırıcı yada dayanım arttırıcı katkı kullanılıp kullanılmadığına, yapı yükünün cinsine, hava sıcaklığına, yapı cinsine ve elemanlarına bağlıdır. Özellikle son yıllarda yeni çimentoların da üretilmeye başlamasıyla TS 500'ün 1984 yılındaki baskısında Portland ve Katkılı Portland Çimentolarının 32.5 ve 40.0 (50.0) MPa norm dayanımları için verilen kalıp alma sürelerini içeren tabloyu yeni standart da vermek elbette ki doğru değildir. Bu nedenle fabrikalarda üretilen ve TS standardı olan 10 temel tip çimento için böyle bir tablonun hazırlanması gerekirdi. Böyle bir çalışmada Portland Çimentosu baz alınarak diğer çimentoların dayanım kazanma hızı dikkate alınıp imalatçı için bir abak hazırlanabilirdi. Böyle bir çalışma güç olmakla birlikte zorunluluk arz etmektedir. Şöyle ki; yeni çimento tipleri içerisinde ağırlıkça % 55 katkı (puzolan) oranına sahip çimentolar vardır. Katkılı ve puzolanlı çimentoların ilk günlerdeki dayanım kazanma hızları düşüktür. Çimentodaki puzolan miktarı arttıkça çimentonun dayanım kazanma hızı da azalır, (Uğurlu, 1997). Böyle bir çimento ile Portland Çimentosunun elbette ki kalıp alma süresi de değişik olacaktır. Değişik çimento tipleri ve değişik yapı elemanları ya da yapı tipleri için hazırlanacak olan kalıp alma süresi ile ilgili bir tablo mutlaka TS 500' de olması gereken bir husustur.

Üretilen betonun yerleştirilmesi ve bakımı konusunda eski TS 500'de var olan üç satırlık ibare olduğu gibi alınarak yeni basıma da konulmuştur. Burada betonun taşınması, yerleştirilmesi ve bakımı için TS 1247 ve TS 1248 (Normal ve Anormal Hava Koşullarında Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları) referans verilmektedir. TS 1247 ve TS 1248 dikkatlice incelenirse bu her iki standartta da betonun yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve daha sonra kür edilmesi ile ilgili ayrıntılı bilgi ya da hükümlerin olmadığı görülecektir. Kısa da olsa yeni standart bu konularda özellikle betonun muhakkak surette vibratörle yerleştirilmesi ve daha sonra da kür edilmesi ile ilgili kesin hükümler içermeliydi. Beton yerleştirildikten sonra bakımının (kür edilmesinin) beton özellikleri için ne kadar önemli olduğu tartışmasız bir gerçektir. Ülkemizde çok özellik arz eden yapılar dışında kür işlemi genelde betonun ıslanma-kuruma etkilerine yol açan ara ara sulanması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Dökülen beton içerisindeki nemin korunması yönünde bir uygulama ise hemen hemen yoktur. Bu durum betonda bazı hasarlara yol açabilir. Betonu zaman zaman sulamak bir kür işlemi olarak düşünülmemelidir. Gerçek anlamdaki kür işlemi hem beton içerisindeki nemi korumak ve hem de betonu sürekli ıslak tutmaktır. Betonun kür edilmesi konusunda yeni

standartta ne yazık ki bağlayıcı ifadeler yoktur. Bu durum proje karakteristik dayanımının elde edilmesini zorlaştırır ve dayanımda dalgalanmalara yol açarak standart sapmayı büyütür, (Topçu, 2002 ve Şanlı, 2001).

Sonuç

Ülkemizde inşa edilen yapıların çok büyük bir bölümünde taşıyıcı sistemin betonarme olması, ülkemiz topraklarının % 95'inin deprem kuşağında yer alması, yapı denetimi yetkisindeki belirsizlik ve yapı kalitesinin yetersiz olması gibi nedenler dikkate alındığında TS 500 gibi rehber niteliğinde olması gereken standartların önemi daha çok anlaşılır. Betonarme olarak yapılacak yapıyı meydana getiren beton, donatı ve bu iki temel bileşeni oluşturan malzemeler ve bunların birleşimi ile ortaya çıkan kompozitle ilgili bu standarda verilen her ayrıntı yapı kalitesini doğrudan etkiler. Bu nedenle TS 500 gibi standartlarda her husus en ayrıntısına kadar açıkça belirtilmelidir. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım kuralları olarak adlandırılan TS 500' ün, kendi konumuz gereği incelediğimiz betonla ilgili bölümlerinin yukarıdaki tanıma uyduğunu söyleyemeyiz. TS 500'ün betonun nitelik denetimi ve kabulü konusundaki yaklaşımları ve getirdiği kriterler 1984 yılındaki eski baskısına göre ve gerekse de dünyada eşdeğeri olarak tanımlanan Avrupa Standardı EN 1992 ve ABD'de uygulanan ACI 318 koşullarına göre oldukça eksiktir. Özellikle beton karışım hesaplarında temel alınan hedef (amaç) dayanım hesaplamasına yönelik standart sapma ve karakteristik dayanımın belirlenmesi bölümlerinin çıkartılması başlı başına bir talihsizliktir. Betonda dayanıklılık konusunun eksik bırakılması da halen yaşanan bazı dayanıklılık sorunlarının devamını da beraberinde getirecektir. Bu nedenle yapılan ya da yapılacak olan beton ve betonarme yapılarında bazı sorunlar yaşanmadan yukarıda eleştirdiğimiz bölümlerin gözden geçirilerek TS 500'ün tadilatından geçirilmesinde fayda vardır.

Referanslar

Beyazıt, Ö. L., 1988, *Beton ve Deneyleri*, DSİ, TAKK, Ankara.

Postacıoğlu, B., 1987, *Beton*, Cilt 2, İstanbul.

Eurocode 2, 1992, *Design of Concrete Structures*, DD ENV 1992-1-1.

ACI 318-95, *Building Code Requirements for Reinforced Concrete Buildings*, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1995.

Özkul, H., 2000, *TS 500 Standardının Beton Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi*, Hazır Beton, Yıl 7, Sayı 39, ss. 59-63.

Uğurlu, A., 1997, *Farklı Çimentoların Basınç ve Çekme Dayanımı Yönünden Betondaki Davranışı*, DSİ TAKK, Ankara.

Topçu, İ. B., 2002, *Yeni TS 500 ile Eski TS 11222, ACI 318 ve ENV 1992'nin Karşılaştırılmaları*, İMO Eskişehir Bülteni, Yıl 6, Sayı 14, ss. 22-25.

Şanlı, O., 2001, *TS 500/2000 Standardı ile TS 500/1984, ACI 318 ve ENV 1992 Standartlarının Karşılaştırılması*, Osmangazi Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., İnş. Müh. Böl., Yapı Malzemesi Uygulaması, Eskişehir, s. 60.