

TÜRK STANDARTLARINDA BETON KABUL KRİTERLERİ ARASINDAKİ ÇELİŞKİLER

Ali UĞURLU(*)

Özet

Betonarme yapı tasarımında betonun basınç dayanımı betonarme hesaplamalarda esas alınan önemli bir faktördür. Bunun için, adına karakteristik dayanım denilen boyutları belirlenmiş numunelerin tek eksenli basınç altında taşıyabildiği en büyük gerilme değeri kullanılır. Türk standartlarında beton karakteristik dayanımı temel alınarak hazırlanmış betonları basınç dayanımlarına göre sınıflandıran farklı tablolar ve kabul kriterleri mevcuttur. Bu çalışmada adı geçen standartlardaki kabul kriterlerindeki çelişkiler tartışılmıştır.

1. Giriş

Betonarme yapı tasarımında betonun basınç dayanımı betonarme hesaplamalarda esas alınan önemli bir faktördür. Bunun için, adına karakteristik dayanım (f_{ck}) denilen boyutları belirlenmiş numunelerin tek eksenli basınç altında taşıyabildiği en büyük gerilme değeri kullanılır. Tasarım dayanımı (f_{cm}), kesit ve taşıma gücü hesapları bu temel üzerine oturtulur. Bu nedenle, betonarme yapıların tasarımı için; betonun tanımlanması ve sınıflandırılması karakteristik dayanımına göre yapılır. “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” adı verilen TS 500’de bu konu ile ilgili tabloda beton sınıflarını belirleyen basınç dayanımının dışında başka öğeler olmakla birlikte verilen bu kriterler de sonuçta basınç dayanımı ile ilişkilendirilmiştir, [1].

Bu temel standardın dışındaki bazı Türk standartlarında da beton basınç dayanımı ile ilgili, karakteristik dayanım temel alınarak hazırlanmıştır ve betonları basınç dayanımlarına göre sınıflandıran tablolar bulunmaktadır. Bu tablolarda tanımlanmış beton sınıfları arasında fazla bir fark yoktur. Mevcut farklar, daha çok numune boyutları ve değişik beton sınıflarının varlığı ile ilgilidir. Örneğin TS 11222

olarak tanımlanan “Hazır Beton Standardı”nda on altı adet, TS 500’de ise dokuz adet karakteristik beton sınıfı tanımlaması yapılmaktadır [2]. Keza TS 11222’de bulunan ve C 14 olarak tanımlanan beton sınıfı TS 500 ve TS EN 206 (Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk) standardında tanımlanmamıştır [3]. Buna karşılık TS EN 206’da tanımlanmış olan C 8/10 ve C 12/15 olan beton sınıfları ise diğer ilgili standartlarda mevcut değildir. C 18 ya da eski TS 500’de B 225 (BS 18) olarak tanımlanan beton sınıfı ise sadece TS 500 ve TS 11222 standartlarında tanımlanmıştır. TS EN 206 ve TS 10465 (Beton Deney Metodları, Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betondan Numune Alınması ve Basınç Mukavemetinin Tayini) standartlarında ise böyle bir beton (dayanım) sınıfı tarifi yapılmamıştır, [4]. Bu dört standart birbirinden farklı olmakla birlikte, yeni dökülen ya da hazırlanarak yapıda kullanılan betonun kabulü ya da reddi konusunda başvurulacak ve referans alınacak temel standartlardır. Bunlardan TS 500 ve TS EN 206 standartları genel anlamda yapı ve beton tasarımı standartlarıdır. TS 11222 Hazır Beton ve TS 10465 ise döküm sırasında kontrol amacıyla numune alınmayan ya da daha sonra ihtilaf veya herhangi bir nedenle (yeniden denetim, performans, vs) yapı betonu kontrolü zorunluluğunun ortaya çıkması durumunda yapıdaki betonun basınç dayanımını belirlemek ve değerlendirmek (kabul ya da reddetmek) amacıyla hazırlanmış karot değerlendirmesi ile ilgili standartlardır. Kısacası beton nitelik denetimi için bu dört standart referans olarak seçilebilir. Bu nedenle anılan standartlarda basınç dayanımlarına göre betonları sınıflayan bir tablo ve bu tablodaki değerleri esas alarak hazırlanmış kabul kriterleri mevcuttur.

