

# C35/45 VE DAHA ÜST SINIFLARDA BETON BASINÇ DAYANIMININ BELİRLENMESİNDE YENİ BİR KALIP YAKLAŞIMI\*

Hilmi Aytaç<sup>1</sup>, Levent Sevin<sup>2</sup>

## Özet

TS 13515-TS EN 206'nın Uygulamasına Yönelik Tamamlayıcı Standard'ın basınç dayanımı ile ilgili maddesinde C35/45 ve üzerindeki beton sınıflarında 100x200 mm boyutlarında silindirik şekilli numunelerin kullanılabilirliği belirtilmiştir. Silindirik numuneler yuvarıkta sözü edilen sınıflardaki beton dayanımlarının belirlenmesinde bir avantaj yaratmakla birlikte, başlıklama veya aşındırma gibi ilave işlemler gerektirdiği için bir dezavantajı da söz konusudur. Beton üreticilerinin ve Yapı Denetim mevzuatı çerçevesinde çalışan laboratuvar firmalarının zaman ve para kayıplarının yanı sıra, iş sağlığı ve güvenliği noktasında ortaya çıkan riskler bu dezavantajın ortadan kaldırılması yönünde adımlar atılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada 100x200 mm silindirik şekilli numune dayanımları ile narinlik değeri "2,1" olan 100x100x210 mm boyutlarında kare prizma kullanılarak elde edilen betonların basınç dayanımları karşılaştırılmıştır. Taze beton numune dolumu 100x210 mm'lik alandan yapılmış, deney yükü ise 100x100 mm'lik alandan uygulanmıştır. Silindirik ve kare prizma şeklindeki numunelerden elde edilen sonuçlar arasında oldukça güçlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

## A New Mold Approach for Determining The Compressive Strength Of Relatively High (C35/45 and Higher) Concrete Class

It has been stated in TS 13515, complementary Turkish standard to EN 206, that cylindrical shaped specimens of 100x200 mm size can be used in concrete classes C<sub>35</sub>/45 and above.

Cylinder specimens have the disadvantage of requiring additional processing, such as capping or grinding, as well as creating an advantage in determining the concrete strengths in the above-mentioned classes. In addition to the time and money losses of concrete producers and laboratory firms, the risks arising from occupational health and safety issues must be removed.

In this study, compressive strengths obtained from 100x100x210 mm tetragonal prism shaped mould and 100x200 mm cylinders were compared. Conventional process were applied in cylindrical samples while fresh concrete was pouring from 100x210 mm area and test load was applying from 100x100 mm area in prismatic ones. It was concluded that there is a strong correlation between the results obtained from the cylindrical and rectangular prismatic specimens.

## 1. GİRİŞ

Beton üzerinde en çok yapılan test, hem kolay hem de ekonomik olması sebebiyle tek eksenli basınç testidir [1]. Basınç dayanımının belirlenmesi hususunda standartlar farklı geometrideki numunelerin kullanılabilirliğini ifade etmiştir. Bunlardan en çok kullanılanları küpler ve narinlik değeri "2,0" olan silindirlerdir. Numune şeklinin basınç dayanımına etkisi konusu yaygın olarak incelenmiş ve bu geometrilere bağlı olarak farklı ilişkiler ortaya konulmuştur [2]. Amerika'da standart numune şekli olarak 150 mm çap ve 300 mm yükseklikteki silindirik kabul görmüşken, Avrupa'da 150 mm ayrıtlı küpler daha yaygındır [3].

Test sürecinde silindirik ve küp numunelerin arasındaki en belirgin fark, silindirik numunelerinin üst yüzeylerinin deney öncesinde bir düzeltme işlemi gerektiriyor olmasıdır. Küp numuneler ise doldurma yönüne dik doğrultuda kırılabilirdikleri için başlık ya da aşındırma işlemi gerektirmez. Yüzey düzgünlüğü için genellikle 2 farklı metod uygulanır. Birincisi kükürt veya çimento esaslı başlık yapılması, ikincisi ise yüzeylerin aşındırılmasıdır. Başlıklama işleminde kullanılan malzemenin betonla aynı dayanımda olması gereklidir, aşındırma işlemi ise pahalı bir yöntemdir. Narinlik değeri 2,0 olan silindirik numunelerde çap büyüdükçe dayanım düşmektedir [3].

