

DRENAJDA KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK HAFİF AGREGANIN KULLANIMI

Ömer ANAPALI⁽¹⁾ Abdurrahman HANAY⁽¹⁾

ÖZET: *Dren boruları içerisinde zamanla biriken sediment boruların işlevini azaltmakta hatta sistemi çalışmaz duruma getirebilmektedir. Kullanılacak kaplama malzemesiyle drenlere sediment girişi azaltılarak sistemin daha etkin çalışması ve kullanım ömrünün daha uzun olması sağlanabilir. Kaplama malzemesi drenlere sediment girişini azaltırken su girişini engellememeli hatta artırmalıdır.*

Laboratuvar koşullarında model dren tanklarında yürütülen bu çalışmada; kaplama malzemesi olarak kum-çakıl ve hafif agrega kullanılmıştır. Hafif agrega ve kum-çakıl malzemenin dren akışı ve sediment birikimi üzerine etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Hafif agrega dren akışı yönünden kum-çakıl malzemeden daha az etkili fakat sedimentin drenlere girişini önlemede ise kum-çakıl malzemeden daha etkili olmuştur.

USE OF LIGHTWEIGHT AGGREGATE AS FILTER MATERIAL IN DRAINAGE

SUMMARY: *Sediment accumulated in drain tubes day by day decreases functioning the system and sometimes the system might not work. By decreasing sediment intake with the aid of filter material the system works more effective and the life of system increases. Filter material must not prevent water intake but must increase sediment intake.*

This study was conducted under laboratory conditions in the modelled drain boxes, and lightweight aggregate and sand-gravel were used as filter material. The effects of lightweight aggregate and sand-gravel material on drain flow and sedimentation were investigated. The effect of lightweight aggregate on drain flow was smaller than that of sand-gravel material. In respect to preventing the sediment intake into drain tubes sand-gravel material was more effective.

GİRİŞ

Bir dren tesisinin başarısı, tesisin işlevinin sürekliliği ile ölçülür. Dren boruları işlevlerini; dren borusu içine doğru bitki köklerinin büyümesi, metal oksitlerin çökmesi, giriş deliklerinin tıkanması ve sediment birikmesi gibi nedenlerle kısa zamanda kaybetmektedir (Kuntze ve Eggelsmann, 1974). Ülkemizde iklim ve toprak koşulları genellikle drenlerin

⁽¹⁾ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.

kimyasal çökelklerle tıkanması gibi bir sorun oluşturmamaktadır. Derine döşenmiş drenlerde bitki köklerinin genel bir sorun oluşturma olasılığı da azdır. Bu nedenle ülkemizde dren borularında sediment birikmesi esas sorundur (Yardımcı, 1979). Dren boruları içerisinde zamanla biriken sediment boruların projeleme sırasında öngörülen sızgılarını önemli ölçüde azalttığı gibi eğer bir bileşik borulu sistem söz konusu ise toplayıcılarda meydana gelecek bir tıkanmanın da sistemin önemli bir bölümünün çalışmasını aksatabileceği beklenir (Gemalmaz, 1993). Dren borusu içerisine geçen sediment miktarı; toprağın, dren borusunun ve yerleştirilme koşullarının bir fonksiyonudur (Lagace ve ark.,1987).

Dren içerisine sediment girişi çoğu zaman boruların çevresine kaplama malzemelerinin yerleştirilmesiyle önlenir. Kaplama malzemelerinin işlevleri yalnız dren içerisine sediment girişini önlemek olmayıp dren borusu çevresinin akış koşullarını iyileştirmek ve suyun drenlere girmesine karşı olan direnci de azaltmaktır (Yardımcı 1988). Eğer dren çevresine yerleştirilecek bir malzemenin esas işlevinin sediment girişinin önlenmesi olarak öngörülüyorsa bu malzeme için filtre terimi kullanılabilir. Kaplama malzemeleri terimi filtreleri de içermek üzere yüzeyaltı drenlerinin korunmasında kullanılan tüm malzemeleri kapsamaktadır (Gemalmaz, 1993).

Organik malzemeler, organik olmayan ve yapay malzemeler olmak üzere kaplama malzemeleri üç gruba ayrılarak incelenebilir. Bu malzemelerin drenlere olan su ve sediment girişi, üzerine etkileri ve kullanım ömürleri gibi özellikleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Yardımcı (1988), cam pamuğu, poliüretan, buğday ve çavdar saplarının kaplama malzemesi olarak etkinlik ve işlevlerinin sürekliliği konusunda yaptığı araştırmada; buğday ve çavdar sapının dren akışını önemli derecede artırdığını, cam pamuğu ve poliüretan malzemelerin ise dren akışındaki sağlamış oldukları artışların önemsiz düzeyde olduğunu belirtmektedir. Ayrıca kullanılan malzemelerin sedimentasyonu % 99'a varan büyük boyutlarda azalttığını ancak malzemeler arasında bu konuda fark bulamadığını belirtirken buğday ve çavdar sapının 4. yılın sonunda çürüyerek sedimentasyonu önleyemez duruma geldiğini cam pamuğu, poliüretan malzemelerin ise işlevlerini sürdürdüklerini ifade etmektedir.

Oğuzer (1972), laboratuvar koşullarında filtresiz, kum-çakıl ve manşon filtreli kil künk borularında filtrenin etkinliği ve devamlılığını denemiş, manşon filtrelerin etkinlik ve devamlılık yönünden diğerlerine oranla daha iyi sonuçlar verdiğini saptamıştır.

Güngör (1972), plastik drenaj borularında; farklı delik büyüklüğü ve çeşitli filtre malzemelerinin sedimentasyon ve su akımına etkisini araştırmıştır. Araştırmada cam pamuğu, cam yaygısı, torf ve kum-çakıl filtre kullanılmıştır. Torf ve cam pamuğu drenlere yeterli su akımını sağlaması yanında sedimentasyonu da önlemiştir. Sedimentasyon yalnızca filtresiz deneme ile kum-çakıl filtrenin bulunduğu konularda görülmüştür.