İlginçtir ki betonu kontrol, kabul ya da reddetmek amacıyla hazırlanmış olan bu dört değişik standartta nitelik denetimleri ile ilgili farklı kriterler bulunması olayıdır. Standardın birinde kabul ya da ret için verilen kriterler, diğerinde farklıdır. Kontrol

(*) DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ankara

teşkilatı ve tüketici açısından olaya bakıldığında durum oldukça karmaşıktır. Standartlarda verilen farklı kabul kriterleri beton kabulünde sorunlara yol açmaktadır. Bu çalışmada adı geçen standartlar beton kabulü ve nitelik denetimi açısından değerlendirilmiştir.

2. Standartlarda Beton Kabulü ile İlgili Çelişkiler

Türk standartları içerisinde beton kabulü ile ilgili yukarıda anılan dört adet standart mevcuttur [1, 2, 3, 4]. Değerlendirmeler burada tanımlanmış olan beton dayanım sınıflarındaki karakteristik dayanımlar esas alınarak yapılır. Dökülen betondan ya da bitmiş yapıdan alınan numuneler basınç dayanımı deneyine tabi tutulur ve elde edilen sonuçlar ilgili standartlarda belirtilen “nitelik denetimi ve kabul koşulları” başlığı altındaki kriterlere göre değerlendirilir. Kısaca tanımlanan bu süreç içerisinde numune hazırlama koşulları da (numune sayısı, numune boyutları, hangi ölçekte numune alınacağı,

vs.) en az değerlendirme kriterleri kadar önemlidir. Bu nedenle anılan standartlar tartışılırken;

- Basınç dayanım sınıfları,
- Numune alma,
- Beton kabul koşulları,

ana başlıkları altında incelenmiştir.

2.1. Basınç Dayanım Sınıfları

“Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” olarak isimlendirilen TS 500 standardının 3.2 nolu çizelgesinde beton sınıfları ve dayanımları adı altında beton sınıflarını ve buna karşılık gelen karakteristik basınç dayanımlarını gösteren bir tablo verilmiştir. Bu tabloda tanımlanmış olan beton sınıfları ve buna karşılık gelen karakteristik dayanımlar tarafımızdan hazırlanmış olan ortak tablodan da (Tablo 1) görülebilir. Tablo 1’den görüleceği üzere TS 500’de C rumuzu ile tanımlanmış, C 16’dan başlayıp C 50’ye kadar 9 adet dayanım sınıfı mevcuttur. Bu tabloda beton sınıflarına karşılık gelen karakter-

Tablo 1 - Türk Standartlarındaki Beton Sınıfları ve Karakteristik Dayanımları

Beton Dayanım Sınıfı				Karakteristik Dayanım f_{ck}							
TS 500 (1)	TS EN 206 (3)	TS 11222 (2)	TS 10465 (4)	Silindir Numune (15 x 30) cm				Küp Numune (15 x 15 x 15) (20 x 20 x 20)			
				TS 500	TS EN 206	TS 11222	TS 10465	TS 500	TS EN 206	TS 11222	TS 10465
	C 8/10				8				10		
	C 12/15				12				15		
	-	C 14	BS 14		-	14	14		-	16	16
C 16	C 16/20	C 16	BS 16	16	16	16	16	20	20	20	20
C 18	-	C 18	-	18	-	18	-	22	-	22	-
C 20	C 20/25	C 20	BS 20	20	20	20	20	25	25	25	25
C 25	C 25/30	C 25	BS 25	25	25	25	25	30	30	30	30
C 30	C 30/37	C 30	BS 30	30	30	30	30	37	37	37	35
C 35	C 35/45	C 35	BS 35	35	35	35	35	45	45	45	40
C 40	C 40/50	C 40	BS 40	40	40	40	40	50	50	50	45
C 45	C 45/55	C 45	BS 45	45	45	45	45	55	55	55	50
C 50	C 50/60	C 50	BS 50	50	50	50	50	60	60	60	55
	C 55/67	C 55			55	55			67	67	
	C 60/75	C 60			60	60			75	75	
	C 70/85	C 70			70	70			85	85	
	C 80/95	C 80			80	80			95	95	
	C 90/105	C 90			90	90			105	105	
	C 100/115	C 100			100	100			115	100	

