

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASINDA YÜZEY ALTI DRENAJ SİSTEMLERİNDE
TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİNDEN YARARLANILARAK
ZARF MALZEMESİ GEREKSİNİMİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet Nur BAL

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2007**

Doç. Dr. İdris BAHÇECİ danışmanlığında, Mehmet Nur BAL'ın hazırladığı "Harran Ovasında Yüzey Altı Drenaj Sistemlerinde Toprağın Bazı Özelliklerinden Yararlanılarak Zarf Malzemesi Gereksiniminin Belirlenmesi" konulu bu çalışma 20/08/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. İdris BAHÇECİ

Üye : Doç. Dr. Öner ÇETİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tahsin TONKAZ

Bu Tezin Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 749

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Siltasyon konusunda yapılan çalışmalar.....	5
2.2. Zarf malzemelerinin çeşitliliği, etkinliği konusunda yapılan çalışmalar.....	8
2.3. Siltasyonun yıkanma ve temizlenmesi konusunda yapılan çalışmalar.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Araştırma yeri.....	13
3.1.2. Araştırma yerinin iklim özellikleri.....	15
3.1.3. Araştırma alanının topoğrafyası.....	16
3.1.4. Araştırma alanının jeolojik yapısı.....	16
3.1.5. Araştırma alanının toprak özellikleri.....	16
3.1.6. Bölgenin su kaynakları.....	16
3.1.7. Bölgenin mevcut ürün deseni.....	17
3.1.8. Harran Ovasının taban suyu durumu.....	18
3.1.9. Harran Ovasının drenaj durumu.....	19
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Dren zarfının işlevleri.....	20
3.2.2. Dren zarfı gerekliliği.....	20
3.2.3. Filtre gereksinimini etkileyen etmenler.....	25
3.2.3.1. Toprak etkenleri.....	25
3.2.3.2. Borusal etkenler.....	26
3.2.3.3. Filtresel etkenler.....	26
3.2.4. Kıvam limitleri.....	27
3.2.4.1. Akma-Likit limit (LI).....	27
3.2.4.2. Plastik limit.....	27
3.2.4.3. Tane çapı dağılım ölçütleri.....	27
3.2.4.4. Plastisite indeksi (PI).....	28
3.2.5. Filtre malzemesi.....	28
3.2.6. Toprak ve taban suyu içinde kimyasal ve biyolojik çökeltme.....	30
3.2.7. Topraklarda oksidasyon ve demir çökeltmesi.....	31
3.2.8. Toprakların tuzluluk durumları.....	31
3.2.8.1. Tuzlu topraklar.....	31
3.2.8.2. Sodyumlu topraklar.....	31
3.2.8.3. Tuzlu-sodyumlu topraklar.....	31
3.3. Araştırmada izlenen yöntemler, işlem, gözlem ve ölçmeler.....	32
3.3.1. Toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri.....	33
3.3.2. Değerlendirme.....	34
3.4. Deneme alanlarının harita üzerinde gösterimi.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	38
4.1. Araştırma alanı.....	38
4.2. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analizler.....	38
4.3. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analiz sonuçları.....	40
4.3.1. Temel topraklarının bünyelerinin tekstür üçgeninde gösterimi.....	43
4.4. Temel topraklarında yapılan kimyasal analizler.....	44
4.5. Temel topraklarında yapılan kimyasal analiz sonuçları.....	46
4.6. Araştırma alanı temel topraklarının tuzluluk durumları.....	49
4.7. Temel topraklarının plastisite indeksine (PI) göre siltasyon durumları.....	50
4.7.1. PI değerlerine göre filtre gereksiniminin harita üzerinde gösterimi.....	52
4.8. Temel topraklarının uniforme katsayısı (Cu) değerlerinin grafiklenmesi.....	53

4.8.1. Temel topraklarının erozyon durumları.....	54
4.9. Araştırma alanı topraklarının taban suyu durumları.....	57
4.10. Temel topraklarında SAR ve kil içeriklerine bağlı filtre gereksinimi.....	59
4.11. Temel topraklarında gerekli filtre malzemelerinin dane büyüklükleri.....	61
4.12. Vlotman'a göre zarf gereksinimi.....	63
4.13. FAO'nun dane büyüklüğü grafiği.....	65
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	74
ÖZET.....	75
SUMMARY.....	77

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASINDA YÜZEY ALTI DRENAJ SİSTEMLERİNDE TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİNDEN YARARLANILARAK ZARF MALZEMESİ GEREKİNİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet Nur BAL

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İdris BAHÇECİ

Yıl: 2007 Sayfa: 78

Bu çalışma, Harran Ovasında kurulmuş/kurulacak yüzey altı drenaj sistemlerinde zarf malzemesinin gerekli olup olmadığının belirlenmesi amacıyla, Harran ve Akçakale ilçeleri olmak üzere seçilen 40 noktada yürütülmüştür. Kapalı drenaj sistemlerinde borularda siltasyonu önlemek ve boru çevresinde uygun hidrolik koşullar sağlamak amacıyla kullanılan kum-çakıl zarf malzemeleri sistem maliyetini % 30-40 oranında arttırmaktadır. Oldukça pahalı olan bu sistemlerin etkinliğini azaltmadan, proje maliyetini azaltmak için dünyada ve ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar ve drenaj sistemleri incelendiğinde, dren döşeme derinliğindeki temel toprağının kil içeriğinin % 40'tan fazla olduğu yerlerde dren zarfına gerek duyulmadığı belirtilmektedir. Bu çalışmada, Harran Ovasında belirlenen 40 noktada, temel topraklarının 120-150 cm ve 150-180 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinde plastisite indeksi (PI), uniformite katsayısı (Cu), EC, pH, SAR, tekstür ve kireç analizleri yapılmıştır. Çalışmada, araştırma alanı topraklarının % 90'ı killi, % 5'i killi-tın, % 2.5'i siltli-kil, % 2.5'i kumlu-kil bünyeye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Kil bünyeye sahip topraklarda % 40'ın üzerinde kil içermektedirler. Plastisite indeksleri, % 10'unda siltasyona yüksek eğilim var, % 15'inde siltasyona az eğilim var, % 75'inde ise siltasyona eğilim yoktur. Uniformite katsayılarına bakıldığında, % 100'ünde erozyon tehlikesi olmadığı ortaya çıkmıştır. Sonuçlar araştırma alanı topraklarının % 70'inde zarf malzemesine gereksinimi olmadığını, % 30'unda zarf malzemesine gereksinim olduğunu göstermiştir. Bu nedenle Harran Ovasının ağır bünyeli topraklara sahip olmasından dolayı bu alanlarda siltasyon sorunu olmayacağı zarf kullanılarak sadece drenlerdeki hidrolik koşulları iyileştirmek amacıyla gerek duyulabilir.

ANAHTAR KELİMELER: Harran Ovası, Plastisite indeksi (PI), Uniformite katsayısı (Cu), Kapalı drenaj, Siltasyon

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF ENVELOPE MATERIAL REQUIREMENTS OF THE SUBSURFACE DRAINAGE SYSTEM FOR HARRAN PLAIN USING CERTAIN SOIL PROPERTIES

Mehmet Nur BAL

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İdris BAHÇECİ

Year: 2007 Page: 78

This study was conducted at fields with established/would be established with subsurface drainage system in 40 different fields at Harran and Akcakale providences in Harran Plain. In subsurface drainage system envelope materials, gravel and sand, which is used to prevent water lodging, takes about 30 to 40 % of total cost of the whole drain system. Studies conducted all over the world focuses on lowering the cost of the subsurface drainage system with no effect on system performance. Generally subsurface drainage system application and studies shows that when clay canted of the soil is about 40 % then there is no need for envelope materials. Additionally, it is suggested that base soil properties needs to be considered and then envelope material should be chosen. Because of mainly economical consideration and the familiarness of the material, gravel has been the main envelope material in subsurface drainage systems.. In this study soil samples were harvested at 40 % different point at 120-150 cm and 150-180 cm soil depth and plasticity index (PI), uniformity coefficient (Cu), EC, pH, SAR, texture and lime test were run and results concluded that 75 % of Harran soils do not need envelope material. Results indicated no need for envelope material around subsurface drainage systems at about 70 % of the tested fields but 30 % of the tested fields need envelope material. Since soils in Harran plain has high clay contents envelope material could only provide hydraulic conditions

KEY WORDS: Harran Plain, Plasticity index (PI), Uniformity coefficient (Cu), Subsurface Drainage, Salutation

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın konu seçiminde, yürütülmesinde ve değerlendirilmesindeki katkılarından dolayı danıőmanım Sayın Doç. Dr. İdris BAHÇECİ'ye, tez projesinin olgunlaőtırılmasında, yürütülmesinde yardımcı olan Harran Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerine, yazım aőamasındaki katkılarından dolayı bölüm öğretim üyelerine, çalıőmam ile ilgili toprak örneklerinin alınmasında, yardımcı olan Şanlıurfa Toprak ve Su Kaynakları Enstitüsü Su Yönetimi Bölüm Başkanı Abdullah Suat NACAR'a, tez ile ilgili analizlerin yapılmasında yardımcı olan aynı enstitünün Laboratuvar Őefi Kimya Mühendisi Mustafa SEVGİLİÖĞLU'na ve laboratuvar çalıőanlarına teşekkür ederim. Ayrıca; katkı ve desteklerinden dolayı sınıf arkadaşlarım Mehmet FIRAT, Nusret TURGUT, Faruk CEYLAN'a ve özellikle beni her zaman destekleyen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Dren zarf tasarımı ve inşasında işlem basamakları.....	22
Şekil 3.2. Zarf gereksinimini belirlemede ve tasarımılamada işlem basamakları.....	23
Şekil 3.3. Kıvam limitleri grafiği.....	27
Şekil 3.4. Tekstür üçgeni.....	33
Şekil 3.5. Cassagrande aleti.....	34
Şekil 3.6. Yüzey altı drenajında toprakların dane dağılım eğrisi.....	36
Şekil 3.7. Harran Ovası, deneme alanlarının harita üzerinde gösterimi.....	37
Şekil 4.1. Temel topraklarının kil içeriklerine göre zarf gereksinimlerini gösteren harita.....	43
Şekil 4.2. Araştırma alanının temel topraklarının bünyelerinin tekstür üçgeninde gösterimi.....	44
Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının tuzluluk durumları.....	49
Şekil 4.4. Plastisite indeksi (PI) değerlerinin harita üzerinde gösterimi.....	52
Şekil 4.5. Temel topraklarının (Cu) değerlerini gösteren grafik.....	53
Şekil 4.6. Araştırma alanı topraklarının uniformite durumlarının harita üzerinde gösterimi.....	56
Şekil 4.7. Drenlerin tıkanmasına neden olabilecek tipik tane dağılım aralıkları eğrisi.....	66
Şekil 5.1. Harran Ovasında seçilen noktalarda zarf gereksinimi.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Harran Ovası, örnek alınan noktaların koordinatları.....	13
Çizelge 3.2. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonu 24 yıllık (1979-2002) iklim verileri.....	15
Çizelge 3.3. 2001-2005 yılı Harran Ovası bitki deseni.....	18
Çizelge 3.4. Toprak özelliklerine göre zarf gerekliliği ve uygun zarf çeşidi.....	26
Çizelge 3.5. Filtre malzemesinin zerre dağılımı.....	30
Çizelge 3.6. Sulama sularının SAR oranına göre sınıflandırılması.....	35
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analizler.....	38
Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analiz sonuçları	40
Çizelge 4.3. Araştırma alanı topraklarında yapılan kimyasal analizler.....	44
Çizelge 4.4. Temel topraklarında yapılan kimyasal analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.5. Temel topraklarının plastisite indeksine göre (PI) siltasyon durumları	50
Çizelge 4.6. Araştırma alanı topraklarının erozyon durumları.....	54
Çizelge 4.7. Araştırma alanı topraklarının taban suyu durumları	57
Çizelge 4.8. Temel topraklarında SAR ve kil içeriklerine bağlı filtre gereksinimi.....	59
Çizelge 4.9. Temel topraklarında kullanılacak dane büyüklükleri.....	61
Çizelge 4.10. Vlotman'a göre zarf gereksinimi	63

1. GİRİŞ

Su bitkisel üretim için gerekli olmasına karşın, yeterinden fazla olduğunda toprak ve bitki üzerine olumsuz etkiler yapar. Tarımsal alanlardaki fazla su, niteliği ne olursa olsun, kök bölgesindeki toprağın gözeneklerini doldurup havasız bir ortam oluşturarak verimde düşmelere neden olur. Verimdeki azalmanın düzeyi, suyun toprakta kalma süresine ve suyun niteliğine bağlıdır. Bu nedenle, fazla suyun bitki kök bölgesinden uygun bir sürede uzaklaştırılması gerekmektedir. Bir sulama sisteminde, sulama yapıları kadar drenaj yapıları da son derece önemlidir.

Drenaj sistemleri, fazla suyu uygun bir sürede topraktan uzaklaştırarak hem çorak toprakların iyileştirilmesi, hem de yeni çorak alanların oluşmasının önlenmesi ile suya doymun kök bölgesinden ileri gelen verim kayıplarının önlenmesi amacıyla inşa edilirler. Söz konusu bu sistemlerde, önceleri drenaj borusu olarak kil künkler kullanılırken, plastik üretiminin yaygınlaşmasıyla plastik borular kullanılmaya başlanmıştır. Dren borusu olarak kullanılan kil künklerin birleşme yerlerindeki su giriş açıklıklarından, plastik borularda ise su giriş deliklerinden, su ile beraber borulara silt girişi nedeniyle zamanla borularda tıkanmalara rastlanılmaktadır (Bahçeci ve ark., 2001).

Drenaj 9000 yıl önce başladığında Mezopotamya'da henüz boru yoktu. Drenaj hendeklerine (Van Schilfgarde, 1979) taş, çalı gibi geçirgen malzemeler konularak drenaj yapılmıştır. En eski dren borusu yaklaşık 4 000 yıl önce Aşağı İndus ırmağı vadisinde bulunmuştur (Ami, 1987).

Tarla drenaj sistemlerinin yapımına tarihin ilk devirlerinde başlandığı tahmin edilmektedir. Herodot M.Ö. 400 yıllarında Nil vadisinde fazla suların tahliyesi amacıyla drenaj çalışmalarına başlanıldığını yazmıştır. Drenaj kanallarının geçirgen bir materyal ile doldurulmasıyla ilgili çalışmalar ilk defa 1825 yılında İngiltere'de yapılmıştır. Yine ilk defa İngiltere'de, elle yapılan toprak boruların kullanılması, drenaj çalışmalarının başlangıcı olarak görülmektedir. İşgücündeki yüksek maliyet, II. Dünya savaşıdan sonra drenaj borularının yapımını ve mekanik yollarla araziye

yerleştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu durum, drenaj borularının rasyonel olarak kullanılması için yeni bir yerleştirme tekniği ve boru materyali arama yolunu açmıştır. Bu çalışmalara toprak (kil) boruların kullanılması ve mol drenaj ile başlanılmıştır. Mol drenlerin zamanla dren borularının tıkanmalarını önlemek amacı ile kil boruların yerleştirilmesi de denenmiştir (Stuyt ve ark., 2000).

Hollanda'da ise drenaj sistemlerinin kullanımının tekrar 1544 yılında yeniden ortaya çıkmasıyla, Hollandalı mühendisler drenajlar ve dykçılar olarak anılmışlardır. Drenajın dünyadaki gelişme aşamalarına bakıldığında ise, ilk kil künklerin 1835'te ABD'de döşenmesi, püskürük taşlardan ilk boruların 1840'ta İngiltere'de yapılması, ilk düz plastik boruların 1959'da Hollanda'da kullanılması, kum ve çimentodan yapılan ilk dren borusunun 1862'de ABD'de yapılması ve ilk trençer (hendek kazıcı) makinasının 1880'de ABD'de, ilk esnek boruların 1963'te Almanya'da kullanılması, ilk takviyeli boruların 1965'te ABD'de yapılması, ilk dren pulluğunun 1969'da ABD'de kullanılması ve ilk standart PE drenaj borusu 1974'de drenaj sistemlerinde kullanılması drenajda belirli aşamalar olarak sayılabilir (Stuyt ve ark., 2000).

Dünyada yaklaşık 250-270 milyon hektar (mha) alana ulaşan sulu tarım alanlarında ve diğer yağışlı bölgelerdeki yüzey altı drenaj sistemlerinde yapılan araştırmalar sonucunda neredeyse hemen her yerde sediment sorununun ortaya çıktığı görülmüştür. Dolayısıyla mühendisler drenlere sediment girişini önlemek için bir çok koruma yöntemi uygulamaktadırlar. Drenlerin sedimentle tıkanmasını önlemek amacıyla bugüne kadar, üst toprak, sap (mısır sapı, buğday sapı), saman, kumaş, deri, odun talaşı, kum-çakıl gibi malzemelerle drenlerin etrafları sarılmıştır (Vlotman, 1998).

Dren borularının toprak altına döşenmesinde, makinaların kullanılmasıyla eşzamanlı bir şekilde, kum ve çakıla alternatif olarak, organik (çeşitli bitkisel lifler) ve sentetik yapıda (petrol türevleri) olmak üzere iki ana grupta çeşitli zarf malzemelerinin kullanımı ortaya çıkmıştır (Güngör, 1972).

Oluklu plastik dren borularına sediment girişini önlemek için kum-çakıl, ön sarımlı organik lifler, sentetik lifler, sentetik kumaşlar yaygın olarak kullanılan zarf materyalleri olmuştur. Drenajda kullanılan gözenekli sentetik materyallerin bir çoğu, dren zarfı olarak tasarlanmıştır. Son yıllarda oluklu plastik boruların etrafı,

döşenecekleri alanın toprak özelliklerine göre seçilen zarf malzemeleri ile sarılarak kullanıma hazır bir şekilde satılmaktadır (Güngör, 1972).

Anılan bu malzemelerin taşınması, kullanılması, teminindeki devamlılık ve kolaylık ile malzemenin bir örneği, inşaat sektöründe de bazı talepleri gündeme getirmiştir. Bu nedenle, şimdiye kadar bu tip malzemelerin kullanılmadan önce, ince taneciklerin dren borularına girmesini engellemedeki başarısı, gerek tarla ve gerekse laboratuvarlarda denenmiştir. Elde edilen sonuçlar oldukça başarılı olmasına karşın, kesin ve ayrıntılı sonuçlar elde edebilmek için arazi denemelerinin uzun yıllar sürdürülmesi gerekmektedir. Ayrıca, laboratuvarlarda da oldukça ekstrem koşullar altında kısa süreli denemeler de ele alınmalıdır (Dieleman ve ark., 1986).

Geleneksel zarfların tasarımı büyük bir problem değildir. Granüle zarflar için ölçütler Willardson (1974), Terzaghi ve ark. (1961), tarafından geliştirilmiştir. Bu zarflar, granüle materyal, kırma taş, kaba organik materyallerden oluşmaktadır. Çoğu yerde granüle materyalinin bulunmaması, ayrıca tasarımlarının ve elle döşenmesinin de zor olmasından dolayı bu işlem pahalıya mal olabilmektedir. Bu nedenle yeni seçeneklerin araştırılması gündeme gelmiştir. Alternatif zarflar, organik lifler ve bitki kalıntıları, kum-çakılın pahalı olduğu yerlerde peat (organik materyal) zarfların kullanılmasının da başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Bazı topraklarda dren borusu içine toprağın silt girmesini engellemek için önlem almak gerekir. Suyun taşıyıcı gücü toprakları deliklerden boru içine taşımaktadır. Ancak, bu işlem tamamı ile önlenemez, fakat yavaşlatılabilir. İyi bir dren zarfı sediment girişini sınırlar, boru çevresinde iyi bir hidrolik geçirgenlik ve strüktürel stabilite sağlar. Böylece zamanla tıkanma azalabilir (Güngör, 1972).

Yapılmış olan çalışmalarda, temel toprağın kil içeriğinin % 40'dan fazla olması durumunda dren zarfına gerek duyulmadığı bildirilmektedir (Vlotman, 1998). Harran Ovasının toprak bünyesi incelendiğinde toprakların büyük oranda killi bir bünyeye sahip olduğu dikkate alınır, ovada döşenecek olan drenaj sistemlerinde, zarf malzemesine gereksinim olup olmadığı tartışması ortaya çıkmaktadır.

Harran Ovasında 40 000 - 50 000 ha alanda döşenmesi planlanan drenaj sistemleri için gerekli olan zarf materyali olarak kum-çakıl kullanılması halinde

gerekli materyal Fırat Nehri havzasından yani Birecik veya Adıyaman'dan yaklaşık 100 - 120 km uzaktan taşınacak olan bu materyal drenaj sisteminin maliyetini % 30-40 oranında arttıracaktır.

Oldukça pahalı olan drenaj sistemlerinin (2 500 YTL/ha) etkinliğini azaltmadan proje maliyetini azaltmak için ülkemizde ve dünyada birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar ağır killi topraklarda zarfa gereksinimin olmadığını göstermiştir. Bu çalışma ile Harran Ovasında dren zarfı gerekliliği olan veya olmayan alanların belirlenmesine çalışılmıştır. Drenaj için yapılacak olan toprak incelemelerine ek olarak, yapılacak basit temel toprak incelemeleri ile kil oranı yüksek topraklarda zarfsız drenaj döşenmesi halinde yatırım maliyeti azalacak ve böylece aynı maliyetle % 30-40 oranında daha fazla alana yatırım yapılabilinecektir.

Belirtilen nedenlerle Harran Ovasında inşaatına başlanan binlerce hektarlık alanda kil içeriği çok yüksek olan topraklarda ayrıntılı bir inceleme ile belki de filtre materyaline gerek olmayacağı ortaya çıkacaktır. Böylelikle dren borularını zarf malzemesi kullanmadan döşeyebilme olanağı doğabilecektir.

Bu çalışma, Harran Ovasında olası dren derinliklerinden alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre, yüzey altı drenaj sistemlerinde, zarf gerekliliğinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada ve ülkemizde kapalı drenaj sistemlerinde zarf malzemesi ve siltasyon konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır.

2.1. Siltasyon konusunda yapılan çalışmalar

Luthin (1957), drenleri siltasyon sonrası çeşitli yöntemlerle çalışır duruma getirmek için yapılan giderlerin önemine değinerek projede öngörülen zarf malzemesine dikkat etmek gerektiğini belirtmiştir.

Siltasyonu önlemede, kuramsal olarak zarf materyalinin hidrolik geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü etkindir. Hidrolik gradient büyük olduğu oranda hidrolik geçirgenlik artma eğilimi gösterir. Oluşan kuvvet toprak parçacıklarını yerinden söküp taşımaya çalışır. Yani, hidrolik geçirgenlik ne kadar büyük olursa daha fazla parçacık, zarf üzerine oradan da dren borusuna taşınır. Bu taşınım killi topraklarda en az, siltli topraklarda ise en fazladır. Bu nedenle, özellikle siltli toprakların drenajında, hidrolik geçirgenliği yüksek olan kum-çakıl malzeme yerine, hidrolik geçirgenliği daha düşük olan sentetik zarf materyalleri önerilmektedir. Nitekim yapılan birçok çalışmada, sentetik zarf materyallerinin su iletkenliği, kum çakıla göre daha az bulunmuştur. Ancak buna karşın, alta geçen katı parçacık miktarları da oldukça az olmuştur (Luthin ve ark., 1963).

Dren künklerin arasındaki açıklıkların drenlerdeki olan akışa önemli bir etkisi olmamaktadır. Bununla birlikte bitişme aralıklarının geniş olması zayıf yapılı topraklarda, borularda silt birikim yoluyla tıkanmalar ortaya çıkarmakta, bu nedenle geniş açıklıklar istenmemektedir (De Boer, 1965).

Cavelaars (1974)'e göre, kapalı tarla drenlerindeki tıkanıklık siltasyon, Fe^{+++} bileşimleri ve bitki kökleri nedeniyle olmaktadır.

Diericks (1978)'e göre, drenlerin çevresine konulan granüle malzemenin borularda tıkanma tehlikesini azaltmasına karşın, bazı ekstrem koşullarda silt girişine engel olamamaktadır.

Irwin ve ark. (1978), Kanada'nın çeşitli eyaletlerinde kapalı dren uygulanan alanlarda, siltasyon sorunu gösteren toprakları, mekanik analiz sonuçlarına göre gruplamaya çalışmışlardır.

Zaslavsky (1978), zarf malzemesinin arkasında tutulması gereken toprak zerrecilerinin, dren borusuna girebileceğini ve orada tıkanma meydana gelebileceğini, siltasyon yönünden sorunlu topraklarda dren içine çeşitli toprak tanelerinin girişinin, dren çevresine konulan malzemeyle önlenmesinin çok önemli olduğunu belirtmiştir.

Zuidema ve ark. (1978), drenlerdeki siltasyon nedeniyle ortaya çıkan tıkanıklıkların temizlenmesinde iki yöntem önermektedirler. Bunlardan birincisi drenlerde akış olurken drenlerin fırçalanma ile temizleme, diğeri 12-20 atm'lik basınçlı su uygulamasıdır.

