



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ŞANLIURFA HARRAN OVASI VI. KISIM KAPALI
DRENAJ SİSTEMİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

VOLKAN ÇATALKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR SULAMA ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2013

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ŞANLIURFA HARRAN OVASI VI. KISIM KAPALI
DRENAJ SİSTEMİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

VOLKAN ÇATALKAYA

Bu tez,
Tarımsal Yapılar Sulama Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2013

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Volkan ÇATALKAYA tarafından hazırlanan “Şanlıurfa Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Sistemi Etkinliğinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 08/09/2013 tarihinde oy birliği ile Tarımsal Yapılar ve Sulama Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Cafer GENÇOĞLAN (DANIŞMAN)

.....

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı,

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof.Dr. Kenan UÇAN (ÜYE)

.....

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı,

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof.Dr. Kadir SALTALI (ÜYE)

.....

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı,

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Volkan ÇATALKAYA

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

ŞANLIURFA HARRAN OVASI VI. KISIM KAPALI DRENAJ SİSTEMİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışma, Harran Ovası VI. kısımda kurulacak kapalı drenaj sisteminin projelendirme kriterlerini belirlemek ve kapalı drenaj sisteminin performansını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Şanlıurfa İli, Harran Ovasında, 1995 yılında sulu tarıma geçilmesiyle, sulu tarım deneyimi az veya hiç olmayan çiftçilerin yaptığı aşırı-bilinçsiz sulamalar, ovanın topoğrafik yapısı, toprak özellikleri, iklim koşulları ve yetersiz drenaj koşullarından dolayı, Harran Ovasının orta ve güney kesimlerinde, sulama öncesinde mevcut olan tuzluluk ve drenaj (yüksek taban suyu) sorunlarında önemli bir artış gözlenmiştir.

Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Proje sahası 7000 ha alana sahiptir. 20-25 hektara 1 adet gözlem kuyusu denk gelecek şekilde netcad bilgisayar programı kullanılarak 1/25000 ölçekli koordinatlı haritaya yerleri işaretlenmiştir. Yerleri belirlenen gözlem kuyuları Auger Hole yöntemiyle açılarak ortalama toprak geçirgenlik değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca drenaj katsayısı bitki su ihtiyacı metodu ile hesaplanmıştır. Dren derinlikleri proje sahasında ekimi çok yoğun yapılan pamuk bitkisinin, etkili kök derinliği olan 120 cm göz önüne alınarak, dren derinliği taban suyu seviyesini 150 cm ve altında olması için dren derinlikleri, 150-180 cm olarak belirlenmiştir. Dren aralıkları, toprak geçirgenlik değerlerini kullanarak Hooghoudt formülüyle hesaplanmıştır. Auger Hole burgusu ile 4 m'ye kadar açılan gözlem kuyularından taban suyu statik seviyeleri şerit metreyle ölçülmüştür. Yine aynı kuyulardan alınan taban suyu örneklerinin elektriksel iletkenlikleri arazide ve laboratuarda ölçülmüştür.

Kapalı drenaj sisteminin performansını değerlendirmek amacıyla drenaj sistemi kurulmadan önce 280 adet kuyudan ve drenaj sistemi kurulduktan sonra drenaj alanında mevcut 10 adet kuyu açılarak, taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri belirlenmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda, en düşük ve yüksek ortalama geçirgenlik sırasıyla 0.40 ve 3.72 m/gün olarak bulunmuştur. Drenaj katsayısı 2.56 mm/gün olarak belirlenmiş ve dren aralığı 35 m ile 100 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Taban suyu seviyelerinin, açılan kuyulara göre yüzde dağılımı, % 3'ünde 0.00-0.50 m aralığında, %35'sinde 0.50-1.00 m aralığında, % 56'inde 1.00-1.50 m aralığında, % 3'ünde 1.50-2.00

m aralığında olduğu, % 3'ünde ise 2.00 m den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Proje sahasında gözlem kuyularının % 80'ninde taban suyu, orta tuzlu sınıfında, %20'si de tuzlu ve çok tuzlu sınıfında yer almaktadır.

Drenaj sistemi kurulmadan önceki en düşük ve en yüksek gözlem kuyuları taban suyu statik seviyeleri sırasıyla 70 cm ve 140 cm olarak ölçülmüştür. Drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu statik seviyeleri ölçümlerinde ise en düşük 138 cm, en yüksek 151 cm olarak ölçülmüştür.

Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri ile drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri ölçümleri karşılaştırıldığında, taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Sonuç olarak drenaj sisteminin etkin bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

PERFORMANS OF CLOSED DRAINAGE SYSTEM ESTABLISHED IN PART VI OF SANLIURFA HARRAN PLAN

SUMMARY

This study was conducted to determine criteria and to evaluate performans of closed drainage system established in Part VI. of Sanliurfa Harran Plain.

In the Sanliurfa-Harran Plain, salinity and drainage (high groundwater level) problems which already existed at middle and south parts of the plain prior to irrigation has significantly increased with initiation of irrigation in the plain since 1995 because of excessive and inefficient irrigation performed by uneducated farmers, topographycal structure of the plain, soil properties, climate conditions and insufficient drainage.

VI. Section Closed Drainage Project area in Harran Plain has an area of 7000 ha. A places to be opened monitoring well for per 20-25 ha were marked using coordinate system on map with scale of 1/25000 using the netcad program. Mean permeabiltes of soil were calculated for monitoring well which designated places drilled by using method of Auger Hole. Also the drainage coefficient is calculated by the method of crop water requirement. Drain depth was recieved as 150-180 cm taking into account effective rooting depth of cootton wih 120 cm since water table should be below under 150 cm. Drain intervals were predicted using permeability values of soil in Hooghoudt equation. Static water level was measured using by meter in the monitoring well drilled by auger up to depth of 4 m. Electrical conductivities of ground water sampled from same monitoring well were measured in field and laboratory.

To determine performans of closed drainage system, static water levels and ground water electrical conductivities were measured in 280 monitoring well before closed drainage system was established, and measured in 10 monitoring well after it was established.

As a result of the measurements, the lowest and the highest average permeability were calculated as 0.40, and 3.72 m / day, respectively Drainage coefficient was determined as 2.56 mm / day and drain intervfalls ranged from 35 m to 100 m. Ground water level changed between 0.00-0.50 m in 3%, 0.50-1.00 m in 35%, 1.00-1.50 m in 56%, 1.50-2.00 m in 3% and higher than 2.00 m in 3% of monitoring well . In the project area, groundwater in 80% of monitoring wells was middle class and in 20% were salty and too salty.

Before the installation of the drainage system, the lowest and highest levels of static ground water in monitoring wells were , 70 cm and 140 cm, respectively. After drainage system establishment, the lowest and highest levels of static ground water in same monitoring wells were 138 cm, and 151 cm, respectively.

When values of static level and electrical conductivityof the ground water before the installation of the drainage system after installation of its were compared, static level and electrical conductivityof the ground water decreased. As a result, it showed that closed drainage system run effectively.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bana destek olan yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN'a, Sayın Prof. Dr.Kenan UÇAN'a ve Sayın Prof. Dr.Kadir SALTALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında değerli görüş, katkı ve yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Hüseyin GÜNGÖR'e, mesai arkadaşlarım Sayın Aydın AYDEMİR, Sayın Ramazan ERDEM ve Sayın Ferit ÖDER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında görüş ve önerilerinden yararlandığım sevgili eşime teşekkürü borç bilirim.

Volkan ÇATALKAYA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
SUMMARY	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Materyal	11
3.1.1.Çalışma Alanı	11
3.1.2.Toprak Özellikleri	11
3.1.3.İklim Özellikleri	11
3.1.4. Su Kaynakları	12
3.1.5. Tarımsal Durum	12
3.1.6. Ekilecek Bitki Türü	13
3.2. Metot	13
3.2.1. Gözlem Kuyu Yerleri	13
3.2.2. Toprak Geçirgenliği	13
3.2.3. Drenaj Katsayısının Belirlenmesi	16
3.2.4. Dren Derinliği	16
3.2.5. Dren Aralığının Belirlenmesi	16
3.2.6. Lateral ve Kollektör Eğimlerinin Belirlenmesi	18
3.2.7. Drenaj Sisteminin Performansının Belirlenmesi	19
3.2.7.1. Taban Suyu Seviyesi	19
3.2.7.2. Taban Suyu Tuzluluğu	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Gözlem Kuyularının Harita Üzerine İşlenmesi	21
4.2. Toprak Geçirgenliğinin Belirlenmesi	23
4.3. Drenaj Katsayısı	25
4.4. Dren Derinliği	25

4.5. Dren Aralıkları.....	26
4.6. Lateral ve Kollektör Eğimleri.....	28
4.6.Taban Suyu Seviyesi	28
4.7. Taban Suyu Tuzluluğu	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR.....	36
EKLER	42
ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Geçirgenliğin Ölçülmesinde Kullanılan Sistem	13
Şekil 3.2. Hooghoudt Eşitliğinin Geliştirilmesi	16
Şekil 4.1. Gözlem Kuyu Yerlerini Gösteren Harita	21
Şekil 4.2. Toprak Geçirgenliği Haritası	23
Şekil 4.3. Dren Aralıkları Haritası	26
Şekil 4.4. Taban Suyu Seviye Haritası	29
Şekil 4.5. Taban Suyu Tuzluluk Haritası	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Uzun Yıllık Ortalama İklim Verileri	11
Çizelge 3.2. Geçirgenlik Sınıfları	14
Çizelge 3.3. Taban Suyu Sınıflandırması	18
Çizelge 3.4. Taban Suyu Tuzluluk Sınıfı	19
Çizelge 4.1. Geçirgenlik Değerleri	22
Çizelge 4.2. Harran Ovası, örnek alınan noktaların koordinatları ve taban suyu statik seviye değerleri	28
Çizelge 4.3. Harran Ovası, örnek alınan noktaların koordinatları ve taban suyu tuzluluk değerleri	31

1. GİRİŞ

Geniş tarımsal alan kapsayan şanlıurfa İli, Harran Ovası sulama projesi, 1995 yılında tamamlanarak ova sulamaya açılmıştır. Uzun bir süre drenaj sistemi tesis edilmeyen Harran Ovasında aşırı ve bilinçsizce yapılan sulamalar arazilerin çoraklaşmasına, taban suyunun yükselmesine, hasadın geç olmasına neden olarak, verim artışını istenilen seviyeye çıkaramamıştır. Aşırı, yanlış sulamalar ve sulama kanallarından sızan sular nedeniyle, ovada çok geniş alanlarda yüksek taban suyu problemi mevcuttur. Ovanın bazı arazilerinde taban suyu yüzeye çıkmış durumdadır.

Sürdürülebilir tarım, çok sayıda biyolojik, fiziksel, ekonomik ve sosyal etkenin birlikte veya teksel olarak, dengeli biçimde uygulanmasını gereken ileri düzeyde bir tarımsal işlev sayılmaktadır. Sürdürülebilir tarımın gerçekleştirilmesi için toprak suyu, havası ve tuz düzeyi arasında uygun ve kabul edilebilir bir dengenin oluşturulmasına bağlıdır (Kara ve Arslan, 2004).

Sulamaya yeni açılan arazilerde sulama tesislerine paralel olarak, sulama tesisleri ile birlikte, kesinlikle drenaj tesisleri de aktif duruma getirilmelidir. Uygun drenaj tesisi bulunmayan koşullarda drenaj sorunlarının önlenmesi olası değildir. Çünkü sulamalar nedeniyle topraklara eklenen tuzların dışarı atılması ancak drenaj tesisleriyle sağlanabilmektedir. Sulama sonucunda bitki kök bölgesinde birikmekte olan tuzlar, uzaklaştırılmaz ise bir süre sonra toprakta tuzluluk sorunu ortaya çıkmaktır. (Ayyıldız, 1990).

Genel anlamıyla drenaj terimi, arazinin insanlar için kullanılışlılığını artırmak amacıyla fazla suyun topraktan ve arazi yüzeyinden yapay yöntemlerle uzaklaştırılmasını belirtmektedir. Tarımsal açıdan ise amaç, maksimum bitki gelişimine uygun bir kök bölgesi oluşturmaktır. Diğer bir anlatımla toprakta uygun bir su-hava dengesi sağlamaktır. Nemli bölgelerde ise yapılan drenajın amacı zararlı tuzların yüksek düzeyde bulunması durumunda bu tuzların uzaklaştırılarak toprakta uygun bir tuz dengesinin oluşturulmasına çalışmaktır (Gemalmaz, 1993).

Tuzlu taban suyunun doğrudan veya kılcal yükselişle kök bölgesine ulaşması ve orada belli bir süre kalması, bitki gelişimini olumsuz biçimde etkilediği gibi, tuzlu ve alkali toprakların oluşması gibi, çok önemli çevre sorunu yaratmaktadır. Taban suyunun kök bölgesinin dışında ve belli bir derinlikte tutulması, sorunun çözümü için gereklidir. Değınilen değışkenler arasında uygun bir dengenin kurulması, başarılı bir drenaj sisteminin

varlığı ile olasıdır. Tarımsal drenaj, bitki kök bölgesinde ve toprak yüzeyinde bulunan fazla suların zamanında ve denetimli biçimde ortamdan uzaklaştırılması şeklinde tanımlanabilir (Özer ve Aslan, 2004).

Dünyada yeterli ve güvenilir drenaj istatistikleri olmamasına karşın, yine de, FAO tarafından son yıllarda yapılan değerlendirmeler drenaj sistemi inşa edilmiş alanlar hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu çalışmalara göre, dünyada 3200 milyon hektar arazinin potansiyel olarak tarıma uygun olduğu, ancak bunun 1450 milyon hektarında halen tarım yapıldığı, kalan 1750 milyon hektar arazinin büyük bir bölümünün tarıma çok az uygun olduğu ve çevresel olarak duyarlı topraklar olduğu belirtilmektedir. Dünyada 1200 milyon hektarda kuru tarım, 250 milyon hektarda (%17) ise sulu tarım yapılmaktadır. Drenajı yapılan alanların toplamının 150-200 milyon hektar (%10-14) olduğu tahmin edilmektedir. Bunların 100-150 milyon hektarı yağışlı bölgelerde, 25-50 milyon hektarı ise sulanan alanlardadır (FAO, 1994).