ristik silindir ve eşdeğer küp basınç dayanımları mevcuttur. “TS EN 206 Standardı” olarak bilinen “Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk Standardı”nın 7 no’lu çizelgesinde ise on altı adet beton sınıfı tanımlanmıştır. “TS 11222 Hazır Beton Standardı”nda da yine on altı adet beton dayanım sınıfı tarifi yapılmıştır. Daha çok bitmiş yapılardan karot alınması ya da küp şekilli numune hazırlanması esasına göre değerlendirme yapan TS 10465 standardında ise TS 500’de olduğu gibi dokuz adet beton dayanım sınıfı belirtilmiştir. Tablo 1’den de görüleceği üzere anılan bu dört standartta tanımlanmış olan beton dayanım sınıfları ve dayanım aralıkları arasında bir bütünlük yoktur. TS 500 ve TS 10465’te tanımlanmış dayanım sınıfları dokuz adet olup birbirine eşit olmasına karşın, TS 11222 ve TS EN 206 standartlarında bu sayı on altıdır. Sayısal olarak dayanım sınıfları aynı olan bu standartlar arasında ise yine farklılıklar vardır. Örneğin TS 500’de karakteristik 15x30 cm’lik silindir dayanımı 14 MPa olan C 14 (ya da BS 14) sınıfı bir beton tanımlanmamış olmasına karşın, TS 10465’te ve TS 11222 standartlarında tanımlanmış böyle bir beton sınıfı ve ona ait bir karakteristik dayanım mevcuttur. Keza eski TS 500 (Mart 1982)’de ve bazı şartnamelerde B 225 olarak verilen BS 18 (ya da C 18) olarak bilinen beton sınıfı, yeni TS 500 ve TS 11222’de tanımlanmış olmasına karşın, TS EN 206 ve TS 10465 standartlarında böyle bir beton sınıfı ve dayanım tarifi yapılmamıştır. C 14 (BS 14) ve C 18 (B 225) olarak hazırlanmış olan bir beton, betonun sınıfının bilinmediği bir durumda değerlendirilirken bu beton sınıflarını içermeyen bir standart ile (TS EN 206 ve TS 10465) değerlendirildiğinde büyük olasılıkla da kabul kriterlerini sağlamayacaktır. Aynı durum TS 500’de en düşük dayanım sınıfı olarak tanımlanan C 16 sınıfı için de geçerlidir. C 16 sınıfı dayanım esas alınarak hazırlanmış bir beton, beton sınıfının bilinmemesi ve bir olumsuzluk durumunda değerlendirildiğinde eğer TS 11222 ve TS 10465 standartları esas alınarak değerlendirilmişse dayanımın düşük olması durumunda bile C 14 (BS 14) beton sınıfı gibi algılanacaktır. Halbuki bu beton TS 500’e göre değerlendirilse hiçbir beton sınıfına giremeyecek kadar düşük dayanımlı kabul edilecektir.

Günümüzde beton basınç dayanımı 100 MPa’nın üzerinde olan yapılar inşa edilmekte, özellikle çok katlı yapılarda yüksek dayanımlı betona gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle beton basınç dayanım sınıfları bu dayanımları da içerecek şekilde yeniden düzenlenmektedir. Anılan standartlar değerlendirildiğinde bu dayanım sınıfına ancak TS EN 206 ve TS 11222 standartlarının haiz olduğu, TS 500 ve TS 10465’te bu dayanım sınıflarının mevcut olmadığı görülecektir. Bu durumda yüksek dayanımlı olarak

üretilmiş bir beton TS 500 ve 10465 standartlarına göre tasarılanamayacak ve değerlendirilemeyecektir.

Tablo 1’den de görüleceği üzere TS EN 206’daki C 8/10 ve C 12/15, TS 11222’deki C 14 ve TS 10464’teki BS 14 sınıfı betonlar taşıyıcı olmayan beton sınıflarıdır. Bu beton sınıfları Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan standart EN 1992 [5] (Eurocode 2) ve ABD’de geçerli olan ve betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları isimli ACI 318’de [6] mevcut değildir [7]. Bu nedenle TS 500/2000’de de yoktur. Buna karşın beton kabulü ile ilgili dört standardın üçünde bu beton sınıfı tanımlanmıştır.

