



KALİTE KONTROL TEKNİKLERİNİN HAZIR BETON ÜRETİMİNDE TS EN 206-1 STANDARDINA GÖRE GELİŞTİRİLME ESASLARI

S. OYMAEL*

Özet

Hazır beton üretiminde yurtiçi ve yurtdışı pazarlarda yoğun bir rekabet yaşanmaktadır. Bu rekabette kuruluşlar açısından en önemli unsur, istenilen kalitede ürün ve hizmeti ilk defasında, zamanında ve uygunluk kalitesinde teslim etmektir. Bu hedefi yerine getirebilmek için; müşteri ihtiyacı ve beklentilerinin tam ve doğru olarak anlaşılması, değerlendirilmesi, kuruluşun ilgili fonksiyonlarına tam ve doğru olarak aktarılması, gerekli prosesler ve ürünler için çalışma kriterlerinin, metodlarının izlenmesi, ürün ve hizmetin müşteriye talep ettiği şekilde teslim edilmesi gerekir. "Kalite yönetim sistemi"nin esası, bir malın veya hizmetin kalitesini ölçmek ve müşterilere "kalite güvencesi" vermektir.

Bu çalışmada, hazır beton firmalarının beton üretimlerinde kalite mükemmeliyetine erişmek için malzeme temini ve beton üretimi esnasında standartların öngördüğü kalite kontrol tekniklerinin TS EN 206-1 esasları dâhilinde ortaya konulması amaçlanmıştır. Mart 2004 tarihinde yürürlüğe giren TS EN 206-1 standardı, TS 11222'nin yerine konmuştur ve inşaat sektöründe henüz tam olarak bilinmemektedir.

1. Giriş

Kalite, bir ürün ya da hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır [1]. Kalite, insan ihtiyaçlarının karşılanması ve hatta aşılmasıdır. Tanımlardan anlaşılacağı üzere, kalite şirket çapında bir prosestir, müşterilerin dediğidir. Kaliteye erişebilmek için; stratejik plânlama, kaynakların tahsisi, kalite plânlaması, kalite işletilmesi ve kalite değerlendirme gibi sistematik faaliyetler gerekir [2]. Kaliteye erişmek için kurumsal olarak; prosedürlerin, kalite plânlamalarının, talimatların, iş akışı diyagramlarının ve görev tanımlarının iyi yapılmış olması zorunludur.

Beton, çimento, agrega ve su ile gereğinde kimyasal ve mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasıyla oluşan, çimentonun hidratasyonu ile özellikler kazanan, başlangıçta plâstik kıvamda şekil verilebilir, zamanla sertleşerek mukavemet alabilen visko elâstik bir yapı malzemesidir. Betonun kalitesi, tasarım, üretim, taşıma, yerleştirme amaçlar için üretilmiş olması gerekir. Bu özelliklere erişebilmek için modern makine ve ekipman, deneyimli iş gücü ve modern işletme

Anahtar Kelimeler: Beton, Betonda Uygunluk, Kalite-Kontrol,

yönetim teknikleri yanında sürekli kalite kontrol tekniklerinin uygulanması gerekir. Bu ise hazır beton tesislerinde gerçekleştirilebilmektedir. Betonların hazır beton tesislerinde üretimlerine ilişkin esaslar "TS EN 206-1 [3] standardına uygun olmalıdır.

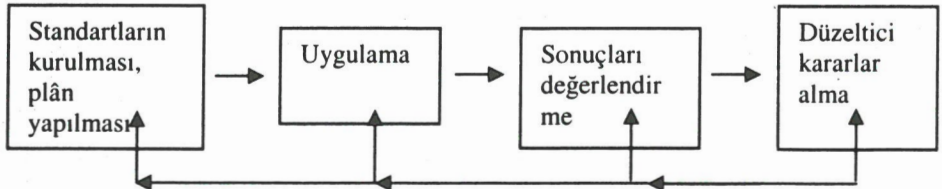
Yapının ekonomik değerinin yanında kalite kontrol amacıyla yapılan harcama önemsiz miktarlarda olmasına rağmen, ne yazık ki konunun önemi ülkemizde halâ tam olarak anlaşılmamıştır. Bir çok betonarme yapı yetersiz veya hiçbir kalite kontrol sistemi olmadan gelişigüzel inşa edilmektedir. Yapının yükselmesi ve yüklenmesi ile sorunlar bazen yapı kullanıma girmeden ortaya çıkmakta, çoğu zaman ise yüklenme açısından kritik olan deprem gibi yanıl yükler altında beklenen performansı gösteremeyerek hasara uğramakta, can ve mal kaybına neden olabilmektedir [4].

Hazır beton tesislerinde kalite mükemmeliyetine erişmek için kalite kontrol yöntem ve tekniklerinin ortaya konulması esastır. Bu husus, "satışı yapılan malzemenin satış sonrası servis hizmetlerinin belirli bir plân dâhilinde olması, araştırma ve değerlendirmesinin yapılması" kuralı açısından da önemlidir. Bu standart (TS EN 206-1), Avrupa Birliği uyum çalışmaları kapsamında hazırlanmış olup, TS 11222 (2001) hazır beton standardının yerini alacağı, TS 500 (2000)'in nitelik denetimi ile ilgili hükümlerini de içererek sorunları büyük oranda ortadan kaldıracığı için oldukça önemlidir.

