

## Effect On Pressure Resistance Of Maximum Ratio Fiber Supply In Concrete Specimen

<sup>1</sup> Elif Ağcakoca, <sup>\*2</sup>Zeynep Yaman, <sup>3</sup>Metin İpek

<sup>1,\*2</sup>Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

<sup>3</sup>Faculty of Technology, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

### Abstract

Nowadays, we see steel and concrete materials as building materials according to modern instruments. Especially in recent years, the materials in the same or different groups, two or more proliferated, bring out the dominant aspects of the composite elements to make the construction sector gain a new perspective. By reinforcing fiber in concrete material, composite and more durable elements can be created. The more durable materials required by the construction industry can be formed by composite elements. Moreover, the reason for the terrorist events we are encountering today, the high level of resistance we use in structures is especially important for building security. In this study, eight fiber-free and max 8% fiber ratios were obtained in four different concrete classes, with a diameter of 100 mm and a height of 200 mm. In this study, compressive strengths of specimens were investigated by adding maximum fiber to different concrete classes.

**Keywords:** Fiber, concrete, impact, compressive strength, cylindrical concrete sample

## Beton Numunelerde Maksimum Oranda Fiber Takviyesinin Basınç Dayanımı Üzerine Etkisi

<sup>1</sup> Elif Ağcakoca, <sup>\*2</sup>Zeynep Yaman, <sup>3</sup>Metin İpek

<sup>1,\*2</sup>Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

<sup>3</sup>Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

### Özet

Günümüzde bulunan modern yapılar incelediğinde en yaygın kullanılan yapı malzemesi olarak çelik ve beton malzemesini görmekteyiz. Özellikle son yıllarda iki veya daha fazla sayıda, aynı veya farklı gruptaki malzemelerin, baskın yönlerinin birleştirilmesiyle oluşturulan kompozit elemanlar inşaat sektörünün yeni bir bakış kazanmasını sağlamıştır. Beton malzemesinin içine fiber takviye ederek kompozit ve daha dayanıklı eleman oluşturulabilmektedir. İnşaat sektörünün ihtiyacı olan daha dayanıklı malzemeler, kompozit elemanlar ile oluşturulabilmektedir. Ayrıca günümüzde karşılaştığımız terör olaylarından dolayı, yapılarda kullandığımız malzemenin mukavemetinin yüksek olması, yapı güvenliği için oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, fibersiz ve maksimum %8 fiber oranı kullanılarak dört farklı beton sınıflarında sekiz adet, çapı 100 mm yüksekliği 200 mm silindirik numune elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında farklı beton sınıflarına maksimum fiber ilave ederek, numunelerde oluşacak basınç dayanımları incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fiber, beton, darbe, basınç dayanımı, silindir beton numune

\*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: zdyaman@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955744

## 1. Giriş

Tarihi gelişimi milattan önceye dayanan Çimentonun 19 yüzyılın başlarında fabrika ortamında üretilmeye başlanması ile ortaya çıkan beton, modern yapılaşmada yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesi olmasını sağlamıştır. Beton, içerisinde yaklaşık %10 oranında çimento, %75 oranında agrega (kum, çakıl, kırma taş), %15 oranında su ve gerektiğinde kullanılan çimento ağırlığının %2 sinden fazla olmamak üzere katkı maddelerinin karışımından oluşan kompozit bir yapı malzemesidir.

Betonu, kullanılmaya başlandığı tarihsel süreçte cazip kılan en önemli özelliği yüksek basınç dayanımına sahip, her tür yükleme durumuna karşı dayanıklı bir malzeme olmasıdır. Önemli bir yapı malzemesi olarak beton, gerek dünya genelindeki standartlar da gerekse ülkemizdeki standartlar da, en önemli özelliği olan yüksek basınç dayanımına göre sınıflandırılmaktadır.