Kumova (1979), yaptığı araştırmada onbeş farklı malzemenin su giriş dirençleri ve hidrolik yönden özelliklerini incelemiştir. Araştırmada en yüksek su giriş direnci poliyester filtre tela 21'de ölçülürken en düşük su giriş dirençleri granüle polystrene, polypropylene karışım filtre ve cocunot lifinde ölçülmüştür. Yulaf sapı ile granüle polystrene filtrelerde sediment görülürken diğerlerinde sediment büyük bir sorun olmamıştır.

Wesseling ve Homma (1967), tarafından değişik filtre malzemeleri ile kum tankında yapılan denemelerden elde edilen sonuçlara göre, dren borusunun etkinliğinin artırılması için geniş çaplı ve fazla giriş açıklığı bulunan boru kullanılması yerine filtre kalınlığının artırılması önerilmiştir.

Luthin ve Watt (1963), kapalı drenajda kullanılan cam elyafı filtre malzemesinin drenlerden olan akış üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yaptıkları denemede, dren borusuna suyun girişinde filtre malzemesinin etkili olduğunu, batık koşullarda çalışan filtreli dren borusuna giren suyun filtresiz olana göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Kumova ve Yarpuzlu (1987), yaptıkları çalışmada 50, 100, 160 ve 200 mm'lik borularla çeltik sapı, çakıl (15-30 mm) ve kum-çakıl filtre malzemeleri bileşiminin seçimi araştırılmış ve 50 mm çaplı PVC borular hariç tüm plastik ve kil boruların yalnız kum-çakıl filtre malzemesiyle kullanımının uygun olacağını önermişlerdir.

Diericx ve Yüncüoğlu (1982), dört değişik filtre malzemesi kullanarak düşey akışlı permeametrede yaptıkları çalışmada en az sedimantasyonun ince delikli sentetik fiberde olduğunu belirtmişlerdir.

Becer (1984), plastik borular ile kum-çakıl filtre malzemesinin etkinliklerinin belirlenmesi için 80 ve 100 mm çaplı plastik drenaj borularını filtresiz ve 5 cm kalınlıkta kum-çakıl filtreli koşullarda giriş dirençleri ve direnç faktörlerini hesaplamıştır. Araştırmada kum-çakıl filtre malzemesinin suyun borulara girişini kolaylaştırdığı da tesbit edilmiştir.

Gratin (1987), yatay olarak çalışan kum tankında ve geliştirilmiş düşey silindirik permeametre akış modelinde laboratuvar koşullarında dört farklı tekstürlü toprak ve üç jeotekstil zarf malzemesi denemiştir. Araştırmada kullanılan zarf malzemelerinin sediment girişini önlemede etkili oldukları belirtilmektedir.

Rollin (1987), laboratuvarında iki siltli toprak için ondokuz sentetik filtre malzemesinin sediment girişi ve drenlerden olan boşalım üzerine etkilerini araştırmıştır. Bunlardan dört tanesinin sediment girişini önlediği diğerlerinin ise bu topraklar için etkili olmadığını belirtmiştir.

Kaba kum veya ince çakıl malzemenin dren boruları çevresinde dren akışını düzenlediği gibi filtre malzemesi kullanılmamış dren borularına göre de sedimantasyonu önlediği Willardson ve Ahmed (1987) tarafından belirtilmiştir.

Sentetik zarf malzemelerinin drenlere olan su akışını kolaylaştırması yanında sediment girişini önemli derecede zorlaştırdığı yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Dierickx ve ark., 1987; Bolduc ve ark., 1987).

Carman ve Denis (1987) dren borularına geçen sediment miktarının su giriş açıklığının büyüklüğü ile yakından ilgili olduğunu, su giriş açıklığı sayısı ile bir ilişkinin olmadığı belirtilmektedir. Benzer şekilde Broughton ve ark. (1982)'de yaptıkları araştırmada dren boruları çevresinde zarf malzemesi olmasına rağmen su giriş açıklığı küçük olan boruya (0.7 mm x 8 mm), su giriş açıklığı daha büyük olan (1.5 mm x 30 mm) borudan daha az sediment girişinin olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırma, yurdumuzda ekonomik potansiyeli bulunan hafif agreganın borulu drenajda drenlerden olan su akışı ve sediment girişi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

