

T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARRAN OVASI SERBEST AKIŞLI DRENAJ SİSTEMLERİNDE BAZI
BİTKİ BESİN ELEMENT KAYIPLARININ BELİRLENMESİ

CEREN BİLGİÇ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA
ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2014

Prof. Dr. İdris BAHÇECİ danışmanlığında, Ceren BİLGİÇ'in hazırladığı “**Harran Ovası Serbest Akışlı Drenaj Sistemlerinde Bazı Bitki Besin Elementi Kayıplarının Belirlenmesi**” konulu bu çalışma 18/08/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. İdris BAHÇECİ

Üye : Doç. Dr. Güzel YILMAZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat TARI

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

Prof. Dr. Sinan UYANIK

Enstitü Müdürü

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.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Deneme yeri	15
3.1.2. İklim özellikleri	17
3.1.3. Toprak özellikleri	20
3.1.4. Sulama ve drenaj durumu	20
3.1.5. Drenaj sisteminin özellikleri	20
3.2. Ürün Deseni ve Uygulanan Gübre Dozları	21
3.2.1. Ürün deseni	21
3.2.2. Uygulanan gübre ve gübre dozları	21
3.3. Yöntem	23
3.3.1. Su örneklemeleri ve analizleri	25
3.3.2. Laboratuvar analizleri	27
3.3.2.1. Nitrat analizi	27
3.3.2.2. Elektriksel iletkenlik (EC), pH ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) analizi	28
3.3.2.3. Sediment miktarının belirlenmesi	28
3.3.3. Değerlendirme yöntemleri	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	31
4.1. Bitki Ürün Deseni	31
4.2. Drenaj Sularının Özellikleri	31
4.3. Su Örneklerine İlişkin Nitrat Analiz Değerleri	32
4.4. Su Örneklerine İlişkin pH Analiz Değerleri	36
4.5. Su Örneklerine İlişkin Elektriksel İletkenlik (EC) Analiz Değerleri	37
4.6. Su Örneklerine İlişkin Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS) Analiz Değerleri	42
4.7. Drenaj sularının Sediment İçerikleri	44
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	46
5.1. Sonuçlar	46

5.2. Öneriler.....	47
KAYNAKLAR	49

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASI SERBEST AKIŞLI DRENAJ SİSTEMLERİNDE BAZI BİTKİ BESİN ELEMENTİ KAYIPLARININ BELİRLENMESİ

Ceren BİLGİÇ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İdris BAHÇECİ

Yıl: 2014, Sayfa: 56

Drenaj sularındaki bitki besin elementleri, bu suların deşarj edildiği akarsu, göl ve deniz gibi farklı alıcı ortamlarda organik madde artışına, biyolojik dengenin bozulmasına ve zamanla çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu yüzden drenaj suyu ile taşınan bazı bitki besin elementlerini belirlemek üzere Harran Ovasında mevcut olan serbest akışlı drenaj sistemlerinde on toplayıcı dren borusu ve beş açık kanal olmak üzere, on beş farklı noktadan yedi defa 15 gün arayla su örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde, nitrat, fosfor, potasyum, pH, EC, TDS, ve sediment yükü belirlenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında fosfor ve potasyumun eseri düzeyde olduğu, nitrat yükünün ise 31-69 mg L⁻¹ arasında değiştii belirlenmiştir. Drenaj sularının tuzluluğunun sulama mevsimi başında yüksek olduğu; ancak mevsim ilerledikçe azaldığı görülmüştür. Ayrıca çözünmüş madde bakımından drenaj sularının oldukça zengin olduğu ve sulama suyu için belirlenen sınırların üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yüzealtı drenaj sularında sediment yükü eseri düzeyde iken, açık kanallarda ise 120-230 mg L⁻¹ arasında değişmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Harran Ovası, bitki besin elementi, drenaj suyu

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINING LOSS OF SOME PLANT NUTRIENT ELEMENTS IN THE FREE FLOWING DRAINAGE SYSTEM IN THE HARRAN PLAIN

Ceren BİLGİÇ

Harran University

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

Supervisor: Prof. Dr. İdris BAHÇECİ

Year: 2014, Page: 56

Plant nutrients in drainage water flow into natural water sources, such as rivers, lakes and the sea, where organic matter is increased, this changes the biological balance and results in environmental pollution. However water samples were collected from open drainage channels on the Harran Plain, from 15 points, on 7 occasions over a two week period, to determine the presence of some nutrients in the drainage water. In the water samples nitrate, phosphorous, pH, EC, TDS and sediment load was analysed. In the analysis the levels of phosphorous, potassium, were found to be trace, but nitrate levels were between 25-93 mg L⁻¹. The salinity of the drainage water was found to be higher at the beginning of the season, but decreases as the season progresses. The dissolved solids are of a higher concentration in the samples than the accepted levels for irrigation water. In the subsurface water the sediment load were found to be in trace quantities, but in the open drainage canals sediment load changed to between 120-230 mg L⁻¹.