Teknolojinin ilerlemesi ile birçok alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de gelişmeler olmaktadır. Sektörde çok yaygın olarak kullanılan ve modern yapıların ana malzemesini oluşturan, betonun kullanıldığı yapı, kullanım ömrü boyunca aşınma ya da çeşitli sebeplerden taşıma gücündeki azalma, yapılarda ciddi hasarlar oluşmasına sebep olabilmektedir. Betonun dayanım arttırmaya yönelik olarak pek çok malzeme ve yöntem geliştirilmiştir. Beton karışımın içine fiber lif katkısı konulması da bunlardan biridir.

Fiber malzeme lifli bir yapıya sahip olup, günümüzde çelik, cam elyaf, karbon, poliamid vb. pek çok fiber beton katkı lif malzemesi mevcuttur. Bu çalışmada poliamid malzemedен üretilmiş sentetik fiber malzeme farklı dayanım özelliklerine sahip beton karışımlar içine konularak basınç dayanımında bir değişime katkısı olup olmadığı incelenmiştir.

## 2. Literatür Çalışması

Literatürde bulunan çalışmalarda, farklı sınıflarda ve farklı çelik lif oranlarında takviye edilen beton numunelerinin, beton basınç ve eğilme dayanımı üzerindeki etkisini incelemiştir[1]. Yine bir çalışmada, farklı oranlarda cam fiber ilave edilen beton boruların dayanımlarındaki değişim araştırılmıştır[2]. Sarıdemir çalışmasında; çelik fiber içeren yüksek dayanımlı betona ilave özellikler takviye ederek deneysel araştırmalarda bulunmuştur[3]. Avar çalışmasında; yüksek basınç dayanımı, yüksek performanslı karma lifli çimento esaslı kompozitler üretmiş lif dayanımlarını ve kırılma özelliklerinin etkisini incelemiştir[4]. Eruslu çalışmasında; kompozit kare plakların serbest titreşim analizini yaparak, elastik sabitlerin inklüzyon hacim oranlarından ve boyut oranlarından etkilendiğini göstermiştir[5]. Eren, fiber tekstil ürünlerinin inşaat mühendisliği alanındaki güncel uygulamaları incelemiştir[6]. Kozak, çelik lifli betonlar ve kullanım alanlarının araştıran bir çalışma ile inşaat sektöründeki lifli beton çalışmalarına katkıda bulunmuştur[7]. Hüsem, çelik ve polipropilen lif katkılı geleneksel ve yüksek dayanımlı betonların merkezi basınç, çekme dayanımlarını araştırarak, çentikli numunelerde betonların kırılma ve çatlak gelişimlerini incelemiştir[8]. Özşahin, lif takviyeli polimerlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ve lif takviyeli polimerlerin betonarme elemanlarda donatı olarak kullanımı üzerine bir araştırma makalesi yapmıştır[9]. Çelik, karbon elyaf sararak güçlendirdiği silindir beton numuneleri tekrarlı eksenel basınç testlerine tabi tutmuş ve sarma sayısının beton basınç dayanımına etkisini incelemiştir[10].

### 3. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmada fiber malzeme olarak kullanılan KraTos Sentetik Fiber Donatı; Poliamid 6.6 hammaddesinden EN 14889-2 Sınıf 2 ve ASTM C 1116 standartlarına göre üretilen, sentetik fiber bir malzemedir. Kullanılan fiber malzeme beton içerisinde 3 boyutlu homojen dağılım sağlamak amacıyla optimize edilen fiber dizaynı ile betonun servis ve tasarım yükleri altında taşıma kapasitesini artırarak etkin çatlak kontrolünü her noktada sağlayan bir fiber donatı ürünü olarak tasarlanmıştır[11]. Fiber malzemeye ait teknik özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Fiber malzemeyi üreten ve pazarlayan Kord-SA firması tarafından optimum fiber malzeme oranının, proje gereksinimlerine bağlı olarak değişebileceği belirtilmiştir. Bu aralık genellikle 2-10 kg/m<sup>3</sup> aralığında belirlenmiştir Yani maksimum fiber oranı 1 m<sup>3</sup> betona 10 kg olarak belirlenmektedir. Maksimum oranda fiber takviyesinin beton basınç dayanımına etkisini araştırmak amacıyla, belirlenen dört beton sınıfından, aynı şartlar altında, fibersiz ve 1m<sup>3</sup> betona 10 kg KraTos Makro (KraTos 54/55) fiber oranı ile üretilmiş beton malzemeden, fiber katkılı numuneler hazırlanmıştır.



