

FARKLI ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ VE KARIŞIMLARI KULLANILARAK YAPILAN SULAMA KANALININ TAHRİBATLI YÖNTEMLE DAYANIMININ BELİRLENMESİ

Kenan BÜYÜKTAŞ¹

Taner ALAGÖZ²

¹ Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya

² Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

Özet

Bu araştırmada, Türkiye’de üretilen çimento çeşitlerinin sulama kanalı betonlarında kullanılabilirliğinin incelenmesi ve kanal betonları için ideal olan çimento türü ve karışımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Portland Çimento, Pozolanik 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 yapılan kanal betonları anoların her birinden 5 er adet olmak üzere toplam 120 adet karot örnekleri alınmıştır. Alınan karot örnekleri laboratuvar ortamında preste kırılarak beton basınç dayanımları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, dört çimento çeşidinin her iki karışımında da bakım yapılmayan anolardan alınan karot örnekleri dayanımlarının diğer olgunlaştırma koşullarındaki anolardan alınan karot dayanımlarına oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yine tüm karışımlarda, dört çeşitte de dayanım sıralaması en düşükten büyüğe göre sırasıyla, bakım yapılmadan olgunlaştırılan, katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekler şeklinde olmuştur.

Anahtar Kelimeler : Çimento, Beton, Karot, Dayanım, Karışım.

Determination of Strength of an Irrigation Channel Constructed Using Various Cement Types and Mixtures

Abstract

In this research, it is aimed to investigate the usage of the cement types produced in Turkey and to determine the suitable mixtures for channel lining. Four kinds of cements such as Portland, Pozzolanic, Composite and Sulphate Resisting cements, different mixtures and maturing conditions were used to build a trapezoidal shaped irrigation channel. Five samples in each channel parts, total 120 carrot samples, were taken. These carrot samples were broken in pres to determine pressure strength in laboratory condition. For each two mixtures of four cement types, it was determined that the strength of the carrot samples taken in the channel parts not exposed to treatment were lower than that of the strength of the carrot samples exposed to other maturing conditions. Considering all of the mixtures of four cement types, the strength amount were the lowest in the samples not exposed to treatment, lower in the samples matured using concrete additives and the highest in the samples applied curing.

Key Words : Cement, Concrete, Carrot, Strength, Mixture.

1. Giriş

Sertleşmiş beton kalitesinin doğru olarak belirlenmesi, yapıdan karot numunelerinin alınması ile mümkündür. Karot alma işlemi beton dayanımının tespit edilmesinde kullanılan kesin metotlardan birisidir. Karot ile kalite kontrolü yıkıntılı (tahribatlı) malzeme muayene sınıfına girmektedir. Alınan karot örnekleri, laboratuvar ortamında aksel basınç deneyine tabi tutulduktan sonra beton basınç dayanımı belirlenmelidir.

Yapılan sulama kanallarında oluşan deformasyonlardan dolayı, su kayıplarının fazla olması; sulanan alanlarda su kayıplarına, kanal çevresindeki bataklık

alanların oluşmasına, kanallarda işletme ve bakım giderlerinin artmasına, dolayısıyla da büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bütün bu olumsuz koşulları 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.

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^3 ve s/ç oranı ise 0.70 den fazla olmamalıdır. Donma-çözülme olaylarının az görüldüğü bölgelerde ise, dozaj 270 kg/m^3 ten, s/ç oranı ise 0.60 dan fazla olmamalıdır

ASAES 289 (1982)'a göre kaplama betonu çimento dozajı donma-çözülme olaylarının görülmediği bölgelerde 325 kg/m^3 , donma-çözülme olaylarının az görüldüğü bölgelerde ise 355 kg/m^3 olmalıdır.

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 $175 - 250 \text{ kg/m}^3$ arasında ve kanal kaplama betonu kalınlığı ise en az 7 cm , en fazla 15 cm olmalıdır.

Tosun (1989), sulama kanallarında betonun basınç dayanımının iklim ve beton katkı maddelerine bağlı olarak değişebileceğini belirtmiştir. Ilıman iklimlerde, katkısız betonların en az 210 kgf/cm^2 , orta şiddetli donma çözülmenin görüldüğü bölgelerde ise en az 245 kgf/cm^2 lik dayanıma sahip olması gerektiğini belirtmiştir.

Özdemir (1991)'e göre, Beton yapılarının dayanımını ve dayanıklılığını etkileyen en önemli faktörlerden biriside betonun bakımudur. Yetersiz kür betonun dayanıksız ve boşluklu yapıda olmasına neden olur. Eğer beton yeterli derecede kür edilmezse, $30-50 \text{ cm}$ kalınlıktaki yüzey kısmı yüksek orandaki buharlaşma nedeniyle en fazla etkilenen kısım olacak ve yetersiz hidrasyon sonucu geçirimli ve zayıf yüzey tabakası oluşacaktır.