2.2. Numune Alma

Beton kabulü açısından numune alma ya da başka bir deyişle deney planı oldukça önemlidir. Numune almada esas, işin aksamaması, yapıyı ya da betonu yeterince temsil edecek sayıda numune alınmasıdır. Özellikle % 92’si deprem kuşağı üzerinde olan 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999’daki büyük depremler sonrası çıkarılan “Yapı Denetim Yasası” uyarınca beton yapıların daha iyi kontrol edilmeye çalışıldığı ülkemizde bu konuda da sorunlar yaşanmaktadır. Anılan bu dört standartta da numune alma deney planı farklı tanımlanmıştır. Bu, durum yapıların sağlıklı olarak kontrolünü engellemektedir. TS 500/Şubat 2000 standardında; nitelik denetiminin amacı üretimin sürekli ve genel oto kontrolünün yanında yapıdaki veya yapı bölümündeki betonun niteliğini güvence altına almaktır. Bu denetim betonu üreten tarafından değil betonu tüketen tarafından şantiyede uygulanır, [8]. Bu standarda göre her üretim biriminden en az bir grup (3 numune) alınmalıdır. Üretim birimi dayanımı ve bileşimi aynı olan beton olarak tanımlanmaktadır. Örneğin kıvam sınıfları dolayısıyla su veya kimyasal katkı miktarları farklı aynı dayanım sınıfındaki iki beton iki ayrı parti kabul edilmektedir. Keza agrega tane dağılımı ya da en büyük tane çapı değişik iki aynı dayanım sınıfındaki beton da iki ayrı parti kabul edilmektedir. Standartta bir birim olarak, aynı gün dökülmüş 100 m³ veya 450 m² alanı aşmayan beton bir birim olarak tanımlanmaktadır.

Değerlendirme yapılırken de 3 grupluk partiler (yani 9 adet numune) esas alınmaktadır [1]. TS EN 206 standardında ise; herhangi bir numune grubunda (iki ya da daha fazla) elde edilen deney sonuçlarının ortalamadan % 15’ten fazla olması durumunda deney sonuçlarının reddedileceği belirtilerek aşağıdaki tabloya göre numune planı yapılmaktadır Tablo 2 [3].

Tablo 2’den görüleceği üzere buradaki kriterler daha farklı olup TS 500’e göre ise daha esnekler.

Tablo 2 - Uygunluk Değerlendirilmesi İçin En Az Numune Alma Sıklığı

İmalat	En az numune alma sıklığı		
	İmalatın ilk 50 m ³ 'ü	İlk 50 m ³ 'den sonraki imalat (a)	
		İmalat kontrol belgesi olan beton	İmalat kontrol belgesi olmayan beton
Başlangıç (35 deney sonucu elde edilinceye kadar)	3 numune	1 numune/ 200 m ³ veya 2 numune/ bir haftalık imalat	1 numune/ 150 m ³ veya 1 numune/ bir günlük imalat
Sürekli (35 deney sonucu elde edildikten sonra) (b)	-	1 numune/ 400 m ³ veya 1 numune/ 1 haftalık imalat	1 numune/ 1 günlük imalat

(a): Numune bütün imalata yayılarak alınmalı ve her 25 m³ beton hacmi için 1'den fazla olmamalıdır.

(b): 15 adet deney sonucunun standart sapmasının 1.376'yı geçmesi durumunda numune alma sıklığı, daha sonraki 35 deney sonucu elde edilinceye kadar, başlangıç imalatı için gerekli sıklığa çıkarılmalıdır.