Doğan ve ark. (1985), yaptıkları bir çalışmada Tarsus ovasında siltasyonun nedeninin çiftçi uygulamalarındaki hatalardan kaynaklandığını, silt bacalarının içine yabancı maddeler atıldığını ve ayrıca silt bacaları kırılarak, yüzey sularının bu bacalar içine akıtıldığını ve siltasyona sebep olduklarını belirlemişlerdir.

Ülkemizde kapalı drenler yaygın bir şekilde siltasyon ve bitki kökleriyle tıkanmaya maruz kalmaktadır. Kumova ve ark. (1986), Aşağı Seyhan ovasında yaptıkları bir çalışmada, 8 yıllık tarla içi kapalı drenlerinde siltasyon durumunu incelemişlerdir. Buna göre; 50 mm PVC boru+kum-çakıl konuda 710 gr/m, 100 mm PVC boru +kum-çakıl konuda 920 gr/m, 160 mm PVC boru+kum-çakıl konuda 1460 gr/m, 160 mm kil boru+kum-çakıl konuda 100 gr/m silt birikimini belirlemişlerdir. Buna göre; siltasyon yönünden konular kıyaslandığında 160 mm kil borularda hemen hemen siltasyon görülmezken plastik bükülebilir borular içeren konular kil boru içeren konulara oranla çok daha fazla siltasyona maruz kaldıkları belirlenmiştir. Bükülebilir plastik borularda daha fazla siltasyon görülmesinin nedeni suyun kil boruların içine sadece riberoitle sarılı olan birleşme noktalarından, plastik boruların içine ise boru boyunca üniform bir şekilde dağılmış olan deliklerde girişi ile aynı eğimli olarak inşa edilmesi durumunda pürüzlülüğün plastik boruda daha fazla olması nedeniyle su akış hızının düşük oluşudur.

Tarla içi kapalı drenlerdeki siltasyon (çökeltme) kimyasal bir nedenden daha çok fiziksel nedenlerle oluşmaktadır. Siltasyon (çökeltme) kil ve PVC dren borularında yaygınlıkla oluşmaktadır. Dren çıkışlarının su altında kalması ise borular

içinde kaba materyalin (kum ve ince kum) birikimini hızlandırmak suretiyle kimyasal ve biyolojik çökelmelere neden olmaktadır. Drenlerdeki çökelmeleri engellemenin en etkin yolu drenlerin bol su ile hızlı olarak yıkanmasıdır. Bu yıkama, birinci yıldan başlayarak sık sık tekrar edilmelidir (Eggelsmann, 1987).

Borulu drenajda akım engellemeleri genellikle kumlanma, siltasyon, kimyasal ve biyolojik çökeltme, bitki köklerinin boru içine girmesi, filtrenin işlevini yapamaz hale gelmesi, drenaj kanalları içine sıkışmış dolgu toprağı birikmesi (çok ıslak ortamlarda), münferit boruların uygunsuz döşenmesi gibi nedenlere bağlı olmaktadır (Eggelsmann, 1987).

Kimyasal ve biyolojik çökelmeye maruz kalmış drenaj tesisleri iki yöntemle yıkanabilirler. Bunlardan birincisi 3000 L hacminde 2 atm basınçla çalışan vakum fırçalarıdır. İkinci yöntem yüksek basınçla yıkamadır (Eggelsmann, 1987).

Gemalmaz (1993), ince silt ve kil gibi küçük toprak taneciklerinin çekici özelliklerinin kararlılıklarını arttırdığını, onun için killi toprakların doğal olarak kararlı olduklarını, bu tip topraklarda genellikle zarfa gerek duyulmayacağını belirtmiştir. Filtre gereksinimi bakımından ise toprakların üç gruba ayrıldığını 3. grupta ender durumlar dışında filtreye gerek duyulmadığını bildirmiştir. Ülkemizde bugüne kadar kapalı/yüzeyaltı drenaj sistemlerinin çoğunda dren zarfı olarak kum-çakıl kullanılmıştır. Malzeme ocaklarının proje alanına uzaklığına bağlı olarak kum-çakıl materyalin temin edilmesi, taşınması, döşenmesi, proje maliyetinin % 20-40'ını kapsamaktadır. Bu nedenle, oldukça pahalı bir materyal haline gelen kum-çakıl yerine, başka bir materyalin kullanılması veya uygun toprak koşullarında hiç kullanılmaması gibi proje maliyetini etkileyecek seçeneklerin tartışılması gerekmektedir. Anılan nedenlerden ötürü, dünyada ve ülkemizde yapılan araştırmaları ve deneyimleri, yatırımcı birimlerle, projelendirme ve uygulamada karar vericilerin yararlanmasına sunmak amacıyla ele alınmıştır.

Vlotman (1998), yaptığı çalışmada dünyadaki uygulamaları gözden geçirmiş ve toprak bünyesi ile zarf gerekliliği arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırmacı bu çalışmada, zarf gerekliliğine karar vermede en önemli faktörün temel toprağın bünyesi olduğunu ve toprakların bünyesindeki kil oranının belli bir düzeyin üstüne çıkmasıyla, filtreleme amacıyla zarfa gereksinim duyulmadığını belirtmiştir. Anılan çalışmaya göre, temel toprağın % 40 ve daha fazla kil içermesi durumunda zarf

kullanmaya gerek olmadığı, eğer toprak % 30-40 kil içeriyorsa, bu durumda toprağın diğer özelliklerine bakarak karar verilmesi gerektiğine işaret etmiştir. Ancak, ince sedimentleri boru dışında tutmak için bir zarfa gereksinim olmadığında bile, belli koşullar için hala bir zarf gereksinimi olabilir. Hidrolik gereksinimler ve yerleştirme koşulları zarf kullanımını gerekli kılabilir. Çoğu durumlarda, hidrolik, mekanik ve yataklama işlevleri ölçüt olarak göz önüne alınır.

2.2. Zarf malzemelerinin çeşitliliği, etkinliği

Açılan dren kanallarına döşenen kil künk borulara doğru akışlar, kil künklerin bitişme aralığından girerek dren çıkışına ulaşmaktadır. Bireysel künkler arasındaki bitişme aralığı bir çok ülkede farklı uygulamalar göstermektedir. Bu aralık, Amerika Birleşik Devletlerinde 3-6 mm, Kanada, İngiltere, İsviçre, Hollanda ve Finlandiya da 3-8 mm kadardır. Danimarka ve İsveç'te ise oldukça geniş tutulmaktadır (Juusela, 1958).

Plastik dren borularının delik genişliği ve birim uzunluktaki delik alanları toplamının suyun giriş drenine olan etkilerinin incelendiği çalışmada (Cavelaars, 1965) deliklerin genişliği ve buna bağlı olarak delik alanlarının artışı ile direnç değerleri azalmıştır.

Oğuzer (1966), tarafından yapılan yeni dren filtre maddelerinin etkileri üzerine yöntem karşılaştırmasında; çalışmalar tarla ve laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Filtre maddesi olarak altı ayrı malzeme seçilmiş olup bunlardan sadece torf doğal materyal olup diğerleri sentetik materyallerden oluşmuştur. Araştırmacı, kil künkler ve plastik borular kullanarak yaptığı denemeler sonucunda, cam yaygısının, kil künkler ile kumlu toprakta, PVC borular ile kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varmıştır. Cam pamuğunun ise kalınlığı 3 cm'den az olmamak koşulu ile her çeşit toprakta ve her çeşit boru ile filtre materyali olarak kullanılabileceğini belirlemiştir.

Wesseling ve ark. (1967), değişik filtrelerle kum tankında yaptığı denemelerden elde ettiği sonuçlara göre, dren borusunun etkinliğinin artırılması için geniş çaplı ve fazla delikli boru kullanılması yerine, zarf kalınlığının artırılmasını önermişlerdir. Araştırmacılar, böylece giriş dreninin düşürüleceği ve az masrafla daha etkili sonuç alınabileceğini belirtmişlerdir.

Widmoser (1968), dren borusuna giren suya karşı borunun direncinin düşürülmesi ve dren etkili yarıçapının artırılmasıyla ilgili kum tankında yaptığı çalışmalarda, çok ince tabaka halinde bir zarf malzemesinin bile dikkate değer olumlu bir etki yaptığını belirtmiştir.

Drenajda kullanılan filtre malzemelerinin seçiminde kullanılacak ölçütler konusunda Belçika'da Beyce (1969), tarla drenajı açısından konuyu inceleyerek uygun hidrolik iletkenlik verecek filtre ölçütünü toprak zerrelere % 15'inin çapının 5 katının, filtre zerrelere % 85'inin çapından küçük olması gerektiğini belirtmiştir.

Pürüzsüz düz borular ile esnek kıvrımlı boruların suyu boşaltma etkinliği ile ilgili olarak yapılan model çalışmasına göre kıvrımlı borular içine akışın düzgün borulardaki akışa oranla daha iyi olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç, boru yüzeyi üzerindeki deliklerin dağılımına belki de kıvrımlar yüzünden boru etrafında daha yüksek bir permeabilite (geçirgenlik) oluşmasına neden olması şeklinde yorumlanmıştır (Meyer, 1969).

Drenaj standartlarında iyi bir filtre malzemesi seçmeden önce drenaj yapılacak ana toprağın mekanik analizle dane dağılım eğrilerinin çıkarılması ve belli bir ana toprakta kullanılacak filtre malzemesi için limitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Buna göre ana toprağın % 50 zerre büyüklüğünün 12 ve 58 ile çarpılarak, filtre malzemesinin % 50 zerre büyüklüğü sınırları, ana toprağın % 15 zerre büyüklüğü 12 ve 40 ile çarpılarak, filtre malzemesinin % 15 zerre büyüklüğünün sınırları bulunur. Genel olarak filtre malzemesinin zerre büyüklüğü dağılım eğrisi, aşağı-yukarı ana toprak zerre büyüklüğü dağılım eğrisine paralel olmalıdır. Filtre malzemesinin maksimum zerre büyüklüğü 4 cm'den büyük olmamalı ve 200 nolu elekten geçen kısmı da % 5'den fazla olmamalıdır. Hava ve su tarafından ayrışma uğramamış içinde organik ve yabancı madde bulunmayan sert ve temiz kum-çakıl karışmış aynı zamanda arzu edilen zerre dağılımına sahipse filtre malzemesi olarak kullanılabilir (TOPRAKSU, 1969).

Winger ve ark. (1971), ölçütlerin bir çoğunun tarımsal kullanım açısından çok kısıtlayıcı olduğunu, filtre maliyetini düşürmek ve mevcut filtre varlığını arttırmak için filtrenin zerre dağılımında en geniş sınırları kabul eden bir alternatifini önererek,

en büyük zerre çapının 38 mm ve en küçük zerre çapının 0.3 mm (50 mesh) olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Güngör (1972), plastik drenaj borularında farklı delik büyüklüğü ve çeşitli filtre materyalinin, sedimentasyon ve su akımına etkisinin araştırılması amacıyla endüstri yapımı filtreler ile kum-çakıl filtre kullanma koşulunda 10-15-20 cm²/m delik alanının su yükü altında durumunu incelemiştir. Araştırmacı filtre materyali olarak kullanılan torfun, cam pamuğuna oranla etkinliğini kaybetmeden uzun süre filtrasyon işlemini gerçekleştirdiğini, su iletkenliğinin azalmadığını belirtmiştir. Çalışmada delik alanı 20 cm²/m olan plaktan oluşan akım miktarı, diğer delik alanlarına göre bütün filtrelerde fazla olmuş, cam pamuğu filtre materyali ve 15 cm²/m delik alanı kullanıldığında spiral borunun düz boruya göre daha üstün olduğu bulunmuştur.

Akım miktarı, toprak üzerinde su yükünün artmasıyla doğru orantılı olarak artmış, özellikle spiral boruda büyük deliklerdeki akımın pek fazla artmadığı görülmüştür. Kullanılan materyallerden yalnız kum-çakılın bulunduğu deneme ile filtersiz denemede sedimentasyonun tespit edilmiş olması, drenajda endüstri yapımı filtre materyalinin kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Hollanda ve Almanya'da gelişmiş, stabil yapıda kil ve tınlı topraklarda düz plastik dren borularına açılan, boru eksenine paralel deliklerdeki genişliğin 2 mm olması gerektiği saptanmıştır. Boru üzerinde açılan delikler boru çevresinde bulunan materyalle tıkanmakta, deliklerin geniş olması durumunda ise suyun boru içindeki akışı siltasyon yoluyla engellenmektedir (Van Someren, 1972).

İngiltere'de drenlerin döşenmesi sırasında zarf malzemesinden kazanım sağlayabilmek amacıyla, uygulamada hesaplanandan daha büyük çaplı kil künk dren borusu önerilmektedir. Bu yolla, az zarf malzemesi kullanımının ortaya çıkacağı ileri sürülmektedir. Bu suretle boru içinde daha yüksek siltasyona bir miktar yer ayrılmakta, aynı zamanda drenlerin döşenmesinde önüne geçilemeyen eğim hatalarının etkisi azaltılmış olmaktadır (Van Someren, 1972).

Ülkemizde sert PVC plastik borular, plastik içme suyu boruları, sert PVC su boruları ve polietilen (PE) borular için, Türk Standartlar Enstitüsü uyulması zorunlu standartlar hazırlamıştır (TSE, 1976). Buna karşılık drenajda kullanılan düz ve

kıvrımlı plastik borular için henüz standartlar geliştirilmemiştir. Kapalı tarla drenlerinde, ülkemizde 1977 yılından sonra çeşitli proje alanlarında bükülebilir plastik borular kullanılmaya başlanılmıştır. Bükülebilir plastik boruların yapımında DIN 1187 standardına uyulmaktadır.

ABD Tarım Bakanlığı Toprak Muhafaza Servisi (1971), standartlarına göre yapılan sınıflandırmalarda ise bütün filtre-zarf malzemesinin 38 mm'lik elekten geçmesi, % 90'ının ise 20 mm'lik elekten geçmesi gerektiği belirtilmiş, filtrede izin verilebilir en küçük zerrelere ölçüsü olarak da 250 mikron (0.0098 inches), 60 mesh elekten geçme miktarı en fazla % 10 olmalıdır. Sözü geçen ölçütlerden birinin diğerine üstünlüğünü belirtmek gerçekte farklılıkların çok büyük olmaması nedeniyle olası değildir. Ekonomik olarak belki de en iyisi, tabii olarak bulunan mevcut materyali istenen sınırlar arasına düşecek şekilde eleklerden geçirmek olacaktır (FAO, 1976).

Laboratuar koşullarında yürütülen bir model çalışmasının arazide yapılacak testlere göre daha hızlı ve ucuz olması nedeniyle yüzey altı drenaj sistemlerinde kullanılacak jeotekstillere ıslanabilirlik, geçirgenlik ve siltasyona engel olma yetenekleri gibi özellikleri belirlenebilmektedir (Eggelsmann, 1987).

Robert ve ark. (1987), laboratuarda yatay kum tankında ince kumlu tınlı bir toprakta her bir halka üzerinde çeşitli sayıda delik bulduran borularla ve jeotekstillere kullanarak yaptıkları çalışmada en büyük deşarj oranını jeotekstillere kullanıldığı borulardan elde ettiklerini ve yine bu borularda en az siltasyonun olduğunu bildirmişlerdir.

Dren etrafına döşenen filtre materyalinin dren borusuna su girişini kolaylaştırıcı etkisi ve toprak tekstürüne bağlı olarak döşenen filtrelerin geçirgenliklerinin en az ne olacağı konusunda yapılan çalışmalara göre, tınlı kum toprak tekstüründe döşenecek filtrenin sahip olması gerektiği en az hidrolik iletkenlik değeri 22 m/gün, kumlu tın tekstürde 15 m/gün, tınlı toprak tekstüründe 9 m/gün, siltli tında 6 m/gün ve killi tında 6 m/gün olarak bulunmuştur (Diericks, 1996).

Filtreleme işlevi geçici olabilir. Söz konusu bu geçici süre bozulmuş toprağın kararlı hale gelmesi için geçecek yeterli süredir. Hollanda'da bu amaçla organik zarflar başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi, zarf malzemelerinin filtreleme işlevinin geçici olabilmesi nedeniyle, uygun toprak ve

döşeme koşullarında veya boru çevresinde uygun hidrolik koşullar sağlandığında, zarf kullanılmadan dren boruları döşenebilir. Granüle, organik ve sentetik dren zarflarının hepsi bütün sedimenti drenaj suyundan uzak tutmak üzere tasarlanmazlar, tasarlanmamalıdır (Vlotman, 1998).

Mavi (2000), tarafından Samsun-Çarşamba Ovası koşullarında yapılan tarla denemesinde zarf malzemesi olarak iki çeşit jeotekstil ile kum-çakıl ve kaplamasız dren borusunu konu alan çalışmanın sonucunda, jeotekstillerin siltasyonu diğer iki malzemeye göre daha başarılı bir şekilde önlediğini belirlemiştir.

Bahçeci ve ark. (2001), drenaj için yapılan toprak incelemelerine ek olarak yapılacak basit bir zemin toprağı incelemesi ile kil oranı yüksek topraklarda uygulanan drenaj projelerinde filtresiz drenajla yatırım maliyeti azalacak, böylece aynı para ile % 30-40 daha fazla alana yatırım yapılabileceğini ve Çukurova, Konya, Menemen Ovalarında inşaatı tamamlanan ve Harran Ovasında inşaatına başlanan binlerce hektarlık kil içeriği çok yüksek olan topraklarda ayrıntılı bir inceleme ile belki de filtre materyaline gerek olmayabileceğini belirtmiştir.

Bir drenin zarf gereksinimi, öncelikle drenaj sisteminin planlandığı bölgenin toprak özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle bir bölgede kazanılan deneyimlerin diğer bir bölgede kullanımına ilişkin uygulamalara pek rastlanılmamaktadır (Bahçeci, 2003).

2.3. Siltasyonun yıkanma ve temizlenmesi

Drenaj borularının temizlenmesinde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi yüksek basınçlı yıkamadır. Pompanın geliştirdiği basınç 80-100 atm'dir. Hortum su jetinin geri itmesiyle boru içerisinde hareket etmektedir. Düşük basınçlı sistemde ise pompanın geliştirdiği basınç yaklaşık 20 atm'dir. Hortum dren içine el yardımıyla sokulmaktadır. Her iki yıkama uygulamasında 350 m boyundaki drenler temizlenmektedir (Cavelaars, 1974).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma yeri, Şanlıurfa ilinin Harran ve Akçakale ilçelerinde Harran Ovasının yüzey altı drenaj sistemlerinin gelecekte döneceği alanlar olarak seçilmiştir. Araştırma alanı olarak Harran Ovasında 40 nokta belirlenmiş ve bu noktalardan toprak örnekleri alınmıştır. Örnekleme noktalarının koordinatları ve yükseklikleri GPS aleti kullanılarak Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Harran Ovası, örnek alınan noktaların koordinatları

Örnek No	Koordinatlar		Yükseklik (m)
	X (m)	Y (m)	
1	0506138	04079660	355
2	0506646	04079393	356
3	0507142	04078581	358
4	0505713	04078317	358
5	0505741	04078888	358
6	0505708	04079524	357
7	0504885	04079939	356
8	0507170	04081296	360
9	05044739	04078994	356
10	0505144	04079175	355
11	0504734	04079708	357
12	0504446	04078448	352
13	0500737	04075370	356

Çizelge 3.1 (Devam)

14	0501002	04076331	357
15	0505464	04077670	353
16	0502187	04083941	369
17	0494148	04093325	378
18	0494708	04074643	363
19	0494708	04074643	363
20	0493102	04084345	370
21	0492387	04084152	371
22	0492012	04087354	374
23	0499448	04064284	351
24	0499511	04064664	346
25	0500831	04065616	356
26	0500230	04066668	345
27	0500122	04066096	343
28	0498553	04065956	342
29	0499353	04064797	342
30	0500808	04066998	347
31	0501767	04067628	344
32	0501198	04068017	347
33	0502064	04068676	354
34	0501429	04069397	344
35	0500598	04068782	351
36	0499942	04067726	345
37	0498864	04066659	358
38	0499224	04067188	352
39	0498364	04067215	335
40	0498227	04068090	348

3.1.2. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Harran Ovası, Güneydoğu Anadolu iklim bölgesine dahil olmakla beraber, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları, sıcak ve kurak kışları ise ılık soğuk olan bir iklim özelliği göstermektedir. Güneyden-kuzeye ve batıdan-doğuya gidildikçe yağış miktarları artmaktadır.

Harran Ovasında, yıllık ortalama yağış 365.2 mm, yıllık ortalama sıcaklık 17.2 °C ve yıllık açık su yüzeyinden buharlaşma 1 848.8 mm'dir (Çizelge 3.2). Bu verilere göre en soğuk ayda ortalama sıcaklık 5 °C, en sıcak ayda ortalama 31 °C'dir. Şimdiye dek görülen en düşük ve en yüksek sıcaklıklar -12 °C ve +47 °C olmuştur. Sıcaklığın 30 °C'nin üstüne çıktığı günlerin ortalama sayısı 236, sıfırın altına düştüğü ortalama günlerin sayısı 125'dir (KHGM, 2003). Yağışların mevsimlere göre dağılımı, kışın % 56, ilkbaharda % 30, sonbaharda % 13 ve yazın ise % 1 şeklindedir. Yağışlı günlerin sayısı ortalama 70 gün, karla örtülü günlerin sayısı 3'tür. Yıllık ortalama oransal nem % 51'dir.

Çizelge 3.2. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonu 24 yıllık (1979 -2002) iklim verileri (KHGM, 2003)

İklim Verileri	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Yağış (mm)	65	63	59	27	23	3	0.1	0.5	0.5	19	42	61	365
Sıcaklık (°C)	5	6	10	15	22	28	31	30	25	18	10	6	17
Max. Sıcaklık (°C)	20	26	27	35	43	45	47	47	44	39	31	23	47
Min. Sıcaklık (°C)	-10	-14	-12	-3	1	9	11	9	4	-1	-7	-17	-17
Oransal Nem (%)	69	64	58	58	42	33	34	40	38	45	60	72	51
Buharlaşma (mm)	-	-	52	116	199	314	376	337	249	151	51	-	1848
Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	2	2	2	1.6	1.9	2	2.3	2	1.5	1	1	1	1.6

Toprak taksonomisine göre, Harran Ovasının kuzeybatı ve güneyinde yer alan Şanlıurfa Akçakale ilçesinin Suriye sınırına yakın kısımlarında toprak nem rejimi aridic, diğer kısımlar xeric'tir. Toprak sıcaklık rejimleri ise termiktir (Soil Survey Staff, 1999).

3.1.3. Araştırma alanının topoğrafyası

Harran Ovası, topoğrafik bakımdan oldukça homojen bir durum gösterir. Yanlış kuzeyde Urfa-Germuş dağları ve Suriye dağları, batıda Fatik dağları, doğuda Tektek dağları özellikle kuzey kısımlarında oluşturdukları girinti çıkıntılarla arazinin parçalanmasına neden olur. Harran Ovası genel olarak düz ve düze yakın genel eğim kuzeyden güneye doğrudur. Ovanın ortalama yüksekliği 350-500 m arasında değişmekle birlikte kuzeye doğru bu yükseklik artmaktadır (Anonim, 2003).

3.1.4. Araştırma alanının jeolojik yapısı

Harran Ovası, jeolojik bakımdan genellikle pleyistosen-holosen alüviyallerinden oluşmuştur. Ovanın Doğu-Batı ve Kuzey yönlerinde miyosen-holosen oluşumları yer almaktadır. Bu yapısının bazı bölümlerinde aşınmış tepecikler bulunmaktadır. Ovada eosen, oligo-miyosen, alt miyosen, neojen, pleistosen-eski alüviyon, holosen yeni alüviyon ve bazalt birimleri yaygın olarak bulunmaktadır (Anonim, 2003).

3.1.5. Araştırma alanının toprak özellikleri

Harran Ovası'nda, sulanan alanların çok önemli bir kısmı düz topografyada yer alıp ve bitki gelişimi için yeterli derinliğe sahiptir. Toprakta organik maddenin azlığı ve yüksek kil miktarı, toprak işleme, tohum yatağı hazırlama ve sulama işlemlerinde verimi etkileyici bazı problemlere neden olmaktadır. Ovanın güney bölümünde kısmen de olsa taban suyu ve tuzluluk sorunları bulunmaktadır (Bahçeci ve ark., 2005).

3.1.6. Bölgenin su kaynakları

Ovanın bir bölümü yer altı suyundan pompaj yardımıyla sulanmakta, büyük bir bölümü ise Şanlıurfa Tünelleri yardımı ile Ovaya aktarılan Fırat nehri suyu ile

sulanmaktadır. GAP'ın en büyük kilit yapılarından biri olan Şanlıurfa Tünelleri yaklaşık 358 000 ha yerçekimi ile ve 118 000 ha pompajla olmak üzere 475 000 ha araziye sulayacak kapasiteye sahiptir. Sistem, her biri 7.62 m çapında ve 26.4 km uzunluğunda iki adet dairesel kesitli beton kaplı tünelden oluşur. Tünellerin toplam uzunluğu, ulaşım ve bağlantı tünelleri dahil 57.8 km'dir (Anonim, 1993).