Linsle ve ark (1992), soğuk iklim bölgelerinde betonun dondan etkilenmesini önlemek için kaplama kalınlıklarının ılıman iklimlere göre 1.5 kat daha fazla yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Uğurlu (1992), kanal kaplama betonlarında görülen hasar tiplerini ve nedenlerini dört başlıkta toplamıştır. Bunlar,

- Üretim sırasında hata ve dikkatsizlik sonucu oluşan beton çatlakları

(rötre çatlaklar, kimyasal reaksiyon ve don olayı sonucu oluşan çatlaklar vb.)

- Kötü yapım tekniği, kontrol eksikliği ve yeterli sıkıştırmanın yapılmaması gibi zeminde meydana gelen çökmeler sonucu beton kaplamaların çökmesi,

- Teknik şartnamelere uyulmaması ve yanlış yapım teknikleri sonucu üretilen boşluklu beton içerisine giren suyun donması sonucu ortaya çıkan don hasarları,

- Kimyasal etkiler sonucu meydana gelen parçalanmalar.

DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi (1993)'ne göre, kaplama betonları insan gücü kullanılarak (elle) dökülecekse, aşağıdan yukarıya doğru sıkıştırılarak mastarlanmalı ve beton yüzeyi ahşap mala ile perdahlanmalıdır. Betonların anolar halinde dökülmesi ve ano boylarının 3 m 'den fazla olmaması istenmektedir.

(Bekişoğlu, 1993), kanallarda sızmaya neden olan deformasyonlardan bazılarını şöyle özetlemiştir.

1- Kaplama betonunun yeterli dozda ve kalitede dökülmemesi, kür koşullarının sağlanamaması, kum, çakıl ve çimento oranlarının şartnamelere uygun olmaması, kullanılan agreganın topraklı olması yada tüvenan agrega 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- Jipsli arazide, jipsin erimesi sonucunda beton altlarının boşalması ve betonların çökmesi,

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

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

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

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

parçalaması,

10- Tesislerin ekonomik ömrünü doldurması.

DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi (1993)'nde, kanal kaplama betonunun genel olarak BS 14 niteliğinde, derivasyon tünelleri veya su hızı 2.50 m/s'den büyük olan kanallarda ise BS 16 niteliğinde olması gerektiği belirtilmektedir. Bu değerlerin bulunmasında en düşük çimento miktarının 275 kg/m³ olması ve elle yerleştirilecek betonların kıvamının 8 cm den büyük olması gerektiği belirtilmektedir. İnşaatta kullanılacak beton, çimento dozajı ve basınç dayanımlarına göre sınıflandırma Çizelge 1'deki gibi olmalıdır ve hiçbir numunenin deney sonucu belirtilen değerlerden % 10'dan daha az olmamalıdır.

Çizelge 1. Çimento Miktarına ve Dayanıma Göre Betonun Sınıflandırılması (DSİ Sul. İşleri Tek. Şartnamesi (1993)).

Beton Sınıfı	Küp Numune Dayanımı Kg/cm ²	Silindir Numune Dayanımı. Kg/cm ²	Çimento Dozajı Kg/m ³
BS 14	160	140	250
BS 16	200	160	275
BS 20	250	200	300
BS 25	300	250	350

Şimşek (1993) Şanlıurfa ana sulama kanalı beton kaplamasından aldığı karot örnekleri ile ilgili yaptığı bir çalışmada, en yüksek basınç dayanımını 169 kg/cm² bulurken, en düşük basınç dayanımını ise 77.7 kg/cm² bulmuştur.

Odabaşı (1997) beton karışımlarında, dayanımın yüksek olması için, hacim olarak kum/çakıl oranlarının 3/4.5 ve çimento/kum/çakıl oranının ise 1/1.8/ 2.7 olmasını önermektedir.

Gökdemir (1997), betonun zamanla dayanımını kaybetmemesi için gerekli koşulları ve betonun basınç dayanımını etkileyen faktörleri şu şekilde sıralamıştır.

- Çimento dozajı 250-400 kg/m³ olmalı
- Karma suyu miktarı fazla olmamalı
- Betonun kompasitesi yüksek olmalıdır.

Güner ve Süme (2001), betonun

dayanımını etkileyen faktörleri,

- Beton karışım malzemelerinin kalitesi,
- Bu malzemelerin karışım oranları,
- Betonun karıştırılması, taşınması ve yerleştirilmesi,
- Betonun olgunlaştırılması olarak sıralanmışlardır.

DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi (1993)'e göre kanal kaplama betonlarında s/ç oranı % 55 değerini aşmamalıdır. Yine betonda karma suyu olarak kullanılan suların asit reaksiyonu göstermemesi gerektiğini (pH büyük 7 olmalı) ve madeni tuz miktarının en fazla 15 g/lt, sülfat miktarının ise 2 g/lt'den fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir.

