

CAM LİFLİ KOMPOZİT BETON BORULARDA DEĞİŞİK LİF ORANLARININ SIZDIRMAZLIĞA VE SU EMMEYE ETKİSİ

Servet YILDIZ

F.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, ELAZIĞ

Salih YAZICIOĞLU

F.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, ELAZIĞ

ÖZET

Bu çalışmada, değişik çaplardaki beton borulara ağırlıkça %0.2, 0.4 ve 0.6 oranlarında cam lifler ilave edilmesi durumunda, sızdırmazlığın ve su emmenin değişimi deneysel olarak araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, lif oranı arttıkça borulardaki su kaybında azalma olduğu görülmüştür. Cam liflerle katkılандırılmış beton borularda boruların sızdırmazlığı, lif katkısız beton borulara göre %33.3 oranında bir avantaj sağlamıştır. Bu durum cam lif katkılı beton boruların basınçsız pis su ve yağmur suyu kanalizasyon inşaatlarında kullanılmasının uygun olabileceğini göstermektedir. Lifli beton borular üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre lif oranı arttıkça su emme oranı da artmaktadır. Ancak su emmedeki bu artış TS 821’de verilen değerlerin altında çıkmaktadır. Ağırlıkça %8 olması gereken miktar, lifin en fazla olduğu değerde bile %6.5 olmaktadır. Bundan dolayı beton boruların yapımında cam liflerin kullanılmasının herhangi bir sakınca meydana getirmeyeceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, cam lif, cam lifli beton, sızdırmazlık, su emme.

**THE EFFECT OF VARIOUS FIBER CONTENTS ON
WATERTIGHTNESS AND WEATHERING IN THE FIBER GLASS
REINFORCED CONCRETE**

In this study, the reinforced concrete pipes containing 0.2, 0.4 and 0.6% glass fiber (by weight) and having various pipe diameters have been tested for inspection of watertightness and weathering properties of these materials. According to the results, loss of water occurred with increasing fiber content. In the fiber reinforced concrete pipes, the watertightness of pipes provides 33.3% advantages compared to that of pipes without reinforcing. This shows that the usage of the fiber reinforced concrete is very suitable for constructions that are used for dirty water and septic. According to result of experimental studies with the fiber glass reinforced concrete, the weathering rate increases with the increasing fiber content. However, this increase becomes under the value that is given by TS 821. Although the requirement for weathering becomes 8% by weight, this value is obtained 6.5% even in the highest content of fiber case. Therefore the usage of fiber reinforcement in the construction of concrete pipes is very consistent from the point of watertightness and weathering.

Key Words: Concrete, fiberglass, fiberglass reinforced concrete, watertightness, weathering.

1.GİRİŞ

Kullanıldığı yerde, beton esas itibari ile çekme gerilmesinden çok basma gerilmesine maruzdur. Bununla beraber çekme gerilmesinin ve buna paralel olarak kırılma mukavemetinin de yüksek olması istenen uygulamalarda beton matrisli kompozitlerin kullanılması önem kazanmıştır (Postacioğlu, 1986). Bu amaçla katkı maddesi olarak kullanılan asbestin yerine son zamanlarda cam, karbon, polypropylen, mika ve kevlar lifleri gibi katkı maddeleri kullanılmaktadır (Yıldız, 1998).

Beton-cam lifli kompozit malzemelerin mekanik davranışları üzerine sadece birkaç çalışmaya rastlanmıştır. Mobasher ve diğerleri (1989) beton-cam lif kompozit malzemedeki tokluğun ölçülmesini üç farklı yükleme şekli uygulayarak hesaplamaya çalışmış ve tokluğun, kırılma numune geometrisi, yükleme şekli ve betonun yaşlanması ile yakından ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Barr ve diğerleri (1982) yapmış oldukları çalışmada, beton-cam lif kompozitlerin kırılma karakteristiklerini incelemişlerdir. Cam lif miktarının artışı, kırılma tokluğunun artmasını sağlamıştır. Bu sonuç cam lifin yapıya süneklilik kazandırması ile yorumlandırılmıştır. Kırılma mukavemeti, beton-cam lifli kompozit malzemelerde belirlenmesi gereken en önemli özelliklerden birisi olarak karşımıza çıkar.

