

Effect On Pressure Resistance Of Minimum Ratio Fiber Supply In Concrete Specimen

¹ Elif Ağcakoca, ^{*2}Zeynep Yaman

^{1,*2}Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

Abstract

Nowadays, as the technology progresses, there are developments in the construction sector as well as in many areas. High strength and availability, especially demanded from materials in high-rise buildings, have made us part of this technology. In addition to static loads during the life of the building, the possibility of coming in time with sudden loads has led us to use different materials. This material is mostly composed of composite materials produced by composite materials. The increase in terrorist attacks has also increased the demand for higher strength building materials. In order to meet this demand, it is desired to produce materials which will increase the strength with various studies. These materials are the most widely used fiber material. In this study, 8 different diameter, 100 mm height, 200 mm cylindrical specimens were tested in four different concrete classes using different ore fiber. In this study, the effect of the samples prepared with minimum fiber reinforcement on the concrete pressure strength was investigated.

Keyword: Fiber, concrete, impact, compressive strength, cylinder

Beton Numunelerde Minumum Oranda Fiber Takviyesinin Basınç Dayanımı Üzerine Etkisi

¹ Elif Ağcakoca, ^{*2}Zeynep Yaman

^{1,*2}Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

Özet

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile birçok alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de gelişmeler olmaktadır. Özellikle yüksek katlı yapılar da kullanılan malzemelerden beklenen yüksek dayanım ve kullanılabilirlik bizi bu teknolojinin bir parçası haline getirmiştir. Yapıya kullanım ömürleri boyunca gelen statik yüklerin yanında, deprem gibi dinamik yüklemelerinde zamanla gelebilme ihtimali bizi farklı malzeme kullanmaya yönlendirmiştir. Bu malzeme daha çok kompozit malzemelerle üretilmiş kompozit yapı elemanları olmaktadır. Günümüzde, terör saldırılarının artması, dayanımı daha yüksek yapı malzemesine olan talebi de artmıştır. Bu talebin karşılanabilirliği adına çok farklı çalışmalar yapılmakla birlikte, dayanımı yükseltecek malzeme üretmek istenmektedir. Bu malzemelerden en yaygın kullanılan fiber malzemedir. Bu çalışmada, farklı oranda fiber kullanılarak, dört farklı beton sınıflarında 8 adet çapı 100 mm yüksekliği 200 mm silindirik numune üzerinde deney yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, minimum fiber takviye ile oluşturulmuş numunelerin beton basınç dayanımında meydana getirdiği etki incelenmiştir

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

Teknolojinin ilerlemesi ile birçok alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de gelişmeler olmaktadır. Özellikle yüksek katlı yapılarda malzemelerden beklenen yüksek dayanım ve kullanılabilirlik bizi bu teknolojinin bir parçası haline getirmiştir. Bu teknolojik gelişmeler ışığında, yapıya etkileyen farklı karakterdeki yüklerin, yapı elemanları üzerindeki etkileri ayrı ayrı incelenerek, bu yüklere dayanıklı yapı malzemeleri üretme çalışmaları yapılmaktadır.

Yapı mühendisliğinde temel amaç kullanılabilir, ekonomik ve dayanıklı yapılar tasarlamaktır. Yapının yeterli dayanıma sahip olmasını sağlamak adına, yapıya etkileyen yükler belirlenerek, çekme ve basınç dayanımı yüksek, yeni malzeme kullanmak tercih edilebilmektedir. Yani, yapılara etkileyen yüklere karşı yapının taşıma gücünü artırmak tasarımda ilk hedef olmaktadır. Taşıma gücünü artırmak adına farklı yapı elemanları tasarlandığı gibi malzemelerin dayanımını artırmak için de farklı yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemlerden biri de betonarme yapılarda beton içerisinde fiber malzeme kullanımıdır.

Beton basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşük bir yapı malzemesidir. Betonun çok düşük olan çekme dayanımı genellikle dikkate alınmadığından, en önemli özelliği, basınç dayanımıdır. Ancak betonun malzemesinde kullanılan fiber malzeme lifli bir yapıya sahip olduğundan, beton malzemesinin çekme dayanımına da önemli katkılabilmektedir. Bu çalışmada farklı beton sınıflarına ait numunelere %2 oranında makro fiber takviye edilerek, basınç dayanımında meydana getirdiği değişiklik incelenmiştir.

