

CAM LİF KATKILI BETONLARIN DONMA-ÇÖZÜLME TESİRLERİ ALTINDA DAVRANIŞI İLE İLGİLİ BİR ÇALIŞMA

Z. Çınar ULUCAN*
Servet YILDIZ**

ÖZET: Betonlar çeşitli doğa tesirlerine maruz kalmaktadır. Bunların içinde en etkilisi donma çözülmedir. Zira, malzeme boşluklarına dolan su (-) sıcaklıklardaki hava şartlarında donarak hacimce genişleme ve iç gerilmeler meydana getirir, sonuçta betonda fiziksel bozukluklar, basınç dayanımında azalmalar olur. Bir betonda don olayı önce betondaki iri boşluklarda başlar. Zira suyun donma derecesi boşluk boyutları küçüldükçe azalmaktadır. Büyük boşluklarda başlayan donma olayı küçük boşluklara doğru gelişir ve bunun sonunda da kılcal boşluklardaki su donmaya başlar.

Jel boşlukları çok küçük olduğundan buralarda buz kristalleri oluşmaz. Bu kapiler kanalcıklarda suyun donabilmesi için sıcaklık derecesinin -78°C 'nin altına düşmesi gerekir. Bu donma ve çözülme olaylarının tekrarlanması ve donan suyun hacmini donma sıcaklığına bağlı olarak %9'lara kadar varan artışlar ve bunun sonucunda da iç gerilmelerin olması betonu yıpratır. Betonun, içinde oluşan buzun basınç dayanımından parçalanarak zarar görmemesi gerekir.

Donma olayı sonunda buzda meydana gelen basınç gerilmesi, buzun zati basınç dayanımına erişir ve bundan büyük değerlere ulaşırsa, buz parçalanarak su haline dönüşür ve donma olayının zararlı etkisi ortadan kalkar. Bunun için, betonun alacağı mukavemetin buzun mukavemetinden fazla olması gerekir (Postacioğlu, 1987). Burada en büyük etken; beton yapımında uygulanan yöntem ve teknikler ile kullanılan malzemeler olup özellikle çimentonun niteliği, içerisine katkı maddesi katılıp katılmadığı, katıldı ise miktarı ne kadardır.

Donma-çözülme olayının etki derecesine bağlı olarak seçilecek malzemelerin cins ve miktarları büyük önem arz etmektedir. Araştırmanın amacı, içerisine belli oranlarda cam lifler katılmış betonların donma-çözülmeye karşı davranışını ortaya koymaktır. Bu düşünceden hareketle cam lifler katılarak hazırlanmış 10cm'lik küp beton numunelerin TS 3449'a göre donma-çözülme zorlamaları altında davranışları incelenmiştir.

* Dr., Fırat Üni. Tek. Eğt. Fak. , Yapı Eğt. Bölümü, 23119 ELAZIĞ

** Yrd. Doç. Dr., Fırat Üni. Müh. Fak. , İnşaat Müh. Bölümü, 23119 ELAZIĞ

1.GİRİŞ

Cam liflerin betonda kullanımı konusunda yapılan çalışmalar arasında, donma-çözülme dayanımına olan etkilerinin hiç araştırılmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu tür liflerle üretilcek betonların, bu olaydan nasıl etkileneceğini görmek açısından bu çalışma araştırmacılara bir fikir verecektir.

Beton karışım dizaynında su miktarları DYK agrega esas alınarak yapılmıştır. Deneyde beton karışımına %0, 0.2, 0.4 ve %0.6 oranlarında cam lifler katılarak numuneler hazırlanmıştır.

Hazırlanan numuneler 10 cm'lik küp numuneler halinde dökülmüştür. Bu numuneler su içinde (+22°C) sıcaklıkta 28 gün kür süresini doldurduktan sonra donma-çözülme deneyine tabi tutulmuştur.

Deneylerde numuneler önce değişmez ağırlığa gelinceye kadar etüvde 110°C'de kurutulur. Etüvden çıkartılıp uygun bir desikatöre (kap) konularak oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 0.1 g hassasiyetle tartılarak (W_0) bulunur. Bu şekilde kurutulmuş olan deney numuneleri normal atmosfer şartlarında suya doygun hale getirilir ve soğuk hava dolabına konulur.

Soğutma hızı yaklaşık 4 saat zarfında -20°C'ye düşecek şekilde ayarlanır. Soğuk hava dolabı sıcaklığının -20°C'a düştüğü gözlemlendikten sonra, yaklaşık 2 saat bu sıcaklıkta bekletilen deney numuneleri bu süre sonunda soğuk hava dolabından çıkarılarak içinde 20°C sıcaklıktaki su içine, tamamen su altında kalacak şekilde daldırılır ve en az 3 saat bekletilerek buzların tamamen erimesi sağlanır. Sonra tekrar soğuk hava dolabına konulur ve -20°C'a kadar soğutulur.

Bu şekilde donma-çözülme işlemi 25 kez tekrarlanan deney numuneleri sonunda 110°C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra 0.1 g duyarlıkta tartılır (W_n).

