

## FARKLI ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ VE KARIŞIMLAR KULLANILARAK KAPLANAN SULAMA KANALINDA SIZMA KAYIPLARININ BELİRLENMESİ

Kenan BÜYÜKTAŞ  
Ç.Ü. Ceyhan Meslek Yüksekokulu

Taner ALAGÖZ  
Ç.Ü. Ziraat Fak. Tar. Yap. ve Sul. Böl.

### Özet

Bu araştırmada, Türkiye’de üretilen çimento çeşitlerinin sulama kanalı betonlarında kullanılabilirliğinin incelenmesi ve kanal betonları için ideal olan çimento türü ve karışımının belirlenmesi amacıyla, Portland Çimento, Puzolanik Çimento, Kompoze Çimento ve Sülfata Dayanıklı Çimento olmak üzere 4 çeşit çimento kullanılarak, farklı karışım ve farklı olgunlaştırma koşullarında arazide trapez kesitli kanal yapılmış ve “Havuzlama Yöntemi” ile yapılan kanal betonlarının geçirgenlikleri belirlenmiştir. Çalışmada, kanal betonu geçirgenliklerinin belirlenmesinde, agreganın, beton özelliklerine etkisi standart hale getirilerek, çimento çeşitlerinin, farklı karışım ve olgunlaştırma koşullarının geçirgenlik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda, dört çeşidin her karışımında da katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve kürde olgunlaştırılan kanal betonu anolarında meydana gelen sızma miktarlarının çok düşük olduğu, bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının ( $0,0321 \text{ l/s/m}^2$ ) ve Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı ( $0,00024 \text{ l/s/m}^2$ ) değerinin çok altında olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Çimento, Beton, Sızma, Karışım, Olgunlaştırma

### Determination of Seepage Losses from an Irrigation Channel Lined with Various Cement Types and Mixtures

#### Abstract

The aim of this research is to investigate the cement types and the suitable mixtures produced in Turkey for channel lining. Four kinds of cements, Portland, Pozzolanic, Composite and Sulphate Resisting Cements, different mixtures and maturing conditions were used to build a trapezoidal shape irrigation channel. The Ponding Method was used to determine the seepage losses. The effects of cement types of different mixtures and maturing conditions on seepage losses were examined by getting the effects of the agregate on concrete properties as standard. For each mixture of four types, it was determined that the seepage losses from concrete channel parts were very low. The results regarding the seepage losses obtained in this study was much lower than the average value for Turkey ( $0,0321 \text{ l/s/m}^2$ ) and the the average value ( $0,00024 \text{ l/s/m}^2$ ) suggested by Seepage Losses Standard of Bureau of Reclamation.

**Keywords :** Cement, concrete, seepage, mixture, mature

### 1. Giriş

Çağdaş tarımsal üretim tekniklerinde kullanılması gerekli en önemli girdilerden birisi sudur. Bitkilerin gelişerek kaliteli ve yeterli miktarda ürün vermesinde yapılacak sulamanın büyük önemi vardır. Sulama, yağışların düzensiz veya yetersiz olduğu iklim koşullarında bitkilerin gereksinim duyduğu suyun yapay yollarla toprağa ve bitkiye verilmesidir. Sulamanın yapılabilmesi için sulama sistemlerinin uygun bir şekilde inşa edilmesi gerekir.

Sulama kanallarında yapısal yönde meydana gelen deformasyonlardan dolayı, su kayıplarının fazla olması; sulanan alanlarda su yetmezliğine, kanal

çevresindeki bataklık alanların oluşmasına, kanallarda işletme ve bakım giderlerinin artmasına, dolayısıyla da büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bütün bu olumsuz koşulların oluşmasını önlemek için kanal kaplama malzemesi olarak kullanılacak betonların yüksek dayanımlı ve geçirimsiz olarak yapılması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de, beton karışım oranları ile betonun üretim, döküm ve bakım koşullarının standartlara uygun yapılması gerekir.

Türkiye’de yapılan kanallar, dünya standardının çok üzerinde sızma kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca gerekli etütler

yapılarak zeminin yeteri kadar iyileştirilememesi ve kanalların sülfatlı alanlardan geçirilmesi nedeniyle kısa zamanda hasara uğramakta ve büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Bekişoğlu (1993)'na göre, açık kanallar, doğal malzemenin bir hat boyunca kazılması sonucu suyu taşıyabilir duruma getirilmesi ile oluşturulur. Taban ve yan yüzeyleri kaplamasız kanallara toprak kanallar, taban ve yan yüzeyleri kaplanmış kanallara ise kaplamalı kanallar denir.

Linsley ve ark. (1992), kaplamasız toprak kanalların ilk yatırım maliyetlerinin düşük olmasına karşın yüksek sızma kayıplarına ve düşük su akış hızına neden olmalarından dolayı kaplanmaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Tekinel ve ark. (1988), kanal kaplama nedenlerini,

- 1- Sızma kayıplarını azaltmak,
- 2- Kırılma ve çatlama önlemek,
- 3- Yabani ot yetişmesini önlemek ve kanal kesitinin stabilitesini sağlamak,
- 4-Bataklıkların oluşmasını önlemek,
- 5- Yüksek hızlarda erozyonu önlemek,
- 6- Drenaj sorununu azaltmak,
- 7- Kanal işletme ve bakım giderlerini azaltmak,
- 8- Taşınan su miktarını artırmak olarak sıralamaktadırlar.

Güngör (1991), kaplamalı açık kanalların diğer sistemlere göre üstünlüklerini,

-İnşaat maliyeti ve gerektirdiği yapım teknolojisinin diğer dağıtım sistemlerine göre daha ekonomik ve kolay sağlanabilir olması,

-Kanallarda ortaya çıkacak olumsuzluklar kolayca gözlenebilmesi,

-Kanalların bakımı ve onarımı için gerekli malzeme ile işçilik gereksiniminin kolay karşılanabilir olması şeklinde sıralamıştır.