2. BETON ÜRETİMİNDE KALİTE KONTROL ESASLARI

Beton üretiminde kontrol edilmesi gereken ana parametreler; betonun bileşen malzemelerinin özellikleri ile bileşim oranları, taze ve sertleşmiş beton özellikleri ve bunların doğrulanması, beton özellikleri, taze betonun teslimi, imalât kontrol işlemleri, uygunluk kriterleri ve uygunluk değerlendirmesidir.

Betonun üretimi ve kalite kontrolü o şekilde yapılmalı ki, kaliteye ilişkin özellikleri etkileyen, belirli değişimleri ortaya çıkarabilecek ve uygun düzenlemeler yapabilecek bir çalışmaya imkân tanınabilsin. Kalite kontrolün geri döngüler oluşturarak organize bir şekilde gerçekleşmesi Şekil 1'de görüldüğü gibi dört safhada kalite kontrol teknikleri ile sağlanabilir [5].



Şekil 1: Üretim ve Kalite Kontrolde Geri Besleme ve Geliştirme Aşamaları [6]

3. BETON MALZEMELERİNİN KALİTE KONTROL ESASLARI

Beton bileşenlerinin üretildikleri yerde, malzeme imalâtçısı tarafından yeterli kontrole tâbi tutuldukları ve bileşen malzemelerin tesliminde geçerli şartnameye uygunluğu belgelenmelidir. Bu işlemler yapılmamış ise beton üreticisi, malzemelerin ilgili standarda uygunluğunu kontrol etmelidir. Söz konusu beton üretiminde bileşen kontrolü (TS EN 206-1) [3] sistemine uygun yapılmalıdır. Tasarlanmış betonun karışım oranları, kıvamı ve sıcaklığı belirlenmiş şartlara göre kontrol edilmelidir. Bu kontrol süreci betonun hedef noktada teslimini içermelidir.

Betonun üretim özellikleri bir tablo düzeninde takip edilir. Söz konusu tabloda deney türü sütununa; başlangıç deneyleri, ince ve iri agrega ile taze betonun su içeriği, betonun klorür içeriği, kıvam, taze ve sertleşmiş betonun yoğunluğu taze betonun çimento içeriği, taze betonun mineral katkı içeriği, kimyasal katkı içeriği, s/ç oranı, taze betonun hava içeriği, taze betonun sıcaklığı ve küp numunelerle beton basınç dayanımı deneyi yazılmalıdır. Söz konusu deneylere ilişkin amaç ve uygulama zaman aralığı ise TS EN 206-1'den alınmalıdır. Yukarıda verilen kontrol kriterleri, özel bilgi ve tecrübe gerektiren durumlar için geliştirilebilir.

4. BETON MALZEMELERİNİN ÖZELLİKLERİ VE DOĞRULAMA METOTLARI

Betonlar Tablo 1'de verildiği üzere çeşitli mukavemet sınıflarına ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmadaki mukavemet değerlerine erişebilmek için betonun bileşiminin nitelik ve nicelik olarak bazı özelliklere sahip olması istenir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikte (A.B.Y.Y.H.Y.) en düşük beton sınıfı C16-C20 olmakla beraber, değişik üniversitelerden yapı malzemesi profesörleri yeni yapılacak yapıların olası bir depreme karşı dayanıklı olabilmesi için en düşük beton sınıfının C30 olması gerektiğini 17 ağustos 2001 tarihinde yayınladıkları bir deklarasyonla kamuoyuna duyurmuşlardır [4].

Betonda kıvam özelliğinin ayrı bir önemi vardır. Çünkü betonun taşınması, kalıba yerleştirilmesi ve betonun içindeki suyun bünyeden uzaklaşması sonucu yerinde yaratacağı boşluk problemin odağını taze betonun kıvamı, işlenebilirliği oluşturmaktadır. Betonun kıvamına ve agrega türüne bağlı özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Sertleşmiş Beton Sınıfları [3]

| Normal ve ağır beton sınıfları | | | *Hafif beton sınıfları | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Basınç day. sınıflaması | F _{eksil} | F _{ekküp} | Basınç dayanım sınıflaması | F _{eksil} | F _{ekküp} | F _{ekküp} |
| C 8/10 | 8 | 10 | LC 8/9 | 8 | 9 | |
| C 12/15 | 12 | 15 | LC 12/13 | 12 | 13 | |
| C 16/20 | 16 | 20 | LC 16/18 | 16 | 18 | |
| C 20/25 | 20 | 25 | LC 20/22 | 20 | 22 | |
| C 25/30 | 25 | 30 | LC 25/28 | 25 | 28 | |
| C 30/37 | 30 | 37 | LC 30/33 | 30 | 33 | |
| C 35/45 | 35 | 45 | LC 35/38 | 35 | 38 | |
| C 40/50 | 40 | 50 | LC 40/44 | 40 | 44 | |
| C 45/55 | 45 | 55 | LC 45/50 | 45 | 50 | |
| C 50/60 | 50 | 60 | LC 50/55 | 50 | 55 | |
| C 55/67 | 55 | 67 | LC 55/60 | 55 | 60 | |
| C 60/75 | 60 | 75 | LC 60/66 | 60 | 66 | |
| C 70/85 | 70 | 85 | LC 70/77 | 70 | 77 | |
| C 80/95 | 80 | 95 | LC 80/88 | 80 | 88 | |
| C 90/105 | 90 | 105 | | | | |
| C 100/115 | 100 | 115 | | | | |