Şekil 1. Alşa Laboratuvar Cihazları hidrolik universal test cihazı

Tablo 1. Kratos-Makro Teknik özellikleri[11].

KraTos Makro (KraTos 54/55)	Karakteristik Özellikler
Ham Madde	Modifiye edilmiş Poliamid 6.6
Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	1,14
Uzunluk (mm)	54
Çap (mm)	0,55
Çekme Gerilmesi (MPa)	900
Alkali Direnci	Çok iyi
Korozyon Direnci	Çok iyi
Fiber Adedi / Kg	88200











Şekil 2. Başlık maddelerinin hazırlanmasında kullanılan kazan

Deneyisel çalışmada, C20-C25-C30-C35 olmak üzere dört farklı sınıfta beton kullanılmıştır. Numuneler 100x200 mm ebatlarında fibersiz ve maksimum fiberli, 8 adet olarak hazırlanmıştır. Özel bir şirketin santralinden temin edilen ve herhangi priz hızlandırıcı, akışkanlaştırıcı gibi katkı maddeleri katılmamış beton karışım kullanılmıştır. 100x200 mm ebatlarında hazırlanan 8 adet silindirik deney numunesi laboratuvar ortamında yerinde döküm yapılmış ve dökümden bir gün sonra Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Malzeme laboratuvarlarında 28 gün kür havuzuna bekletilmiştir.

Dayanım testi Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Teknoloji Fakültesi Laboratuvarında bulunan Alşa Laboratuvar Cihazları Ltd. Şti. tarafından üretilmiş bilgisayar kontrollü, hidrolik yüklemeli makine kullanılmıştır[12](Şekil 1).

Numunelerin basınç yüklemesi altında incelenmesinden önce, 28 gün boyunca kür havuzunda bekletilmiştir(Şekil 2). Fibersiz ve Fiberli olarak hazırlanmış olan 8 adet numune 300 ton basınç kuvvetine sahip hidrolik universal test cihazında, basınca tabi tutulmuştur. Yükleme hızı, dakikada 4 mm olarak uygulanmıştır. Deney öncesi ve deney sonrası numunelerin resimleri Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 2.** Numunelerin deney öncesi ve deney sonrası görünüşleri

Beton Sınıfı	Fiber Katkısız		Fiber Katkılı	
	Deney Öncesi	Deney Sonrası	Deney Öncesi	Deney Sonrası
C20				
C25				

**Tablo 2** Numunelerin deney öncesi ve deney sonrası görünümleri (Devam)



Deney verileri test cihazına bağlı bilgisayar aracılığı ile kaydedilerek, numunelerin gerilme-uzama grafikleri çizilmiştir.