Harran Ovasına iki ayrı ana kanal yardımıyla su iletilmektedir. Birincisi; Şanlıurfa ana kanalı yaklaşık 50 000 hektarlık, ikincisi; Harran ana kanalı ile yaklaşık 100 000 hektarlık arazi cazibe ile sulanmaktadır. Bu iki kanalın sulayacağı arazi, 'Yukarı Mezopotamya' olarak bilinen bölgenin en verimli kısmıdır. Şanlıurfa ve Harran ana kanalları sırasıyla 38 753 m³/s ve 80 336 m³/s debileriyle Atatürk barajından 412 hm³/yıl ve 871 hm³/yıl olmak üzere toplam 1 283 hm³/yıl su çevirmektedir. Yeni modüllerle bölgenin su ihtiyacı 1 697 hm³/yıl'dır. Aradaki 414 hm³/yıl hacim su açığı yer altı suyu ve kontrol edilebilen dönen sulardan karşılanacağı varsayılmıştır. Söz konusu suyun 414 hm³/yıl, yaklaşık 124 hm³/yıl kısmı ovanın ortasındaki ana tahliye kanalındaki geri dönüş kanalları yardımıyla bu sular tekrar sulamaya kazandırılacak ve geriye kalan yaklaşık 290 hm³/yıllık kısmı ovadaki mevcut yer altı su kaynaklarından sağlanması düşünülmektedir (Anonim, 2003).

3.1.7. Bölgenin mevcut ürün deseni

Harran ovası 2002 yılı itibariyle, Harran ana kanalı 81 994 hektar, Şanlıurfa ana kanalı 48 723 hektar olmak üzere toplam 130 719 hektarlık bir alan sulamaya açılmıştır. Ovanın bitki deseni, % 85-87'si pamuk, % 11-13'ü hububat geriye kalan % 1-2'si ise diğer ürünler arasında değişmektedir (Anonim, 2003). 2001-2002 yılında gerçekleşen bitki deseni aşağıda Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. 2001-2005 yılı Harran Ovası bitki deseni (Anonim, 2003)

Bitki Deseni	Yıllar				
	2001	2002	2003	2004	2005
Pamuk	% 85	% 87	% 85	% 89	% 85
Hububat	% 13	% 11	% 19	% 11	% 13
Mısır (II. Ürün)	% 1	% 1	%0.5	% 1	% 3
Sebze ve Diğerleri	% 1	% 1	% 1	% 2	% 3

3.1.8. Harran ovasının taban suyu durumu

Harran Ovasında yapılan drenaj etütleri sonuçlarına göre, taban suyu problemi olan sahalar Harran ve Akçakale ilçeleri arasında uzanan kesimde yer almaktadır. Bu kesimde topoğrafik yapı çanak görünümünü andırmaktadır. Doğu, batı ve kuzeyden gelen yüzey akışları bu kesimde toplanarak birikmekte tahliye olanakların da kısıtlı olması nedeniyle taban suyu oluşumu hızla artmaktadır. Özellikle, Öncül ve Garp Arıcan köyleri ile Suriye sınırı arasında kalan arazilerde 1997 yılından itibaren yapılan taban suyu rasat verilerine göre, taban suyu derinliğinin 40-135 cm arasında değiştiği görülmüştür. Bu arazilerde taban suyu tuzluluğu 4.7-15 dS/m arasında değişmektedir (Bahçeci ve ark., 2003).

Harran Ovasının sulamaya açılan Akçakale, Güneren-Şemsettin YAS ünitesinde 1992-1993 yıllarında detaylı taban suyu etütleri yapılmıştır. Bu sonuçlara göre taban suyunun kritik en yüksek durumunda problem olduğu (0.00-1.50 m) arazilerin toplamı 2 469 hektar olup proje alanının % 57.30'unu kaplamaktadır. Ayrıca, taban suyu tuzluluğunun sorun oluşturduğu (> 5.00 dS/m) arazilerin toplamı 1 230 hektardır. Bu alanda daha önceleri yapılan planlama drenaj etütlerinde taban suyu tehlikesinin mevcut olduğunu göstermesi açısından önem taşımaktadır (Ergezer, 1994).

Harran Ovasının sulamaya açılan Şanlıurfa ikinci kısım ve Harran üçüncü kısım alanlarında taban suyu tuzluluğu durumunu izlemek ve kontrol altında tutmak amacıyla, 1997 yılından itibaren Şanlıurfa DSİ 15. Bölge Müdürlüğüne drenaj

gözlem kuyuları tesis edilmeye başlanmış rasat programına uygun olarak gözlem kuyularında aylık seviye ölçmeleri yapılarak taban suyu durumu izlenmeye başlanmıştır. 1978 yılı etüt sonuçları ile kıyaslandığında sorunlu sahalar ovanın orta kesimlerine doğru genişlemektedir (DSİ, 1998).

3.1.9. Harran ovasının drenaj durumu

Harran Ovasında, drenaj sistemi kurulmadan önce ovanın doğal drenajını Culap Deresi ve Kötü Çayı sağlamaktaydı. Culap Deresi ve Kötü Çayı sulama projesi ile ıslah edilerek Ana Tahliye Kanalı ismini almıştır. Devlet Su İşleri tarafından tesis edilen drenaj sistemleri açık kanallar şeklinde olup aynı zamanda yüzeyden dönecek sulama sularını uzaklaştırmaya yöneliktir. Bu drenaj kanallarının derinlikleri 1-2 m arasında değişmektedir. Ovanın değişik yerlerinde 5 000 hektar alanı drene etmek için açık tersiyer derin drenaj kanalları inşa edilmiştir. Bu kanalların ortalama derinlikleri 2-3 m arasında değişmektedir. Ayrıca, Köy Hizmetleri tarafından da 6 650 hektar yüzey altı drenaj sistemleri inşa edilmiştir.

Harran Ovası DSİ tarafından 1995 yılında sulamaya açılmış, 1993 yılından bu yana taban suyu izleme çalışmaları yapılmaktadır. Bunun için ovanın muhtelif yerlerine her biri 100 hektarı örnekleyecek 1 000 gözlem kuyusu açılmıştır. Ancak, bunların bir çoğu bir çok nedenden dolayı tahrip olmuştur. Ölçümler DSİ tarafından aylık olarak alınmaktadır (Anonim, 2003).

3.2. Yöntem

Bu çalışmayla birlikte Harran Ovasında kurulacak olan sistemler için zarf malzemesi gerekliliğinin olup olmadığı araştırılmış ve yapılan analizler ve laboratuvar çalışmaları ile zarf malzemesi gereksinimi örnek alınan bölgeler için belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, örnekler genellikle Harran ilçesi ve Akçakale ilçesinin çevresinden alınmıştır. Harran Ovasında belirlenmiş olan 40 noktadan 120-150 cm ve 150-180 cm derinliklerinden 80 örnek alınmış ve bu örneklerde toprak bünye analizleri (tekstür), SAR (Sodyum Absorbsiyon Oranı), plastisite indeksi (likit limit indeksi, plastik limit indeksi), toprakların üniformiteleri, toprakların EC

(tuzluluk değerleri) ve toprakların pH'ları belirlenmiştir. Bu analizler sonucunda örnek alınan mevcut noktalarda zarf malzemesinin gerekli olup olmadığı araştırılmış ve zarf malzemesinin gerekli olduğu, gerekli olmadığı noktalar olarak harita üzerinde işaretlenmiştir.

3.2.1. Dren zarfının işlevleri

Dren zarfı, aşağıdaki işlevlerden bir veya bir kaçını yerine getirmek için delikli dren borularının etrafına yerleştirilen gözenekli materyallerdir (Bahçeci, 2003). Bu işlevler;

- (i) Filtre: Toprak ve dren arasındaki yüzeyi sınırlandırmak, toprak parçacıklarının dren borusu içine girmesini önleyerek orada birikmesini ve borunun tıkanmasını önlemek.
- (ii) Hidrolik: Borunun çevresinde nispeten yüksek geçirgenliğe sahip gözenekli bir ortam sağlayarak giriş direncini azaltmak.
- (iii) Mekanik: Boruya pasif mekanik destek sağlamak ve toprak yükü nedeniyle boruların yaralanmasını ve çökmeleri önlemek.
- (iv) Yataklama: Boruyu destekleyerek inşaat sırasında ve sonrasında sağlam bir temel oluşturup toprak yükü nedeniyle düşey yer değiştirmeleri önlemektir. Mekanik ve yataklama işlevleri yalnızca kum-çakıl zarflar tarafından yerine getirilir.

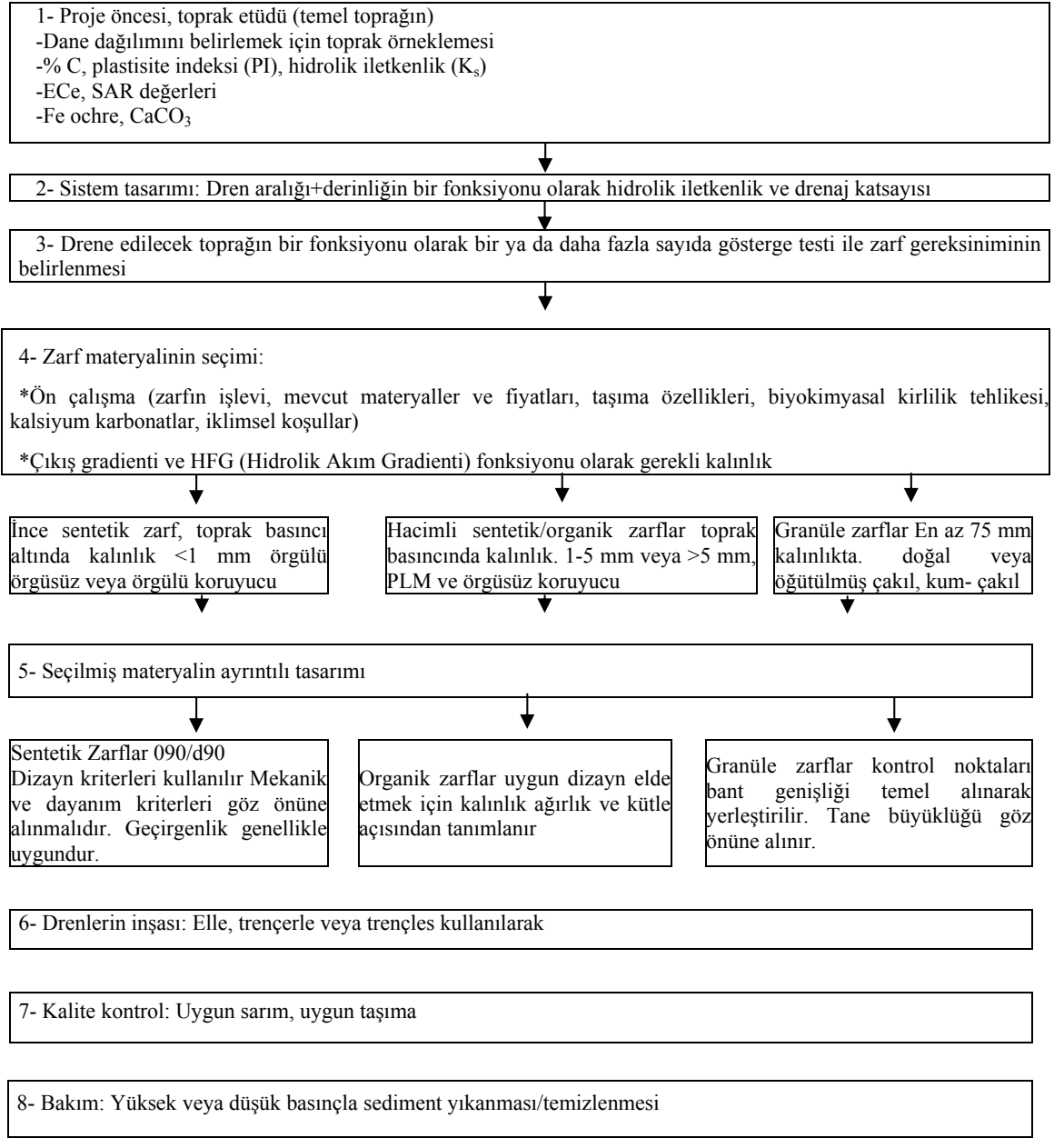
3.2.2. Dren zarfı gerekliliği

Hâlihazırda dren zarf ihtiyacını belirleyecek her duruma uygun üniversal bir rehber yoktur. Dren zarf gereksinimini belirlemenin en iyi yöntemi, drenaj alanındaki topraklarda tarla test hatları inşa etmektir. Genellikle bu tür pilot alanların kurulmasındaki gecikmeler, karar vericiler için çok geç olabilir (Bahçeci, 2003).

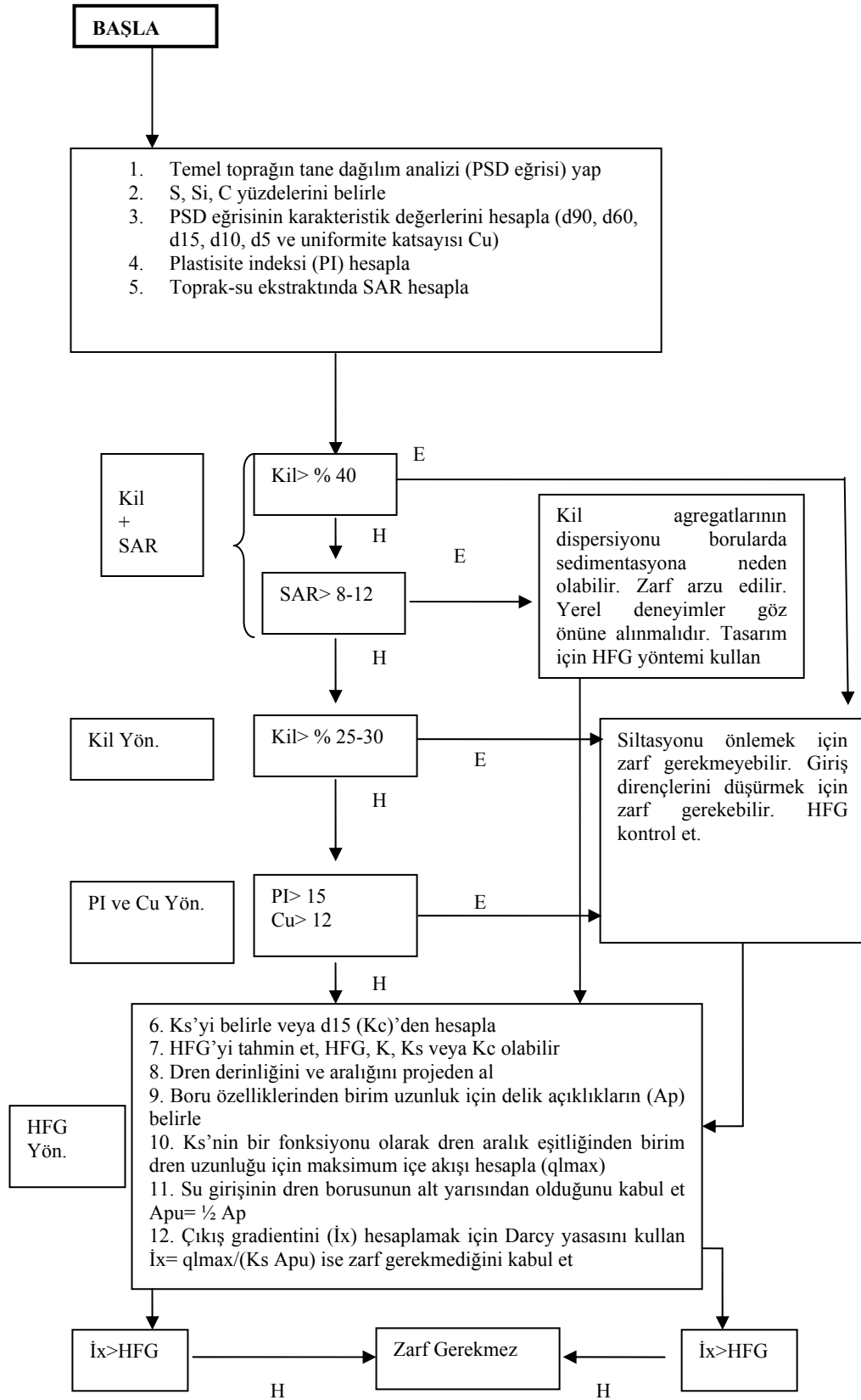
İnce sedimentleri boru dışında tutmak için bir zarfa gereksinim olmadığında bile, belli koşullar için hala bir zarf gereksinimi olabilir. Örneğin, hidrolik gereksinimler ve yerleştirme koşulları zarf kullanımını gerekli kılabilir. Zarf gereksinimini belirlemede çoğu durumlarda hidrolik, mekanik ve yataklama işlevleri ölçüt olarak göz önüne alınır.

Zarf gereksinimi ve tasarımı için Vlotman (1998), Şekil 3.1’de 17 basamaklı akış şemasını önermektedir. Anılan akış şemasında görüldüğü gibi ilk 5 basamakta zarfın gerekli olup olmadığına karar vermek için dren döşeme derinliğindeki temel toprağın özellikleri belirlenmektedir. İzleyen 7 basamakta ise zarf gerekliliğine karar verildiğinde, nasıl bir zarf materyalinin kullanılması gerektiğine ilişkin kararlar, kullanılan yöntemler ve ölçütler, son 5 basamakta ise belirlenen materyalin tasarım yöntemleri verilmiştir. Zarf gerekliliğine ilişkin genel kurallar ise aşağıda sıralanmıştır.

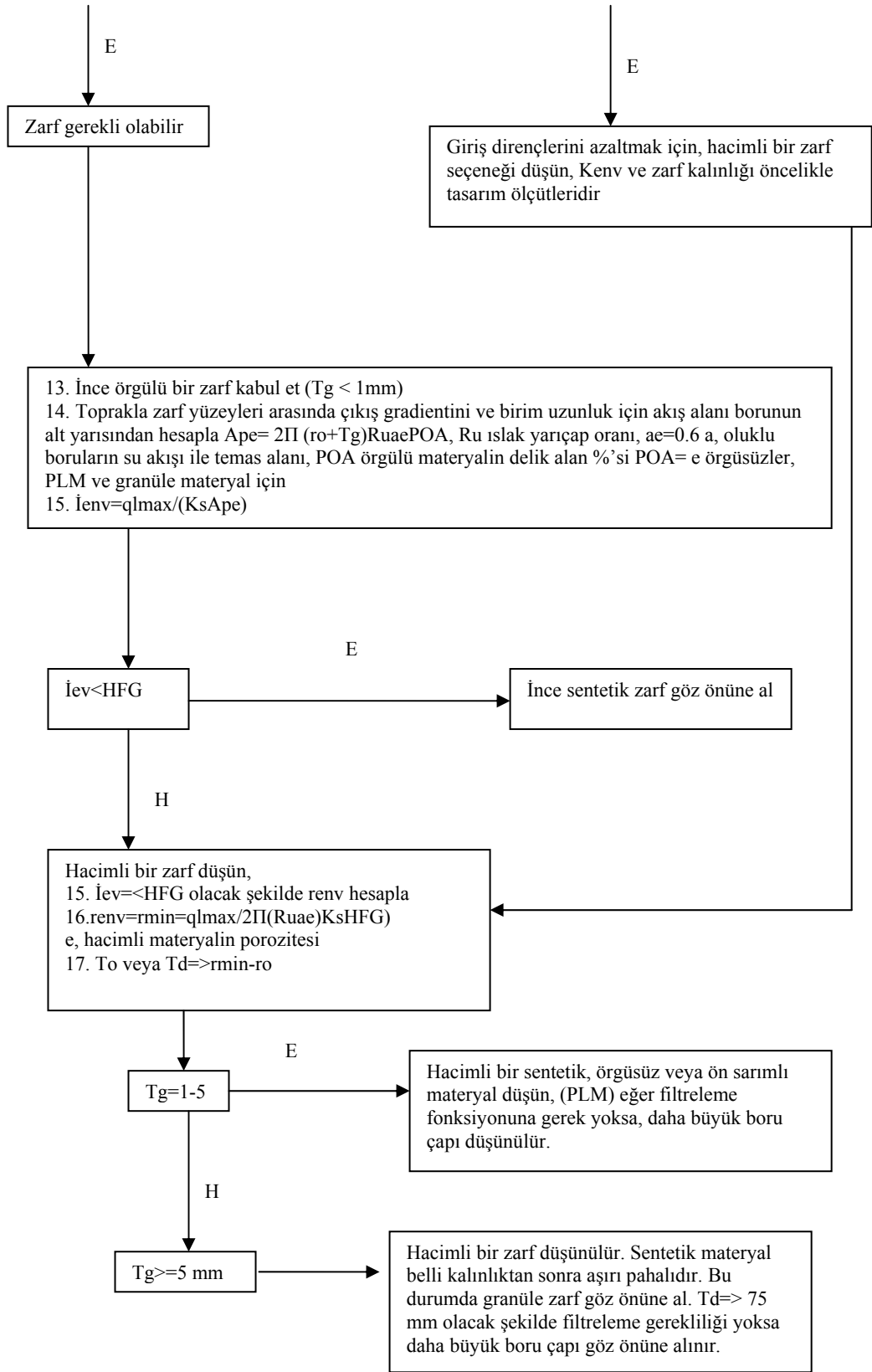
- Dren döşeme derinliğinde açılan taban suyu gözlem kuyularının duvarlarında hızlı bir şekilde çökme ve yıkılma oluyorsa zarf döşenmesi kaçınılmazdır.
- Kohezyonsuz kumlu topraklarda zarf kesinlikle gereklidir.
- Ilıman bölgelerde, dren döşeme derinliğinde % 20-30 kil içeren topraklarda ve uygun döşeme koşullarında veya çamur içine boru döşenmemesi koşuluyla zarfa gerek yoktur.
- Plastisite indeksi en az 12 olan topraklarda siltasyon eğilimi yoktur. Böyle topraklarda SAR göz önüne alınmadan zarfa gerek yoktur.
- Kil içeriği % 20-40 arasında olan topraklarda zarf gerekliliği ESP’ye bağlıdır. Sulama suyunun SAR değeri büyük oranda yeraltı suyundan etkilenir. Sulama suyunun SAR_{iw} ve EC_{iw} değerleri dispersiyon sorunlarına neden olabilecek durumdaysa zarf döşenmesi önerilir.
- Eğer düşük kaliteli yeraltı suyu kılcallıkla yükselirse dispersiyona neden olur. Bu durumda drenaj olsa da olmasa da yıkama suyunun verilmesi anahtardır.
- Sulanan alanlarda dren döşeme derinliğinde toprakların kil içeriği % 40’tan fazla ise SAR değerine bakılmaksızın zarfa gerek yoktur.



Şekil 3.1. Dren zarf tasarımı ve inşasında işlem basamakları (Vlotman, 1998)



Şekil 3.2. Zarf gereksinimini belirlemede ve tasarımılamada işlem basamakları (Vlotman, 1998)



3.2.3. Filtre gereksinimini etkileyen etkenler

3.2.3.1. Toprak etkenleri

Bu konuda, sorulan ilk ve en açık soru, toprak özelliklerinin daha ince tanelerin boru içlerine geçmelerini önleyebilmek için herhangi bir filtre gereksinimini gerektirecek niteliklerde olup olmadığı hususudur. Günümüzde, herhangi bir toprağın filtreye gereksinimini belirleyecek genel olarak kabul edilmiş herhangi bir ölçüt (kriter) bulunmamaktadır. Erozyon ile bağıntılı çalışmalar toprak taneciklerinin akmakta olan bir su ile taneciklerinin kendilerine özgü hızlarda, yani konu olan irilikteki taneciklerin devinime geçebildikleri kritik hızlarında hareket ettirildiklerini göstermektedir. Kum-çakıllar kritik devinim hızlarını kazanabilmeleri için çok yüksek su-akış hızlarına gereksinim duymakta ve fakat tane irilikleri küçüldükçe kritik hızlarında devinime geçebilmeleri için yardımcı su-hız gereksinimleri de düşmektedir. Bu kural ince kum taneciklerine kadar geçerliliğini korumaktadır. Yalnız toprakta önemli miktarlarda kil mineralleri yer alırsa kil minerallerinin etkin (aktif) yüzeylerinde ve oluşturulan kohezif kuvvetlerinin etkisinden ötürü toprak taneciklerinin devinime geçebilmeleri için gereken su-akış hızları artık tane iriliğinin bir işlevi olmaktan çıkmaktadır. Böylece artan yüzde kil miktarları, taneciklerinin devinime karşı gittikçe daha dayanıklı olduğu bir toprak kütlesi oluşturmaktadır (Dieleman ve ark., 1986).

Toprak özelliklerine göre zarf gereksinimin olup olmadığı ve/veya uygun zarf materyali Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Toprak özelliklerine göre zarf gerekliliği ve uygun zarf çeşidi (ILRI, 1998).