TS 802 (1985)'de kanal kaplama betonlarında s/ç oranının en fazla % 50 olması gerektiği belirtilmiş ve su/çimento oranının basınç mukavemeti üzerindeki etkisi Çizelge 2'de ki gibi verilmiştir.

Çizelge 2. Su/çimento Oranının Basınç Dayanımı Üzerindeki Etkisi (TS 802, 1985).

Su / Çimento Oranı	Dayanım (kg/cm ²)
0,40 *	360
0,50	295
0,55	265
0,65	210
0,70	190
0,80	150
0,90	125
1,00	100

* 100 kg çimentoya 40 kg su

Güner ve Süme (2001), betonda karma suyu miktarının, en büyük dayanımı sağlayan su miktarı kadar (optimum su miktarı) olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu miktardan az yada çok suyun beton karma suyu olarak kullanılması dayanımı olumsuz yönde etkilediği yapılan deneylerle belirlenmiş ve deney sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'de üretilen bazı çimento çeşitlerinin sulama kanalları betonlarında kullanılabilirliğinin incelenmesi ve kanal betonları için uygun çimento türü ve karışımın belirlenmesi amaçlanmıştır. Yine değişik çimento çeşitleri kullanılarak, farklı karışımlarda

Çizelge 3. Optimum Su Değerine Göre Beton Dayanımında Meydana Gelen Azalma (Güner ve Süme, 2001).

Optimum Değere Göre Su Miktarı	Dayanımdaki Azalma
% 10 eksik olması	% 10
% 20 eksik olması	% 60
% 20 fazla olması	% 30
% 30 fazla olması	% 50
% 100 fazla olması	% 80

hazırlanan ve farklı koşullarda olgunlaştırılan kanal betonu anolarından alınan karot örneklerinin dayanımlarının belirlenmesi ve standartlarla kıyaslanması 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 agregası (0-4.76 mm) ve kaba agregası (4.76-32 mm) DSİ Adana Bölge Müdürlüğü Kanalet Üretim Tesislerinden sağlanmıştır.

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

Çalışmanın ilk aşamasında, arazide iş makinası ile kanalın yeri açılmış ve zeminde tokmaklama 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/m³ Çimento),

II. Karışım: (% 45 Kum- % 55 Çakıl - 250 Kg/m³ 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.

Kanal betonu üretiminde uygulanan karışım oranları Çizelge 4'de verilmiştir.

Üçüncü aşamada, her çimento çeşidi ile farklı karışımlarda üretilen ve farklı uygulamalara tabi tutularak olgunlaştırılan kanal betonu anoları geçirgenlik testine tabi tutularak sızma miktarları belirlenmiştir. Geçirgenlik testinde yapılan gözlemler sonucunda, dört çimento çeşidinin her iki karışımında da bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolar içerisinde dördüncü

Çizelge 4. Kanal Betonunda Dökülmesinde Uygulanan Beton Karışım Miktarları.

Beton Bileşenleri	1 m ³ 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 Agregası Miktarı = 1852 Kg						

Not . Çizelge 4'de verilen karışımlar tüm çimento çeşitleri için aynıdır.

günün sonunda suyun kalmadığı, buna karşın bakım yapılan anolarda ise 10. günün sonunda bile hemen hemen hiç sızmanın olmadığı gözlenmiştir.

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. Kanal anolarında meydana gelen sızma kayıpları sonuçları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisinde (Cilt.17, Sayı. 1, Yıl. 2004) makale şeklinde yayınlanmıştır.

Dördüncü aşamada, dört çimento çeşidi ile farklı karışımlarda dökülen ve farklı uygulamalara tabi tutularak olgunlaştırılan anolardan, 28 gün sonra karot alma makinesi ile 5'er adet olmak üzere toplam 120 adet karot örnekleri alınmış ve başlıklararak aksel basınç dayanımları belirlenmiştir. Karot örnekler her anoda karot alma makinesi ile tesadüfi olarak dairesel şekilde alınmıştır. Anolardan alınan karot örnekleri % 70 kükürt ve % 30 grafit karışımı ile "TS 3068 (1978) Laboratuvarda Beton Deney Numunelerin Hazırlanması ve Bakımı" standardına göre başlıklandıktan sonra basınç dayanımlarının belirlenmesi işlemi, "TS 10465 (1992) Beton Deney Metodları, Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betondan Numune Alınması ve Basınç Mukavemetinin Tayini" standardına göre 200 ton kapasiteli 2,50 kg-m/s hızla yükleme yapabilen dijital göstergeli Beton Presi ile yapılmıştır.