Tablo 2: Betonların Kıvam Özellikleri [3]

| Kıvam sınıfları ⁽¹⁾ | Sınıf | Çökme (mm) | Sınıf | Sıkıştırılabilirlik derecesi |
|--------------------------------|-------|------------------|-------|------------------------------|
| | | | | |
| | S1 | 10-40 | C0 | ≥ 1.45 |
| | S2 | 50-90 | C1 | 1.45-1.26 |
| | S3 | 100-150 | C2 | 1.25-1.11 |
| | *S4 | 160-210 ≥220 | C3 | 1.10-1.04 |
| | *S5 | | | |
| Vebe sınıfları ⁽¹⁾ | Sınıf | Vebe süresi (Sn) | Sınıf | Yayılmaya çapı (mm) |
| | | | | |
| | V0 | ≥31 | F1 | ≤340 |
| | V1 | 30-21 | F2 | 350-410 |
| | V2 | 20-11 | F3 | 420-480 |
| | V3 | 10-6 | *F4 | 490-550 |
| | *V4 | 5-3 | *F5 | 560-620 |
| | | | *F6 | ≥630 |

(¹) Çökme deneyi EN 12352-2; Vebe deneyi EN12350-3; sıkıştırılabilirlik derecesi deneyi EN 12350-4; yayılma tablası deneyi EN12350-5 standardına göre yapılmalıdır.

* Yüksek oranda su azaltıcı/süper akışkanlaştırıcı kimyasal kullanılan sertleşmiş beton sınıflarında.

Betonun bileşimine giren malzemelerin tek tek özelliklerinin bulunarak, ilgili standarda ne derece uygun olduğu saptanmalıdır. Aşağıda malzemeler ve hangi standarda göre kontrolünün yapılması gerektiği TS EN 206-1 [3] esaslarına göre verilmiştir:

Çimento: İnşaat yapım yöntemi, betonun kullanım amacı, kür şartları, yapı boyutları (ısı gelişimi), yapının maruz kalacağı çevre şartları, alkali agrega reaksiyonu gibi hususlar dikkate alınarak seçilmelidir. Çimentoların, TS 19'un yerine konmuş olan, TS EN 197-1'e uygunluğu kanıtlanmış olmalıdır [7].

Agregalar: Agregaya seçiminde; agregaya tipi, tane büyüklüğü, yassılık ve uzunluğu, donma-çözülme dayanıklılığı, aşınma dayanıklılığı, incelik gibi parametrelere dikkat edilmelidir. En büyük tane iriliği D_{max} , donatı pas payı ve beton elemanın en küçük boyutu dikkate alınarak belirlenmelidir. Tuvennan agregaya pr EN 12620:2000'e uygun olmalı. Bu tür agregalar sadece C 12/15 ve basınç dayanımı (sınıfı) daha düşük betonlarda kullanılır. Normal ve ağır agregaların pr EN 12620:2000'e uygunluğu; hafif agregaların pr EN 13055-1:1997'ye uygunluğu sağlanmış olmalıdır.

Tane sınıfına ayrılmamış hâldeki geri kazanılmış agregalar, toplam agreganın %5'inden daha fazla miktarda kullanılmamalıdır. Ancak geri kazanılmış agregaya, asil agrağa ile benzer özelliklerde olursa, ayrıca ince ve iri agregaya diye iki gruba ayrılırsa pr EN 12620:2000'e uymak koşuluyla fazla oranda kullanılabilir. Filler agregaların da pr EN12620:2000'e uygun olması gerekir. Agreganın alkali silika reaksiyonu ihtimaline karşı, Avrupa'nın farklı ülkelerinde geçerli bu tedbirlerden olmak üzere, kılavuz bilgi mahiyetinde CR 1901 no.lu CEN raporuna bakılabilir.

Karma suyu: Betonun karma suyu pr EN 1008:1997'ye uygun olmalı.

Kimyasal katkı: EN 934-22 kimyasal katkılar standardına uygunluğu kanıtlanmış olmalı.

Mineral katkılar (Mineral dolgular ve boyalar dâhil): Tip I ve Tip II mineral katkıların kullanım miktarı başlangıç deneyleri ile belirlenmelidir (Bkz:TS EN206-1 EK:A). EN 450'ye uygun uçucu kül için, uçucu kül/çimento = 0,33 (kütlece) kadar kullanılmalıdır. Daha fazla uçucu kül kullanılırsa o çimentoda en az çimento miktarı hesabı ve su/ (çimento+k x uçucu kül) oranı dikkate alınmaz.