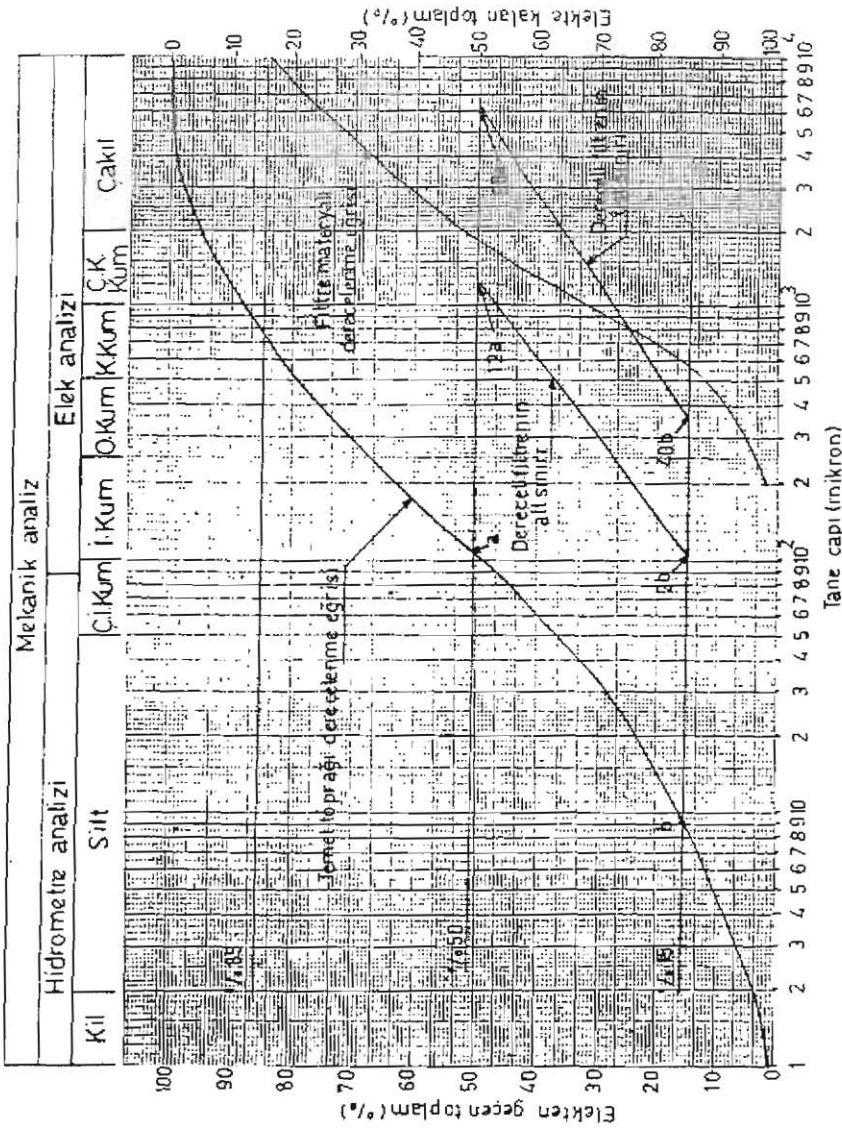
Materyal

Araştırmada 0.5 mm'den büyük stabil agregat içeriği % 8.2 olan sedimantasyona yatkın bir toprak kullanılmıştır (Yardımcı, 1979). Toprağın bünyesi kumlu tın olup % 62 kum, % 34.5 silt ve % 3.5 kil içermektedir. Toprağın derecelenme eğrisi Şekil 1'de gösterildiği gibidir.

Araştırmada 50 mm çapında Türkiye'de üretilen kıvrık çeperli plastik boru drenaj borusu olarak kullanılmıştır. Delikli olarak üretilen bu boruların delikleri elips şeklinde olup boyutları 3.6 mm x 1.0 mm'dir. Delik sıra sayısı 8, delik sayısı her sırada 72 delik/m olmak üzere 576 delik/m'dir. Drenlere su giriş alanı her delik alanı 0.028 cm² olacak şekilde toplam 16.28 cm²/m'dir.

Yurdumuzda ekonomik potansiyeli bulunan doğal hafif agregalar başta tuf olmak üzere çeşitli bölgelerde bol miktarda bulunmaktadır (İhtiyaroğlu, 1974). Araştırmada Iğdır ovası Ağrı dağı eteklerinde bulunan ve yörede briket yapımında yaygın bir şekilde kullanılan hafif agrega (pomza) ve yine aynı yörede Aras nehri yatağından alınan kum-çakıl malzeme kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

Hafif agregalar normal agregalara oranla önemli derecede düşük birim ağırlığa sahiptir. Kullanılan hafif agreganın birim ağırlığı 800 kg/m³, kum-çakıl malzemenin ise 1600 kg/m³'tür. Bu değerler hafif agrega için; agrega çeşidi, yoğunluğu, granülometri bileşimi ve tane şekline bağlı olarak 560-1120 kg/m³ arasında, normal agrega birim ağırlıkları ise 1440-1760 kg/m³ arasında değişmektedir (Anon, 1972). Kullanılan hafif agregalar çoğunlukla köşeli yapıda ve



Şekil 1. Temel toprağı ve filtre materyalinin derecelenme eğrisi.
Figure 1. Basement soil and gradation curve of filter material.

pürüzlü yüzeylere sahiptir. Su emmesi hacminin % 8'i kadardır. Kum-çakıl malzemede bu değer % 3'tür.

Deneme; boyutları, kesiti ve kuruluş düzeni Şekil 2'de gösterildiği gibi dokuz dren tankında yürütülmüştür. Dren tankları belirtilen ölçülerde saç malzemeden yapılmıştır.

Sulama suyu olarak Atatürk Üniversitesi içme ve kullanma suyu kullanılmıştır.