1) a.hilmiaytac@bursabeton.com.tr, 2) hl.sevin@bursabeton.com.tr, Bursa Beton AŞ, Bursa

(\*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen Beton İstanbul 2017 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.

TS 13515-TS EN 206'nın Uygulamasına Yönelik Tamamlayıcı Standard'ın basınç dayanımı ile ilgili maddesinde C35/45 ve üzerindeki beton sınıflarında 100x200 mm boyutlarında silindir şekilli numunelerin kullanılabilirliği belirtilmiştir. Silindir numuneler yukarıda sözü edilen sınıflardaki beton dayanımlarının belirlenmesinde bir avantaj yaratmakla birlikte, başlıklama veya aşındırma gibi ilave işlemler gerektirdiği için küp numunelere göre hem zaman, hem maliyet hem de çalışma sağlığı ile ilgili riskler noktasında bir dezavantajı da söz konusudur. Ülkemizde beton sektörünün işleyişi oldukça hızlı olduğu ve bu hız devamlı surette pratik olmayı gerektirdiği için silindir numunelerin hayata geçirilmesinin çok kolay olacağı söylenemez. Hâlihazırda yoğun bir şekilde kullanılan küp numunelerin deney hazırlığı için herhangi bir ilave işlem gerektirmiyor olması, silindir numunelere geçişte karşılaşılabilecek olan direncin en önemli gerekçesidir. Bu noktada silindir numunenin dayanım avantajından hareketle yapılan, sektörün hâlihazırda küp numuneler ile ilgili alışkanlıklarını bozma-

dan bir çözüm üretilebilir mi sorusu, bu çalışmanın ortaya çıkmasına temel oluşturmuştur.

Bu çalışmada 100x200 mm silindir şekilli numune dayanımları ile narinlik değeri "2,1" olan 100x100x210 mm boyutlarında kare prizma kullanılarak elde edilen betonların basınç dayanımları karşılaştırılmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Karışımlar laboratuvar ortamında CEM I 42,5 R tipi çimento, silisi uçucu kül, silis dumanı, kırma kireç taşı (en büyük tane boyutu 22 mm) ve polikarboksilat esaslı süper akışkanlaştırıcıların farklı oranlarda kullanılmasıyla hazırlanmıştır. Karışımların kıvamları S4 ve S5 olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen her bir deney sonucu 4 adet numune ortalamasıdır. Toplamda 69 adet veri çifti kullanılmıştır. Karışımlara ait bağlayıcı dozajı, s/b oranı ve tekrar sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Bağlayıcı dozajları ve su/bağlayıcı oranları

| Çimento kg/m <sup>3</sup> | Uçucu Kül kg/m <sup>3</sup> | Silis Dumanı kg/m <sup>3</sup> | Su/Bağlayıcı | Tekrar Sayısı |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| 250                       | 90                          | 0                              | 0,55         | 10            |
| 250                       | 90                          | 0                              | 0,60         | 2             |
| 280                       | 90                          | 0                              | 0,55         | 6             |
| 300                       | 80                          | 0                              | 0,52         | 2             |
| 310                       | 90                          | 0                              | 0,50         | 6             |
| 320                       | 0                           | 0                              | 0,55         | 4             |
| 340                       | 80                          | 0                              | 0,44         | 3             |
| 340                       | 80                          | 0                              | 0,46         | 5             |
| 340                       | 80                          | 0                              | 0,48         | 11            |
| 380                       | 80                          | 0                              | 0,38         | 2             |
| 380                       | 80                          | 0                              | 0,40         | 3             |
| 380                       | 80                          | 0                              | 0,42         | 3             |
| 420                       | 80                          | 0                              | 0,34         | 2             |
| 420                       | 80                          | 0                              | 0,36         | 2             |
| 480                       | 0                           | 0                              | 0,39         | 4             |
| 450                       | 0                           | 50                             | 0,33         | 4             |
|                           |                             |                                | TOPLAM       | 69            |

