

TARLA İÇİ SULAMA KANALLARININ KAPLANMASINDA BAZI TOPRAK STABİLİZAN MADDELERİN KULLANILMA OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Feridun HAKGÖREN/1

ÖZET

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde toprakların kimyasal ve mekanik stabilizasyonu ile elde edilen karışımların yeni bir yapı malzemesi olarak kullanılması çalışmalarına oldukça önem verilmektedir. Bu araştırma topraklara katılan bazı stabilizan maddelerinin toprakların fiziksel, kimyasal ve su geçirme özelliklerine etkisi ile bu maddelerden elde edilen karışımların sızma kayıplarını azaltmak için tarla içi sulama kanallarında ekonomik kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliğini saptamak amacıyla yapılmıştır.

GİRİŞ

Sulanan alanlardan daha yüksek verim alabilmek için sulamanın gerekli olduğu bilindiğine göre, kaynaktan alınan suyun tarla başına ulaşmaya kadar en az kayıpla taşınması gerekmektedir. Bu kayıpların azaltılması sulama suyunun doğal yollarla sağlanmasının güç olduğu kurak bölgelerde önemli olmaktadır. (Israelsen ve Hansen, 1962; Welker, 1965). Özellikle sulama suyunun geçirgen topraklardan taşınması anında kanal şev ve tabanlarından sızan sular çevre arazilerde önemli sorunlar yaratmaktadır. Bir-

çok sulama sisteminde aşırı sulama ve kanal sızmaları sonucunda yükselen taban suyunu etkisiyle proje alanı toprakları çoraklaşmış ve kullanılmaz hale gelmiştir (Driessen 1970; Skogerboe ve Walker, 1975).

Çalışmalar, kaynaktan saptırılan suyun 1/3 'ünün taşıma sırasında, 1/3' ününde suyun araziye verilmesi sırasında kaybolduğunu ve ancak geri kalan 1/3'ün bitki kök bölgesinde depolanabildiğini göstermiştir (Lauritzen, 1965).

1/ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Doçenti

Sulama amacıyla inşa edilen projelerde yatırım masraflarının önemli bir bölümünü kanal kaplamalarına yapılan yatırımların meydana getirdiği bir gerçektir. Özellikle geçirimli topraklarda inşa edilecek projelerde pahalı bir yapı malzemesi olan beton kaplama yerine iklim koşullarına uygun ve çevreden kolayca sağlanabilen daha ekonomik bir kaplama malzemesinin saptanmasına gereksinme duyulmaktadır.

Kaplanmamış kanallarda suyun taşınması sırasındaki ortalama kayıplar A.B.D. de % 42 (Lauritser ve Terrel 1967), Batı Pakistan'da % 35-40 (Welker, 1965), Hindistan'da % 10-50 (Sain, 1957) ve Sovyetler Birliği'nde % 20-35'dir. (Sharov, 1958). Ülkemizde ise bu kayıplar Çumra Ovasında % 40, Menemen'de % 30 (Doneen, 1963), Alpu Ovasında % 11-30 (Balaban, 1970) ve Pasinler Ovasında ise % 32 (Hakgören, 1972)'ye kadar çıkabilmektedir. Bu ise toprak kanallarda meydana gelen sızma kayıplarının ne kadar önemli değerlerde olduğunu ve bunların meydana getireceği sorunların büyüklüğünü kendiliğinden ortaya koymaktadır.

Kanal sev ve tabanları ile gölet tabanlarında meydana gelen su kayıplarını sızma, buharlaşma, transpirasyon ve şebekelerde bulunan sınaî yapılarda meydana gelen sızıntılar oluşturur (Lauritzen ve arkadaşları, 1952; Robinson ve Rohwer, 1955).

Kanallarda sızma kayıpları taşıma kayıplarının en büyük kısmını meydana getirir. Genellikle sızma, toprak içerisindeki suyun kaybolması veya doygun topraktan suyun çıkarak uzaklaşması olarak tanımlanabilir (Boyacı, 1958).

Dinamik bir olay olan sızmaya birçok faktörler etki etmektedir. Bunlar, kanal malzemesinin geçirgenliği, kanalın su taşıma zamanı, taban suyu yüksekliği, kanaldaki su derinliği, kanaldan akan suyun taşınmış olduğu sediment miktarı, toprağın ve suyun sıcaklığı, kılcak hareket ve yerçekimi kuvveti, kanal ıslak kesitinin büyüklüğü ve biyolojik etkenlerdir (Sain, 1957; USBR, 1963 ve Kraatz, 1971).

Kanallardan meydana gelen sızma kayıplarının ölçümü genel olarak amprik formüller., teorik yaklaşım ve deneysel ölçüm yöntemleri olmak üzere üç şekilde yapılmaktadır (Krishnamurthy ve Rao, 1969; Bouwer ve Rice, 1969).

Sızmayla kanallardan meydana gelen su kaybını ölçmek için kullanılan yöntemler a) kanala giren-çıkan akımın ölçülmesiyle, b) amprik formüller, c) havuzlama (göllendirme), d) sızıntı ölçer (seepage meter), e) özel yöntemler olmak üzere başlıca beş gruba ayrılabilir (Lauritzen ve arkadaşları, 1952; USBR, 1963; Bouwer ve Rice, 1969 ve Kraatz, 1971).

