

Betondan Karot Alınması ve Uygunluğunun Değerlendirilmesi*

Dr. Tümer AKAKIN**

Karot standardı TS 10465 Nisan 2010'da iptal edilerek yerine TS EN 13791 [1] kullanılmaya başlandı. Bu yazıda yeni karot standardı ve karot alınırken dikkat edilmesi gereken hususlara kısaca yer verilecektir.

Öncelikle karotun neden alındığının belirlenmesi gerekir. Karot alınmasının nedenleri aşağıdakiler olabilir;

Yerine yerleştirilmiş olan beton şartnameye uygun olarak gelmiş, sıkıştırılmış ve bakımı yapılmış mıdır?

Mevcut yapıdaki dayanım genel olarak nedir?

En yüksek gerilmelerin olduğu bölgedeki bir elemanın betonu yeterli basınç dayanımına sahip mi? (Bu durumda alınacak beton parçasının bile katkısına ihtiyacı olan bir elemandan numune alınırken dikkat edilmeli ve yapıyla ilgili bilgi sahibi olan bir mühendis eşliğinde numune alınmalıdır.)

Gerçek yüklemelere karşı dayanımın belirlenmesi. (Betonun mevcut yüklemelere karşı dayanımı belirlenmesi istenebilir. Bazı durumlarda projelerde öngörülen yükler gerçek yüklerden çok daha fazla olabilir.)

Günümüzde ise karot yaygın olarak gelen betondan alınan taze beton deney sonuçlarının uygun çıkmaması durumunda gelen betonun kalitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Halbuki bu uygulama uygun olmayan yerleştirme ve bakım işlemlerinin karot dayanımı sonucu belirlenen beton dayanımının etkilemesine neden olmaktadır. TS EN 13791'de "EN 206-1'e göre yapılan beton deneylerinin yerini alamaz" hükmü açıkça yer almaktadır.

TS EN 13791'e [1] göre beton dayanımının yerinde tayinine gerek duyulabilecek haller:

" Mevcut yapının modifiye edileceği veya yeniden tasarılacağı durumlarda,

- Kusurlu işçilik, yangın veya diğer etkilerle betondaki bozulma sebebiyle yapıdaki basınç dayanımı hakkında şüphe duyulması halinde, yapısal yeterliliğinin değerlendirilmesi halinde,
- İnşaat yapımı esnasında beton dayanımının yapıda değerlendirilmesine ihtiyaç duyulduğu hallerde,

■ Standard deney numunelerinden elde edilen basınç dayanımının uygun olması halinde, yapısal yeterliliğin değerlendirilmesinde,

■ Şartname veya mamul standardında belirtilmiş olması halinde, yapıdaki beton basınç dayanımı uygunluğunun değerlendirilmesinde."

olarak verilmiştir.

Bu durumda yerindeki beton basınç dayanımından kullanıcının da hataları olabileceği nedeniyle üretici mesul değildir. Fakat ülkemizde bazen Yapı

Denetim kuruluşları tarafından uygun kabul edilmeyen taze beton sonuçları nedeniyle bu standardın uygulanmasına gidilmektedir. Bu durumda standarda göre betonun "Yeni beton yapıdaki, beton kalitesi, uygun olmayan veya kusurlu işçilik hakkında anlaşmazlık" halinde yapılması gerekenler bu kılavuzda aktarılacaktır.

Fakat karot üzerinden değerlendirmeye başlamadan önce taze beton sonuçlarının neden kötü çıkabileceğini irdelememiz gerekiyor. Öncelikle taze beton deney numunelerinin iyi korunmasının sağlanması gerekmektedir. Bir araştırmada özellikle sıcak iklimlerde taze beton numunelerinin taşınması, alınması, saklanması gibi şartlara uyulmadığında düşük çıkan numunelerden alınan karotların %83'ü uygun çıkmıştır. [2]. Bu hem zaman hem de para kaybına neden olmaktadır. Bu oran ülkemizdeki bazı beton üreticilerinde daha yüksek çıkabilmektedir.

Core Sampling from Concrete and Assessment of its Suitability *

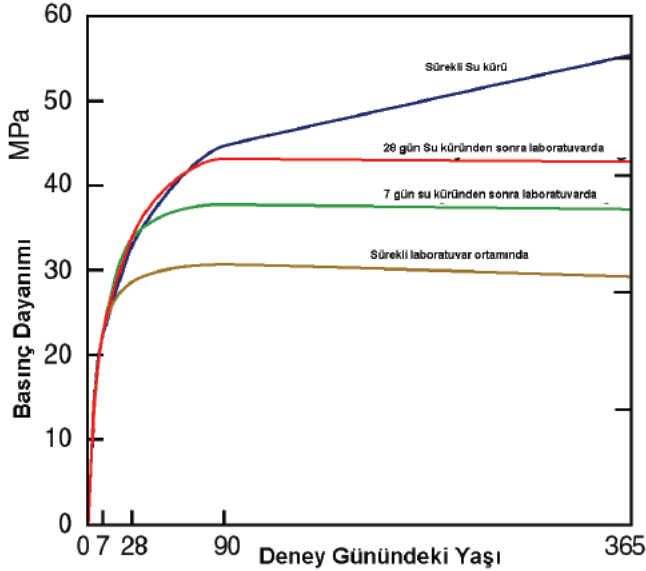
The core standard TS 10465 was cancelled in April 2010 and TS EN 13791 [1] was started to be used instead. In this article, the new core standard and the issues that must be taken into account in core sampling will be underlined.