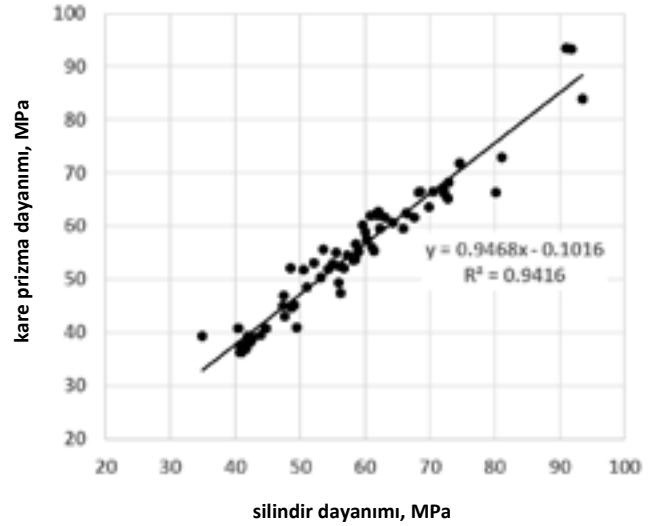
Çalışmada kullanılan 100 mm çap ve 200 mm yüksekliğindeki silindir numuneler geleneksel yöntemle üretilmiş, basınç deneyi öncesinde her iki basma yüzeyi aşındırılmıştır. Prizmatik numune (100x100x210 mm) kalıplarında ise beton doldurma işlemi 100x210 mm'lik alandan yapılmış, basınç deneyi ise doldurma doğrultusuna dik olacak şekilde 100x100 mm'lik alandan uygulanmıştır. 210 mm uzunluğun özel bir gerekçesi yoktur. Piyasada uzunluğu 200 mm olan kare prizma şekilli kalıp bulunmadığı için zaman kısıtı nedeniyle temin edilememiş ve dolayısıyla 210 mm uzunluğunda kalıplar kullanılmıştır. Numuneler kalıptan çıkartıldıktan sonra standart kür uygulanmış ve 28. günde kırım yapılmıştır. Şekil 1'de kare prizma şeklindeki numune ve kalıbı görülmektedir.



Şekil 1. Kare prizma şekilli numune ve kalıbı

### 3. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ

Şekil 2'de silindir dayanımlarına karşılık gelen kare prizma dayanımları görülmektedir. Sonuçlar 35~95 MPa aralığında değişmiş, kare prizma şekilli numuneler silindir şekilli numunelere göre genelde daha düşük dayanım vermiştir.



Şekil 2. Kare prizma ve silindir şekilli numune dayanımları arasındaki ilişki

Silindir numune dayanımlarıyla prizmatik numune dayanımları arasında oldukça güçlü bir ilişki vardır. İlişkiyi ortaya koyan denklemdeki 0,1016 MPa değeri ihmal edilebilir bir değerdir. Dolayısıyla silindir şekilli numunelerden elde edilen değerler  $0,947 \approx 0,95$  katsayısıyla çarpılarak 100x100x210 mm ölçülerindeki prizmatik numune dayanımına geçiş yapılabilir. Bu da şu anlama gelmektedir ki; 100x200 mm silindirden, standart silindire geçiş için kullanılan 0,95 çarpım katsayısı burada aynı değer olarak yer aldığı için prizmatik numunelerden elde edilen dayanımlar doğrudan 150x300 mm standart silindir dayanımını yansıtır görünmektedir. Ancak bu katsayı, ilk defa yapılan böyle sınırlı bir çalışmadan elde edildiği için derhâl ve her koşulda kullanılmamalıdır.