TS EN 197-1'e uygun CEM I tip çimento ihtiva eden betonlar için öngörülen kül miktarları; CEM-I 32,5 için $k = 0,2$; CEM-I 42,5 ve daha yüksek sınıflar için $k = 0,4$ kadardır. Sülfatlara dayanıklı CEM I çimento ile birlikte kül kullanılmaz.

Pr EN 13263:1998'e uygun silis dumanı en fazla katkı miktarı; silis dumanı/çimento $\leq 0,11$ (kütlece) olmalı. TS EN 197-1'e uygun CEM-I tipi çimentoların aşağıdaki (k) değerlerinde silis dumanı katılmasına izin verilir:

$s/\zeta \leq 0,45$ ise $k= 2,0$
 $s/\zeta \geq 0,45$ ise $k= 2,0$ alınır. Ancak sülfat etkisindeki betonlarda $k=1$ alınır.

Toplam bağlayıcı (çimento+silis dumanı) miktarı, en az çimento miktarından az olmamalıdır. En az çimento miktarı $\leq 300 \text{ kg/m}^3$ olan betonlarda, en az çimento miktarı 30 kg/m^3 ten daha fazla eksiltilemez. Boya maddelerinin EN 12878'e; uçucu külün EN 450'ye; silis dumanının (tozu) pr EN 13263:1998'e uygunluğu kanıtlanmalıdır.

Klorür içeriği: Klorür iyonları, betonarme elemanlarda çelik donatıda korozyon hızının artışına neden olur. Bu nedenle betonun klorür içeriği seçilen sınıf için Tablo:3'teki değerleri geçmemelidir.

Tablo 3: Betonun En Fazla Klorür İçeriği [3]

| Kullanılan beton | Klorür içeriği sınıfı ^a | Çimento ^b kütlesine göre en fazla (cl) |
|---|------------------------------------|---|
| Korozyona dayanıklı kaldırma (tutma) parçaları hariç, çelik donatı veya gömülü metal ihtiva etmeyen | Cl 1,0 | %1,0 |
| Çelik donatı ve diğer gömülü metal ihtiva eden | Cl 0,20 | %20 |
| | Cl 0,40 | %40 |
| Çelik ön gerilme donatısı ihtiva eden | Cl 0,10 | %10 |
| | Cl 0,20 | %20 |

^a Betonun uygulanacağı yerde geçerli kurallara bağlı
^b Tip II mineral katkıların kullanıldığı ve mineral katkının çimento miktarına dâhil olarak kabul edildiği yerlerde klorür muhtevası, klorür iyonlarının, çimento+hesaba katılan katkı miktarına oranlanmasıyla bulunur.

Tablo 4: Beton Malzemelerin Kontrolü [3]

| | Bileşen | Muayene/deney türü | Amaç | En az sıklık |
|----|--|--|--|---|
| 1 | Çimentolar | Boşaltım öncesi teslim belgesi incelenmeli | Sipariş uygunluğu, kaynağın doğruluğunu belirleme | Her teslimde |
| 2 | Agregalar | Boşaltma öncesi teslim bölgesi incelenmeli | Siparişin doğru kaynaktan olup olmadığını belirleme | Her teslimde |
| 3 | | Muayene, agrega boşaltımdan önce yapılmalı | Tane büyüklüğü dağılımı, tane şekli ve kirlilik bakımından normal görünüşlü agrega ile mukayese için | Her teslimde/ teslimatın taşıma band ile yapılması hâlinde, belirli aralıklarla |
| 4 | | EN 933'e uygun olarak elek analizi deneyi | Standart veya üzerinde mutabakat sağlanmış tane büyüklüğü dağılımına uygunluk değerlendirmesi için | Tedarikçiden bilgi alınmamışsa yeni kaynak için ilk teslimde, şüpheli durumda veya teslim şartlarına göre belirli aralıklarla |
| 5 | | Kirlilik tayini deneyi | Kirlilik verici maddenin varlığını ve miktarının tayini için | Tedarikçiden bilgi alınmamışsa ilk teslimde, şüpheli durumda, şartlara göre belli aralıkla |
| 6 | | EN 1097-3'e göre su emme deneyi | Betonun etkili su emme miktarını belirlemek için | Tedarikçiden bu bilgi alınmamışsa yeni kaynak için ilk teslimde ve şüphe durumunda. |
| 7 | | Ağır ve hafif agregalar için ilâve kontrol | EN 1097-3'e göre deney | Gevşek yığın yoğunluğunu ölçmek için |
| 8 | Kimyasal katkılar ^c | Boşaltma öncesi teslim belgesi ve ambalaj etiketinin incelenmesi | Siparişin doğru kaynaktan olup olmadığını belirleme | Her teslimde |
| 9 | | EN934-2'ye göre yoğunluk, kızılötesi ışın ile muayene | İmalâtçının beyan ettiği değerlerle mukayese için | Şüpheli durumda |
| 10 | Toz şeklinde | Boşaltma öncesi teslim belgesinin incelenmesi | Sipariş doğru kaynaktan gelip gelmediğini belirleme | Her teslimde |
| 11 | mineral katkılar ^c | Uçucu külün kızdırma kaybı deneyi | Hava sürüklenmiş betonda, karbon muhtevastındaki (etkili) değişimi belirleme | Tedarikçiden bilgi alınmadıysa betonun her tesliminde |
| 12 | Süspansiyon şeklinde mineral katkılar ^c | Boşaltma öncesi teslim belgesinin incelenmesi | Siparişin doğru kaynaktan olup olmadığını belirleme | Her teslimde |
| 13 | | Yoğunluk deneyi | Uniformluk belirlenmesi | Her teslimde veya imalâta aralıklarla |
| 14 | Su | PrEN 1008:1997'ye göre deney | İçilmez su olması durumunda suda zararlı madde tayini | Kaynağın ilk kullanımında veya şüphede |

