

# Beton Kaplamalı Kanallarda Malzeme Dayanıklılığının İyileştirilmesi

Hasbi YAPRAK\*, Aydın ÖNEŞ\*\*

\*Ankara Üniversitesi Kastamonu Meslek Yüksekokulu  
37100- KASTAMONU

\*\*Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü  
Dışkapı- ANKARA

## ÖZET

Ülkemizde; beton kaplamalı sulama kanallarının planlanan servis ömürlerinin kısa oluşu, önemli sayılabilecek bakım ve onarım giderleri oluşturmaktadır. Günümüzde, rastgele dağılan liflerin betona katılması, betonun fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için kullanılan en etkin yöntemlerden biridir. Bu çalışmada polipropilen, cam, doğal (sızal), çelik lifler kullanılarak, liflerin ve farklı kür koşullarının beton performansı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Üretilen beton numunelerinin basınç dayanımı, yarmada-çekme dayanımı, donma-çözülme direnci ve geçirimsizlik özellikleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Cam lif katkısının ve pratikte uygulanabilirliği nedeni ile de örtü altı kür uygulamasının beton özellikleri üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama kanalı, beton kanallar, dayanıklılık, cam lif, doğal (sızal) lif, çelik lif, kür koşulları.

## Improvement of Material Durability of Concrete Lining Canals

### ABSTRACT

In our country, it has been found out that the short-lived service period, maintenance and repair costs of concrete covered irrigation canals are a considerably a high cost of expense. Today the use of additive fibers in concrete random is the most effective methods of improving the concrete's physical and mechanical properties. Samples of concrete were produced with polypropylene fibre, glass fibre, natural fibre, steel fibre and also various pure fibre (control) in a laboratory. Compressive strength; splitting-tensile strength; freezing-thawing; permeability of the produced concretes were compared with each other. When the results of the conducted tests were evaluated, it was concluded that additional glass fibre was the most suitable one in practice while the wet cover cure was considered to be the most effective cure due to practical application.

**Key words:** Irrigation canal, Concrete canals, durability, glass fiber, natural (sisal) fiber, steel fiber, curing conditions.

### 1. GİRİŞ

Ülkemizin su olanakları göz önüne alındığında, teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı 8.5 milyon hektar, sulamaya açılan alan ise 4.2 milyon hektardır. 1993 yılı verilerine göre ülkemizdeki beton kaplamalı kanalların uzunluğu 24020 km olup diğer sulama kanalları içerisindeki payı % 47'dir (1).

Yapılan araştırmalarda, beton kaplamalı sulama kanallarında su kayıplarının oldukça fazla olduğu vurgulanmaktadır. Genellikle bu olay sızma kayıpları, kalitesiz kaplama betonu ve beton çatlaklarından meydana gelmektedir. Su kayıpları, sulama verimini düşürdüğü gibi ürün kaybına ve tuzluluk problemlerine de neden olmaktadır (2, 3, 4).

DSİ Sulama İnşaatları Teknik Şartnamesinde (5), kanal kaplama betonlarında BS14 betonu seçilmekte ve en az 250 kg/m<sup>3</sup> çimento dozajı tanımı yapılmaktadır. Buna karşın; Uğurlu (4); en az çimento dozajının 330 kg/m<sup>3</sup> alınmasını, betonun s/ç oranının, 0.55'i geçmeye-

cek şekilde tasarlanmasını, şiddetli donma-çözülme etkisinde kalan bölgeler için de bu oranın en fazla 0.45, orta derecedeki bölgelerde ise 0.50 olması gerektiğini ifade etmektedir.

Sulama kanallarındaki beton kaplamaların önemli sorunlarından biri de su geçirgenliğidir. Betonun geçirimsizliği, yalnızca beton gözenekliliğinin bir fonksiyonu olmayıp, gözeneklerin boyutlarına, dağılımına, şekline, sürekliliğine ve uygulanan kür yöntemine de bağlıdır (6,7). Taşdemir (8)'e göre; ilk 7 günlük sürede özen gösterilmemesi geçirimsizlik açısından önemli sakıncalar ortaya çıkarmaktadır.

Betonun plastik döneminde oluşan rötre çatlakları, yalnızca estetik bir sorun olmayıp, aynı zamanda dayanıklılıkla birlikte servis ömrünü ve kalitesini belirleyen, ciddiye alınması gereken bir problemdir. Çatlaklar; yalnızca taze betonda değil, sertleşmiş betonda da kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşabileceği gibi, yanlış yerleştirme, sıkıştırma ve yetersiz kür uygulamasından da kaynaklanabilmektedir. Ayrıca ısı gerilmeler, hava

koşulları, yanlış tasarım vb. nedenlere bağlı olarak da oluşabilmektedir (9,10).