Bu çalışmada, cam liflerin beton borulardaki sızdırmazlığa ve su emmeye etkisi araştırılmıştır. Beton borularda su emme deneyi, deney için hazırlanmış 28 günlük numuneler üzerinde belli parçalar alınarak yapılmıştır. Bulunan deney sonuçlarının TS 821'e uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Daha önceden hazırlanmış lifsiz ve lifli beton borulardan üçer deney numunesi alınarak su emme deneyine hazır duruma getirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Deneylerde İstanbul-Beyoğlu Camsar Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş.'den temin edilen cam lifleri kullanılmıştır. Başlangıçta rulolar halinde ve ızgara şeklinde olan bu lifler uygun şekilde ayrıştırılarak deneyler için hazırlanmıştır. Çok fazla bilinmemekle birlikte, cam elyafı elastiklik özelliği olan bir malzemedir. Diğer bir deyişle dikkate değer bir yüzde uzamaya sahiptir. Diğer organik liflerde bulunmayan, düşük de olsa bu süneklilik özelliği cam elyafına bir miktar enerjiyi, kayıpsız olarak depolama ve bırakma imkanı sağlamaktadır. Deneylerde kullanılan cam lifinin mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Cam Liflerine Ait Bazı Tipik Değerler

Lif Çeşidi	Boyutu (μm)	Özgül Ağırlığı (kN/m^3)	Young Modülü (kN/mm^2)	Çekme Mukavemeti (kN/mm^2)	Kırılmada Uzama (%)
Cam	9-15	26.0	70-80	2.4	2-3.5

Araştırmada, Elazığ Altınova Çimento Fabrikası A.Ş.'nin üretmiş olduğu portland çimentosu (PÇ 325) kullanılmıştır. Çimentoların fiziksel ve kimyasal analizleri ve mekanik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Bütün deneylerde aynı çimento kullanılmıştır.

Tablo 2. Portland Çimentosunun Analiz Sonuçları

KİMYASAL ANALİZLER (%)

Çimento Türü	Elazığ Çimento PÇ 325
CaO	65.87
SiO ₂	20.42
Al ₂ O ₃	5.92
Fe ₂ O ₃	2.81
MgO	3.23
SO ₃	0.97
Çözünmeyen Kalıntı	0.18
Tayin Edilemeyen	1.10
(Na ₂ O+K ₂ O) Alkaliler	0.15
Klorür Cl	≤ 0.1
Kızdırma Kaybı	2.16
C ₃ S	60.06
C ₂ S	13.31
C ₃ A	10.94
C ₄ AF	8.55

FİZİKSEL ANALİZLER

Özgül Ağırlık(g/cm ³)		3.00
Özgül Yüzey (cm ² /g)		3927
Elekte Kalan (%)	200 mik	1.1
	90 mik	7.6
Normal Kıvam Su (%)		
Priz (s/dk)	Başlama	2.25
	Bitiş	3.55
Le Chatelier (mm)		5