KEY WORDS: Harran Plain, plant nutrients, drainage water

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde, uygulanmasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. İdris BAHÇECİ'ye, çalışma boyunca bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren sayın Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat TARI'ya, tez yazım süresince eksiklikleri tamamlamamda desteklerini esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet ALMACA'ya, kaynak araştırma esnasında beni yönlendiren sayın Doç. Dr. Osman ÇOPUR'a ve çalışmalarımda beni destekleyen sayın Yrd. Doç. Dr. Ebru SAKAR'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamda bana yardımcı olan Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Müslüm AYZAZ'a, Sayın Ziraat Mühendisi Ümit Mehmet UÇAN'a ve Sayın Ziraat Mühendisi Ahmet BİLGEL'e teşekkür ederim. Tez çalışmamda gösterdikleri özveri için Reha Sulama Birliği çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında hiçbir desteğini esirgemeyen ve sabırla yardımcı olan değerli arkadaşım Arş. Gör. M. İlhan BEKİŞLİ'ye tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım boyunca bana maddi ve manevi her türlü desteği veren aileme teşekkür ederim.

SİMGELER DİZİNİ

A ₁	HT-11-2-1 Açık Drenaj Kanalı
A ₂	HT-13 Açık Drenaj Kanalı
A ₃	HT-13-3-3 Açık Drenaj Kanalı
A ₄	HT-13-3-4 Açık Drenaj Kanalı
A ₅	HT-12 Açık Drenaj Kanalı
EC	Elektriksel İletkenlik
K	Potasyum
N	Azot
NO ₃	Nitrat
P	Fosfor
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
TDS	Toplam Çözünmüş Katı Madde
T ₁	HT-13-3-1 Toplayıcı Dren Borusu
T ₂	HT-13-3-4 Toplayıcı Dren Borusu
T ₃	HT-13-0-2 Toplayıcı Dren Borusu
T ₄	HT-13-0-1 Toplayıcı Dren Borusu
T ₅	HT-13-3-6 Toplayıcı Dren Borusu
T ₆	HYA-10-28 Toplayıcı Dren Borusu
T ₇	HYA-10-23-A Toplayıcı Dren Borusu
T ₈	HYA-10-36 Toplayıcı Dren Borusu
T ₉	HYA-10-38 Toplayıcı Dren Borusu
T ₁₀	HYA-10-40 Toplayıcı Dren Borusu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Harran Ovası'nın harita üzerindeki konumu.....	15
Şekil 3.2. Harran ovasının sulama birliklerine ayrılması (a) ve Reha Sulama Birliği alanı (b)..	16
Şekil 3.3. Su örnekleri alınan noktaların harita üzerindeki yerleri.....	25
Şekil 3.4. Toytepe (A ₁) geri dönüşüm regülatörü açık drenaj kanalından su örneğinin alınması.....	26
Şekil 3.5. Toplayıcı dren borularından su örneklerinin alınması.....	27
Şekil 3.6. Palintest 9100 UV-Vis Spectrophotometer ve nitrat analiz kitleri	27
Şekil 3.7. Crison MM40+ cihazı ile pH, EC ve TDS analizlerinin yapılışı.....	28
Şekil 3.8. Serum hortumu ile şişelerdeki su miktarının azaltılması.....	29
Şekil 3.9. Sedimentin filtre kağıdı ile süzülmesi.....	29
Şekil 4.1. Kanallarda ölçülen ortalama nitrat değerleri.....	34
Şekil 4.2. Açık drenaj kanallarından alınan su örneklerindeki nitrat miktarlarının zamansal değişimleri.....	34
Şekil 4.3. Toplayıcı dren borularından alınan su örneklerinin nitrat miktarlarının zamansal değişimleri.....	35
Şekil 4.4. Kanallarda ölçülen ortalama pH değerleri.....	37
Şekil 4.5. Kanallarda ölçülen Ortalama EC değerleri.....	38
Şekil 4.6. Açık drenaj kanallarından alınan su örneklerindeki EC değerlerinin zamansal değişimleri.....	39
Şekil 4.7. Toplayıcı dren borularından alınan su örneklerindeki EC değerlerinin zamansal değişimleri.....	41
Şekil 4.8. Kanallarda ölçülen ortalama TDS değerleri.....	44
Şekil 4.9. Açık drenaj kanallarından ölçülen sediment miktarı.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Deneme alanına ilişkin 2013 yılı iklim verileri.....	18
Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin uzun yıllara ait iklim verileri.....	19
Çizelge 3.3. Pamuk tarımında kullanılacak gübreler ve miktarları.....	22
Çizelge 3.4. Çiftçilerin uyguladıkları gübre çeşitleri ve miktarları.....	23
Çizelge 3.5. Toplayıcı dren borularının temsil ettikleri alan miktarları.....	24
Çizelge 3.6. Sulama suyu ortak parametreleri	30
Çizelge 4.1. Deneme alanından alınan su örneklerinin nitrat içerikleri.....	33
Çizelge 4.2. Deneme alanından alınan su örneklerinin pH değerleri.....	36
Çizelge 4.3. Deneme alanından alınan su örneklerinin tuz içeriği.....	38
Çizelge 4.4. Deneme alanından alınan su örneklerinin TDS içerikleri.....	43
Çizelge 4.5. Açık kanallardan alınan su örneklerindeki sediment miktarları.....	44