Temel toprağın kil ve silt % si **	Jeolojik yapı	Açıklama	Zarfa ilişkin özellikler ***	İşlev	Materyal			
					Kum-çakıl	Hacimli		İnce *
						Organik	Sentetik	
Kil>%25	Allüvial/ deniz kökenli	Olgun	Kalıcı yüksek K	-	ZARF GEREKMEZ			
Kil>%25 ****		Olgunlaşmamış	Kalıcı düşük K	Hidrolik	+	+	+	-
		Olgun	Geçici. Yüksek K	Filtre	+	-	+	+
		Olgunlaşmamış	Geçici yüksek K	Filtre+ Hidrolik	+	-	+	-
Kil<%25 Silt<%10	Deniz kökenli	$d_{50}<120$	Geçici Yüksek K	Filtre	+	-	+	+
Kil<%25 Silt<%10	Rüzgarla taş. materyal	$d_{50}>120$	Baş.geçici yüksek K	Filtre-geçici	+	+	+	+
Kil<%25 Silt>%10	Akarsu ile taş. buzul kökenli		Baş.geçici Düşük K	Filtre-geçici	+	+	+	-
*+ uygun. - uygun değil ** dren düzeyindeki toprağın bünyesi $kil<2\mu m$ silt 2-50 μm				***yüksek hidrolik iletkenli $K\geq=0.25$ m/gün. düşük $K\leq=0.05$ m/gün ****dren düzeyinin üstünde daha hafif bünyeli katlar (kil<%25)				

3.2.3.2. Borusal etkenler

Toprağın siltlendirmede en büyük etkiyi sürdürmesi olasılığı esnasında borunun kendisi de sorunun derecesi üzerinde etkili olmaktadır. Çünkü, borunun daha büyük çapı suyun belli bir geliş-akış hızına karşılık, topraktan süzülüş çıkış hızını ağırlaştırmakta ve yine borunun üzerinde daha fazla su-giriş yarıklarının veya deliklerinin bulunması ve bunların daha iyi dağıtılmış olması her biri üzerine düşen su-akış yoğunluğunu azaltmakta ve içlerinden su sızış hızlarını yavaşlatmaktadır (Dieleman ve ark., 1986).

3.2.3.3. Filtresel etkenler

Bir filtrenin esasını, birbirini izleyen katmanlardan meydana gelmesi, en içteki katmanın en kaba taneciklerden oluşması ve arkasında daha az kaba taneciklerden gelişmiş bir katmanı taşıması, bu katmanında kendisinden daha az küçük tanecikleri içermiş bir diğer katmanı desteklemesi, bu biçimde gittikçe küçülen tanecikleriyle birbirlerini izleyen katmanlardan en sonundan sonuncu katmanın toprağın ana maddelerini tutması hususu oluşturmaktadır (Dieleman ve ark., 1986).

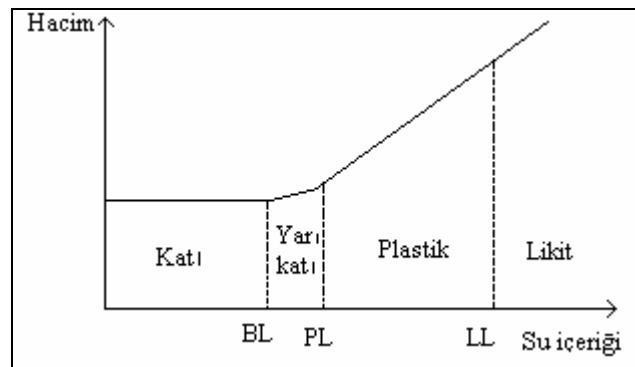
3.2.4. Kıvam limitleri

3.2.4.1. Akma-Likit limit (LI)

Yapışkan zeminlerde viskoz sıvı kıvamı ile plastik katı kıvamı arasındaki sınırı oluşturur. Zeminin kendi ağırlığı altında aktığı minimum su içeriği akma limitidir. Akma limiti yüksek olan topraklar çok ince taneli zeminlerdir. Bunlar, kaymaya yatkın olduklarından yapı temellerine uygunlukları düşüktür. Zemin örneğinin hacmi azaldıkça plastik bir yapı oluşur böylece kayma mukavemeti belirir. Zemin örneği, akıcı bir yapıdan plastik bir yapıya geçtiği sırada, kuru ağırlığa göre nem miktarı, likit limit değerini verir. Likit limit değerinden daha fazla nem miktarında, killi zeminler akıcı halde bulunur (Yağanoğlu, 1999).

3.2.4.2. Plastik limit

İnce taneli zeminin nem miktarı, likit limit değerinden başlayarak azaldıkça örnek hacmi küçülür ve plastik özellik kaybolmaya başlar. Sonuçta uygulanacak olan yük deformasyondan çok kopma oluşturur. Böylece plastik bir yapıdan yarı katı bir yapıya geçen zemin örneğinin içerisinde bulunan su, plastik limit değerini verir (Şekil 3.2). Plastik limit değeri kuru ağırlığa göre nem miktarı olarak ifade edilir. Killi zeminler, likit limitle plastik limit arasında nem içerdiklerinden plastik halde bulunur. Plastik limit, zeminin plastik durumu ile katı durumunu ayıran su içeriği sınırınıdır (Yağanoğlu, 1999).



Şekil 3.3. Kıvam limitleri grafiği (Yağanoğlu, 1999)

3.2.4.3. Tane çapı dağılım ölçütleri

Kohezyonsuz zeminlerin mühendislik özellikleri tane dağılımı ile yakından ilgilidir. Zeminin gralünometrisinden yararlanılarak elde edilen etkili tane

büyüklüğü, üniformluk katsayısı ve eğrilik katsayısı parametreleri kullanılarak zeminin özellikleri yaklaşık açıklanabilir (Yağanoğlu, 1999).

- a) Etkili tane büyüklüğü (D_{10}): Tane dağılım eğrilerinde zeminin % 10'undan daha küçük çapa sahip olduğu çap, etkili tane büyüklüğünü verir. Buna göre; taneciklerin % 10'u etkili veya efektif çaptan daha ince, % 90'ı ise daha büyüktür.
- b) Üniformluk (değişmezlik) katsayısı (C_u): Tane dağılım eğrisinde zeminin % 60'ından daha küçük olduğu çapın (D_{60}), etkili tane büyüklüğüne (D_{10}) oranı, üniformluk katsayısı olarak adlandırılır. Üniformluk katsayısı, tane büyüklüğünün üniformluk durumunu gösteren bir ölçüttür. Üniformluk katsayısı büyüdükçe, tane çaplarının üniformluğu azalır.

3.2.4.4. Plastisite indeksi (PI)

Likit limit değerinden plastik limit değerinin farkı, plastisite indeksi olarak belirlenir. Kohezyonlu tanelerin su ile gösterdiği kıvam değişikliğinin önemli bir ölçüsü olan plastisite indeksi, plastik durumunu sağlayan, nemin sınırlarını belirtir. Bu indeks, ince kil ile kolloidal unsurun bağlama özelliğini veren ve tanelerin yüzeysel aktifitesini gösteren kohezyon kuvvetinin de bir ölçüsüdür. Diğer taraftan plastisite indeksi, zeminin stabilitesinde kullanılan bağlayıcı materyalin sınıfını da belirtir (Okman, 1998).

3.2.5. Filtre malzemesi

Dren borularının çevrelerine filtre malzemesinin konulmasının amacı, borulara sediment girmesini önlemek ve suyun boruların içine rahatça akmasını sağlamaktır. Sap, saman, yonga, ağaç parçacıkları ve mısır koçanları filtre malzemesi olarak kullanılabilir. Ancak bunların ömrü çok kısa olduğundan tane büyüklükleri iyi bir dağılım gösteren çakıl en iyi ve etkili filtre malzemesidir. Filtre malzemesinin drenajı yapılan toprağa nazaran daha geçirgen olması gerekir. Böylece hidrolik basınç oluşturulmasının önüne geçilmiş olunur. Filtre malzemesi taneleri arasındaki boşluk toprak zerreciklerinin filtre malzemesinden geçerek borulara girmesine mani olacak kadar küçük olmalıdır. Filtre malzemesinin boşluklarının büyük olması, filtrenin

tıkanmasına veya boru hattı boyunca çöküntülere sebep olur. Boru etrafına konulacak minimum filtre kalınlığı 8-10 cm olmalıdır.

İyi bir filtre malzemesi seçmeden önce ilk iş olarak drenajı yapılacak ana toprağın mekanik analizi granülometrik eğrileri tayin edilir. Ana toprak, dren borularının konulacağı derinlikte bulunan topraktır. Ana topraktan numuneler alınarak mekanik analize tabi tutulur. Alınacak numune sayısı, toprağın gösterdiği değişik yapıya bağlıdır. Muayyen bir ana toprakta kullanılacak filtre malzemesi için limitler tespit edilir. Ana toprağın % 50 zerre büyüklüğünü 12 ve 58 ile çarparak filtre malzemesinin % 50 zerre büyüklüğünün sınırları bulunur. Ana toprağın % 15 zerre büyüklüğünü 12 ve 40 ile çarparak ta filtre malzemesinin % 15 zerre büyüklüğünün sınırları bulunur. Genel olarak filtre malzemesinin zerre büyüklüğü dağılım eğrisi aşağı-yukarı ana toprak zerre büyüklüğü dağılım eğrisine paralel olmalıdır.

Filtre malzemesinin maksimum zerre büyüklüğü, 4 cm'den büyük olmamalı ve 200 numaralı elekten geçen kısmı da % 5'ten fazla olmamalıdır. Maksimum zerre büyüklüğünün sınırlandırılması boruların sakatlanma ve yerlerinden oynamalarına, 200 nolu elekten geçen malzeme yüzdesinin sınırlandırılması ise ince malzemenin borulara girmesine mani olmak içindir. Bu sınırlandırmalar :

$$(\% 50 \text{ filtrenin zerre ebadı})/(\% 50 \text{ ana toprağın zerre ebadı}) = 12 - 58$$

$$(\% 15 \text{ filtrenin zerre ebadı})/(\% 15 \text{ ana toprağın zerre ebadı}) = 12 - 40$$

$$(\% 15 \text{ filtrenin zerre ebadı})/(\% 85 \text{ ana toprağın zerre ebadı}) = 5$$

Devamlı olarak kullanılan kum ve çakıl ocaklarından numuneler alınarak zerre dağılım grafiklerinin çizilmesi ve bu grafiklerin ana toprak zerre dağılım grafiği limitleri ile karşılaştırılarak filtre malzemesi alınacak civardaki ocakların bulunması mümkün olur. Bu suretle en uygun filtre malzemesi kullanılmış olur.

Hava ve su tarafından ayrışma uğramamış, içinde organik ve yabancı madde bulunmayan sert ve temiz kum ve çakıl karışmış aynı zamanda arzu edilen zerre dağılımına sahipse, filtre malzemesi olarak kullanılabilir. Böyle bir filtre malzemesi

(Çizelge 3.5)'de gösterilen zerre dağılımına yakın zerre dağılımına sahip olması gerekir (TOPRAKSU, 1969).

Çizelge 3.5. Filtre malzemesinin zerre dağılımı (TOPRAKSU, 1969)

Standart Elek No	Geçen Malzeme (%)
2 inch	100
No. 4	95-100
No. 16	45-80
No. 50	10-30
No. 100	2-10
No. 200	0-5

3.2.6. Toprak ve taban suyu içinde kimyasal ve biyolojik çökeltme

Kayaların değişik şekillerde ufalanmaları sonucunda oluşan verimli toprakların büyük bir çoğunluğu farklı bileşimlerde ve değişik miktarlarda demir bulundurmaktadır. Kayaların ayrışması sonucunda koloidal parçalanma ürünleri arasında bol miktarda demir hidroksitle meydana gelir. Böyle topraklardaki toprak danelerinin etrafı ince Fe_2O_2 ve $Fe(OH)_3$ zarlarıyla çevrilmiş ve bu zarlar daneleri birbirine bağlamıştır. Oksijen eksikliğinde, üç değerli demir oksitlerden oksijen çekerek Ferro oksit (FeO) ve Ferro hidroksit $Fe(OH)_2$ meydana getirirler. Bu olay suyun çözünürlükliliğini azaltır ve sonuçta çok hareketli iki değerlikli demir bileşenleri oluşur. Bu topraklar çoğunlukla mavi-gri-yeşil renklidirler. Bu renkteki topraklar dren edildiklerinde, yani havalandırıldıklarında, çözülebilir demir hidroksit veya demir oksit sarı kırmızıdan, koyu kahverengine kadar değişen renklere sahip demir hidroksit bileşiklerine dönüşebilmektedir (Güngör ve ark., 1994).

Taban suyu içindeki demirin artması drenaj sistemlerinde bulunan drenaj borularının tıkanmasına neden olmaktadır. Drenaj sistemlerinde kanal şevlerinde ve taban suyunda çözünebilen iki değerli demir bileşikleri, hava girişi sonucunda kimyasal ve biyolojik oksidasyonla demir bakterisi şeklinde birikmektedir. Kanal sularının yüzeyinde görülen ve bir yağ lekesini andıran ince film şeklindeki lekeler demir bakterilerinin varlığını göstermektedir.

Özellikle drenaj sorunu olan alanlarda drenaj borularının etkinliği bu şekildeki kimyasal ve biyolojik çökeltme sonucunda azalmaktadır. Etkinlik azalmasının en

büyük etmeni, iki değerlikli demir bileşenlerine dönüşecek şekilde oksitlenmeleridir. Bu nedenle; drenajı planlanan alanlardaki toprak ve taban suyunda bulunan demir miktarları kimyasal ve biyolojik çökelmenin önlenmesi bakımından tespit edilmelidir (Güngör ve ark., 1994).

3.2.7. Topraklarda oksidasyon ve demir çökmesi

Toprakta demir çökmesini belirlemeden önce dren borusundaki çökelmenin belirlenmesi gerekir. Bu karmaşık yapı, toprak kimyasını değiştirmekte veya demirin dren içine girebilmesini önemli bir biçimde yavaşlatmaktadır. Toprağın pH'sı ve elektriksel iletkenlik potansiyeli zarar gördüğü zaman toprak kimyası değişmektedir. Bu iki parametre, demir ochre formasyonu için demirin elde edilmesinde kontrol yapılarıdır (Ford, 1985).

3.2.8. Toprakların tuzluluk durumları

3.2.8.1. Tuzlu topraklar

Tarımsal üretimde kültür bitkilerinin olağan gelişmelerini engelleyecek ölçüde eriyebilir tuz içeren topraklara; Niceliksel olarak tuzlu toprak deyimi, toprak süzüğü elektriksel iletkenliği 25 °C'de 2 dS/m'den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi 15'den küçük topraklar için kullanılır. Tuzlu toprakların pH değeri, daima 8.5'den küçüktür. Bu topraklar, Hilgard'ın "Beyaz Alkali", Sovyet bilim adamlarının "Solonchak" olarak adlandırdıkları topraklara karşılık olmaktadır (Richards, 1954).

3.2.8.2. Sodyumlu topraklar

Niceliksel olarak sodyumlu topraklar, çamur süzüğü elektriksel iletkenlik değeri, 2 dS/m'den küçük, değişebilir sodyum yüzdesi 15'den büyük ve toprak pH'sı 8.5-10 arasında olan topraklardır (Dregne, 1976).

3.2.8.3. Tuzlu-sodyumlu topraklar

Niceliksel anlamda tuzlu-sodyumlu toprak deyimi, çamur süzüğü elektriksel iletkenliği 2 dS/m'den yüksek, değişebilir sodyum yüzdesi 15'den büyük olan topraklar için kullanılmaktadır. Bu topraklar da pH değeri, ender hallerde 8.5 ve daha fazla olmaktadır (Bower, 1969).

3.3. Araştırmada izlenen yöntemler, işlem, gözlem ve ölçmeler

Harran ovasında, seçilen alanlardan temel topraklarından alınan toprak örneklerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

- a) Temel topraklarının fiziksel olarak analizi (tekstür) (Soil Survey, 1996)'da verilen yöntemlere göre yapılmıştır.
- b) Temel topraklarının EC (tuzluluk durumları) ve SAR değerlerinin belirlenmesi (Kanber ve ark., 1992).

$$SAR = Na/(Ca+Mg)/2)^{1/2} \quad (3.1)$$

- c) Temel topraklarının üniformite katsayılarının (Cu) belirlenmesi (FAO, 1990).

$$C_U : \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (3.2)$$

Cu : Üniformite katsayısı

d₆₀ : Tanelerin ağırlıkça % 60'ının sahip olduğu en büyük çap

d₁₀ : Tanelerin ağırlıkça % 10'unun sahip olduğu en büyük çap

- d) Temel topraklarının Plastisite indeksleri (PI)'nin belirlenmesi (Okman, 1998).

$$PI: LL-PL \quad (3.3)$$

PI: Plastisite indeksi (% su)

LL: Likit limit (% su)

PL: Plastik limit (% su)

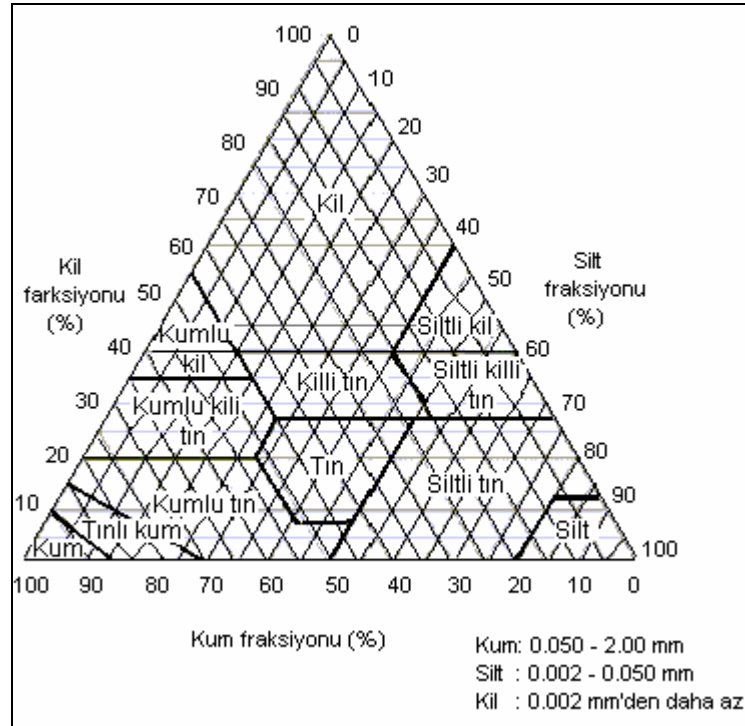
- e) Temel topraklarının kireç (CaCO₃) miktarlarının (%) belirlenmesi (Tüzüner ve ark., 1990) tarafından verilen yöntemlere göre yapılmıştır.

f) Temel topraklarının pH değerlerinin belirlenmesi

3.3.1. Toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Temel topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla belirlenmiş olan 40 noktadan olası dren derinliklerden (120-150 cm ve 150-180 cm) olmak üzere iki farklı derinlikten toplam 80 adet burgu aleti kullanılarak bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu toprak örnekleri laboratuvar koşullarında kurutulmuş, uygun eleklerden elenmiş ve bu toprakların saturasyon çamurları elde edilmiştir. Elde edilen bu süzükler içerisinde EC metre aleti kullanılarak toprakların tuzluluk değerleri (dS/m) ve pH metre aleti kullanılarak ta pH değerleri okunmuştur (Richards, 1954).

Temel topraklarının bünyelerinin (kum, silt ve kil içeriklerinin) belirlenebilmesi için tekstür analizi Tüzüner ve ark., (1990)'a göre yapılmış ve Bouyoucos (1951), tarafından verilen esaslara göre hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir. Toprakların (%) bünye değerleri bulunduktan sonra Şekil 3.3'de gösterilen tekstür üçgeninden yararlanılarak toprakların bünye sınıfları bulunmuştur (FAO, 1990).



Şekil 3.4. Tekstür üçgeni (FAO, 1990)

Araştırma alanından alınan toprakların kireç (CaCO_3) miktarlarının belirlenebilmesi için Kalsimetre aleti kullanılmıştır. Toprağın kalsiyum karbonat kapsamı (CaCO_3) cinsinden, sıfır derece ve 760 mm civa basıncına göre yapılmıştır. Bu amaçla Boyle-Mariotte, Gay Lussac eşitlikleri kullanılmıştır. Kalsimetre aletinden okunan gaz hacmi değeri eşitliklerde yerine konularak temel topraklarının kireç miktarları belirlenmiştir.

Topraklardaki dispersiyonun başlıca nedenlerinden birisi de SAR (sodyum absorpsiyon oranı) değeridir. Bu amaçla araştırma topraklarında SAR değeri belirlenmiştir. SAR değerleri belirlenirken, Na^+ (Sodyum), Ca^{++} (Kalsiyum) ve Mg^{++} (Magnezyum) değerleri (Tüzüner ve ark., 1990)'a göre bulunmuş ve eşitlikte yerine konularak SAR değerlerine ulaşılmıştır.

Temel topraklarının plastisite indeksi ve üniformite katsayıları (Yağanoğlu, 1999)'a göre belirlemiştir. Likit limit değeri bulunurken Cassagrande aleti (Şekil 3.4) kullanılmış ve darbe sayıları sayılarak toprakların likit limit değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Cassagrande aleti

3.3.2. Değerlendirme

- a) Tekstür, temel toprağının kum, silt ve kil oranı Vlotman (1998), FAO, (1990)'a göre verilen tekstür üçgeninde değerlendirilerek, temel topraklarının bünyelerine göre belirlenmiştir. Buna göre;

Kil > % 40 ise : Zarf gerekmez

Kil = % 30-40 ise : SAR yüksek ise zarf gerekebilir (SAR > 8-12)

Kil = % 25-30 ise : Çoğunlukla zarf gerekmez

Kil = % 15-25 ise : Çoğunlukla zarf gerekir

Kil = % 0-15 ise : Zarf tavsiye edilir şeklinde değerlendirilmiştir.

b) Uniformite katsayısı (Olbertz ve ark., 1965);

Eğer; $1 < C_U < 5$: Yüksek uniform ve erozyona duyarlı

$5 \leq C_U \leq 15$: Orta uniform ve erozyona duyarlı

$C_U > 15$: Erozyon tehlikesi yok siltasyon için filtre gerekmez

c) Plastisite indeksi (PI)(FAO, 1976);

Eğer; $I_p < 6$: Siltasyona yüksek eğilim var

$6 \leq I_p \leq 12$: Siltasyona az eğilim var

$I_p > 12$: Siltasyona eğilim yok

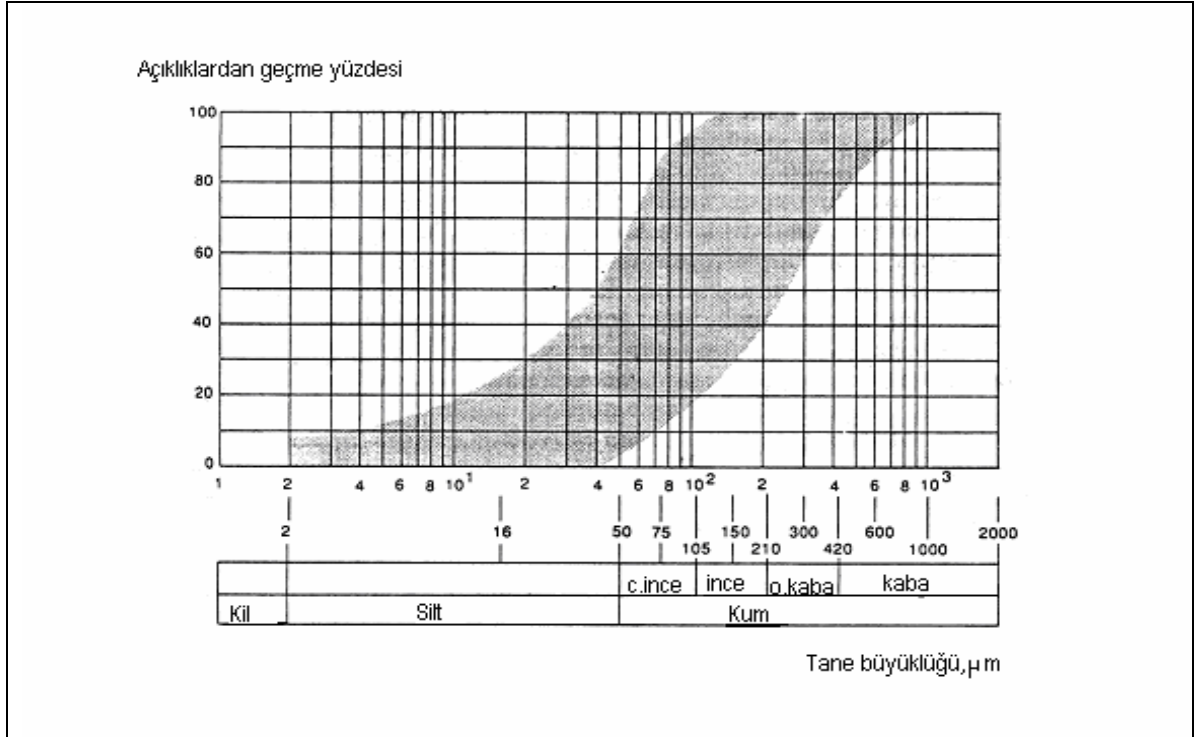
d) SAR (Sodyum Absorbsiyon Oranı);