Dirmeyer ve Skinner (1965) bütün bu yöntemlerle yapılan sızma kayıpları ölçümlerinde yöntemin \pm % 2'lik bir doğruluk vermesi gerektiğini fakat birçok yöntemler \pm % 5-10'luk doğruluk verdiklerini belirtmektedirler.

Sulama şebekelerindeki kanal ve tarla arklarında sızma ile meydana gelen kayıplar çeşitli şekillerde belirtilmekte olup, bunlardan en fazla uygulananları ise kanal ıslak çevresinin birim alanından 24 saatte kaybolan su hacmi ($m^3/m/24$ saat) kanalın birim uzunluğundan 24 saat içinde kaybolan su hacmi ($m^3/m/24$ saat)

ve kanalın belli uzunluğunda kanala giren debinin yüzdesi olarak kaybolan suyun miktarının (% km) bulunmasıdır (Kraatz, 1971).

Kanal ve rezervuarlardan meydana gelen sızma kayıplarına ve bunların yarattığı sorunlara karşı en iyi çözüm şekli zeminlerin geçirimsiz bir maddeyle kaplanmasıdır (USBR, 1955; Bandini, 1966; Riesbol ve arkadaşları, 1967).

Bu amaçla Krochin (1960); USBR (1963); Wilson (1965) ve Rogers (1969) gibi birçok araştırmacı dayanıklı, geçirimsiz, pürüzsüz bir yüzeye sahip, yapıcı sağlam, yabancı ot köklerinin zararlı etkilerine dayanıklı ve ekonomik olan kaplama malzemesi üzerinde çeşitli araştırmalar yapmışlardır.

Toprak bünyesine karıştırılan çimento, kireç, bitüm emülsiyonu, asfalt ve kullanılmış motor yağı gibi stabilizan maddelerin toprak malzemenin permeabilitesini düşürücü, fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirici etkisi Herrin (1958); Krochin (1960) ve PCA (1970) gibi bazı araştırmacılar tarafından açıklanmıştır.

Toprak-çimento karışımı yirmi yıl aşkın bir zamandan beri çiftlik göletlerinde ve sulama şebekelerindeki kanallarda düşük maliyetli kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Toprak-çimento karışımı beton gibi sağlam, geçirimsiz ve erozyona karşı dayanıklı olup, benzer hidrolik özellikler göstermektedir (Rogers, 1969). Bu tip karışımların dayanıklılığı ve su geçirimsizliği kullanılan toprağın tipine bağlıdır (Kraatz 1971). Karışımdaki çimentoyla iyi bir stabilize sağlayabilmesi için için toprağın % 100'nün 76 mm'lik elekten, % 55'nin veya daha fazlasının

4,76 mm (4 nolu) elekten, % 30-35'nin 0,074 mm (200 nolu) elekten geçmesi gerekir. Aynı şekilde likit limiti % 50'den ve plastik indeksi ise % 18'den büyük olmamalıdır (Ilgenes ve Metcalf, 1973).

Bu konuda Johnson (1961) yaptığı araştırmada % 10-20 kil bulunduran kumlu topraklara % 13 çimento katarak iyi özellikte bir kanal kaplama malzemesi elde etmiştir. Rogers (1969) rezervuar kaplama malzemesiyle ilgili yaptığı bir araştırmada siltli kumlu topraklara; taban kaplaması için % 7, şevlerden ise % 12 çimento kullanmış ve iyi sonuçlar almıştır.

PCA tarafından (1971) farklı toprak gruplarına göre verilen yüzde çimento miktarları uygulamalı çalışmalar için geçerlidir. Karışım içindeki ekonomik çimento yüzdesinin saptanması için laboratuvarında farklı toprak çimento karışım örnekleriyle donma-çözülme, ıslatma-kurutma ve serbest basınç dayanımları gibi ayrıntılı deneyler yapmak gerekmektedir.

Asfalt ve bitüm emülsiyonlu kaplamalar su geçirmez özellikleri nedeniyle çeşitli araştırmacılar tarafından topraklara stabilizan madde olarak karıştırılarak sızma kayıplarının kontrol edilmesinde ekonomik kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır (Herrin, 1958; Lauritzen, 1972). Bu tip malzemelerin toprak ile stabilizasyonunda, karıştırılan bitümlü maddelerin katkı oranının toprağın kil ve silt miktarıyla ilgili olduğu bilinmektedir. Bu konuda önerilen katkı oranı 200 nolu elekten geçen kısımların % 15'i veya daha fazlasıdır (Long ve Neubauer, 1946).

Topraklarda stabilizan olarak kullanılan maddelerden biri de kireçtir. Toprağın sönmüş kireçle stabilizasyonunda aynen çimento ile stabilizasyonundaki test ve inşaa ölçütleri uygulanabilmektedir (İlğnes ve Metcalf 1973). Leonard (1952), toprak stabilizasyo-

nunda kullanılan sönmüş kirecin farklı bünyedeki toprak çeşidine göre değişen miktarlarda kullanılmasını ve kirecin ağırlık olarak karışım oranlarının az plastik topraklar için % 2-5, fazla plastik topraklar için % 5-10 arasında olmasını önermektedir.

MATERYAL VE UYGULANAN YÖNTEMLER

1. Materyal

Kaplama malzemesinde ana materyal olarak kullanılan topraklar; önce laboratuvar denemelerine yetecek miktarlarda (15 kg) sonra, bu denemeler sonucuna göre karışımlarda kullanılmak üzere seçilen toprak gruplarından (900-1000 kg) benzer özellikteki toprakları temsil edecek şekilde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliğinin tekstürleri farklı 17 yerden alınmıştır.