100x100x210 mm ölçülerindeki prizmatik numunelerdeki kesit alanı, 150 mm ayrıtlı küp numunelerin kesit alanından 2,25 kat daha küçüktür. Bu durum prizmatik numunede agrega dağılımının daha heterojen olmasına yol açıp, sabit bir dayanım mertebesinde standart sapmanın yükselmesine neden olabilir, dolayısıyla beton kalitesinin değerlendirilmesinde bir olumsuzluk ortaya çıkabilir.

Bu yeni kalıp yaklaşımında, küp numunelerde olduğu gibi kalıbın ters çevrilerek numunenin çıkartılması ve perdah yüzeyi yan tarafta kalacak şekilde pres altına konularak deney işleminin gerçekleştirilmesi söz konusudur. Narinlik değeri benzer olan silindir numunenin gerektirdiği aşındırma ya da başlıklama işlemlerinden kaynaklanan zaman ve para kaybının yanında, özellikle kükürt başlık yapılması esnasında ortaya çıkan sıcak malzemenin vücutla teması ve solunumu etkilemesi ya da aşındırma sürecinde dönen ekipmana uzuv kaptırma vs. gibi çalışan sağlığı ile ilgili riskler de ortadan kalkmaktadır.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada C35/45 ve üzeri beton sınıflarında basınç dayanımının belirlenmesinde, 100x100x210 mm ölçülerindeki prizmatik numune kalıbından elde edilen sonuçlarla, 100x200 mm ölçülerindeki silindir şekilli kalıptan elde edilen sonuçlar arasındaki korelasyon incelenmiştir. Elde edilen verilere göre aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir:

- Prizmatik numuneler, silindir şekilli numunelere iyi bir alternatif olarak görünmektedir. Bu kalıbın kullanılması durumunda, laboratuvar firmalarının hâlihazırda 150 mm ayrıtlı küp kullanarak yürüttükleri süreçlerde herhangi bir değişim yaşanmayacak, alışkanlıkların devam etmesi sağlanacaktır.

- 0,95 katsayısının belirlenmesi ile ilgili birçok ilave çalışma ve doğrulamalar yapılmalı; farklı dayanım mertebelerinde bu katsayının değişebileceği ihtimalinden hareketle gerekirse ve mümkünse sabit bir dayanım seviyesine göre farklı katsayılar belirleme yoluna gidilmelidir.

- Küp numunelerle ilgili yapılan bazı çalışmalarda doldurma yönüne dik ve paralel kırıklarda (küpün perdah yüzeyi de aşındırılarak) eş değer sonuçlar elde edilmekle birlikte, narinlik değeri "2,1" olan bir numunede doldurma yönünün farklı bir etki yaratma ihtimali olabilir. Bu konu da ayrıca araştırılmalıdır.

- Prizmatik numunelerin daha düşük değer vermesinin bir diğer sebebi de, pres başlığıyla temas eden yüzeydeki ( $100 \text{ cm}^2 > 78,5 \text{ cm}^2$ ) sürtünme etkisinin fazlalığı olabilir, bu konu da araştırılmalıdır.

- 150 mm ayrıtlı küple kıyaslandığında, 100 x 100 mm kesit alanı küçük olduğu için, en büyük tane büyüklüğü değerine bağlı olarak ortaya çıkan dayanım değişkenlikleri daha kritik hâle gelmiş olabilir, bu konu da araştırılmalıdır.

#### Kaynaklar

1. Mindess, S., Young, J. F. and Darwin, D. "Concrete". Prentice Hall, Pearson Education, Inc. United States of America, (2003).
2. Del Viso, J.R., Carmona, J.R. and Ruiz, G. "Size and Shape Effects on the Compressive Strength of High Strength Concrete"
3. Jin-Keum. K. and Seong-Tae. Y. "Application of Size Effect to Compressive Strength of Concrete Members" 27 (4) (2002), pp. 467-484