Kraatz, (1977)'a göre beton kaplama kalınlıkları, ılıman bölgelerde orta boyutlu kanallarda 8-10 cm, küçük boyutlu kanallarda ise 5-8 cm arasında olmalıdır. Kaplama betonunun çimento dozajı, donma-çözülme olaylarının görülmediği bölgelerde 270 kg/m<sup>3</sup> ve s/ç oranının ise 0.70 den fazla olmamalıdır. Donma-çözülme olaylarının az

görüldüğü bölgelerde ise dozajı 270 kg/m<sup>3</sup>, ve s/ç oranının ise 0.60 dan fazla olmamalıdır

Alagöz (1984)'e göre beton kaplı kanallarda, betonların çatlaması ve sıcaklık değişimi nedeniyle kaplama kalınlığı 12 cm' den az olmamalıdır.

(Kızılkaya, 1988)' ya göre beton kaplama kanallarında çimento dozajı, sulama kanalı su taşıma kapasitesine göre ortalama olarak 175 - 250 kg/m<sup>3</sup> arasında ve kanal kaplama betonu kalınlığı en az 7 cm, en fazla 15 cm olmalıdır.

Akman (1990) ile Güner ve Süme (2001) yapı elemanlarında olduğu gibi kanal kaplama betonlarının da kaliteli beton olması gerektiğini vurgulamış ve kaliteli betonu ise,

- a) Taze haldeyken kolay işlenebilen,
- b) Sertleştiğinde yüksek dayanıma sahip olan,
- c) Dış etkilere karşı dayanıklılığı yüksek olan,
- d) Kompozitesi yüksek ve geçirgenliği düşük olan beton olarak ifade etmişlerdir.

DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi (1993)'e göre kanal kaplama betonlarında s/ç oranı % 55 değerini aşmamalıdır. TS 802 de kanal kaplama betonlarında s/ç oranının en fazla % 50 olması gerektiği belirtilmiştir.

Tülücü ve Yavuz (1985), kaplamalı sulama kanallarında sızmaya etki eden faktörlerin başında kanal kaplama malzemesinin geçirgenliğinin ve kalınlığının geldiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, açık kanallarda sızma miktarlarının saptanmasında; giren-çıkan akım, havuzlama, özel cihazlarla ölçme, taban suyunun ölçülmesi, yerinde geçirgenlik testi, laboratuvarında geçirgenlik testi, elektriksel direnç yada radyoaktif tuzlarla ölçme yöntemlerinin kullanılabileceğini belirtmiştir.

(Bekişoğlu,1993), sızma nedenlerini şöyle özetlemiştir.

1- Kaplama betonunun yeterli dozda ve kalitede dökülmemesi, kür koşullarının sağlanamaması, kum, çakıl ve çimento oranlarının şartnamelere uygun olmaması, kullanılan agreganın silt içermesi yada tüvenan agreganın kullanılması,

2- Kış aylarında beton dökümüne uygun olmayan donlu günlerde beton

dökülmesi,

3- Kanal taban ve şevlerinin iyi sıkıştırılmaması,

4- Şartnamelerde ön görülen kalınlıktan daha ince kaplama yapılması,

5- Marn ve killi arazide kil ve marnın su alarak şişmesi sonucu betonların çatlaması,

6- Jipsli arazide, jipsin erimesi sonucunda beton altlarının boşalması ve betonların çökmesi,

7- Sulama suyu veya arazinin sülfat içermesi nedeniyle sülfatın betonları tahrip etmesi, bu tür durumlarda Sülfata Dayanıklı Çimentonun kullanılmaması,

8- Kanal zemin jeolojisinin yeterli derecede incelenmediği heyelanlı yerlerde meydana gelen kaymalar ve oturmalar sonucunda betonların çatlaması,

9- İş makinaları ile kanalın temizliğinde operatörün dikkatsizliği nedeniyle kanal beton kaplamalarında çatlamaların ve kırılmaların meydana gelmesi,

10- Kanal tabanında biriken siltin belirli bir yerde toplanması için kanal tabanına iş makinasının indirilmesi, makinaların yürürken kanal kaplama betonunu tahrip etmesi,

11- İmalat, montaj ve işletme hatalarından kaynaklanan yanlış kullanımlar,

12- Çiftçilerin su almak amacıyla kanalları tahrip etmesi ve kanala yapılan müdahaleler,

13- Kanal kapasitelerini arttırmak amacıyla kanallara yapılan ilavelerin eski betonlar ile kaynaşmaması,

14- Beton kaplamalı kanal yada kanalet içerisinde biriken suyun kılcal çatlaklara girerek kış aylarında donması ve betonları parçalaması,

15- Alt ve üst sel geçitlerinin yetersizliği nedeniyle sel sularının kanal içerisine girmesi ve betonları tahrip etmesi,

16- Tesislerin ekonomik ömrünü doldurması.

Balaban (1970), beton kaplamalı kanallarda meydana gelen sızma kayıplarını belirlemek amacıyla, Tokat, Eskişehir ve Çumra sulamalarında ortalama 0,017 l/s/m<sup>2</sup> (1,471 l/gün/m<sup>3</sup>) olarak belirlemiştir.

Öneş ve Balaban (1973), Aşağı Seyhan Ovasında yaptığı bir araştırmada

beton kaplamalı sulama kanallarında 100 m'de sızma kaybını 178.85 m<sup>3</sup>/gün olarak saptamışlardır.

Benli (1975), Eskişehir-Alpu beton kaplamalı sulama kanallarında yaptığı bir araştırmada geçirgenlik değerini % 10.6 olarak saptamıştır.

Şener (1976), Menemen ovası sulama şebekesinde yaptığı bir araştırmaya göre, beton kaplamalı sulama kanallarında ortalama sızma kaybını 0.1866 m/gün olarak bulmuştur.

Adana Seyhan Ovasında DSİ tarafından yapılan beton kaplamalı sulama kanallarında sızma kayıpları ölçülmüş (1985) ve elde edilen sonuçlar ortalama olarak % 2.444 (0.0287 l/s/m<sup>2</sup>), (2.480 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>) olarak verilmiştir (Bekişoğlu, 1993).