Deneyin birinci kısmında ağırlık kaybına yönelik dayanıklılık faktörünün (AF_w) bulunmasına esas olan bir çalışma yapılmıştır.

2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MALZEMELER

Araştırmada İstanbul-Beyoğlu Camsar Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş.'den elde edilen cam lifleri kullanılmıştır. Cam lifli bu kompozitlerin, parça bütünlüğü, hafiflik, yüksek mekanik mukavemet, darbe dayanımı ve uzun kullanım ömrü gibi özellikleri, çok geniş kullanım alanlarında avantaj sağlamaktadır. Çok fazla bilinmemekle birlikte, cam elyafı elastik bir malzemedir. Yani, yük altında düzgün olarak kopma noktasına kadar uzayan cam elyafı, çekme yükünün kalkması sonucunda herhangi bir akma özelliği göstermeden tekrar başlangıç boyutuna döner.

Diğer metallerde ve organik liflerde bulunmayan bu elastik özellik ve yüksek mukavemet özellikleri, cam elyafına büyük miktarda enerjiyi, kayıpsız olarak depolama ve bırakma imkanı sağlamaktadır. Bu özelliklerle birlikte dinamik yorulma dayanımı, aşınmaya karşı korunması şartı ile otomobil, kamyon amortisör yayları ve mobilya yayları gibi ürünlerin cam elyafı takviyeli plastik malzemeden yapılabilmesini sağlamaktadır.

Cam elyafı takviyeli plastiklerde mukavemeti etkileyen bir diğer etmen, cam elyafı takviyesinin yönüdür ve yönlendirme, cam elyafının reçine ile kaplanabilirliğini de etkiler.

Dolayısı ile, cam elyafı takviye miktarının artışı ile birlikte mukavemeti de yükseltir. Değişik sanayi dallarında kullanılan bu yapı malzemesinin, inşaat sanayinde de kullanılabilirliği araştırılmıştır. Buna en büyük etken de betonun iyi olmayan bazı özelliklerinin iyileştirilmesidir.

Bu üstün özelliklerine rağmen, kompozitlerin yük taşıma kabiliyetinde zamanla azalma görülmektedir. Bu nedenle, tasarım yapılırken uygun bir emniyet faktörü öngörülerek, ani kırılmaların önüne geçilmesi gereklidir. Cam life ait bazı tipik özellikler Tablo 1'de verilmektedir.

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	Kırmada Uzama (%)
Cam	9-15	26.0	70-80	2.4	2-3.5

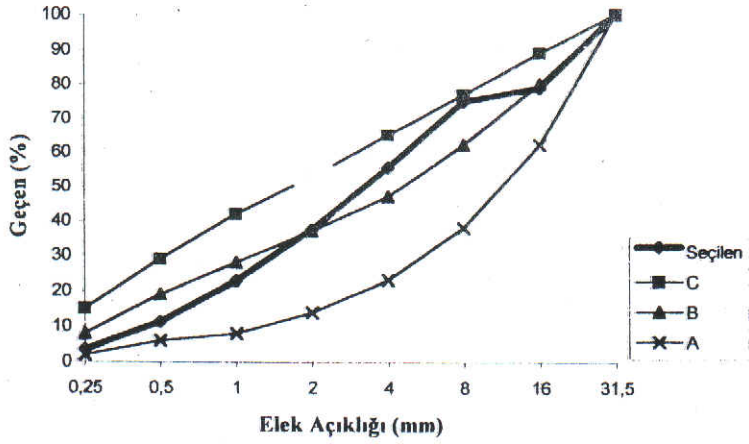
Araştırmada, Elazığ Altınova Çimento Fabrikası A.Ş.'nin üretmiş olduğu portland çimentosu (PÇ 325) kullanılmıştır. Araştırmada üç değişik agregası kullanılmıştır.

Elazığ-Çemişgezek kum ocağına ait agreganın elek analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 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	-

Deneylerde kullanılan üç agreganın granülometri eğrisi Şekil 1'de verilmiştir.



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. Fakat beton borularda lif oranı arttıkça su emme miktarı arttığından bu artış oranında su miktarı artırılmıştır. Bu oran 0.48'e kadar çıkarılmıştır.

Karışımlarda; Çimento, 1 nolu, 2 nolu ve 3 nolu agrega, cam lifi ve su kullanılmıştır. Bütün karışımlarda ağırlıkça %0, 0.2, 0.4 ve %0.6 oranında cam lifi kullanılmıştır. W/C oranı lif oranına bağlı olarak 0.39-0.48 arasında tutulmuştur. Deneylerde kullanılan malzeme oranları % olarak Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. 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

4.SONUÇ

Yapılan deneyler sonucunda bulunan donma-çözülme sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Lif Katkılı Betonların Donma-Çözülme Deney Sonuçları