3. Bulgular

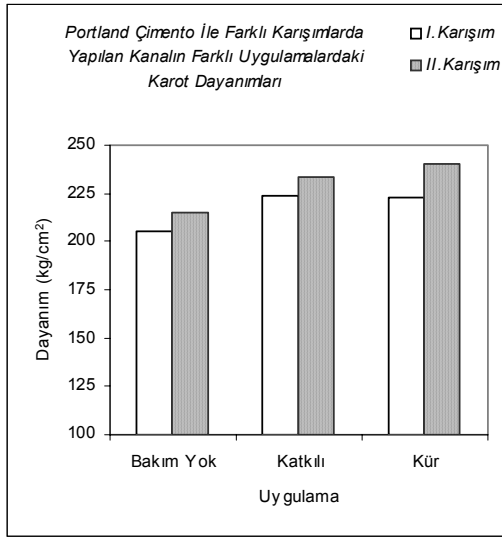
Materyal olarak kullanılan dört çeşit çimento ile farklı karışımlarda dökülen ve farklı koşullarda olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekleri başlıklararak basınç dayanımları bulunduktan sonra, bulunan ortalama basınç dayanımları, "TS EN 12504-1 (2002), Karot Numuneler- Karot Alma Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini" standardına göre önce, D_1 düzeltme faktörü ile, Boy/Çap oranı = 2 olan "Eşdeğer Karot Basınç Dayanımı" na çevrilmiştir. Daha sonra Bu dayanımda D_2 düzeltme faktörü ile "Eşdeğer Silindir Basınç Dayanımına" dönüştürülmüştür. Elde edilen bulgular Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5'de ve Şekil 1'de görüldüğü gibi, Portland Çimento kullanılarak farklı karışım ve farklı olgunlaştırma koşullarında yapılan anolardan alınan karot örneklerin basınç dayanımlarına bakıldığında, her iki karışım da bakım yapılmayan anoların karot dayanımlarının diğer olgunlaştırma koşullarına oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yine II. karışım da yapılan anolardan alınan karotların dayanımları, üç farklı olgunlaştırma koşulunda da I. karışım da yapılan anolardan alınan karotların dayanımlarına oranla daha fazla olmuştur. En düşük dayanımı I. karışım da bakım yapılmayan beton anolardan alınan karot örnekleri verirken (205 kgf/cm^2), en yüksek dayanımı ise II. karışım da üretilen ve kürde olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekleri (240 kgf/cm^2) vermiştir.

Çizelge 5'de ve Şekil 2'de ise, Kompoze Çimento kullanılarak farklı karışım ve farklı olgunlaştırma koşullarında yapılan anolardan alınan karot örneklerinin

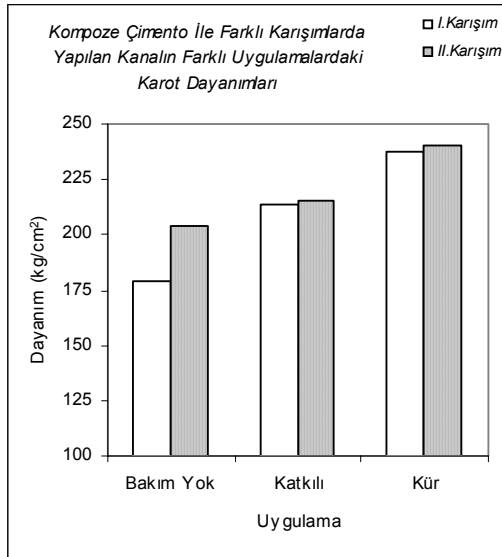
Çizelge 5. Arazide Yapılan Kanaldan Alınan Karot Örneklerin Basınç Dayanımları.

Çeşit	Karışım	Uygulama (Olgunlaştırma) Şekli								
		Bakım Yok			Katkılı			Kür		
		Ort. Karot Day. (kg/cm^2)	Eşdeğer Karot Day. (kg/cm^2)	Eşdeğer Silindir Day. (kg/cm^2)	Ort. Karot Day. (kg/cm^2)	Eşdeğer Karot Day. (kg/cm^2)	Eşdeğer Silindir Day. (kg/cm^2)	Ort. Karot Day. (kg/cm^2)	Eşdeğer Karot Day. (kg/cm^2)	Eşdeğer Silindir Day. (kg/cm^2)
Portland Çimento	PÇ-I	230	213	205	251	233	224	250	232	223
	PÇ-II	241	224	215	262	243	233	270	251	240
Kompoze Çimento	KZÇ-I	201	187	179	240	223	214	267	248	238
	KZÇ-II	229	212	204	230	213	215	270	251	240
Puzolanik Çimento	PZÇ-I	195	170	164	205	190	183	238	221	212
	PZÇ-II	188	174	167	211	185	177	230	213	205
Sülfata Dayanımlı Çimento	SDÇ-I	207	192	185	239	222	213	260	241	232
	SDÇ-II	207	192	185	270	236	227	283	263	252



Şekil 1. Portland Çimento Kullanılarak Farklı Karışım ve Farklı Olgunlaştırma Koşullarındaki Yapılan Kanaldan Alınan Karot Örneklerin Dayanımları.

basınç dayanımları incelendiğinde, her iki karışımda da bakım yapılmayan anolardan karot dayanımlarının diğer olgunlaştırma koşullardakilere göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bakım yapılmayan anolardan alınan karot örneklerin dayanımlarına bakıldığında, III. karışımın I. karışıma oranla daha yüksek değere sahip olduğu,



Şekil 2. Kompoze Çimento Kullanılarak Farklı Karışım ve Farklı Olgunlaştırma Koşullarındaki Yapılan Kanaldan Alınan Karot Örneklerin Dayanımları.