Eğer, topraklarda SAR oranı $> 8-12$ olduğu zaman dispersiyon olayı başlamaktadır (FAO, 1990). Sulama sularının SAR oranlarına göre sınıflandırılmaları Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Sulama sularının SAR oranına göre sınıflandırması

SAR	Sınıfı
0-10	Az sodyumlu su
10-18	Orta sodyumlu su
18-26	Yüksek sodyumlu su
26	Çok yüksek sodyumlu su

e) Temel topraklarının dane dağılım eğrisi (Vlotman, 1998)

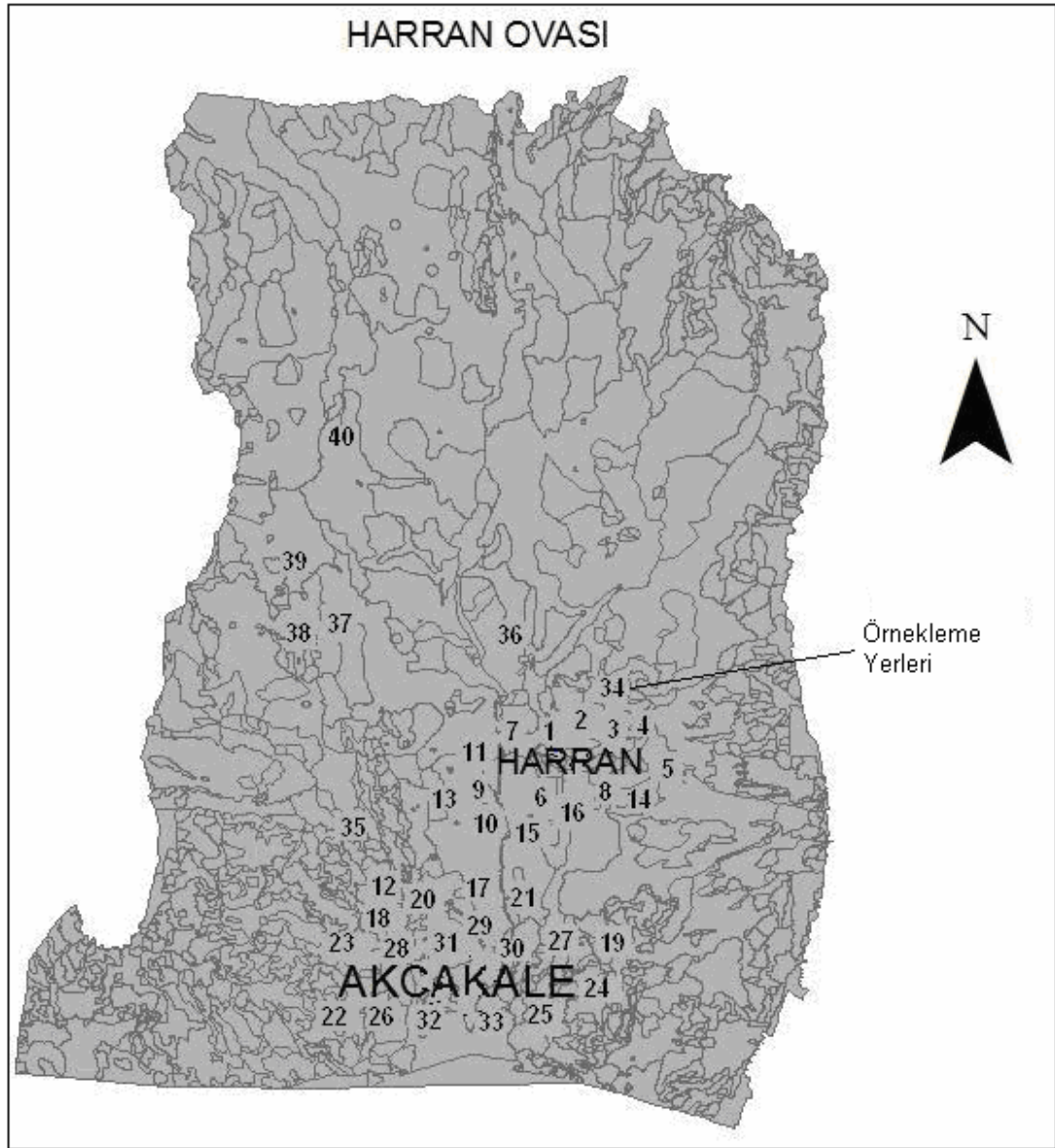


Şekil 3.6. Yüzeyle altı drenajında toprakların dane dağılım eğrisi (Vlotman, 1998)

f) Kil/Silt oranı: Eğer Kil/Silt oranı > 0.5 olursa bu topraklar için zarf materyaline gereksinim yoktur (Vlotman, 1998).

3.4. Deneme alanlarının harita üzerinde gösterimi

Harran ovası araştırma noktaları Şekil 3.6'da harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Harran Ovası, deneme alanlarının harita üzerinde gösterimi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma alanı

Harran ovasında belirlenen 40 noktadan zemin topraklarından örnekler alınmış bu örneklerde kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Toprak örnekleri genellikle Harran ve Akçakale ilçelerinin çevrelerinden alınmıştır. Bu noktalara yakın yerlerde daha önceler de drenaj çalışmaları yapılmış olmakla beraber seçilen alanlarda da gelecekte drenaj çalışmalarının yapılması düşünülmektedir.

4.2. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analizler

Zemin topraklarının örnekleri, 120-150 cm ve 150-180 cm derinliklerinden alınmış ve bu topraklarda temel fiziksel analizler yapılmıştır. Yapılan analizler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analizler

Örnek No	Derinlik (cm)	Likit Limit (Ll)	Plastik Limit (Pl)	d ₆₀	d ₁₀
1	120-150	48.2	44.0	2	0.021
	150-180	55.3	52.5	2	0.021
2	120-150	56.7	44.6	2	0.021
	150-180	55.0	42.0	1	0.02
3	120-150	55.2	33.1	0.5	0.02
	150-180	42.0	27.6	0.7	0.02
4	120-150	51.4	34.6	1.9	0.022
	150-180	47.5	35.4	2	0.022
5	120-150	49.9	30.0	1.5	0.021
	150-180	54.9	32.0	0.9	0.02
6	120-150	51.3	37.5	2	0.1
	150-180	63.7	41.1	2	0.07
7	120-150	51.7	33.5	1	0.021
	150-180	53.1	32.1	0.5	0.02
8	120-150	51.6	42.9	0.5	0.019
	150-180	43.4	32.7	0.9	0.02
9	120-150	50.8	37.9	0.7	0.02
	150-180	53.2	41.2	0.9	0.02
10	120-150	49.7	37.5	1.2	0.06
	150-180	49.1	36.2	1.2	0.04
11	120-150	55.9	38.9	1.5	0.027
	150-180	42.5	21.8	1.5	0.027
12	120-150	57.3	42.4	1	0.012

Çizelge 4.1. (Devam)

	150-180	56.7	29.8	1	0.013
13	120-150	56.8	32.0	2	0.022
	150-180	60.5	34.7	2	0.022
14	120-150	55.5	39.6	1	0.011
	150-180	52.9	18.6	2.1	0.023
15	120-150	47.9	34.3	2	0.024
	150-180	54.7	38.6	2	0.022
16	120-150	59.8	35.7	1.2	0.021
	150-180	61.1	32.7	1.5	0.022
17	120-150	48.6	33.1	2	0.022
	150-180	49.3	36.7	1.9	0.022
18	120-150	49.9	39.0	1	0.021
	150-180	47.0	39.2	1	0.022
19	120-150	58.2	29.6	3	0.05
	150-180	46.8	28.4	2	0.023
20	120-150	35.0	29.7	2	0.03
	150-180	27.6	26.7	2	0.024
21	120-150	40.3	21.6	2	0.022
	150-180	51.4	35.6	2	0.021
22	120-150	50.1	32.9	0.3	0.02
	150-180	47.5	28.3	0.3	0.02
23	120-150	55.7	37.3	2.5	0.03
	150-180	58.1	46.0	2.6	0.03
24	120-150	67.2	43.9	0.35	0.021
	150-180	58.9	32.3	0.35	0.022
25	120-150	52.8	29.3	2.1	0.025
	150-180	52.7	38.5	1.9	0.022
26	120-150	42.1	30.0	1.1	0.021
	150-180	46.0	35.0	2	0.025
27	120-150	36.2	27.0	2	0.025
	150-180	39.9	30.9	1	0.02
28	120-150	50.2	36.3	0.5	0.02
	150-180	55.7	40.1	1.2	0.025
29	120-150	53.4	39.5	1	0.021
	150-180	51.9	37.8	1	0.022
30	120-150	48.4	32.9	0.8	0.02
	150-180	46.7	34.4	0.8	0.02
31	120-150	65.3	32.0	1	0.02
	150-180	48.2	34.0	1.5	0.022
32	120-150	50.6	37.7	2	0.023
	150-180	62.4	42.8	0.8	0.02
33	120-150	39.5	35.5	0.8	0.02
	150-180	40.4	35.5	0.9	0.02
34	120-150	59.5	47.4	0.9	0.02
	150-180	63.5	36.2	2.1	0.024
35	120-150	46.6	31.7	2.2	0.025

Çizelge 4.1. (Devam)

	150-180	46.0	33.7	1.2	0.024
36	120-150	57.0	37.7	1	0.023
	150-180	49.2	32.1	0.9	0.02
37	120-150	50.5	42.1	1.3	0.021
	150-180	36.5	28.3	1.3	0.021
38	120-150	41.6	40.0	0.5	0.02
	150-180	41.8	37.3	1	0.02
39	120-150	42.9	32.0	2	0.022
	150-180	58.7	48.4	2	0.021
40	120-150	45.0	36.6	1	0.021
	150-180	50.7	39.1	1.2	0.021

4.3. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analiz sonuçları

Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analiz sonuçları aşağıda Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analiz sonuçları

Örnek No	Derinlik (cm)	Kil (%)	Kum (%)	Silt (%)	Plastisite İndeksi (PI)	Uniformite Katsayısı (Cu)	Kil/Silt	Simge
1	120-150	59.6	27.4	13	4.2	95.2	4.6	C
	150-180	59.2	18.5	22.3	2.8	95.2	2.7	C
2	120-150	60.1	18.1	21.8	12.1	95.2	2.8	C
	150-180	65.2	12.4	22.4	13.1	50.0	2.9	C
3	120-150	74.8	0.7	24.5	22.1	25.0	3.1	C
	150-180	69.5	4.6	25.9	14.4	35.0	2.7	C
4	120-150	60.9	27.9	11.2	16.8	86.4	5.4	C
	150-180	60.7	10.8	28.6	1	90.9	2.1	C
5	120-150	63.0	23.3	13.7	19.9	71.4	4.6	C
	150-180	67.7	19.5	12.8	22.9	45.0	5.3	C
6	120-150	26.3	52.1	21.6	13.8	20.0	1.2	SCL
	150-180	31.8	44.2	24	12.6	28.6	1.3	SCL
7	120-150	66.2	18.1	15.7	18.2	47.6	4.2	C
	150-180	74.8	7.3	17.8	21	25.0	4.2	C
8	120-150	76.2	2.4	21.4	8.7	26.3	3.6	C
	150-180	67.9	16.1	16.1	10.7	45.0	4.2	C
9	120-150	71.0	9.4	19.6	12.9	35.0	3.6	C

Çizelge 4.2. (Devam)

	150-180	67.9	10.3	21.8	12.0	45.0	3.1	C
10	120-150	30.5	41.5	28	12.2	20.0	1.1	CL
	150-180	36.2	37	26.8	12.9	30.0	1.4	CL
11	120-150	56.0	20.4	23.6	17	55.6	2.4	C
	150-180)	53.1	27.4	41	20.7	55.6	0.8	CL
12	120-150	65.1	8.6	26.4	14.9	83.3	2.5	C
	150-180	60.7	19.9	19.4	26.9	76.9	3.1	C
13	120-150	47.5	14.2	38.3	14.8	90.9	1.2	SC
	150-180	59.2	8.1	32.7	25.9	90.9	1.8	C
14	120-150	58.7	15.4	25.9	12.1	90.9	2.3	C
	150-180	66.1	16.6	17.3	34.4	91.3	3.8	C
15	120-150	56.8	10	33.3	13.6	83.3	1.7	C
	150-180	39.9	11.7	48.4	16.2	90.9	0.8	SC
16	120-150	60.3	11.9	27.8	4.1	57.1	2.2	C
	150-180	64.5	15.9	19.6	28.4	68.2	3.3	C
17	120-150	61.2	10	28.8	15.5	90.9	2.1	C
	150-180	58.3	12.8	29	12.6	86.4	2.0	C
18	120-150	60.7	22.1	17.2	11	47.6	3.5	C
	150-180	44.9	15	40.1	7.7	45.5	1.1	C
19	120-150	66.2	11.4	22.4	28.6	60.0	3.0	C
	150-180	64.2	26.3	39.5	18.4	87.0	0.9	CL
20	120-150	59.0	25.7	15.2	5.3	66.7	3.9	C
	150-180	50.7	22.4	26.9	0.9	83.3	1.9	C
21	120-150	57.3	25.4	17.2	18.7	90.9	3.3	C
	150-180	59.6	16.6	23.8	15.8	95.2	2.5	C
22	120-150	49.6	26.9	23.6	17.2	15.0	2.1	C
	150-180	43.5	25.5	31	19.2	15.0	1.4	C
23	120-150	80.4	4.2	15.4	18.4	83.3	5.2	C
	150-180	44.7	11.0	6.0	12.1	86.7	1.7	C
24	120-150	83.2	3.9	12.9	23.3	16.7	6.4	C
	150-180	81.2	3.3	15.5	26.6	15.9	5.2	C
25	120-150	42.7	41.7	15.6	23.5	84.0	2.7	C
	150-180	54.1	22.9	22.9	14.2	86.4	2.4	C
26	120-150	60.9	6.8	32.3	12.1	52.4	1.9	C
	150-180	65.5	17.3	17.1	15	80.0	3.8	C
27	120-150	53.9	16.1	30	9.2	80.0	1.8	C
	150-180	52.6	10.3	37	9	50.0	1.4	C
28	120-150	66.3	7.3	26.4	13.9	25.0	2.5	C
	150-180	74.6	14.7	10.8	15.6	48.0	7.0	C
29	120-150	49.2	26.8	24	13.9	47.6	2.1	C
	150-180	65.0	7	28	14.2	45.5	2.3	C
30	120-150	59.5	21.1	19.4	15.6	40.0	3.1	C
	150-180	46.9	17.6	35.5	12.3	40.0	1.3	C
31	120-150	67.8	3.3	28.8	33.3	50.0	2.3	C
	150-180	66.9	8.7	24.4	14.2	68.2	2.7	C
32	120-150	61.6	6	32.3	12.9	87.0	1.9	C

Çizelge 4.2. (Devam)

	150-180	59.2	16.9	24	19.7	40.0	2.5	C
33	120-150	73.0	9.6	17.4	4	40.0	4.2	C
	150-180	69.8	13.1	17.1	4.9	45.0	4.1	C
34	120-150	68.3	12.3	19.4	12.1	45.0	3.5	C
	150-180	68.2	18.5	13.4	27.3	87.5	5.1	C
35	120-150	55.7	20.4	23.9	15	88.0	2.3	C
	150-180	55.7	22.6	21.7	12.3	50.0	2.6	C
36	120-150	54.8	15.2	30.0	9.3	43.5	1.8	C
	150-180	57.5	10.2	32.4	17.1	45.0	1.8	C
37	120-150	72.5	2.3	25.2	8.3	61.9	2.9	C
	150-180	63.0	6.8	30.2	4.2	61.9	2.1	C
38	120-150	63.4	13.1	23.6	1.6	25.0	2.7	C
	150-180	75.4	5	19.6	4.5	50.0	3.8	C
39	120-150	64.5	5	30.5	10.9	90.9	2.1	C
	150-180	58.5	9.1	32.3	0.3	95.2	1.8	C
40	120-150	65.9	12.5	21.6	8.4	47.6	3.1	C
	150-180	61.2	14.9	23.9	11.6	57.1	2.6	C

Zemin topraklarının kil içerikleri % 40'tan fazla olan alanlarda kurulacak yüzey altı drenaj sistemlerinde sistem inşası yapılırken kaplama (zarf) materyaline gereksinimin olmadığı belirtilmektedir. FAO (1990) ve Vlotman (1998)'a göre, temel topraklarının % kil değerleri gözönüne alınarak zarf gereksinimleri olup olmadığını gösteren harita Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Haritadan da görüleceği üzere 6 ve 10 nolu noktalar hariç diğer bütün noktalarda zarf materyaline gereksinim olmadığı ortaya çıkmıştır.

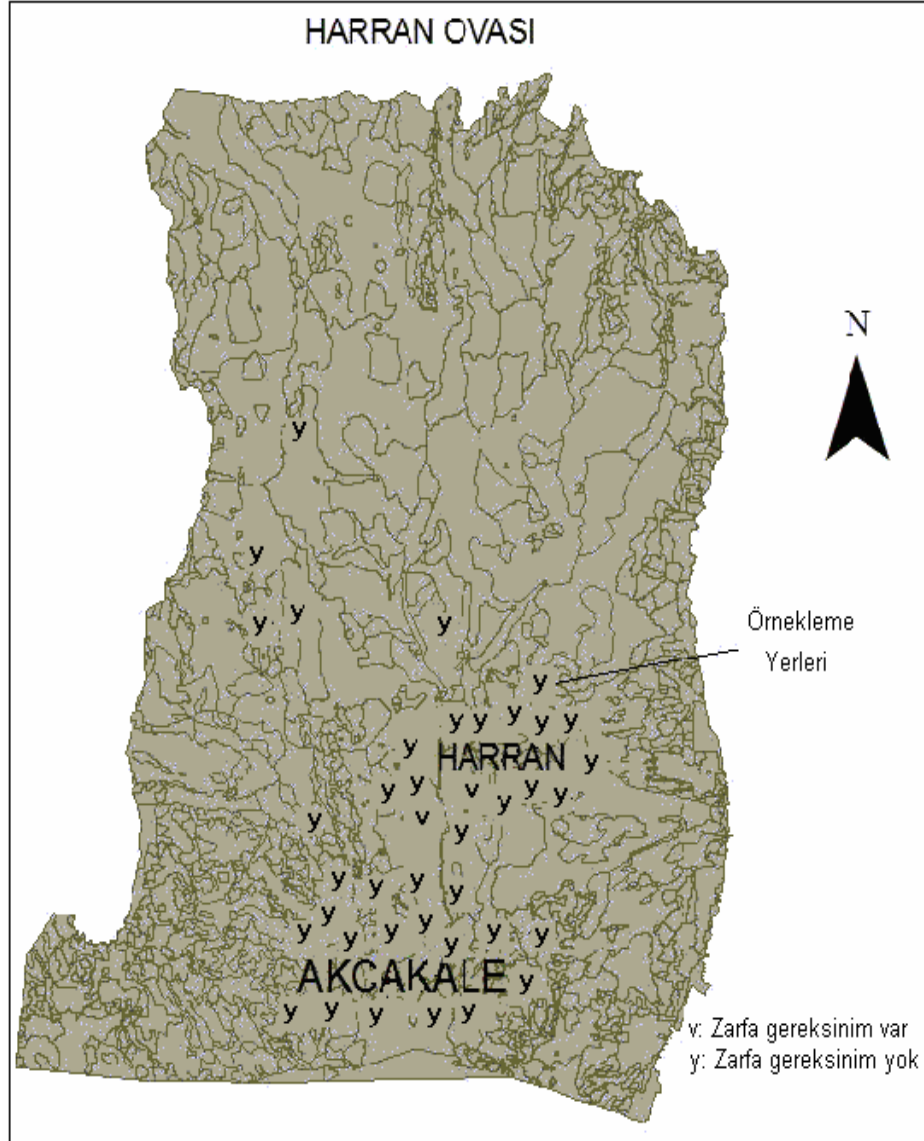
Vlotman, (1998)'e göre, kil/silt oran > 0.5 olursa o alan için zarf materyaline gereksinim yoktur. Deneme alanı topraklarının tamamı 0.5'ten büyük çıktığından Vlotman (1998)'e göre bu alanlar için zarf materyaline gereksinim yoktur.

Çizelge 4.2'de tekstür analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi temel topraklarının % 90'ı kil bünyeye sahiptir. % 5'i killi tın, % 2.5'i siltli kil, % 2.5'i kumlu killi tın bünyeye sahiptir. Kil bünyeye sahip olan toprakların tamamının kil içeriği % 40'ın üzerinde bulunmakla beraber Harran Ovası toprakları ağır killi bünye özelliklerini göstermektedirler.

Araştırma alanından alınan topraklarda plastik limit ve likit limit değerleri Cassagrande aleti kullanılarak yapılmıştır.

Yüzey altı drenaj sistemleri döşenecek alanların erozyon durumlarını belirlemek amacıyla bu alanların Uniformite katsayıları (Cu) bulunmuştur.

Uniformite katsayısı değeri ile drenaj alanlarında Olbertz ve Press (1965), tarafından verilen yöntemlere esas alınarak drenaj borularına erozyonla silt girişinin olup olmayacağı belirlenmiştir. Çizelge 4.2’de araştırma alanlarının Cu değerleri verilmiştir. Bu değerler Stuyt (1992)’ya göre, önerilen şekilde çizilen grafikten elde edilmiştir.

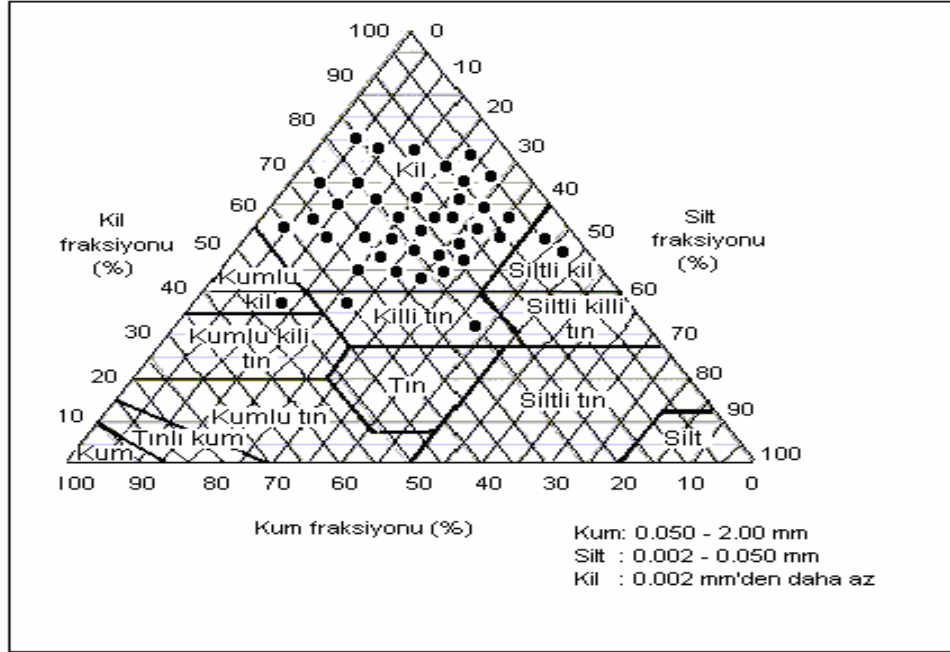


Şekil. 4.1. Temel topraklarının kil içeriğine göre zarf gereksinimlerini gösteren harita

4.3.1. Temel topraklarının bünyelerinin tekstür üçgeninde gösterimi

Temel topraklarının kil-silt-kum değerleri aşağıda Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Anılan şekilde görüldüğü gibi 37 örneğin kil içeriği % 40’tan fazla 3’ünün ise % 30-

40 arasındadır. Vlotman, (1998)'in belirttiği yöntemle göre bu topraklarda zarf gereksinimi yoktur.



