

## Silindir Beton ve Karot Numunelerde Yeni Bir Başlıklama Malzemesinin Kullanılması

\*<sup>1</sup>Ferhat Aydın, <sup>1</sup>Kutalmış Recep Akça, <sup>1</sup>Mehmet Sarıbrıyk and <sup>1</sup>Metin İpek  
<sup>1</sup>Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

### Özet

Standart silindir beton ve karot numunelerinin basınç dayanımlarının belirlenmesinde numunelere başlık yapılması gereklidir. Mevcut başlıklama uygulamalarının zaman ve iş gücü açısından bazı yetersizlikleri bulunmaktadır. Bu durum silindir numunelerde kullanımı kolay alternatif başlıklama sistemlerinin araştırılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bu amaçla, bu çalışmada mermer tozu ve kartonpiyer alçısı karışımı başlıklama malzemesi üretilerek, farklı kombinasyonlarda karşılaştırmalar yapılmıştır. Silindir beton ve karotlar imal edilip, farklı oranlarda başlıklama yapılarak test edilmiştir. Deney sonuçları analiz edilerek optimum karışım oranları ve yeni malzemenin verimliliği yorumlanmıştır.

**Key words:** Silindir ve karot başlıklama, alçı, mermer tozu, basınç dayanımı

## The Use of a New Capping Material in Cylinder Concrete and Core Samples

### Abstract

It is necessary to make a capping when determining the compressive strengths of the standard cylinder concrete and core specimens. Current capping have some shortcomings in terms of time and work power. This proves that it is necessary to investigate alternative capping systems that are easy to use in cylinder samples. For this purpose, in this study, a mixture of marble dust and plaster is produced and compared in different combinations. Cylinder concretes and cores were manufactured tested with different capping. Experimental results were analyzed and the optimum mixture ratios and the efficiency of the new material were interpreted.

**Key words:** Cylinder and core capping, plaster, marble dust, compressive strength

### 1. Giriş

Beton, günümüz yapı endüstrisinde, taşıyıcı elemanların inşasından kaplama elemanlarının üretimine kadar birçok farklı amaç doğrultusunda ucuz maliyeti, dayanıklılığı ve imalat üstünlükleri sayesinde tercih edilen, farklı karışım oranlarında üretilebilen bir yapı malzemesidir [1]. Betonarme yapıların önem kazanması ise 19. yüzyılın başlarında olmuştur. Daha sonraki yıllarda, betonun uzun süreli davranışı, döküm tekniği, kalitesinin devamlılığı, kalite kontrol

\*Corresponding author: Address: Faculty of Technology, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: ferhata@sakarya.edu.tr, Phone: +902642956475

deneyleri, betonda ekonomi, yeni malzemeler, katkı maddeleri, iş programlaması yönetimi ve ekonomisi konularında büyük gelişmeler olmuştur. Bununla beraber gelişen teknoloji ile kullanılabilir özel beton tipleri geliştirilmiştir.