- a. Her çimento tipinden haftada bir defa numune alınması denenmesi ve saklanması önerilir.
b. Sevk ve teslim bölgesinde, imalât veri sayfasında en fazla klorür muhtevası bulunmalı ve betonun kullanılacağı yerde alkali silika reaksiyonu bakımından tanımlayıcı sınıflandırma yapılmalıdır.
c. Her teslimden numune alınması ve bunların saklanması önerilir.
d. Sevk ve teslim belgesinde, standarda/şartnameye uygunluk belgesi veya beyan bulunmalı.

Tasarlanmış betonun üretim özelliklerinde başarı için, hazır beton tesislerinde makine ekipmanın da kontrol edilmesi gerekir. Bunun için Tablo 4'te verilen formata uygun olarak aşağıdaki hususların yazılarak kontrol edilmesi önem arz eder:

1. Stoklama ve ambar: Şartlara uygunluğu haftada bir kontrol edilmelidir.
2. Tartı cihazı: Tartının doğruluğu kontrol edilmelidir.
3. Kimyasal katkı dağıtıcıları: Transmikserlere monte edilenler dâhil, her katkı için ilk kullanımda ve belirli aralıklarla uygunluk kontrolü yapılmalıdır.
4. Su ölçer: Ölçünün doğruluğu kontrol edilmelidir.
5. İnce agreganın su muhtevası: Sürekli ölçümlerle, ölçülen değer ile gerçek değer arasında fark olup olmadığı kontrol edilmelidir.
6. Harmanlama sistemi: Gözle muayene yanında öngörülen malzeme kütlesi ile karışıma giren malzeme kütlesi arasındaki fark kontrol edilmelidir.
7. Deney cihazı: Geçerli millî standarda veya EN standardına göre muayene edilmelidir.
8. Karıştırıcı (transmikserler dâhil): Belirli aralıklarla gözle muayene edilmelidir.

5. BETONUN UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

TS EN 206-1 standardının beton üretiminde uygunlukla ilgili esasları şunlardır [3]:

Yeterli miktar ve sürede karıştırıcılarda harmanlanmış betonlarda, karıştırıcının ilk 1/6 ve son 5/6 kısmından alınan numune özellikleri arasındaki farkın, belirlenen limitlerden fazla çıkmayacak şekilde üretilmesi ve hedef dayanım özelliklerinin tutturulmasına uygunluk denir. Bu limit değerler, 1 m³ lük betonun birim ağırlığında 16 kg/m³, hava miktarında %1, çökmede 10 cm'den küçük ise 2,5 cm; 10-15 cm arasında ise 4,0 cm; 4,76 mm'lik elek üstünde kalan agrega miktarında %6; sıkışık beton harç yoğunluğunda %1,6; basınç dayanımında (3 silindir ortalaması 7 günlük değer) %7,5 olmalıdır. Bu husus betonun TS EN 206-1'de belirtilmemekle birlikte başlangıç deneylerinde bir yöntemdir.

Üretici, betonun belirtilen şartlara uygunluğundan sorumludur. Bu amaçla bir imalâtçı önce başlangıç deneylerini sonra da uygunluk ve imalât kontrolünü yapmalıdır. Başlangıç deneyleri betonun belirtilen özellikleri yakalaması için yeni beton veya yeni beton grubu kullanılmadan önce yapılmalıdır. Bu deneyler 15 °C ile 22 °C arasındaki sıcaklığa sahip taze betonda yapılır. Eğer beton şantiyede oldukça geniş aralıkta değişen sıcaklık şartlarında dökülecekse veya betona ısı işlem uygulanacaksa bu şartların önceden beton üreticisine bildirilmeli ve beton üzerindeki muhtemel etkileri dikkate alınmalıdır. Her beton karışımı, başlangıç deneylerinde üç harman karışım ve her harmandan üçer adet numune üzerinden deney yapılır.

Bulunan değerler kayda alınmalıdır. Başlangıç üretimi en az 35 deney sonucu elde edilinceye kadarki beton imalatını kapsar.