Kaplama malzemesi olarak kullanılan karışımlardan toprak-çimento ve beton karışımlarda portland çimento, toprak-kireç karışımlarında sönmüş kireç tozu, bitüm-asfalt karışımlarında emil-kote tip-1 bitüm emülsiyonu ile 75/100 penetrasyon değerli asfalt ve SAE-20-50 yanmış motor yağı stabilizan madde olarak kullanılmıştır.

Hazırlanan bu karışımların laboratuvarında yapımında şehir içme ve kullanma suyu kullanılmış, arazide tesis edilen kanalı modellerindeki sızma kayıplarının saptanmasında ise modelle-re yakın olması nedeniyle 9532 nolu yeraltı sulama kuyusunun T₁A₁ sınıfındaki suyundan yararlanılmıştır.

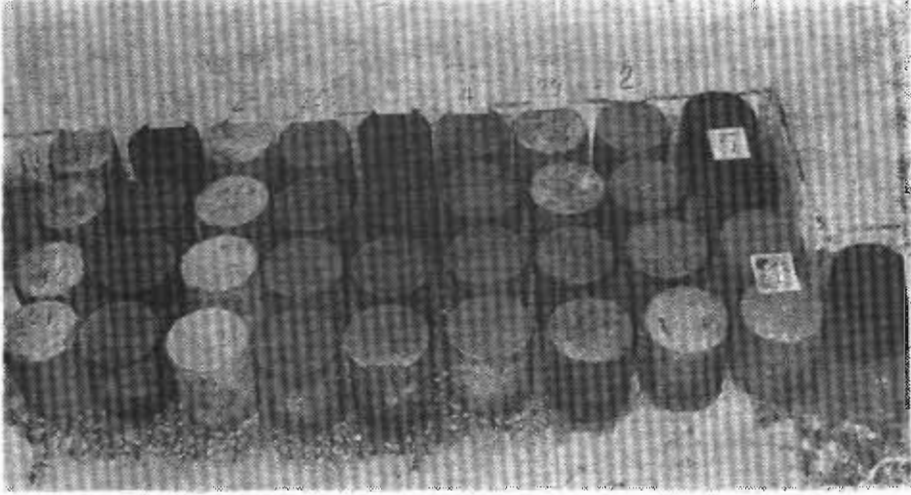
2. Uygulanan Yöntemler

Araştırmada kullanılmak üzere laboratuvara getirilen toprak örnekleri

içerisinden farklı fiziksel bünyedeki toprak çeşitlerini seçmek ve toprakların tane büyüklük dağılımını saptamak amacıyla yapılan elek analizlerinde "Kombine Mekanik Analiz Yöntemi" uygulanmıştır. Yine bu örneklerin fiziksel analizleri için de Atterberg Limitleri, yoğunluk su ilişkileri, özgül ağırlık gibi özellikleri ile organik madde, serbest karbon, katyon değişim kapasitesi, sülfat ve pH durumları da analizlerle saptanmıştır.

Uygun kaplama malzemesinin seçimi için karışımlar hazırlanırken örnek topraklardan denemelerde kullanılmak amacıyla yapılan ön seçimde toprakların özellikle Atterberg limitlerinin ve bünyelerindeki kum oranının farklı değerlere sahip olmasına dikkat edilmiş PCA (1971); İlğnes ve Metcalf (1973)'ın önerdikleri esaslara uyularak farklı stabilizan katkı oranlı 24 örnek denemelere hazırlanmıştır. Bunlardan 1,2 ve 4 nolu toprakların plastik toprak-çimento, 5 ve 6 nolu toprakların ise sıkıştırılmış toprak-çimento karışımları için ön denemelere alınması uygun bulunmuştur. Gerekli su miktarı ise sıkıştırılmış toprak-çimento karışımları için o toprağa ilişkin optimum nem miktarlarına göre, plastik toprak-çimento karışımları içinde plastik limit değerlerinden elde edilmiştir. Toprak-çimento-kireç karı-

şımları için gerekli su miktarı ise stabilizansız toprağı plastik limite getirebilecek su miktarıyla toprağı katılan stabilizan madde miktarının toplamına yakın veya eşit bir değerde alınmıştır.



Şekil 1. Farklı stabilizan katkı oranlı örneklerin laboratuvarında kalıplanarak kurutulması

Karışımların donma-çözölmeye karşı drenajı bir haftalık kuruma devresi sonundaki örnekler üzerinde yapılmıştır. Bir sac tabla üzerine yerleştirilen 2 cm kalınlığındaki su ile satüre edilmiş kenevir telis yastıklar üzerine birbirlerine değmeyecek şekilde satüre edilmiş örnekler sıralanmış ve 12 devre sırayla -21°C 'deki soğutucuda ve $+21^{\circ}\text{C}$ 'deki laboratuvarında ASTM (1957) ve PCA (1971)'deki önerilere göre yapılmıştır.

Islatma-kurutma denemeleri ise bir haftalık kuruma devresi sonunda örnekler 5 saat oda sıcaklığındaki su banyosunda tutulmuş, bu süre sonunda suda çıkartılan örnekler 42 saat $+71^{\circ}\text{C}$ 'deki fırında bekletilmiştir. Bu işlem de 12 devre yapılmıştır. Ayrıca karışımların 2, 7 ve 28 günlük kurutma sü-

Donma-çözölmeye, ıslatma-kurutma ve serbest dayanım deneylerinin yapılacağı örneklerin kalıplanması bu konuda kolaylık sağlaması nedeniyle 4 inc (102 mm) olan Proctor kalıplarından yararlanılarak yapılmıştır (şekil-1).