Neville ve Brooks (11)'de, beton yüzeyinden buharlaşan su miktarının  $0.5 \text{ kg/m}^2/\text{h}$  değerini aşması durumunda, plastik rötre çatlaklarının oluşabileceğini ve önlem alınması gerektiğini ifade etmişlerdir. Betonda liflerin rastgele dağılması, eğilme dayanımını, sünekliği, enerji emme kapasitesini ve çatlak gelişim karakteristiklerini iyileştirmek için kullanılan en etkin yöntemlerden biridir (12).

Ayrıca yapılan deneysel çalışmalar; liflerin betonda büzülme, sünme veya yükleme sonucunda oluşan çatlakları önlediğini kanıtlamıştır. Pigeon vd. (13), çelik ve karbon liflerin donma-çözülme çatlaklarına karşı betonun direncini artırdığını, Huang (14) ise, polipropilen liflerin ıslanma-kuruma ve sülfat çatlaklarını azalttığını belirtmiştir.

Zollo vd. (15), yaptıkları araştırmada; % 0.1 ile % 0.3 arasında değişen oranlarda polipropilen lif içeren karışımların plastik rötre çatlaklarını % 12-25 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, test süresince lif ilavesinin yüzeydeki terleme miktarını önemli ölçüde azalttığını, plastik betonda; agregata tanelerinin oturmasını engelleyerek, kılcal terleme kanallarının oluşumunu engellediğini ve taneler arası gerilme artışı önlediğini belirtmişlerdir.

Doğal lifli beton özellikleri üzerinde de çok sayıda faktör etkilidir. ACI 544'de, lif tipi, geometrisi, biçimi ve yüzey özellikleri doğal lifli betonun özelliklerini etkileyen faktörler olarak sıralanmıştır. Ayrıca, karışım oranları, karıştırma yöntemleri, yerleştirme, sıkıştırma teknikleri ve uygulanan kür yöntemi de lifli beton özellikleri üzerinde etkilidir (16).

Tablo 1. Agregata karışımının granülometrisi

Elek açıklığı (mm)	0.125	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	31.5	İncelik modülü
Kümülatif % Geçen	4.0	9.7	20.7	32.4	41.9	59.1	71.6	83.2	100.0	4.86

Tablo 2. Agregata özellikleri

Agregata cinsi	Özgül ağırlık ( $\text{kg/dm}^3$ )	Su emme (%)	İnce madde (%)	Donma kaybı (%)	Aşınma oranı (%)	
					100 devir	500 devir
İnce kum (0-2)	2.63	2.17	2.3	-	-	-
İri kum (2-4)	2.58	4.34	2.1	-	-	-
Kırmataş I (4-8)	2.62	1.87	1.0	2.3	3.6	17.6
Kırmataş II (8-32)	2.66	1.10	1.0	2.0	2.7	14.6

Tablo 3. Liflerin fiziksel ve mekanik özellikleri

Lif türü	Çap ( $\mu\text{m}$ )	Uzunluk (mm)	Özgül yüzey ( $\text{m}^2/\text{kg}$ )	Bağlı yoğunluk ( $\text{kg/dm}^3$ )	Elastisite modülü (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)
Polipropilen	16	20	275	0.91	3 500-3 900	320-400
Cam	14	12	105	2.68	72 000	1 700
Doğal (sızal)	70-100	20	-	1.5	-	75
Çelik	1000	52	-	7.5	200 000	850

Bu çalışmada, sulama kanalı beton kaplamalarında kullanılan ve kullanılması mümkün görülen farklı lif ve kür yöntemlerinin beton özelliklerine etkisi incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Araştırmada, doğal kum ve kırmataş, cüruf çimentosu, polipropilen, cam, doğal (sızal) ve çelik lifler ile akışkanlaştırıcı katkı malzemesi kullanılmıştır.

#### 2.1.1. Agregata

Araştırmada ince agregata olarak, Kastamonu Gökırmak nehrinden sağlanan iki farklı doğal kum, iri agregata olarak kırmataş tesisinden alınan iki farklı kırmataş kullanılmıştır. Agregata karışımının granülometrisi Tablo 1'de, agregata özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

#### 2.1.2. Çimento ve su

Araştırmada çimento olarak cüruf çimentosu (CÇ 42.5) kullanılmıştır. Karışım ve kür suyu olarak da Kastamonu şehir içme suyu kullanılmıştır.