Bilindiği gibi, kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli etmen, kök bölgesinde bulunan yarayışlı suyun eksikliğidir (Falkenmark ve Rockström, 1993; Lal, 1991). Bu nedenle kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarım yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Sulanan alanların genişlemesi ve suyun etkin kullanımının, gelecekte, daha fazla gıda üretimine neden olacağı (Yudelma, 1994) ve anılan koşulun bir sonucu olarak, artan nüfustan dolayı, dünyada suya olan istemin de önemli ölçüde artacağı beklenmektedir. Ancak, su kullanımındaki artış, çok önemli sorunlara neden olmaktadır. Örneğin, yer altı su kaynakları tükenmekte, diğer su ekosistemleri kirlenmekte ve bozulmakta; ayrıca sulu tarımda birçok çevresel sorun ortaya çıkmaktadır. Öyle ki, yenilenebilir bir doğal kaynak sayılan su, sınırlı alanlarda bu özelliğini kaybetmek gibi çok tehlikeli bir özellik kazanmaktadır. Açıklanan durumun bir sonucu olarak, yeni su kaynaklarının sağlanması ve geliştirilmesi, çok pahalı hatta olanaksız hale gelmektedir. Daha kötüsü, toplumun çoğunluğu, gelecekte, yeterli gıda üretiminde suyun engelleyici etmen olacağı konusu ile ilgilenmemektedir (IFPRI, 2004).

Öte yandan, tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yönetimi altında ve zayıf drenaj ortamında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir (Ghassemi ve ark., 1995). FAO'nun kestirimlerine göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı "sessiz düşman" olan tuzluluk, alkalilik ve yüzeyde göllenme tehdidi altındadır. Konu edinilen alanlarda tarım yapılmakla

birlikte, bu üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur. El-Ashry (1991), Rhoades (1987), Kayasseh ve Schenk (1989) yaptıkları değerlendirmede, sulanan 20-30 milyon hektar alanda tuzluluktan dolayı ürün veriminde önemli azalmalar olduğunu vurgulamışlardır. Bunun yanında yakın zamanlarda yapılan kestirimlere göre, 1980 yıllarında kabaca 30-46 milyon hektar sulanan alanda tuzluluktan dolayı verim düşüklüğü görüldüğünü belirtmiştir. Türkiye’de de benzer durum söz konusudur. Sulanan alanlarda belli ölçülerde tuzluluk ve sodyumluluk sorunu bulunmaktadır.

Ülkemizde ekonomik olarak sulanabilecek 8,5 milyon ha alanın 2004 yılı itibariyle 4,9 milyon ha’ı sulanmaktadır. Ülkemizde 5 857 810,81 ha arazi drenaj sorunlarından etkilenmektedir. Yapılan etütlere göre drenaj sorunlu alanların yarıdan fazlası, toplam arazinin %2’den fazlası veya yaklaşık 1,5 milyon ha arazi tuzluluk ve/veya alkalilikten etkilenmiştir (KHGM). Sulamaya açılan tarım 99 alanlarının artışına bağlı olarak drenaj sorunlu alanlar da her geçen gün artmakta drenaj çalışmalarının yapılması zorunlu bir duruma gelmektedir.

Bu çalışma, Harran Ovası VI. kısımda kurulacak kapalı drenaj sisteminin projelendirme kriterlerini belirlemek ve kapalı drenaj sisteminin performansını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizde yeterli düzeyde ve etkin bir çiftçi eğitim servisinin bulunmaması nedeniyle sulu tarım alanlarında toprak-bitki-su ilişkileri ve bunların insan ve çevreye olan etkileri üzerinde fazla durulmamaktadır. Bu nedenle üretici yeterince eğitilememekte, bunun sonucunda da aşırı su kullanımı, arazinin sulamaya iyi hazırlanamaması, yüksek taban suyu, tuzluluk gibi problemle karşılaşmaktadır (Tekinel ve ark. 2000).

Taban suyu, toprakta geçirimsiz bir katman üzerinde bulunan ve bulunduğu düzeyin altındaki toprak katlarını sürekli doygun halde tuttuğu için bitkilere zararlı olan su katmanı diye tanımlanır (Tekinel ve Kanber, 1987).

Taban suyunun yüzeye yakın olması, yağış, sulama, arazi kullanımı, buharlaşma, topoğrafik konum, toprak özellikleri, bitkinin su isteği dikkate alınmadan yapılan düzensiz sulamalar, Harran Ovası'nda bulunan toprakların killi olması, Ova'da drenaj sorununun tamamen çözülememesi ve 1995 yılında Atatürk Barajı'ndan yapılan sulamalar taban suyunu daha fazla arttırarak, tuzluluğun yayılmasına neden olmuştur (Çullu ve ark.,1999).

Çullu (1999), Harran Ovasının güney kesiminde kısmen çoraklaşmanın meydana geldiğini ve zaman içerisinde arttığını, çoraklaşmanın artışında yüksek taban suyu ve tuzlu yer altı sularının sulamada kullanılmasının önemli derecede etkili olduğunu belirtmektedir.

Yurtsever ve Sönmez (1992), sulama sularının kalitesinin belirlenmesinde yalnızca onların kimyasal analizlerini yapmanın yeterli olmadığını aynı zamanda bu suyun kullanılacağı ortam şartlarının da incelenmesinin doğru olacağını bildirmekte; bir sulama suyunun kalitesini yani sulamaya uygunluğunu belirlerken; sulanacak toprağın fiziksel özellikleri, bitkinin tuza toleransı, tarla içi drenaj durumu gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmektedirler.

Kara ve ark. (1990), Konya-Çumra-Çandır Mevkii arazilerinde yaptıkları bir çalışmada, taban suyu seviyesi yıllık değişiminin, taban suyu seviye sınıfı yönünden(Hansen, Israelsen, ve Stringhan 1979) fena düzeyde bulmuşlardır. Fena düzeyde bulunan taban suyu seviyelerinin, yarı kurak iklim kuşağında bulunan bölgelerde tarla içi drenaj şebekesinin tesis edilmemiş olduğu yerlerde toprakların tuzlulaşmasına sebep teşkil edeceğini belirtmişlerdir.

Ağca'ya (1999) göre, sulamada mümkün olduğunca kaliteli sular kullanılması, su kullanımını en aza indirecek sulama yöntemlerinin seçilmesi, yeterli ve dengeli gübre

programının uygulanması, etkin bir drenaj sisteminin kurulması tuzluluk problemini en aza indirecek ya da ortadan kaldıracaktır.

GAP Bölgesinde 22000 km uzunluğunda açık drenaj kanalı inşa edileceği tahmin edilmektedir. Bu kanallar ilkbahar yağışlarının oluşturacağı yüzeysel akımları ve sulamalardan gelecek sulama suyu fazlasını toplayıp atacaktır. Bu drenaj sistemleri muhtelif boyutlara sahip kanallardan oluşmaktadır. Drenaj kanalları sadece yüzeysel drenaj sistemi olarak çalıştıkları için taban suyu yükselmesi ve tuzlanmayı önlemek açısından direk bir etkisi yoktur. Bu sistemin anılan konular üzerinde etkin olabilmesi için derin bir yer altı drenaj sistemine ihtiyaç vardır. Tabi bütün bunlara rağmen yüzeysel drenaj sisteminin su tablası ve tuzlanma üzerindeki dolaylı etkisini de göz ardı etme olanağı yoktur. Çünkü yüzeysel suların drene edilmemesi halinde toprağa sızacağı ve toprak profili içinde drene olacağı açıkça ortadadır (Rycroft, 1994).

Özkaldı ve ark. (2004), tarafından 2000 yılı sulama verileri kullanılarak yapılan bir hesaplama göre, 121 km³ hacminde su, sulama sonucu dışarı atılmadan ovada depolanmaktadır. Bu depolamanın yüksek taban suyuna dönüştüğü açıktır. Mevcut drenaj sisteminin yeterli kapasitede olmaması, tarla içi drenaj sistemlerinin henüz tamamlanmamış bulunması, yüksek taban suyuna sahip alanların genişlemesine neden olmaktadır.

Drenaj ve tuzluluk sorunu bulunan topraklarda belli bir süre sonra bitki yetiştiriciliğinin mümkün olamayacağı, toprakların sonradan ıslah edilmesinin de çok pahalı olabileceği, ıslah edilse bile eski verimlerine döndürmenin çok uzun zaman alabileceği veya duruma göre hemen hemen mümkün olamayacağı belirtilmiştir (Çevik, 1998; Çevik ve Tekinel, 2000).

Drenaj sistemleri kurulmadan ve özellikle drenaj boşaltım sorunu çözümlenmeden aşırı miktarda yer altı kuyu suları ile yapılan sulamalar sonucunda Harran ovasındaki topraklarda tuzluluk önemli boyutlara ulaşmıştır (Ergezer ve Ağca, 1995).

Kara ve ark.(1991)'nin yaptıkları çalışmada Konya Ovası taban suyu derinliğinin 106-192 cm arasında değiştiği ve taban suyu tuz kalitesinin T3S1 olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Kara ve ark. (1990). Konya Ovası'nda drenaj şebekesi suları ile sulanan alanlardaki toprakların % 60'ından fazlasının tuzlu ve sodyumlu toprak özelliği kazandığını vurgulamışlardır.

Özellikle aşırı sulama, gübreleme ve yetersiz drenaj sistemleri tarım alanlarında tuzluluğa neden olmaktadır. Dünyada tarım alanlarının yetersiz drenaj nedeniyle yaklaşık üçte birinin (400-950 milyon hektar alan) tuzluluk problemi ile karşı karşıya olduğu belirtilmektedir. Ülkemizde ise tarım arazilerinin yaklaşık 1,5 milyon hektarında tuzlanma sorunu bulunmaktadır (Öncel ve Keleş, 2002).

Tuzluluk ve sodyumluluk sorunu olan toprakların dünyada ve Türkiye'deki yayılımı her geçen gün artmaktadır. Türkiye'deki tuzlu ve sodyumlu toprakların yayılımı, 1978 yılında 1,5 milyon hektar dolaylarında olduğu halde, bugün bu miktarın daha da arttığı kestirilmektedir. Dünyada ise sulama kaynaklı tuzluluk ve sodyumluluk sorunu olan arazilerin, toplam sulanan arazilere oranının % 27'ye ulaştığı tahmin edilmektedir (Topçu, 1998).

Toprakların tuzlulaşma ve sodyumlulaşmasını sulama, drenaj, toprak özellikleri, fizyografya ve iklim gibi etmenler, önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etmenlerin uygun olduğu Çukurova, Harran ve Söke ovalarında tuzluluk ve sodyumluluk sorunları, önemli düzeylere çıkmıştır (Özcan ve ark., 2000; Çullu ve ark., 1998).

Almaca ve ark., 2000, Harran Ovası topraklarında tuzluluğun yayılma olasılığına ilişkin çalışmalarında, ovanın güney kesimlerinde görülen tuzlulaşmanın yayılma eğiliminde olduğunu, tuzlu yeraltı sularının da sulamada kullanılması tuzlulaşmayı hızlandırdığını ve tuz içeriğinin mevsimsel, olarak değiştiğine değinmektedirler.

Drenaj sorunları açık (yüzey) veya kapalı (borulu, toprak altı) sistemlerle giderilmeye çalışılmaktadır. Sorunun tipinin belirlenebilmesi için istenmeyen zamanlarda, istenmeyen yerlerde ve zararlı düzeyde bulunan suyun kaynağının saptanması gereklidir. Drenaj sisteminin kapalı olarak planlanabilmesi için, arazide sulu tarım uygulamasının bulunması veya ileride uygulanacak olması gerekir. Açık drenaj tesislerinin yapımında öncelikle gerek yukarı havza, gerekse taban arazide doğal suyollarının iyileştirilmesi yolu ile (yataklarına düzgün, geometrik kesit verilerek) yeterli duruma getirilebilme olanakları araştırılmalıdır.

Kapalı drenaj sistemlerine ise özellikle sulama uygulamaları sonucunda ortaya çıkan drenaj sorunlarının çözümünde başvurulmaktadır. Gerek açık gerekse kapalı drenaj sistemlerinden en iyi şekilde yararlanmanın ve bu sistemlerin ömrünü en üst sınıra çıkarabilmenin sağlanabilmesi için iyi bir bakımın yapılması, yenileme ve gelişmelerin

sistematik olarak kullanım süresi içerisinde şebekeye uygulanması gerekir (Faryap ve Ark., 2008).

Anapalı ve ark., (1998)'e göre bir bölgede toprakların tuzluluk ve sodyumluluk sorununun varlığını ve boyutunu ortaya koyabilmek için toprakların eriyebilir toplam tuz miktarını tanımlayan elektriksel iletkenlik değeri (EC), toprak yapısının bozulma durumunun tanımı olarak değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) ve toprak pH gibi parametrelerin belirlenmesi gerekir.

Toprak pH'sının 9,0 veya daha yüksek olması durumlarında, toprak yapısı bozulmakta, verim düşmekte, toprak işlemesi zorlaşmakta ve yetersiz drenaj koşulları oluşmaktadır (Gedikoğlu, 1999).

EC'nin 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den büyük, ESP'nin 15'den büyük ve pH'nın 8.5 veya daha düşük olduğu tuzlu sodik topraklar ile EC'nin 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den küçük, ESP'nin 15'den büyük ve pH'nın 8.5-10 arasında olduğu sodik topraklarda, değişebilir sodyumun artması, toprakta geçirgenliğin azalmasına ve havalanmanın kısıtlanmasına neden olmaktadır (Kayael, 1999).

Harran Ovası'nda DSİ kuruluşunca Kısas Köyü'nün güneyinden itibaren Akçakale ilçesinin doğusundaki Suriye sınırına kadar Cullap Deresi'nin ıslahı ile ana tahliye kanalı inşa edilmiş ayrıca bu kanala 6 adet toplayıcı drenaj kanalı bağlanmıştır. Suriye sınırından başlayıp ana tahliye kanalı boyunca yaklaşık 10000 ha'lık alanda tarla içi drenaj sistemlerinin kurulması DSİ tarafından öngörülmüştür. Ancak, bu yeterli değildir. Sulamanın gittiği her noktada mutlaka etkin bir drenaj ağı oluşturulmalıdır. Tarla içi emiciler arası mesafenin, dren çap ve derinliklerinin, drenaj katsayısı gibi mühendislik öğelerinin doğru ve yerinde yapılacak çalışmalarla saptanması çok önemlidir. Bazı kaynaklarda dren aralıklarının 20-27 m olarak saptanmış olması bu konunun ne ölçüde önemli olduğunu göstermektedir (Erözel, 1991).

Çetin ve Diker (2003), Aşağı Seyhan Ovasında drenaj sorunlarını saptamak ve en uygun drenaj sistemini önermek amacıyla, 8494 Ha'lık alanda DSİ'nin drenaj ölçütlerini göz önüne alarak, taban suyu, arazi yüksekliği ve tuzluluğun dönemsel ve yersel değişimini, coğrafi bilgi sistemi yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; irdelenen alanın % 99,8'nin farklı düzeylerde drenaj sorunu olduğunu ve sonuçta taban suyu düzeyinin süreçsel değişimden çok yersel değişime bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

Dren derinliği; toprak yüzeyinden dren borularının bulunduğu noktaya kadar olan düşey mesafeyi ifade etmektedir (Güngör ve ark., 2011).