Gerek ülkemizde, gerekse dünya çapındaki yapıların büyük çoğunluğunda beton yaygın olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcı malzeme olarak kullanılan betonlar projelendirmede belirli sınıflara bölünmüştür. Bu sınıflandırmadaki esas, betonun belirgin bir özelliğini diğer tüm özelliklerin ölçütü olarak varsayma kavramına dayanmaktadır [2]. Bu belirgin özellik betonun basınç dayanımıdır. Üretilen betonun dayanımı standart küp ve silindir numunelere basınç testi uygulanarak bulunmakta, buna bağlı olarak beton sınıfı belirlenmektedir. Beton ve betonarme yapı elemanlarının güvenliğinin belirlenmesinde betonun basınç dayanımının olabildiğince doğru bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Yapım sırasında dökülen betondan numune alarak basınç deneyi yapmak ve deney sonuçlarının kayıtlarını tutarak beton sınıfının belirlenmesi bu sebeple oldukça önemlidir. Ancak elde edilen deney sonuçlarının yetersiz olması, kullanılan yapının herhangi bir olumsuz etkiye maruz kalmış olması ya da projede düşünülen beton sınıfının standart numunelere uygulanan testler sonucunda elde edilememiş olabilmektedir. Bu tür şüphe oluşturan bazı durumlarda yapı elemanlarından karot alınarak beton dayanımı hakkında güvenli bir fikir sahibi olmak zorunlu hale gelebilmektedir [3-4]. Ancak bilinmektedir ki, numunelerin basınç deneylerinin yapılabilmesi için öncelikle, gerek standart silindir beton numunelerinin gerekse karot numunelerinin yüzeylerinin düzgün olmayışı sebebiyle oluşan parazit gerilmelerin elimine edilmesi amacıyla başlıklama yapılması gerekmektedir [5]. Bu sebeple öncelikle, silindir numunelerin üst ve alt olmak üzere her iki yüzeyine de pürüzsüz ve düzgün bir yüzey elde edilmesi amacıyla başlık yapılmaktadır. Sertleşmiş beton basınç dayanımlarının belirlenmesi ile ilgili standart da [6] dikkate alındığında, başlık yapımında kükürt-grafit tozu, kükürt-filler karışımı, çimento ve çimento-alçı karışımının kullanılabilmesinin mümkün olduğu görülmektedir. Günümüz laboratuvar şartlarında en yaygın şekilde ise kükürt ve grafitin birlikte ısıtılması ile elde edilen kükürt-grafit başlıklar kullanılmaktadır. Kükürt-grafit karışımı başlık malzemesinin, hızlı sertleşmesi ve yüksek basınç dayanımına sahip olması gibi avantajlarının yanında; yüksek maliyeti, yüksek sıcaklıkta (125-200 °C) eritilerek hazırlanması ve hazırlanması sırasında kötü bir koku yayması gibi dezavantajları mevcuttur. Dolayısıyla araştırmacılar daha kolay ve hızlı bir başlıklama sistemi üzerinde çalışmaktadırlar [7-11].

Ayrıca mermercilik sektöründe son yıllarda görülen gelişme sonucunda mermer ocağı ve tesisi sayısındaki artışa paralel olarak mermer artığı miktarı da her geçen gün artmaktadır [12 ve 13]. Mermercilik faaliyetleri devam ettiği sürece bu artıkların çoğalması ve çevre açısından olumsuz görüntü kirliliği oluşturması da kaçınılmaz bir gerçektir. Yaklaşık 3 ton ağırlığında olan 1 m<sup>3</sup>'lük bir bloğun işlenmesi sırasında açığa çıkan toz miktarı; bloktan elde edilecek plaka kalınlığına bağlı olarak, blok ağırlığının yaklaşık %85'i kadardır. Bu artıkların yerleşim alanlarından uzaklaştırılması ve çevreye zarar vermeyecek şekilde depolanması gerekmektedir. Ancak, günümüz tüketim şartlarında depolamanın da çözüm olmayacağı, depolama sahası ihtiyacının doğal alanların tahrip edilmesi anlamına geleceği düşünüldüğünde en iyi çözüm atık veya artık olarak görülen malzemelerin geri kazanılmasıdır. Söz konusu malzemelere alternatif kullanım alanı oluşturularak bu malzemelerin geri kazanılması, gerek çevresel gerekse ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Belirtilen sebeplerden dolayı bu çalışmada, kükürt-grafit başlık malzemesine alternatif olarak hızlı sertleşebilen kartonpiyer alçı ve atık mermer tozu karışımlarının başlıklama işleminde kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle, başlıklama malzemesi olarak kullanılması düşünülen karışımların kendi basınç mukavemetleri belirlenmiş, kartonpiyer alçı ve kartonpiyer alçıya çeşitli oranlarda mermer tozu ikame edilerek elde edilen karışımların basınç dayanımları kükürt-grafit karışımı basınç dayanımı ile karşılaştırılmıştır. Basınç dayanımı açısından en yüksek dayanım gösteren kartonpiyer alçı ve mermer tozu karışım oranları seçilmiş ve deneysel çalışmalar yapılmıştır. Hem standart silindir numuneler hem de karot numunelerinin basınç dayanımı sonuçlarına farklı başlık kullanımının etkisi ve bunların kullanılabilirliği incelenmiştir.