Metot

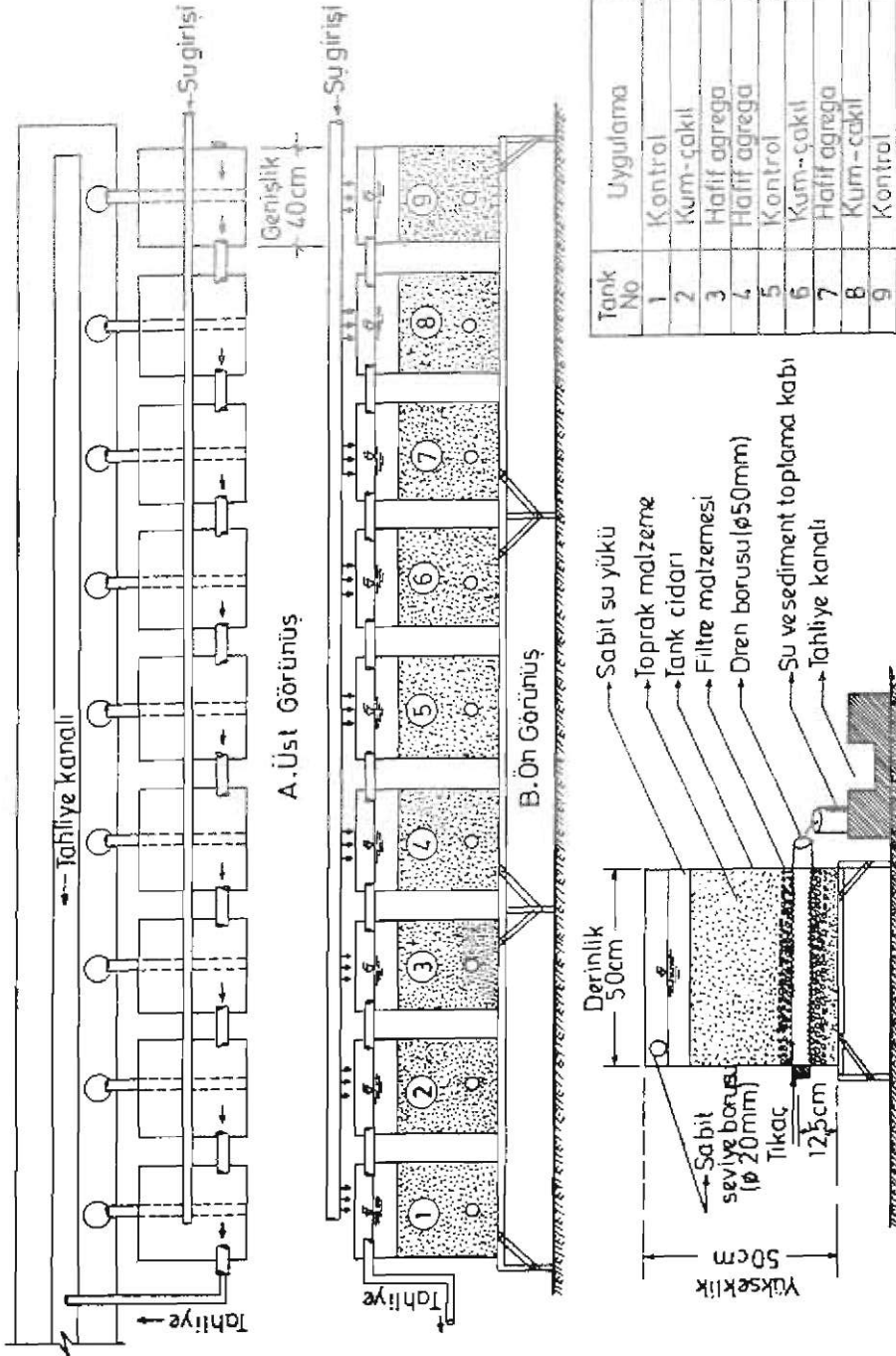
Dren borusunun tanklara yerleştirilmesi için tanka önden ve arkadan olmak üzere merkezleri tankın tabanından 12.5 cm yukarıda bulunan iki delik açılmıştır. Ön deliğe düz plastikten 5 cm çapında kapaklı bir dren çıkışı konulmuş, arka taraftaki delik ise dren borusunun yerleşmesine uygun bir lastik tıkaçla kapatılmıştır. Dren tankları arasında su bağlantısını sağlamak, tanklarda su düzeyini eşit tutmak amacıyla tankların arka üst köşelerine 2.0 cm çapında çıkış boruları konmuştur. Bu borulara takılan hortumlarla tanklar arasında üstten su akışı ve su alışı verisi yönünden dinamik bir denge bulunması sağlanmıştır.

Dren tanklarından şansa bağlı olarak seçilen 3 tanesi kontrol niteliğinde olup dren borusu çevresine kaplama malzemesi konulmamış ve derecelenme eğrisi aynı olacak şekilde önceden hazırlanmış kum-çakıl ve hafif agregalardan dren borusu çevresinde 5 cm kalınlığında olacak şekilde üçer tank hazırlanmıştır.

Topraklar tanklara 20 kg'lık kısımlar halinde doldurulmuş ve ardından ahşap bir tokmakla çok kuvvetli olmamak koşuluyla vurularak toprakların tümünün eşit şekilde sıkıştırılmalarına çalışılmıştır. Tank içerisinde toprak yüksekliği 40 cm tutularak üst tarafta 10 cm yüksekliğindeki kısım boş bırakılmış ve bu şekilde gerektiğinde toprak üstünde ek su yükü sağlamak mümkün olmuştur.

Deneme başlangıcında sulama yapılmadan önce dren borularının çıkış ağzları kapatılarak tankın arka yüzeyindeki lastik tıkaçın ortasındaki boşluktan bir hortum geçirilerek çok düşük hızda su verilmiştir. Deneme başlangıcında topraktaki büyük boşlukların ortadan kaldırılmasına yönelik olarak 24 saat süreyle topraklar bu şekilde suyla doymun duruma getirilmiştir. Daha sonra dren kapakları açılmıştır. Sulama ise tankların üzerine yerleştirilmiş boru yardımıyla yapılmıştır. Deneme süresince toprak üstünde 5 cm'lik bir serbest su yükü bulundurulmuştur. Su düzeyinin değişmemesi için sulama borusundan gelen fazla suyun son dren tankının arka üst köşesindeki borudan dışarı akması tahliye borusu konmasıyla sağlanmıştır.

Sızma başlangıçlarında sedimantasyon hızının yüksek olduğu ve toprak gözeneklerinin tümünün su ile dolduktan sonra sedimantasyon hızının düştüğü bilinmektedir (Mann, 1970). Arazide toprak büyük gözeneklerinin sürekli su ile doymun olmadıkları gözönüne alınarak



Şekil 2. Dren tankı boyutları, kesiti ve denemenin kurulum düzeni.
Figure 2. Sizes and cross-section of drain box and measurement setup.

sedimentasyonu artırıcı yöndeki bu koşulu da deneme tanklarında sağlamak için akış dönemlerinde topraklar günün 12 saatinde sabit su yükü altında tutulduktan sonra geriye kalan 12 saatinde ise sulamaya ara verilerek toprağın büyük gözeneklerinin drene olmaları sağlanmıştır. Bundan başka belirli akış süresinden sonra sulamaya daha uzun sürelerle ara verilerek toprağın kuruma ve yeniden ıslanmasının etkisi ile doğadaki strüktür yapısına yaklaşması amaçlanmıştır (Ergene, 1982). Sulamanın 12 saatten uzun süre yapılmadığı iki kuruma dönemi arasındaki sürelerin herbiri akış dönemi olarak adlandırılmış ve her akış dönemi sonunda da drenlerde biriken sediment miktarı ölçülmüştür.

Denemede uygulanan akış dönemi ve kuruma süreleri Yardımcı (1979)'daki önerilere uyularak aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Birinci akış dönemi; deneme başlangıcından itibaren 48 saatlik sulamanın yapıldığı dönem,
- İkinci akış dönemi; birinci akış döneminden sonraki 36 saatlik kurumadan sonra sulama yapılan 4 günlük dönem,
- Üçüncü akış dönemi; ikinci akış döneminden sonra toprakların 8 günlük kurumasını izleyen 10 günlük sulama yapılan dönem,
- Dördüncü akış dönemi; üçüncü akış döneminden sonra 10 günlük kurumayı izleyen 10 günlük sulama dönemidir.