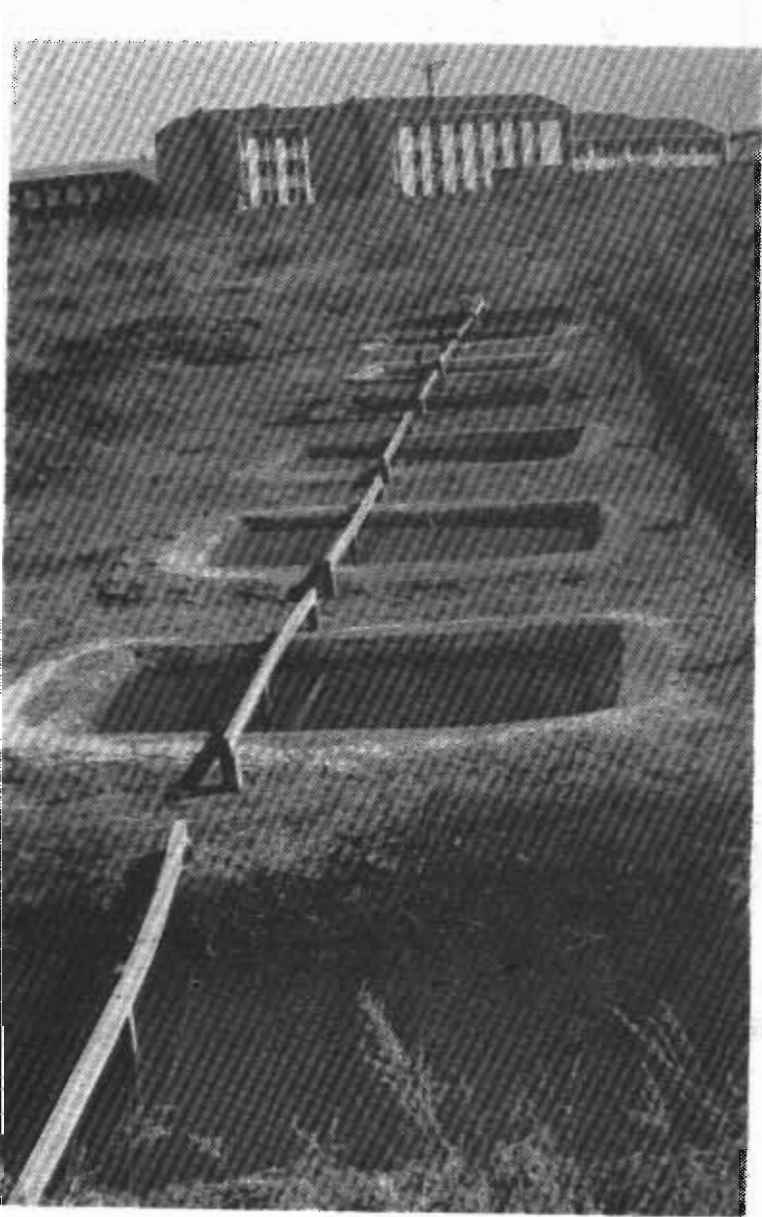
relerden sonra serbest basınç dayanımları da hidrolik presle yapılmıştır. (ASTM, 1963).

Laboratuvar deneyleri sonucunda kaplama malzemesi olarak seçilen malzemelere ilişkin sızma kayıplarını saptamada Şekil. 2'de deneme düzeni gösterilen trapez (yumuk) kesitli 1: 1,5 şevli yapılmış havuz modelleri kullanılmıştır. Modellerde belli zaman içinde su seviyesindeki düşüş sabitleşinceye kadar kancalı eşel yardımı ile ölçmeye devam edilmiş ve Skogerboe ve Walker (1975)'deki eşitlik yardımı ile her kaplama malzemesinde meydana gelen buharlaşma kayıpları hesaplanmıştır.

Sızma denemeleri sırasında meydana gelen buharlaşma kayıpları 50 cm

çapında ve 25 cm derinliğindeki Hol-
landa tipi "Sunken" buharlaşma tankı

ile ölçülmüştür (Doorenbas ve Pwitt,
1975).



Şekil. 2 Sızma kayıplarının saptanmasında kullanılan kanal modellerinin deneme düzeni

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Kanal ve küçük su depolama tesislerinin tabanlarından meydana gelen sızma kayıplarının azaltılması amacıyla gerekli kaplama malzemesine ilişkin birçok çalışmalar ve ilerlemeler yapılmış olmasına karşın, ekonomik kaplama malzemesinin saptanması konusunda birtakim boşluklar olup, bunların araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle son yıllarda toprağa çeşitli katkı maddelerinin katılmasıyla stabiliteilerinin artırılacağı ve yeni bir yapı malzemesi olarak kullanılabilceği fikri yaygınlık kazanmıştır.