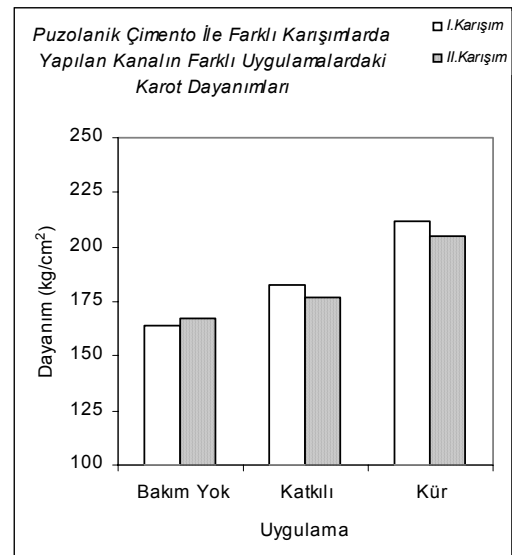
yine kür koşullarında olgunlaştırılan anolardan alınan örneklerin dayanımlarının ise en yüksek olduğu gözlenmiştir.

En düşük dayanımı I. karışımda bakım yapılmayan beton anolardan alınan karot örnekler verirken (179 kgf/cm²), en yüksek dayanımı ise I. ve II. karışımda üretilen ve kürde olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekler (238 kgf/cm²) ve (240 kgf/cm²) vermiştir.

Puzolanik Çimento kullanılarak farklı karışım ve farklı olgunlaştırma koşullarında yapılan anolardan alınan karot örneklerinin basınç dayanımları incelendiğinde (Çizelge 5), durum Şekil 3'deki gibi olmuştur. Her iki karışımda da bakım yapılmayan anolardan alınan karot örneklerin basınç dayanım değerleri, katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve kürde olgunlaştırılan anolardan alınan karot örneklerin basınç dayanımlarına oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir.

I. karışımda üretilen, kür koşullarında ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardan alınan örneklerin dayanımları II. karışıma oranla daha yüksek çıkmıştır. Ancak, bakım yapılmayan anolardan alınan karotların dayanımlarına bakıldığında II. karışımın I. karışıma oranla daha yüksek değere sahip olduğu gözlenmiştir.

En düşük dayanımı I. Karışımda



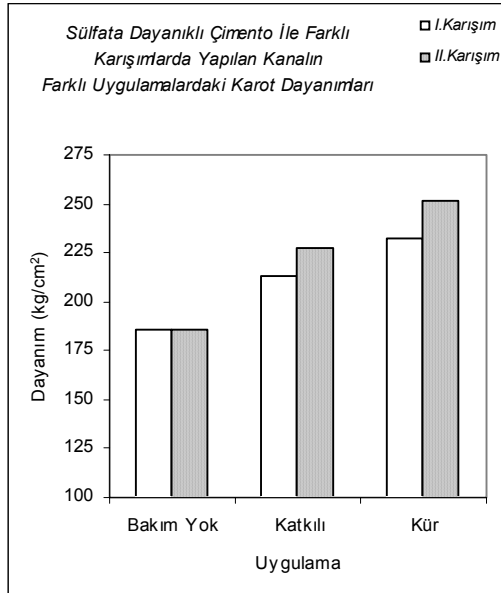
Şekil 3. Puzolanik Çimento Kullanılarak Farklı Karışım ve Farklı Olgunlaştırma Koşullarındaki Yapılan Kanaldan Alınan Karot Örneklerin Dayanımları.

bakım yapılmayan beton anolardan alınan karot örnekler verirken (164 kgf/cm^2), en yüksek dayanımı ise yine I. karışımda üretilen ve kürde olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekler (212 kgf/cm^2) vermiştir.

Şekil 4'de ise Sülfata Dayanıklı Çimento kullanılarak farklı karışım ve farklı olgunlaştırma koşullarında yapılan anolardan alınan karot örneklerin basınç dayanımlarına bakıldığında (Çizelge 5), her iki karışımda da bakım yapılmayan anoların karot dayanımları diğer olgunlaştırma koşullarına oranla daha düşük çıkmıştır.

II. karışımda üretilen, kür koşullarında olgunlaştırılan ve katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardan alınan örneklerin dayanımları I. karışıma oranla daha yüksek çıkmıştır.