Örneğin; sürekli imalat durumunda 400 m³ beton- dan 1 numune alınması koşulu ülkemiz gerçeklerine terstir. Şöyle ki; bir konut inşaatında 30 x 25 x 0.3 m boyutlarında bir döşeme düşünelim bunun beton hacmi 168 m³ olup 750 m²'lik bir alana karşılık gelir. Standartta 400 m³ olarak tanımlanan numune kütlesi yaklaşık 2.5 döşeme eder. Boyutları biraz daha küçültürsek 3 döşeme de yapabilir. Standartta göre bu konut inşaatında 1 numune almanın yeterli olduğu kabul edilmektedir. Ülke gerçeğinde yaşanan beton sorunsalı gözönüne alındığında önerilen numune sayısının yeterli olmadığı açıkça görülecektir. Olayı örneklersek; bir konut inşaatında birinci katın döşemesinin döküldüğünü ve numune alınmadığını (168 m³ beton), kolonlar ve kirişlerin de döküldüğünü ve en az 12-15 günlük süre geçtiğini kabul edelim. Sonra ikinci katın döşemesi (ya da tavan) döküldü ve buradan numune alındı. Olayda 400 m³ beton kullanıldı. Alınan numunelerin küre konulup 28 gün sonra basınç dayanımı deneyine tabi tutulduğunu düşünelim. Elde edilen sonuçların kabul kriterini sağlamadığını varsa-

yalım. Bu örneğin yaşanması durumunda geriye dönüş ya da bir alt kattaki döşemeyi kırdırmak ya da reddetmek mümkün müdür? Ya da örneği biraz değiştirelim. Birinci katın döşemesinin döküldüğünü, 7-8 gün sonra da kiriş ve kolon betonlarının döküldüğünü, aradan 7-8 gün daha geçtiğini ve kalıpların alındığını düşünelim. Geçen 15-16 gün toplam süre içerisinde dökülen beton bileşenleri ve oranlarının aynı kalabildiği iddia edebilir mi? Beton bileşenlerinde meydana gelebilecek niteliksel ya da niceliksel bir değişme veya çimento fabrikasından gelen çimento kalitesindeki bir değişme kesin olarak beton özelliklerini ve dolayısıyla da basınç dayanımını etkileyecektir. Bu durumda alınan bir adet numunenin 400 m³ betonu temsil ettiğini söylemek mümkün müdür?

TS 11222 standardında ise; aynı gün üretilen aynı dayanım sınıfındaki betonun bir parti sayılacağı belirtilmiştir. Eğer o dayanım sınıfı için o günkü üretim 300 m³'den fazla ise (C 55 ve daha yüksek sınıflarda bu değer 150 m³) her 300 m³ üretim ayrı parti kabul edilir. Her partiden en az 2 adet silindir veya küpten oluşan bir numune takımı alınır. Parti miktarı yeterli ise her silindir veya küp ayrı harmandan veya transmikserden alınır, [2, 8]. Bu durumda, örneğin C 20 betonundan miktarı ne kadar az olursa olsun (örneğin 2 m³) her üretim günü en az bir numune takımı, üretimin ancak 300 m³'ü aşması halinde ise daha fazla yani, iki takım numune alınır. Görüleceği üzere TS 11222 standardı kendi içinde de tutarlı olmadığı gibi yukarıda açıkladığımız TS 500'e göre oldukça esnek olup TS EN 206'ya göre ise benzer kriterler taşımaktadır.

Karot alınarak değerlendirme yapılan TS 10465 standardında ise ölçüm yeri sayısı (n) ve deney numunesi sayısı (N) tanımları yapıp N sayısının her 50 m³'lük beton imalatından alınması gerekli numune sayısı ve en az 3 adet numune olarak tarif edildiği görülür. Ölçümün bir katta yapılması durumunda beton hacmi 50 m³'den az ise yine en az 3 adet deney numunesi alınacağı belirtilmektedir. Ayrıca beton dayanım sınıfının BS 25'ten yüksek olması durumunda numune sayısının (N) iki katına (6 adet) çıkarılması hükmü vardır. Yine bu stan-

Tablo 3 - Sertleşmiş Betondaki Ölçüm Yeri Sayısı (n)

Alınan karot çapı veya küp kenar uzunluğu, (d)	Agrega en büyük tane çapı, (D _{max})	Ölçüm yeri sayısı (n) (en az)	
		Normal beton BS 14, 16, 20, 25	Daha yüksek dayanımlı beton >BS 30
d ≥ 100 mm	> 32 mm	n ≥ 3 (n > N)	n ≥ 6
d < 100 mm	≤ 16 mm	n ≥ 6 (n > 2 N)	n ≥ 12
d < 100 mm	> 16 mm	n ≥ 9 (n > 3 N)	n ≥ 18

dartta alınacak karot yada çıkarılacak küp boyutuna göre, agrega en büyük tane çapı ile ölçüm yeri sayısı arasındaki ilişkiyi gösterir bir tablo verilmiştir, Tablo 3, [4].