2. Literatür Çalışması

Literatürde, çeşitli beton sınıflarda ve farklı çelik lif oranları kullanılarak oluşturulan beton numunelere su, hava ve buhar küre uygulamasının, beton basınç ve eğilme dayanımı üzerindeki etkisini incelemiştir[1]. Başka bir çalışmada, toplam karışıma ağırlıkça %0.2, 0.4 ve 0.6 oranlarında cam lifler katılarak elde edilen beton boruların taşıma gücündeki değişim araştırılmıştır. Deneysel sonuçlarına bağlı olarak yük-deplasman eğrileri çizilmiş; lif oranının artırılması ile beton boruların daha fazla deplasman yaptığı ve boruların kırılma yüklerinin arttığı görülmüştür[2]. Sarıdemir ve arkadaşları, çalışmalarında çelik fiber içeren yüksek dayanımlı beton özellikleri üzerine metakaolin, öğütülmüş ponza ve metakaolin ile birlikte kullanılan öğütülmüş ponzanın etkileri deneysel olarak araştırmıştır. Karşılaştırmalarda metakaolin içeren betonların performansının diğerlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir[3]. Avar ve arkadaşları, çalışmalarında, 200 MPa'ya varan yüksek basınç dayanımı, yüksek süneklik ve tokluk değerlerine olanak sağlayan optimum bir çözümün elde edilmesi için, yüksek performanslı karma lifli çimento esaslı kompozitler üretilmiştir. Lif dayanımının ve karma lif kullanımının kompozitlerin mekanik ve kırılma özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, kanca uçlu olan veya olmayan üç farklı çelik lif karışımlara oluşturulmuştur[4]. Eruslu, çalışmasında; kısa elyaf takviyeli dik katmanlı kompozit kare plakların serbest titreşim analizini yapılmıştır. Kompozit malzemedeki kısa elyaflar boyut oranına bağlı olarak sürekli elyafa kadar değişim gösteren küresel inklüzyon olarak ele almıştır. Analiz sonuçlarında, efektif elastik sabitlerin inklüzyon hacim oranlarından ve boyut oranlarından etkilendiğini göstermiştir[5]. Taşdemir ve arkadaşları çalışmalarında yüksek ve ultra yüksek dayanımlı yalın betonlarda yutulmuş bağıl enerji düşük olduğundan bu malzemelere kısa kesilmiş

çelik teller eklenerek sünek davranışı elde etmek istemiştir [6].

3. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmada, C20-C25-C30-C35 olmak üzere dört farklı sınıfta beton kullanılmıştır. 100mm x 200 mm ebatlarında fibersiz ve minimum %2 fiberli, 8 adet numune hazırlanmıştır.

Fiber malzeme olarak kullanılan KraTos Sentetik Fiber Donatı; Poliamid 6.6 hammaddesinden EN 14889-2 Sınıf 1 standardında üretilen, sentetik fiber bir malzemedir. Diğer sentetik liflerden farklı olarak %5 oranına kadar nemi bünyesine alabilme kabiliyetine sahiptir. Taze beton aşamasında nemi tutan lifler, beton prizini aldıkça nemi betona geri vererek içten kürlenme etkisi yapmaktadır Böylece, ısı ve rötreye bağlı çatlakların oluşumunu minimize ederek daha yüksek yapısal bütünlük sağlamaktadır [7].

Fiber malzemeye ait teknik özellikler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Kratos-Makro Teknik özellikleri

KraTos Makro(KraTos 54/55)	Karakteristik Özellikler
Ham Madde	Modifiye Edilmiş Poliamid 6.6
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	1,14
Uzunluk (mm)	54
Çap (mm)	0,55
Çekme Gerilmesi (MPa)	900
Alkali Direnci	Çok iyi
Korozyon Direnci	Çok iyi
Erime Sıcaklığı [° C]	260
Fiber Adedi / Kg	88200

Fiber malzemeyi üreten firma tarafından optimum fiber malzeme oranının, proje gereksinimlerine bağlı olarak değişebileceği belirtilmiştir. Bu aralık genelde 2-10 kg/m³ aralığında belirlenmiştir. Bu değer yaklaşık olarak 1 m³ betona 2 kg olarak belirlenmektedir. Minimum fiber takviyesinin beton basınç dayanımına etkisini araştırmak amacıyla, öncelikle aynı şartlar altında her beton sınıfından fibersiz ve %2 fiber katkılı numuneler hazırlanmıştır.

Deney için kullanılacak numunelerin beton malzemesi özel bir şirketin santralinden temin edilmiştir. C20, C25, C30 ve C35 kalite sınıfındaki betonlar kullanılmıştır. Hazırlanan beton numunelerine herhangi bir priz hızlandırıcı, akışkan özelliği veren katkı maddeler kullanılmamıştır.