1. GİRİŞ

Toprak verimliliğinin artırılması amacıyla toprağa verilen kimyasal gübrelerin bir kısmı gaz halinde havaya karışırken, önemli bir kısmı da sulama suları veya yağışlarla bitki kök bölgesi altına ve buradan yeraltı sularına veya drenaj sularına karışarak uzaklaşmaktadır. Böylece hem yeraltı sularının ve hem de drenaj sularının bitki besin element içeriği artmaktadır. Diğer taraftan yıkanma oranına bağlı olarak, gübrelerin bitkiye olan yararlılığı azalmaktadır.

Yüzeyaltı drenaj sistemi kurulmuş alanlardaki farklı toprak yapısı ve farklı kültürel uygulamalar, sulama yöntemi ve drenaj sisteminin özellikleri gibi değişkenler nedeniyle bitki besin element kayıpları da yerden yere değişkenlik göstermektedir.

Diğer taraftan yüzey sularının toplandığı açık drenaj kanallarının taşıdığı suların sediment yükü de aynı şekilde anılan nedenlerle değişkenlik göstermesi yanında sediment yükleri oldukça yüksek iken, yüzeyaltı borulu sistemlerden oluşan drenaj sularında sediment yükü eseri düzeyde olmaktadır.

Yüzey akış suları aşırı sulama veya yağışlardan ileri gelmektedir. Miktarı ve kimyasal yapısı, arazi ve toprak yapısı ile sulama yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin siltli-tınlı-kumlu toprakların yaygın olduğu eğimli arazilerde bilgisizce yapılan sulamalar erozyona neden olarak açık kanal sularının silt yükünü en yüksek düzeye çıkarırken, düz arazilerde derine sızan sular yeraltı sularına veya drenaj sularına karışarak bu sulardaki kimyasal madde yükünü artırmaktadır.

Yüzey sulama yöntemleri ile sulanan alanlarda arazi ve toprak yapısına uygun akış debisi, karık, border veya tava uzunluğu ve sulama süresi uygulanmadığı takdirde su kayıpları artmakta, sulama randımanları düşmekte ve drenaj kanalları silt yükü yüksek sularla dolu akmaktadır.

Diğer taraftan doğru planlanmış basınçlı sulama yöntemlerinin uygulandığı alanlarda ise yüzey akış oluşmadığı için, drenaj kanallarında sulamalardan ileri gelen

bir akış beklenmemektedir. Bu gibi yerlerdeki, yıkama ihtiyacından dolayı ortaya çıkan dren akışları nedeniyle drenaj kanallarında sediment yükü düşük veya eseri düzeyde olan dren akışlarından söz edilebilir.