## 2. Deneysel Çalışmalar

### 2.1. Malzeme

Deneysel çalışmada beton üretimi için CEM I 42,5 R tipi çimento, içilebilir nitelikte şehir şebeke suyu, kum (0/4), I nolu mıcır (4/16) ve II nolu mıcır (8/32) kullanılmıştır. Üretilen standart silindir beton numunelerinin ve karot numunelerinin testlerinin yapılması amacıyla gerekli başlıklama için ise mermer tozu, kartonpiyer alçı, kükürt ve grafit karışımları kullanılmıştır (Şekil 1). En küçük boyutlu mermer atığı olan mermer tozunun büyük çoğunluğu, tane boyutu 300 mikronun altındaki taneciklerden oluşmaktadır. Başlıklamada kullanılacak malzemelerin özgül ağırlıkları deneysel olarak belirlenmiş, sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kartonpiyer alçı (a), mermer tozu (b), kükürt (c), grafit (d)

**Tablo 1.** Kullanılan Malzemelerin Özgül Ağırlıkları

Malzeme Türü	Kartonpiyer Alçı	Mermer Tozu	Grafit	Kükürt
Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	2,55	2,60	2,23	2,07

## 2.2. Metot

Çalışmanın ilk bölümünde, kükürt ve grafit tozları sırasıyla %75-%25 oranlarında karıştırıp eritilerek standart başlık malzemesi üretilmiştir. Kükürt-grafit başlığa alternatif olarak düşünülen kartonpiyer alçıya %10-20-30-40-50 oranlarında mermer tozu ikame edilerek meydana getirilen karışımlar üretilmiş, her bir gruptan 6 adet olmak üzere tüm başlıklama karışımları 5x5x5 cm boyutlu küp kalıplara dökülmüştür. Üretilen başlıklama malzemesi numunelerinin (Şekil 2) basınç dayanımları, sertleşme süreleri ve birim ağırlıkları deneysel olarak belirlenmiş, ilgili sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Başlıklama karışımlarına ait kodlamada kullanılan “KG” kükürt-grafit başlığı, “A” kartonpiyer alçıyı, “M” mermer tozunu, rakamlar ise kendisinden önceki malzemenin karışımda yüzde cinsinden bulunma miktarını temsil etmektedir.

**Şekil 2.** Basınç testi için 5x5x5 cm'lik küp numuneler

**Tablo 2.** Başlık Karışımlarının Fiziksel Özellikleri

Tür	Sertleşme Süresi (dk)	Birim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
KG	2,5	2,09
A	8	1,69
M10A90	6	1,78
M20A80	5	1,85
M30A70	4,5	1,89
M40A60	4	1,95
M50A50	3,5	1,98

Başlıklama kullanılan malzeme türleri arasında en yüksek birim ağırlığa sahip kükürt grafit birleşimi, en düşük birim ağırlığa ise sadece kartonpiyer alçının sahip olduğu ve karışımlarda mermer tozunun bileşenin birim ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir. Sertleşme sürelerinde kükürt grafit karışımın en hızlı sertleşen malzeme olduğu ve mermer tozu oranı arttıkça sertleşme süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Bütün malzeme türlerinde sertleşme süresinin kısa olduğu, deneylerin devamında tercih edilen KG ve A malzemelerinin sertleşme sürelerinin 6-8 dk olduğu belirlenmiştir.

Testlerin ikinci kısmında C30/37 sınıfında beton üretimi yapılarak, farklı başlık türlerinde standart beton ve karot numunelerinin basınç dayanım sonuçlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında 6 adet başlıksız (şahit), 6 adet kükürt-grafit (KG) başlıklı, 6 adet kartonpiyer alçı (A) başlıklı ve 6 adet %10 mermer tozu ikameli kartonpiyer alçı (M10A90) başlıklı olmak üzere toplam 24 adet 15/30 cm boyutlu silindir beton numunesi üretilmiştir (Şekil 3). Bunun yanında, yine C30/37 sınıfında kütle betonu dökülmüş, üretilen kütle betonundan 55 mm çapında ve boyunda (L/D=1) karotlar alınmıştır (Şekil 4).