#### 4. Deney Sonuçları

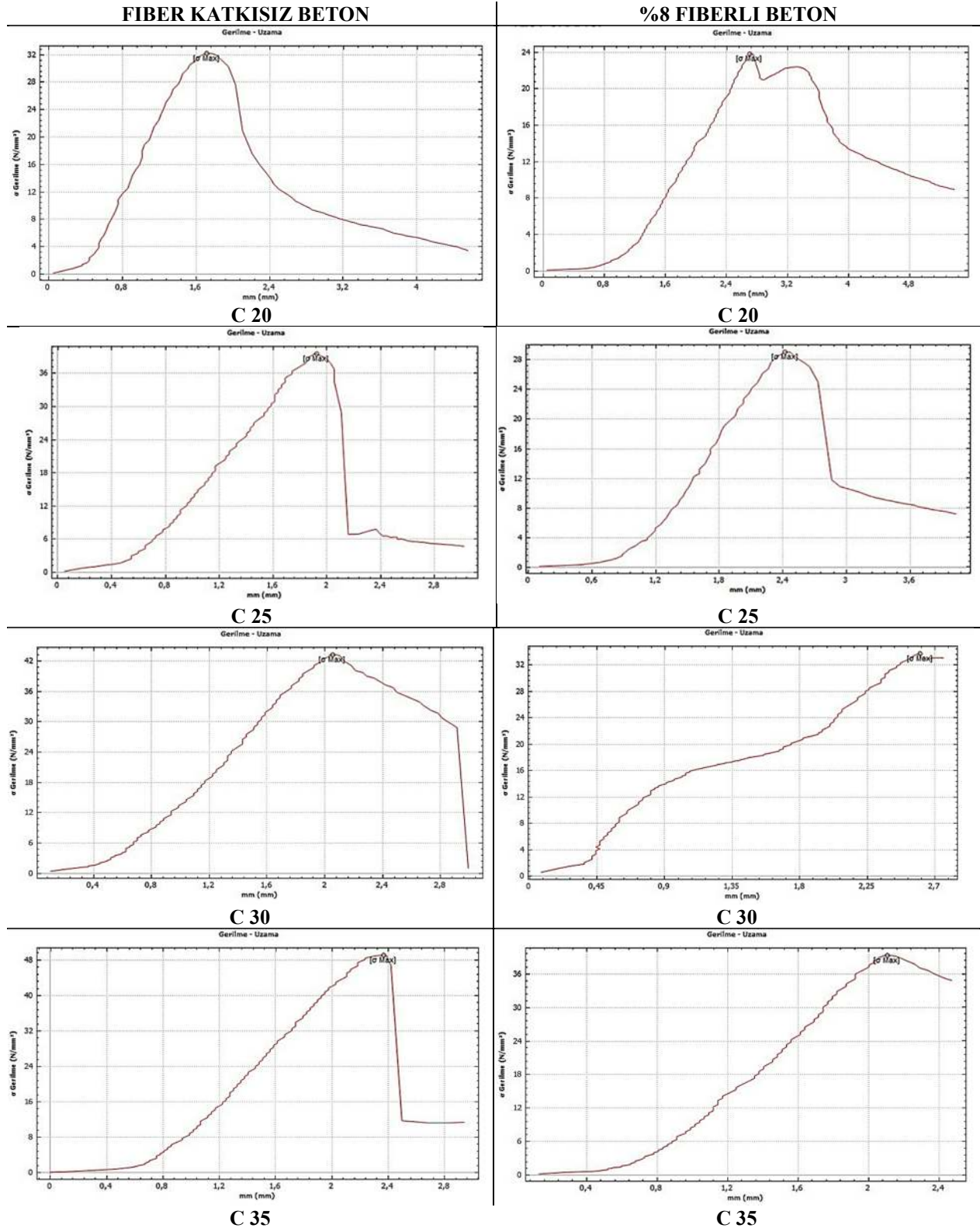
Basınç deneyine tabi tutulan fiber katkısız ve maksimum fiber katkılı 8 adet numunenin hangi yükleme değerleri altında kırıldığı Tablo 3’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Numunelerin taşıyabildiği maksimum kuvvet ve gerilme değerleri

Beton Sınıfı	Fiber Miktarı	Kuvvet (kN)	Gerilme (N/mm <sup>2</sup> )
C 20	Fibersiz	252,809	32,2
	Maksimum Fiber Takviyeli	187,193	23,8
C 25	Fibersiz	310,365	39,5
	Maksimum Fiber Takviyeli	228,296	29,1
C 30	Fibersiz	339,535	43,2
	Maksimum Fiber Takviyeli	264,612	33,7
C 35	Fibersiz	385,318	49,1
	Maksimum Fiber Takviyeli	308,541	39,3

Fiber katkısız ve maksimum fiber katkılı 8 adet numunenin basınca tabi tutulmaları sonucunda elde edilen Gerilme-Boy Değişimi grafikleri Tablo 4’ de verilmiştir.