Şekil 4.2. Araştırma alanının temel topraklarının bünyelerinin tekstür üçgeninde gösterimi

4.4. Temel topraklarında yapılan kimyasal analizler

Harran Ovası araştırma alanından alınan temel topraklarının ekstraktları çıkartıldıktan sonra belirlenen kimyasal analizler bu ekstraktlardan okunarak yapılmıştır. Çizelge 4.3'te araştırma alanı topraklarında yapılan kimyasal analizler gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Araştırma alanı topraklarında yapılan kimyasal analizler

Örnek No	Derinlik (cm)	Na (meq/L)	Ca+Mg (meq/L)
1	120-150	9	7.4
	150-180	22	7.5
2	120-150	23.5	8
	150-180	17	8.5
3	120-150	21.5	6.5
	150-180	19	8.3
4	120-150	27	7.6
	150-180	6	7
5	120-150	25.5	7.1
	150-180	24	7.5
6	120-150	22	8.8
	150-180	23	9

Çizelge 4.3. (Devam)

7	120-150	21	6
	150-180	21	6.7
8	120-150	6	6.7
	150-180	10	7.6
9	120-150	20	6.9
	150-180	17	7.5
10	120-150	22	6.6
	150-180	21	8.1
11	120-150	21	7.3
	150-180)	21	8.2
12	120-150	13	4.8
	150-180	7	2.8
13	120-150	26	7.5
	150-180	24	6.5
14	120-150	5	7
	150-180	22	7.5
15	120-150	24	3.7
	150-180	23	7.4
16	120-150	4	2.4
	150-180	3	2.4
17	120-150	2	1.5
	150-180	2.5	1.6
18	120-150	21	8.3
	150-180	8	2.6
19	120-150	6	9
	150-180	14	6.7
20	120-150	5	4.8
	150-180	8.5	2.7
21	120-150	8.5	3.8
	150-180	5	2
22	120-150	3.5	3.6
	150-180	7	2.5
23	120-150	26	8.5
	150-180	25	10
24	120-150	29	8.4
	150-180	25	7.1
25	120-150	20.5	7.3
	150-180	22	7
26	120-150	15	1.5
	150-180	14	4.3
27	120-150	21	17
	150-180	22	6
28	120-150	10	3.8
	150-180	10	3.2
29	120-150	25	4.5
	150-180	24.5	6.7
30	120-150	20	4.5
	150-180	17	8.1
31	120-150	19	1.5

Çizelge 4.3. (Devam)

	150-180	20	2.4
32	120-150	23	2.6
	150-180	22	6.7
33	120-150	24	8
	150-180	27	10.5
34	120-150	20	2.5
	150-180	24.5	5.5
35	120-150	20	1
	150-180	23.5	6.5
36	120-150	12	2
	150-180	16	4
37	120-150	21	4
	150-180	22	7
38	120-150	9	2.7
	150-180	6	1.8
39	120-150	8	1.5
	150-180	11	2.2
40	120-150	7	2.5
	150-180	8	3.2

4.5. Temel topraklarında yapılan kimyasal analiz sonuçları

Çizelge 4.4'te araştırma alanı topraklarından alınan toprak örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları verilmiştir. Bu verilerden yararlanılarak EC, pH, SAR (Sodyum Absorbsiyon Oranı), ESP (Değişebilir Sodyum Yüzdesi) ve kireç değerleri bulunmuştur. EC değerleri elektriksel iletkenlik aletinde ve pH değeri ise pH metre aletinde okunarak Çizelge 4.4'deki değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Temel topraklarında yapılan kimyasal analiz sonuçları

Örnek No	Derinlik (cm)	EC (dS/m)	pH	Kireç (%)	SAR
1	120-150	1.38	7.09	15.5	4.7
	150-180	4.95	7.08	24.7	11.4
2	120-150	5.85	7.27	12.1	11.8
	150-180	4.08	7.72	14.4	8.2
3	120-150	1.64	7.42	29.6	11.9
	150-180	4.41	7.75	20.1	9.3
4	120-150	9.1	7.44	21.6	13.9
	150-180	7.72	7.83	18.6	8.2
5	120-150	7.54	7.71	15.9	13.5
	150-180	7.31	7.79	30	12.4
6	120-150	7.07	7.67	19.3	10.5
	150-180	6.55	7.25	13.6	10.8
7	120-150	4.79	7.01	24.7	12.1
	150-180	6.23	7.69	28.1	11.5
8	120-150	2.67	7.23	32.6	3.3

Çizelge 4.4. (Devam)

	150-180	3.37	7.27	31.9	5.1
9	120-150	3.87	7.77	22.8	10.8
	150-180	3.9	7.33	26.9	8.8
10	120-150	4.04	7.31	16.3	12.1
	150-180	5.18	7.90	16.7	10.4
11	120-150	4.47	7.45	26.6	11.0
	150-180)	4.78	7.05	21.2	11.6
12	120-150	2.9	7.25	28.5	8.4
	150-180	3.13	7.04	28.5	5.9
13	120-150	7.35	7.38	25.4	13.4
	150-180	5.97	7.98	28.1	13.3
14	120-150	2.54	7.78	25	8.7
	150-180	2.88	7.73	26.2	11.4
15	120-150	6.26	8.08	18.6	17.6
	150-180	5.2	7.98	24.7	12.0
16	120-150	0.42	7.96	25.4	3.7
	150-180	0.48	7.44	26.2	2.7
17	120-150	0.56	8.18	32.3	2.3
	150-180	0.89	7.48	32.3	2.8
18	120-150	6.85	7.86	14	10.3
	150-180	6.58	7.69	31.9	7.0
19	120-150	1.89	7.20	31.9	2.8
	150-180	2.67	7.36	15.5	7.65
20	120-150	2.23	7.93	19.3	3.2
	150-180	1.84	7.45	31.9	7.3
21	120-150	1.92	7.86	30	6.2
	150-180	1.36	7.16	30	5.0
22	120-150	1.87	7.69	29.2	2.6
	150-180	0.8	8.01	30	6.3
23	120-150	7.58	7.26	18.2	12.6
	150-180	6.47	7.90	13.6	11.2
24	120-150	8.2	7.13	14	14.2
	150-180	7.49	8.02	16.7	13.3
25	120-150	3.86	7.91	12.9	10.7
	150-180	4.22	7.24	11.7	11.8
26	120-150	1.16	8.29	19.3	17.3
	150-180	3.11	7.89	17.1	9.5
27	120-150	2.59	7.46	17.4	7.2
	150-180	3.42	7.50	22.8	12.7
28	120-150	1.96	7.34	17.8	7.3
	150-180	1.97	8.08	12.1	7.9
29	120-150	5.61	8.00	15.5	16.7
	150-180	7.84	7.87	16.7	13.4
30	120-150	3.29	7.85	21.2	13.3
	150-180	3.5	7.76	30.4	8.4
31	120-150	2.44	7.61	17.4	21.9
	150-180	2.48	8.15	19.3	18.3
32	120-150	4.02	7.39	20.1	20.2

Çizelge 4.4. (Devam)

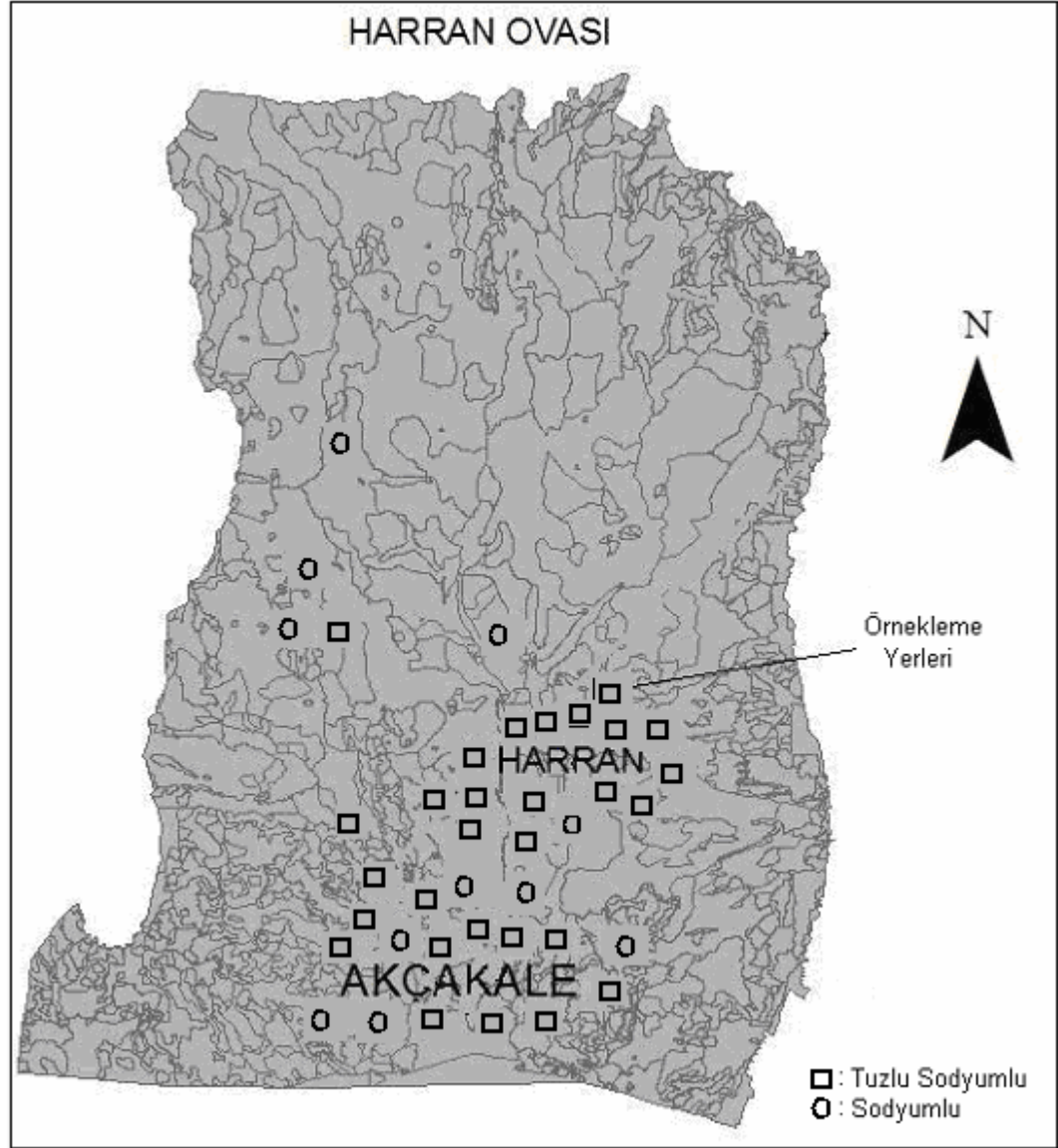
	150-180	3.72	8.03	21.2	12.0
33	120-150	7.29	7.72	17.8	12.0
	150-180	6.48	7.85	18.6	11.8
34	120-150	4.47	8.02	14.8	17.9
	150-180	6.58	7.90	19.3	14.8
35	120-150	4.06	8.43	21.2	28.3
	150-180	5.72	7.90	12.9	13.0
36	120-150	1.78	7.40	14.8	12.0
	150-180	1.43	7.28	20.9	11.3
37	120-150	3.57	8.07	17.1	14.8
	150-180	4.51	7.92	19.7	11.8
38	120-150	0.86	8.05	18.2	7.7
	150-180	0.98	8.13	22	6.3
39	120-150	1.3	8.08	14.8	9.2
	150-180	1.64	7.53	20.9	10.5
40	120-150	1.71	7.30	15.2	6.3
	150-180	1.7	7.82	15.2	6.3

Çizelge 4.4'ten de görüldüğü gibi en yüksek EC değeri 9.1 dS/m ile 4 nolu noktanın 120-150 cm derinliğinde, en düşük EC değeri ise 0.42 dS/m ile 16 nolu noktanın 120-150 cm derinliğinde bulunmuştur. Harran Ovasından alınan temel topraklarının kireç analizleri kalsimetre aleti kullanılarak belirlenmiştir. Topraklarda pH'nın 8.2'den fazla olduğu durumlarda etkili bir ochre kontrolü gerekmekte ve topraktaki kireç miktarı da arttıkça toprağın geçirgenliği azalmaktadır (FAO, 2000). Bu durumda ise suyun drenlerin etrafından drenin içine girişinde sorunlar ortaya çıkarabilmektedir. Araştırma alanı topraklarının pH'larının 8.2'den düşük olduğu görülmektedir. Ancak, kireç değerleri ise yüksek olduğundan dolayı ochre kontrolü gerekebilmektedir.

Temel topraklarından alınan örneklerde Na ve Ca+Mg değerleri elde edilmiş ve bu değerlerinden yararlanılarak toprakların SAR (Sodyum Absorbsiyon Oranı) değerleri belirlenmiştir.

4.6. Araştırma alanı temel topraklarının tuzluluk durumları

Araştırma alanı topraklarında yapılan analiz sonuçlarına göre; EC, pH ve ESP değerleri esas alınarak temel topraklarının tuzluluk durumları Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının tuzluluk durumları

Dren derinliğinde, araştırma alanı topraklarının % 72’si tuzlu sodyumlu toprak özelliklerinde, yani; EC değeri 2 dS/m’den büyük ESP değeri % 15’ten küçük ve pH değeri ise 8.5’ten küçük olarak bulunmuştur. Temel topraklarının % 28’i ise sodyumlu toprak özelliklerinde bu topraklarda EC 2 dS/m’den büyük, ESP değeri % 15’ten küçük ve pH değeri ise 8.5’ten küçük olan topraklardır.

4.7. Temel topraklarının plastisite indeksine (PI) göre siltasyon durumları

Yüzey altı drenaj sistemlerinin tasarlanmasında önemli bir yere sahip olan kriterlerden birisi de plastisite indeksidir. Araştırma alanından alınan toprakların plastisite indeksi analizleri yapıldıktan sonra temel topraklarında plastisite indeksi durumlarına göre temel topraklarında siltasyona neden olma durumları Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. FAO (1976)’ya göre, siltasyona yüksek eğilim var, siltasyona az eğilim var ve siltasyona eğilim yok değerlendirmeleri yapılmıştır.

Çizelge 4.5. Temel topraklarının plastisite indeksine (PI) göre siltasyon durumları

Örnek No	Derinlik (cm)	Temel Topraklarının Siltasyon Durumu
1	120-150	SYEV
	150-180	SYEV
2	120-150	SEY
	150-180	SEY
3	120-150	SEY
	150-180	SEY
4	120-150	SEY
	150-180	SEY
5	120-150	SEY
	150-180	SEY
6	120-150	SEY
	150-180	SEY
7	120-150	SEY
	150-180	SEY
8	120-150	SAEV
	150-180	SAEV
9	120-150	SEY
	150-180	SEY
10	120-150	SEY
	150-180	SEY
11	120-150	SEY
	150-180)	SEY
12	120-150	SEY
	150-180	SEY
13	120-150	SEY
	150-180	SEY
14	120-150	SEY
	150-180	SEY
15	120-150	SEY
	150-180	SEY
16	120-150	SYEV
	150-180	SEY
17	120-150	SEY

Çizelge 4.5. (Devam)

	150-180	SEY
18	120-150	SAEV
	150-180	SAEV
19	120-150	SEY
	150-180	SEY
20	120-150	SYEV
	150-180	SYEV
21	120-150	SEY
	150-180	SEY
22	120-150	SEY
	150-180	SEY
23	120-150	SEY
	150-180	SEY
24	120-150	SEY
	150-180	SEY
25	120-150	SEY
	150-180	SEY
26	120-150	SEY
	150-180	SEY
27	120-150	SAEV
	150-180	SAEV
28	120-150	SEY
	150-180	SEY
29	120-150	SEY
	150-180	SEY
30	120-150	SEY
	150-180	SEY
31	120-150	SEY
	150-180	SEY
32	120-150	SEY
	150-180	SEY
33	120-150	SYEV
	150-180	SYEV
34	120-150	SEY
	150-180	SEY
35	120-150	SEY
	150-180	SEY
36	120-150	SEY
	150-180	SEY
37	120-150	SAEV
	150-180	SYEV
38	120-150	SYEV
	150-180	SYEV

Çizelge 4.5. (Devam)

39	120-150	SAEV
	150-180	SYEV
40	120-150	SAEV
	150-180	SAEV

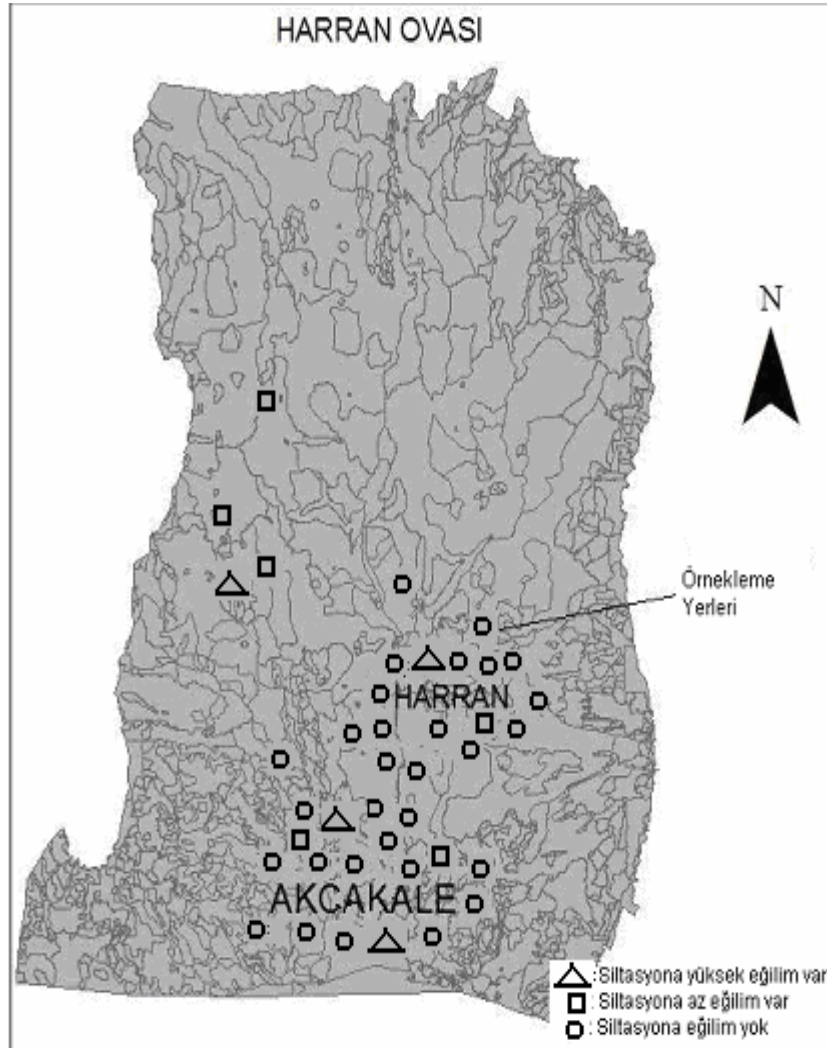
SEY : Siltasyona Eğilim Yok

SAEV : Siltasyona Az Eğilim Var

SYEV: Siltasyona Yüksek Eğilim Var

4.7.1. PI değerlerine göre filtre gereksiniminin harita üzerinde gösterimi

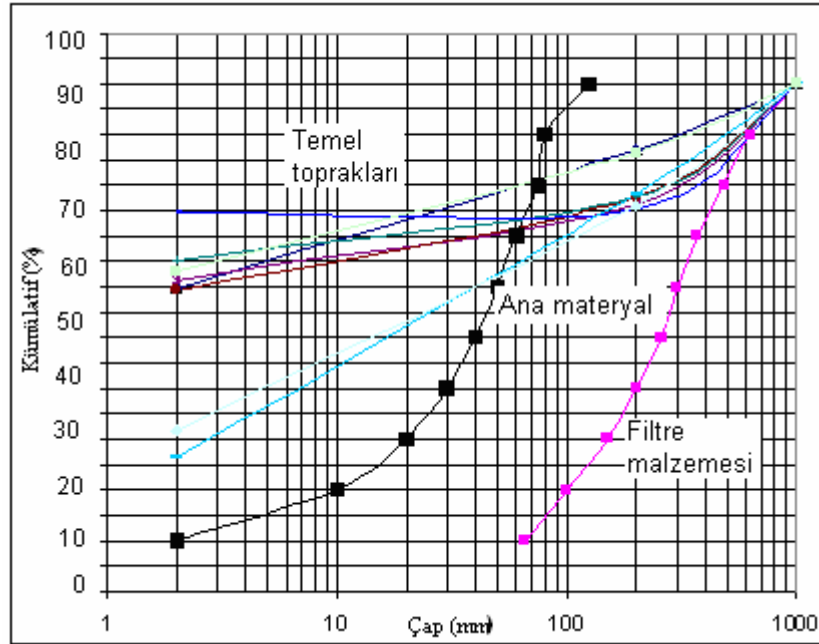
FAO (1976)'ya göre, plastisite indeksi değerleri, aşağıda Şekil 4.4'te harita üzerinde gösterilmiştir. Plastisite indeksi değerlerini harita üzerine aktarırken simgelerden yararlanılmıştır. Haritada görüldüğü gibi 40 örnekten % 10'unda siltasyona yüksek eğilim var, % 15'inde siltasyona az eğilim var, % 75'inde ise siltasyona eğilim yoktur.



Şekil 4.4. Plastisite indeksi (PI) değerlerinin harita üzerinde gösterimi

4.8. Temel topraklarının uniformite katsayısı (Cu) değerlerinin grafiklenmesi

Uniformite katsayısı değerleri, Şekil 4.3'te gösterilen grafikten yararlanılarak bulunmuştur. Bu grafik, ana materyal ve filtre malzemelerinin dane büyüklüklerine göre çizilmiştir. Stuyt, (1992) tarafından verilen yöntemlere göre çizilen grafikte araştırma alanında farklı derinliklerden alınan toprak örnekleri kümülatif değerlere karşı temel topraklarının çaplar karşılaştırılarak aşağıdaki grafik elde edilmiştir. Grafik hidrometre yöntemine göre kil-silt-kum değerleri ele alınarak çizilmiş, temel topraklarının bünye değerleri Şekil 4.5'teki grafikte okunarak d_{60} (danelerin % 60'ının sahip olduğu zerre büyüklüğü)'nün d_{10} (danelerin % 10'unun sahip olduğu zerre büyüklüğü)'ne oranlanması ile araştırma alanı topraklarına ait Cu katsayısı değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Temel topraklarının Cu değerlerini gösteren grafik

Grafikten de görüleceği gibi temel toprakları genel de ana materyali yatay yönde paralel kesmektedirler (Şekil 4.5).