Gerçek uygulamada kullanılacak karışım oranlarına sahip betonun f_{ck} dayanım değerleri ilgili beton sınıfı değerlerinden az olmamalı, fazla olmalıdır. Fazlalık, beklenen standart sapmanın yaklaşık iki katı kadar olmalı. Bu fark 6 N/mm^2 ile 12 N/mm^2 dayanıma tekabül eder. Özellikle C8/9 ile C55/67 arasında olan normal veya ağır betona ile LC 8/9 ile LC 55/60 arasında olan beton grubuna uygulanır. Daha yüksek dayanımlı betonlarda beton grubu kavramı uygulanmaz. Başlangıç deneylerinin, standarda göre tarif edilmiş beton için kriterleri; $f_{cm}=f_{ck}+12'$ dir. Betonlarda uygunluk ve üretim kontrolü için esaslar; Tablo 5-10'da verilmiştir. Beton üretiminde uygunluk kontrolünde a. numune alma uygunluğu b. Basınç dayanımı uygunluğu, c. Yarmada çekme dayanımı uygunluğu d. Kıvam uygunluğu gibi hususların yanında diğer bazı özelliklerin (Tablo 6) uygunluğuna da bakılmalıdır.

5.1. Numune alma uygunluk kontrolü

Betonda numune alma yeri, teslim yeri ile numune alma yeri arasında fark olmayacak şekilde tayin edilmelidir. Doygun olmayan agrega kullanılan hafif betonlarda numuneler betonun teslim yerinden alınmalıdır. Deneylerde numune alma sıklığı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Betonda En Az Numune Alma Sıklığı [3]

| İmalat | En az numune alma sıklığı | | |
|---|----------------------------------|---|---|
| | İmalâtın ilk 50 m^3 'ü | İlk 50 m^3 ten sonraki imalât | |
| | | İmalât kontrol belgesi olan beton | İmalât kontrol belgesi olmayan beton |
| Başlangıç (35 deney yapılıncaya kadar) | 3 num. | 200 m^3 'te bir veya bir haftalık imalâtten iki | 150 m^3 'te bir veya bir günlük imalâtten bir |
| Sürekli ^b (35 deney yapıldıktan sonra) | | 400 m^3 'te bir veya bir haftalık imalâtten bir | 150 m^3 'te bir veya bir günlük imalâtten bir |

^a Numune alma, bütün imalâta yayılmalı ve her 25 m^3 beton için birden fazla numune alınmamalı.

^b Başlangıç imalâtı için, son 15 ad. deneyin sonuç standart sapması $1,37 \sigma$ 'yı geçmiyorsa numune alma sıklığı, daha sonraki 35 deney sonucu elde edilinceye kadar gerekli sıklığa çıkarılmalıdır.

5.2. Basınç dayanımında uygunluk kontrolü

Betonda çeşitli özellikler vardır. Bunlardan basınç dayanımı uygunluk kriteri ise Tablo 6'da; yoğunluk, s/ç oranı, hava içeriği ve klorür miktarı gibi özelliklerin uygunluk kriterleri ise Tablo 7'de, verilmiştir. Beton basınç dayanımı uygunluğu 28 günlük deneye tabi tutulan numuneler üzerinden aşağıda verilen kriterlere göre değerlendirilir:

- a. "n" adet ardışık deney sonucu grubu - f_{cm} (1. kriter)

b. Tek deney sonucu - f_{ci} (2. kriter)

Tablo 6: Basınç Dayanımı İçin Uygunluk Kriterleri [3]

| İmalât | Basınç dayanımı deney sonucu "n" adet | 1. kriter | 2. kriter |
|-----------|---------------------------------------|---|---|
| | | "n" ad. deney sonucu ort. f_{cm} (N/mm ²) | Herhangi tek deney sonucu f_{ci} (N/mm ²) |
| Başlangıç | 3 | $\geq f_{ck}+4$ | $\geq f_{ck}-4$ |
| Sürekli | 15 | $\geq f_{ck}+1,48 \sigma$ | $\geq f_{ck}-4$ |

Başlangıçta, uygunluğu kontrol edilecek betonun üretim süresinin hemen öncesinde, en az üç aylık sürede elde edilen en az 35 deney sonucundan standart sapma hesaplanmalıdır. Bu değer tüm imalât için tahmini standart sapma (σ) olarak alınır. Bu standart sapma değeri ile daha sonraki imalâttan elde edilecek standart sapma değeri arasında $0,63 \sigma \leq S_{15} \leq 1,37 \sigma$ gibi bir ilişki olmalıdır. Bu şart yerine getirildiğinde üretime izin verilir [3].

S_{15} : Üretim süresinde son 15 sonuç arasında tespit edilen standart sapmadır. (S_{15} 'in bu sınır değerler dışında olması durumunda sürekli üretim son 35 deney sonucu kullanılarak yeni (σ) değeri hesaplanır.