Tablo 4. Gerilme-Boy Değişimi grafikleri



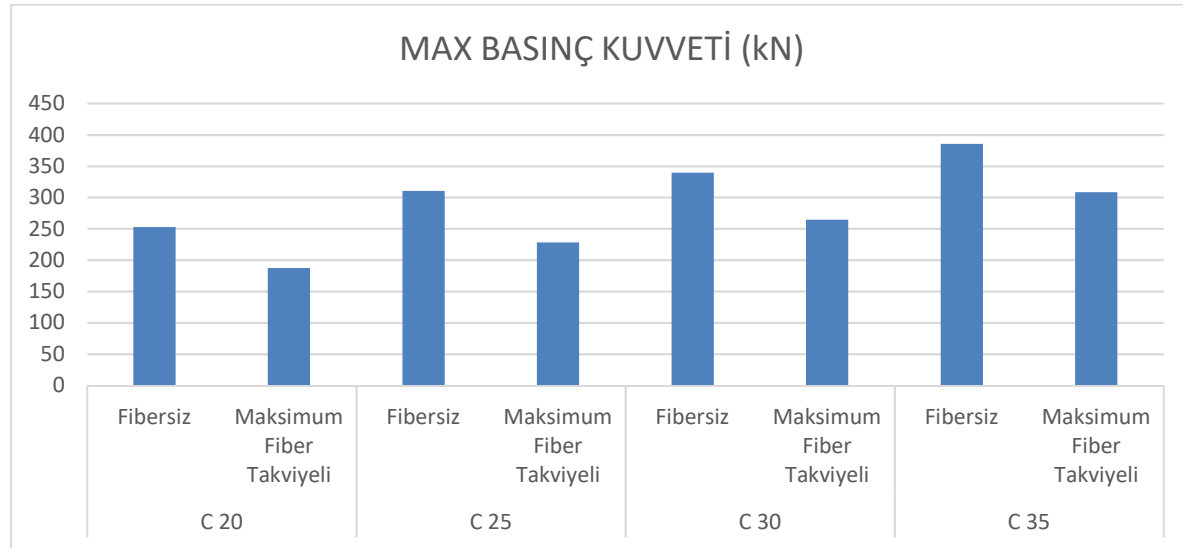
## Sonuçlar

Deney sonuçlarının analizi ile fiber takviyeli beton numunesi kuvvet kapasitesi ile fibersiz beton numunesi kuvvet kapasitesi arasındaki fark yüzde oranında Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5.** Fibersiz- Fiberli Beton; Yük taşıma kapasiteleri

Beton Sınıfı	Fiber Miktarı	Kuvvet (kN)	Gerilme (N/mm <sup>2</sup> )	Fibersiz- Fiberli Beton Yük Taşıma Kapasitesindeki Değişim Oranı (%)
C 20	Fibersiz	252,809	32,2	25,95
	Maksimum Fiber Takviyeli	187,193	23,8	
C 25	Fibersiz	310,365	39,5	26,44
	Maksimum Fiber Takviyeli	228,296	29,1	
C 30	Fibersiz	339,535	43,2	22,07
	Maksimum Fiber Takviyeli	264,612	33,7	
C 35	Fibersiz	385,318	49,1	19,93
	Maksimum Fiber Takviyeli	308,541	39,3	
	Ortalama			23,60

Poliamid fiber malzeme üretici firması KordSa nın ürün kataloğunda belirttiği maksimum oran olan 10kg/m<sup>3</sup> oranında fiber ürünü katılarak oluşturulan 10cmx20cm ebadındaki silindir şeklindeki fiber katkılı beton numuneler, fiber katkısız numunelerden daha düşük bir basınç kuvveti altında maksimum taşıma kapasitelerine ulaşmışlardır. Fiber takviyeli beton basınçları incelendiğinde, beton basınç dayanımlarının fibersiz beton basınç dayanımlarına oranla ortalama %23 oranında düşüş gösterdiği görülmektedir. Bu değişim Şekil 3’ de grafik olarak gösterilmiştir



**Şekil 3.** Fiberli-Fibersiz Silindir Numune Beton Basınç Dayanımlarındaki Değişim Grafiği

İncelenen dört beton sınıfında da fibersiz beton basınç dayanımı, max oranda fiber takviyeli betonun basınç dayanımından daha yüksek çıkmıştır. Fiber takviyeli numunelerin yük taşıma

kapasitelerindeki azalarak giden bu değişimin; bizleri, numune üretiminden kaynaklı hatalar olabileceği kanaatine yönlendirmiştir.