First, it is necessary to know why the core is sampled. Reasons for core sampling can be the following;

* İstanbul İMO Bülten 112. Sayı'da yayınlanmıştır.

**Türkiye Hazır Beton Birliği Genel Sekreteri, tumer.akakin@thbb.org

Farklı laboratuvar koşullarında bırakılmış numunelerin farklı yaşlardaki dayanım sonuçları Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre kür edilmemiş numuneler 28 günde kür edilmiş numunelerin ancak %60-70’i kadar dayanımı sağlayabilmişlerdir.[3]



Şekil 1. Betonun Dayanım Kazanımında Kür Etkisi [3]

Doğru sonuçların elde edilmesi için laboratuvar şartlarının standarda uygun olması ve standarda uygun bir preste standarda uygun bir şekilde kırımının yapılması sağlanmalıdır. Dayanım anlaşmazlığı konusunda bir üretici kapsamlı bir deney sistemine girmiş ve Tablo 1’deki sonuçları elde etmiştir.[4]

Bu şantiyede laboratuvarda yapılan uygulamalarda oluşan farklılıklar nedeniyle %10 a varan dayanım farkları görülmektedir. Standarddan sapan uygulamalar çoğu zaman dayanımı artırmaz düşürür. Bu nedenle beton basınç dayanımı deneyini yaparken standarda tam anlamıyla uyulması gerekmektedir.

Numune kalıplarının ve dolayısıyla numunelerin de standarda uygun olması gerekmektedir. Yapılan araştırmada numune kalıplarının standarda uygun olmaması durumunda basınç dayanımları farkının C35-C40 sınıflarındaki betonlar için 8-10 MPa çıkabileceği belirlenmiştir. [5]

Fakat yine de betonun uygunluğu karot ile değerlendirilecekse standarda uyulmalıdır. Bu yazıda uygun karot alınması ve karotların değerlendirilmesi ve karot raporlarında yazılması gereken bilgilere kısaca yer verilecektir.

Tablo 1. Üretici ve İş Sahibi Laboratuvarları Arasındaki Dayanım Farkları [4] MPa

Karışım	Dayanım (MPa)		Oran (%)	Dayanım (MPa)	Oran (%)	Dayanım (MPa)	Oran (%)
	XX	OO	OO/XX	OX	OX/XX	XO	XO/XX
A	30,7	27,6	89,9	30,7	100,3	28,1	91,7
B	30,2	27,9	92,2	29,3	96,9	28,3	93,9
C	28,2	25,0	88,9	28,2	99,9	25,9	92,0
D	36,3	35,1	96,7	38,7	106,8	35,1	96,9
E	29,5	24,8	84,2	30,1	102,2	25,9	87,7
F	32,1	25,3	78,9	24,0	74,6	25,9	80,6
Ortalama			88,7		96,9		90,6
Ağırlıklı Ortalama			90,9		98,3		92,6

Notlar;

X: Hazır Beton Tesisi Laboratuvarı

O: İş sahibinin laboratuvarı

XX: Numuneyi alan X, Deneyi yapan X

OO: Numuneyi alan O, Deneyi yapan O

OX: Numuneyi alan O, Numuneyi taşıyan, bakım yapan, test eden X

XO: Numuneyi alan X, Numuneyi taşıyan, bakım yapan, test eden O

I. TS EN 12504' e Göre Karot Alınması

TS EN 13791 standardına göre karot alınması TS EN 12504-1'e [6] göre yapılmalıdır. Öncelikle karot alım yerlerinin uygun belirlenmesi gerekmektedir. TS EN 13791'de belirtildiği ve II Bölüm'de özetlendiğine göre uygun sayıda numune alınması gerekmektedir. Bu sayıya uygun olarak deney bölgeleri belirlenmelidir.

Numune alımında kolonların orta kesimleri tercih edilmeli ve donatının yerleri belirlenerek donatıların kesilmemesi sağlanmalıdır. Tablilerden mümkün olduğunca karot alınmamalıdır. Zira statik açıdan daha az önemde olup yerleştirme ve kür problemleri daha fazla yaşanmaktadır. Karot aleti kolona dik olarak sabitlenmeli ve karot alımı sırasında karotun diklikten sapmaması sağlanmalıdır. Karot yan yüzeyinin, çizilen doğrultu çizgisinden sapma toleransı, ortalama karot çapının %3'ü olmalıdır. Karot çapı olarak 100mm ve üzeri tercih edilmelidir. (Standard karot çapının agrega maksimum tane büyüklüğünün en az 3 katı olmasını istemektedir) (90mm altı karotlar için TS EN 12390-4 [7] uygun beton test cihazlarının uyarlanması gerekmektedir) TS EN 12504-1[6].

Karotlar alındıktan sonra kurutularak laboratuvar ortamında saklanmalıdır. Başlıklama yapılmalı ve numune boyutları ölçülmelidir. Başlıklama ve kesme işlemleri sırasında ıslanan numune tekrar laboratuvar şartlarında kurutulmalıdır. Silindir eşdeğer dayanımı için L/D (boy/çap oranı)=2, küp eşdeğer dayanımı için L/D (boy/çap oranı)= 1 tercih edilmelidir.