**Şekil 3.** Standart silindir numuneler ve başlıklanması

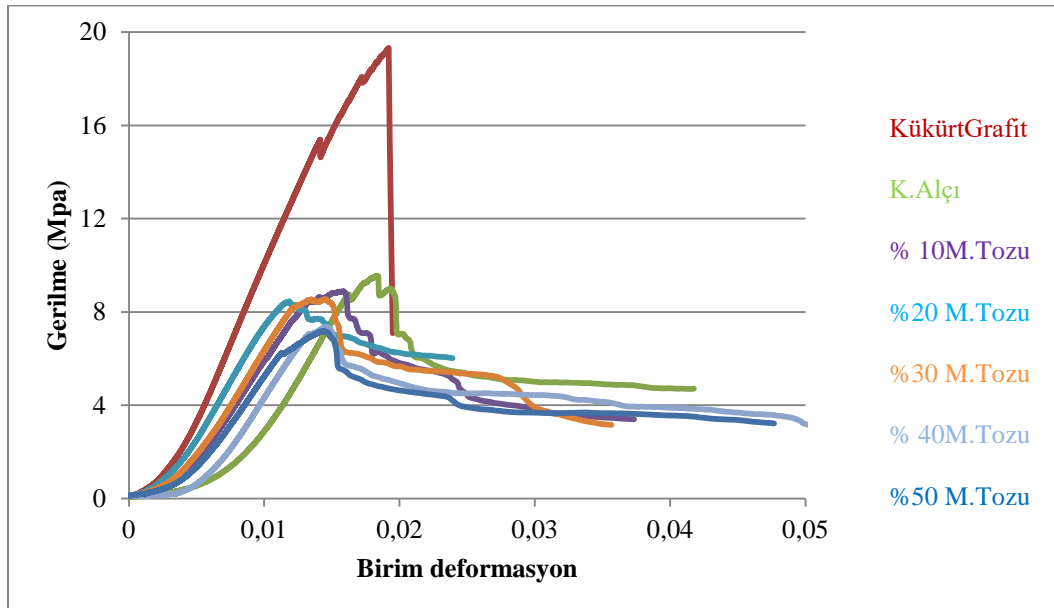


Şekil 4. Kütte betonundan karot alınması ve başlıklanması

Alınan karotlar, çalışmada kullanılacak 3 ayrı başlık türünün her birinden 6 adet olmak üzere farklı tiplerde başlıklanmıştır. Deneysel çalışma kapsamında üretilen karot ve silindir beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları belirlenmiş, sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

### 3. Deneysel Bulgular ve Tartışma

Küp şeklinde hazırlanan karışımların gerilme deformasyon grafikleri Şekil 5'te ve ortalama dayanımları ise Tablo 3'te verilmiştir.



Şekil 5. Başlıklama malzemelerin gerilme birim deformasyon grafikleri (5x5x5 cm)

Günümüzde daha yaygın olarak kullanılan kükürt-grafit başlık türünün en yüksek basınç dayanımı, en yüksek birim ağırlık ve en kısa sertleşme süresine sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, alternatif olarak düşünülen karışımlar arasında özellikle basınç dayanımları açısından en yüksek sonuçlar, "A" ifadesiyle kodlanan kartonpiyer alçı ve kartonpiyer alçıya %10 oranında mermer tozu ikame edilerek elde edilen "M10A90" olarak adlandırılan karışımdan elde edilmiştir. KG'nin