Smedema ve Rycroft (1983), tarafından kararsız akış koşullarında taban suyunun düşürölme süresi ve derinliği ile ilgili ölçütler verilmiştir. Yüzlek köklü düşük değeri suya dayanıklı bitkilerin yaygın olduğu koşullarda su tablasının 2 günde 0.2 m, derin köklü bitkilerin ekildiği alanlarda 2 günde 0.3 m düşürölmesi önerilirken, normal ve derin köklü bitkilerin hâkim olduğu alanlarda bu değeri sırası ile 0.35 m ile 0.50 m'dir.

Balaban ve ark., (1989), tarafından bazı kültür bitkilerinde taban suyu düzeyi-verim ilişkisi üzerine yapılmış bir çalışmada, bitki çeşidine göre optimum taban suyu düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, verim azalmasına neden olmayacak taban suyu düzeyi; buğday için 140 cm, patates ve yonca için 100 cm, mısır ve pamuk için 90 cm, şekerpancarı için ise 80 cm olarak belirlenmiştir.

Oğuzer (1978), Tarsus'ta farklı taban suyu seviyelerinin pamuk bitkisi verimine etkisini saptamak amacıyla lizimetre koşullarında yapmış olduğu bir çalışmada, taban suyu seviyelerini 60, 90 ve 120 cm olarak almış ve verim sonuçlarını kontrol parselleri ile karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, pamuk bitkisinde en yüksek verim, taban suyu seviyesinin 60 cm'de tutulduğu parselden elde edilmiştir.

Özellikle su isteğinin yüksek olduğu sıcak ve kurak bölgelerde taban suyunun uygun bir derinlikte tutulamaması değişik sorunlara neden olur. Taban suyunun olması gereken derinlik, bitki kök bölgesindeki toprak tuzlanmasına neden olmayan, ama aynı zamanda özellikle su talebinin yüksek olduğu dönemlerde aşırı su talebi yaratmayacak derinlik olarak tanımlanabilir. Sulamanın hemen arkasından arazinin değişik yerlerinde taban suyu düzeylerinde iniş ve çıkışlar, dren verdilerinde ise hızlı bir artış ve sonrasında azalma olur. Dren verdilerinin büyüklükleri aynı zamanda dren derinliklerine göre değişir. Yüzlek drenlerde geri çekilme derin döşenmiş drenlerden daha hızlıdır (Christen ve Skehan, 2001).

Kurak bölgelerde bitki su tüketimlerinin en yüksek düzeylere ulaştığı yaz aylarında su kaynakları en az düzeye düşer ve su sıkıntısı büyük boyutlara ulaşır. Onun için sulanan alanlarda kullanılan yağmurlama ve damla sulama yöntemleri sulama etkinliğini artırarak drenaj gereksinmelerini azaltır. Anılan durum Konya-Çumra Ovasında ekim nöbetine şekerpancarının girdiği alanlarda görölmüştür. Sulamalar yağmurlama yöntemi ile yapılmaktadır. Çiftçiler enerji gereksinimini en aza indirmek için sulama suyunu çok

özenle vermekte ve dolayısıyla dren boşalımları en az düzeyde olmaktadır (Bahçeci ve ark., 2004).

Drenaj sistemi kurulu bir alanda dren orta noktalarında yapılan su tablası ölçümlerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Alan pamuk ekili olup 6 defa sulanmıştır. Sulamalardan sonra su tablası toprak yüzeyine 35-40 cm yaklaşmaktadır. Yaklaşık 100 gün alçalıp yükselme gözlenmiştir. Dren derinliğinin ortalama 3-5 günde kök bölgesi altına düşmektedir. Bu veriler dünya standartlarına uygundur (Bahçeci İ., 2008).

Değişik birçok kaynakta, ince bünyeli ağır killi topraklardaki yüksek kılcallık nedeniyle, dren derinliğin 1.80 m veya daha fazla olması önerilmektedir. Ancak ovada Bahçeci ve Nacar (2007), tarafından yapılan tuz dengesini belirlemeye yönelik model çalışmasında, 1.20 m dren derinliğinde kök bölgesi tuzluluğunda önemli bir değişimin olmayacağı, ayrıca Bahçeci ve Ark. (2008) tarafından kontrollü drenajın tuz değişimi ve su kazanımına etkisini belirlemek için yaptıkları model çalışmasında da, drenaj sistemlerinin sulama döneminde %75 oranında kontrol edilmesinin kök bölgesinde tuzlanmayı artırmayacağını göstermiştir.

Sulama suyunun kıt ve değerli olduğu Harran Ovasında zayıf su yönetimi ve diğer birçok olumsuz durumun bir bileşkesi olarak, olması gerekenden çok daha fazla drenaj suyu ortaya çıkmaktadır. Ancak drenaj kanallarındaki bu sular, büyük oranda yüzey akış sularından oluşmaktadırlar. Hem sulama etkinliğini artırmak ve hem de drenaj suyunu azalmak için, geri dönüşüm pompaları olumlu katkılarda bulunsa da, hâlihazırda bu hem yeterli değildir ve hem de enerji masrafları nedeniyle sulama maliyetini artırmaktadır. Drenaj sularının kalitesinin kanal suyuna göre düşük olması tuza duyarlı bitkiler için zararlı olsa bile, sulama etkinliğini artırması ve drenaj atık suyunu azaltması gibi olumlu etkiler sahip olması, hali hazırda, olumlu bir seçenek olarak gözükmektedir. Üç yıldır yapılan bu çalışma sonuçları Harran ovası topraklarının yüksek yıkama etkinliği ile doğal drenajların iyi olması yanında, oldukça yeterli düzeyde kış yağışları ve kaliteli sulama suyuna sahip olması önemli düzeyde tuz yıkanması sağladığını göstermiştir. Ancak diğer taraftan, düşük sulama etkinliği, topoğrafik yapı ve sızmalar ovanın düşük kotlu bölgelerinde yüksek taban suyuna, dolayısıyla drenaj ve çoraklığın yayılmasına neden olmaktadır. Çünkü ovadaki yüksek eğim taban suyunu güneye doğru hareketine neden olmakta ve yaklaşık 15 bin hektarlık bir alanda taban suyunu yükseltmektedir. Bu bölgelerde etkin çalışan yüzey altı drenaj sistemleri tasarımı ve inşası sürdürülebilir bir tarım için kaçınılmaz gibi gözükmektedir (Bahçeci ve ark., 2008).

Toprak geçirgenliği; suyun toprak içinde yerçekimi emiř kuvveti ve hidrolik yük altında birim zaman süresi içindeki hareketidir(Eggelsman, 1987).

Drenaj katsayısı, birim zamanda birim alandan drenaj sistemi ile atılacak su miktarıdır ve mm/gün olarak ifade edilir(Güngör ve ark., 2011).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1.Çalışma Alanı

Araştırma Şanlıurfa ili Harran Ovasında yapılmaktadır. Harran Ovası, kuzeyinde Şanlıurfa İli, güneyinde Türkiye-Suriye devlet sınırı, doğusunda Tektek Dağları, batısında Fatik Dağları ile çevrilidir. Proje sahası topoğrafik yapı yönünden genel olarak düz ve eğimli yamaç arazilerinden oluşmaktadır. Genel eğim doğu batı yönünde olup genellikle % 0,1- % 6 arasındadır. Ovanın doğu kesimleri eğimli, batı kesimleri de özellikle Harran ilçesi çevresinde düşük kotlu taban araziler mevcuttur.

3.1.2.Toprak Özellikleri

Proje sahası Alüviyal ve Resüdiyal topraklardan oluşmuştur. Ovanın hemen hemen her yerinde Eosen Kalkerleriyle karşılaşmıştır. Eosen kalkerleri aküfer bakımından ovada en önemli formasyondur. Kalkerler çok derine kadar inmektedir. Bu kalkerlerin kalınlığı yaklaşık 10 m'dir. Yaklaşık 150 m. derinlikte ve yine yaklaşık olarak 20 m kalınlığında jips serisi bulunmaktadır. Proje sahası toprakları genel olarak ağır bünyelidir. Bünye haritasında sahanın % 77'si ağır, üst ağır-alt orta bünyeli toprakların 10.5, üst ağır-alt hafif bünyeli toprakların 1, üst orta-alt ağır bünyeli toprakların % 11.50 teşkil etmektedir. Toprak derinliği proje sahasının % 70' inde 2 metreden daha derin,% 30'unda ise 0-2 metre arasında taş ve çakılla ya da kireç taşıyla sınırlıdır. Toprakların el ile ve laboratuarda yapılan bünye analiz sonuçlarına göre proje sahası toprakları kil (C) ağırlıklıdır. Toprak profili incelendiğinde sahanın büyük bir kısmında profil boyunca kil bünyenin devam ettiği, bazı kısımlarında ise yüzeyden itibaren siltli-kil (Si-C), siltli-tın (Si-L) ve derinliklerde kumlu-killi-tın (SCL) bünyenin mevcut olduğu görülmüştür. Toprak rengi genellikle kırmızımsı kahverengi (nemli iken) ve kahverengi ile bu rengin muhtelif tonlardır (kuru iken).

3.1.3.İklim Özellikleri

Proje sahası Güneydoğu Anadolu bölgesinin karasal ikliminin özelliklerini taşımakla beraber Akdeniz ikliminin etkisi de vardır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Gece ve gündüz arasında sıcaklık farkı yüksektir. Mülga Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Koruklu Talat Demir Ören Araştırma İstasyonunun 22 yıllık (1979 - 2000) iklim verilerine göre Harran Ovasında yıllık ortalama

yağış 372.8 mm Harran İlçesi DSİ rasatlarına göre 310 mm yıllık ortalama yağışın mevsimlere dağılımı yaklaşık kışın

% 55, İlkbaharda % 30, yazın % 1-2, sonbaharda %13-14'dür. Yıllık sıcaklık 17.2 °C ve yıllık buharlaşma 1884 mm dir. Buharlaşma yaz aylarında en yüksek, kış aylarında en düşük düzeydedir. Ortalama nispi nem Temmuz ayında % 33, Aralık ayında % 72' dir.

Çizelge 3.1. Uzun Yıllık Ortalama İklim Verileri

Meterolojik Elemanlar	AYLAR											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Yağış (mm)	65.8	63.3	59.5	26.9	22.6	3.5	0.1	0.0	0.5	19.6	42	61.4
Ortalama Sıcaklık (C°)	4.9	6	10	15.2	21.7	27.9	31.3	29.8	25.3	18.2	10.1	6
Ortalama Nispi Nem (%)	69	64	58	58	42	34	33	40	38	45	60	72
Aylık Buharlaşma (mm)	0.0	0.0	52	116.8	199.3	314.5	376	337.9	249.8	151.9	50.6	0.0

3.1.4. Su Kaynakları

Ovanın bir bölümü yer altı suyundan, büyük bir bölümü ise Şanlıurfa Tünelleri yardımı ile ovaya aktarılan Fırat suyu ile sulanmaktadır. Fırat suyu, GAP'ın en büyük kilit yapılarından biri olan Şanlıurfa Tünelleri yaklaşık 358.000 ha yerçekimi, 118.000 ha pompajla olmak üzere 475000 ha araziye sulayacak kapasiteye sahiptir. Sistem, her biri 7.62 metre çapında ve 26.4 km uzunluğunda iki adet dairesel kesitli beton kaplı tünelden oluşur. Tüneller tam kapasite ile çalıştığında, Atatürk Barajı Gölü'nden saniyede 328 metreküp suyun alınmasını sağlayacaktır(Bahçeci ve Nacar, 2004).

3.1.5. Tarımsal Durum

Proje sahasında genel durum mevcut haliyle % 80'e yakın saha Pamuk ekilmekte, %20 kısmında Buğday, Sebze, Mısır ekimi yapılmaktadır. 2008 yılı içinde proje sahasında ekilen bitki deseni ile sulamadan önceki bitki deseni karşılaştırıldığında proje sahasının % 80'inde pamuk bitkisi ekilmekte geriye kalan kısımlarda buğday ve mısır ekimi yapılmaktadır.

Proje sahasında ana etkinlik tarımdır. Tarım tekniklerini uygulamaları çok yavaş olmaktadır. Yeterli seviyede eğitim verilmemesi işletmelerin iyi çalışmamasına ve tarım tekniğinin gelişmemesine neden olmaktadır. İstenilen, az masrafla yüksek verim artışı sağlanamamaktadır.

3.1.6. Ekilecek Bitki Türü

Harran Ovasında genellikle tarımsal üretim yapılmaktadır. Ovada başta pamuk olmak üzere, mısır ve buğday üretimi önemli yer tutmaktadır. Üretimi yapılan bitkilerin etkili kök derinliklerine bakıldığında, proje sahasının % 80'nini kaplayan, pamuk bitkisinin 120 cm ile en derin etkili kök derinliğine sahip olması nedeniyle, kritik bitki olarak seçilmiştir. Kapalı drenaj projesinde dren derinliği hesaplamaları yapılırken pamuk bitkisi kök derinliği göz önüne alınarak, taban suyu seviyesinin 150 cm ve altında olması hedeflenmiştir.