Kükürt, çimento veya aşındırma uygulanmış başlıklar kullanılabilir. En doğru dayanım düzgün bir aşındırma ile sağlanacaktır. Bu şekilde hazırlanan uç yüzeylerinin yan yüze göre diklikten sapma toleransı TS EN12390-1'e [8] uygun olmalıdır. Basınç dayanımı deneyi için karot numunenin uç yüzeyleri, TS EN 12390-3'de [9] verilen Ek A'ya uygun şekilde hazırlanmalıdır.

12390-1 madde 4.3.3'e göre silindir numunelerin yan yüzünün, alt ve üst yüzeylere göre diklikten sapma toleransı, $\pm 0,5$ mm'dir. Ayrıca yük uygulanacak olan yüzeylerin düzlükten sapma toleransı,

$\pm 0,0006$ d'dir. Buna göre 100mm çapında bir karotun yüzeylerinin düzlükten sapma toleransı sadece 0,06mm'dir. Yükseklik toleransı TS EN 12390-1'e göre %5'tir. Buna göre 100mm'lik karotun başlıklı hali 95mm-105mm arasında olma-

lıdır. Karot yan yüzeyinin, çizilen doğrultu çizgisinden sapma toleransı, ortalama karot çapının %3'ü olmalı bu 100mm karot için 3mm yapmaktadır.

Yapılacak diğer ölçümler ;

Karot çapı, karot uzunluğunun yarısı ve dörttebir noktalarından, birbirine dik iki doğrultuda ölçülmelidir. Karot uzunluğu,

teslim alındığı haliyle en büyük ve en küçük uzunluk değerleri ve uçlarının düzeltilme işlemleri tamamlandıktan sonraki uzunluğu ölçülmelidir. Bu ölçümler %1 doğrulukla yapılması gerektiğinden basit bir cetvel ile değil kalibrasyonlu bir kumpas ile yapılmalıdır.

Ayrıca diklikten sapmaların yüzey düzgünlüklerinin belirlenmesi için kalibrasyonlu bir dik gönye ve bir kıl gönye ile sentil kullanılmalıdır.

Burada dikkat edilmesi gereken numune başlıklamadan sonra yukarıda verilen toleransların sağlanmasıdır. TS EN 12504-1'e göre Karot Basınç dayanımı Deney raporunda özellikle yukarıda yapılan ölçümlere de yer verilmeli ve numuneler kesinlikle TS EN 12390-1'de belirtilen toleranslara uygun olmalıdır.

Karot Basınç dayanımı Deney raporunda TS 12504-2'ye göre olması gereken bilgiler aşağıda verilmiştir.

"a) Deney numunesinin tanıtımı ve tarifi,

b) Betonun, agrega en büyük anma tane büyüklüğü,

c) Karot alma tarihi,

d) Belirlenen herhangi bir kusur da

belirtilerek, gözle muayene bulguları,

e) Donatının (varsa), çapı ve yeri, mm olarak,

f) Numune hazırlanmasında kullanılan metot (kesme, aşındırma veya başlık yapma),

g) Karot uzunluğu ve çapı,

h) Deney için hazırlanması numunenin boy (uzunluk)/çap oranı,

i) Numunenin deney anındaki yüzey rutubet durumu,

j) Deney yapılma tarihi,

k) Karot numunenin basınç dayanımı, MPa veya N/mm² olarak,

l) Muayene veya basınç dayanımı deneyinde standard deney

• Has the concrete that was placed in its location been delivered, contracted, and serviced in accordance with the specifications?

• What is the strength in the current structure in general?

• Does the concrete of an element in an area where the highest stresses take place have sufficient pressure strength? (In this case, attention must be paid when sampling from an element that needs for the contribution of even a part of the concrete to be sampled and sampling must be conducted in company with an engineer who has knowledge regarding the structure.)

• Determination of the strength against the actual loads. (Determination of the strength of the concrete against current loads may be requested. In some cases, the loads envisaged in the projects can be much more than the actual loads.)

Today, core is widely used in the determination of the incoming concrete in the event that the tests on the incoming fresh concrete do not yield appropriate results. This application, however, causes the inappropriate placement and maintenance to have an impact on the concrete strength determined as a result of the core strength. In TS EN 13791, the provision of "Cannot be substituted with the concrete tests done as per EN 206-1" is clearly stated.

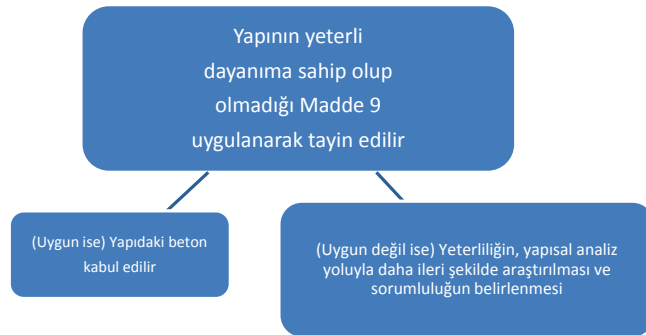
metodundan olan herhangi bir sapma,

m) Standard deney metodundan herhangi bir sapma (i Maddesi) kaydedilmemişse, muayene ve deneyden sorumlu kişi tarafından, deneyin bu standarda uygun yapıldığına dair beyan,”

II. TS EN 13791'e Göre Uygunluk Değerlendirilmesi

TS EN 13791'e göre yeni yapıda dökülen bir betonun yapıdaki uygunluğu ile ilgili 9. Maddeye göre değerlendirme yapılabilir. Uygun çıkmaması durumunda yeterliliğin değerlendirilmesi amacı ile yapısal analiz yapılır.