Bu çalışma, yukardaki görüşlerin ışığı altında planlanacak sulama projelerinde sızma kayıplarını ve bunların doğuracağı sorunları önlemek için çevreden kolayca sağlanabilecek bölge koşullarına uygun ekonomik kaplama malzemesinin araştırılmasına çalışılmıştır. Bu amaçla, 17 toprak örneği içinden seçilen tekstürleri ve kıvam limitleri farklı 6 toprak tipi denemelere ana meteryal olarak alınmıştır. toprakların stabilizasyonunda ise çimento, kireç, bitüm emülsiyonu, asfalt ve kullanılmış motor yağı katkı maddesi olarak topraklara farklı oranlarda karıştırılarak her birinden beşer örnek yapılmıştır. Farklı oranlarada topraklara karıştırılan bu maddelerden elde edilen karışımların laboratuvarında basınca, suya ve donmaya karşı dayanımları ile bu karışımların kanal kaplama malzemesi olarak sızma kayıpları arazide kanal modellerinde araştırılmış, bunlara ilişkin olarak elde edilen verilerle aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

— Elek analizleri sonuçlarına göre araştırmada kullanılan toprakların he-

men hemen hepsinin yaygın granül metrili olduğu sağtanmıştır.

— Toprakların mühendislik yönünden sınıflandırılmasında gerekli bir ölçüt olan kıvam limitleri topraklardaki kil ve silt miktarlarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Bunlardan likit limit değerleri % 24,70 ile % 31,30, plastik indeks değerleri ise % 4 ila % 15 arasında değişmektedir. Bu değerler araştırmada kullanılan farklı tekstürdeki toprakların akıcılık sınırlarındaki su miktarları hakkında bilgi vermektedir.

— Denemede ana meteryal olarak kullanılan toprakların A.A.S.H.O'ya göre yapılan mühendislik sınıflandırması sonucunda, 1 nolu toprak A-1-a (0), 2 nolu toprak A-2-4 (0), 3 nolu toprak A-6 (2), 4 nolu toprak A-2-6 (0), 5 nolu toprak A-6 (6) ve 6 nolu toprak ise A-4(1) sınıfında olduğu saptanmıştır.

— Hazırlanan karışımlar donma-çözülme, ıslatma-kurutma ve serbest basınç dayanımları için laboratuvarında denemelere alınmış ve bu deneyler sonucunda arazide kanal modellerinde kaplama malzemesi olarak uygulanacak karışım saptanmaya çalışılmıştır. 12 devrelik donma-çözülme deney sonuçlarına göre karışım içindeki çimento miktarına ve topraktaki kil fraksiyonuna bağlı olarak en az kayıp 2 nolu plastik toprak-çimento karışımı örnekte (% 3) en fazla kayıp ise 17 nolu toprak-çimento-kireç karışımı örnekte (%29) meydana gelmiştir.

Donma-çözülme denemelerine paralel olarak yürütülen yine 12 devrelik ıslatma-kurutma deney sonuçlarında en

az kayıp % 11 çimento katkılı 2 nolu toprak-çimento karışımında % 6 olarak, en fazla kayıp ise % 8 bitüm katılı 8 nolu toprak-bitüm karışımında % 51 olarak bulunmuştur.

% 19'u 200 nolu elekten geçen ve plastik indeksi 6 olan 2 nolu toprağa % 11 çimento ve likit limit sınırlarına yakın su katılmasıyla arazide sızma kayıplarını beton kaplamaya yakın olarak azaltan plastik toprak-çimento kaplama şekli laboratuvar koşullarında donma-çözülme ve ıslanma-kurumaya karşı oldukça iyi özellikler göstermiştir. Ancak tesis edilmesinden sonra arazide atmosferik koşulların etkisi altında donmaya karşı olumsuz bir etki göstermiş olması bu tip kaplamanın araştırma alanındaki sert iklim koşullarında uygulanamayacağı sonucuna varılmıştır. Bununla beraber araştırma bölgesi dışında daha mutedil iklim koşullarında toprak-çimento karışımlarının bu amaçla kullanılabilirliğini saptamak için benzer araştırmaların yapılması oldukça yararlı olabilecektir.

— Örneklerle ilişkin 7 ve 28 günlük serbest basınç dayanımları arasında dayanıklılık artış oranları ise % 2,5-80,7 arasında değişmektedir. Örneklerdeki serbest basınç dayanımları arasındaki farklılığa karışım içindeki stabilizan madde ve su oranının etki ettiği sonucuna varılmıştır. Bunlardan 1,2,19,21,23 ve 25 nolu örneklerin elde edildiği çimento oranlarının ekonomik olduğu söylenebilir (Çetvel. 1)

Laboratuvar denemeleri sonucunda kaplama malzemesi olarak saptanan karışımlar arazide kanal modelleri içine yerleştirilerek her bir karışım için sızma kayıpları saptanmıştır (Çetvel. 2).

Buna göre modellerin ıslak çevresinden olan sızma kayıpları karışım içindeki toprak ve katkı maddesinin oranlarına bağlı olarak $3,17 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{gün}$ ile $2,70 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{gün}$ arasında değişmekte olduğu görülmüştür. Kaplama malzemeleri içinde su tasarrufu bakımından en elverişli olan 11 nolu beton kaplama (% 99) bundan sonra sırayla 1 ve 2 nolu plastik toprak-çimento kaplamalar (% 97) ve 25 nolu sıkıştırılmış toprak-çimento kaplama (% 96) gelmektedir.