En düşük basınç dayanım değerini I. ve II. karışımda bakım yapılmayan beton anolardan alınan karot örnekler verirken (185 kgf/cm^2), en yüksek dayanım değerini ise yine II. karışımda üretilen ve kürde olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekler (252 kgf/cm^2) vermiştir.



Şekil 4. Sülfata Dayanıklı Çimento Kullanılarak Farklı Karışım ve Farklı Olgunlaştırma Koşullarındaki Yapılan Kanaldan Alınan Karot Örneklerin Dayanımları.

Dört çeşit çimento ile üretilen

betonların farklı karışım koşullarındaki karot dayanım durumları incelendiğinde ise durum Şekil 5 ve Şekil 6'daki gibi olmuştur.

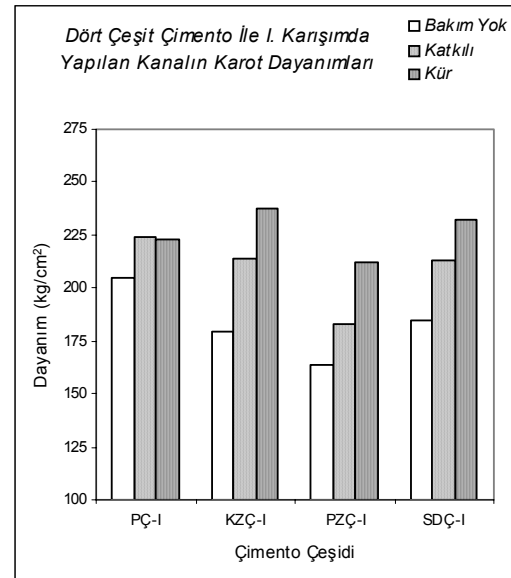
Şekil 5 incelendiğinde görüldüğü gibi, I. Karışımda hazırlanan anolardan alınan karot örneklerin dayanımlarına bakıldığında, dört çeşitte de bakım yapılmayan anoların karot dayanımlarının diğer olgunlaştırma koşullarındaki anolardan alınan karot dayanımlarına oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Dört çeşitte de dayanım sıralaması en düşüğe göre sırasıyla, bakım yapılmadan olgunlaştırılan, katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekler şeklinde olmuştur.

Üç farklı olgunlaştırma durumlarına göre genel olarak bakıldığında, Puzolanik Çimento en düşük dayanımı verirken, diğer üç çeşidin daha yüksek ama birbirlerine yakın dayanım gösterdiği belirlenmiştir.

Bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardaki en düşük karot dayanımını Puzolanik Çimento verirken (164 kgf/cm^2), en yüksek dayanımı ise Portland Çimento (205 kgf/cm^2) vermiştir.

Katkı kullanılarak olgunlaştırılan anolardaki en düşük karot dayanımını Puzolanik Çimento verirken (183 kgf/cm^2),



Şekil 5. Dört Çeşit Çimento Kullanılarak I. Karışımda Üretilen Kanaldan Alınan Karot Örneklerin Dayanımları.

en yüksek dayanımı ise Sülfata Dayanıklı Çimento (213 kgf/cm^2) ve Portland Çimento (224 kgf/cm^2) vermiştir.

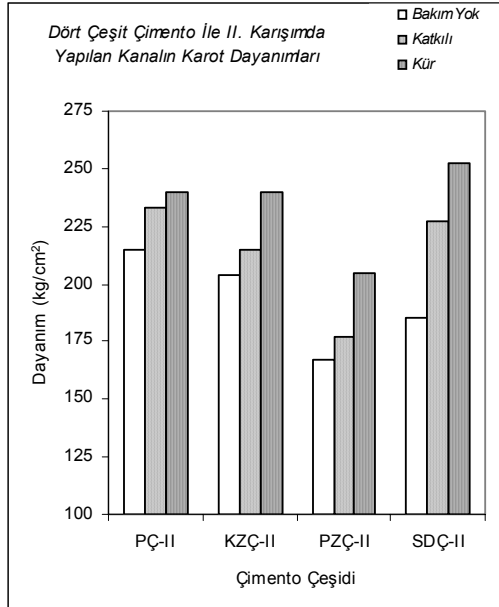
Kürde olgunlaştırılan anolardaki en düşük karot dayanımını yine Puzolanik Çimento verirken (212 kgf/cm^2), en yüksek dayanımı ise Kompoze Çimento (238 kgf/cm^2) vermiştir.

Şekil 6'da II. Karışımda hazırlanan anolardan alınan karot örneklerin dayanımlarına bakıldığında, dört çeşitte de bakım yapılmayan anoların karot dayanımlarının diğer olgunlaştırma koşullarındaki anolardan alınan karot dayanımlarına oranla daha düşük çıktığı gözlenmiştir.

Dört çeşitte de dayanım sıralaması en düşükten büyüğe göre sırasıyla, bakım yapılmadan olgunlaştırılan, katkı kullanılarak olgunlaştırılan ve kür uygulanarak olgunlaştırılan anolardan alınan karot örnekler şeklinde olmuştur.