Tülücü ve Yavuz (1985), Aşağı Seyhan Ovası Sol Sahil Sulamasındaki kaplamalı kanallarda sızma kayıplarının 0,0288 lt/s/m<sup>2</sup> olduğunu saptamışlardır.

Kishel (1989), Santa Rosa kanalı üzerinde yaptığı bir araştırmada, birleşim derzi doldurma masrafı ile sızma yolu ile kaybolan su miktarının ekonomik olarak karşılaştırmasını yapmıştır. Yapılan araştırmada su sızdırmazlığının sağlanması için yapılan masrafın daha az olduğunu saptamıştır. Bu araştırmada 9.60 km'lik sulama kanalı, "havuzlama yöntemi" ile 9 günlük su sızdırma testine tabi tutulmuş ve sonuçta derzi doldurulmuş kanal ile derzi doldurulmamış kanal arasında 0.0019 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/gün'lük bir su kaybı farkı olduğu saptanmıştır.

Linsley ve ark. (1992), kaplamalı kanallarda sızma kayıplarının 0,015 m/gün 'den az olması gerektiğini belirtmişlerdir.

1992 yılında Eskişehir sulamasında FAO tarafından desteklenen, DSİ Genel Müdürlüğü, KHGM ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi işbirliği ile gerçekleştirilen "Sulama Suyu Yönteminde Geliştirilmiş Yöntemler" projenin uygulama çalışmaları sırasında kanal sızma kayıpları ölçülmüş ve ortalama sızma kayıpları yedek kanallarda % 0.40 (0.0045 l/s/m<sup>2</sup>) (0.3859 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>), tersiyer kanallarda ise % 5.74 (0.0253 l/s/m<sup>2</sup>) (2.1888 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>) olarak verilmiştir (Bekişoğlu, 1993).

Bekişoğlu (1993), Ülkemizdeki kırk

adet sulama sistemindeki sızma miktarının ortalamasını 0.0321 lt/s/m<sup>2</sup>, ABD'deki 17 adet sulama şebekesindeki kanal sızma kayıplarının ortalamasını 0.00232 lt/s/m<sup>2</sup> olarak vermektedir.

Bureau of Reclamation Standard'ında ise kaplamalı kanallar için kabul edilebilir sızma miktarının 0.0024 l/s/m<sup>2</sup>'dir olduğu bildirilmiştir (Bekişoğlu, 1993).

Çizelge 1.'de Türkiye'deki sulama kanallarında ölçülen sızma kayıplarının, A.B.D.'de ölçülen değerlerle kıyaslanması verilmiştir.

Çizelge 1.'de görüldüğü gibi ülkemizde ölçülen sızma kayıpları, A.B.D.'de ölçülen değerlerden çok fazladır ve bazı yerlerde kabul edilen sızma standart değerinin 130 katına kadar çıkmaktadır.

Bu araştırmada, Türkiye'de üretilen çimento çeşitlerinin sulama kanalı betonlarında kullanılabilirliğinin incelenmesi ve kanal betonları için ideal olan çimento türü ve karışımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak, Portland Çimento, Puzolanik Çimento, Kompoze Çimento ve Sülfata Dayanıklı Çimento olmak üzere 4 çeşit çimento kullanılmıştır.

Kanal kaplama betonlarının üretilmesinde ince agrega (0-4.76 mm) ve kaba agrega (4.76-32 mm) DSİ Adana Bölge Müdürlüğü Kanalet Üretim Tesislerinden sağlanmıştır.

Beton karma suyu olarak şehir şebeke suyu kullanılmış ve geçirimsizlik katkısı olarak Sika Deteks Yapı Kimyasalları A.Ş.'den alınan Plastocrete-N "Su Geçirimsizlik Beton Katkı Malzemesi" kullanılmıştır.

Arazide kanal betonlarının üretimi üç aşamada yapılmıştır.

Birinci aşamada, arazide iş makinası ile kanalın yeri açılmış ve zeminde tokmaktama yöntemi ile sıkıştırma yapılmıştır.

İkinci aşamada, Portland Çimento, Puzolanik Çimento, Kompoze Çimento ve Sülfata Dayanıklı Çimento olmak üzere 4 çeşit çimentonun her biriyle "TS 1247 (1985) Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları" standardına göre, iki farklı karışımda ve üç farklı olgunlaştırma koşullarında 2,50 m Uzunluğunda ve 2,30 m genişliğinde, taban genişliği 0,40 m ve şev eğimi 1:1 olan anolar şeklinde olmak üzere toplam 60 m uzunluğunda trapez kesitli beton kaplamalı kanal yapılmıştır.

Kanal anolarının üretiminde her çimento çeşidi için,

I. Karışım: (% 40 Kum- % 60 Çakıl - 250 Kg/m<sup>3</sup> Çimento, 12),

Çizelge 1. Beton Kaplamalı Kanallarda Meydana Gelen Sızma Kayıplarının Karşılaştırılması (Bekişoğlu, 1993).

Kanalın Bulunduğu Ülke ve Yer	Sızma Miktarı l/s/m <sup>2</sup>			Açıklama
	min	max.	ortalama	
Tokat - Eskişehir ve Çumra Sulamaları / Türkiye	0.006	0.031	0.017	8 adet kanal ortalaması (1969)
Adana - Seyhan Sulaması / Türkiye	0.0028	0.0753	0.0289	19 adet kanal ortalaması (1985)
Adana - Seyhan Sulaması / Türkiye	0.0071	0.0502	0.0287	4 adet kanal ortalaması (1985)
Eskişehir Sulaması / Türkiye	0.0026	0.0076	0.0045	3 adet kanal ortalaması (1992)
Eskişehir Sulaması / Türkiye	0.0094	0.0754	0.0253	6 adet kanal ortalaması (1992)
Türkiye Ortalaması	0.0026	0.0754	0.0321	40 adet kanal ağırlıklı ortalaması (1993)
Bureau of Reclamation Sulama Tesisleri / A.B.D.	0.00014	0.0045		17 adet sulama şebekesindeki sızma kaybı
Kalifornia /A.B.D.	0.00028	0.0096		East Contra Sulama Birliği Tersiyerleri
Kalifornia /A.B.D.	0.00016	0.0024		Alta Sulama Kanalı
Bureau of Reclamation Sızma Standardı			0.00024	Kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı

II. Karışım: (% 45 Kum- % 55 Çakıl -250 Kg/m<sup>3</sup> Çimento) olmak üzere iki farklı karışım uygulanmış ve her karışım için,

I. Uygulama: *Bakım Yok* -(Anolar hiç sulanmadı),

II. Uygulama: *Katkılı* -(%0.5 su geçirimsizlik katkısı kullanıldı),

III. Uygulama: *Kür* - (Standartlara uygun bakımı yapıldı) olmak üzere üç farklı olgunlaştırma koşulu uygulanmıştır.

Dört çeşit çimento ile iki farklı karışımda üretilen ve bakım yapılmadan olgunlaştırılan anoların geçirgenlik değerleri dördüncü gün, diğer olgunlaştırma koşullarında ise onuncu günün sonu dikkate alınmıştır.

Kanal betonu üretiminde uygulanan karışım oranları Çizelge 2’de verilmiştir.

Üçüncü aşamada “Havuzlama Yöntemi” ile yapılan kanalın geçirgenliği belirlenmiştir. Belli bir seviyeye kadar içerisine şehir şebeke suyu doldurulan anoların üzerleri yağmur suyuna ve güneş ışığına karşı korumak için brandalarla kapatılmış ve 10 günlük geçirgenlik testine tabi tutulmuştur. 10 gün süresince her 24 saatte bir anoların sızma miktarları ölçülmüştür.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Dört çimento çeşidi kullanılarak farklı karışım ve farklı olgunlaştırma koşullarında

üretilen kanal betonu anolarında ölçülen sızma miktarları Çizelge 3’de verilmiştir.

Portland Çimento kullanılarak yapılan kanalın geçirgenliğine bakıldığında (Şekil 1), her iki karışımında da bakım yapılmayan anolarda meydana gelen sızmanın diğer iki uygulamaya oranla çok fazla olduğu gözlenmiştir. En düşük sızma değeri her iki karışımında da kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan olduğu [0,002 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00002 l/s/m<sup>2</sup>, % 1], en yüksek sızma değerinin ise bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardan olduğu [0,058 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00067 l/s/m<sup>2</sup>, % 25] gözlenmiştir. Bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının (0,0321 l/s/m<sup>2</sup>) çok altında olduğu gözlenmiştir. Yine kür ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardan olan sızma kayıplarının Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı (0,00024 l/s/m<sup>2</sup>) (Bekişoğlu, 1993) değerinin altında olduğu gözlenmiştir.

Kompoze Çimento kullanılarak yapılan kanalın geçirgenliğine bakıldığında (Şekil 2), her iki karışımında da bakım yapılmayan anolarda meydana gelen sızmanın diğer iki uygulamaya oranla çok fazla olduğu gözlenmiştir. Yine III. karışımında hazırlanan betonların üç farklı olgunlaştırma koşulunda da I. karışımında hazırlana betonlara oranla daha az geçirgen olduğu gözlenmiştir. En düşük sızma değeri

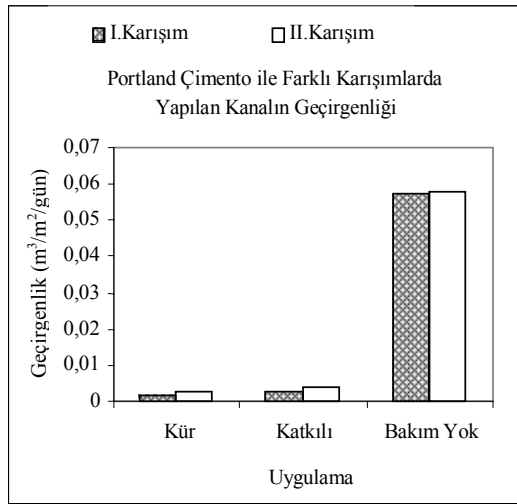
Çizelge 2. Kanal Betonu Dökülmesinde Uygulanan Beton Karışım Miktarları.

Beton Bileşenleri	1 m <sup>3</sup> Beton için DKY Durumunda Ağırlıklar (Kg)					
	I. Karışım % 40 Kum -% 60 Çakıl			II. Karışım % 45 Kum - % 55 Çakıl		
	Bakım Yok	Katkılı	Kür	Bakım Yok	Katkılı	Kür
Kum (0/4.76 mm)	741	741	741	833.4	833.4	833.4
Çakıl I (4.76/9.52 mm)	555,6	555.6	555.6	509.3	509.3	509.3
Çakıl II (9.52/32 mm)	555.6	555.6	555.6	509.3	509,3	509.3
Çimento (Kg)	250	250	250	250	250	250
Su (Kg)	137.5	125	137.5	137.5	125	137.5
S/Ç	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Katkı		1.25			1.25	
Toplam Agrega Miktarı = 1852 Kg						

Not . Çizelge 2’de verilen karışımlar tüm çimento çeşitleri için aynıdır.

Çizelge 3. Arazide Kanal Betonu Anolarının Sızma Kayıpları.