#### 2.1.3. Polipropilen, cam, doğal ve çelik lif

Araştırmada, kanal kaplama betonunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek amacı ile; polipropilen, cam, doğal (sızal) ve çelik lif kullanılmıştır. Polipropilen ve çelik lifler Beksa firmasından sağlanmış, cam ve doğal lif (sızal) piyasadan hazır olarak satılan alınmıştır. Polipropilen, cam ve çelik liflere ait özellikler üretici firmaların kataloglarından alınmış, doğal lif (sızal) özellikleri ise Beksa A.Ş. laboratuvarında belirlenmiştir. Lif özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 4. Beton bileşimine giren malzeme miktarları ve çökme değerleri

Beton türü	Doğal kum (kg)	Doğal kum (kg)	K.taş I (kg)	K.taş II (kg)	Çimento (kg)	Su (lt)	Lif miktarı (kg)	Taze Birim ağırlık (kg/m <sup>3</sup> )	Çökme (cm)
Kontrol(Katkısız)	537	283	402	612	325	179	-	2339	8.0
Polipropilen lifli	525	290	399	608	325	179	0.9	2328	4.5
Cam lifli	525	290	399	608	325	179	0.9	2328	6.5
Doğal lifli (sızal)	525	290	399	608	325	179	0.9	2328	6.5
Çelik lifli	523	289	398	606	325	179	20	2340	6.5

Basınç dayanımı için 150×150×150 mm'lik küp, yarmada-çekme dayanımı için 150x300 mm boyutunda silindir, su emme ve donma-çözülme deneyleri için 100×100×100 mm'lik küp, geçirimsizlik deneyi için 200 mm çapında 120 mm yüksekliğinde silindir numuneler üretilmiştir. Numuneler, 20±2°C sıcaklık, % 60±5 bağıl nem ortamında beklemeye alınmış, 1 gün sonra kalıptan çıkartılmıştır. Kalıptan çıkartılan beton numuneler, 28 gün süreyle beş farklı kür yöntemiyle olgunlaştırılmıştır.

Birinci kür yönteminde beton, dökümden itibaren hiç sulanmaksızın olgunlaştırılmış (S), ikinci kür yönteminde ise; ilk 7 gün günde iki kez sulanmıştır (I). Üçüncü kür yönteminde, beton kalıptan alındıktan sonra "su bazlı sentetik reçine esaslı" kür malzemesi sürülerek (K), dördüncü kür yönteminde beton numuneleri, "sürekli ıslak" örtü altında olgunlaştırılmıştır (O). Beşinci kür yönteminde beton numuneleri, laboratuvarında 20±2°C'de kirece doymuş su içinde olgunlaştırılmıştır (H).

Sertleşmiş beton numunelerin; basınç dayanımı TS 3114 (17), yarmada-çekme dayanımı TS 3129 (18), donma-çözülme direnci TS 3449 (19) ve su işleme derinliği TS 3455 (20)'de önerilen yöntemlere göre yapılmıştır.

Deney sonuçlarına istatistiksel olarak P<0.05 olasılık düzeyinde Mstat-C bilgisayar paket programı kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulan-

mış, istatistiki değerler büyükten küçüğe doğru a, b, c, d, e harfleri ile sıralanmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

#### 3.1. Taze beton özellikleri

Katkısız ve katkılı betonlara ait çökme değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Tüm lifler taze betonun çökme değerlerini düşürmektedir. En düşük değer polipropilen lif katkılı betonda saptanmıştır. Ayrıca çelik lifli ve polipropilen lifli karışımlarda topraklanma eğilimi, çelik liflerin ise, beton numunelerin yüzeyine çıkarak, pardahlanmayı güçleştirdiği gözlenmiştir.

#### 3.2. Basınç Dayanımı

Beton numunelerin basınç dayanımı değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları ile Duncan testi sıralaması Tablo 5'te verilmiştir. Beton türlerine göre yapılan sıralamada en düşük dayanım, sulanmayan doğal lifli ve kontrol betonlarında gerçekleşmiştir. Laboratuvar kürünün çelik ve cam lifli betonlarda daha etkin olduğu görülmektedir. Örtü altı kürü de, istatistiksel olarak tüm beton türlerinde etkili olmuştur.