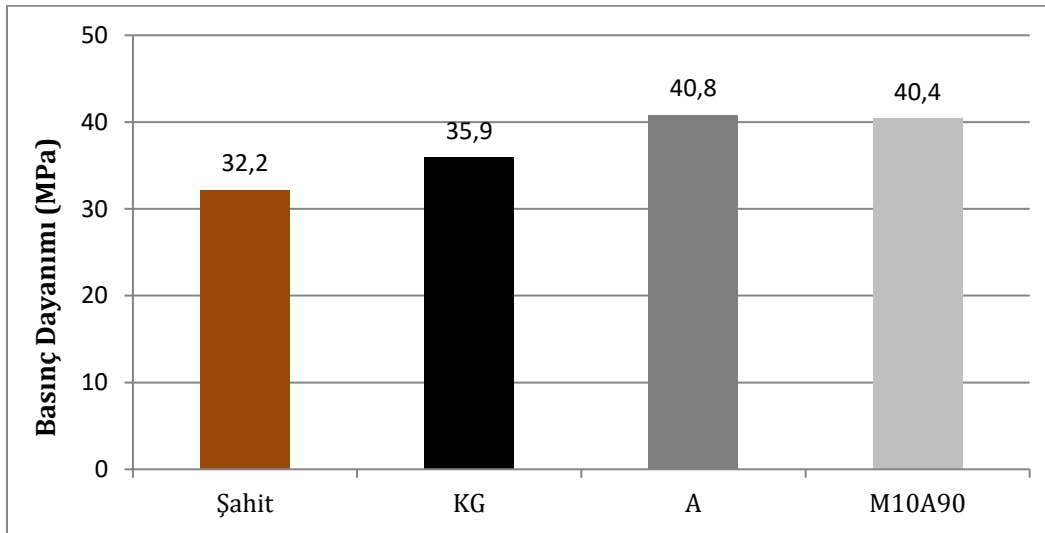


dışındaki yeni karışım malzemelerin daha sünek davrandığı görülmektedir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulmuş ve çalışmanın geri kalanında başlık malzemesi olarak KG, A ve M10A90 şeklinde isimlendirilmiş karışımlar kullanılmıştır.

**Tablo 3.** Başlık Karışımlarının Mekanik Özellikleri

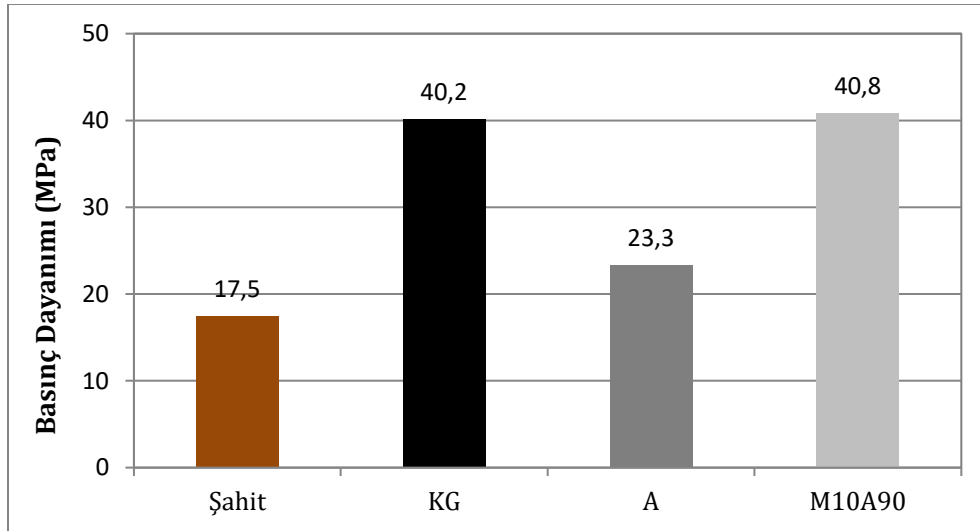
Tür	Basınç Dayanımı (MPa)
KG	16,8
A	9,3
M10A90	9,5
M20A80	8,8
M30A70	8,5
M40A60	7,2
M50A50	7,1