Akış ölçümleri günün aynı saatinde olmak üzere günde 8 ölçüm olarak yapılmıştır. Her ölçüme 5 dakikada olan akış miktarı belirlenerek dren akışları litre/dakika olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden günlük akış ortalaması bulunarak dren akışlarının seyri akış dönemlerinde izlenmiştir.

Her akış dönemi sonunda drenlerde biriken sediment basınçlı su ile yıkanarak kovalarda toplanmıştır. Toplanan bu süspansiyon filtre edildikten sonra 105 °C'de kurutulup tartılarak her dönemde drenlerde biriken sediment miktarı bulunmuştur. Bu değer her akış döneminde 24 saatlik net akış süresine bölünerek ifade edilmiştir.

Kaplama malzemesi olarak kullanılacak kum-çakıl ve hafif agreganın drenlerden olan su akışı ve sedimentasyon üzerine olan etkilerinin incelenmesi için aynı derecelenme eğrisinde olacak şekilde her iki malzeme de ayarlanmıştır.

Drenlerin içerisine yerleştirileceği temel toprağının derecelenme eğrisi hidrometre ve elek analiziyle çıkarılmıştır (Mertdoğan, 1982), daha sonra Dieleman ve Trafford (1976)'ya göre bu derecelenme eğrisine dayanılarak belli istemleri karşılayacak kaplama malzemesinin derecelenme eğrisinin arasında yerleşeceği sınırlar belirlenmiştir (Şekil 1).

Kum-çakıl malzeme ve hafif agreganın birim ağırlığı Anon, (1981) ve su emme deneyleri Anon., (1981 a) da belirtildiği gibi yapılmıştır. Geçirgenlik testleri ise sabit seviyeli permeametre kullanılarak yapılmıştır (Kessler ve Oosterbaan, 1974).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Akış dönemlerinin her gününde drenlerden olan akış değerlerinden yararlanılarak hesaplanan ortalama akış miktarları Tablo 1 ve akışlardaki değişimler Şekil 3'te gösterilmiştir.

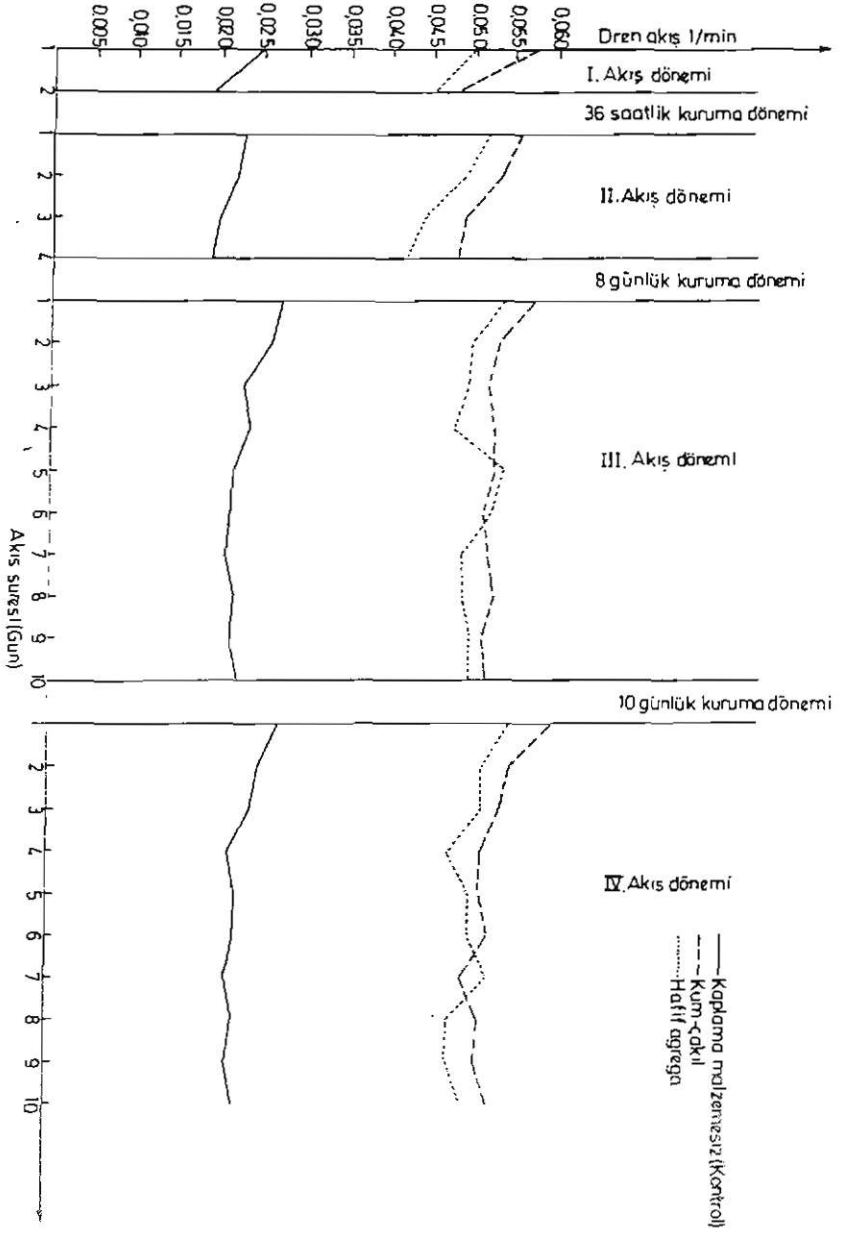
Tablo 1'deki ortalama akış değerleri ve Şekil 3'teki kum-çakıl malzeme, hafif agrega ve kaplama malzemesi kullanılmayan (Kontrol) konularının herbirinin akış eğrilerinin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi her akış döneminin ilk gününde ölçülen akış miktarı takip eden günlerde ölçülmüş olan akış miktarlarından daha yüksektir. Bu durum I. akış dönemi için; toprakların dren tanklarına doldurulması sırasında istemeden oluşan düzensiz boşlukların neden olduğunu söyleyebiliriz. Diğer akış dönemlerinin birinci günlerindeki akış miktarlarının yüksek çıkmasını ise toprakların kurummasına bağlayabiliriz. Bununla birlikte I. akış döneminin birinci günündeki akış miktarı ile diğer akış dönemlerinin birinci günlerindeki akış miktarları arasında rakamsal olarak büyük bir farkın olmadığı görülmektedir. Oysa I. akış döneminin birinci gününde ki akış miktarı, toprakların yerleştirilmesindeki düzensizlikten dolayı daha yüksek olması doğal olarak beklenirdi. Akışın beklenildiği kadar yüksek çıkmamasında toprakların dren tanklarına yerleştirme şekli ve gösterilen titizlik etkili olmuştur. Ayrıca deneme başlangıcında toprakların 24 saat süreyle alt kısımlarından ıslatılarak doygun duruma getirilmesinde ve büyük boşlukların ortadan kaldırılmasında da başarılı olunmuştur.