Tüm karşılaştırmalar aynı kür koşulları için, kontrol betonuna göre yapılmıştır. Laboratuvar küründe, çelik lifli betonlarda kontrol betonuna göre % 8 dayanım artışı sağlanmıştır. Örtü altı küründe, çelik lifli betonda % 13, cam lifli betonda % 4 dayanım artışı sağlanmıştır.

Tablo 5. Basınç dayanımı aritmetik ort. ve standart sapma değerleri, Duncan testi sonuçları

Beton türü		Basınç dayanımı aritmetik ortlamaları (MPa)				
		Kür koşulları				
		S	K	I	O	H
Kontrol (Katkısız)	$\bar{X}$	24.300 d	24.463 d	28.788 c	31.605 b	35.430 a
	$\pm S_{\bar{X}}$	0.323	0.744	0.222	0.458	0.316
Polipropilen lifli	$\bar{X}$	24.320 d	24.750 d	29.720 c	32.208 b	36.137 a
	$\pm S_{\bar{X}}$	0.177	0.334	0.435	0.475	0.321
Cam lifli	$\bar{X}$	24.610 d	25.095 d	28.828 c	33.118 b	37.255 a
	$\pm S_{\bar{X}}$	0.427	0.357	0.336	0.342	0.136
Doğal (sızal) lifli	$\bar{X}$	24.225 e	26.225 d	29.330 c	32.620 b	35.560 a
	$\pm S_{\bar{X}}$	0.099	0.306	0.495	0.454	0.394
Çelik lifli	$\bar{X}$	24.683 e	26.198 d	30.873 c	35.698 b	38.095 a
	$\pm S_{\bar{X}}$	0.719	0.534	0.431	0.270	0.249

### 3.3. Yarmada-Çekme Dayanımı

Betonların yarmada -çekme dayanımı değerlerine ait aritmetik ortalama, standart sapma değerleri ve Duncan testi sıralama sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

En düşük dayanım sulanmayan kontrol betonunda saptanmıştır. Kür malzemesinin yeterli etkiyi oluşturmadığı gözlenmiştir. Örtü altı ve laboratuvar kürü uygulamalarında, en yüksek dayanım; çelik ve cam liflerde saptanmıştır.

Laboratuvar küründe; çelik lifli betonda % 8, örtü altı küründe; çelik lifli betonda % 13 ve cam lifli betonda % 5 dayanım artışı gerçekleşmiştir.

$n_0$  : Donma-çözülme başlangıç devresinde numunenin enine ses hızı (km/s)

$n_c$  : c devirlik donma-çözülme sonunda numunenin enine ses hızı (km/s)

Beton numunelere ait aritmetik ortalama, standart sapma değerleri ve Duncan testi sıralama sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Beton türlerine göre yapılan sıralamada laboratuvar kürü ve örtü altı kürü uygulanan numunelerde istatistiksel olarak farklılık görülmemektedir. Laboratuvar ve örtü altı kürü uygulanan cam lifli betonların bağıl dinamik elastisite modülü değeri, diğer beton türlerinden daha yüksektir.

Tablo 6. Yarmada-çekme dayanımı aritmetik ort. ve standart sapma değerleri, Duncan testi sonuçları

Beton türü		Yarmada-çekme dayanımı aritmetik ortlaması (MPa)				
		Kür koşulları				
		S	K	I	O	H
Kontrol (Katkısız)	$\bar{x}$	1.902 e	2.210 d	2.403 c	2.708 b	3.213 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.043	0.029	0.079	0.046	0.034
Polipropilen lifli	$\bar{x}$	1.918 e	2.285 d	2.505 c	2.793 b	3.298 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.057	0.115	0.072	0.047	0.033
Cam lifli	$\bar{x}$	2.478 d	2.678 c	2.793 c	3.068 b	3.41 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.079	0.027	0.038	0.060	0.156
Doğal(sızal) lifli	$\bar{x}$	2.313 d	2.380 d	2.713 c	2.913 b	3.200 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.035	0.047	0.028	0.082	0.050
Çelik lifli	$\bar{x}$	2.278 d	2.365 cd	2.493 c	3.080 b	3.503 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.034	0.025	0.107	0.103	0.052

### 3.4. Bağlı Dinamik Elastisite Modülü (Donma-Çözülme)

Sertleşmiş betonun donma-çözülme faktörünün hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$P_c = (n_c^2/n_0^2) 100 \text{ Bu eşitlikte;}$$

$P_c$  : Herhangi bir c devirlik donma-çözülme sonunda numunenin yüzde olarak bağıl dinamik elastisite modüllü

### 3.5. Su İşleme Derinliği (geçirimlilik)

Geçirimlilik deneyi sonucu saptanan değerlerin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri ile Duncan test sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tüm beton türlerinde aynı kür koşulları esas alındığında, beton türleri arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemektedir. Su işleme derinliği, sulanan ve kür malzemesi sürülen, polipropilen lifli beton numunelerde daha yüksek değerler almıştır.