3.2. Metot

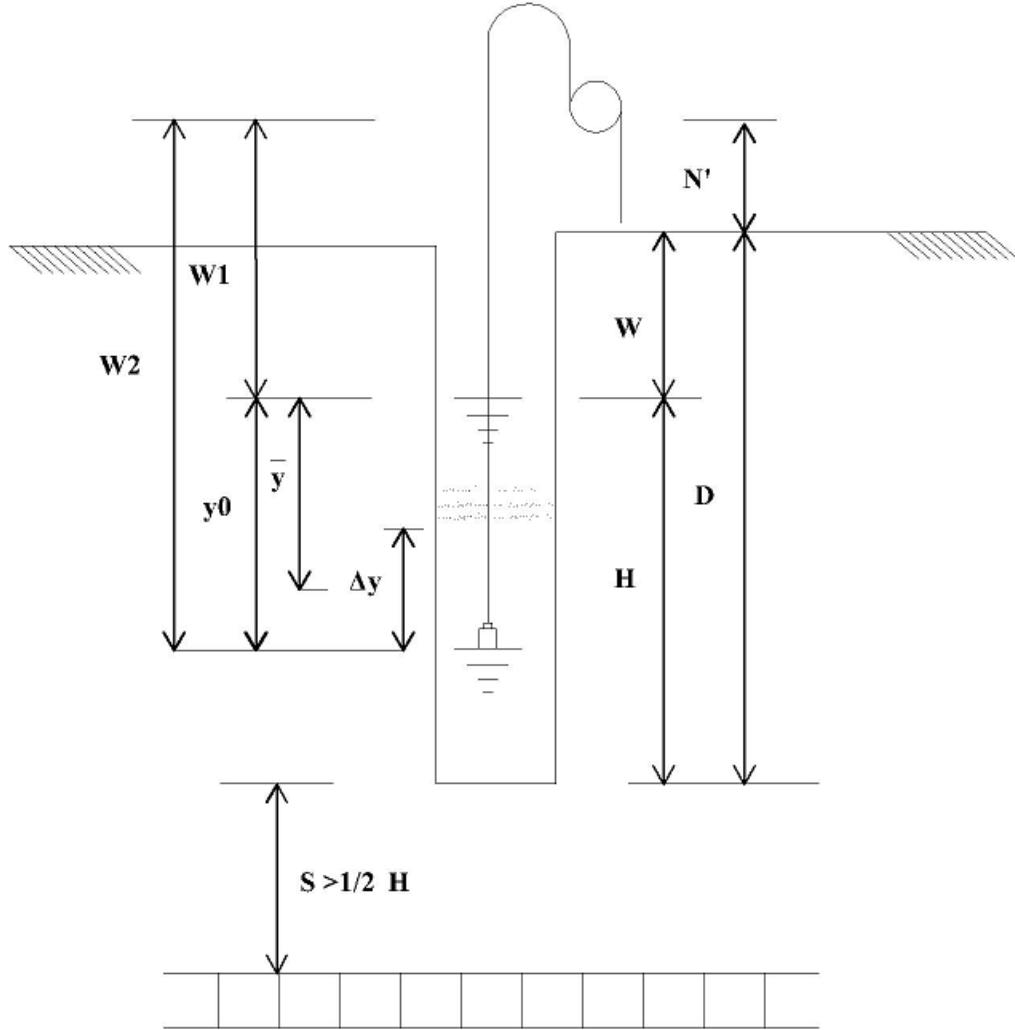
3.2.1. Gözlem Kuyu Yerleri

Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Projesi sahası 7000 ha alana sahiptir. Proje sahası içerisinde yapılan ön etüt çalışmaları sonucuna göre yüksek taban suyu, tuzlu, alkali, tuzlu-alkali alanlar 1/25000 ölçekli haritada işaretlenmiştir. Kuyu yerlerinin koordinatları netcad bilgisayar programı ile belirlenmiştir. Geçirgenliği belirlemek, taban suyu seviyesi ölçmek, toprak bünyesini tespit etmek ve taban suyu tuzluluğunu belirlemek, drenaj sistemi kurulduktan sonra aynı noktalarda yeniden ölçüm yapmak, sistemin performansını değerlendirmek amacıyla kuyu yerlerinin koordinatları belirlenmiştir. Drenaj sisteminin kurulduktan bir yıl sonra sistemin çalıştığı drenaj alanında 10 adet kuyu yeri belirlenmiştir. Bundan sonra grid sistemine uygun olarak, özellikle üçgenler teşkil edilecek şekilde, 20-25 ha'a 1 adet gözlem kuyusu (Bahçeci, 2008) denk gelecek şekilde gözlem kuyu yerleri işaretlenmiştir. Uygulama sırasında her gözlem kuyusunun koordinatları alınarak liste haline getirilmiş, bu listeler kuyu yerlerini gösteren 1/25000 ölçekli sayısal haritaya eklenmiştir.

3.2.2. Toprak Geçirgenliği

Geçirgenliği tespit etmek için yerleri belirlenen, yarıçapı 4 cm ve derinliği 4 m olan gözlem kuyuları Auger Hole burgusu yardımıyla açılmıştır. Kuyu açılırken taban suyunun çıktığı derinlik ile taban suyu statik su derinliği ölçülmüştür. Açılan gözlem kuyularında geçirgenlik testi Şekil 3.1'de verilen düzenek yardımıyla Auger-Hole metodu ile

Eggelsman (1987) yöntemiyle ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Geçirgenliğin Ölçülmesinde Kullanılan Sistem(Eggelsman, 1987)

Auger-Hole metodu ile geçirgenlik testi yaparken aşağıdaki işlemler sırası ile yapılmıştır.

Geçirgenlik testinde kuyu yarıçapı 4 cm olarak açılmıştır. Kuyu derinliği (D) ölçülmüş ve taban suyunun çıktığı ilk seviye tespit edilmiştir. Açılan kuyudaki taban suyunun statik su seviyesine gelmesi beklenmiştir. Özellikle ağır bünyeli topraklarda yükselmenin çok yavaş olması nedeniyle uzun zaman beklenmeli ve kontrol ederek statik seviyeye geldikten sonra bu seviye (W) belirlenmelidir. Aksi halde yanlış sonuçlara ulaşır. Ölçüme başlamadan önce taban suyu seviyesi statik seviye ile (W) alet yüksekliğinin (N') toplamı ($W_1 = W + N'$) ile tespit edilir. Kuyuda taban suyu, statik seviyeye geldikten sonra

kuyudan pompa ile çekilen su miktarı (y_0), $\frac{1}{4} H$ 'dan daha büyük olmalıdır. Kuyudan pompa ile su çekme işlemi yapıldıktan hemen sonra şamandıra kuyuya indirilerek taban suyunun yükselmeye başladığı zamandaki su seviyesi (W_2) ölçülmelidir. Ölçme işlemine başlarken birim zamanda ölçülen su seviyeleri eşit aralıklarla alınmıştır. Eşit zaman aralığında kuyudaki taban suyu yükselmesi dikkatle izlenmiş ve okumalar, su seviyesi $1/4y_0$ ($\Delta y < 1/4y_0$) seviyesine gelmeden bitirilmiştir. Ağır bünyeli topraklarda eşit zaman aralığındaki taban suyu yükselmesi çok yavaş olduğundan zaman uzatılmış ve test gerekli görüldüğünde tekrarlanmıştır. Eşit zaman aralıklarında, eşit veya eşite yakın yükselmeler görülür. Test sonuna doğru bu eşitlik bozulur ve azalır.

Geçirgenlik değerleri aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur:

$$K = \frac{400.r^2}{(H + 20.r).(2 - y^- / H).y^-} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad (3.1)$$

Burada: K; geçirgenlik, m/gün, r; kuyu yarıçapı, m, H; kuyu içindeki su yüksekliği, m, y^- ; yükselen suyu orta noktası ile statik seviye arasındaki mesafe(m), Δy ; suyun eşit zaman aralığında yükseldiği toplam mesafe(m), Δt ; suyun yükseldiği eşit zaman aralıklarının toplamı.

Bu formülün kullanılması için;

1- $\Delta y < 1/4y_0$

2- $1/4H < y_0$ şartlarını sağlamalıdır.

Çizelge 3.2. Geçirgenlik Sınıfları(Özer, 2008).

Geçirgenlik Sınıfları	
Çok Düşük	0-0.50 m/gün
Düşük	0.50-1.00 m/gün
Alçak	1.00-1.50 m/gün
Orta	1.50-2.00 m/gün
Yüksek	2.00-3.00 m/gün
Çok Yüksek	>3.00 m/gün

Hesaplanan geçirgenlik değerleri kullanılarak, geçirgenlik sınıflarına göre geçirgenlik haritaları hazırlanmış, hesaplanan geçirgenlik değerleri dikkate alınarak, geçirgenlik sınıflarına göre aritmetik ortalama yöntemi ile ortalama geçirgenlik değerleri bulunmuştur.

3.2.3. Drenaj Katsayısının Belirlenmesi

Kapalı drenaj sistemi yapılacak sahada çalışan, inşa edilmiş, drenaj sisteminin debilerini ölçme imkânı yok ise, bu takdirde teorik hesaplamalarla drenaj katsayısı belirlenmektedir. Kapalı drenaj sisteminin yapılabilmesi için taban arazilerinin düzenli bir sulama şebekesine sahip olduğu ve sulama suyu uygulamasında belli ölçüde bir randıman düşüklüğü bulunduğu varsayılır. Drenaj katsayısı toprak-bitki-su ortak ilişkileri göz önünde bulundurularak değişik yöntemlerle hesaplanır. Bunlar; bitki su ihtiyacı metodu, direk ölçme metodu, su bütçesi metodu ve yıkama suyu ihtiyacı metodudur (Kanber ve ark., 2003).

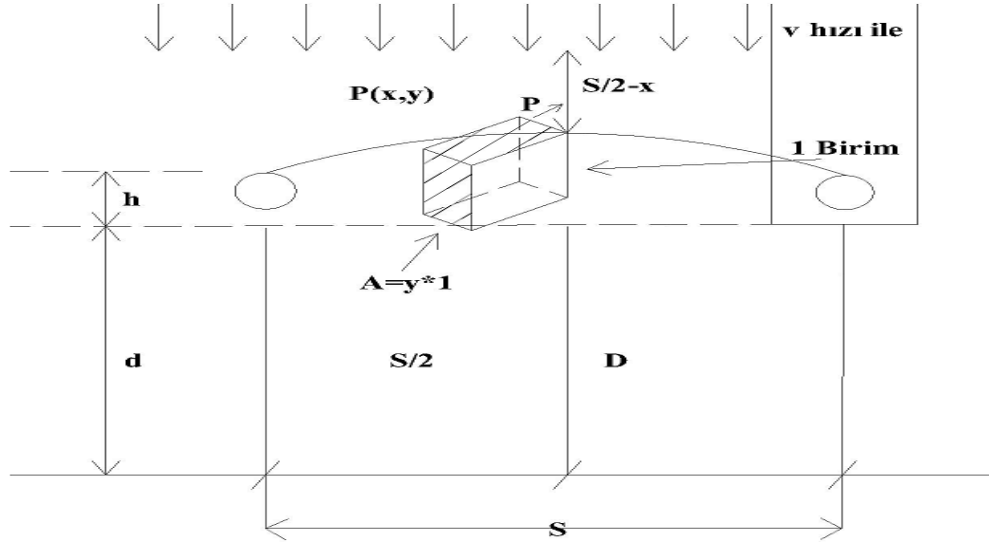
Proje sahasında daha önceden tespit edilmiş drenaj katsayısı mevcut değildir, bu nedenle proje sahasında drenaj katsayısı bitki su ihtiyacı metodu ile hesaplanmıştır.

3.2.4. Dren Derinliği

Dren derinliği drenaj sisteminin randıman ve ekonomisi üzerine en etkili faktörlerden birisidir. Taban suyuna verilmek istenen derinlik arttıkça dren arası mesafede artar. Proje sahasında genellikle ekimi yapılan bitkiler buğday, mısır ve yoğun olarak ta pamuktur. Ekimi yapılan bitkiler arasında kritik bitki etkili kök derinliği en derin olan pamuktur. Dolayısıyla projede pamuk bitkisinin kök derinliği olan 120 cm göz önüne alınarak, dren derinliği, taban suyu seviyesini 150 cm ve altında olması için dren derinlikleri, 150-180 cm olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Dren Aralığının Belirlenmesi

Dren aralığının tespitinde, toprağın fiziksel özellikleri (Hidrolik geçirgenlik, porozite, toprak tekstürü), dren derinliği, yetiştirilecek bitki türü, yağış şartları ve mevcut toprak horizonlarının dikkate alınması gerekmektedir (Güngör ve ark., 2011). Auger Hole metodu ile yatay geçirgenlik tespit edilmiş, geçirgenlik sınıflarına göre gruplandırma yapılarak ortalama geçirgenlik değerleri bulunmuştur. Ortalama geçirgenlik hesaplanırken aritmetik ortalama yöntemi kullanılmıştır. Bulunan ortalama geçirgenlik değerleri, Hooghoudt formülünde kullanılarak dren aralıkları tespit edilmiştir. Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Proje sahasında dren aralıkları, belirlenen toprak geçirgenlik değerleri ile Hooghoudt formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Hooghoudt formülü aşağıdaki Şekil 3.2'den yararlanarak geliştirilmiştir;



Şekil 3.2. Hooghoudt Eşitliğinin Geliştirilmesi (Güngör ve ark., 2011).

Birim zamanda birim alana düşen su hacmi; $[(s/2-x)$ alanına düşen su hacmi]
 $q_1 = \left(\frac{S}{2} - x\right) \cdot 1 \cdot v$ dir. Bu su darcy kanununa göre $I = \frac{dy}{dx}$ meyli ile hareket ederek $A=(y \cdot 1)$ alanından geçecektir. Tüm drenaj formülleri bu esasa dayanır.

$$q_2 = A \cdot K \cdot i \Rightarrow q_1 = \left(\frac{S}{2} - x\right) \cdot 1 \cdot v \quad (1.1)$$

$$q_2 = K(y \cdot 1) \frac{dy}{dx} \quad (1.2)$$

$$q_1 = q_2 \text{ 'den } \rightarrow K(y \cdot 1) \frac{dy}{dx} = \left(\frac{S}{2} - x\right) \cdot 1 \cdot v \text{ dir.} \quad (1.3)$$

$$\left[\frac{S}{2} v x \right]_0^{\frac{S}{2}} - \left[\frac{x^2}{2} v \right]_0^{\frac{S}{2}} = \left[\frac{y^2}{2} K \right]_{h+D}^{H+D} \quad (1.4)$$

$$K \cdot y \cdot \frac{dy}{dx} = \frac{S}{2} v - xv \quad (1.5)$$

$$\int \frac{S}{2} v dx - \int xv dx = \int Ky dy \quad (1.6)$$

Sınır şartları şu şekilde kabul edilir;

$$x=0, y=h, \quad x=s/2, y=H$$

$$\left[\frac{S \cdot v}{2} \times \frac{S}{2} - \frac{1}{2} \times v \left(\frac{S}{2} \right)^2 \right] = K \left[\left(\frac{H+D}{2} \right)^2 - \left(\frac{h+D}{2} \right)^2 \right] \quad (1.7)$$

$$\frac{S^2 v}{4} - \frac{S^2 v}{2 \times 4} = K \frac{H^2 + 2HD + D^2 - h^2 - 2hd - d^2}{4} \quad (1.8)$$

$$\frac{2S^2 v - S^2 v}{8} = K \frac{H^2 - 2DH - h^2 - 2hD}{4} \quad (1.9)$$

$$S^2 = \frac{4K}{v} (H^2 + 2DH - h^2 - 2hD) \quad (1.10)$$

Pratikte dren boş ve h=0 kabul edilir.

$$S^2 = \frac{4K}{v} (H^2 + 2DH) \quad (1.11)$$

$$S^2 = \frac{4KH^2 + 8KDH}{v} = \frac{8KDH}{v} + \frac{4KH^2}{v} \quad (1.12)$$

$$\frac{8KDH}{v} \text{ Drenlere alttan gelen akış} \quad (1.13)$$

$$\frac{4KH^2}{v} \text{ Drenlere üstten gelen akış} \quad (1.14)$$

Burada: S; Dren aralığı mesafesi, K; bozulmamış numunede permabilite, D; bariyere olan mesafe (drenin uzaklığı), H; taban suyu kurvesinin en yüksek noktasının dren tabanına olan uzaklığı, P; Taban suyu hangi derinliğe indirmemiz gerektiğini gösterir, V; Drenaj katsayısı'dır.