III. ve IV. akış dönemlerinin ilk günlerinde görülen yüksek akış miktarları uygulanan sulama suyuyla üçüncü veya dördüncü günlerden sonra kurumunun etkisinin ortadan kalktığı ve dren akışlarının bir miktar azalarak doygun topraktaki dren akışına uygun olarak dengeli bir duruma geldikleri belirlenmiştir. Dren akışlarındaki bu azalma düzensiz boşlukların dolması yanında Ergene (1982)'de belirtildiği gibi toprak tane ve agregatlarının şişmesine de bağlanabilir. III. ve IV. akış dönemlerinde ulaşılan dren akışındaki dengeli duruma I. ve II. akış dönemlerinin sürelerinin kısa olması ve deneme başlangıcını oluşturmaları nedeniyle ulaşılamamıştır.

Tablo 1. Akış Dönemlerinde Ortalama Akış (l/min), ve 24 Saatlik Net Akış Süresince Oluşan Sediment Miktarları (gr).

Table 1. Average Flow in Flow Periods (l/min) and Sediment Contents Cumulated in Net Flow Period of 24 Hours (gr).

Akış dönemleri ve ölçüm yapılan gün sayıları		KONULAR		
		Kontrol	Kum-çakıl	Hafif agrega
I. Akış dönemi net akış süresi 24 saat	1	0.025	0.058	0.050
	2	0.019	0.048	0.045
	Sediment	25.0	5.0	4.0
II. Akış dönemi net akış süresi 48 saat	1	0.023	0.056	0.052
	2	0.022	0.054	0.049
	3	0.020	0.049	0.044
	4	0.019	0.046	0.042
	Sediment	16.0	4.2	3.0
III. Akış dönemi net akış süresi 120 saat	1	0.028	0.058	0.054
	2	0.026	0.054	0.050
	3	0.023	0.052	0.049
	4	0.024	0.053	0.048
	5	0.022	0.053	0.054
	6	0.022	0.052	0.053
	7	0.021	0.052	0.049
	8	0.022	0.053	0.049
	9	0.022	0.052	0.050
	10	0.023	0.052	0.050
Sediment	6.0	3.0	2.0	
IV. akış dönemi net akış süresi 120 saat	1	0.028	0.060	0.055
	2	0.025	0.055	0.052
	3	0.024	0.054	0.052
	4	0.022	0.052	0.048
	5	0.023	0.051	0.050
	6	0.023	0.053	0.050
	7	0.022	0.049	0.053
	8	0.023	0.051	0.048
	9	0.022	0.051	0.048
	10	0.023	0.053	0.049
Sediment	5.4	2.8	1.8	



Şekil 3. Akış dönemlerinde dren akışlarındaki değişimler.
Figure 3. Variation in drain flows in flow periods.

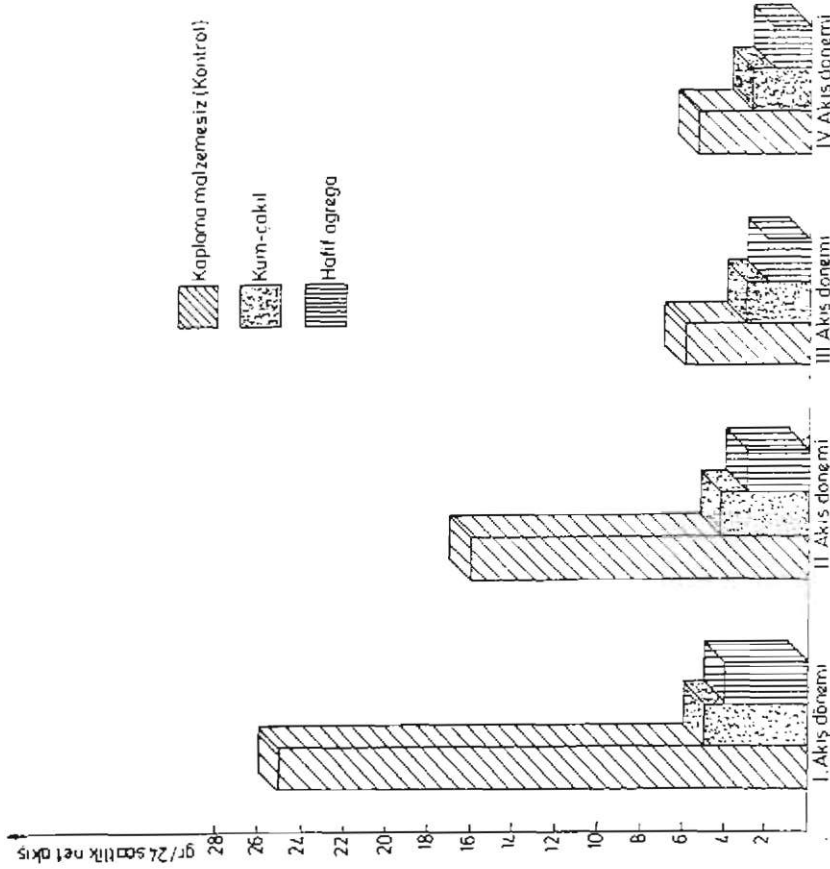
Kontrol konusunda ölçülen dren akışları miktarı kum-çakıl malzeme ve hafif agregaya göre daha düşük olmuştur. Kontrol konusundaki akış miktarı rakamsal olarak kum-çakıl ve hafif agreganın hemen hemen yarısı kadar olmuştur. Sabit seviyeli permeametrede kum-çakıl ve hafif agrega için yapılan geçirgenlik testleri bu iki malzemenin geçirgenliklerinin birbirine çok yakın olduğunu göstermiştir. (Kum-çakıl malzemenin su geçirgenliği 53 cm/h ve hafif agreganın ise 46 cm/h). Fakat her akış döneminde kum-çakıl malzemenin akış miktarı hafif agregadan az da olsa yüksek ölçülmüştür. Bunun nedeni her iki malzemenin tane şekli ve yüzey yapılarındaki farklılıkla açıklanabilir. Neville (1973) ve Wills (1974), belirttikleri gibi hafif agregalar çoğunlukla köşeli yapıda ve pürüzlü yüzeylere sahip olup normal agregalara göre yüksek boşluk yüzdelerine sahiptirler. Hafif agregaların köşeli yapıda ve pürüzlü yüzeylere sahip olması toprak içerisinde drenlere doğru hareket eden küçük toprak taneciklerinin agrega üzerinde tutulmasına ve neticede su akış yolunun daralmasına neden olur. böylece drenlerden olan akış miktarı azalır. Kum-çakıl taneciklerinde ise yüzeylerin pürüzsüz olması nedeniyle bu durum ortaya çıkmamıştır.