Yerinde döküm yapılarak 100x200 mm ebatlarında 8 adet silindirik numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler bir gün bekletildikten sonra kür havuzuna konulmuş ve 28 gün bekletilmiştir.

4. Deneyin Yapılışı

Deney, Alşa Laboratuvar Cihazları Ltd.Şti. tarafından üretilmiş bilgisayar kontrollü, hidrolik yüklemeli, TS 138 EN İSO 10002-1'e uygun, malzeme test yazılımlı, 300 ton kapasiteli, $\pm 1\%$ mm $\pm 0.2\%$ mm deplasman ölçüm hassasiyetli, 250mm'lik hidrolik piston stroğuna sahip, 1/300000 kuvvet ölçüm rezilasyonlu hidrolik universal test cihazı ile yapılmıştır[8] (Şekil 1).



Şekil 1. Alşa Labaratuvar Cihazları hidrolik universal test cihazı













Şekil 2. Başlık maddelerinin hazırlanmasında kullanılan kazan







28 gün boyunca kür havuzunda bekletilen fiber katkılı ve katkısız silindir beton numuneler, 28 günün sonunda kürden çıkarılıp bir gün kurumaya bırakılmıştır. Numunelerin basınç yüklemesi altında incelenmesinden önce, basınç yükünün beton numunelere üniform olarak dağılımını sağlamak için daha pürüzsüz bir yüzey elde etmek adına numunelere kükürt başlıklar yapılmıştır. Numune başlığı %70 sarı kükürt ve %30 grafit tozunun 300 °C de eritilmesi ile elde edilen karışım ile daha pürüzsüz hale getirilmiştir(Şekil 2).

Dayanım testi Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Teknoloji Fakültesi Laboratuvar'ında gerçekleştirilmiştir. 300 ton basınç kuvvetine sahip hidrolik universal test cihazında, hazırlanmış olduğumuz 8 adet numune basınca tabi tutulmuştur. Numunelerin, gerilme-uzama grafikleri bilgisayar aracılığı ile kaydedilmiştir. 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	Katkı Oranı	Deney Öncesi	Deney Sonrası
C20	Fibersiz Numune		
C20	Minimum Fiber Katkılı Kompozit Numune		
C25	Fibersiz Numune		
C25	Minimum Fiber Katkılı Kompozit Numune		
C30	Fibersiz Numune		

Tablo 3. Numunelerin deney öncesi ve deney sonrası görünüşleri (Devam)

C30	Minimum Fiber Katkılı Kompozit Numune		
C35	Fibersiz Numune		
C35	Minimum Fiber Katkılı Kompozit Numune		

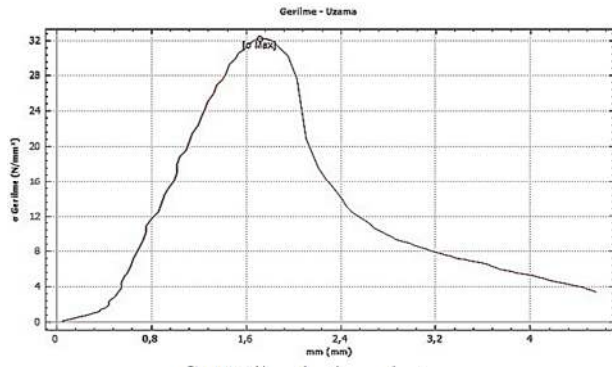
5. Deney Sonuçları

Basınc deneyine tabi tutulan fiber katkısız ve minimum fiber katkılı 8 adet numunenin hangi yüklenme değerleri altında kırıldığı Tablo 3 de gösterilmiştir.

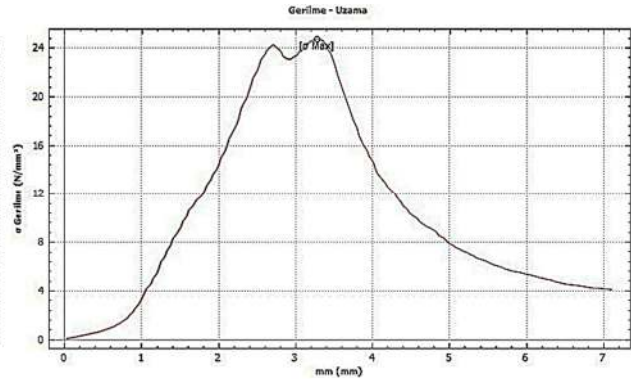
Tablo 4. Numunelerin taşıyabildiği maksimum kuvvet ve gerilme değerleri