3.2.6. Lateral ve Kollektör Eğimlerinin Belirlenmesi

Proje sahası için hazırlanan 1/5000 ölçekli topoğrafik haritalarla drenaj planlaması yapılmıştır. Genel olarak arazi eğimi dikkate alınarak kollektör ve lateral projeleri yapılmaktadır. Kollektör ve lateral eğimleri 1/5000 ölçekli topoğrafik haritadaki eş yükselti eğrilerinden yararlanılarak bulunmuştur. Esas projelendirme eğimleri uygulama sırasında aplikasyon değerleri sonucu olup, harita üzerindeki eğimler değişebilir. Ancak her türlü şartlarda en düşük lateral eğimi % 0.05 ten, kollektörlerde % 0.025 ten düşük olmayacaktır. Eğim verilirken genel olarak arazinin tabii eğimlerine uygun olmalıdır. Lateral ve kolektör eğimleri topoğrafik haritadan bulunurken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Eğim} = \Delta h/L \quad (1.15)$$

Burada: Δh :Yükseklik farkı (m), L; Yatay uzunluk (m)'dur.

3.2.7. Drenaj Sisteminin Performansının Belirlenmesi

3.2.7.1. Taban Suyu Seviyesi

Şanlıurfa Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Projesi sahasında sulama mevsiminde drenaj sistemi kurulmadan önce, grid sistemine uygun olarak, 20-25 ha'a 1 adet gözlem kuyusu denk gelecek şekilde belirlenen ve 4 cm yarıçapındaki Auger Hole burgusu ile 4 m' ye kadar açılan gözlem kuyularından taban suyu statik seviyeleri şerit metreyle ölçülmüştür.

Drenaj sisteminin performansını belirlemek amacı ile drenaj sistemi kurulduktan bir yıl sonra sistemin çalıştığı drenaj alanında 10 adet kuyu açılmış ve bu kuyulardan taban suyu statik seviyesi şerit metreyle ölçülmüştür.

Proje çalışmalarında ölçüt olarak alınan taban suyu seviyesi 0 – 180 cm olan sahalarda taban suyu probleminin bulunduğu kabul edilmiş ve yetiştirilecek bitki türüne göre, taban suyunun etkili olamayacağı bir seviyeye kadar taban suyunun düşürülmesi planlanmıştır. Proje sahasında taban suyunun 2 m ye kadar yükseldiği alanlar potansiyel problem alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.3. Taban Suyu Sınıflandırması (Kanber ve ark., 2003).

Çok Yüksek	0-50 cm
Yüksek	50-100 cm
Orta	100-150 cm
Alçak	150-200 cm
Düşük	>200 cm

3.2.7.2. Taban Suyu Tuzluluğu

Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj proje sahasında etüt çalışmalarında Auger Hole burgusu ile 4 m' ye kadar açılan kuyulardan taban suyu numuneleri alınmıştır. Su numunesini alabilmek için, Auger Hole burgusunun, burğu kısmı çıkartılıp yerine pompa takılmış ve Auger Hole pompası ile kuyudaki su alınarak, su numunesi şişesine konulmuştur. Alınan taban suyu numunelerinin analizleri arazide (Eijhcamp) elektriksel iletkenlik ölçme aleti ile yapılmış ve daha sonra alınan su numuneleri, laboratuara da

gönderilerek elektriksel iletkenlik değerleri, her kuyu için ayrı ayrı ölçülmüştür. Yapılan etüt ve analiz sonuçlarına göre taban suyu tuzluluk değerleri ve taban suyu tuzluluk haritası hazırlanmıştır.

Drenaj sisteminin performansını belirlemek amacı ile drenaj sistemi kurulduktan bir yıl sonra sistemin çalıştığı drenaj alanında 10 adet kuyu açılmış ve bu kuyulardan taban suyu tuzluluk değerleri elektriksel iletkenlik ölçme aleti ile belirlenmiş ve Çizelge 3.4’de verilen kritere göre sınıflanması yapılmıştır.

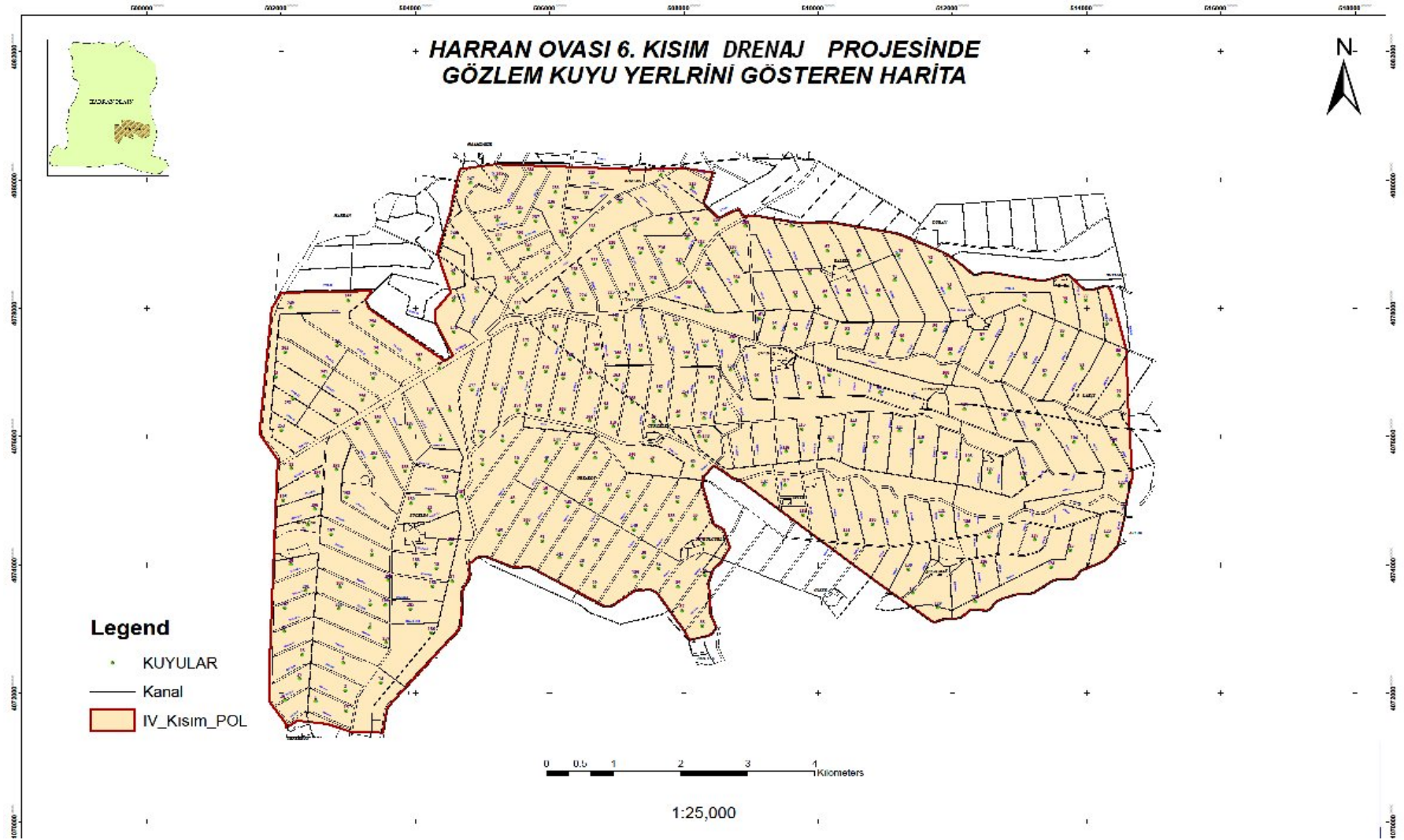
Çizelge 3.4.Taban Suyu Tuzluluk Sınıfı (Güngör ve ark., 2011).

Taban suyu tuzluluk sınıfı	EC 25 °C (µS/cm)
Tuzsuz	0-2000
Az Tuzlu	2000-4000
Orta Tuzlu	4000-10000
Tuzlu	10000-20000
Çok Tuzlu	>20000

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Gözlem Kuyularının Harita Üzerine İşlenmesi

Şanlıurfa, Harran Ovası, VI. Kısım Kapalı Drenaj Proje sahasında taban suyu yüksek, tuzlu, alkali ve tuzlu-alkali olan 7000 ha alanda kurulmuş olan kapalı drenaj sisteminin etkinliğini belirlemek amacıyla 20-25 ha'a 1 adet gözlem kuyusu denk gelecek şekilde gözlem kuyuları açılmış ve bu kuyuların Şekil 4.1'de koordinatları ile birlikte 1/25000 ölçekli haritada verilmiştir.



Şekil 4.1. Gözlem Kuyu Yerlerini Gösteren Harita

4.2. Toprak Geçirgenliğinin Belirlenmesi

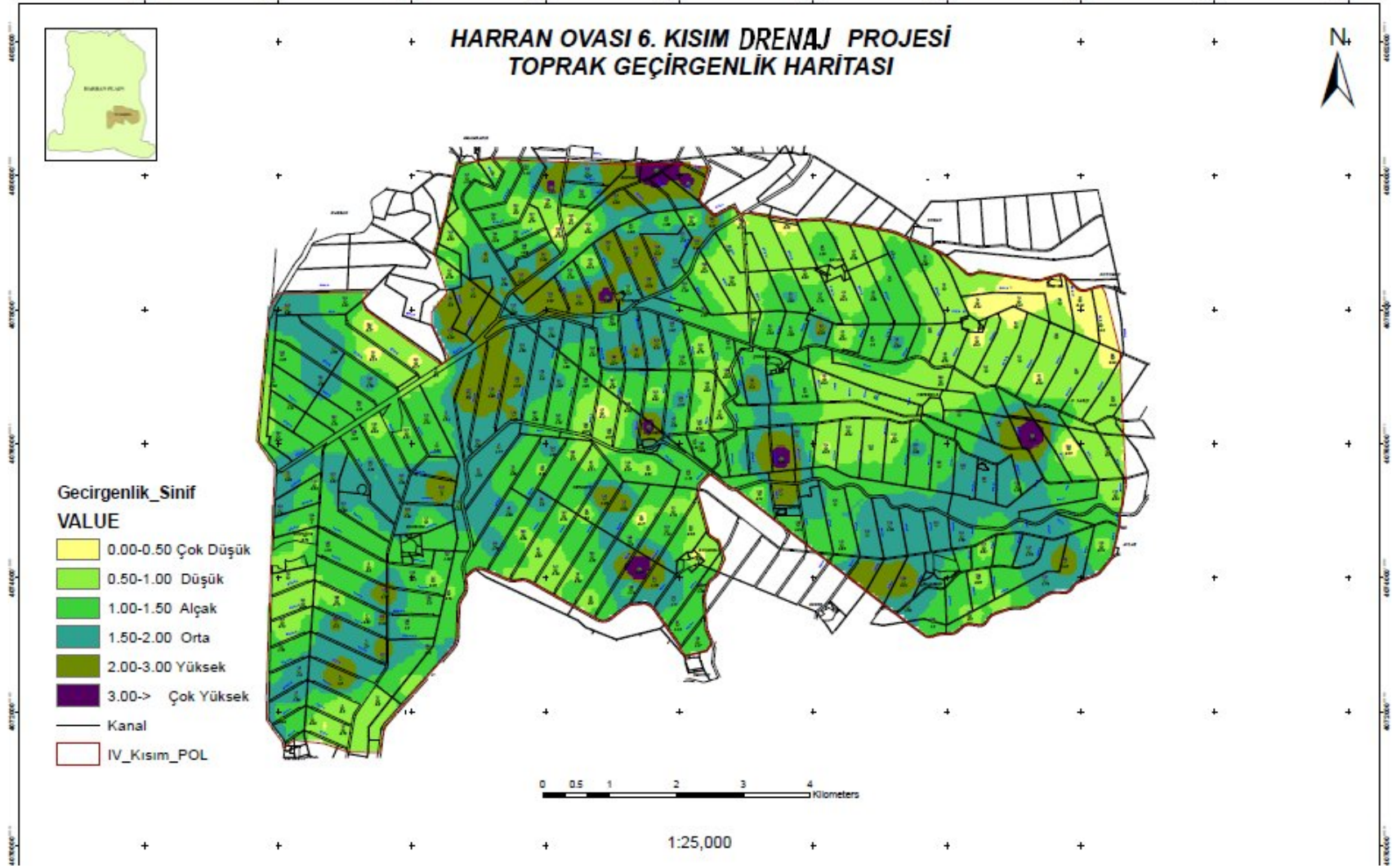
Drenaj aralıklarını belirlemek amacıyla 280 noktada belirlenen geçirgenlik değerleri Özer (2008)'in verdiği geçirgenlik sınıflama yöntemine göre sınıflandırarak ortalama geçirgenlik değerleri hesaplanmış ve Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu sınıflamaya göre arazi alanı 6 farklı geçirgenlik sınıfına bölünmüştür. En düşük ve yüksek ortalama geçirgenlik sırasıyla 0.40 ve 3.72 m/gün olarak bulunmuştur. Diğer sınıflama değerleri bu iki değer arasında değişmiştir.

Çizelge 4.1. Geçirgenlik Değerleri

Geçirgenlik değerleri	Ortalama geçirgenlik	Geçirgenlik sınıfı
0-0.50	0.40 m/gün	Çok düşük
0.50-1.00	0.79 m/gün	Düşük
1.00-1.50	1.22 m/gün	Alçak
1.50-2.00	1.73 m/gün	Orta
2.00-3.00	2.37 m/gün	Yüksek
>3.00	3.72 m/gün	Çok yüksek

Toprak geçirgenlik değerleri sınıflarına göre farklı renklerde Şekil 4.2'deki haritada verilmiştir Şekil 4.2 incelendiğinde proje sahanın genel olarak çok düşük, düşük ve alçak toprak geçirgenliğine sahip olduğu, kuzey batısında ve güney doğusunda yer yer orta, yüksek ve çok yüksek toprak geçirgenliğine sahip olduğu görülmektedir.