Görüleceği üzere TS 104-65'de verilen numune ve deney planı da diğer üç standarttan farklıdır. Yine, buradaki kriterlerin TS 500'e biraz daha yakın olduğu ama daha çok eski TS 500 /1984 kriterlerine benzediği görülecektir. Sonuç olarak; beton nitelik denetimi ile ilgili bu dört standart numune alma ve deney planı açısından birbirine benzemektedir. Numune alınması ve deney planı, bilindiği üzere beton kontrolünün daha sağlıklı yapılmasına yönelik bir çabadır. Bu çabanın anlamlı olabilmesinin koşulu da yapıdan olabildiğince yani yapıyı temsil edebilecek sayıda numune alınmasından geçer. Anılan standartlar arasında bu konuda önemli çelişkiler mevcuttur.

2.3. Beton Nitelik Denetimi ve Kabul Koşulları

1984 yılında kabul edilen eski TS 500'de ve bunun Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'daki karşılığı ACI 318 ve EN 1992'de beton tasarımı yapılırken; beton karakteristik dayanımı; adına hedef (amaç) dayanım denilen ve beton sınıfına göre karakteristik dayanım üzerine ilave edilen ihtiyat (tolerans) payı (Δf) ile birlikte üretilirdi. Örneğin BS 16 sınıfı beton tasarımı:

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$$

$$f_{cm} = 16 + 4 = 20 \text{ MPa olarak hesaplanırdı.}$$

Yani karakteristik dayanımı (f_{ck}) 16 MPa olan bir beton tasarımı yapılırken en az 20 MPa'lık bir dayanım hedeflenerek beton üretilirdi. Karakteristik dayanımın üzerinde bir dayanım hedefi; beton üretimi, yerleştirilmesi ve sıkıştırılması sırasında şantiyede ortaya çıkabilecek dayanım kayıplarını telafi etmek için konulmuş bir emniyet faktörü idi. Eski TS 500'de (1984) deney sonuçları değerlendirilerek aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerekirdi:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 3.0 \text{ MPa}$$

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

Tablo 4 - Türk Standartlarındaki Beton Kabul Kriterleri

TS 500 Şubat 2000	TS 11222(*)	TS EN 206(*)	TS 10465
$f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0 \text{ MPa}$	$f_{cm} > f_{ck} + 4.0 \text{ MPa}$	$f_{cm} \geq f_{ck} + 4.0 \text{ MPa}$	$f_{küp200} \geq 0,85 f_{SK}$
$f_{c \min} \geq f_{ck} - 3.0 \text{ MPa}$	$f_{c \min} \geq f_{ck} - 4.0 \text{ MPa}$	$f_{c \min} \geq f_{ck} - 4.0 \text{ MPa}$	$f_{küp \min 200} \geq 0,85 f_{EK}$
(*) : f_{cm} için verilen kriterler kontrol belgesiz olarak üretilen betonlar içindir. TSE EN 206 ve TS 11222 standartlarında başlangıç için $f_{cm} > f_{ck} + 4.0 \text{ MPa}$ 'dır. TS EN 206 için sürekli halde ise $f_{cm} > f_{ck} + 1.48\sigma$ 'dır.			
Burada;			
f_{cm} : Ortalama basınç dayanımı			
$f_{c \min}$: Numuneler içindeki en düşük basınç dayanımı			
$f_{küp-200}$: Kenar uzunluğu 200 mm ortalama küp basınç dayanımı (Karot çapı $d=100$ veya 150 mm ise $f_{küp200} = f_{sil100} = f_{sil150}$ 'dir.)			
$f_{küp \min 200}$: Kenar uzunluğu 200 mm olan küpler içindeki en düşük basınç dayanımı Karot çapı $d:100$ veya 150 mm ise $f_{küp200} = f_{sil100} = f_{sil150}$ 'dir)			
f_{EK} : Eşdeğer küp basınç dayanımı			
f_{SK} : Seri mukavemet, her seri küpün ortalama mukavemetinin en düşük değeri ($f_{SK} \geq f_{EK} + 3 \text{ MPa}$)			