Standart silindir basınç testlerinde başlıksız (şahit) seri ile kükürt-grafit (KG) başlıklı, kartonpiyer alçı (A) başlıklı ve %10 mermer tozu (M10A90) başlıklı numunelerinin 28 günlük basınç dayanımı sonuçları Şekil 6’da verilmiştir. Basınç testleri sonucunda en düşük basınç dayanımı, 32,2 MPa ile başlıksız şahit numune grubundan elde edilmiştir. En yüksek basınç dayanımı (~40 MPa) ise kartonpiyer alçı (A) ve %10 mermer ikameli kartonpiyer alçı (M10A90) başlık türlerinin tercih edildiği serilerde görülmüştür. Tüm başlıklama türlerinde genel olarak basınç dayanımı başlıksız numunelere göre artış göstermiştir. Başlıksız şahit silindir beton numunesine göre “KG” başlıklı numunede %11, “A” başlıklı numunede %27, “M10A90” başlıklı numunede ise %25 artış gözlemlenmiştir. Silindir numuneler, uygun başlıklama yapılmaması durumunda bozuk ve pürüzlü bir yüzeye sahip olmaktadır. Eksenel yük uygulanacak yüzeyin bozuk olması parazit gerilmeleri beraberinde getirmekte, eksenel basınç yüklemesinin uygun bir şekilde numuneye aktarılmasını imkansız kılmakta, böylece daha düşük basınç dayanımı sonuçları elde edilmektedir [14].



**Şekil 6.** Silindir (15/30) beton numunelerinin basınç dayanımı deney sonuçları

Karot numune testlerinde ise başlıksız şahit seri ile KG başlıklı, A başlıklı ve M10A90 başlıklı karot numunelerinin basınç dayanımı sonuçları Şekil 7’de verilmiştir. En düşük basınç dayanımı (17,5 MPa) standart silindir numunelerde olduğu gibi başlık yapılmadan teste tabi tutulan şahit seride elde edilmiştir. KG ve M10A90 başlık kullanılması durumunda ise silindir numunede elde edilen basınç dayanımı değerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte M10A90 başlıklı seriden elde edilen basınç dayanımının da günümüzde yaygın şekilde kullanılan(KG başlıklı seri ile hemen hemen aynı olduğunu söylemek mümkündür. Şahit seriye göre basınç dayanımı sonuçlarında; KG başlıklı seride %130, M10A90 başlıklı seride %133 artış gözlemlenmiştir. Uygun narinlik oranına getirilebilmesi için karot numunelerinin yüzeylerinde kesim işlemi yapılması ve tam anlamıyla düzgün bir kesim işleminin oldukça zor olması, başlık kullanılmadığı durumlarda çok düşük dayanımlar elde edilmesine sebep olabilmektedir. Şahit seriye göre değerlendirme yapıldığında, A başlıklı seride de bir miktar artış görülmüş olmasına rağmen bu başlık türünden karot numuneleri için beklenen dayanım değerinin elde edilemediğini görülmüştür.



Şekil 7. Karot numunelerinin basınç dayanımı deney sonuçları

## Sonuç ve Öneriler

Basınç testi için gerekli başlıklama işleminde kullanılan kükürt-grafit başlık malzemesine alternatif geliştirmek amacıyla, kartonpiyer alçı ve mermer tozu ikameli kartonpiyer alçı başlıkların kullanıldığı, böylece farklı başlıklama malzemelerinin silindirik beton ve karot numunelerinin basınç dayanımı sonuçlarına etkisinin incelendiği bu çalışmanın sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Küp şeklinde hazırlanan (5x5 cm) başlık malzemesi numunelerin basınç dayanımlarında kükürt grafitten sonra en yüksek dayanım sadece kartonpiyer alçı ve %10 mermer tozu karışımı malzeme en yüksek dayanımı göstermiştir.