Şekil 2. TS EN 13791'e göre beton dayanımının uygun olması veya olmaması durumunda yapılması gerekenler



TS EN 13791 Madde 9'da uygunluk değerlendirmesi için üç tane farklı alternatif vardır. Bu alternatifler beton miktarına ve dolaylı yöntemlerin kullanımına göre değişmektedir. Bir günlük beton dökümü için az harmanlar için olan üçüncü alternatif kullanılabilir.

a) Çok harmanlı betonlarda (Birden fazla günde dökülen çok büyük temel, çok geniş tabliyelerde yapılabilecek bir uygulama)

i) 15 tane karot alarak istatistiksel olarak denetim (1. alternatif)

$$f_{m(n),is} \geq 0,85 \times (f_{ck} + 1,48 \times s)$$

$$f_{is, endüşük} \geq 0,85 \times (f_{ck} - 4)$$

$f_{m(n),is}$ = n adet yerinde basınç dayanımının ortalaması

$f_{is, endüşük}$ =Yapıdaki basınç dayanımlarından en düşüğü

f_{ck} =Standard numune karakteristik basınç dayanımı

s=Standard sapma

Standartda altta verilen not ile yetersiz dayanımın sadece beton üreticisi değil uygulamasından da kaynaklanabileceği belir-

tirmekte ve beton dayanımının düşük olmasının lokal bir sorun olabileceği belirtilmiştir.

“Not 1 - Herhangi bir karotta belirlenen yetersiz dayanım, genel problemden ziyade yerel bir problemi ifade edebilir.”

ii) 15 dolaylı ölçüm (schmidt çekici gibi) sonucu alınarak, en düşük schmidt çekici ölçümü çıkan yerden alınan iki karottan (2. alternatif) her birinin

$$f_{is, endüşük} \geq 0,85 \times (f_{ck} - 4) \text{ü sağlaması}$$

$f_{is, endüşük}$ =Yapıdaki basınç dayanımlarından en düşüğü

f_{ck} =Standard numune karakteristik basınç dayanımı

Standartda verilen bu ikinci alternatifte dolaylı yöntemin yardımı ile en düşük dayanım çıkması muhtemel yer belirlenerek sadece 2 karot alınmasıyla uygunluk değerlendirmesi yapılabilir. Burada schmidt çekici sadece en düşük bölgenin belirlenmesinde kullanılmakta elde edilen sonuçlar herhangi bir değerlendirmede kullanılmamaktadır.

b) Az harmanlı betonlarda iki karot alınarak her iki karotun (Bu yöntem bir günlük beton üretiminin değerlendirilmesi için kullanılabilir - 3. alternatif)

$$f_{is, endüşük} \geq 0,85 \times (f_{ck} - 4) \text{ü sağlaması}$$

$f_{is, endüşük}$ =Yapıdaki basınç dayanımlarından en düşüğü

f_{ck} =Standard numune karakteristik basınç dayanımı

halinde bölgedeki beton dayanımının yeterli olduğunu kabul edilir.

Standartdaki 2. not yine bakımın ve yerleştirmenin etkilerini belirtmektedir;

“Not 2 - Yapıdaki beton dayanımının düşük çıkmasının çok sayıda sebebi vardır. Betonun, şartname gereklerini sağlamaması, yetersiz sıkıştırma veya şantiyede betona kontrolsüz su ilavesi bu sebepler arasında sayılabilir. Beton imalatçısı ve kullanıcısı, beton dayanımının yetersizliğine sebep olan unsurlardan önemli olanların tanımlanmasına ihtiyaç duyabilir.”

TS EN 13791'e göre değerlendirme raporunda olması gereken bilgiler aşağıda verilmiştir.

“Değerlendirme raporunda aşağıda verilenler yer almalıdır:

a) Değerlendirmenin amacı,

b) Yapı bileşenlerin tanımı ve tarifi,

c) Betonla ilgili olarak temin edilebilen bilgi (karışım oranları,

dayanım sınıfı, beton yaşı vb.).

d) Aşağıdakileri ihtiva eden deney programı:

Deney yöntemleri,

Karotlar (boyutlar, uygulanan işlemler, maruz kaldığı şartlar, vb.),
Numune alma planı, Deney adedi, varsa, standard deney yönteminden olan sapma (deneyden önce bekleme süresi gibi).

e) Deney verileri ve sonuçlar,

f) Hesaplar,

g) Yapıdaki karakteristik basınç dayanımının tayini ve gerekliyse EN 206-1'e göre eşdeğer basınç dayanımı sınıfı."

Ayrıca betondaki boşluklar, karot içerisinde donatı bulunması ve betonun, deney esnasındaki olgunluğu da bu unsurlar arasında dikkate alınmalıdır. Bu standarda, bu hususlarda kılavuz bilgi yer almamaktadır. Bunlar dayanımı etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu kılavuzda karot dayanımını etkileyen bu hususlar üzerinde durulmaya çalışılacaktır.