Σ : Başlangıçtaki standart sapma

Dayanımdan başka beton özellikleri için en son 12 ayı geçmeyen değerlendirme döneminde devam eden imalâta yapılır. Bunlar için kabul edilebilir kusurlu deney adetleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 7: Dayanımdan Başka Özellikler İçin Uygunluk Kriterleri [3]

| Özellik | Deney metodu veya tayin metodu | En az numune veya tayin adedi | Kabul edilebilir kusurlu num. Ad. | Tek deney sonuçlarının (belirlenmiş sınıf için verilen sınırlardan/toleranslardan izin verilen en büyük sapması) | |
|--|---|---------------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------|
| | | | | Alt sınır | Üst sınır |
| Ağır betonun yoğunluğu | EN 12390-7 | Basınç day. için Tablo 6 | Tablo 8 | -30 kg/m ³ | Sınır yok ^a |
| Hafif betonun yoğunluğu | EN12390-7 | Basınç day. için Tablo 6 | Tablo 8 | -30 kg/m ³ | +30 kg/m ³ |
| Su/çimento | Bkz TS EN 206-1, M 5.4.2 | Günde bir | Tablo 8 | Sınır yok ^a | +0,02 |
| Çimento içeriği | Bkz TS EN 206-1, M 5.4.2 | Günde bir | Tablo 8 | -10 kg/m ³ | Sınır yok ^a |
| Hava sürüklenmiş taze betonun hava içeriği | Normal ve ağır betonda EN 12350-7; hafif betonda ASTM C 173 | Düzenli bir günlük üretimden bir num. | Tablo 8 | -%0,5 mutlak değer | +%1,0 Mutlak değer |
| Betonun klorür içeriği | Bkz. TS EN 206-1, M 5.4.7 | Her beton bileşimi için. | 0 | Sınır yok ^a | Daha yüksek değere izin yok. |

5.3. Yarmada çekme dayanımında uygunluk kontrolü

Bu tür deneyle uygunluk kontrolü beton gruplarına uygulanmaz, her beton bileşimi ayrı ayrı değerlendirilir. Betonun yarmada çekme dayanımı için uygunluk değerlendirilmesinde en son 12 ayı geçmeyen değerlendirme süresi boyunca elde edilen deney sonuçları kullanılır. Karakteristik yarmada çekme dayanımının (f_{tk}) uygunluğu, Tablo 9'da verilen iki kriterin sağlanması ile doğrulanmış olur.

5.4. Kıvam uygunluk kontrolü

Bu tür bir kontrolde kabul edilebilir kusurlu beton numune adedi Tablo 8'de verilmiştir. Kıvam deneyleri değişik kıvam tayin türlerine göre test edilir (Tablo 10).

Tablo 8: Dayanımdan Başka Özellikler İçin Uygunluk Değerlendirmesinde Kabul Edilebilir Kusurlu Deney Sonucu (SQL) Adedi [3]

| AQL= %4 | | | AQL= %15 | | |
|-------------------|-------------------------------------|--|-------------------|-------------------------------------|--|
| Deney sonucu (ad) | Kabul edilebilir kusurlu sonuç (ad) | | Deney sonucu (ad) | Kabul edilebilir kusurlu sonuç (ad) | |
| 1-12 | 0 | | 1-2 | 0 | |
| 13-19 | 1 | | 3-4 | 1 | |
| 20-31 | 2 | | 5-7 | 2 | |
| 32-39 | 3 | | 8-12 | 3 | |
| 40-49 | 4 | | 13-19 | 5 | |
| 50-64 | 5 | | 20-31 | 7 | |
| 65-79 | 6 | | 32-49 | 10 | |
| 80-94 | 7 | | 50-79 | 14 | |
| 95-100 | 8 | | 80-100 | 21 | |

Tablo 9: Yarmada Çekme Dayanımı İçin Uygunluk Kriterleri [3]

| İmalât | Gruptan elde edilen deney sonucu adedi "n" | 1. kriter | 2. kriter |
|-----------|--|---|--|
| | | "n" ad. deney sonucu ort. f_{cm} (N/mm ²) | Herhangi tek deney sonucu f_s (N/mm ²) |
| Başlangıç | 3 | $\geq f_{tk} + 0,5$ | $\geq f_{tk} - 0,5$ |
| Sürekli | 15 | $\geq f_{tk} + 1,48 \sigma$ | $\geq f_{tk} - 0,5$ |

Tablo 10: Kıvam İçin Uygunluk Kriterleri [3]

| Deney metodu | | En az numune veya tayin ad. | Tek deney sonuçlarının belirlenmiş sınıf için veya hedef değer toleranslarından en büyük sapması | |
|------------------------------|---|--|--|---------------------|
| | | | Alt sınır | Üst sınır |
| Gözle muayene | Belirli kıvamdaki ve normal kıvamdaki beton görünü-şünü karşılaştırma | Her harmanda, teslim edilen her araçta | - | - |
| Çökme (slamp) | EN 12350-2 | 1) Basınç dayanımı için | -10 mm | +20 mm |
| Ve-be süresi | EN 12350-3 | Tablo 6'da verilen | -20 sn ^b | +30 sn ^b |
| Sıkıştırılabilirlik derecesi | EN 12350-4 | sıklıkta | -0,05 | +0,03 |
| Yayılmaya değeri | | 2) Hava içeriği deneyi yapıldığında | -0,07 ^b | +0,05 ^b |
| | | 3) Gözle muayene sonucu şüphe edilirse | -15 mm | +30 mm |
| | | | -25 mm ^b | +40 mm ^b |

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kalite kontrol, her türlü üretim ve hizmet sektöründe işlemlerin kontrolü için yapılan plânlanmış ve sistematik olarak ifade edilmiş faaliyetler bütünüdür. Kalite kontrol eğitimle başlar ve bu faaliyetlerin sonu gelmez. Bu nedenlerdir ki, kurum içi ve dışı eğitim faaliyetlerine önem verilmelidir.