- Kükürt grafitin basınç dayanımı 16,8 MPa, kartonpiyer alçının 9,3 MPa ve %10 mermer tozlu malzemenin 9,5 MPa bulunmuştur.
- Silindir ve karot numunelerde en düşük dayanımı beklediği gibi başlıksız numunelerde olmuştur. Dolayısıyla silindir numunelerde uygun başlıklama yapılması gerekmektedir.
- Standart silindir numune testlerinde başlıksız şahit numuneye göre kükürt-grafit başlıklı %11, sadece alçı başlıklı numunede %27 ve %10 mermer tozu ikame başlıklı numunede ise %25 artış tespit edilmiştir.
- Karot numune testlerinde başlıksız şahit numuneye göre kükürt-grafit başlıklı %130, %10 mermer tozu ikame başlıklı numunede %133, kartonpiyer alçı başlıklı numunede ise %33 basınç dayanımının arttığı belirlenmiştir.
- Başlıklama malzemelerin normal basınç dayanımları kükürt grafit malzemeye göre düşük olmasına karşın silindir malzemelerde kalın olmayan başlıklama yapılması sonucunda gerilmeyi yüzeyine homojen dağıtabildiği ve verimli sonuçlar alındığı düşünülmektedir.
- Standart silindir numunelere göre karotta kartonpiyer alçı başlığındaki dayanım kayıpları numune boyutundan dolayı fazla çıkmıştır.
- Bu çalışma sonuçlarına göre gelecekte yapılacak çalışmalarda başlıklama malzemesi kalınlığının, karot numunelerde boyut etkisinin ve farklı basınç dayanımdaki betonlarda çalışılmasının faydalı olacağı önerilmektedir.

## References

- [1] Filiz, M, Özel, C., Soykan, O. ve Ekiz, Y., Atık Mermer Tozunun Parke Taslarında Kullanılması, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi. 2010. 6, 57-72.
- [2] Erdoğan, T.Y. Beton. ODTU Yayınevi, Ankara; 2003.
- [3] Osman Şimşek, Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri. Seçkin Yayınevi, Ankara; 2007.
- [4] Murat Dal, Cenk Kılınç, Eyüp Eren ve Arda Işık. Beton Teknolojisi ve Beton Teknolojisi Laboratuvarı. Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi. İstanbul; 2013.
- [5] Bülent Baradan, Halit Yazıcı ve Serdar Aydın. Beton. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları. İzmir; 2013.
- [6] TS EN 12390-3. Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini. TSE, Ankara; 2003.
- [7] Pistilli, M. F. and T. Willems. Evaluation of Cylinder Size and Capping Method in Compression Strength Testing of Concrete. Cement, Concrete, and Aggregates. 1993. 15 (1): 59-69.
- [8] Dennis Vandergrift, Jr. Anton K. Schindler. The Effect of Test Cylinder Size on the Compressive Strength of Sulphur Capped Concrete Specimens. Highway Department of Civil Engineering at Auburn University Research Center and Department of civil engineering at auburn university.
- [9] Vichit- Vadakan, W., Carino, N. J., and Mullings, G. M. Effect of elastic Modulus of Capping Material on Measured Strength Concrete Cylinders. Cement, Concrete, and Aggregate , CCAGDP, Vol.20, No, Dec. 1998, pp. 227-234.
- [10] Lobo. C. L. Mullings . G. M. and Gaynor. R. D., Effect of Capping Materials and Procedures on the measured Compressive Strength of High-strength Concrete. Cement, Concrete and Aggregates, CCAGPD. Vol.16, No.2 Dec.1994, pp.173-180.

- [11] Dinesh W.Gawatre, Ajeet Kumar, Suraj D.Giri, Rahul N.Jadhav, Bhagwat B.Bande. Effect of Capping Material on Strength of Concrete Cylinders/Cores. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). Volume 14, Issue 4 Ver. III (Jul. – Aug. 2017), PP 52-59.
- [12] Genç Ö. Blok mermer ve mermer işleme sektörü. Ankara: Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.; 2004.
- [13] Yalçın S, Uyanık T. Dünya mermer ticaretinde Türkiye'nin yeri. Türkiye III. Mermer sempozyumu, 3-5 Mayıs 2001, Afyon.
- [14] Muciaccia G, Rosati G, Di Luzio G. Compressive failure and size effect in plain concrete cylindrical specimens. Construction and Building Materials 2017;137:185-194.