III. Karot Dayanımını Etkileyen Değişkenler

a. Karot basınç dayanımı deneyi

Deney, EN 12390-4'e uygun basınç deney makinesi kullanılarak, TS EN 12390-3'e uygun şekilde yapılmalıdır. Basınç aleti uygun olmalı ve uygun yükleme hızı seçilmelidir.

b. Numune toleranslarının tam olarak sağlanamaması

TS EN 12390 -1 e uygun numune üretilmemesi ve başlıklanmaması.

Uç yüzeylerinin başlıklanması

Düşük dayanımlı başlıklar, karot dayanımını düşürür. Yüksek dayanımlı harç ve yüksek dayanımlı kükürt kullanılarak yapılan ince başlık, dayanımı önemli derecede etkilemez. Uç yüzeylerinin aşındırılarak düzeltilmesi en iyi sonucu verir.

Başlıklama malzemeleri arasındaki dayanım farkları Tablo 2'de verilmiştir. Genel kanı ve buradaki sonuçlara göre de C35 üstü betonlarda kükürt başlık tercih edilmemelidir. Bu araştırmada kullanılan kükürt başlıklar hazır olarak alınmış karışımlardır. Laboratuvarda rastgele hazırlanan veya tekrar tekrar geri kullanılan karışımların daha düşük çıkabileceği bilinmelidir.

Tablo 2. Başlıklama malzemelerinin dayanımı [10]

Başlıklama Malzemesi	Basınç Dayanımı (MPa)
Kükürtlü başlık (NFP 18 416)	35,6
Yüksek dayanımlı başlıklama malzemesi	62
50x50mm küpler dökümden 90 dakika sonra	

Başlıklama yöntemlerinden en iyisi aşındırmadır. Ancak aşındırma uygun olmadığı zaman yine dayanım kayıplarına neden olmaktadır. (Tablo 3).

Tablo 3. Aşındırmanın İyi veya kötü yapılmasının etkisi[10]

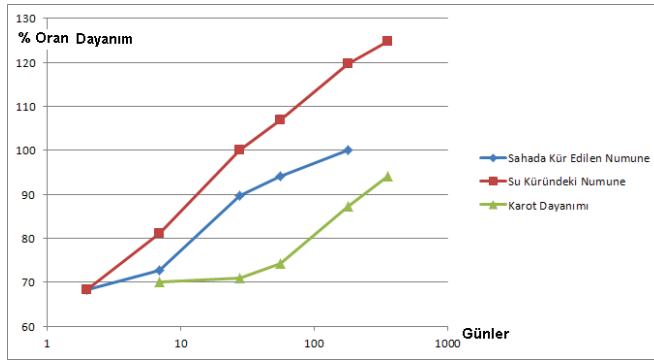
İyi Aşındırma MPa	Kötü Aşındırma MPa
106,4	82,5
100,1	84,7
105,2	94,7
118,6	96,1
118,7	94,7
Ortalama=109,8	Ortalama=90,5

Tablo 4. Farklı dayanımlardaki betonların farklı başlıklarla elde edilen dayanım sonuçları [10]MPa

	Normal dayanımlı Beton	Yüksek Dayanımlı Beton	Çok Yüksek Dayanımlı Beton
Aşındırma			
Ortalama Dayanım	58,9	75,4	119,2
Standard Sapma	1,6	2,0	3,1
Karakteristik Dayanım	55,7	71,4	113,0
Normalize Karakteristik Dayanım	100	100	100
Kum kutusu			
Ortalama Dayanım	58,9	73,7	112,3
Standard Sapma	2,0	1,6	5,7
Karakteristik Dayanım	55,0	70,5	100,9
Normalize Karakteristik Dayanım	98,7	98,7	89,3
Epoksi başlık			
Ortalama Dayanım	58,3	71,1	107,7
Standard Sapma	1,5	6,1	9,1
Karakteristik Dayanım	55,3	58,9	89,4
Normalize Karakteristik Dayanım	99,3	82,5	79,1
Kükürt başlık			
Ortalama Dayanım	56,4	67,8	102,7
Standard Sapma	2,3	2,8	5,5
Karakteristik Dayanım	51,8	62,1	91,8
Normalize Karakteristik Dayanım	93,0	87,0	81,2

c) Betonun yaşı ve bakımı

Betonun sertleşme sürecindeki bakımı ve karot alındığı andaki beton yaşı betonun basınç dayanımını etkilemektedir. Aşağıda belirtilen uygulamada sıcak havada dökülen betonda şantiyede alınan karot ile nemli ortamda tutulan betonlar arasındaki dayanım farkları verilmiştir. Basınç dayanımları arasındaki fark %60'lara kadar çıkabilmektedir. Aynı şekilde derin bir temelin içinde oluşan hidratasyon ısısından dolayı da beton dayanımı sıcaklık ile birlikte azalabilmektedir.[11]. Ayrıca soğuk havalarda da hidratasyon reaksiyonları yeterince oluşmadığı için dayanımlar erken yaşlarda sıcak havanın aksine dayanımı daha düşük olacaktır. Bu nedenle olgunluk kavramına dikkat edilmelidir.