4.8.1. Temel topraklarının erozyon durumları

Olbertz ve Press (1965)'e göre, araştırma alanı topraklarının Cu analizi sonuçlarına göre erozyon durumları aşağıda Çizelge 4.6'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Araştırma alanı topraklarının erozyon durumları

Örnek No	Derinlik (cm)	Erozyon Durumu
1	120-150	ETY
	150-180	ETY
2	120-150	ETY
	150-180	ETY
3	120-150	ETY
	150-180	ETY
4	120-150	ETY
	150-180	ETY
5	120-150	ETY
	150-180	ETY
6	120-150	ETY
	150-180	ETY
7	120-150	ETY
	150-180	ETY
8	120-150	ETY
	150-180	ETY
9	120-150	ETY
	150-180	ETY
10	120-150	ETY
	150-180	ETY
11	120-150	ETY
	150-180)	ETY
12	120-150	ETY
	150-180	ETY
13	120-150	ETY
	150-180	ETY
14	120-150	ETY
	150-180	ETY
15	120-150	ETY
	150-180	ETY
16	120-150	ETY
	150-180	ETY
17	120-150	ETY
	150-180	ETY
18	120-150	ETY
	150-180	ETY
19	120-150	ETY
	150-180	ETY
20	120-150	ETY

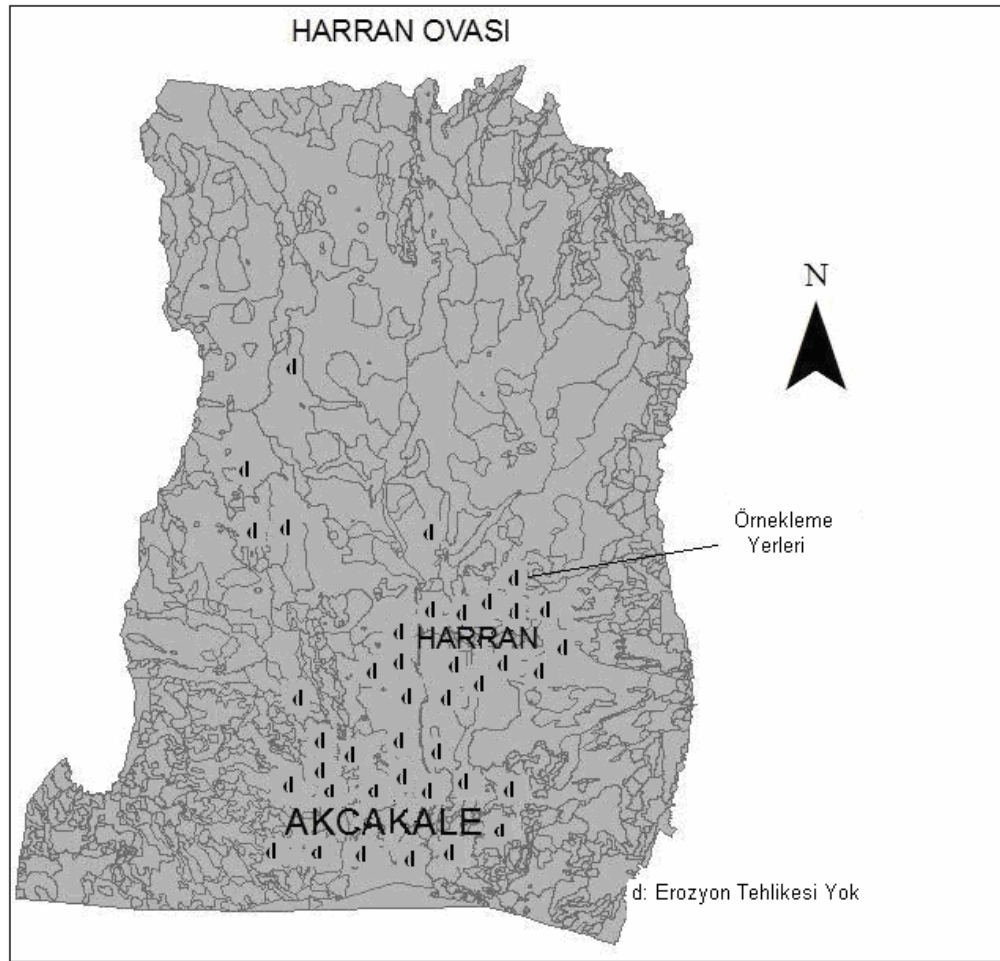
Çizelge 4.6. (Devam)

	150-180	ETY
21	120-150	ETY
	150-180	ETY
22	120-150	ETY
	150-180	ETY
23	120-150	ETY
	150-180	ETY
24	120-150	ETY
	150-180	ETY
25	120-150	ETY
	150-180	ETY
26	120-150	ETY
	150-180	ETY
27	120-150	ETY
	150-180	ETY
28	120-150	ETY
	150-180	ETY
29	120-150	ETY
	150-180	ETY
30	120-150	ETY
	150-180	ETY
31	120-150	ETY
	150-180	ETY
32	120-150	ETY
	150-180	ETY
33	120-150	ETY
	150-180	ETY
34	120-150	ETY
	150-180	ETY
35	120-150	ETY
	150-180	ETY
36	120-150	ETY
	150-180	ETY
37	120-150	ETY
	150-180	ETY
38	120-150	ETY
	150-180	ETY
39	120-150	ETY
	150-180	ETY
40	120-150	ETY
	150-180	ETY

ETY : Erozyon Tehlikesi Yok

Çizelge 4.6'dan anlaşılacağı üzere toprakların Cu değerlerine göre araştırma alanı topraklarının tamamında erozyon tehlikesi bulunmamaktadır. Bu topraklarda Olbert ve ark. (1965)'e göre, yapılan Uniformite değerlendirmesine göre drenaj sistemleri projelenirken mevcut alanlarda dren boruları içerisine silt girişinin olmayacağı veya çok az bir girişin olabileceği ortaya çıkmıştır. Bu bakımdan drenaj sistemleri projelenirken zarf materyali kullanılmadan da dren borularının toprağa döşenmesinin sakınca oluşturmayacağı anlaşılmaktadır. Bu da drenaj projelerinde en yüksek maliyete sahip olan zarf materyalinin kullanılmamasını veya çok az bir zarf materyali ile yine sistemin etkinliğinin korunacağını ortaya koymaktadır.

Temel topraklarının uniformite ve erozyon durumu Şekil 4.6'da harita üzerinde gösterilmiştir. Haritada, temel topraklarının erozyon durumları harflendirilerek gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Araştırma alanı topraklarının uniformite durumlarının harita üzerinde gösterimi

4.9. Araştırma alanı topraklarının taban suyu durumları

Araştırma alanı topraklarının taban suyu durumları aşağıda Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Araştırma alanı topraklarının taban suyu durumları

Örnek No	Derinlik (cm)	Taban Suyu Durumu
1	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
2	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
3	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
4	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
5	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
6	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
7	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
8	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
9	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
10	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
11	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
12	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
13	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
14	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
15	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
16	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
17	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
18	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
19	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
20	120-150	Taban suyu var

Çizelge 4.7. (Devam)

	150-180	Taban suyu var
21	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
22	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
23	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
24	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
25	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
26	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
27	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
28	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
29	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
30	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
31	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
32	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
33	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
34	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
35	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
36	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
37	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
38	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok
39	120-150	Taban suyu var
	150-180	Taban suyu var
40	120-150	Taban suyu yok
	150-180	Taban suyu yok

Çizelge 4.7'den de anlaşılacağı üzere araştırma alanının % 65'inde taban suyu var iken % 35'inde ise taban suyu bulunmamaktadır. Taban suyu bulunan alanlarda taban suyu seviyesi 120 cm derinlikten ve hatta daha yukarıdan başlamaktadır. Taban suyu bulunmayan noktalarda ise daha derinlere inildikçe taban suyu seviyesi bulunabileceği ortaya çıkmaktadır.

4.10. Temel topraklarında SAR ve kil içeriklerine bağlı filtre gereksinimi

Harran Ovasından alınan topraklarda yapılan bünye analizi sonuçlarına göre, toprakların sadece kil miktarlarına bakılarak değerlendirme yapılarak Çizelge 4.8'deki sonuçlar elde edilmiştir. Çizelge 4.8'den de anlaşılacağı üzere temel topraklarının % 1'inde çoğunlukla filtre malzemesinin gerekmediği % 7'sinde toprakların kil içeriklerinin yanında SAR değerine de bakılması gerektiğini SAR değeri yüksek (>8-12) çıkarsa filtrenin gerekeceğini ve % 92'sinde ise filtre malzemesine gereksinimin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.8. Temel topraklarında SAR ve kil içeriklerine bağlı filtre gereksinimi

ÖrnekNo	Derinlik (cm)	Filtre Gereksinimi
1	120-150	FGD
	150-180	FGD
2	120-150	FGD
	150-180	FGD
3	120-150	FGD
	150-180	FGD
4	120-150	FGD
	150-180	FGD
5	120-150	FGD
	150-180	FGD
6	120-150	ÇFG
	150-180	SAR-YFG
7	120-150	FGD
	150-180	FGD
8	120-150	FGD
	150-180	FGD
9	120-150	FGD
	150-180	FGD
10	120-150	SAR-YFG
	150-180	SAR-YFG
11	120-150	FGD
	150-180)	SAR-YFG
12	120-150	FGD
	150-180	FGD
13	120-150	FGD

Çizelge 4.8. (Devam)

	150-180	FGD
14	120-150	FGD
	150-180	FGD
15	120-150	FGD
	150-180	SAR-YFG
16	120-150	FGD
	150-180	FGD
17	120-150	FGD
	150-180	FGD
18	120-150	FGD
	150-180	FGD
19	120-150	FGD
	150-180	SAR-YFG
20	120-150	FGD
	150-180	FGD
21	120-150	FGD
	150-180	FGD
22	120-150	FGD
	150-180	FGD
23	120-150	FGD
	150-180	FGD
24	120-150	FGD
	150-180	FGD
25	120-150	FGD
	150-180	FGD
26	120-150	FGD
	150-180	FGD
27	120-150	FGD
	150-180	FGD
28	120-150	FGD
	150-180	FGD
29	120-150	FGD
	150-180	FGD
30	120-150	FGD
	150-180	FGD
31	120-150	FGD
	150-180	FGD
32	120-150	FGD
	150-180	FGD
33	120-150	FGD
	150-180	FGD
34	120-150	FGD
	150-180	FGD
35	120-150	FGD
	150-180	FGD
36	120-150	FGD
	150-180	FGD

Çizelge 4.8. (Devam)

37	120-150	FGD
	150-180	FGD
38	120-150	FGD
	150-180	FGD
39	120-150	FGD
	150-180	FGD
40	120-150	FGD
	150-180	FGD

FGD : Filtre Gerekli Değil

SAR-YFG: SAR Yüksek ise Filtre Gerekebilir

ÇFG : Çoğunlukla Filtre Gerekmez

4.11. Temel topraklarında gerekli filtre malzemelerinin dane büyüklükleri

Araştırma alanında, eğer yüzey altı drenaj sistemleri kurulacak ise gerekli kullanılacak filtrelerin dane zerre büyüklükleri Çizelge 4.9’da verildiği gibi olmalıdır. Çizelge 4.9 TOPRAKSU, (1969) tarafından verilen yöntemle göre hazırlanmıştır. Ana toprağın % 15 zerre büyüklüklerini 12–40 katsayıları, % 50 zerre büyüklüklerini 12–58 katsayıları ile ve % 85 zerre büyüklüklerini 5 katsayısı ile çarpılarak Çizelge 4.9’daki değerlere ulaşılmıştır.

Çizelge 4.9. Temel topraklarında kullanılacak dane büyüklükleri (TOPRAKSU, 1969)

Örnek No	Derinlik (cm)	% 15 Filtrenin Dane Büyüklüğü		% 50 Filtrenin Dane Büyüklüğü		% 85 Filtrenin Dane Büyüklüğü
		*12	*40	*12	*58	*5
1	120-150	0.42	1.40	0.96	4.64	7.5
	150-180	0.42	1.40	0.84	4.06	25.0
2	120-150	0.42	1.40	0.84	4.06	20.0
	150-180	0.36	1.20	0.50	2.44	22.5
3	120-150	0.30	1.00	0.30	1.45	25.0
	150-180	0.36	1.20	0.37	1.80	25.0
4	120-150	0.38	1.28	0.84	4.06	27.5
	150-180	0.40	1.32	0.78	3.77	25.0
5	120-150	0.38	1.28	0.72	3.48	8.0
	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	7.0
6	120-150	3.60	12.00	0.48	2.32	25.0
	150-180	1.80	6.00	0.48	2.32	20.0
7	120-150	0.36	1.20	0.54	2.61	10.0
	150-180	0.34	1.12	0.30	1.45	15.0
8	120-150	0.32	1.08	0.26	1.28	27.5
	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	10.0
9	120-150	0.36	1.20	0.36	1.74	20.0

Çizelge 4.9. (Devam)

	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	20.0
10	120-150	2.04	6.80	0.48	2.32	30.0
	150-180	1.20	4.00	0.48	2.32	25.0
11	120-150	0.48	1.60	1.20	5.80	25.0
	150-180)	0.54	1.80	1.08	5.22	25.0
12	120-150	0.36	1.20	0.50	2.44	25.0
	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	25.0
13	120-150	0.41	1.36	0.84	4.06	25.0
	150-180	0.42	1.40	0.86	4.18	25.0
14	120-150	0.36	1.20	0.54	2.61	20.0
	150-180	0.48	1.60	1.08	5.22	25.0
15	120-150	0.48	1.60	0.85	4.12	25.0
	150-180	0.38	1.28	0.84	4.06	25.0
16	120-150	0.36	1.20	0.60	2.90	30.0
	150-180	0.38	1.28	0.72	3.48	30.0
17	120-150	0.46	1.52	0.96	4.64	30.0
	150-180	0.38	1.28	0.84	4.06	27.5
18	120-150	0.48	1.60	0.48	2.32	10.0
	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	10.0
19	120-150	1.20	4.00	0.48	2.32	35.0
	150-180	0.48	1.60	0.96	4.64	10.0
20	120-150	0.50	1.68	0.96	4.64	30.0
	150-180	0.48	1.60	1.20	5.80	15.0
21	120-150	0.48	1.60	1.08	5.22	15.0
	150-180	0.48	1.60	1.08	5.22	15.0
22	120-150	0.29	0.96	0.24	1.16	0.2
	150-180	0.29	0.96	0.24	1.16	0.2
23	120-150	0.61	2.04	1.44	6.96	25.0
	150-180	0.62	2.08	1.44	6.96	25.0
24	120-150	0.29	0.96	0.24	1.16	0.2
	150-180	0.29	0.96	0.24	1.16	0.2
25	120-150	0.48	1.60	1.32	6.38	25.0
	150-180	0.46	1.52	0.72	3.48	25.0
26	120-150	0.36	1.20	0.54	2.61	15.0
	150-180	0.48	1.60	1.44	6.96	20.0
27	120-150	0.48	1.60	1.56	7.54	30.0
	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	30.0
28	120-150	0.23	0.76	0.34	1.62	1.0
	150-180	0.36	1.20	0.36	1.74	1.0
29	120-150	0.36	1.20	0.49	2.38	30.0
	150-180	0.38	1.28	0.84	4.06	22.5
30	120-150	0.36	1.20	0.41	1.97	25.0
	150-180	0.36	1.20	0.38	1.86	25.0
31	120-150	0.36	1.20	0.48	2.32	25.0
	150-180	0.38	1.28	0.61	2.96	30.0
32	120-150	0.42	1.40	0.96	4.64	25.0
	150-180	0.36	1.20	0.36	1.74	30.0

Çizelge 4.9. (Devam)

33	120-150	0.36	1.20	0.38	1.86	20.0
	150-180	0.36	1.20	0.48	2.32	20.0
34	120-150	0.36	1.20	0.48	2.32	6.0
	150-180	0.48	1.60	1.20	5.80	15.0
35	120-150	0.48	1.60	1.20	5.80	25.0
	150-180	0.48	1.60	1.20	5.80	25.0
36	120-150	0.40	1.32	1.08	5.22	30.0
	150-180	0.36	1.20	0.84	4.06	30.0
37	120-150	0.38	1.28	0.60	2.90	30.0
	150-180	0.38	1.28	0.60	2.90	30.0
38	120-150	0.34	1.12	0.18	0.87	25.0
	150-180	0.36	1.20	0.24	1.16	25.0
39	120-150	0.38	1.28	0.96	4.64	25.0
	150-180	0.36	1.20	0.72	3.48	25.0
40	120-150	0.38	1.28	0.48	2.32	20.0
	150-180	0.38	1.28	0.48	2.32	20.0

Çizelge 4.9'daki (% 15 - % 50 - % 85) zerre ebadı değerleri Şekil 4.4'teki grafikten okunarak gerekli katsayılarla çarpılıp daha sonra tabloda yerine yazılmıştır.

4.12. Vlotman'a göre zarf gereksinimi

Vlotman (1998)'e göre, temel topraklarının özellikleri esas alınarak zarf gereksinimi olup olmadığı aşağıdaki Çizelge 4.10'de gösterilmiştir. Çizelge 4.10'da kil, SAR, Cu, Pl sonuçları esas alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.10. Vlotman'a göre zarf gereksinimi

Örnek No	Derinlik (cm)	Kil (>% 40)	SAR (>8-12)	Cu (>15)	Plastisite İndeksi (PI) (>12)	Zarf Gereksinimi
1	120-150	59.6	4.7	95.2	4.2	Zarf gerekli
	150-180	59.2	11.4	95.2	2.8	Zarf gerekli
2	120-150	60.1	11.8	95.2	12.1	Zarf gerekmez
	150-180	65.2	8.2	50.0	13.1	Zarf gerekmez
3	120-150	74.8	11.9	25.0	22.1	Zarf gerekmez
	150-180	69.5	9.3	35.0	14.4	Zarf gerekmez
4	120-150	60.9	13.9	86.4	16.8	Zarf gerekmez
	150-180	60.7	8.2	90.9	12.1	Zarf gerekmez
5	120-150	63.0	13.5	71.4	19.9	Zarf gerekmez
	150-180	67.7	12.4	45.0	22.9	Zarf gerekmez
6	120-150	26.3	10.5	20.0	13.8	Zarf gerekmez
	150-180	31.8	10.8	28.6	12.6	Zarf gerekmez
7	120-150	66.2	12.1	47.6	18.2	Zarf gerekmez
	150-180	74.8	11.5	25.0	21	Zarf gerekmez
8	120-150	76.2	3.3	26.3	8.7	Zarf gerekli
	150-180	67.9	5.1	45.0	10.7	Zarf gerekli

Çizelge 4.10. (Devam)

9	120-150	71.0	10.8	35.0	12.9	Zarf gerekmez
	150-180	67.9	8.8	45.0	12.0	Zarf gerekmez
10	120-150	30.5	12.1	20.0	12.2	Zarf gerekmez
	150-180	36.2	10.4	30.0	12.9	Zarf gerekmez
11	120-150	56.0	11.0	55.6	17	Zarf gerekmez
	150-180	31.5	10.9	55.6	20.7	Zarf gerekmez
12	120-150	65.1	8.4	83.3	14.9	Zarf gerekmez
	150-180	60.7	5.9	76.9	26.9	Zarf gerekmez
13	120-150	47.5	13.4	90.9	14.8	Zarf gerekmez
	150-180	59.2	13.3	90.9	25.9	Zarf gerekmez
14	120-150	58.7	8.7	90.9	12.1	Zarf gerekmez
	150-180	66.1	11.4	91.3	34.4	Zarf gerekmez
15	120-150	56.8	17.6	83.3	13.6	Zarf gerekmez
	150-180	39.9	12.0	90.9	16.2	Zarf gerekmez
16	120-150	60.3	3.7	57.1	4.1	Zarf gerekli
	150-180	64.5	2.7	68.2	28.4	Zarf gerekli
17	120-150	61.2	2.3	90.9	15.5	Zarf gerekmez
	150-180	58.3	2.8	86.4	12.6	Zarf gerekmez
18	120-150	60.7	10.3	47.6	11	Zarf gerekli
	150-180	44.9	7.0	45.5	7.7	Zarf gerekli
19	120-150	66.2	2.8	60.0	28.6	Zarf gerekmez
	150-180	34.2	13.1	87.0	18.4	Zarf gerekmez
20	120-150	59.0	3.2	66.7	5.3	Zarf gerekli
	150-180	50.7	7.3	83.3	0.9	Zarf gerekli
21	120-150	57.3	6.2	90.9	18.7	Zarf gerekmez
	150-180	59.6	5.0	95.2	15.8	Zarf gerekmez
22	120-150	49.6	2.6	15.0	17.2	Zarf gerekmez
	150-180	43.5	6.3	15.0	19.2	Zarf gerekmez
23	120-150	80.4	12.6	83.3	18.4	Zarf gerekmez
	150-180	44.7	11.2	86.7	12.1	Zarf gerekmez
24	120-150	83.2	14.2	16.7	23.3	Zarf gerekmez
	150-180	81.2	13.3	15.9	26.6	Zarf gerekmez
25	120-150	42.7	10.7	84.0	23.5	Zarf gerekmez
	150-180	54.1	11.8	86.4	14.2	Zarf gerekmez
26	120-150	60.9	17.3	52.4	12.1	Zarf gerekmez
	150-180	65.5	9.5	80.0	15	Zarf gerekmez
27	120-150	53.9	7.2	80.0	9.2	Zarf gerekli
	150-180	52.6	12.7	50.0	9	Zarf gerekli
28	120-150	66.3	7.3	25.0	13.9	Zarf gerekmez
	150-180	74.6	7.9	48.0	15.6	Zarf gerekmez
29	120-150	49.2	16.7	47.6	13.9	Zarf gerekmez
	150-180	65.0	13.4	45.5	14.2	Zarf gerekmez
30	120-150	59.5	13.3	40.0	15.6	Zarf gerekmez
	150-180	46.9	8.4	40.0	12.3	Zarf gerekmez
31	120-150	67.8	21.9	50.0	33.3	Zarf gerekmez
	150-180	66.9	18.3	68.2	14.2	Zarf gerekmez
32	120-150	61.6	20.2	87.0	12.9	Zarf gerekmez
	150-180	59.2	12.0	40.0	19.7	Zarf gerekmez

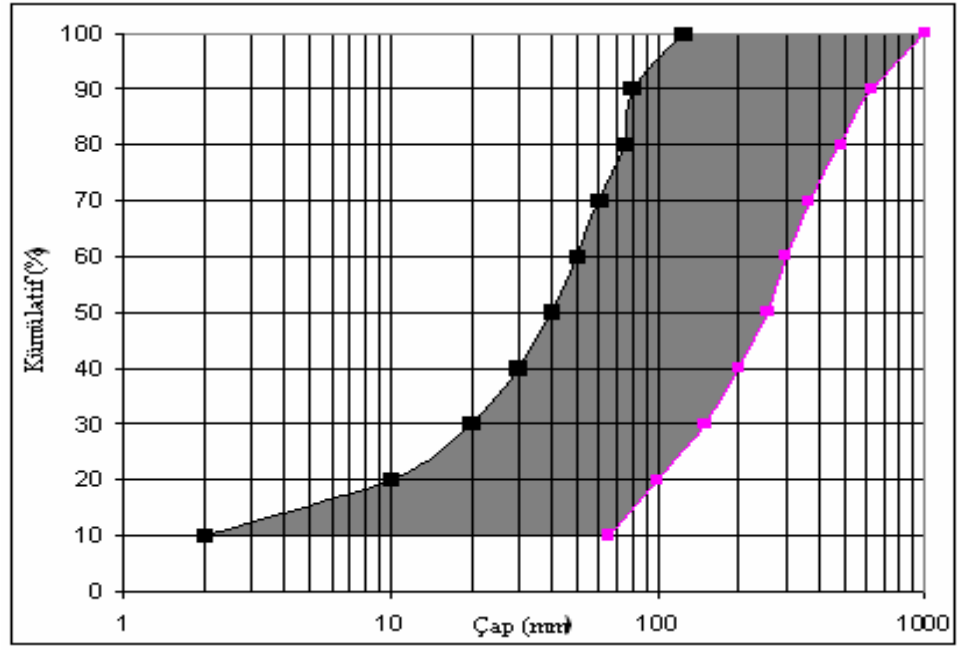
Çizelge 4.10. (Devam)

33	120-150	73.0	12.0	40.0	4	Zarf gerekli
	150-180	69.8	11.8	45.0	4.9	Zarf gerekli
34	120-150	68.3	17.9	45.0	12.1	Zarf gerekmez
	150-180	68.2	14.8	87.5	27.3	Zarf gerekmez
35	120-150	55.7	28.3	88.0	15	Zarf gerekmez
	150-180	55.7	13.0	50.0	12.3	Zarf gerekmez
36	120-150	54.8	12.0	43.5	9.3	Zarf gerekli
	150-180	57.5	11.3	45.0	17.1	Zarf gerekmez
37	120-150	72.5	14.8	61.9	8.3	Zarf gerekli
	150-180	63.0	11.8	61.9	4.2	Zarf gerekli
38	120-150	63.4	7.7	25.0	1.6	Zarf gerekli
	150-180	75.4	6.3	50.0	4.5	Zarf gerekli
39	120-150	64.5	9.2	90.9	10.9	Zarf gerekli
	150-180	58.5	10.5	95.2	0.3	Zarf gerekli
40	120-150	65.9	6.3	47.6	8.4	Zarf gerekli
	150-180	61.2	6.3	57.1	11.6	Zarf gerekli

Çizelge 4.10'da Vlotman (1998)'e göre, temel topraklarının kil içerikleri % 40'tan fazla, SAR içerikleri > 8-12, Cu > 15 ve PI değerleri >12 olan topraklarda filtre malzemesine gereksinim olmadığını belirtmiştir. Buna göre; araştırma alanı topraklarının % 30'unda filtre gerekli, % 70'inde ise filtre malzemesine gereksinim yoktur.

4.13. FAO'nun dane büyüklüğü grafiği

Stuyt (1992)'ye göre, temel topraklarının dane dağılımı grafikteki bant arasına düşer ise bu topraklarda filtre malzemesi gerekmektedir. Harran Ovasından örneklenen toprakların dane dağılım eğrileri bu grafik üzerinde çizilirse toprakların neredeyse hepsi bu iki eğriye arasına düşmemektedir (Şekil 4.7). Onun için ova topraklarının siltasyon yönünden sorunlu olmadıkları söylenebilir.



Şekil 4.7. Drenlerin tıkanmasına neden olabilecek tipik tane dağılım aralıkları eğrisi (Stuyt, 1992)

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Harran Ovasında yüzey altı drenaj sistemleri projelenirken zarf malzemesi kullanılmasına karar vermek için bütün analiz değerlerinin istenilen ölçütleri sağlaması veya sağlamaması gerekmektedir. Herhangi birinin olumsuz çıkması halinde o alan için burada filtre/zarf kullanılması gerektiği belirtilmektedir.