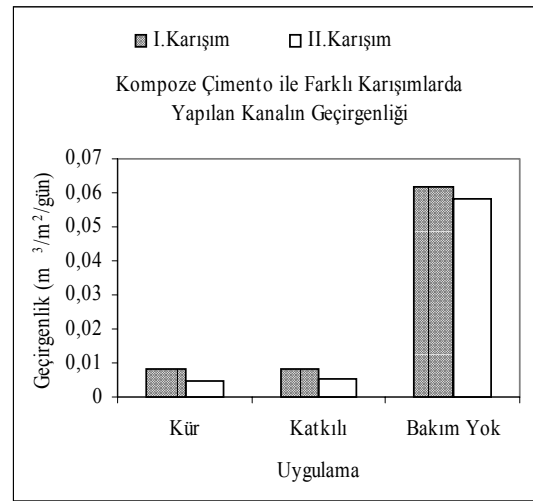
Çeşit	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	L (m)	V <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> )	F (m <sup>3</sup> )	Geçirgenlik	P (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /gün)	P (l/s/m <sup>2</sup> )	P (%)
PÇ-I. Karışım - Kür	0.470	0.450	2.50	1.058	0.990	4.398	0.0155	0.002	0.00002	1
PÇ-I. Karışım - Katkılı	0.485	0.450	2.50	1.109	0.990	4.504	0.0265	0.003	0.00003	1
PÇ-I. Karışım - Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.968	0.000	4.207	0.2300	0.057	0.00067	25
PÇ-II. Karışım - Kür	0.490	0.460	2.50	1.152	1.047	4.590	0.0229	0.003	0.00003	1
PÇ-II. Karışım - Katkılı	0.465	0.420	2.50	1.029	0.882	4.338	0.0338	0.004	0.00004	2
PÇ-II. Karışım - Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.979	0.000	4.232	0.2313	0.058	0.00067	25
KZÇ-I. Karışım - Kür	0.450	0.350	2.50	1.013	0.700	4.307	0.0726	0.008	0.00009	4
KZÇ-I. Karışım - Katkılı	0.455	0.350	2.50	1.041	0.709	4.367	0.0760	0.008	0.00010	4
KZÇ-I. Karışım - Bakım yok	0.500	0.000	2.50	1.125	0.000	4.536	0.2480	0.062	0.00072	25
KZÇ-II. Karışım - Kür	0.460	0.400	2.50	1.058	0.860	4.403	0.0450	0.005	0.00006	2
KZÇ-II. Karışım - Katkılı	0.455	0.390	2.50	1.052	0.839	4.392	0.0487	0.005	0.00006	2
KZÇ-II. Karışım -Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.990	0.000	4.257	0.2326	0.058	0.00067	25
PZÇ-I. Karışım - Kür	0.475	0.430	2.50	1.104	0.951	4.496	0.0340	0.004	0.00004	2
PZÇ-I. Karışım - Katkılı	0.470	0.405	2.50	1.093	0.876	4.473	0.0485	0.005	0.00006	2
PZÇ-I. Karışım - Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.973	0.000	4.219	0.2306	0.058	0.00067	25
PZÇ-II. Karışım - Kür	0.475	0.450	2.50	1.098	1.013	4.484	0.0192	0.002	0.00002	1
PZÇ-II. Karışım - Katkılı	0.465	0.420	2.50	1.075	0.924	4.438	0.0341	0.004	0.00004	2
PZÇ-II. Karışım -Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.956	0.000	4.182	0.2287	0.057	0.00066	25
SDÇ-I. Karışım - Kür	0.460	0.390	2.50	1.041	0.814	4.365	0.0519	0.006	0.00007	2
SDÇ-I. Karışım - Katkılı	0.455	0.380	2.50	1.029	0.789	4.342	0.0555	0.006	0.00007	3
SDÇ-I. Karışım - Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.979	0.000	4.232	0.2313	0.058	0.00067	25
SDÇ-II. Karışım - Kür	0.480	0.470	2.50	1.080	1.046	4.444	0.0077	0.001	0.00001	0
SDÇ-II. Karışım - Katkılı	0.460	0.440	2.50	1.024	0.957	4.328	0.0154	0.002	0.00002	1
SDÇ-II. Karışım -Bakım yok	0.450	0.000	2.50	0.956	0.000	4.182	0.2287	0.057	0.00066	25



Şekil 1. Portland Çimento ile Farklı Karışımlarda Yapılan Kanalın Sızma Kayıpları.

her iki karışımda da kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan olduğu [0,005 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00006 l/s/m<sup>2</sup>, % 2], en yüksek sızma değerinin ise bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardan olduğu [0,062

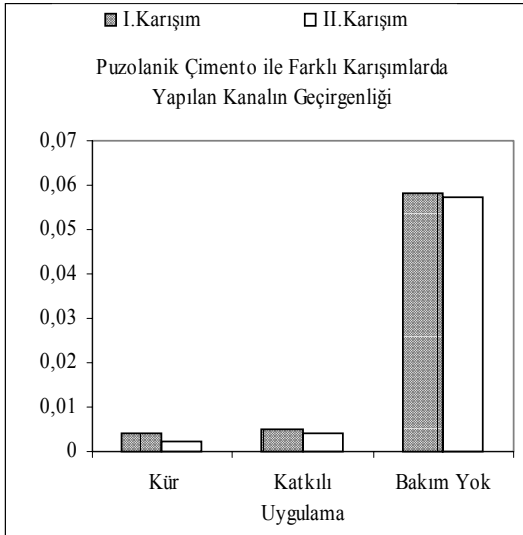
m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00072 l/s/m<sup>2</sup>, % 25] gözlenmiştir. Bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının (0,0321 l/s/m<sup>2</sup>) çokaltında olduğu gözlenmiştir. Yine kür ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardan



Şekil 2. Kompoze Çimento ile Farklı Karışımlarda Yapılan Kanalın Sızma Kayıpları

olan sızma kayıpları Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı ( $0,00024 \text{ l/s/m}^2$ ) değerinin altında olduğu gözlenmiştir.