Şekil 3. 37°C de farklı koşullarda kür edilen numuneler ve beton elemandan alınan karot dayanımı sonuçları [11]

d) Rutubet içeriği

Beton numuneleri kesim ve başlıklamadan dolayı ıslak ise laboratuvar ortamında kurutulmalıdır. Homojen olarak numunenin kuru olması sağlanmalıdır. Bu nedenle herhangi bir nedenle ıslanmasından sonra en az 7 gün boyunca kuruması sağlanmalıdır.

Karotun rutubet içeriği, ölçülen dayanımı etkiler. Suya doymuş karotun dayanımı, diğer özellikleri aynı olan hava kuru, rutubeti normal şartlarda % 8 - % 12 olan karot dayanımından % 10 - % 15 daha düşük çıkmaktadır. Bu nedenle karotların kırılmasından önce laboratuvar şartlarında bekletilmesi bu arada başlığının tamamlanması faydalı olacaktır. Ayrıca numunenin iç ve dışının nem farkı içsel gerilmelere neden olmakta ve dayanımı düşürmektedir. [12]

Betonun yapının şartlarını sağlayan bir rutubet ortamı oluşturulması için standard bir prosedür yoktur. Ancak numunelerin saklanma koşulları kayıt altında tutulmalıdır. ASTM C42:2004 [13] de yapı ile karotun rutubet koşulları arasındaki farkları en aza indirecek aşağıdaki şartlar verilmiştir.

Karot alımında sonra numuneleri 1 saat süreyle kurutup torbalayın. Numunelerin güneşe maruz kalmamasına dikkat edin. Eğer başlıklamada kesme veya aşındırma yapılacaksa karot alımından 2 gün içinde yapın. Daha sonra yüzeyi kurutup torbalar yerleştirin. Başlık yapımında su ile temasını en aza indirin. Eğer deney öncesi nemli bir işlem yapılmışsa veya karot alımından en az 5 gün sonra deneyi yapın. Genel olarak ıslak karot kuru karotlara göre daha düşük dayanım verirler ve nemin değişkenliği dayanım dağılımını artırır.

Mac Gregor [12] tarafından yapılan bir araştırmada 7 gün boyunca kurutulan numuneler 40 saat boyunca su altında tutulan numunelerden %14 daha fazla dayanım vermişlerdir. İç ve dış nem değişkenliği de bu farkı artırmaktadır. Zira uzun süre kurutulmuş numuneler ile su içerisindeki numuneler arasındaki fark %5 kadardır. Ayrıca daha dar karotlarda ıslak olma durumu dayanım farkını artırmaktadır.

e) Boşluk

Boşluk oranının artması, dayanımı düşürür. Yaklaşık % 1 boşluk, dayanımı % 5 - % 8 oranında, düşürmektedir. Yüzeyde yetersiz vibrasyondan kaynaklı boşluklar görünüyorsa ve düşük dayanımlı çıktıysa karot ihmal edilebilir.

f) Karot alınma yönü ve yeri

Karot alımında kolonların orta kısmının tercih edilmesi gerekmektedir. Karot alımında kiriş gibi eğilmeye çalışan elemanlar tercih edilmemelidir. Kiriş tercih edilecekse sarkan kirişlerden momentin en yüksek olduğu orta kısımlardan değil kolonun açıklığının ¼ kısmı kadar uzağından alınmalıdır. Ayrıca dökülen betonların üst kısımlarında daha düşük olmaktadır.

Karot beton yüzeyine dik olarak alınır. Betonun döküm doğrultusunda, düşey olarak alınan karot dayanımı, taze beton stabilitesine bağlı olarak, aynı betondan yatay yönde alınan karot dayanımından daha yüksek olabilir. Dayanım farkı tipik olarak % 0 - % 8 arasında olmaktadır. Yapılan çalışmalarda dik alınan karotların yatay alınan karotlardan daha fazla dayanıma sahip oldukları görülmüştür. Bunun nedenleri arasında yatayda karot alırken tam düz bir doğrultu sağlanamaması ve agregaların altında biriken terleme sularının dikeyde karot alındığında basınç altında kalarak fazla etkilenmediği fakat yatayda alınan numunelerde bu terleme sularının yarılma çatlaklarının daha kolay oluşmasına neden olduğu için dayanımı düşürdüğü düşünülmektedir. Bu oran %8'e kadar çıkmaktadır[14]. Ama yüksek dayanımlı betonlarda bu fark oluşmamaktadır. [15]. Bunun nedeni terleme suyunun yüksek dayanımlı betonlarda azlığı olabilir. TS EN 12504'de ve TS 13791'de betondan karot alma yönü ile ilgili bir düzeltme yoktur.

BS6089:1981[16] yatayda alınan numunede dayanım sonucu nu %9 oranında artırılmasını sağlamaktadır.

Bu nedenle karotların kolon ve perdelerin orta kısmından alınması gerekmektedir. Döşemelerden alınan karotlar daha düşük dayanımda çıkarlar.

Karot betonun düzgün sıkıştırılmasının ve yapısal olarak riskin daha az olduğu tabliyelerden ziyade betonun düzgün olarak sıkıştırılabildiği ve statik açıdan daha büyük risk taşıyan kolon, perde ve kirişlerden alınmalıdır. İşlem esnasında karot hasar verilmemelidir. İşlem esnasında karot alma makinası hareket etmeyecek şekilde sıkıca sabitlenmelidir.