— Bünyesinde % 75,4 kum bulunduran 1 nolu toprakla % 10 likit asfalt karıştırılarak elde edilen toprak asfalt karışımı dona ve ıslanma -kurumaya karşı gerek laboratuvar gerek arazi koşullarında iyi özellikler göstermiştir. Betonun maliyetinin arttığı ve toprak stabilizasyonu ile kanal kaplaması düşünüldüğünde bu tip kaplamanın uygulanması ekonomik olacaktır.

— Sıkıştırılmış toprak-çimento karışımları kolay ufalanabilir ve % 40'tan az silt içeren topraklarla kolayca hazırlanabilmektedir. Bu karışıma % 12 çimento ve optimum nemde su katılarak küçük su depolama sistemleri için ekonomik kaplama malzemesinin elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

— Sulama suyunu pahalı olmadığı bölgelerde % 6 su tasarrufu sağlayan kullanılmış motor yağı kaplama şekli çiftci olanaklarıyla kolayca elde edilebilir. Ancak bu tip kaplamanın yapılması düşünüldüğünde sızma kayıplarının taban suyunu etkisi kontrol edilmelidir.

— Çeşitli kaplamalara ilişkin yapılan ekonomik analiz sonuçlarında fayda-masraf oranı beton kaplamada en yüksek (3,18), toprak-bitüm kapla-

Cetvel 1 Araştırmada kullanılan farklı stabilizan madde katkı oranlı karışımların özgül ağırlık, basınç dayanımı ve basınç dayanım artış oranları

Örnek No.	Özgül ağırlık gr/cm ³	Serbest basınç dayanımı (kg/cm ²)			Dayanıklılık artışı (7-28) kg/cm ²	Dayanıklılık artışı oranı %
		2 ^x	7	28		
1	2.18	9.8	15.9	22.5	6.6	41.5
2	2.19	22.9	37.7	49.0	11.3	30.0
3	2.06	14.8	15.0	22.1	7.1	47.3
4	2.08	14.1	22.2	24.3	2.1	9.5
5	1.90	13.1	20.3	20.8	0.5	2.5
6	1.82	—	6.7	7.3	0.6	8.9
7	1.74	3.4	13.6	15.8	5.2	16.1
8	1.78	—	12.4	13.5	1.1	8.8
9	1.75	—	6.2	6.6	0.4	6.5
10	1.69	5.4	7.8	9.3	1.5	19.2
16	1.55	4.8	5.9	6.3	0.4	6.8
17	1.62	6.1	7.8	11.7	3.9	50.0
18	2.21	13.1	17.3	27.1	9.8	56.7
19	2.20	9.8	22.4	35.4	13.0	58.0
20	2.13	11.9	15.7	17.4	1.7	10.8
21	2.03	10.9	21.1	33.9	12.8	60.6
22	2.12	12.0	18.7	26.7	8.0	42.8
23	2.13	12.2	37.9	58.5	20.6	80.7
24	2.11	13.5	21.4	23.2	1.8	8.4
25	2.06	13.7	21.7	29.5	7.8	35.9
26	1.92	11.1	13.9	16.3	2.4	17.3
27	1.98	12.4	21.9	36.8	14.9	68.0
28	1.80	6.5	9.2	10.6	1.4	15.2
29	1.78	6.8	11.1	13.7	2.6	23.4

x Kür müddeti (gün)

mada ise en düşük (0,13) bulunmuştur. Beton kaplamadan sonra ise en ekonomik kaplama malzemesi olarak sıkıştırılmış toprak-çimento karışımlarının olduğu görülmüştür.

— Sıkıştırılmış toprak-çimento ve toprak-asfalt gibi karışımlarla arazide, laboratuvarda elde edilen sonuçlara paralel sonuçlar elde edebilmek için bu tip karışımların kaplama malzemesi

olarak uygulanmasında kolaylık sağlayacak alet ve ekipman için bir dizi araştırmanın da yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

— Bu tip araştırmalarda kaplama malzemesi olacak karışımlara karar verirken yalnız laboratuvar deneyleri ile yetinilmemeli, aynı karışımların o bölge için atmosferik koşullara uygunluğunda araştırılmalıdır.

Cetvel 2 Farklı kaplama malzemeleriyle yapılan kanal modellerinde sızma kayıpları

Kaplama No.	Kaplama Cinsi	Geçen zaman (saat)	Su Yüzü uzunluğu L(m)	Ortalama su derinliği d(m)	Ortalama su yüzü genişliği W(m)	Ortalama ıslak çevre P(m)	Ortalama su seviyesindeki düşüş $\Delta d(m/gün)$	Ortalama buharlaşma Du(m/gün)	Sızma kayıpları $(m^3/m^2/g)$
1	Plastik top- rak-çimento	263,2	1,40	0,25	0,91	1,14	0,016	0,0042	$8,01 \times 10^{-3}$
2	Plastik top- rak + Çimento	225,5	1,40	0,25	0,95	1,14	0,014	0,0042	$6,89 \times 10^{-3}$
7	Toprak-bitüm Emülsiyonu	193,9	1,40	0,25	0,92	1,14	0,383	0,0042	$2,59 \times 10^{-1}$
10	Asfalt-top- rak	420,2	1,40	0,25	0,91	1,14	0,110	0,0042	$7,16 \times 10^{-2}$
11	Beton	498,7	1,41	0,25	0,96	1,14	0,008	0,0042	$2,70 \times 10^{-3}$
12	Kullanılmış yağ-toprak	176,2	1,43	0,25	1,05	1,14	0,162	0,0042	$1,21 \times 10^{-1}$
25	Sıkıştırılmış toprak-çimento	523,8	1,42	0,25	0,92	1,14	0,019	0,0042	$1,01 \times 10^{-2}$
29	Taprak-çimen- to-kireç	191,9	1,40	0,25	0,88	1,14	0,062	0,0042	$3,80 \times 10^{-2}$
Tanık	Toprak	65,9	1,44	0,25	1,00	1,14	0,434	0,0042	$3,17 \times 10^{-1}$