DAYANIMLAR

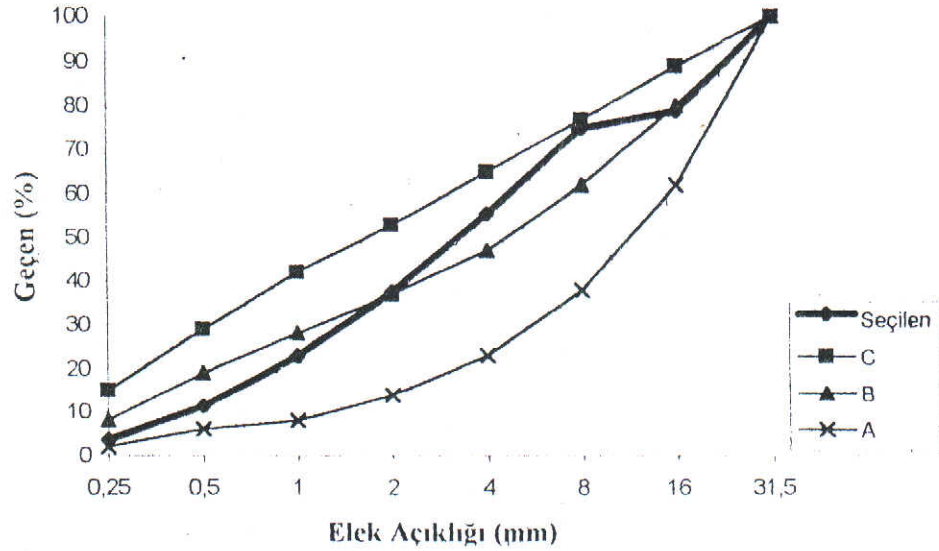
Basınç (N/mm ²)	7 gün	27.5
	28 gün	38.5
Eğilmede Çekme (N/mm ²)	7 gün	5.7
	28 gün	6.8

Mevcut agreganın yoğunluğu $\gamma = 2,70 \text{ kg/dm}^3$

Beton deneylerinde Elazığ-Çemişgezek yöresi kumu kullanılmıştır. Mevcut yıkama eleme tesisinde hazırlanmış olan üç değişik agrega malzemesi mevcuttur. Bu agregalara ait granülometrik bileşimler, Tablo 3’de verilmiştir (TS 706). Deneylerde kullanılan üç agreganın granülometri eğrisi de Şekil 1’de verilmiştir

Tablo 3. Elazığ-Çemişgezek Agregası Elek Analizi Sonuçları

Elek Göz Açıklığı (mm)	Kalan (gr)	Kümülatif Ağırlık (gr)	% Kalan	% Geçen
31.5	-	-	-	100.00
16.0	210.75	210.75	21.07	78.93
8.0	40.00	250.75	25.07	74.93
4.0	193.30	444.05	44.41	55.59
2.0	181.40	625.45	62.55	37.45
1.0	145.00	770.45	77.05	22.95
0.5	117.00	887.45	88.75	11.25
0.25	77.55	965.00	96.50	3.50
Toplama Kabı	35.00	1000.00	100.00	-



Şekil 1. Elazığ-Çemişgezek Agregası Granülometri Eğrisi

Bütün karışımlarda kullanılan su/çimento oranı W/C olarak ifade edilmiştir. W/C oranı, en elverişli durumda karışım ve karıştırıcıyı çalıştırmak için 0.39 olarak alınmıştır. Karışımlarda; Çimento, 1 nolu, 2 nolu ve 3 nolu agrega, ve ağırlıkça %0.2, 0.4 ve 0.6 oranlarında cam lifi kullanılmıştır. W/C oranı lif oranına bağlı olarak 0.39-0.48 arasında tutulmuştur. Deneylerde kullanılan malzeme oranları % olarak Tablo 4’de verilmiştir.

Deneyde kullanılacak numuneler TS 2940’a göre seçilmiş ve TS 3068’e göre hazırlanmış ve bakımı yapılmıştır. Sızdırmazlıkta ve su emmede lif oranına bağlı olarak sürekli bir artış gözlemlendiği için lif oranı %0.6’ya kadar arttırılmıştır.