Tablo 5 - Beton Sınıfları ve Dayanımları

Beton sınıfı	Silindir basınç dayanımı, MPa	Eşdeğer küp basınç dayanımı, MPa	$f_{SK} \geq f_{EK} + 3 \text{ MPa}$ seri mukavemeti her seri küpün ortalama mukavemetinin en düşük değeri, MPa
BS 14	14	16	19
BS 16	16	20	23
BS 20	20	25	28
BS 25	25	30	33
BS 30	30	35	38
BS 35	35	40	43
BS 40	40	45	48
BS 45	45	50	53
BS 50	50	55	58

Burada f_{cm} en az üç numunenin ortalama basınç dayanımı $f_{c \min}$ ise numunelerden elde edilen en düşük basınç dayanımıdır. İnceleme konusu olan ve beton kabulü ile ilgili diğer dört standartta verilen kabul kriterleri ise tablo 4'deki gibidir.

TS 10465'de beton sınıfları ve dayanımları tablo 5'te verilmiştir,

Tablo 4'ten görüleceği üzere TS 10465'de f_{SK} ile ifade edilen bir kavram geliştirilmiştir. Standartta tanımlanan kabul kriterlerinde bu sütundaki değer-

ler kullanılmaktadır. Bu değerlerin % 85'i sağlanması gereken en düşük değerdir. Yalnız burada dikkat edilmesi gerekli bir husus vardır. Aslında buna bir anlamda da yanlışlık denilebilir. Tablo 5'in üçüncü sütununda eşdeğer küp dayanımı (f_{EK}) 20 cm'lik numuneler için tanımlanmıştır. TS 10465'de 20 cm'lik küp için verilen bu değerler ile diğer standartlarda 15 cm'lik küpler için verilen değerler aynıdır. Eski TS 500' de de bu dayanım sınıfı için verilen değerler 20 cm'lik küp dayanımı için tanımlanmıştır. Bu durumda şöyle bir yorum yapılabilir; ya eski TS 500'de ve TS 10465'te verilen bu değerler (20 cm'lik küp için) ya da daha sonra hazırlanan TS 500/2000, TS 11222 ve TS EN 206'daki değerler (15 cm'lik küp için) yanlıştır. Literatüre göre 15 cm'lik küp ile 20 cm'lik küp arasında şekil etkisi nedeni ile 1.05'lik bir çarpan (ya da 0.95'lik bir bölen) katsayısı vardır, [9]. Yani 20 cm'lik küp 15 cm'lik küpün 0.95'i dir. Bu durumda anılan standartlarda verilen değerler tartışmalı olup karışıklığa yol açabilmektedir.

Yukarıda verilen dört standartta beton nitelik denetimi ve kabul kriterlerine baktığımız zaman TS 11222 ve TS EN 206 standartlarının benzer olduğu buna karşılık TS 500 ve TS 10465'in hem birbirine hem de diğer iki standarda benzemediği görülecektir. TS 11222 ile TS EN 206'nın kabul kriterleri ise zaten aynıdır. Kabul kriterlerine baktığımız zaman, dayanım bazında TS 11222 ve TS EN 206 standartlarının kontrol belgesiz olarak üretilen betonlar için ortalama dayanımın üzerine 4 MPa'lık bir dayanım gerektirmesiyle en güvenli, TS 10465' in 3 MPa'lık dayanımın 0,85'ini istemesiyle biraz daha iyi ve TS 500'ün ise 1 MPa'lık dayanım ile en az güvenli koşullar getirdiği görülmektedir.

Durumu daha iyi anlayabilmek için örnek üzerinde inceleyelim. Dökülen betonun sınıfı C 35 (BS35) olsun. Şimdi anılan standartlara göre örnek amalar yapalım ve bulduğumuz sonuçları istenilen kriterleri sağlayıp sağlamadığına göre ret (R) veya kabul (K) notasyonları ile işaretleyelim.

C 35 (BS 35) sınıfı betonun karakteristik dayanımı:

$f_{ck} = 35$ MPa (15 x 30 cm silindir). Basınç dayanımı deneyi sonucu elde edilen dayanımlar ise; 37, 33, 38/3=36 MPa (ortalama)'dır. En düşük değer ise 33 MPa'dır.