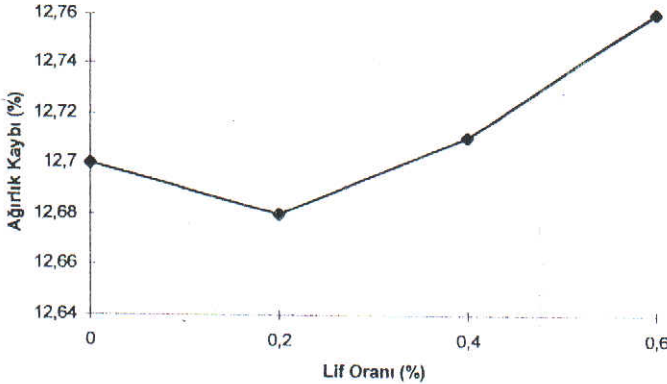
Numune No	Lif Oranı (%)	Kuru Ağırlık (kg)	Son Ağırlık (kg)	Ağırlık Kayıpları (%)
K	0	2440	2130	12.7
L2	0.2	2420	2113	12.68
L4	0.4	2410	2104	12.71
L6	0.6	2400	2094	12.76

Donma etkisinin incelenmesi, bu tür araştırmalarda pek görülmeyen bir incelemedir. Yapılan deneyler sonucunda 25. donma-çözülme periyoduna ulaşana kadar numunelerde fazla bir değişiklik görülmediği fakat 25. donma-çözülme çevrim sonra numunelerde kopmalar başlamıştır.

Lif katkılı numunelerde boşluk oluşması ve bu liflerin aderanslarının fazla iyi olmaması gibi nedenlerden dolayı numunelerin donma çözülme olayından etkilendikleri, yüzeydeki çatlakların fazla geliştikleri fakat numunelerde lif katkısından dolayı kopmaların olmadığı görülmüştür.

Ama %0.2 lif oranında az da olsa donma-çözülme miktarının azaldığı görülmektedir. Şekil 2'de lif oranlarına bağlı olarak donma-çözülme miktarlarının değişimi görülmektedir.

Bu sonuçlardan hareketle donma-çözülme olayının ön planda olduğu durumlarda % 0.2'den daha fazla lif kullanılmamasının uygun olacağı yapılan deneyler neticesinde belirlenmiştir.



Şekil 2. Lif Oranlarına Bağlı Olarak Donma-Çözülme Miktarlarının Değişimi

Donma-çözülme deneyi 1 yıllık numuneler üzerinde de yapılmıştır. Toprak altında bırakılan beton borulardan alınan parçalar ile açıkta bırakılan borulardan alınan parçalar üzerinde donma-çözülme deneyleri yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Tablo 5.3'de

verilen deney sonuçlarından da görüldüğü gibi her iki durumda da ağırlık kayıpları yönünden fazla bir fark yoktur. 28 günlük borularla karşılaştırıldığında; 1 yıllık boruların durabilitelerinde artış olduğu, Tablo 4 ve Tablo 5'de verilen deney sonuçlarından izlenebilir.

Tablo 5. Yıllık Beton Parçaların Donma-Çözülme Deney Sonuçları

	Numune No	Lif Oranı (%)	Kuru Ağırlık (kg)	Son Ağırlık (kg)	Ağırlık Kayıpları (%)
Toprak Altında Bekletilmiş Numuneler	K	0	2460	2215	9.96
	L2	0.2	2455	2214	9.82
	L4	0.4	2430	2190	9.88
	L6	0.6	2440	2193	10.12
Açıkta Bekletilmiş Numuneler	K	0	2440	2205	9.63
	L2	0.2	2410	2182	9.46
	L4	0.4	2415	2176	9.90
	L6	0.6	2425	2183	9.98

5. KAYNAKLAR

- ACI COMMITTEE 614. (1978), "Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete". ACI Journal, July, 75-30.
- 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.
- POSTACIOĞLU, B., (1986), "Beton Bağlayıcı Maddeleri (Cilt: I)", İstanbul: Matbaa Teknisyenleri Basımevi.
- POSTACIOĞLU, B., (1987), "Beton: Agregalar, Beton (Cilt. II)", İstanbul: Matbaa Teknisyenleri Basımevi.
- POSTACIOĞLU, B., (1988), "Yapı Malzemesinin Esasları", İstanbul: Matbaa Teknisyenleri Basımevi.
- RILEM, (1978), "Testing and Test Methods of Fibre Cement Composites", Pceedings of RILEM Symposium 1978, The Construction Press, Lancaster.
- ROBİNS, P.J. ve CALDENWOD, R.W., "Explosive Testing of Fiber Reinforced Concrete", Concrete, Ocak, 1978.
- ROBİNS, P.J. ve CALDERWOD, R.W. (1978), "Explosive Testing of Fiber Reinforced Concrete", Concrete, s. 76-78.
- ROMUALDI, J.P. AND MANDEL, J.A., (1964), "Tensile Strength of Concrete Affected by Uniformly Distributed and Closely Spaced Short Lengths of Wire Reinforcement", Journ. American Concrete Institute, Proc. Vol 61, No 6, pp 657-671.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1980), "TS 3449 Çabuk Donma ve Çözülme Koşulları Altında Betonda Dayanıklılık Faktörü Tayini", Ankara.
- YILDIZ, S., (1998), "Lifli Beton Boruların Durabilitesi Kırılma Performansı ve Kullanılabilirliğinin Araştırılması", (Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı), Elazığ.