Tablo 4. Beton Karışım Oranları

Malzemenin Adı	Karışımındaki Miktarı (%)
1 Nolu Agregası	24.1
2 Nolu Agregası	31.9
3 Nolu Agregası	16.3
Çimento	19.9
Su	7.8
Cam Lifi	0.2-0.4-0.6

Beton borularda sızdırmazlık deneyi tüm boru üzerinde ve 0.5 barlık bir iç basınç altında yapılmaktadır. Deney düzeneği, boruları düşey veya yatay konumda denemeye uygun 0.05 N/mm^2 basınç uygulayabilecek şekilde hazırlanmıştır. Basınç ölçme aleti, göstergeli veya piyezometre borusu şeklinde, 0.001 N/mm^2 duyarlılıkta yapılmıştır. Boru ucundaki tıkaçlar, su sızmasını önleyecek biçimde ve niteliktedir. Su sağlama donanımı, gerekli su miktarlarını ve akışını sağlayacak kapasitede hazırlanmıştır. 0.5 barlık bir basınç altında yapılan sızdırmazlık deneyinde ıslatılan boru iç yüzeyinin her m^2 'si için boru anma çapına karşılık gelen ilave su miktarları beton borular için Tablo 5'de verilmiştir (TS 821, 1993).

Tablo 5. Beton Borulara Ait Her m^2 İç Yüzey Başına İzin Verilen İlave Su Miktarı

Kesit Şekli	Boru Çapı (mm)	Islak İç Yüzeyinin Her m^2 'si İçin Kabul Edilen İlave Su Miktarları (litre)
	100-250	0.08
Daire	300-600	0.08
Kesitli	700-1000	0.07
	1100-1500	0.05

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Sızdırmazlık deneyi, deneye alınmış boruların tamamı üzerinde yapılmıştır. Deney numunesi olarak hazırlanan borular 24 saat suyla dolu olarak tutulmuş ve aynı zamanda boruların dış yüzeylerinin de ıslak olması sağlanmıştır. Daha sonra beton borular düşey konumda tutularak, sızdırmazlık cihazına bağlanmıştır. Deney sırasında borunun muflu kısmı aşağıya gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Borulara yavaşça su doldurulmuş ve bu aşamada havanın tamamen dışarı çıkması sağlanmıştır. Boru tamamen su ile doldurulduktan sonra boru içindeki en düşük basınç 0.05 N/mm^2 olacak şekilde basınç uygulanmıştır. Basınç uygulandıktan 5 dakika sonra su kayıpları nedeniyle düşebilecek deney basıncı, su eklenerek belirtilen değere yeniden ayarlanmış ve deney süresi başlamıştır. Deney süresi TS 821'de belirtildiği gibi 15 dakika olarak alınmıştır. 15 dakikanın sonunda, meydana gelen basınç düşmesi su eklenerek dengelenmiş ve bu işlem için eklenen su miktarı litre cinsinden belirlenerek kaydedilmiştir. Bütün bu

işlemler daha önceden hazırlanmış ve 28 gün bekletilmiş; lifsiz, %0.2, 0.4 ve %0.6 oranlarında lif katkılı borular üzerinde yapılmıştır. Sızdırmazlık deneyi sadece dairesel 200'lük borular üzerinde ve üçer adet yapılmıştır.

Beton borularda meydana gelen su kaybını litre cinsinden bulmak için, deney esnasında bulunan su kaybı miktarı borunun ıslak iç yüzey alanına bölünmüş ve elde edilen üç değer in ortalaması alınmıştır. Tablo 6'da beton borulara ait su kaybı miktarları her lif oranı için ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 6. Lif Katkılı Beton Borulara Ait Sızdırmazlık Deney Sonuçları

Boru Çapı (mm)	Lif Oranı (%)	1 m ² 'lik İç Yüzeye İlave Edilen Su Miktarı (litre)			Ortalama İlave Edilen Su Miktarı (litre)	İlave Edilen Sudaki Azalma Miktarı (%)
		1	2	3		
	-	0.08	0.070	0.075	0.075	-
200	0.2	0.065	0.060	0.055	0.060	20
	0.4	0.060	0.055	0.050	0.055	26.7
	0.6	0.045	0.055	0.050	0.050	33.3

Su emme deneyi için numune borulardan yaklaşık olarak 10cmx10cm boyutunda birer deney numunesi parçası kesilir. Bu deney parçaları 110⁰C±5⁰C sıcaklıktaki bir etüvde değişmez kütleye gelene kadar kurutulup tartılarak kuru kütle bulunur. Kurutmada, 4 saatlik bir kurutma sonunda %0,1 kadar bir kütle azalmasına ulaşılması halinde, değişmez kütleye erişildiği kabul edilir (a_k).