Kalite ve maliyet birbirinin tamamlayıcısı ve ayrılmaz parçasıdır. Yapılan işlerdeki başarısızlık ek bir maliyet getireceği içindir ki, iç başarısızlık ve dış başarısızlık diye tanımlanan konularda başarısızlığı önleme bağlamında detaylı çalışmalar yapılmalıdır [8]. Önleme faaliyetlerinde hatanın ilk defa ortaya çıkmasını engellemek esastır [9].

Kalite kontrol prensipleri açık ve net ortaya konulmalıdır. Bunun için üretim sürecinde kim, neyi, niçin, ne zaman, nerede, ne kadar, neyle ve kiminle yapacağına ilişkin sorulara açık net cevap veren yazılı belgeler oluşturulmalı, yazılmamış kurallarla hareket edilmemelidir.

Beton üretiminde ve kalite kontrolünde Mart 2004 tarihinde yürürlüğe giren TS EN 206-1 standardı esas alınmalıdır.

Beton üreticileri, betonun döküm sonrası bakımından da sorumlu olmalı. Bu husus döküm, sıkıştırma ve kür faaliyetlerini kapsar.

Müşteriye kalite güvence belgesi verilmelidir.

Beton üretim süreci de dâhil olmak üzere inşaatın her aşamasında iş ve işçi sağlığı önlemleri alınmalıdır.

Tüm hazır beton üreticileri kurumsallaşmanın bir gereği olarak Türkiye Hazır Beton Üreticileri Birliği'nin üyesi olmalı ve kurumsal denetime açık olduklarını göstermelidir.

NOT: Bu çalışmada TS EN 206-1 ile ilgili tüm veriler bulunmamaktadır.

7. KAYNAKÇA

- [1] ISO 8402 Quality management and quality assurance, “defines the fundamental terms relating to quality concepts, as they apply to all areas, for the preparation and use of quality-related standards and for mutual understanding in international communications”, vocabulary, 2000.
- [2] Anonim, ISO9000 Kalite Yönetim Sistemi Dökümantasyon Eğitim Notları, Z Yönetim Danışmanlığı, Adana 1999.
- [3] TS EN 206-1 Beton: Özellik, Performans, İmalât ve Uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara Nisan 2002.
- [4] Baradan, B., Yazıcı, H., Betonarme Yapılarda Durabilite ve TS EN 206-1 Standardının Getirdiği Yenilikler, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 426, 2003.
- [5] Altuntaş, M., Kalite İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri, Erciyes Üniversitesi, Kayseri 1996.
- [6] Güner, E., Kalite, Kalite Maliyetleri ve Hazır Beton, Çimento Sanayiinde Bir Uygulama (Yüksek Lisans Tezi), MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya 2003.
- [7] Yeğinoğlu, A., Çimentoda Yeni Standartlar ve Mineral Katkılar, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 426, 2003.
- [8] Shank, J., Gonindarajan, V., Measuring The Cost of Quality: A Strategic Cost Management Perspective, Journal of Cost Management, 8(2), 1994.

- [9] Juran, J., Grayna, F.M., Juran's Quality Control Handbook, Mc Graw Hill Book Company, New York 1984.

DEVELOPMENT OF QUALITY CONTROL TECHNIQUES IN DI PRODUCTION OF REDIMIX CONCRETE IN ACCORDING TO TS EN 206-1 STANDARD

S. OYMAEL*

Abstract. There is a intensive competition in domestic and foreign markets regarding ready mixed concrete production. In this competition, the main reasons forcing establishments are the delivery of the desired product with an adequate quality in timely manner. To achieve this target the following are necessary: exact and correct understading of client needs and expectations and its assessment, correct and exact transmission to correesponding braches of the institution, following appropriate working steps to create process and products, and finally submitting the product to client in an appropriate form. Measuring the quality of a good or service and providing "quality assurance" to customers constitute the basis for the "quality assurance" system.

In this study, performing the quality control techniques in the materials supplying and concrete production processes in accordance with TS EN 206-1 is aimed in order to achieve quality perfection in concrete production at ready mixed concrete companies. TS EN 206-1 standard, being valid since March 2004 and replaced with TS 11222, is not yet a wel known standard in the civil construction sector.

Key words: Concrete, Confirmity In Concrete, Quality Control, Standards.

(*) Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 31040 Hatay, Türkiye
soymael@mku.edu.tr