Aydoğdu (2006), Harran ve Akçakale İlçe'lerinde taban suyunun yüksek olduğu 23 yerde toprak geçirgenliklerini belirlemişlerdir. Geçirgenlik değeri açılan kuyuların %4'ünde, 0.24 m/gün, %26'sında 0.24-1.44 m/gün arasında, %30'unda 1.44-2.88 arasında ve %39'unda 2.83 m/gün'den büyük geçirgenlik değerleri bulunmuştur. Killi topraklar genellikle doğal olarak düşük olan geçirgenlikleri nedeniyle drenajı çok zor olarak kabul edildiğini bildirmiştir. Çalışma sahasında yaptığımız ölçümlerle, Aydoğdu (2006)'nın yaptıkları ölçümler karşılaştırıldığında, yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ancak Aydoğdu (2006), en düşük ve yüksek ortalama geçirgenlik değerlerini sırası ile 0.24 m/gün, 2.83 m/gün olarak bulmuş iken, bu değerler çalışmamızda 0.40 m/gün, 3.72 m/gün olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Toprak Geçirgenliği Haritası

4.3. Drenaj Katsayısı

Drenaj boru çaplarını ve dren aralıklarını belirlemek amacı ile drenaj katsayısı hesaplanmış ve Ek Çizelge-1’ de verilmiştir. Ek Çizelge-1’de görüldüğü gibi drenaj katsayısı 2.56 mm/gün olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada drenaj katsayısı bulunurken arazinin geçirgenlik değerleri dikkate alınmadan bulunmuştur. Ancak, FAO, (1980) tarafından yapılan çalışmada, sulanan alanlar için önerilen bölgesel drenaj katsayıları, düşük geçirgenliğe sahip topraklar için, < 1.5 mm/gün, ensantif tarım yapılan geçirgenliği iyi topraklar için, 1.5-3.0 mm/gün arasında, zayıf su yönetimi, aşırı tuzlanmaya neden olan iklim ve bitki koşullarında 3.0-4.5 mm/gün ve özel koşullar için çeltik tarımı ve aşırı geçirgen hafif bünyeli topraklar için >4.5 mm/gün değerleri önerilmektedir. Bu çalışmada bulunan drenaj katsayısı 2.56 mm/gün olan drenaj katsayısı, FAO’nun değeri ile karşılaştırıldığında ensantif tarım yapılan geçirgenliği iyi topraklar sınıfına girmektedir.

4.4. Dren Derinliği

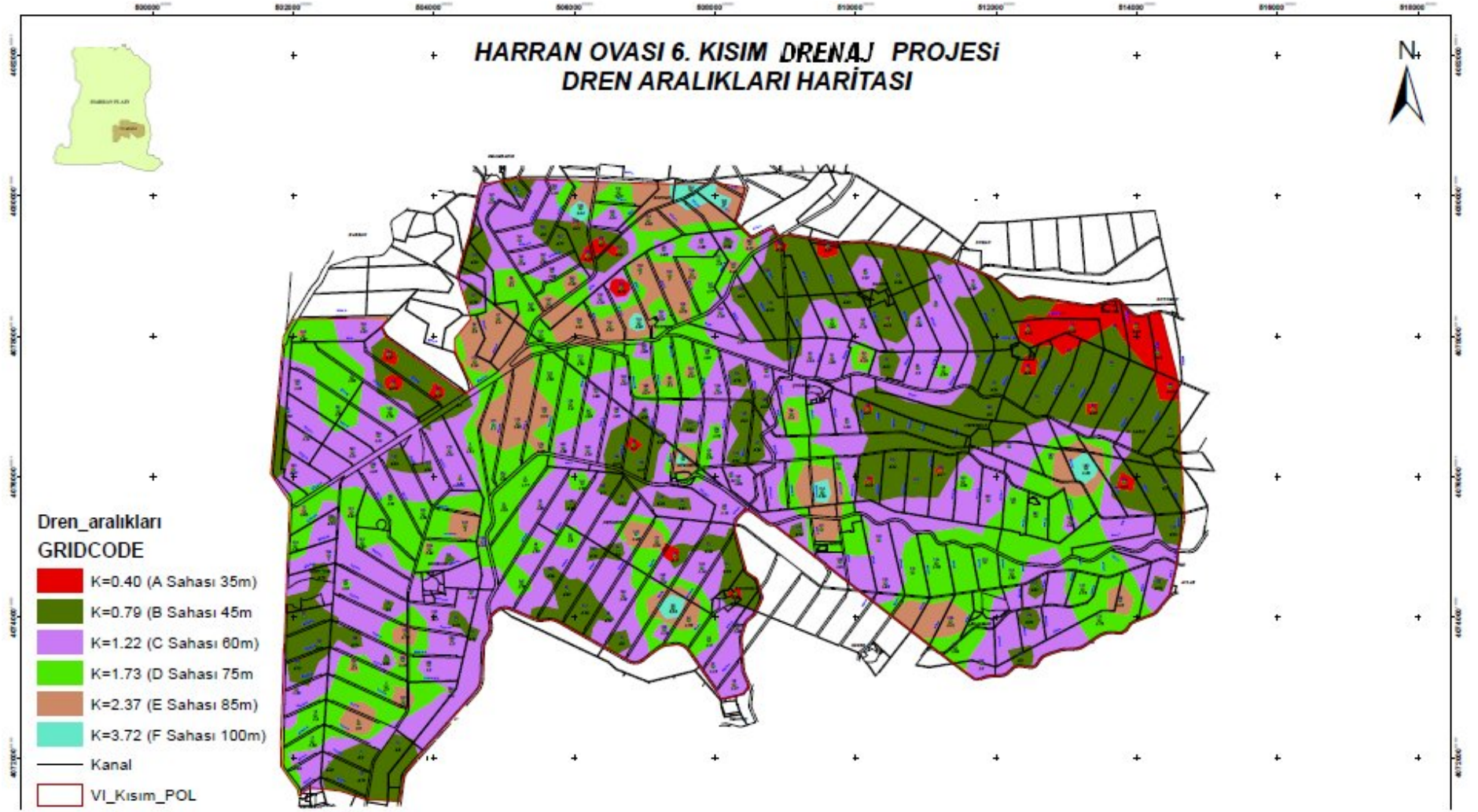
Dren derinliğini belirlemek amacı ile Harran Ovasında yaygın olarak tarımı yapılan bitkilerin etkili kök derinliklerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Çalışma alanında %80 civarında pamuk, %20 lik kısımda buğday ve mısır üretimi yapılmaktadır. Ekimi yapılan bitkilerden etkili kök derinliği en fazla olan pamuktur. Pamuğunda etkili kök derinliği 120 cm dir. Kapalı Drenaj projesinde dren derinliği hesaplamaları yapılırken pamuk bitkisi kök derinliği göz önüne alınarak, taban suyu seviyesinin 150 cm ve altında olması için dren derinlikleri 150-180 cm olarak belirlenmiştir.

Smedema ve Rycroft (1983), yüksek taban suyunun, verimde azalttığı, düşük taban suyunun ise verimi arttırdığını ifade etmişlerdir. Ancak, killi toprakta taban suyu düzeyi 100-120 cm derinliğe düşünceye kadar verimin artmasına, kumlu toprakta taban suyu düzeyinin 60-70 cm’den daha derine düşmesi, üründe önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. Yine killi topraklarda, taban suyu düzeyinin daha da derinlere düşürülmesi verimi azaltmazken, kumlu topraklarda önemli oranlarda verim azalmasına neden olmuştur. Genel olarak taban suyu derinliğinin hafif bünyeli topraklarda 50-100 cm, ağır bünyeli killi ve siltli killi topraklarda 150–200 cm olması gerektiği önerilmektedir. Harran Ovası VI. Kısım kapalı drenaj çalışma alanı toprakları ağır killidir ve dren derinliği de 150-180 cm olarak alınmıştır. Bu iki çalışmanın dren derinliği sonuçları karşılaştırıldığında birbirleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4.5. Dren Aralıkları

Dren aralıkları Hooghoudt formülü kullanılarak hesaplanmış ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Şekil 4.3'te drenaj çalışması yapılan alanın büyük bölümünde toprak geçirgenliği 1.22 m/gün ve buna bağlı olarak da dren aralığı 60 m olarak hesaplanmıştır. Kuzey doğusunun az bir bölümünde ve alan içerisindeki bazı bölgelerde toprak geçirgenliği 0.40 m/gün, dren aralığı 35 m, kuzey doğusunun büyük bölümünde ve alan içerisindeki bazı bölgelerde toprak geçirgenliği 0.79 m/gün, dren aralığı 45 m, kuzey, kuzey batı, güney batı ve iç bölgedeki az bir alanda bölümünde toprak geçirgenliği 1.73 m/gün, dren aralığı 75 m, kuzey ve güney bölümde toprak geçirgenliği 2.37 m/gün, dren aralığı 85 m, kuzey, güney ve doğu bölümlerde az bir alanda toprak geçirgenliği 3.72 m/gün, dren aralığı 100 m olarak hesaplanmıştır. Tüm alanda dren aralığı 35 m ile 100 m arasında değişmektedir.



Şekil 4.3. Dren Aralıkları Haritası

4.6. Lateral ve Kollektör Eğimleri

Şanlıurfa Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Projesi sahasında için hazırlanmış olan 1/5000 ölçekli topografik haritalardan yararlanılarak yapılan drenaj planlaması ile uygulama esnasında yapılan aplikasyon değerleri sonucunda proje sahası için hazırlanan drenaj planlamasının çok farklılık göstermediği, ancak bazı bloklarda planlama haritasındakinden farklı değerler bulunduğu tespit edilmiştir. Bulunan farklı değerler sistemdeki boru çapları veya sistem tasarımı üzerinde fazla bir etkisi olmamıştır.

4.6.Taban Suyu Seviyesi

Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj sahasında drenaj sistemi kurulmadan önce mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında gözlem kuyuları açılarak taban suyu statik seviyeleri ölçülmüş ve Şekil 4.4’de verilmiştir. Şekil 4.4’te, taban suyu seviyelerinin, açılan kuyulara oranlandığında, % 3’ünde taban suyu 0.00-0.50 m aralığında, %35’sinde 0.50-1.00 m aralığında, % 56’inde 1.00-1.50 m aralığında, % 3’ünde 1.50-2.00 m aralığında olduğu, % 3’ünde ise 2.00 m den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanının doğu bölümünde taban suyu seviyesinin 2 m den daha derin, güney batı, doğu bölümünde az bir alanda 1.50-2.00 m aralığında, tüm alana bakıldığında ise 0.50-1.00 m ve 1.00-1.50 m aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan drenaj sisteminin etkinliğini belirlemek amacı ile drenaj sistemi kurulmadan önce ve kurulduktan sonra taban suyu statik seviyesi ölçümleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu statik seviyeleri Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi en düşük ve en yüksek gözlem kuyuları taban suyu statik seviyeleri sırasıyla 70 cm ve 140 cm olarak ölçülmüştür. Diğer gözlem kuyu değerleri bu iki değer arasında değişmiştir. Drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu statik seviyeleri ölçümlerinde ise en düşük 138 cm, en yüksek 151 cm olarak ölçülmüştür.

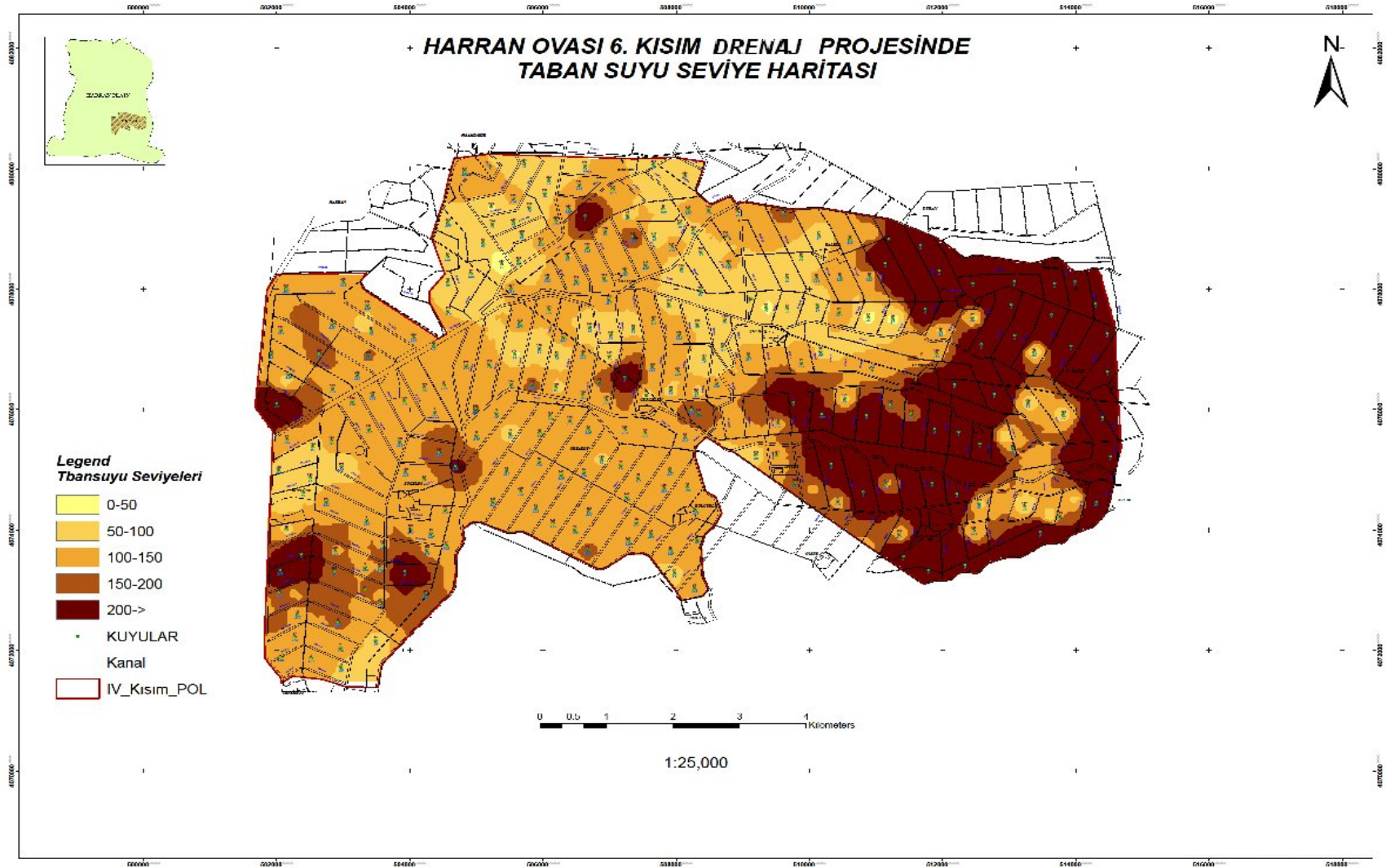
Drenaj sisteminin performansının belirlenmesindeki en önemli ölçütlerden biri taban suyu derinliğinin istenilen derinlikte tutulmasıdır (Gemalmaz, 1983). Drenaj sistemi kurulmadan önce ve drenaj sistemi kurulduktan sonraki ölçümler karşılaştırıldığında, taban suyunun seviyesinin düştüğü tespit edilmiş, buda drenaj sisteminin etkin bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