Bu şekilde kurutulmuş deney parçaları içilebilir su içine batırılıp 5 saat süre ile kaynatılarak su emdirilmesi sağlanır. Kaynatılmış deney parçaları içinde bulundukları su ile birlikte, oda sıcaklığına gelene kadar soğutulduktan sonra sudan çıkarılarak tartılır (a_s). Ancak tartı işleminden önce ıslatılarak sıkılmış bir bez veya sünger yardımı ile damlamakta olan su damlaları silinerek numune yüzeyi kurulur.

Su emme miktarı aşağıdaki formül ile bulunur.

$$S = \frac{a_s - a_k}{a_k} 100\%$$

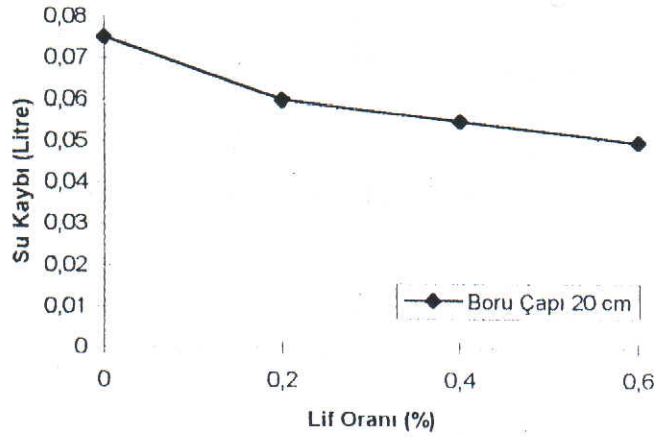
S = Su Emme (kütlece) %

a_s = Su Emdirilmiş Kütle

a_k = Kuru Kütle

Bulunan sonuçların kuru kütleye göre su emme miktarı %8' den fazla olmamalıdır. Lif oranlarına bağlı olarak bulunan su emme değerleri Tablo 7'de verilmektedir.

TS 821'e göre beton borularda ıslak iç yüzeyinin her m²'si için kabul edilen ilave su miktarı 200'lük borular için 0.08 litreden fazla olmamalıdır. Yapılan sızdırmazlık deneyi bu çerçevede değerlendirildiğinde, lif katkılı beton boruların sızdırmazlığı, lif katkısız beton borulara göre %33.3 oranında bir avantaj sağlamıştır. Tablo 7'de de görüldüğü gibi lif oranı arttıkça borulardaki su kaybında azalma olmaktadır. Şekil 2'de lif oranlarına bağlı olarak beton borularda meydana gelen su kayıplarının değişimi görülmektedir.

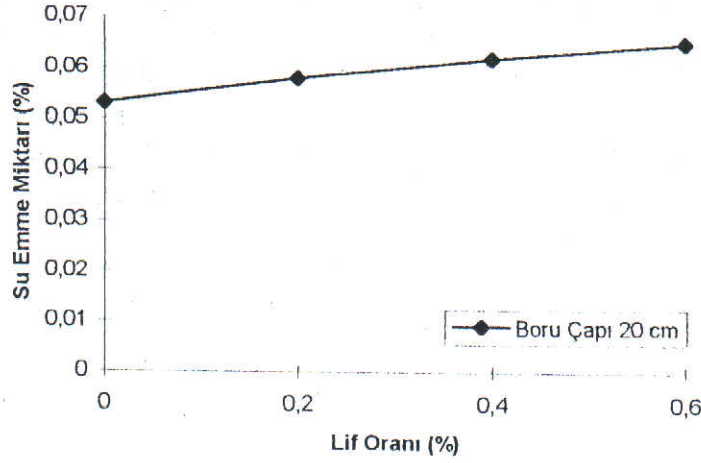


Şekil 2. Beton Borularda Lif Oranlarına Bağlı Olarak Meydana Gelen İlave Su Miktarlarının Değişimi