Üç farklı olgunlaştırma durumlarına göre genel olarak bakıldığında, Puzolanik Çimento kullanılarak üretilen betonlardan alınan karot örneklerin dayanımları diğer çimento çeşitlerine oranla daha düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir.

Bakım yapılmadan olgunlaştırılan



Şekil 6. Dört Çeşit Çimento Kullanılarak II. Karışımda Üretilen Kanalın Farklı Olgunlaştırma Koşullarındaki Karot Dayanımları.

anolardaki en düşük karot dayanımını Puzolanik Çimento verirken (167 kgf/cm^2), en yüksek dayanımı ise Kompoze çimento (204 kgf/cm^2) ve Portland Çimento (215 kgf/cm^2) vermiştir.

Kürde olgunlaştırılan anolardaki en düşük karot dayanımını yine Puzolanik Çimento verirken (205 kgf/cm^2), bu değer Kompoze Çimento ve Portland Çimentoda (240 kgf/cm^2) ve en yüksek dayanımı veren Sülfata Dayanıklı Çimento da ise (252 kgf/cm^2) olmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada yapılan gözlemler sonucunda, iki farklı karışım ve üç farklı olgunlaştırma koşullarında yapılan kanal betonu anolarından alınan karot örneklerin basınç dayanımlarına bakıldığında, dört çimento çeşidinin her iki karışımında da bakım yapılmayan anoların karot dayanımları diğer olgunlaştırma koşullarına oranla daha düşük çıkmıştır.

Yine kullanılan çimento çeşitlerinin hepsinde II. karışımda yapılan anolardan alınan karot örneklerinin basınç dayanımlarının, üç farklı olgunlaştırma koşulunda da I. karışımda yapılan anolardan alınan karot örneklerin basınç dayanımlarına oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardan alınan karotların basınç dayanımları, Şimşek (1993) Şanlıurfa ana sulama kanalı beton kaplamasından aldığı karot dayanım değerlerinden (en yüksek basınç dayanımını 169 kg/cm^2 bulurken, en düşük basınç dayanımını ise 77.7 kg/cm^2 bulmuştur) daha yüksek çıkmıştır.

Gözlemler sonucunda elde edilen en düşük karot basınç dayanım değeri bile (Puzolanik Çimento kullanılarak I. karışımda üretilen ve bakım yapılmadan olgunlaştırılan anolardan elde edilen dayanım (164 kgf/cm^2)) DSİ Sulama İnşaatları Teknik Şartnamesi'nde belirtilen dayanım değerine (BS14) ulaşmıştır. Bununla birlikte, dört farklı çimento çeşidinin her iki karışımında da, kürde olgunlaştırılan anolardan alınan karot örneklerinin basınç dayanımları, DSİ Sulama İnşaatları Teknik Şartnamesi'nde

belirtilen dayanımdan (BS14) daha yüksek çıktığı gözlenmiştir.

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^3 olmalıdır. Bu çalışmada, diğer karışım oranları aynı olmakla birlikte 250 kg/m^3 çimento miktarı kullanılarak şartnamede öngörülen beton dayanımından daha büyük dayanım elde edilmiştir.

Dört farklı çimento çeşidi kullanılarak üretilen kanal kaplama betonlarının karılma işleminin betonyerle yapılmış olması, s/ç oranının TS 500 standardında ve DSİ Teknik Şartnamesinde belirtilen değerlerde tutulmuş olması ve betonun iyi sıkıştırılmış olması, kanal betonlarının basınç dayanımlarının yüksek çıkmasını sağlamıştır. Yine zeminde iyi bir sıkıştırma yapılması ve kanal kaplama kalınlığının tüm yüzeylerde eşit tutulması dayanımın artmasını sağlamıştır.

Bakım yapılmadan olgunlaştırılan kanal anolarının betonlarında boyuna çatlaklar oluşmuş ve bu anolarda sızma kayıpları fazla olmuş, alınan karot örneklerinin dayanımları da düşük çıkmıştır. Bu durum bize beton karışım oranı ve karma koşulu kadar betonun yerleştirilmesi ve bakımının önemli olduğunu göstermektedir.

Bütün bunların sonucunda, 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 betonu yeterli dozda ve kalınlıkta dökülmeli, kanal taban ve şevleri iyi sıkıştırılmalıdır.

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

3- Üretilen kaplama betonların yüksek dayanımlı ve geçirimsiz olması için, karıştırma, taşıma ve yerleştirme işlemleri ile bakımı (kürü) mutlaka standartlara uygun olarak yapılmalıdır.