Özellikle üretici firma tarafından endüstriyel zeminler, beton yollar, su yapıları liman yapıları, ray altı yapıları gibi yüksek basınç ve titreşime maruz kalan alanlarda kullanıma fiber malzemesinin uygulanmasında betona atıldıktan sonra, minimum 5 dakika transmikserin son hızında karıştırılması tavsiye edilmektedir. Ancak üniversitemiz bünyesinde hazır beton üretim imkânı olmadığından, hazır beton santrallerinden alınan beton içine konulan fiber elle karıştırılarak numuneler oluşturulmuştur. Fiberli ve fibersiz beton basınç dayanımları arasındaki farkın uygun üretim koşulları sağlanamamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir

Ancak deney numunelerinin görselleri incelendiğinde, fibersiz beton, maksimum basınç dayanımına eriştikten sonra bünyesindeki deformasyonlar gözle görülebilir düzeyde olmasına karşın, basınç dayanımına erişmiş fiberli betonda deney sonrası gözle görülür bir deformasyon tespit edilmemiştir. Burada Fiber liflerin bağlayıcılık özelliğinin kendini gösterdiğinden bahsedilebilir. Ancak bir genelleme yapılması için benzer çalışmanın numune sayısı artırılarak tekrarlanması gerektiği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Yenidünya, Eren. Farklı Maksimum Sıcaklık Değerleri Altında Buhar Kürü Uygulamasının Çelik Lifli Betonların Mekanik Dayanımına Etkisi. PhD Thesis. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [2] Yıldız, Servet; Ulucan, Zülfü Çınar. Beton Borularda Cam Lif Katkisinin Tepe Yük Dayanımına Etkisinin Araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2008, 23.2.
- [3] Çelikten, Serhat. Çelik Fiber İçeren Dayanımlı Beton Özellikleri Üzerine Metakaolin Ve Öğütülmüş Pomzanın Etkisi. PhD Thesis. Niğde Üniversitesi. 2014.
- [4] Taşdemir, M. Ali; Avar, Dilek. Karma Lifli Betonların Mekanik Davranışına Buhar Kürü Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [5] Eruslu, Sait Özmen. Kısa Elyaf Takviyeli Kompozit Plaklarda Titreşim Analizi. Doktora tezi Trakya Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Edirne. 2008
- [6] Eren, Arzu. Soyaslan, Devrim Demiray. Tekstil Malzemelerinin İnşaat Mühendisliği Uygulamaları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2016, 1: 29-34.
- [7] Kozak, Mehmet. Çelik Lifli Betonlar ve Kullanım Alanlarının Araştırılması, S.D.U Teknik Bilimler Dergisi, 2013, Cilt 3 Sayı 5 Sayfa 26-35,
- [8] Hüsem, Metin; Demir, Serhat. Çelik ve Polipropilen Liflerin Geleneksel ve Yüksek Performanslı Betonlarda Kirilma ve Çatlak Gelişimine Etkisi. Engineering Sciences, 8.4: 182-193, 2013
- [9] Ozsahin, Burak; Mulayim, Ali; Arkoç, Orhan. Betonarme Yapı Elemanlarında Lif Takviyeli Polimerlerin Kullanımı, <http://acikerisim.kirklareli.edu.tr:8080/xmlui/handle/20.500.11857/2015>
- [10] Çelik, Karan Veysel; Karaşin, Halim. Karbon Elyaf İle Betonun Güçlendirilmesi. Vol,2014,30:1-12.
- [11] <http://www.kordsa.com/kratos/assets/kratosbrosurtr.pdf> / 14:00 / (15.02.2018)
- [12] <http://www.alsalab.com/hidrolik-universal-test-cihazı-utm3000.html> / 13:00 / (15.02.2018)