Tablo 7. Bağlı dinamik elastisite modülü aritmetik ort. ve standart sapma değerleri, Duncan testi sonuçları

Beton türü		Kür koşulları				
		S	K	I	O	H
Kontrol (Katkısız)	$\bar{x}$	65.660 d	70.720 c	87.057 b	90.627 a	91.363 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.942	1.761	1.622	0.394	0.653
Polipropilen lifli	$\bar{x}$	72.143 c	70.917 c	88.060 b	90.957 ab	91.973 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.404	0.998	1.788	1.025	0.668
Cam lifli	$\bar{x}$	71.783 c	76.497 b	89.173 a	91.953 a	92.150 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	0.277	0.443	0.728	0.635	0.538
Doğal(sızal) lifli	$\bar{x}$	68.637 d	74.133 c	82.900 b	89.873 a	90.157 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	1.841	0.940	1.022	0.999	0.752
Çelik lifli	$\bar{x}$	72.103 c	71.940 c	85.107 b	90.747 a	91.087 a
	$\pm S_{\bar{x}}$	1.206	1.092	2.580	0.614	0.986

Kür koşuluna göre yapılan Duncan testinde, türler arasındaki istatistiksel farklılıklar daha belirgin olmuştur. Laboratuvar ve örtü altı kürü uygulanan cam lifli betonların daha geçirimsiz olduğu gözlenmiştir.

Cam lifli betonlarda; laboratuvar küründe; % 31, örtü altı küründe ise % 22 geçirimsizlik artışı sağlanmıştır.

Tablo 8. Su işleme derinliği aritmetik ort. ve standart sapma değerleri, Duncan testi sonuçları

Beton türü		Su işleme derinliği aritmetik ortlaması (mm)				
		Kür koşulları				
		S	K	I	O	H
Kontrol (Katkısız)	$\bar{x}$	108.000 a	80.667 b	65.333 c	21.667 d	11.667 e
	$\pm S \bar{x}$	1.528	1.453	1.764	0.667	0.333
Polipropilen lifli	$\bar{x}$	109.667 a	76.000 b	58.667 c	18.333 d	8.667 e
	$\pm S \bar{x}$	1.453	1.528	0.882	1.202	0.882
Cam lifli	$\bar{x}$	107.333 a	78.000 b	60.667 c	16.667 d	8.000 e
	$\pm S \bar{x}$	1.453	1.528	0.667	0.882	0.577
Doğal(sızal) lifli	$\bar{x}$	110.000 a	81.667 b	62.000 c	20.333 d	11.333 e
	$\pm S \bar{x}$	1.000	0.882	1.528	0.882	0.333
Çelik lifli	$\bar{x}$	109.667 a	77.000 b	62.667 c	18.000 d	11.000 e
	$\pm S \bar{x}$	0.882	1.000	0.856	1.155	0.577

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen bulguları şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. Kürün etkinliği arttıkça, tüm lif katkılı betonların basınç, yarmada-çekme, dinamik elastisite modülü ve geçirimsizlik performansları artmaktadır.

2. Sentetik reçine esaslı kür malzemesi beton özellikleri üzerinde belirgin bir etki oluşturmamıştır.

3. Beklendiği gibi, laboratuvar kürü en iyi sonucu vermektedir. Ancak gerek yapı özellikleri, gerekse şantiye koşulları açısından uygulanması mümkün görülmemektedir. Bunun yerine su tutucu örtülerle yapılacak kür uygulamasının da beton özellikleri üzerinde önemli iyileşmeler sağlayacağı görülmektedir. Ayrıca örtülerin, birden fazla kullanıma olanak tanınması, maliyet açısından da sorun oluşturmayacaktır.