Akış dönemlerinin her gününde gözlenen diğer bir durum ise hafif agregaların yerleştirildiği dren tanklarından oluşan su akışı kum-çakıl malzemenin yerleştirildiği dren tanklarından 3-4 dakika kadar geç olmuştur. bu süre bir günde ki 12 saatlik net akış süresi yanında önemsiz kalır. Yine de gözlenen bu durumu hafif agregaların normal agregalara göre daha fazla su emmesiyle açıklayabiliriz. Habbs (1964), hafif agreganın ilk anda hacminin % 9'u kadar suyu emdiğini belirtmiştir. Hanson (1968) ise hafif agreganın 24 saat suda kalmakla kuru agreganın ağırlık olarak % 5-20'si oranında su emebildiğini belirtmektedir.

Her akış döneminin sonunda drenlerde biriken sediment miktarları (gr); kontrol kum-çakıl ve hafif agrega için 24 saatlik net akış süresinde ortalama olarak belirlenerek Tablo 1'de gösterilmiştir. Sediment miktarının akış dönemlerindeki değişimleri Şekil 4'te gösterilmiştir.

Dren içerisinde biriken sediment miktarı drene giren sediment miktarıyla eşdeğerdedir. Çünkü yalnız deneme başlangıcında dren kapaklarının ilk açıldığı zaman ki birkaç saniye drenlerin dolu akması nedeniyle drenlerdeki sedimentin bir kısmı dışarı sürüklenebilmiştir. Bunu izleyen süre ve dönemlerde drenler sürekli olarak açık tutulduklarından dolu akış durumu olmamıştır. Akış dönemleri sona ermeden önceki günlerde dren suyundan alınan örnekler filtre edilerek sediment taşıyıp taşımadıkları incelenmiş ve dren suyunun sediment taşımadığı belirlenmiştir.

Şekil 4'te görüldüğü gibi I. akış döneminde her üç konuda da sediment miktarı diğer akış dönemlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Günde 12 saat olmak üzere iki günlük yani 24 saatlik net akış süresi olan bu dönemde sedimentin yüksek çıkması toprakların dren tanklarına doldurulma tekniğinden doğan kusurların etkisine bağlanabilir. Bu durumun genellikle



Şekil 4. Sediment miktarının akış dönemlerindeki değişimleri.
Figure 4. Variation of sediment in flow periods.

uygulamada da kanal açılarak döşenen drenlerde meydana gelebildiği ve primer sedimentasyon olarak adlandırılan bu olayın etkisini kısa sürede kaybettiği Kuntze (1972) ve Bellin (1972) tarafından belirtilmektedir. Yapılan denemede de I. akış dönemindeki yüksek sediment miktarı II. akış döneminde toprakların suyun etkisiyle 24 saatlik net akış süresince yerleşmesi ve toprakların tanklara doldurulurken elde olmayan nedenlerle oluşan düzensiz büyük boşlukların ortadan kalkması nedeniyle bir miktar azalmıştır. 8 günlük kuruma dönemini izleyen III. akış döneminde II. akış dönemine göre drenlerde biriken sedimentün daha da azalmış olması toprağın tanklara doldurulmasından doğan kusurların etkilerinin devam etmekte olduğunu düşündürmektedir. III. ve IV. akış dönemlerindeki ölçülen sediment miktarları birbirine yakın değerler olarak çıkmıştır. Dolayısıyla bir süreklilik göstermiştir. Bu nedenle eşit sürelerden oluşan III. ve IV. akış dönemlerindeki sedimentasyon sekonder sedimentasyon olarak kabul edilebilir. I. ve II. akış dönemlerindeki sedimentasyon süreklilik göstermediğinden sekonder sedimentasyon olarak kabul edilemez.

Sedimentin drenlere en az girebildiği konu hafif agrega olmuştur. Bu durum her akış döneminde gözlenmiştir. Hafif agreganın yüzeylerinin pürüzlü olması ince toprak taneciklerinin tutulmasını sağlayabilmiştir. Kum-çakıl tanecikleri yüzeylerinin pürüzsüz olması nedeniyle toprak taneciklerini tutmada hafif agrega kadar etkili olamamıştır.

Model denemelerinden elde edilen sonuçların uygulamada kesin yargılara varmaya yetmediği bir gerçek ise de bu araştırma sonuçlarından yararlanılarak uygulamaya yönelik bazı değerlendirmeler yapılabilir.