Beton Sınıfı	Fiber Miktarı	Kuvvet (kN)	Gerilme (MPa)
C 20	Fibersiz	252,809	32,2
	Minimum Fiber Takviyeli	194,099	24,7
C 25	Fibersiz	264,612	33,7
	Minimum Fiber Takviyeli	219,517	28
C 30	Fibersiz	310,365	39,5
	Minimum Fiber Takviyeli	295,560	37,6
C 35	Fibersiz	339,535	43,2
	Minimum Fiber Takviyeli	216,985	27,6

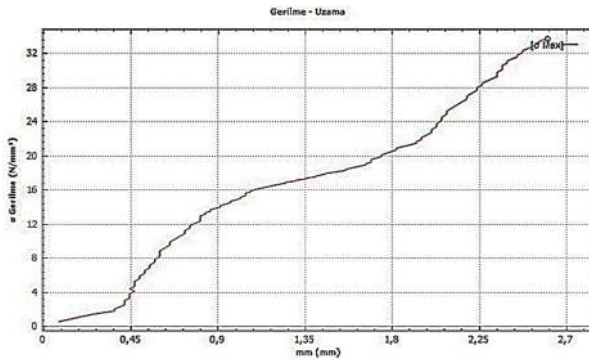
Fiber katkısız ve minimum fiber katkılı 8 adet numunenin basınca tabi tutulmaları sonucunda elde edilen gerilme-boy değişimi grafikleri Şekil 3’de verilmiştir.