Yapılan birçok çalışmada yüzeyaltı drenaj sistemlerinden oluşan drenaj sularında önemli düzeyde nitrat yüküne rastlanırken, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarının eseri düzeyde olduğu görülmüştür (Bahçeci, 2008; Bahçeci ve ark. 2013). Drenaj sularının taşıdığı sedimentlerin ise bitki besin elementlerinin hepsini içerdiği bilinmektedir. Bunların miktar ve oranları ise arazi ve toprak koşulları ile tarımsal ve kültürel işlemlere bağlı olarak yersel ve zamansal olarak değişmektedir.

Harran ovasının arazi ve toprak yapısı ve kanalet sistemlerinden oluşan yüzey sulama sistemi ile halihazırda uygulanan sulama işletmeciliği aşırı su kayıplarına neden olmaktadır. Dünyadaki benzerleri ile karşılaştırıldığında aşırı su kullanımı olmakta ve dolayısıyla bunun sonucunda aşırı drenajla ortaya çıkmaktadır. Özellikle ovanın doğu ve batı taraflarındaki etek arazilerinde su erozyonunun standartların çok üstünde olduğu görülmektedir.

Harran Ovası 170 bin hektarlık sulama alanıyla Türkiye'nin en büyük sulama sistemlerinden birisi olup 1995 yılında sulamaya açılmıştır. Verimli topraklara sahip olan ovada, yaygın olarak pamuk tarımı yapılmaktadır. Ovada sulama Atatürk Barajı'ndan gelen Fırat Nehri suyunun Şanlıurfa tünelleri yardımıyla iletilmesi sonucu yapılmaktadır. Harran Ovasında inşa edilen sistem, yüzey sulama sistemi şeklinde olup sulama randımanlarının düşüklüğü ve aşırı sulamalar, bir süre sonra ovada drenaj sorununun ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Harran Ovasında sulama sistemlerinin işletilmesinde uygulanan yöntem rotasyon olup sulama aralıkları sabittir. Ovada rotasyon 2'dir ve tersiyerlere 15 günde bir su verilmektedir. Bu rotasyon yöntemine göre çiftçi 15 günde bir sulama yapmaktadır. Bir sonraki sulamanın 15 gün sonra yapılması, su tüketiminin yüksek olduğu dönemlerde, bitkinin su stresi çekmesine ve bu da ürün azalmasına neden olabilmektedir. Bu durumu önleyebilmek için çiftçiler her sulamada bitkiye daha fazla su vermektedirler. Ancak mevcut drenaj sistemlerinde herhangi bir denetim

yapısı bulunmadığından, verilen sulama suları serbestçe kök bölgesi altına süzülmemektedir (Bahçeci ve ark., 2013). Bitki besin elementlerince zengin olan bu sular, ya drenaj suyu olarak kanallara ulaşmakta ya da yeraltı sularına karışmaktadır.

Sulamada kullanılan su ve toprak özellikleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda Harran ovasında uygun bir tuz dengesi için %5-7'lik bir yıkama ihtiyacının yeterli olacağı belirlenirken, DSİ tarafından verilen rakamlara göre, ovoidan deşarj edilen drenaj suyunun oranının %20'nin üstünde olduğu anlaşılmaktadır.

Dünyanın mevcut tarım alanlarında kurulmuş drenaj sistemlerinde drenaj sularının ırmak ve akarsu sistemlerine boşaltılması yaygın bir uygulamadır. Boşaltılan bu drenaj sularının miktarı ve kalitesi, sulama-çevre ilişkilerinde önemli bir parametredir. Eğer drenaj suyu, bitki besin elementi, tuz ve kirlilik yükü bakımından kabul edilebilir bir düzeyde ise bu uygulama sorun yaratmayabilir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile sulanan alanlardaki drenaj sistemlerinde aşırı su ve besin element kayıplarını engellemek amacıyla, kontrollü drenaj sistemleri inşa edilmektedir. Bu uygulama ile toplayıcı çıkışlarına monte edilen yükselticilerle dren akışları denetlenmekte veya tuzlanma riskinin olmadığı uygun toprak ve bitkisel üretim alanlarında yüzlek drenler döşenerek, drenaj suyu miktarı ve bitki besin element kayıpları azaltılmaya çalışılmaktadır. Ülkemizde ise inşa edilen drenaj sistemleri serbest akışlı derin drenaj şeklinde olup, henüz denetimli drenaj sistemleri inşa edilmiş bir yer bulunmamaktadır.