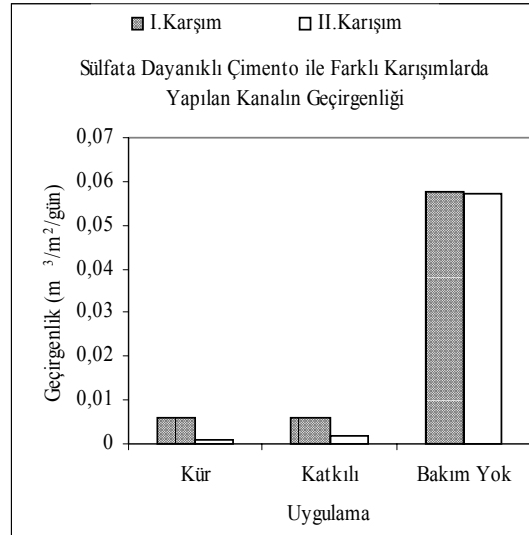
Şekil 3'de Puzolanik Çimento kullanılarak yapılan kanalın geçirgenliğine bakıldığında, her iki karışımda da bakım yapılmayan anolarda meydana gelen sızmanın diğer iki uygulamaya oranla çok fazla olduğu gözlenmiştir. Yine III. karışımda hazırlanan betonların üç farklı olgunlaştırma koşulunda da I. karışımda hazırlana betonlara oranla daha az geçirgen olduğu gözlenmiştir. En düşük sızma değeri her iki karışımda da kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan olduğu [ $0,002 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$ ,  $0,00002 \text{ l/s/m}^2$ , % 1], en yüksek sızma değerinin ise bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardan olduğu [ $0,058 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$ ,  $0,00067 \text{ l/s/m}^2$ , % 25] gözlenmiştir. Bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının ( $0,0321 \text{ l/s/m}^2$ ) çok altında olduğu gözlenmiştir. Yine kür ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardan olan sızma kayıpları Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı ( $0,00024 \text{ l/s/m}^2$ ) değerinin altında olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3. Puzolanik Çimento İle Farklı Karışımlarda Yapılan Kanalın Sızma Kayıpları

Şekil 4'de Sülfata Dayanıklı Çimento kullanılarak yapılan kanalın geçirgenliğine bakıldığında, her iki karışımda da bakım yapılmayan anolarda oluşan sızmanın diğer

iki uygulamaya oranla çok fazla olduğu gözlenmiştir. Yine III. karışımda hazırlanan betonların üç farklı olgunlaştırma koşulunda da I. karışımda hazırlana betonlara oranla daha az geçirgen olduğu gözlenmiştir. En düşük sızma değeri her iki karışımda da kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan olduğu [ $0,001 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$ ,  $0,00001 \text{ l/s/m}^2$ , % 0,4], en yüksek sızma değerinin ise bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardan olduğu [ $0,058 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$ ,  $0,00067 \text{ l/s/m}^2$ , % 25] gözlenmiştir. Bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının ( $0,0321 \text{ l/s/m}^2$ ) çok altında olduğu gözlenmiştir. Yine kür ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardan olan sızma kayıpları Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı ( $0,00024 \text{ l/s/m}^2$ ) değerinin altında olduğu gözlenmiştir.

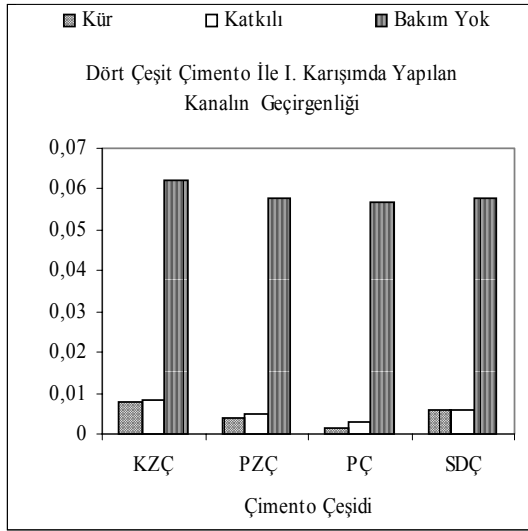


Şekil 4. Sülfata Dayanıklı Çimento İle Farklı Karışımlarda Yapılan Kanalın Sızma Kayıpları

Farklı karışımlar bazında kanal kaplama betonlarının geçirgenliğine bakıldığında, arazide dört çeşit çimento kullanılarak, I. karışımda yapılan kanalın anolarının su geçirgenliği Şekil 5'de, II. karışımda yapılan anolarının geçirgenliği ise Şekil 6'da verilmiştir.

I. karışımda yapılan anoların geçirgenliğine bakıldığında, dört çeşit çimentoda da bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolarda olan sızmanın, diğer olgunlaştırma şekillerine göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Tüm çeşit ve

karışımlarda, bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolarda 4. günde su kalmadığı gözlenmiştir. Yine bu anolarda boyuna çatlakların oluştuğu ve taban betonu ile yan yüzey betonlarının birbirlerinden ayrıştığı gözlenmiştir. En yüksek sızma değerinin Kompoze Çimento ile üretilen betonlarda olduğu [0,062 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00072 l/s/m<sup>2</sup>, % 25], en düşük sızma miktarının ise Portland Çimento ile üretilen betonlardan meydana geldiği [0,057 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00067 l/s/m<sup>2</sup>, %25] belirlenmiştir. Bu olgunlaştırmada geçirgenlik değerlerinin dört çeşitte de diğer olgunlaştırmalara oranla 20-25 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir.



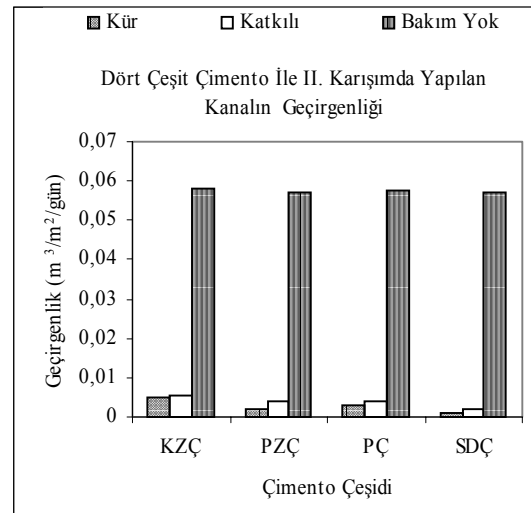
Şekil 5. Arazide Dört Çeşit Çimento İle I. Karışımda Yapılan Kanalın Sızma Kayıpları