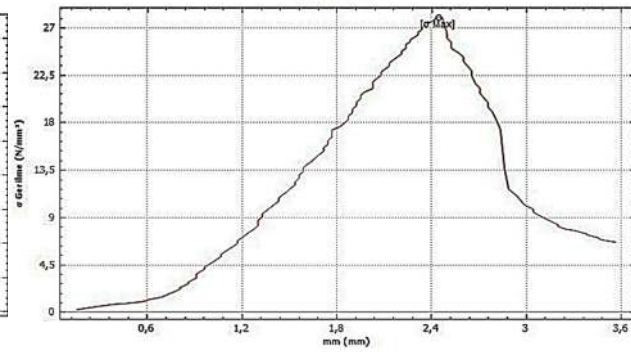
C 20 Fiber katkısız beton



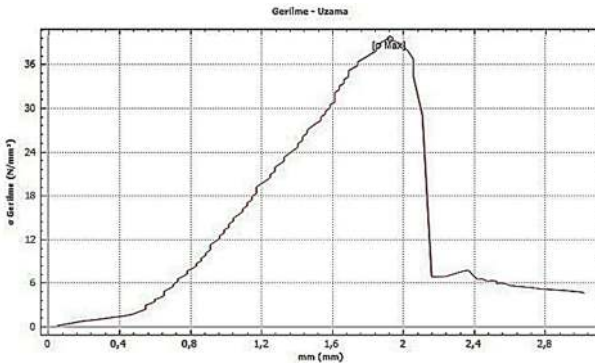
C 20 %2 fiberli beton



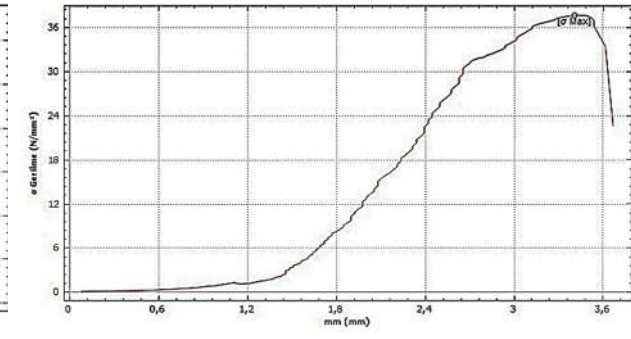
C 25 Fiber katkısız beton



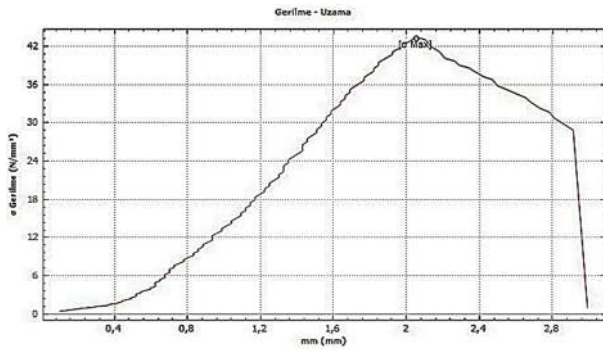
C 25 %2 fiberli beton



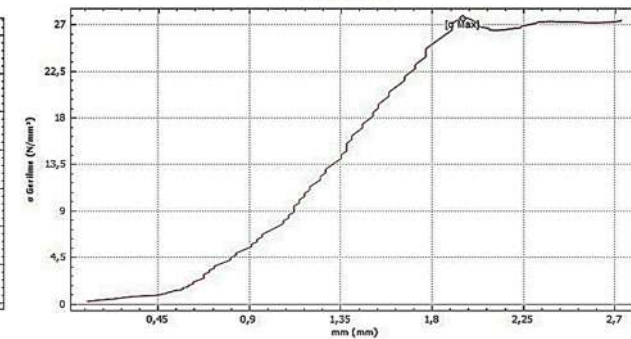
C 30 Fiber katkısız beton



C 30 %2 fiberli beton



C 35 Fiber katkısız beton



C 35 %2 fiberli beton

Şekil 3. Farklı beton kalitesine sahip numunelerde gerilme-boy değişimi grafikleri

Sonuçlar

Deney sonuçlarından elde ettiğimiz grafikler, fiber takviyeli beton numunesi kuvvet kapasitesi ile fibersiz beton numunesi kuvvet kapasitesi arasındaki fark yüzde oranında Tablo 4 te verilmiştir.

Tablo 5. Fibersiz- Fiberli Beton; Yük taşıma kapasiteleri

Beton Sınıfı	Fiber Miktarı	Gerilme (MPa)	Kuvvet (kN)	Fibersiz- Fiberli Beton yük taşıma kapasiteleri arasındaki fark (%)
C 20	Fibersiz	32,2	252,809	23,22
	Minumum Fiber Takviyeli	24,7	194,099	
C 25	Fibersiz	33,7	264,612	17,04
	Minumum Fiber Takviyeli	28	219,517	
C 30	Fibersiz	39,5	310,365	4,77
	Minumum Fiber Takviyeli	37,6	295,56	
C 35	Fibersiz	43,2	339,535	36,09
	Minumum Fiber Takviyeli	27,6	216,985	

Tablodan görüleceği gibi, fibersiz beton numunelerin basınç dayanımları Türk Standartlarının (TS500, TS EN 206, TS11222, TS 10465) belirlemiş olduğu karakteristik silindir basınç değeri için sınır değerlerine uygun olarak seçilmiştir. Fiber takviyeli beton basınçları incelendiğinde, beton basınç dayanımlarının fibersiz beton basın dayanımlarına oranla düşük olduğu, ancak beton basınç sınıfı büyüdükçe bu oranın azaldığı, bu azalmanın C35 betonunda gerçekleşmediği görülmüştür.

C20, C25 ve C30 beton sınıflarında fibersiz-fiberli beton numuneleri yük taşıma kapasitelerindeki azalarak giden değişimin C35 beton numunesindeki ani değişim olmaktadır. Bu ani değişimin numune üretiminden kaynaklı hatalar olabileceği düşünülmektedir. Ancak, fiber takviyesinin dayanımı yüksek beton numunelerinde kullanıldığında, dayanımın artmasını sağlayan agregalar ve çimento şerbeti arası bağı zayıflatmış olabileceği ve bu yüzden özellikle yüksek dayanım beklenen C35 kalitesinde betondan üretilmiş fiber katkılı numunenin dayanımında %36'lık dayanım azalması meydana getirmiş olduğu düşünülmektedir. Ancak çalışmada bir genelleme yapılması için, numune sayısı artırılarak, daha fazla sayıda deney yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynakça

- [1] Yenidünya, Eren, Farklı Maksimum Sıcaklık Değerleri Altında Buhar Kürü Uygulamasının Çelik Lifli Betonların Mekanik Dayanımına Etkisi. 2015:23-4.
- [2] Yıldız, Servet; Ulucan, Zülfü Çınar. Beton borularda cam lif katkısının tepe yük dayanımına etkisinin araştırılması. 2007
- [3] Sarıdemir, Mustafa; Çelikten, Serhat. Çelik Fiber İçeren Dayanımlı Beton Özellikleri Üzerine Metakaolin Ve Öğütülmüş Pomzanın Etkisi. 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 2008, Edirne.
- [6] Taşdemir, M. Ali; Bayramov, Fikret. Yüksek performanslıçimento esaslıkompozitlerin mekanik davranışı. İTÜ Dergisi; Aralık 2012;Cilt 1; Sayı 2;125-144.
- [7] <http://www.kordsa.com/kratos/> 14.02.2018 / 17:58
- [8] <http://www.alsalab.com/hidrolik-universal-test-cihazı-utm3000.html> 15.02.2018/ 13:00