4. Çelik lifler, su işleme derinliği dışındaki testlerde en iyi performansı sergilemiştir. Ancak çelik lifler; sınırlı bir tabaka kalınlığına sahip olan kanal kaplamasında; karışım içinde homojen dağılımın sağlanması, işlenebilme, perdahlama, yüzeyde kalan liflerde korozyon riski ve maliyet faktörlerinden dolayı sakıncalar oluşturmaktadır.

5. Polipropilen lifler de beton performansını arttırmada etkili olmuştur. Buna karşın; polipropilen liflerin karışımın işlenebilirliğini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Ayrıca karışım sırasında topaklanma sorunları yaşanmıştır. Homojen dağılımın her zaman sağlanamaması sonucu, tüm testlerde standart sapma artmıştır.

6. Cam lifler, hem karışımında homojen bir dağılım sergilemiş, hem de beton yüzeyinin daha kısa sürede düzeltilmesine olanak sağlamıştır. Cam lifli beton, bütün kür koşulları ile, tüm deneylerde çelik lif dışındaki diğer katkı türlerinden daha iyi bir performans göstermiştir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Bekişoğlu, Ş., Bilgin, N. ve Cantürk, Ş., Sulama ve Drenaj Kanalları Uzunlukları, DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1993.
2. Öneş, A. ve Balaban, A., Aşağı Seyhan Ovası Sulama Projesi Alanında Kanal ve Kanalet Sistemlerinin Karşılaştırılması, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1980.
3. Şimşek, O., ve Kumova, Y., "Güneydoğu Anadolu Projesinde Şanlıurfa-Harran sulamasındaki su dağıtım sistemlerinde beton kaplama sorunları üzerine bir araştırma". Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, C:6. S:2, 35-50, Adana,1992.
4. Uğurlu, A., "Kanal kaplama betonlarının hazırlanması yerleştirilmesi ve bakımında dikkat edilmesi gereken hususlar", DSİ Teknik Bülteni, 91, 13-29, 1998.
5. DSİ Sulama İnşaatları Teknik Şartnamesi, DSİ Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1994.
6. Şimşek O., "Eğik yüzeyli betonlara farklı kür metodlarının etkisi", İMO Teknik Dergi, C:15, S: 2, 3229-3233, Nisan, 2004.
7. Neville, A. M., Properties of Concrete, Longman Scientific&Technical, London, 1995.
8. Taşdemir, C., "Mikrofiller malzemelerin ve kür koşullarının betonun kılcal geçirimsizliğe etkisi", DSİ Çimento-Beton ve Boya Semineri, 47-56, Ankara, 1998.
9. Kocabeyler, M. F., "Beton yapılarda çatlak oluşum nedenleri ve alınması gereken tedbirler", Beton-Çimento ve Boya Semineri, DSİ, 119-132, Ankara,1998.
10. ACI Committee 305, "Hot weather concreting", ACI Materials Journal, July-August, 417-436, 1991.
11. Neville, A. M. ve Brooks, J. J., Concrete Technology, Longman Scientific&Technical, London, 1987.

12. Arslan, A. ve Aydın, A., “Lifli betonların genel özellikleri”, Hazır Beton Dergisi, Yıl: 6, Sayı: 36, Kasım-Aralık, 67-75, 1999.
13. Pigeon, M., Pleau, R., Azzabi, M. ve Banthia, N., “Durability of microfiber-reinforced mortar”, Cement and Concrete Research, V: 26, Issue 4, 601-609, April 1996.
14. Huang, W., H., “Improving the properties of cement-fly ash grout using fiber and superplasticizer”, Cement and Concrete Research, V: 31, Issue 7, 1033-1041, July 2001.
15. Zollo, R. F., Ilter, J. A. ve Bouchhacourt, G. B., “Plastic and drying shrinkage in concrete containing collated fibrillated polypropylene fibre”, 3<sup>rd</sup> International Symposium on Developments in Fibre Reinforced Cement and Concrete, RILEM Symposium, FRC 86, V. 1, RILEM Technical Committee, 49-TFR 1986.
16. ACI Committee 544, “State-of-the-art report on fiber reinforced concrete”, American Concrete Institute, 1997.
17. TS 3114, Beton Basınç Mukavemeti Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1990.
18. TS 3129, Betonda Yarmada-Çekme Dayanımı Tayini Deneyi (silindir yarma metodu), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978.
19. TS 3449, Çabuk Donma ve Çözülme Koşulları Altında Betonda Dayanıklılık Faktörü Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
20. TS 3455, Betonda Geçirgenlik Katsayısı Tayin Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1981