Karot almadan önce, karot alınmasının yapı üzerinde oluşturacağı herhangi bir olumsuz etki dikkate alınmalıdır. Karot, tercihen, beton elemanların kenarları veya herhangi bir birleşim yerinden uzaktaki ve donatının çok az olduğu veya hiç olmadığı noktalardan alınmalıdır.

Yatayda karot alırken dayanımı artırıcı bazı etkiler de olabilir. Örneğin dikey bir elemanda dayanımın dağılımına bakıldığında üst bölgelerde su/çimento oranı arttığından dayanım düşebilmektedir. Yatayda karot alırken ortaya yakın alt seviyedeki yerlerden tercih edilmelidir. Böylelikle düzeltme faktörleri yapılmadan yatayda ve alt seviyelerden numune alınarak işlem tamamlanmalıdır.

Karot alımında kolon ve perde gibi basınca çalışan elemanlar tercih edilmelidir. Kirişlerden alınan numuneler yapının çalışmasından oluşan çatlaklar nedeniyle daha düşük çıkacaktır. [17]

g) Kusurlar

Her karot göz ile muayene edilmelidir. Karottaki çatlaklar, değişik sebeplerden kaynaklanır. Bu sebepler arasında, yassı, iğne şekilli tanelerin veya yatay donatı çubuklarının altında toplanan su ve yöresel ayrışma sebebiyle boşlukların oluşumu sayılabilir.

Bu tür karotlardan elde edilen dayanımların geçerliliği ve bu dayanımların genel olarak yapıdaki beton dayanımını temsil etme yeterliliği ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Betonda yassı agregalar var ise ve kırılma yerinde agregaların çimento pastası ile temas etmediği bölümler var ise bunlar not edilmeli ve karot gerekirse değerlendirmeye alınmamalıdır.

Karotun, içerisinde donatı bulunacak şekilde alınmasından mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır. Basınç dayanımı tayini için kullanılacak karot numunelerde, boyuna eksen doğrultusunda veya bu eksene çok yakın doğrultuda donatı bulunması sağlanmalıdır.

ASTM C42:2004'e göre içinde donatı bulunan karotlar basınç dayanımında kullanılmamalıdır.

h) Karot çapı

Ölçülen dayanımdaki değişkenlik, karot çapının, en büyük agrega tane büyüklüğüne oranındaki azalmaya bağlı olarak yükselir. TS EN 12504'e göre karot çapı agrega tane büyüklüğünün en az 3 katı olmalıdır. Bu durumda 22mm Dençok için en düşük karot çapı 66mm'dir. ASTM C 42 ise en az 95mmlik karot çapı önermektedir. Ayrıca 90mm'den daha düşük karot çapı için TS EN 12390-4'e göre uygun olan basınç dayanım aletlerinde revizyon gerekebilmektedir.

TS EN 12504-1 Ek A'da Agregatane büyüklüğü ve karot çapının karot numunenin basınç dayanımı üzerindeki etkisi incelenmiş ve buna göre yapılan araştırmalarda aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Betonda kullanılan agrega en büyük tane büyüklüğü; 20 mm ve 40 mm olan, 25 mm, 50mm ve 100mm çaplı karotlarda yapılan deneylerden aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

Agrega en büyük tane büyüklüğü 20 mm olan betonda;

Çapı 100 mm olan karot numuneden elde edilen basınç dayanımı, çapı 50 mm olan karot numuneden elde edilen basınç dayanımından yaklaşık olarak % 7 daha yüksek, Çapı 50 mm olan karot numuneden elde edilen basınç dayanımı, çapı 25 mm olan karot numuneden elde edilen basınç dayanımından yaklaşık olarak % 20 daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

ASTM C 42'de maksimum agrega tane çapına göre kullanılması gereken minimum çaplar belirlenmiştir. Buna göre;

Tablo 5. ASTM C42'ye göre karot çapına göre dayanım değişimi

Karot Çapı (mm)	Agrega Maksimum Tane Büyüklüğü	
	20mm	40mm
100	1	1
50	0,94	0,86
25	0,78	0,72

Bu dayanım düşüşünün sebebi normal beton numunelerinin aksine karot alınmasında iri agregalar delme aleti ile bölünmekte ve tamamen bir çimento pastası ile sarılmamaktadır.[14] Bu durumda olan agregaların bir kısmı yük altında numuneden ayrılabilir.[18]. Malhotra tarafından daha düşük çaplarda karot alınmasının dağılımı artırımının nedeni olarak ortaya konulmuştur. Delme etkileri, olgunlaşmamış veya yapısı itibarıyla zayıf betonda hasar oluşturabilir ve normal şartlarda bu hasarın kesilmiş yüzeyde görülmesi mümkün değildir. Bir karot, beton yapısı bakımından, standard silindire göre daha zayıf olabilir. Bunun sebebi, karot yüzeyinde, sadece matriks tarafından

oluşturulan adezyonla tutulan, kesilmiş agrega tanelerinin bulunmasıdır. Bu tür agrega tanelerinin karot dayanımındaki katkısı oldukça az olacaktır.

i) Donatı

Dayanım tayininde kullanılan karotların donatı çubuğu ihtiva etmemesi önerilir. Donatının bulunması basınç dayanımını etkilemektedir. Bu nedenle mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Çünkü yapının bütünlüğü bozulmakta ve donatının sürekliliği sağlanamamaktadır. ASTM C42:2004'e göre içinde donatı bulunan karotlar basınç dayanımında kullanılmamalıdır. Bu durumlarda farklı yerden karot alınarak donatı yoğun bölgelerde farklı hasarsız metodlarla değerlendirilmelidir. Fakat yine de içinde donatı olan bir karot alınmışsa donatı yüklemeye yönünde olmamalıdır.

j) Numune derinliği

Normal dayanımlı, normal kesitteki bir elemandan alınan numunede beton elemanın ortasından dayanım daha yüksek çıkmakta [19], eğer derin bir elemandan alınmışsa beton dökümü sonrası içte oluşan yüksek sıcaklıktan dolayı beton dayanımı düşebilmektedir.