Nacar ve ark. (2000)’ları tarafından yapılan bir çalışmada, Harran Ovası’nın güney kesimlerinde taban suyu düzeyinin 25 ile 307 cm arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Sulama mevsiminde taban suyu düzeylerinde belirgin bir yükselme olduğu gözlenmiştir. Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu statik seviyeleri Nacar ve ark. (2000)'lerinin verdiği değerler arasında yer almaktadır. DSI (Anonim, 2000)'nin Harran Ovası'nda gözlem kuyularında taban suyu düzeylerinin tehlikeli sınır olarak kabul edilen 150 cm'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda bir gözlem kuyusundaki statik su seviyesi hariç, diğer değerler tehlikeli olan sınırların altında bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Harran Ovası, örnek alınan noktaların koordinatları ve taban suyu statik seviye değerleri

Kuyu no	Koordinatlar		Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu statik seviyesi (cm)	Drenaj sistemi kurulduktan sonraki taban suyu statik seviyesi(cm)
	X	Y		
58	4077347	507351	130	150
61	4077841	509122	70	138
63	4078435	511138	120	147
150	4073758	503590	130	143
151	4073374	503549	132	148
153	4073654	502872	128	144
156	4073320	502858	140	153
157	4078419	508781	120	149
206	4076591	502178	120	145
207	4076099	502000	135	151



Şekil 4.4. Taban Suyu Seviye Haritası

4.7. Taban Suyu Tuzluluğu

Çalışma sahamızda kapalı drenaj sistemi kurulmadan önce yapılan taban suyu tuzluluk değerleri ölçülmüş ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Şekil 4.5'te, Küplüce, Sugeldi ve Seferköy arazilerinde taban suyu tuzluluğu orta tuzlu sınıfında ki sahalardır. HT11-HT13 açık tahliye kanalları arasındaki sahada taban suyu tuzluluk derecesi orta tuzlu sınıfa girmektedir. Gürgelen köyü civarı HYA10-HT13 açık tahliye kanalları arasındaki arazilerde taban suyu tuzluluğu çok tuzlu sınıfında yer almaktadır. HYA sulama kanalı ile HYA-10A sulama kanalı arasındaki arazilerde taban suyu tuzluluğu tuzlu sınıfında yer almaktadır. Tüm alana bakıldığında, proje sahasındaki taban suyunun % 80'i orta tuzlu sınıfında, %20'si de tuzlu ve çok tuzlu sınıfında yer almaktadır.

Kapalı drenaj sistemi kurulmadan önce ölçülen taban suyu tuzluluk değerleri ile kapalı drenaj sistemi kurulduktan sonra aynı noktalarda ölçülen taban suyu tuzluluk değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu tuzluluğu Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi en düşük ve en yüksek gözlem kuyuları taban suyu tuzluluğu sırasıyla 12889 $\mu\text{S/cm}$ ve 1620 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. Diğer gözlem kuyu değerleri bu iki değer arasında değişmiş ve ortalama taban suyu tuzluluğu 4957 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. Drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu tuzluluğu ölçümlerinde ise en düşük 1230 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek 7745 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüş ve ortalama taban suyu tuzluluğu 4224 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür.

Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu tuzluluk değerleri ile drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu tuzluluk değerleri ölçümleri karşılaştırıldığında, taban suyu tuzluluk değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

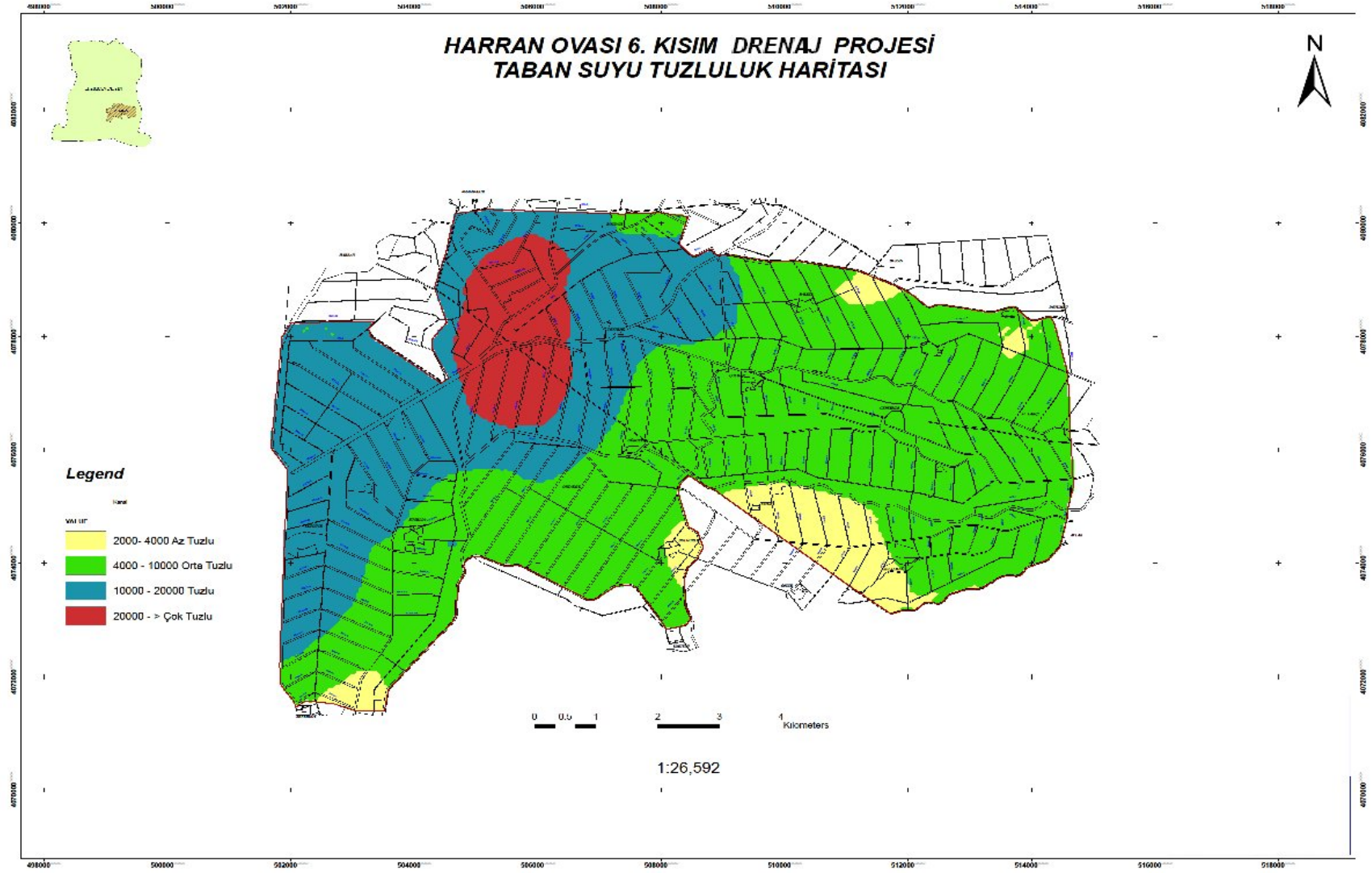
Taban suyu statik seviyelerinin yüksek olduğu alanlarda, taban suyu tuzluluk değerinin de yüksek olduğu, taban suyu seviyesinin derin olduğu alanlarda, taban suyu tuzluluk değerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Ölçülen taban suyu tuzluluk değerlerine bakıldığında, kapalı drenaj sistemi kurulduktan sonra, taban suyu seviyesinin düşmesi ile beraber taban suyu tuzluluğunda da azalma olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Harran Ovası, örnek alınan noktaların koordinatları ve taban suyu tuzluluk değerleri

Kuyu no	Koordinatlar		Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu tuzluluğu ($\mu\text{S/cm}$)	Drenaj sistemi kurulduktan sonraki taban suyu tuzluluğu ($\mu\text{S/cm}$)
	X	Y		
58	4077347	507351	10245	3960
61	4077841	509122	1620	1230
63	4078435	511138	3400	1230
150	4073758	503590	9430	7080
151	4073374	503549	11995	5940
153	4073654	502872	9200	5940
156	4073320	502858	5310	2780
157	4078419	508781	7110	4035
206	4076591	502178	3068	2308
207	4076099	502000	12889	7745

Bal (2007), Harran Ovasında yapılan drenaj etütleri sonuçlarına göre taban suyu problemi olan sahalar Harran ve Akçakale ilçeleri arasındadır. 1997 yılından itibaren yapılan taban suyu rasat verilerine taban suyu tuzluluğunun 4700-15000 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiği bildirilmektedir. Harran Ovası VI. Kısım kapalı drenaj çalışma alanı taban suyu tuzluluk değerleri ile Bal (2007)'ın yaptığı taban suyu tuzluluk değerleri karşılaştırıldığında, birbirleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Nacar ve ark. (2000)'ları tarafından yapılan bir çalışmada, Harran Ovası'nın güney kesimlerinde, taban suyunun tuz kapsamının, 280-35000 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiği saptanmıştır. Taban sularının büyük bir bölümü yüksek düzeyde tuz içermekte ve sulama suyu niteliği bakımından 3. veya 4. sınıfa girmektedir. Nacar ve ark. (2000)'nın yaptıkları ölçümler, çalışma sahasında yaptığımız ölçümler karşılaştırıldığında, yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.5. Taban Suyu Tuzluluk Haritası

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Harran Ovası VI. kısımda kurulacak kapalı drenaj sisteminin projelendirme kriterlerini belirlemek ve kapalı drenaj sisteminin performansını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Kapalı drenaj sisteminin performansını değerlendirmek amacıyla drenaj sistemi kurulmadan önce 280 adet kuyudan seçilerek ve drenaj sistemi kurulduktan sonra drenaj alanında mevcut 10 adet kuyu açılarak, taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, en düşük ve yüksek ortalama geçirgenlik sırasıyla 0.40 ve 3.72 m/gün olarak bulunmuştur. Drenaj katsayısı 2.56 mm/gün olarak belirlenmiş ve dren aralığı 35 m ile 100 m arasında değişmektedir. Taban suyu seviyelerinin, açılan kuyulara oranlandığında, % 3'ünde taban suyu 0.00-0.50 m aralığında, %35'sinde 0.50-1.00 m aralığında, % 56'inde 1.00-1.50 m aralığında, % 3'ünde 1.50-2.00 m aralığında olduğu, % 3'ünde ise 2.00 m den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Proje sahasındaki taban suyunun % 80'i orta tuzlu sınıfında, %20'si de tuzlu ve çok tuzlu sınıfında yer almaktadır. Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu statik seviyeleri, en düşük ve en yüksek gözlem kuyuları taban suyu statik seviyeleri sırasıyla 70 cm ve 140 cm olarak ölçülmüştür. Drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu statik seviyeleri ölçümlerinde ise en düşük 138 cm, en yüksek 151 cm olarak ölçülmüştür.

Drenaj sistemi kurulmadan önceki taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri ile drenaj sistemi kurulduktan sonraki aynı noktalarda yapılan taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerleri ölçümleri karşılaştırıldığında, taban suyu statik seviyesi ve taban suyu tuzluluk değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Sonuç olarak drenaj sisteminin etkin bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

Tarımsal faaliyetlerde sulama işleri ve drenaj tesisi eş zamanlı yapılmalı ve uygulanmalıdır. Harran ovasında ise ova sulamaya açıldıktan sonra drenaj tesis edilmeye başlanmıştır. Ancak geç kalındığı için ovada önemli derecede tuzlanma ve taban suyu sorunları ortaya çıkmıştır.

Sulamadan beklenen faydanın alınabilmesi ve tarımsal üretimin devamlılığı için tesviye, tarla içi drenaj, toplulaştırma ve benzeri tedbirlerin sulama tesisleri inşaatlarına paralel yürütülerek beraber hizmete alınması gerekmektedir.

Drenaj sistemlerini çalışır halde tutmak için işletme alanlarındaki tahliye kanallarında rusubat temizliği sık sık yapılmalıdır.

Aşırı-kontrolsüz sulamaların önüne geçmek ve sulamada verimliliği artırmak için Ovada bugün suyun dağıtımını üstlenen Sulama Birlikleri son derece yetersiz kalmaktadırlar. Sulama Birlikleri'nin teknik beceri ve donanım kabiliyetinin artırılmasını sağlayacak yapılandırma ve eğitim çalışmalarına ilgili kuruluşlarca hız verilmelidir.

Harran ovasında hali hazırda kullanılan Salma Sulama yönteminde kullanılan suyun yarısından fazlası boşa gitmektedir. Salma sulama yöntemi ve buna bağlı olarak yapılan aşırı ve bilinçsiz sulamalar ileride büyük yatırımlar yapılarak açılmış olan kapalı drenaj sistemlerini çalışmasını tehlikeye düşürecektir. Ovadaki sulama rejiminin yeniden gözden geçirilerek farklı çözüm yollarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Bölge insanının, tarımsal faaliyet gösteren kurumlar ve üniversitelerin ilgili bölümlerince yapılacak yoğun eğitim ve seminerle bilinçlendirilmesi, bu konuda önemli bir yer tutmaktadır.

Harran Ovasında ana ve yedek tahliye kanalları üzerindeki su alım yapılarının (regülâtörlerin) bulunması bu kanallardaki su seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Sulamanın yoğun olduğu dönemlerde tahliye kanallarına bağlı olan kolektör ve münferit çıkışlarından, artezyenik beslenmeye neden olmakta bu da drenaj sisteminin sağlıklı şekilde çalışmasını engellemektedir. Bu sorunun giderilmesi için ilgili kuruluşların mevcut tahliye kanallarının derinleştirmeleri gerekliliğini gündeme getirmektedir. GAP kapsamında bölgede sulamaya açılacak olan yeni alanlar Harran Ovasıyla benzerlik gösteren topoğrafik, toprak ve iklim koşullarına sahip ovalardır. Bu ovalarda Harran ovasında yaşanan sorunların bir daha yaşanmaması için sulama ve drenaj çalışmaları eş zamanlı yapılmalı ve uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ağca, N. (1999). Topraklarda Çoraklaşma ve Sürdürülebilir Tarım. 26-28 Mayıs GAP I. Tarım Kongresi, 2, 915-922, Haz. Harran Ü. Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- Almaca, A., İnce, F., Derici, R., Çullu, M.A., Ağca, N. ve Öztürkmen, A.R., 2000. “Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi” Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Şanlıurfa.
- Aydoğdu, M.H., 2006. Şanlıurfa Harran Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Güneydoğu Anadolu Projesi (Gap), Kapsamındaki Su Kaynakları Ve Sulama Drenaj Sistemlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üni., Ziraat Fak., Ders Kitabı 344, 11-96, Ankara.
- Anapalı, Ö., Öztaş, T., Şahin, Ü., Hanay, A., 1998. Erzurum Karasu Ana Tahliye Kanalı'nın Topraktaki Tuzluluk ve Sodyumluluk Değişimi Üzerine Etkisi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Atatürk Üni., Ziraat Fak., 1467-1477, Erzurum.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üni., Ziraat Fak., Ders Kitabı 344, 11-96, Ankara.
- Bahçeci, İ., Nacar, A.S., 2004. Harran ovasında su ve tuz dengesinin belirlenmesi (basılmamış araştırma sonucu).
- Bahçeci, İ., 2007. Değişik su kalitesi ve drenaj yönetimleri altında Harran Ovasında tuzluluğun SaltMod model çalışmalarıyla tahmin edilmesi. V. GAP Tarım Kongresi 2007-Şanlıurfa, 661 s:367-375.
- Bahçeci İ., 2008. Drenaj Mühendisliği Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü 2008/1 340s. Şanlıurfa.
- Bahçeci İ., 2008. Harran ovasında drenaj sorunları ve önlemler. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa.
- Bahçeci, İ. Nurbal M., 2008. Harran ovasında yüzeyaltı drenaj sistemi kurulmuş alanlarda drenaj suyu ve toprak tuzluğunun mevsimsel değişimi Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, (basımda), Şanlıurfa.