Yine I. karışımda diğer olgunlaştırma şekillerine bakıldığında ise, kürde ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan betonlara meydana gelen sızma miktarlarının birbirlerine yakın olduğu, bununla birlikte, kürde olgunlaştırılan anolardaki sızmanın en az olduğu gözlenmiştir. Katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolarda en yüksek sızma değerinin Kompoze Çimento [0,008 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00010 l/s/m<sup>2</sup>, % 4], en düşük sızma miktarının ise Portland Çimento ile üretilen betonlardan olduğu [0,003 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00003 l/s/m<sup>2</sup>, % 1] saptanmıştır. Kürde olgunlaştırılan anolara bakıldığında ise en yüksek sızma değerinin Kompoze Çimento [0,008 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>,

0,00009 l/s/m<sup>2</sup>, % 4], en düşük sızma miktarının ise Portland Çimento ile üretilen betonlardan olduğu [0,002 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00002 l/s/m<sup>2</sup>, % 1] saptanmıştır.

Genel olarak, dört çeşit çimento I. karışımda geçirgenlik değerlerine göre sıralandığında geçirgenliğin en fazla Kompoze Çimento, sonra Sülfata Dayanıklı Çimento, Puzolanik Çimento ve en az ise Portland Çimentonun olduğu belirlenmiştir.

II. karışımda yapılan ve Şekil 6'da gösterilen anolarda su geçirgenliği incelendiğinde bakıldığında, dört çeşit çimentoda da bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolarda olan sızmanın, diğer olgunlaştırma şekillerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Tüm çeşit ve karışımlarda, bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolarda I. karışımda olduğu gibi 4. günde su kalmadığı gözlenmiştir. Yine bu anolarda boyuna çatlakların oluştuğu ve taban betonu ile yan yüzey betonlarının birbirlerinden ayrıştığı gözlenmiştir. Sızma değerinin dört çeşit çimentoda da hemen hemen aynı olduğu [0,057 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, 0,00066 l/s/m<sup>2</sup>, % 25], ancak I. karışımdaki Bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolara oranla azda olsa daha düşük sızma olduğu gözlenmiştir. Bu olgunlaştırmada geçirgenlik değerlerinin dört çeşitte de diğer olgunlaştırmalara oranla 20-25 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir.



Şekil 6. Arazide Dört Çeşit Çimento ile II. Karışımda Yapılan Kanalın Sızma Kayıpları



Yine II. karışımda diğer olgunlaştırma şekillerine bakıldığında ise, küre ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan betonlardan olan sızma miktarlarının birbirlerine yakın olduğu, bununla birlikte, küre olgunlaştırılan anolardaki sızmanın en az olduğu gözlenmiştir. Katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolarda en yüksek sızma değerinin Kompoze Çimento [ $0,005 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$ ,  $0,00006 \text{ l/s}/\text{m}^2$ , % 2], en düşük sızma miktarının ise Sülfata Dayanıklı Çimento ile üretilen betonlardan olduğu [ $0,002 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$ ,  $0,00002 \text{ l/s}/\text{m}^2$ , % 1] gözlenmiştir. Küre olgunlaştırılan anolara bakıldığında ise en yüksek sızma değerinin Kompoze Çimento [ $0,005 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$ ,  $0,00006 \text{ l/s}/\text{m}^2$ , % 2], en düşük sızma miktarının ise Sülfata Dayanıklı Çimento ile üretilen betonlardan olduğu [ $0,001 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$ ,  $0,00001 \text{ l/s}/\text{m}^2$ , %0,4] gözlenmiştir.

Genel olarak, dört çeşit çimentonun II. Karışımda üretilen kanal kaplama betonlarının geçirgenlik değerlerine göre sıralandığında en fazla Kompoze Çimento, sonra Portland Çimento, Puzolanik Çimento ve en az ise Sülfata Dayanıklı Çimentonun olduğu gözlenmiştir.

Dört çeşidin her karışımında da katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve küre olgunlaştırılan kanal betonu anolarında meydana gelen sızma miktarlarının çok düşük olduğu, bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının ( $0,0321 \text{ l/s}/\text{m}^2$ ) ve Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı ( $0,00024 \text{ l/s}/\text{m}^2$ ) değerinin çok altında olduğu gözlenmiştir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Farklı çimento, karışım ve farklı uygulamalar ile yapılan kanal anolarının geçirgenlik değerlerine bakıldığında, kullanılan çimento çeşitlerinin hepsinde ve her iki karışımda da bakım yapılmayan anolardaki geçirgenliğin diğer iki uygulamaya oranla çok fazla olduğu gözlenmiştir. Tüm çeşit ve karışımlarda, bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolarda 4. günde su kalmadığı gözlenmiştir. Yine bu

anolarda boyuna çatlakların olduğu ve taban betonu ile yan yüzey betonlarının birbirlerinden ayrıştığı gözlenmiştir.

Karışımlar bazında genel olarak bakıldığında çimento çeşitlerinin hepsinde II. karışımda hazırlanan betonların üç farklı olgunlaştırma koşulunda da I. karışımda hazırlana betonlara oranla daha az geçirgen olduğu gözlenmiştir.

Dört çeşidin her karışımında da katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve küre olgunlaştırılan kanal betonu anolarında meydana gelen sızma miktarlarının çok düşük olduğu, bu sızma miktarlarının Türkiye ortalamasının ( $0,0321 \text{ l/s}/\text{m}^2$ ) ve Bureau of Reclamation Sızma Standardının kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı ( $0,00024 \text{ l/s}/\text{m}^2$ ) değerinin çok altında olduğu gözlenmiştir.

Kanal kaplama betonlarının ekonomik, geçirimsiz, ve istenilen dayanım ve dayanıklılığa sahip olacak şekilde işlevini uzun süre yerine getirebilmeleri için aşağıdaki önlemlerin alınması önerilebilir.