IV. Karot Uygunluk Değerlendirmesi Örneği

250m²'lik bir tabliye dökülmüştür. 75m³ C25/30 beton kullanılmıştır. Taze beton deney sonuçları TS 500'e göre Madde IV'de verilen şartları sağlamamıştır. Bu durumda Madde 9'da verilen 3. Alternatife göre dökülen kattaki 3 ayrı kolondan karot numunesi alınmıştır. Bu karotların her birinin

$f_{is, endüşük} \geq 0,85x (f_{ck} - 4)$ ü sağlaması istenir.

$f_{is, endüşük} =$ Yapıdaki basınç dayanımlarından en düşüğü

f_{ck} =Standard numune karakteristik basınç dayanımı

Boyu enine eşit 3 adet 10cmx10cm karot kullanılmıştır. Sonuçları ise 31,30 ve 29 MPa'dır.

Buna göre her biri $0.85x(30-4) = 22.1$ MPa'nın üzerinde olduğu için sonuç uygundur.

V. Sonuç

Karot alarak değerlendirme yapmak basitçe bir silindirik numune hazırlamak ve onu dayanım testine tabi tutmak değildir. Uyulması gereken birçok husus ve dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Karot alırken, kırarken ve değerlendirirken yukarıdaki hususlara harfiyen uyulmalıdır. Unutulmamalıdır ki, tüm bu kurallara uyulduğu takdirde bile beton basınç dayanımları şantiyede şartlardan dolayı uygun çıkmayabilir. Bu nedenle taze beton deneylerinde yeterince özen gösterilmeli standartlara uyulmalı ve karota gidilmesine gerek kalmaması sağlanmalıdır.

Karot almak için açılan boşluklar rötresiz yüksek dayanımlı tamir harcı ile doldurulmalıdır.

Kaynakça

1. TS EN 13791 Basınç Dayanımının Yapılar ve Öndökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini, Türk Standardları Enstitüsü, 29 Nisan 2010
2. Ignacio Martin , Jorge A. Juncos "It pays to core test suspicious concrete" Concrete International ,April 1982 , 52-54
3. Design and Control of Concrete Mixtures Portland Cement Association 2003.
4. David J. Akers "Testing Practices Affect Concrete's Perceived Quality" , Concrete International April 1990, pp 43-45,
5. Burhan Manzak, Erbil Öztekin "Küp numune kalıplarının ve preslerin betonun ölçülen basınç dayanımına yansımaları", Hazır Beton , İstanbul, Sayı 66, Ocak Şubat 2004
6. TS EN 12504-1 Beton- Yapıda Beton Deneyleri - Bölüm 1: Karot Numuneler- Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini Türk Standardları Enstitüsü, 2010
7. TS EN 12390-4 Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 4:Deney Makinelerinin Özellikleri, Türk Standardları Enstitüsü, 8 Nisan 2002
8. TS EN 12390-1 Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 1: Deney Numunesi ve Kalıplarının Şekil , Boyut ve diğer Özellikleri, Türk Standardları Enstitüsü, 8 Nisan 2002
9. TS EN 12390-3 Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standardları Enstitüsü, 29 Nisan 2010
10. Claude Boulay , Franço De Larrard, "The Sand Box", Concrete International April 1993
11. "Evaluation of Core Strength in High Strength Concrete" Robert L. Yuan, Mostafa Ragap, Robert E. Hill, James E. Cook, Concrete International May 1991, pp 30-34
12. Micheal Bartlett, James G. Mac Gregor, " Effect of Moisture Condition on Concrete Core Strength" ACI Materials Journal , May- June 1994, pp 227-236
13. ASTM C42 / C42M - 10 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete"
14. Neville, A. M., Properties of Concrete, 4th Edition, John Wiley and Addison Wesley Longman, 1995, 844 pp.
15. Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., "Cores from High-Performance Concrete Beams," ACI Materials Journal, V. 91, No. 6, Nov.-Dec., 1994, pp. 567-576.
16. Neville A., "Core Tests: Easy To Perform, Not Easy To Interpret" , Concrete International, November 2001
17. Ava Szypula, Jacop S. Grossman, "Cylinder versus Core Strength", Concrete International, February 1990, pp 55-61
18. McIntyre, M., and Scanlon, A., "Interpretation and Application of Core Test Data in Strength Evaluation of Existing Concrete Bridge Structures," Canadian Journal of Civil Engineering, V. 17, 1990, pp. 471-480.
19. Insitu Strength Evaluation of Concrete Case Histories and Laboratory Investigations, Rowland J. Kopf, Clause G. Cooper, Freeman W. Williams , Concrete International March 1981, pp 66-71