Ülkemizde yaygın olarak bulunan hafif agreganın kapalı drenaj uygulamalarında dren akışı üzerine olan olumlu etkisi ve drenlere sediment girişini zorlaştırması nedeniyle kullanılabilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Kum-çakıl malzemenin kaplama malzemesi olarak kullanılmasında gözönünde bulundurulması gereken hususların hafif agreganın kullanılması durumunda da esas alınması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1972. Structural Lightweight Concrete, Portland Cement Association, Concrete Information, Revised Chapter 13, Design and Control of Concrete Mixtures, Skokie.
- Anonymous, 1981. TS 3526. Beton agregalarında özgül ağırlık ve su emme oranı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1981 a. TS 3529. Beton agregalarında birim ağırlık tayini. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Becer, T., 1984. Tarımsal drenaj sistemlerinde kullanılan boru ve filtre malzemelerinin etkinliği ile ilgili model çalışmaları. Ankara Köy Hiz. Araş.Enst. Müd. Yayın No: 103.

- Bellin, K., 1972. Über Dranfilter und Dranhydraulik. *Zt. Wasser u. Boden H. 12*: 381-383.
- Bolduc, G.F., R.S. Broughton, A.L. Rollin, 1987. Observation of synthetic envelope materials in silt soils. *Drainage Design and Management. 5th National Drainage Symposium, Proc.*, 380-388.
- Broughton, R.S., S. Gameda, W.Gibson, 1982. Field tests of some drain tube envelope materials. *Advances in Drainage. 4th National Drainage Symposium. Proc.* 69-78.
- Carman, D.K., A.K. Gilmore, 1987. Field trial to study the performance of various drainage envelope. *Drainage Design and Management. 5th National Drainage Symposium, Proc.*, 373-379.
- Dieleman, P.J., B.D. Trafford., 1976. Drenajda sınaama (Çev: S.Baş ve İ.Berkman). *Menemen Köy Hiz. Araş.Enst. Müd. Yayını No*: 136.
- Dierickx, W.L. Gratin, L.C.P.M. Stuyt, 1987. Joint european research into land drainage envelopes. *Drainage Design and Management. 5th National Drainage Symposium, Proc.*, 406-415.
- Diericx, W., H. Yüncüoğlu, 1982. Factors affecting the performance of drainage envelope materials in structurally unstable soils. *Agricultural Water Management*, 5 (3): 215-225.
- Ergene, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 267.
- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. yayın No: 317.
- Gratin, L., 1987. The use of geotextiles as drain envelopes in France in connection with mineral clogging risks. *Geotextiles and Geomembrane*, 5: 71-89.
- Güngör, Y., 1972. Plastik Drenaj Borularında Farklı Delik Büyüklüğü ve Çeşitli Filtre Materyallerinin Sedimentasyon ve Su Akımına Etkisi Üzerinde Bir Araştırma (Doçentlik Tezi). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara.
- Hanson, J.A., 1968. American Practice in Proportioning Lightweight Aggregate Concrete *Proceedings of the First International Congress on Lightweight Concrete*, 1: 39-54.
- Hobbs, C., 1964. *The Physical Properties of Lightweight Aggregates and Concretes. Chemistry and Industry*, 1 (14): 594-600
- İhtiyaroğlu, E., 1974. Tabii hafif agregalarla imal edilen hafif beton blokların duvar elemanı olarak özelliklerinin tayini üzerinde araştırmalar. İmar ve İskan Bakanlığı Yayınları No: 5 Ankara.
- Kessler, J., R.J.Oosterbaan, R.J. 1974. Determining hydraulic conductivity of soils. *Surveys and investigations ILRI 3*: 264-270 Wageningen.
- Kumova, Y., 1979. Tarla İçi Kapalı Dren Sistemlerinde Kullanılabilecek Boru Filtre Bileşimlerinin Sistemin Etkenliği Yönünden Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. (Doçentlik Tezi) Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana.
- Kumova, Y., A. Yarpuzlu, 1987. Drenaj Boru ve Zarf Malzemelerinin Arazi Koşullarında Karşılaştırılması. *Tarsus Köy Hiz. Araş.Enst. Müd. Yayını No*: 140.
- Kuntze, H., 1972. Ist das Filtern der Dranc erforderlich *Landwirtschaftsblatt, Weser-Ems. No*: 27.

- Kuntze, H., R. Eggelsmann, 1974. Erkennen und Bestimmen der Verockerungsgefahr für Dräne im Feld. Zt. Wasser u. Boden 26; 287-294.
- Luthin, J.N., D. Watts, 1963. Test of thick fiberglass for subsurface drains. Hilgardia, No: 35.
- Mann, G., 1970. Untersuchungen über den Einfluss der Eintrittsöffnungen und des Verfüllbodens auf die Dranfunktion. Dissertation-Kiel.
- Mertdoğan, S., 1982. Toprak Makiniği Laboratuvarı El Kitabı. Topraksu Genel Müd. Yayın No: 713, Ankara.
- Neville, A.M., 1973. Properties of Concrete. John Wiley and Sons. New York.
- Oğuzer, V., 1972. Drenajda Manşon filtrelerin Kum-çakıl Filtre Materyali ile Karşılaştırması Üzerinde Bir Araştırma. (Doçentlik Tezi) Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara.
- Rollin, A.L., 1987. Thin synthetic envelope materials for subsurface drainage tubes. Geotextiles and Geomembrane, 5: 99-122.
- Wesseling, J., F. Homma, 1967. Entrance resistance of plastic drain tubes. Neth. J. Agric. Sci., 15: 10-182.
- Wills, M.H., 1974. Lightweight Aggregate Particle Shape Effect on Structural Concrete. ACI Journal, 71: 134-142.
- Yardımcı, N., 1979. Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Plastik Sarmal (Spiral) Dren Borularında Sedimentasyona Etkisi Üzerine Bir Araştırma (Doçentlik Tezi). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum.
- Yardımcı, N., 1988. Çeşitli dren filtrelerinin dren akışlarına ve sedimentasyona etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 19: 75-85.