1- Kaplama betonunun yeterli dozda ve kalınlıkta dökülmeli, kanal taban ve şevleri iyi sıkıştırılmalıdır.

2- Kanal kaplama betonlarında betonu oluşturan bileşenler kaliteli ve sağlam olmalı ve karışım oranları Standartlara ve Teknik Şartnamelere uygun yapılmalıdır

3- Üretilen kaplama betonların karıştırma, taşıma ve yerleştirme işlemleri Standartlara uygun yapılmalı ve buna büyük özen gösterilmelidir.

4- Kanal kaplama betonlarının yüksek dayanımlı ve geçirimsiz olması için, standartlara uygun olarak mutlaka bakımı (kür) yapılmalıdır.

5- Zeminde gerekli iyileştirme yapıldığında ve standartlara uygun olarak beton üretim, yerleştirme ve bakım koşulları sağlandığında üretilen kanal kaplama beton dayanımının DSİ Sulama İnşaatları Teknik Şartnamesi'nde belirtilen dayanımdan (BS14) daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. Bu nedenle, kanal kaplama betonlarının üretiminde, standartlarda belirtilen tüm aşamalara uyulmalı, betonun dökümü taşeron firmaların bilgisiz elemanları tarafından değil, bu konuda deneyimli teknik elemanların kontrolünde yapılmalıdır.

6- DSİ Sulama İşleri Teknik

Şartnamesi (1993)'e göre, kanal kaplama betonu genel olarak BS 14 niteliğinde olmalıdır ve bu değer bulunmasında en düşük çimento miktarının 275 kg/m<sup>3</sup> olmalıdır. Bu çalışmada, diğer karışım oranları aynı olmakla birlikte 250 kg/m<sup>3</sup> çimento miktarı kullanılarak şartnamede öngörülen beton dayanımından daha büyük dayanım elde edilmiştir. Bu durum bize beton karışım oranı ve karma koşulu kadar betonun yerleştirilmesi ve bakımının önemli olduğunu göstermektedir.

7- Önemli unsurlardan biri olan kanal betonlarının sulanmasında farklı teknikler uygulanmalıdır. Kilometrelerce uzunlukta dökülen kanal betonlarında yanmaların ve rötre çatlakların oluşmaması için, betonda suyun buharlaşmasını önlemek için beton yüzeylerine pülverize olarak kimyasal malzeme püskürtülebilir yada betonların sulanmasında raylı sulama sistemleri gibi teknikler uygulanabilir.

8- Bundan sonra, bu çalışmanın devamı olarak özellikle yeni tip çimentolarla, farklı karışım ve dozlarda betonlar üretilerek, bu betonların 7, 28, 90, 180 ve 360 günlük geçirgenliklerinin gözlenmesi önerilebilir.

#### Kaynaklar

- Akman, M.S., 1990. Yapı Malzemeleri. İTÜ İnşaat Fak. Matbaası, İstanbul, 162 s.
- Alagöz, H., 1984. Kültürteknik (Sulama I). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları,
- Balaban, A., 1970. Sulama Şebekelerinde Kanal ve Tarla Arkları Sızma Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları No. 455, Ankara.
- Bekişoğlu, Ş., 1993. Beton Kaplı Kanallarda Sızdırmazlık Önlemleri. Bayındırlık ve İskan Bak. DSİ Genel Müd. İşletme ve Bakım Daire Başk., Ankara, 50s.
- Benli, E., 1975. Eskişehir Alpu Ovası sulama Şebekesi İçerisindeki Ziraat İşletmelerinin Sulama Devlopmanı Yönünden Durumları, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yolları Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No. 546, A.Ü. Ziraat Fak. Ofset Basımevi, Ankara, 80 s.
- DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi, 1993. DSİ Teknoloji Daire Başk. Basım ve Foto Film İşletme Şube Müd. Ankara, 88 s.
- Güngör, H., 1991. Değişik Su İletim ve Dağıtım Sistemlerinin Teknik Kıyaslanması. Sulama Şebekelerinde Su İletim Sistemlerinin Seçimi, Kıyaslanması ve GAP Örneği. Workshop. Ç.Ü.

- Ziraat Fak.Kültürteknik Dergisi, Kasım-1991, Adana.
- Kishell, J., 1989, Seepage Constraction Joints in Concrete Channel Lining Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASEC, 115, (3), 51.
- Kraatz, D. B., 1977. Irrigation Chanal Lining. FAO of the United Nation, Rome.
- Kızılkaya, T., 1988. Sulama ve Drenaj. T.C. Bayındırlık ve İskan Bak. DSİ Genel Müd. DSİ Basım ve Foto Film Şube Müd., Ankara, 390 s.
- Linsley, K. R., Frreyburg, J. B., Franzını, D. L., 1992. Water Resources Engineering. Mc. Graw-Hill. Inc., Rome, 800 s.
- Öneş, A., Balaban, A., 1973. Aşağı Seyhan Ovası Sulama Projesi Alanında Kanal ve Kanalet Sistemlerinin Karşılaştırılması. A.Ü. Ziraat Fak. Ankara.
- Şener, Ş., 1976. Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Su Naklinde Meydana Gelen Kayıplar Üzerinde Bir araştırma. Menemen Bölge Toprak-Su Araştırma Ens.Mud. Yayınları, İzmir, 90 s.
- Tekineli, O., Çevik, B., Kumova, Y., Kanber, R., 1988. Kültürteknik. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı, No. 133. Ç.Ü. Ziraat Fak. Matbaası, Adana. 133 s.
- Tülüçü, K., Yavuz, M.Y., 1985. DSİ Aşağı Seyhan Ovasında Sol Sahilinde Bulunan Beton Kaplamalı Sulama Kanallarında Oluşan Sızma Kayıplarının Bulunması. DSİ Teknik Bülteni. Sayı 58, DSİ Genel Müd. Ankara. S. 41-49.
- TS 1247, 1985. Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında). Türk Std.. Enst. Necatibey cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.