Lifli beton borular üzerinde yapılan su emme deney sonuçları Tablo 7'de de görüldüğü gibi lif oranı arttıkça su emme oranı da artmaktadır. Ancak su emmedeki bu artış TS 821'de verilen değerlere uygundur. Ağırlıkça %8 olması gereken miktar lifin en fazla olduğu değerde bile %6.5 olmaktadır. Bu nedenden dolayı beton boruların yapımında çam lif kullanılmasının herhangi bir sakıncası yoktur. Lif oranlarına bağlı olarak su emme miktarlarının değişimi Şekil 3'de görülmektedir.

Tablo 7. Lif Oranlarına Bağlı Olarak Su Emme Deneyi Sonuçları

Lif Oranı (%)	Kuru Ağırlık (kg)	Suya Doygun Ağırlık (kg)	Su Emme Oranı %
-	2338	2464	0.053
0.2	2329	2466	0.058
0.4	2288	2430	0.062
0.6	2275	2424	0.065



Şekil 3. Lif Oranlarına Bağlı Olarak Su Emme Miktarlarının Değişimi

5. SONUÇLAR

Cam liflerle katkılandırılmış beton borularda boruların sızdırmazlığı, lif katkısız beton borulara göre %33.3 oranında bir avantaj sağlamıştır.

Lifli beton borular üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre lif oranı arttıkça su emme oranı da artmaktadır. Ancak su emmedeki bu artış TS 821'de verilen değerlerin altında çıkmaktadır. Ağırlıkça %8 olması gereken miktar, lifin en fazla olduğu değerde bile %6.5 olmaktadır.

Sonuç olarak cam lif katkılı beton boruların basınçsız pis su ve yağmur suyu inşaatlarında kullanılmasının çok uygun olacağı belirlenmiştir. Çünkü cam lifler beton boruların imalat hatasından doğabilecek boşlukları doldurup sızdırmazlığı azaltacaktır. Dolayısıyla pis suların çevreye zarar vermesini asgari dereceye indirecektir.

6. KAYNAKLAR

- ACI COMMITTEE 644. (1978), **"Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete"**. ACI Journal. July, 75-30.
- BARR, B.I.G. AND LIU, K., (1982), **"Fracture of GRC Materials"**, Int Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol. 4, No 3, pp. 163-171.
- CAMSAR Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş., (1992?), **Cam Elyaf Atölye Bilgileri, Katalog**, İstanbul.
- DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi, (1994), **"Çelik Liflerle Güçlendirilmiş Beton"**, (Yayın No: MLZ-878), Ankara.
- Mobasher, B. Shah, S. P., (1989), **"Test Parameters for Evaluation Toughness of Glass-Fiber Reinforced Concrete Panels"** ACI Materials Journal. V 86 n 5 Sep-Oct 1989p 448-458.
- POSTACIOĞLU, B., (1986), **"Beton Bağlayıcı Maddeleri (Cilt: 1)"**, İstanbul: Matbaa Teknisyenleri Basımevi.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1992), **"TS 19 Çimento-Portland Çimentoları"**, Ankara.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1980), **"TS 706 Beton Agregaları"**, Ankara.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1993), **"TS 821 Beton ve Betonarme Borular-Özel Parçaları (Basınçsız Pis Su ve Yağmur Suyu İçin)"**, Ankara.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1983), **"TS 3830 Beton Boru Yapım Kuralları"**, Ankara.
- YILDIZ, S., (1998), **"Lifli Beton Boruların Durabilitesi Kırılma Performansı ve Kullanılabilirliğinin Araştırılması"**, (Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı), Elazığ.