TS 500

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0 \rightarrow 36 \geq 35 + 1 \rightarrow 36 \geq 36, \text{ K}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} - 3.0 \rightarrow 33 \geq 35 - 3 \rightarrow 33 \geq 32, \text{ K}$$

TS EN 206 (Konrol belgesiz beton)

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 4.0 \rightarrow 36 \geq 35 + 4 \rightarrow 36 \geq 39, \text{ R}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} - 4.0 \rightarrow 33 \geq 35 - 4 \rightarrow 33 \geq 31, \text{ K}$$

TS 11222 (Konrol belgesiz beton)

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 4.0 \rightarrow 36 \geq 35 + 4 \rightarrow 36 \geq 39, \text{ R}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} - 4.0 \rightarrow 33 \geq 35 - 4 \rightarrow 33 \geq 31, \text{ K}$$

TS 10465

Bir kenarı 20 cm olan küp için hesaplamalar yapılır. Tablo 4'ten küp/silindir oranı: $40 / 35 = 1.14$ bulunur. Ortalama dayanım $1,14 \times 36 = 41$ MPa, en küçük dayanım ise; $1,14 \times 33 = 38$ MPa bulunur.

$$f_{küp200} \geq 0,85 \times f_{SK} \rightarrow 41 \geq 0,85 \times 43 \rightarrow 41 \geq 37, \text{ K}$$

$$f_{küp200min} \geq 0,85 \times f_{EK} \rightarrow 38 \geq 0,85 \times 40 \rightarrow 38 \geq 34, \text{ K}$$

Örnekten de görüleceği üzere C 35 (BS 35) sınıfı beton dört ayrı standarda göre değerlendirildiğinde ortaya farklı sonuçlar çıkmaktadır. Aynı sonuçlar TS 500 ve TS 10465 standartlarına göre kabul edilmekte buna karşılık TS EN 206 ve TS 11222 standartlarına göre ise reddedilmektedir. TS 500'e göre 36 MPa'lık bir dayanım sağladığı için C 35 olarak kabul edilen beton, TS EN 206 ve TS 11222'ye göre ortalama en az 39 MPa bir dayanımı sağlamadığı için reddedilmektedir. Görüleceği üzere arada 3 MPa (30 kgf/cm^2)'lık bir fark vardır. Yani C 35 sınıfındaki betonu TS 500'e göre değerlendirdiği zaman 36 MPa'lık bir dayanım yeterli görülmekte diğer standartlardaki koşullara göre değerlendirdiğinde ise 3 MPa'lık fazlasıyla yani en az 39 MPa'lık bir dayanım istenmektedir.

Daha iyi kavrayabilmek için ikinci bir örnek üzerinde tartışalım. Beton sınıfımız C 20 (BS 20) olsun. Numuneler üzerinde yapılan basınç dayanımı sonucu elde edilen dayanımlar ise sırasıyla; 18, 21, 24/3=21 MPa (ortalama)'dır. En küçük değer görüleceği üzere 18 MPa'dır. C 20 sınıfı betonun karakteristik dayanımı: f_{ck} :20 MPa (15 x 30 cm silindir)'dir.

TS 500

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1.0 \rightarrow 21 \geq 20 + 1 \rightarrow 21 \geq 21, \text{ K}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} - 3 \rightarrow 18 \geq 20 - 3 \rightarrow 18 \geq 17, \text{ K}$$

TS EN 206 (Konrol belgesiz beton)

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 4 \rightarrow 21 \geq 20 + 4 \rightarrow 21 \geq 24, \text{ R}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} - 4 \rightarrow 18 \geq 20 - 4 \rightarrow 18 \geq 16, \text{ K}$$

TS 11222 (Konrol belgesiz beton)

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 4 \rightarrow 21 \geq 20 + 4 \rightarrow 21 \geq 24, \text{ R}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} - 4 \rightarrow 18 \geq 20 - 4 \rightarrow 18 \geq 16, \text{ K}$$

TS 10465

Yukarıdaki örnekte olduğu gibi deney sonucu bulduğumuz (15 x 30) cm'lik silindir dayanımlarını bir