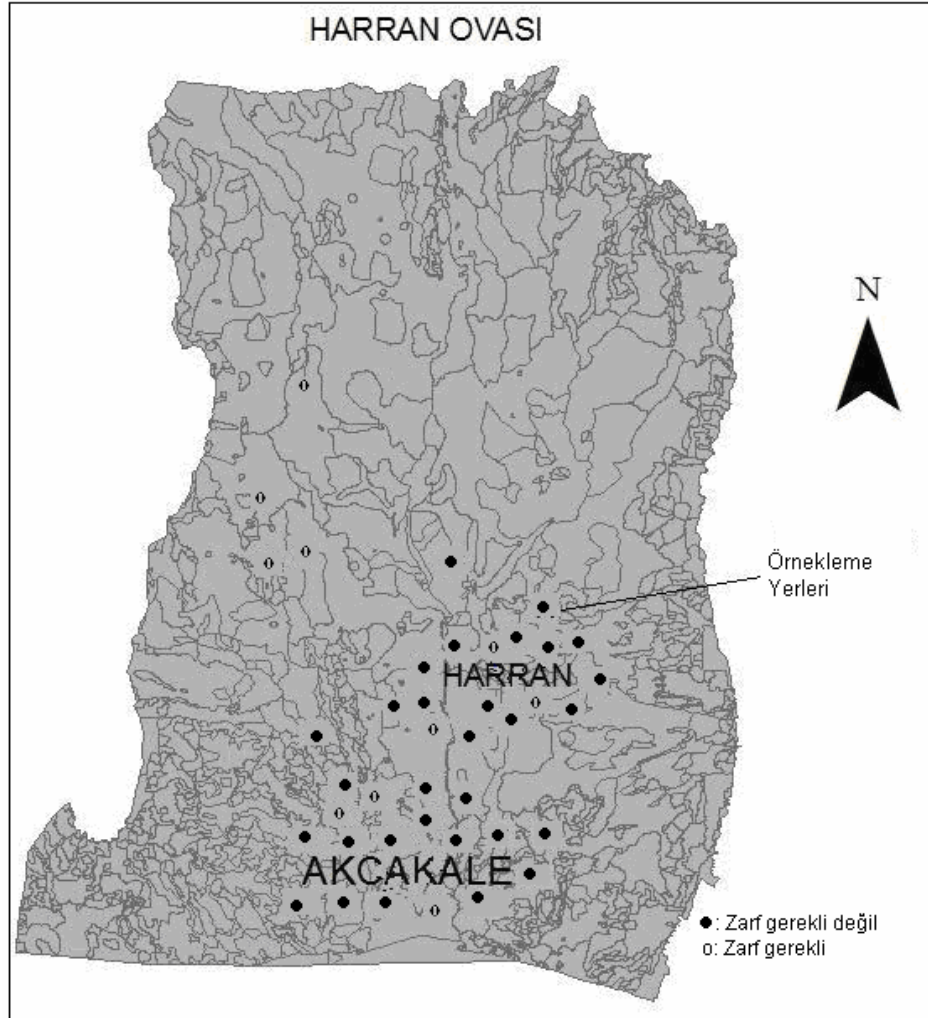
Harran Ovası toprakları, yüksek derecede kil içermekle birlikte değerlendirmede kullanılan diğer kriterlerden biri olan plastisite indeksi değerlerine göre temel topraklarının % 26'sında siltasyona eğilimin olduğu dolayısıyla filtre gereksinimi olabileceği ortaya çıkmıştır. Oysa % 74'ünde ise diğer ölçütlere göre filtre gereksinimine gerek duyulmamaktadır.

Dren boruları içinde oluşan siltasyon çeşitli nedenlerden ileri gelmektedir. Bu nedenlerin başlıcaları, dren borularının çıkışlarının su altında kalması, zarf malzemesinin iyi olmaması, boru cinsi, dren eğiminin az olması ve çiftçi uygulamalarındaki hatalardır. Bunun için drenaj sistemleri tesis edilirken mühendislik çalışmalarında da hassas davranılması gerekmektedir. Harran Ovasında kurulacak yüzey altı drenaj sistemlerinde siltasyonu önlemek için zarf malzemesi olarak kum-çakıl kullanıldığı takdirde Çizelge 4.9'da gösterilen ve TOPRAKSU (1969), tarafından verilen yöntemlere göre belirlenmiş olan dane büyüklükleri tablosundaki büyüklükler zarf malzemesi döşenmeden önce zarf materyali seçiminde dikkate alınmalıdır.

Harran Ovası, Türkiye'de tarımsal üretim açısından çok önemli bir potansiyele sahip bir ovadır. Ovadan daha fazla gelir elde etmek ve toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak için öncelikle topraklarını koruması gerekmektedir. Drenaj uygulamaları da Harran Ovası topraklarını korumanın bir yoludur. Bu bakımdan, Harran Ovasında en kısa zamanda drenaj sistemleri kurulmalı ve eskiden kurulmuş sistemlerinde performansları kontrol edilmelidir. Çiftçilere topraklara gereğinden fazla su verilmemesi için bilgi verilmeli ve bu bakımdan eğitilmeleri sağlanmalıdır. Eğer bu sağlanırsa belki de Harran Ovasında drenaj sistemleri kurmaya gerek bile duyulmayacaktır. Drenaj sistemleri daha ucuz bir paraya planlanacaktır. Ancak, daha önceden yapılmış projeler hariç olmakla beraber drenaja harcanacak para ile de

Ovada basınçlı sulama sistemlerinin (yağmurlama sulama, damlama sulama) kurulmasını teşvik edebiliriz.

Harran Ovasında planlanacak drenaj sistemlerinde % 30-40'lara varan maliyet unsuru olan zarf materyallerinin kullanımında çok dikkatli olunması gerekmektedir. Dren döşeme derinliğindeki zemin toprağının iyi bir şekilde incelenmesi yanında, tarla denemeleri inşa edilerek test ve deneme sonuçlarına bakılarak karar verilmelidir. Ülkemizde drenaj sistemi kurulan bir çok yerde belki de hiç zarf malzemesi kullanımına gerek kalmayacağı veya çok ince bir sentetik materyalin kullanımı ile yeterli drenaj sistemi sağlanmış olacaktır.



Şekil 5.1. Harran Ovasında seçilen noktalarda zarf gereksinimi

Şekil 5.1'de Harran Ovasında belirlenmiş alanlarda yapılan analiz sonuçlarından elde edilen veriler araştırmacıların vermiş yöntemler de belirtilen

ölçütlere göre Harran Ovası topraklarının yüksek oranda kil içermesi yanında Uniformite katsayısı (Cu), plastisite indeksi, Kil/Silt oranı, Kil ve SAR değerlerinin karşılaştırılması sonucunda 1, 8, 10, 18, 20, 33, 37, 38, 39, ve 40 nolu topraklarda drenaj sistemleri projelendirirken zarf malzemesine gereksinimin olabileceğini, diğer kalan alanlarda ise zarf materyaline gereksinim olmadığı anlaşılmıştır.

Ancak, zarf materyali gerekli alanlar da ise ince bir zarf materyali ya da ince bir sentetik materyalin boru etrafına sarılması ile de etkinliği azalmayan bir drenaj sistemi döşeneceği göz önüne alınarak hazır sentetik materyaller kullanılma seçeneği göz önüne alınmalıdır.

Drenaj için yapılan toprak incelemelerine ek olarak yapılacak basit bir zemin toprağı incelemesi ile kil oranının yüksek olduğu topraklarda uygulanan drenaj projelerinde yatırım maliyeti azalacak, böylece aynı para ile % 30-40 oranında daha fazla bir alanda yatırım yapılabilecektir. Kil içeriğinin çok yüksek olduğu bazı alanlarda hiç filtre malzemesi kullanılsa da etkinliği azalmayan bir drenaj sisteminin maliyeti neredeyse yarı yarıya azalacaktır.

Ovada kurulacak drenaj sistemlerinin zaman içinde etkinliklerini kaybetmemesi ve görevlerini yerine getirmelerinin sürekliliğini sağlamak amacıyla devamlı sistemlerin bakım ve onarımlarının yapılması gerekliliği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- AMI, 1987. Twenty-Five Years of Drainage in Israel. In: Proc. Symp, 25th Internat. Course on Land Drainage, Twenty-Five Years of Drainage Experience, J.Vos (ed), Publ. 42, ILRI, Wageningen, The Netherlands, pp. 205-215.
- ANONİM, 1993. Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa ve Harran Ovalarında Dönen Suların Kullanılması, DSİ Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı, 1993 Yılı Araştırma Raporu, Ankara.
- ANONİM, 2003. Şanlıurfa Devlet Su İşleri Müdürlüğü, Şanlıurfa Ovasında Kanal Sulaması, 2003 Yılı Araştırma Raporu, Şanlıurfa.
- ANONİM, 2003. www.tarim.gov.tr/istatistikler.html/, DİE. (17/02/2007. 14:00).
- BAHÇECİ, İ., DİNÇ, N., AĞAR, A., ve TARI, A.F., 2001. Kapalı Drenaj Sistemlerinde Zarf Gerekli midir?. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 85 (3-4): 25-33.
- BAHÇECİ, İ., 2003. Drenaj Sistemlerinin Planlama İlkeleri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı K.H.G.M. APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No:122, s.531, Editör: Rıza KANBER, Recep ÇAKIR, A. Fuat TARI, Ankara.
- BAHÇECİ, İ., NACAR, A.S., ve BERAKATOĞLU, K., 2005. GAP Bölgesi Harran Ovasında Su ve Tuz Dengesi, Uluslararası Sempozyum, Dünyada Kalkınma İçin Su 7-11 Eylül 2005, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, s. 332-347, İstanbul.
- BEYCE, Ö., 1969. Türkiye'nin Bazı Sulama Developman Alanlarındaki Tuzlu ve Sodyumlu Topraklarda Yıkama Suyu ve İslah Maddesi Miktarının Saptanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 197s.
- BOUYOUCOS, G.S., 1951. The Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils, Journal of Argon, 43: 434-448.
- BOWER, C.A., 1969. Properties and Amelioration of Sodic Soils Syposium on The Reclamation of Sodic and Soda Saline Soils, Yerevan, Budapest. pp. 69-72.
- CAVELAARS, J.C., 1965. Hydrological Aspects of The Application of Plastic Drain Pipes and Filter Materials, Royal Dutch Heath Comp, Arnhem. 128p.
- CAVELAARS, J.C., 1974. Subsurface Field Drainage Systems, Drainage Principles and Aplications, Wageningen, Netherlands. 214p.
- ÇELİKER, M., 1998. Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve Tuzluluk Sorunları, 1998 Yılı İnceleme Raporu, Doğu Matbaası, Şanlıurfa.
- DE BOER, D.W., 1965. Investigating Flow Into Tile Joint, Agricultural Engineering Journal, 101:45-48.
- DIELEMAN, P.J., and TRAFFORD, B.D., 1986. Drenajda Sınama, Çeviren Süreyya Baş, İnyet Berkman, KHAE Menemen Genel Yayın No:103, İzmir. 124s.

- DIERICKS, W., 1978. The Influence of Filter Materials In Preveting Silting-Up Drain Pipes, Int. Drainage Workshop, J. Vol(ed), Publ. 38, ILRI, Wageningen, The Netherlands. pp. 128-132.
- DIERICKS, W., 1996. Field Research on Drainage Envelope Materials, Internal Report 96/5, IWASRI, Lahore, Pakistan. 63p.
- DOĞAN, D., ve YARPUZLU, A., 1985. Tarsus Araştırma Enstitüsü, Tarsus Ovasında İnşa Edilmiş Kapalı Drenaj Tesislerinin Etkinliğinin Saptanması, Köy Hizmetleri Raporları, Tarsus.
- DREGNE, H.E., 1976. Soil of Arid Region, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford, New York. 237p.
- DSİ, 1998. Türkiye Çorak Rehberi Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve Tuzluluk Sorunu, 1998 Yılı İnceleme Raporu, Şanlıurfa.
- EGGELSMANN, R., 1987. Tarsus Araştırma Enstitüsü, Tarım, Çevre ve Alt Yapı Mühendisliğinde Kapalı Drenaj Tesislerinin Saptanması, 1987 Yılı Köy Hizmetleri Araştırma Raporları, Tarsus.
- ERGEZER, Ş., 1994. Harran Ovasının Sulanan Alanlarında Toprak Sulama Suyu ve Taban Sularının Tuzlulukla İlgili Özellikleri ve Bunlar Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 84s.
- FAO, 1976. Drainage Testing. P.J., Dieleman, B.D., Trafford. FAO Irrigation and Drainage, Rome. 28p.
- FAO, 1990. Guidelines for Soil Profile Description, 3rd ed. (revised), Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division, Rome. pp. 186-191.
- FORD, H.W., 1985. Iron Ochre and Related Sludge Deposits in Subsurface Drain Lines. Circular, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, Universty of Florida, Gainesville. 671p.
- GEMALMAZ, E., 1993. Drenaj Mühendisliği, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:746, Ders Kitabı: 317, Erzurum, 389s.
- GÜNGÖR, Y., 1972. Plastik Drenaj Borularında Farklı Delik Büyüklüğü ve Çeşitli Filtre Materyalinin Sedimantasyona ve Miktarına Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doçentlik Tezi, Ankara, 183s.
- GÜNGÖR, Y., ve ERÖZEL, A.Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 256s.
- IRWIN, R.W., and HORE, F.R., 1978. Drain Envelope Materials in Canada. Int. Workshop and Land Drainage, pp. 19-24, Wageningen, The Netherlends.
- ILRI, 1998. Annual Report International Institute for Land Reclamation and Improvement, pp. 10-29, Wageningen, The Netherlands.
- JUUSELA, T., 1958. On The Methods of Gravel as a Protective Material Acta, Agricultural p. 124, Scandinavica.

- KANBER, R., KIRDA, C., ve TEKİNEL, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:21, Ders Kitabı: 6, Adana, 215s.
- KHGM, 2003. 2002 Yılı Hidrometeorolojik Rasat Verileri Şanlıurfa-Harran Ovası, Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Şanlıurfa.
- KUMOVA, Y., ve YARPUZLU, A., 1986. Drenaj Boru ve Zarf Malzemelerinin Arazi Koşullarında Karşılaştırılması, Köy Hizmetleri Tarsus Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No. 1986/81, Tarsus.
- LUTHIN, J.N., 1957. Drainage of Agricultural Lands, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 58p.
- LUTHIN J.N., and WATTS, D., 1963. Test of Thick Fiberglass for Subsurface Drains, Hilgardia. 35. (3). pp. 63-67.
- MAVİ, A., 2000. Samsun Araştırma Enstitüsü, Kapalı Drenaj Tesislerinde Sentetik Zarf Malzemesinin Etkinliği, 2000 Yılı Araştırma Raporu, Samsun.
- MEYER, H.J., 1969. Enkele Resultaten Van Metingen Aan Plastiek Ribbelbuizen, ICW. No: 21. pp. 655-660, Wageningen.
- OLBERTZ, M.H., and PRESS, H., 1965. Landwirtschaftlichen Wasserbau (Agricultural Water Management), In: Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Wasser und Boden, 4th Press (ed.), Hamburg, Germany. pp. 447-555.
- OĞUZER, V., 1966. Yeni Dren Filtre Malzemelerinin Etkileri Üzerine Metod Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 103s.
- OKMAN, C., 1998. Zemin Mekaniği, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1502, Ders Kitabı: 456, Ankara, 265s.
- RICHARDS, L.A., 1954. U.S. Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, U.S. Dept. of Agric. Handbook 60, U.S. Govt. Print Office, Washington. 492p.
- ROBERT, S., CHIRARA, K., and RONNEL, R. B., 1987. Test of Drain Tubes With Pin Holes and Small Slots, Drainage Design and Management, American Society of Agricultural Engineers.
- STUYT, 1992. Mineral Clogging of Wrapped Subsurface Drains, Installed in Unstable Soils: A Field Survey. In: Proc. 5th Internal Drainage Workshop, W.F., Vlotman (ed.), Vol. III, Lahore, Pakistan. pp. 550-564.
- STUYT, L.C.P.M., DIERICKX, W., and BELTRAM, J.M., 2000. Materials for Subsurface Land Drainage Systems, FAO Irrigation and Drainage Paper: 60, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome. 198p.
- SOIL SURVEY LABORATORY METHODS MANUAL, 1996. The Soil Survey Analytical Continuum, Soil Survey Investigations Report, No: 42. Version: 3. January. USA. 631p.
- SOIL SURVEY STAFF., 1999. Soil Taxonomy a Basic of System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys, USDA United

- States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service.
876p.
- TERZAGHI, K., and PACK, R.B., 1961. Die Bodenmechanik in Der Baupraxis
(Soil Mechanics in Building Construction). Springer. Berlin.
- TOPRAKSU, 1969. Drenaj, Köy İşleri ve Kooperatif Bakanlığı TOPRAKSU Genel
Müdürlüğü, Standart No: 1-004-69, Adana.
- TÜZÜNER, A., KORUCU, N., BÖREKÇİ, M., GEDİKOĞLU, İ., SÖNMEZ, B.,
EYÜBOĞLU, F., ve AĞAR, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El
Kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- TSE, 1976. Türk Standartlar Kataloğu. Türk Standartları Enstitüsü, s.23-27, Ankara.
- WESSELING, J., HOMMA, F., 1967. Entrance Resistance of Plastic Drain Tubes,
Techn. Bull. No: 51, Wageningen. pp. 14-19.
- WIDMOSER, P., 1968. Der Einfluss Von Zonen Geanderler Durcleasigkeit Im
Bereich Von Brunen Filter Rohen, Scheweiz Bauzeitung, 86: 135-144.
- WILLARDSON, L.S., 1974. Envelope Materials, In: Drainage for Agricultural,
Van Schilfgarde (ed.), Agronomy 17. Am. Soc. of Agronomy. Madison,
W1. United States. pp. 179-202.
- WINGER, R.J., and RYAN, W.F., 1971. Gravel Envelope for Pipe Drains Design.
Trans. of ASAE, 6: 135-144.
- VAN SCHILFGARDE, 1979. Characteristics of Slimes and Ochre in Drainage and
Irrigation Systems, Trascations ASAE, 22(5):1093-1096.
- VAN SOMEREN, C.L., 1972. Drainage Materials, Irrigation and Drainage Papers,
No.9, FAO, Rome. 121p.
- VLOTMAN, W.F., 1998. Drain Envelopes, Annual Report, International Institute
for Land Reclamation and Improvement, J.Vos (ed), Publ. 36, ILRI, P.O. Box
45, Wageningen, The Netherlands. pp. 48-53.
- YAĞANOĞLU, A.V., 1999. Zemin Mekaniği, Atatürk Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Yayınları No: 201, Ders Kitabı: 136, Erzurum, 144s.
- ZASLAVSKY, D., 1978. Definition of The Drainage Filter Problem International
Drainage Workshop, Wageningen, The Netherlands. 48p.
- ZUIDEMA, S., 1978. Maintanence of Tile Drainage Systems, International
Commision on Irrigation and Drainage, Congrese, pp. 24-27, Netherlands.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Nur BAL 1983 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Bahçelievler İlköğretim okulunda, liseyi Şanlıurfa Lisesinde tamamladı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Bölümüne 2001 yılında girdi. Stajını 2004 yaz döneminde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesinde tamamladı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesini 2005 yılında bitiren Mehmet Nur BAL 2005 Eylül döneminde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yüksek lisansa başladı. Bölümde yürütülen çeşitli araştırmalarda yardımcı araştırmacı olarak görev yaptı.

ÖZET

Harran Ovasında kurulan/kurulacak yüzey altı drenaj sistemlerinde zarf gereksiniminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, Harran Ovasının güney kısmını oluşturan, Harran ve Akçakale ilçelerinin yer aldığı bölgede yürütülmüştür. Çalışmada, drenaj sistemi döşenmiş ve döşenmesi düşünülen alanlardan 40 nokta seçilmiştir. Bu amaçla, belirlenen alanlarda 120-150 cm ve 150-180 cm temel toprağı derinliklerinden bozulmuş örnekler alınmıştır. Bu örnekler laboratuarda analize hazırlanmış ve gerekli analizler yapılmıştır.

Temel topraklarında Plastisite indeksi (PI), Uniformite katsayısı (Cu), tekstür, EC, pH, SAR ve kireç tayinleri verilen yöntemlere göre yapılmıştır. Temel topraklarının kil içerikleri Vlotman (1998)'e göre, tekstür durumları FAO (1990)'a göre, Uniformite katsayıları Olbertz ve Press (1965)'e göre, Plastisite indeksi değerleri FAO (1976)'ya göre, kireç, pH, SAR ve EC değerleri ise Tüzüner (1990)'a göre belirlenmiştir.

Harran Ovası yüksek oranda kil içeriğı yüksek topraklara sahiptir. Yüksek kil içeriğine sahip topraklarda (% 30-40) yüzey altı drenaj sistemleri projelendirirken zarf malzemesine gereksinim olmayacağı Vlotman (1998), tarafından belirtilmiştir. Ancak, sadece kil içeriğine bakılarak değerlendirme yapmak zarf malzemesinin belirlenmesi açısından yeterli olmayacaktır. Onun için kil içeriklerinin yanı sıra diğer analizler de yapılarak ve verilen değerlendirmelerle karşılaştırılarak elde edilen sonuçlara göre örneklerin alındığı 40 nokta için zarf malzemesi gerekli veya gerekli değil yorumlaması yapılmıştır.

Çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre, araştırma alanı topraklarının % 90'ının tekstür değerleri kil bünyeye sahip iken, % 5'i killi-tın, % 2.5'i siltli kil ve % 2.5'i kumlu killi tın bünyeye sahiptir. Kil bünyeye sahip topraklar ise % 40'ın üzerinde kil içermektedirler. Bu bakımdan, bu topraklara ağır killi bünyeli topraklar diyebiliriz.

Araştırma alanı topraklarının tuz içerikleri, % 72 oranında tuzlu sodyumlu ve % 28 oranında da sodyumlu topraklar sınıfına girdikleri belirlenmiştir. FAO (1976)'ya göre, plastisite indeksi değerlerine bakılarak % 10'unda siltasyona yüksek eğilim var, % 15'inde siltasyona az eğilim var ve % 75'inde ise siltasyona eğilimin olmadığı ortaya çıkmıştır. Olbertz ve Press (1965)'e göre, toprakların Uniformite

katsayıları değerlerine bakılarak % 100'ünde de erozyon tehlikesinin olmadığı söylenilmektedir. Toprakların SAR ve kil içeriklerine bakılarak % 1'inde çoğunlukla filtre malzemesinin gerekmediği, % 7'sinde toprakların kil içeriklerinin yanı sıra SAR değerlerine de bakılmasının gerektiğini SAR değeri yüksek çıkarsa (>8-12) filtre gerekeceğini ve % 92'sinde ise filtre malzemesine gereksinim olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Vlotman (1998)'e göre, kil, SAR, Uniformite katsayısı ve plastisite indeksi değerleri birlikte incelendiğinde temel topraklarının % 30'unda filtre gerekli ve % 70'inde ise filtre malzemesinin gerekli olmadığı görülmektedir.

Kil içeriğinin bu kadar yüksek olduğu noktalarda filtre malzemesi kullanmayarak drenaj sistemlerinin döşenmesi durumunda % 35-40 oranında drenaj projesinden tasarruf edilecektir. Kazanılan bu para ile de daha fazla bir alan drenaj sistemine kavuşacaktır. Böylelikle, kurak bir iklime sahip olan bölgemizde toprak içerisinde suda çözülmüş olan tuzlar buharlaşma ile toprak yüzeyine çıkamayacak ve topraklarımız tuzlu bir hale gelmeyecektir. Harran Ovası için tuzlanma sorunu kalmayacaktır. Drenaj sistemi kurulacak alanlarda zarf malzemesi gereksinimi olduğu durumlarda ise zarf malzemesi yakın ocaklardan getirilmeli ve bu ocaklardaki kum-çakıl malzemenin iyi bir gradasyonu yapıldıktan sonra o bölge için uygunluğu tartışılmalıdır.

SUMMARY

This study was conducted in Harran plain at 40 fields with subsurface drainage systems established or will be established in the future to determine envelope material need. Disturbed soil samples were harvested from 120-150 cm and 150-180 cm soil depths. Those soil samples were prepared for laboratory test and Plasticity index (PI), Uniformity coefficient (Cu), texture, EC, pH, SAR and lime tests were done on those samples. Then evaluations were made using Vlotman (1998) test for clay content, FAO (1990) for texture. Olbertz ve Press (1965) method was utilized for Uniformity coefficient (Cu), FAO (1976) model for Plasticity index and SAR.

Harran soils contain high clay content (30-40%), therefore based on Vlotman, 1998 claim, envelope material might not be used at subsurface drainage systems at Harran plain. However, it might lead to mistakes with only considering clay content. Therefore, necessary soil test should be done before making decision about use of envelope material. If the results meet Vlotman, 1998 criterion then envelope material might not be used.

Results showed that 90% of evaluated fields' soils had high clay content (above 40% clay) and were classified as fine textured soils on the other hand remaining soils were classified as coarse-textured soils. Test field salinity contents were high and 72% of the tested fields were saline sodic and 28% of the soils were only sodic. Based on FAO (1976), 75% soils had tendency to siltation and 25% had either high or low tendency to siltation as well. On the other hand based on Olbertz ve Press (1965), it could be claimed that all of the fields had no erosion problem. Based on SAR and clay content of the tested field 92% of total field needs no envelope material, however, 8% of the tested field may need envelope material based on SAR value (needs if SAR > 8-12). On the other hand based on Vlotman (1998) 70% fields need no envelope material but not the remaining.

With no envelope material about 35% of total drainage system could be saved allowing more area coverage. This cost saving would allow more subsurface drainage system establishment at especially fields to be open irrigation practices soon. This will mostly prevent salt problem in those areas. If envelope material is to be used then the source of the material should carefully be examined if the material is proper or not. Additionally, location of the source would make a difference as well

since closeness would reduce the cost of the material as well. If any other envelope material other than gravel is to be use then the proper procedures must be followed.