A RESEARCH ON THE UTILIZATION OF SOME SOIL STABILIZERS FOR LINING THE FARM IRRIGATION DITCHES

Conservation of the irrigation water is one of the important problems in agriculturally developing countries. Lining the irrigation canals, decreases seepage losses and increases conveyance efficiency; hence it advances economical use of irrigation water.

Taking into the consideration above mentioned ideas this study is conducted to determine an economical lining material which is suitable to regional conditions and easily obtainable from the vicinity to prevent seepage losses in the irrigation projects. For this purpose 6 soils having different texture and Atterberg limits as a base material among the 17 soil samples taken from the different parts of the Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Experiment Farm. Varying methods were employed to determine mechanical, physical and chemical properties of these six soils. Cement, lime, bituminous (emilkote) emulsion asphalt and used engine oil were used as soil additives to stabilize the soil. These additives were mixed in different ratios and five samples were taken for each mixture.

Soil mixtures prepared with different additives mentioned above are tested for compression and durability and freezing-thawing in the laboratory. Additionally these materials are tested in the field using model canals for seepage losses. Following conclusion is drawn by using the data obtained from the tests mentioned above.

— Most of the soils used in this study have common gradation according to sieve analysis.

— Atterberg Limits for the soils tested which are used as criteria in engineering soil classification differ according to amount of clay and silt present in the soil. Liquid limit values are between 24,7 % and 31,3 % plastic index values are between 4 % and 15 %. These figures give information about the water content of the soils at their liquid limits.

— The soil used as a material in this study classified according to A. A. S. H. O classification system. Soil number 1 is A-1-a (0), number 2 is A-2-4 (0), number 3 is A-6(2), number 4 is A-2-6(0), number 5 is A-6(6) and number 6 is A-4 (1).

— The prepared mixtures tested for freezing thawing, wetting-drying in the laboratory. The material is going to be used as a lining material for the canals in the field is determined according to the results obtained from the tests mentioned above. Freezing-thawing tests were in twelve periods. The minimum loss in freezing-thawing test were observed at number 2 plastic cement mixture (3 %) and maximum loss at number 17 soil-cement-lime mixture (29 %).

The minimum loss in wetting-drying tests were observed at number 2 soil-cement mixture and maximum loss at number 8 soil-bituminous mixture (51 %).

Plastic soil-cement mixture which is prepared with the soil number 2 (having plastic index 6 and 19 % passes under sieve number 200 by

adding enough water to bring it to liquid limit and 11 % cement gave low seepage losses as well as concrete lining in the field showed good properties against freezing-thawing and wetting-drying in the laboratory. But when this mixture is used as canal lining in the field displayed a low durability against freezing-thawing therefore it is determined that this mixture could not be used as canal lining in this regions because of severe climatic conditions. It could be said that this mixture may be used as a canal lining in those regions having mild climatic conditions and require more study on it.

— Those mixture which are selected as a canal lining material after laboratory tests are used to line the model canals in the field to check the seepage losses. Seepage losses occurred from the wetted perimeter of the canals differ from $3,17 \times 10^{-1} \text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ to $2,70 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ depending on amount of additive material used in the mixture. The best lining material for conserving the water is concrete having sample 11 (99 %). Linings made with plastic soil-cement mixtures (sample number 1 and 2) is second mixtures (sample number 1 and 2) is second (97 %) and lining made with

compressed soil-cement mixtures (sample number 25) is third (96 %).

— The mixture prepared with the soil number 1 (containing 75.4 % sand) and liquid asphalt displayed a good durability against freezing-thawing and wetting-drying in the laboratory and in the field. Where the cost of the concrete is high this mixture could be used as lining.

— Compressed soil-cement mixtures could be prepared with easily breakable soils containing less than 40 % silt. Adding 12 % cement and water at the optimum moisture content will make an economical lining material for small water storage facilities.

— Some more studies are necessary to determine the tools and equipment for easily utilization of compressed soil-cement and soil-asphalt mixtures as canal lining in the field in order to obtain the same results in the field as obtained in the laboratory for these type of mixtures.

— When it is going to be determined which lining materials to use, the laboratory tests results should be taken sufficient enough and more tests should be undertaken in the field to find out the suitability of the mixtures to the climatic conditions of the region.