4- Dayanımı yüksek olan betonun kompasitesi yüksek ve geçirimliliği düşük olur. Bu durum, kanal kaplama betonlarında

aranan en önemli özellik olduğundan, üretilen betonların kompasitesi de yüksek olmalıdır. Dört çimento çeşidinin dört farklı karışımında üretilen ve kürde olgunlaştırılan betonların BS 16 ve daha yüksek nitelikte olduğundan kullanılan dört çimento çeşidinin her karışımında sulama kanalı betonu üretilebilir.

5- Dört çeşidin her iki karışımında da katkı kullanılarak 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. Yine bakım yapılarak olgunlaştırılan bu kanal betonu anolarının basınç dayanım değerleri standartlarda ve şartnamelerde belirtilen değerlere ulaşmıştır. Bu nedenle, tüm aşamaları standartlara uygun olarak yapıldığında, dört çeşit çimentonun her iki karışımında da kanal betonu üretilebilir.

6- Çalışmada, bakım uygulanan kanal betonu anolarında rötre çatlakların oluşmaması için, beton günün serin saatlerinde dökülmüş ve yüzeylerde buharlaşmanın oluşmaması için günde üç kez olmak üzere 7 gün boyunca sulanmıştır. Bunun sonucu olarak ta üretilen betonlar geçirimsiz ve yüksek dayanımlı çıkmıştır. Önemli unsurlardan biri olan kanal betonlarının bakımında, şartnamelere uygun şekilde sulama işleminin yapılmasının ve beton yüzeylerinin ıslak telislerle örtülmesinin yanında farklı tekniklerde uygulanmalıdır. Kilometrelerce uzunlukta dökülen kanal betonlarında yanmaların ve rötre çatlakların oluşmaması için, betonda suyun buharlaşmasını önlemek için beton yüzeylerine buharlaşmayı önlemek için pülverize olarak kimyasal malzeme püskürtülebilir

Kaynaklar

- Alagöz, H., 1984. Kültürteknik (Sulama I). Ege Üniv. Zir, Fak. Yayınları, İzmir, yayın no: 480.
Asaes 289, 1982. Concrete Slipform Chanal and Ditch Linings. Agricultural Engineers Yearbook. Obtainable from ASAE, 420, Main Street, St. Joseph, Michigan, (49085), USA, S. 482-486.

- Bekişoğlu, Ş., 1993. Beton Kaplı Kanallarda Sızdırmazlık Önlemleri. Bayındırlık ve İskan Bak. DSİ Genel Müd. İşletme ve Bakım Daire Başk., Ankara, 50s.
- Büyüktaş, K., Alagöz, T., 2004. Farklı Çimento Çeşitleri ve Karışımlar Kullanılarak Kaplanan Sulama Kanalında Sızma Kayıplarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, Cilt. 17, Sayı.1, Antalya, S. 49-58.
- DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi, 1993. DSİ Teknoloji Daire Başk. Basım ve Foto Film İşletme Şube Müd. Ankara, 88 s.
- Gökdemir, A., 1997. Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi. Şafak Matbaacılık Ltd. Şt. Ankara, 109. s.
- Güner, S.M., Süme, V., 2001. Yapı Malzemesi ve Beton. Bakanlar Media Ltd. Şti., Erzurum, 335 s.
- Kraatz, D. B., 1977. Irrigation Chanal Lining. FAO of the United Nation, Rome.
- Kızılkaya, T., 1988. Sulama ve Drenaj. T.C. Bayındır 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.
- Odabaşı, Y., 1997. Betonarme İnşaat Elamanları. Beta Basım Dağıtım AŞ. İstanbul, 274 s.
- Özdemir, Ö., (1991). Kürün Beton Dayanıklılığı Üzerindeki Etkisi. DSİ Tek. Bül., DSİ Genel Müd. Basımevi, Ankara. Sayı. 73, S. 27-35.
- Şimşek, O., (1993). GAP Projesinde Şanlıurfa-Harran Sulamasındaki Su Dağıtım Sistemlerinde Beton Kaplama Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Kod no.217, Adana.
- Tosun, H., 1989. Beton Üzerinde Don Etkisi ve Dona Dayanıklı Beton Yapılar. Beton Semineri, Eylül-1989, DSİ.Genel Müd. Karataş, Adana,S. 131-149.
- TS 802, 1985. Beton Karışım Hesap Esasları. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey caddesi No:112, Bakanlıklar, Ankara
- TS 1247, 1985. Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında). Türk Std.. Enst. Necatibey cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- TS 3068, 1978. Laboratuvarında Beton Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Bakımı. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey caddesi No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- TS 10465, 1992. Beton Deney Metodları Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betonda Numune Alınması ve Basınç Mukavemetinin Tayini. Türk Standartları Enst., Necatibey cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- TS EN 12504-1, 2002. Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey caddesi No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- Uğurlu, A., (1992). Sulama Kanalları İnşasında Görülen Aksaklıklar ve Bu Aksaklıklar Sonucu Ortaya Çıkan Hasarlar. DSİ Teknik Bülteni, DSİ Genel Müd. Basımevi, Ankara. Sayı. 77, S. 3-25.