- Bal, M.N., 2007. Şanlıurfa Harran Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Harran Ovasında Yüzey Altı Drenaj Sistemlerinde Toprağın Bazı Özelliklerinden Yararlanılarak Zarf Malzemesi Gereksiniminin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa.
- Balaban, A., Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O., Tokgöz, A. 1989. Bazı Kültür Bitkilerinde Taban Suyu Düzeyi-Verim İlişkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1119. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 610 s., Ankara.
- Christen E.V., and Ayars J.E., 2001 subsurface drainage systems design and management in irrigated Agriculture: Best management practices for reducing drainage volume and salt load. Csiro Land and water, Griffith NSV, Technical report 38/01 September 2001. p:136
- Çetin, M.,Diker, K., 2003. Assessing Drainage Problem Areas By GIS : A Case Study In The Eastern Mediterranean Region of Turkey. Irrigation and Drainage. 52: 343–353 (2003).
- Çetin, M. ve Özcan, H., 1999. “Asağı Seyhan Ovasında Sulanan ve Sulanmayan Alanlarda Meydana Gelen Sorunlar ve Çözüm Önerileri” Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 23 Ek Sayı:1, 207-217, Tübitak.
- Çetin, M., Özcan,H., Tülücü, K., 1999. Aşağı Seyhan Ovası (ASO) IV. Merhale Proje Alanı Toprak ve Taban Suyuna İlişkin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Olasılık Dağılımı Fonksiyonlarının Belirlenmesi. GAP 1.Tarım Kongresi 26–28 Mayıs 1999, Şanlıurfa.
- Çullu, M.A., Almaca, A., Öztürkmen, A. R., İnce, F., Seyrek, A., Alkan, A., Kızılgöz, İ. & Ağca, N. (1993). Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Mevsimsel Değişimi. 26-28 Mayıs GAP I. Tarım Kongresi, Der. Harran Ü. Ziraat Fakültesi, 2, 901-908, İstanbul.
- Çullu, M.A., A. Almaca, A.R. Öztürkmen, N. Ağca, F. İnce, M.R. Derici 1998. The Salinity Changes of Harran Plain Soils. M. Sefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil (21-24 September 1998, Menemen-Izmir-Turkey), 375-380. (in Turkish).
- Çullu, M.A., 1999. “Tuzlulaşmada GAP Harran Ovasının Durumu”. TEMA Toprak Tuzlulaşması. Danışma Toplantısı, Bildiri TEMA Vakfı Yayınları No:30 İstanbul.

- Eggelsmann R., 1987. Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Gen. Müd. Yayınlar, Ankara.
- El-Ashry M. T. 1991: Policies for Water Resource Management in Semi-Arid Regions. - International Journal of Water Resources Development 7 (4) 230- 236.
- Erözel, A. Z., 1991. Harran Ovasında Dren Aralıklarının Belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı. Ankara, 39, 1-2.
- Falkenmark M. Rockstrom J. 1993. Curbing rural exodus from tropical drylands.AMBIO-0122 no 71993. Lal, R., 1991. Current research on crop water balance and implications for the future. In: Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone. Eds.
- Faryap, A., Karagöz, Y., Devlet, Y., Hanay, A., Açık ve Kapalı Sistem Drenaj Alanı Topraklarının Tuzluluk Ve Alkalilik Parametrelerinin Karşılaştırılması Bildiri kitabı., 10-11 Nisan 2008, Adana, s.98-100.
- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği. Cilt I., Atatürk Üniversitesi Yayın No:746, Ziraat Fak. Yayın No:317, 20-23, Erzurum.
- Gedikoğlu, N., 1999. Toprak Laboratuvarlarında Yapılan Analizler ve Tarımdaki Değerlendirilmeleri. DSİ Genel Müd., 1-19, Ankara.
- Ghassemi, F. A. J. Jakeman and H. A. Nix.1995. Salinisation of land and water resources. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra ACT 0200. Australia.
- Güngör. Y., Erözel. Y., A. Z. Öztürk., (2011). Drenaj Sistemlerinin Tasarımı Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar Sulama Bölümü, Yayın No:1590 Ders Kitabı: 542. Ankara.
- Hassal and Associates, 2005. [http:// www.ozcotton.net /services /drainage.html](http://www.ozcotton.net/services/drainage.html).
- Ifpri., 2004. Water and Food to 2025. Policy Responses to Threat of Scarcity.
- Irwin, R.W., and Hore, F.R., 1978. Drain Envelope Materials in Canada. Int. Workshop and Land Drainage, pp. 19-24, Wageningen, The Netherlands.
- Kara, M., Çiftçi, N. Ve Şimşek, H., 1990. Konya-Çumra-Çandır Mevkii Arazilerinde Taban Suyu Hareketi ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniv. Araştırma Fonu, Proje No:ZF-88/079, Konya

- Kara, M., Çiftçi, N. Ve Şimşek, H., 1990. Konya-Çumra-Çandır Mevkii Arazilerinde Taban Suyu Hareketi ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniv. Araştırma Fonu, Proje No: ZF-897124, Konya
- Kao, C., Nedelec, Y. and Zimmer, D. 1998. Surface Runoff Mechanisms and Modeling in Subsurface Drained Fields, in: Proc. of the 7th Ann. Drainage Symp. by ASAE, 258-266.
- Kanber, R., Çakır, R., Tarı A.F., (2003) T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Apk Dairesi Başkanlığı, Toprak Ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Sulama ve Drenaj Mühendisliği, Ankara.
- Kara, M., 1971. Untersuchungen Über DIE Auswaschung Und Melioration Eines Magnesiumreichen Salzbodens in Der Sibari-Ebene (Italien). Dissertation, Üniv. Kiel
- Kayael, N., 1999. Tuzlu-Sodik ve Sodik Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Analizleri, DSİ Genel Müd., 31-52, Ankara.
- Kayasseh, M., Schenk, C., 1989: Reclamation of Saline Soils Using Calcium Sulphate from the Titanium in Industry-Ambio 18 (2) 124 - 127.
- Lal, R. and Taylor, G.S. 1969. Drainage and Nutrient Effects on a Field Lysimeter Study. I. Corn Yield and Soil Conditions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33, 937-941.
- Lal, R. and Taylor, G.S. 1970. Drainage and Nutrient Effects on a Field Lysimeter Study. II. Mineral Uptake by Corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34, 245-248.
- Oğuzer, V. 1978. Lizimetrelerde Değişik Düzeylerde Tutulan Taban Suyunun Pamuk Bitkisi Verimine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Toprak İlmi Derneği, 8. Bilim Kongresi. 10 Haziran 1978, Samsun.
- Öncel, I., Keleş, Y., 2002. Tuz Stresi Altındaki Buğday Genotiplerinde Büyüme, Pigment İçeriği ve Çözünür Madde Kompozisyonunda Değişmeler. Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 23.
- Özcan, H., E. Akça, S. Kapur, O. Dinç, 2000. Soil Salinity Monitoring of a Selected Area in the Yüreğir Plain, Adana-Turkey. Proceedings of International Symposium on Desertification (13-17 June 2000, Konya-Turkey), 391-396.

- Özer, N., Aslan, C., 2004. Tarımsal Drenaj Çalışmaları, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler kitabı. , 20-21 Mayıs 2004, Ankara, s.59-68.
- Özer, Z., 2008. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Tarımsal Altyapı Hizmetlerinde Drenaj ve Arazi Islahı Mühendisliği, Ankara.
- Özkaldı, A., Boz, B., Yazıcıoğlu, V., 2004. GAP'ta Drenaj sorunları ve Çözüm Önerileri. Sulanan alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, s.97-106.
- Rhoades J. D., 1987: The Problem of Salt in Agriculture. - Yearbook of Science and the Future. Encyclopaedia Britannica Chicago.
- Rycroft D.W. and Halcrow-Dolsar Rwc, JV., 1994. Teknik Tartışma Raporu 11:1-14.
- Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Eliot, W.J. and Frevert, R.K. 1993. Soil and Water Conservation Engineering, Wiley and Sons, 507 s., New York, ABD.
- Smedema, L.K., Rycroft, D.W. 1983. Land Drainage. Planning and Design Agricultural Drainage Systems. Cornell Univ. Press, Ithace, New York 376 p.
- Sönmez B., 1990, Tuzlu Ve Sodyumlu Topraklar. Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Gen. Müd. Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müd. Yayınlığı Şanlıurfa, Genel Yayın: 62, Teknik Yayın No: 17
- Tekinel, O., Kanber, R.,1987. Sulamada tuzluluk ve drenaj. Ç.Ü. Zir. Fak. Seri Konf. Osmaniye, 9 s.
- Tekinel,O., R. Kanber ve M., Çetin, 2000. Su kaynaklar ı n ın geliştirme ve kullan ımı . Türkiye Ziraat Mühendisli ği V.Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası , Milli Kütüphane, s.231-254, Ankara.
- Topçu, S. 1998. Tarım Mühendisliğinde Çevre Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 207, Ders Kitapları Yayın No: A-65. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi. Adana. 269 S.
- Yarpuzlu, A., Doğan, D., 1986a. Tarsus Ovası Kapalı Drenaj Projelendirme Kriterleri. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel No. 115, Rap. Seri No. 65, Tarsus, 37 s.

- Y. Güngör., Y., Erözel. A. Z., Öztürk. A., (2011). Drenaj Sistemlerinin Tasarımı Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar Sulama Bölümü, Yayın No:1590 Ders Kitabı: 542. Ankara.
- Yudelman, M., 1994. Feeding the world. Int. Irrig. Manage. Institute Rev. 8 (1) 4±15. R.K. Pandey et al. / Agricultural Water Management 46 (2000) 1±13 13.
- Yurtsever, E., Sönmez , B., 1992. Sulama Sularının Değerlendirilmesi. T.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Genel Yayın No:181, Teknik Yayın No: T-63, Ankara.

EKLER

Ek Çizelge.1.Su Bütçesi Metoduyla Drenaj Katsayısının Belirlenmesi

DEĞERLER MİLİMETREDİR		TENEBBÜT MÜDDETİ											
		Ocak 31	Şubat 28	Mart 31	Nisan 30	Mayıs 31	Haziran 30	Temmuz 31	Ağustos 31	Eylül 30	Ekim 31	Kasım 30	Aralık 31
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	Aylık	9.06	24.44	59.81	63.08	101.64	169.70	225.89	168.89	97.31	53.84	20.96	14.84
	Günlük	0.29	0.87	1.93	2.10	3.28	5.66	7.29	5.45	3.24	1.74	0.70	0.48
Yağış (mm)		69.2	70.30	56.90	25.5	18.20	3.60	0.10		0.10	22.40	42.60	70.00
Etkili yağış (mm)		62.13	63.05	51.8	25.42	18.20	3.60	0.10		0.10	22.40	39.78	62.80
Yağıştan Yüzeysel Akış (mm) (S2-S3)		7.07	7.25	5.10	0.08							2.82	7.20
Yağış Noksanlığı(mm) (S1-S3)	Aylık			8.01	37.66	83.44	166.10	225.79	168.89	97.21	31.44		
	Günlük			0.26	1.26	2.69	5.54	7.28	5.45	3.24	1.01		
Faydalı Toprak Değişimi (RAM= 101 mm)		101.0	101.0	92.99	55.33	72.89	7.79	85.00	17.11	20.90	92.46	101.00	101.00
Sulama Günleri						22	14	2-16-30	17	6	22		
Sulama Aralığı							23	18-14-14	18	20	46		
Yağıştan Derine Sızma(mm/gün) S3-(S1+Eksilen fay.Top.nemli)/30-31		1.71	1.38									0.28	1.55
Sulama Suyu Gereksinimi ve Sulama Adedi						1*101	1*101	3*101	1*101	1*101	1*101		

Ek Çizelge.1. Devamı

Çiftlik sulama suyu gereksinimi (mm) (S9/Çiftlik sulama randımanı % 62)					1*163	1*163	3*163	1*163	1*163	1*163		
Diversiyon Gereksinimi(mm) S10/Diversiyon Randımanı % 90)					1*181	1*181	3*181	1*181	1*181	1*181		
Çiftlik kayıpları (mm/Gün)												
Yüzeysel Akış (S10'un %23/14)					2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69		
Sulamadan Derine sızma(mm/Gün) (S10*(Sat.ak. %23+Tar.Sul.Orn.) % 62						1.06	36-1.75-1.7	1.36	1.22	0.53		
Artezyenik Beslenme (Aküferle)					0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23		
Ana Kanaldan Derine sızma(S11'in % 0)/30-31												
Yedek ve Tersiyerden Derine Sızma(S11'in % 5)/30-31					0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29		
İşletme Kaybı (S11'in %5)/30-31					0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29		
Toplam Şebeke Kayıpları(15+16)					0.58	0.60	0.58	0.58	0.60	0.58		
Toplam derine sızma(13+17+B)					1.39	1.89	2.56	2.17	2.05	1.34		
Sulamadan Derine sızma (mm/Gün)= TEMMUZ 1.75 Yağıştan Derine Sızma (mm/gün)= OCAK 1.71	Sulamadan Yüzeysel Akış(mm/gün)=2.69 Drenaj Katsayısı (mm/gün) = 2.56 mm/gün											

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : VOLKAN ÇATALKAYA
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 05.01.1983 Kahramanmaraş
Medeni hali : Evli
Telefon : 05337210616
e-posta : v.catalkaya@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KSÜ Ziraat Fakültesi	2007
Lise	İbrahim Çalık Lisesi	2000

İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2010	Kahramanmaraş Rehber Tarım	Ziraat Mühendisi
2010-	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	Ziraat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Spor