LITERATÜR LİSTESİ

American Society for Testing Material,
1957 "Freezing and Thawing Tests of
Compacted Soil Cement Mix-
tures" ASTM Designation:
D 560-57

American Society for Testing Material,
1963 "Compressive Strength
of Molded Soil-cement Cylinders"
ASTM Designation: D
1633-63

- Balaban, A., 1979 "Sulama Şebekelerinin de Kanal ve Tarla Arkları Sızma Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma" A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 445 A.Ü. Basımevi, Ankara
- Bandini, A., 1966 "Economic Problem of Irrigation Canals" journal of Irrigation and Drainage Division, Proceeding of the ASCE IR4, s. 35-57, N 5034
- Bouwer, H., ve Rice, R.C., 1969 "Review of Methods for Measuring and Predicting Seepage" Seepage Symposium, Phoenix, Arizona, 1968, USDA, ARS, 41-147
- Boyacı, R., 1948 "Kanal Sızmaları ve Araştırma Metodu" Ziraat Vekâleti Toprak Muhafaza ve Zirai Sulama İşleri Reisliği, Tarsus
- Dirmeyer, R.D., ve Skinner, M.M. 1965 "Seepage Reduction with Colorado Clays" Seepage Symposium, Phoenix Arizona, 1963 USDA, ARS, 41-90
- Donnen, L.D., 1963 "Water Management Studies in Çumra Irrigation Area" Report to the Government of Turkey, FAO/EP-TA, No. 1975, 228 s, Rome
- Doorenbas, J., and Pwitt, W.O., 1975 "Crop Water Requirements" Food and Agricultural Organization of The United Nations, Irrigation and Drainage Paper, No. 24, Rome
- Driessen, P.M., 1970 "Soil Salinity and Alkalinity in Great Konya Basin Turkey" Dep. of Tropical Soil Sci. Agr. Uni. Wageningen Centre for Agric. Pub. and Documentation., s.73-76.
- Hakgören F. 1972" yukarı pasinler Ovası Toprak ve Su Kooperatif Sahasındaki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri, Çözüm Yolları İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma" Atatürk Ü. Ziraat Fak. Kültür teknik Bölümü Doktora Çalışması, Basılmamıştır.
- Herrin, M., 1958 "Draying Phase of Soil-Asphalt Construction" Highway Research Board Bulletin 204, s. 1-13 National Research Council 636
- Ilgnes, O.G. , and Metcalf, J.B., 1973 "Soil Stabilization" Principle and Practice, John Wiley and Sons, New York
- İsraelsen, O.W., and Hansen V.E. 1962 "Irrigatino Principles and Pratices" Third Edition, John Wiley and Sons Inc. New York
- Johnson, J.E., 1961 "An Evaluation of Soil-Cement for Channel Stabilization" 1961 Annual Meeting ASAE, ISU, Ames, Iowa
- Kraatz, D.B., 1971 "Irrigation Canal Lining" Food and Agriculture organization of. The united Nations Rome
- Krishnamurthy, K., and Rao, S.M. 1969 "Theory and Experimen, in Canal Seepage Estimation

- Using Radio Isotops" Journal of Hydrology, Vol. 9, s. 277-294
- Lauritzen, C.W., et al., 1952 "Laboratory Tests on Canal Lining" Pacific Builder and Engineering s. 62-63
- Lauritzen, C.W., 1965 "Conveyance Losses in Irrigation Systems and Measure For Control" Seepage Symposium, Phoenix Arizona, 1963 USDA, ARS, 41-90
- Lauritzen, C.W., and Terrel, P.W., 1967 "Reducing Water Losses in Conveyance Irrigation of Agricultural Lands", Agron II, American Society of Agronomy, s. 1105-1119
- Lauritzen, C.W., 1972 "Asphalt Lining for Seepage Control" USDA, and USBR, Technical Bulletin No. 1440
- Leonard, G.A., 1952 "Foundation Engineering" Mc. Graw-Hill Book Company, Inc, New York
- Long, J.D., and Neubauer, L.W., 1946 "Abode Consturaction" California Agricultural Experiment Station, Manual 19, s. 27-29, Davibs
- Portland Cement Association, 1971 "Soil-Cement Laboratory Handbook" PCA, Engineering Bulletin, Illinois
- Riesbol, H.S. and et al., 1967 "Surface Water Supply and Developments" Irrigation of Agricultural Lands. Agron. II, American Society of Agronomy s. 53-66
- Robinson, A.R., and Rohwer, C., 1955 "Measurement of canal seepage" Proceedings ASCE, Irrigation And Drainage Division Vol. 81, No. 728 Rogers,
- Rogers, E.H., 1969 "Soil-Cement Linings for Water Containing Structures" Seepage Symposium, Phoenix, Arizona, 1968, USDA ARS, 41-147
- Sain, K., 1957 "Canal Lining India" International Comission Irrigation and Drainage, Third Congres Transactions Vol. Congres Transactions Vol. 2, s. 7.145-7.171
- Sharov, I.A., 1958 "Summaries and Extracts from Selected Chapters of Operation of Hydraulic Reclakation Systems" Information Working Bulletin, FAO, 75 s., Rome
- Skogerboe, G.V., and Walker W.R., 75 "Lining Irrigation Canals For Salinity Control" Reprinted from Proc. of the ASCE, Irrigation and Drainage Div. Logan, Utah
- US Bureau of Reclamention 1955 "Canal Linings and Methods of Reducing Cost" United State Departmant of The Interior of Reclatement
- US Bureau of Raclamention. 1963 "Lining For Irrigation Canals" United State Dep. of The Interior, Including A progress Rep. on the Lower Cost Canal Lining Program
- Welker, C.H., 1965 "Seepage Problems in West Pakistan" Proceedings

Seepage Symposium Pphoenix,
Arizona, 1963, USDA, ARS,
41-90

Willson, R.J., 1965 "A Lower Cost Ca-
nal Lining Program" Seepege
Symposium Phdernix, Arizo-
na 1963, USDA, ARS, 41-90