Aşırı drenaj, sulama randımanını azaltmakta, su yetersizliğinden dolayı meydana gelen ürün kayıpları ile sulama suyu ihtiyacını arttırmanın yanı sıra bitki besin element kayıplarına neden olmaktadır. Drenaj suları özellikle nitrat gibi çözünürlüğü yüksek olan bitki besin elementlerinin bitki kök bölgesi altına yıkanmasına neden olmaktadır. Drenaj suyundaki çözünebilir tuzlar ve kimyasal maddeler baraj, ırmak, yeraltı suyu ve deniz gibi drenaj sularının deşarj edildiği alıcı ortamlara taşınırlar. Bu durum, hem bitkinin bitki besin elementlerinden yeterli miktarda yararlanmasını önlemekte hem de çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Bahçeci ve ark, 2008a).

Drenaj sularına karışan bitki besin elementleri, bu suların deşarj edildiği akarsu, göl ve deniz gibi farklı alıcı ortamlarda organik madde artışına ve su kirliliğine neden olmaktadır. Alıcı ortamlarda su kirliliğinin artması biyolojik dengenin bozulmasına ve zamanla çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu sürecin devam etmesi halinde, alıcı ortamlarda bitki besin elementlerinin belirli konsantrasyonlarının üzerine çıkması, ötröfikasyonla sonuçlanmakta ve zamanla sucul ortamların yok olması ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Sulama ve gübreleme, verim ve kalite parametreleri bakımından kontrol edilebilirliği olan en önemli tarımsal girdi olarak nitelendirilmekte olup, çevre kirliliği ile sürdürülebilirlik açısından önem taşıyan uygulamalardır. Genel olarak gübre uygulamalarında, organik ve inorganik gübreler kullanılmaktadır.

Ancak kısa sürede çözünebilir olması, saklanabilir olması, içeriğinin bilinmesinden dolayı kontrollü uygulamaya olanak sağlaması ve daha az uygulama ile birden fazla bitki besin elementi uygulaması gibi avantajlarından dolayı inorganik gübrelerin kullanımı yeğlenmektedir. Organik gübreler ise, teminin zorluğu yanında, yarayışlı forma dönüşebilmesi için uzun zamana ihtiyaç duyulması, homojen olarak uygulanmasının zor olması gibi sebeplerden dolayı tercih edilmemektedir (Sağır, 2013).

Gübrelemenin su kirlenmesine etkisi, gübre ile toprağa verilen bitki besin elementlerinin suda çözünmesi ve toprak kolloidleri tarafından tutulamayan elementlerin yeraltı suları ve drenaj sularının kirlenmesi şeklinde olmaktadır (Tokmak, 1995).

Su kirlenmesinin nedenleri arasında nitrat yükünün önemi büyük olup, suların N ve P konsantrasyonlarının yüksek olması, sızma ve yüzey akışı sonucu meydana gelen iki ayrı kayıp şekli ile ortaya çıkabilmektedir (Zabunoğlu ve Karaçal, 1986).

Bu araştırma ile Harran ovasının ortasında yer alan Reha Sulama Birliği alanında yaklaşık 10 000 hektar alanda kurulu drenaj sistemlerini temsil edecek şekilde belirlenen 10 toplayıcı dren borusu ile 5 açık drenaj kanalından 2014 sulama

mevsimi boyunca 7 kez su örneği alınmıştır. Örneklerde yapılan analizler ile drenaj suyu tuzluluğu, drenaj suyunun pH, TDS değerleri, sediment miktarları ve bazı bitki besin elementlerinin miktarları belirlenmiştir. Harran Ovasında sulama ile gübreleme zamanı ve şeklinin, drenaj suyu miktarı, kalitesi ve bitki besin element içerikleri ile ilişkileri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yüzey drenaj taşıdığı sedimentle birlikte fosfor, organik azot ve birçok pestisiti de taşır. Yüzey altı drenaj suları sediment taşımaz, ancak nitrat içeriği bakımından zengindir. (Gilliam ve ark., 1978; Skaggs ve Gilliam, 1981; Deal ve ark. 1986).

Birçok araştırmacı tarla araştırmalarından elde edilen sonuçlara göre tarımsal alanlardan drenaj sularıyla uzaklaşan azotun ortalama 4 kg ha^{-1} -yıl ile yerden yere ve yıldan yıla değişmek üzere 8 kg ha^{-1} -yıl olduğunu bildirmişlerdir. Bu değişkenliğe neden olan faktörlerin, drenaj şiddeti ve yağışlardaki değişkenlik, arazinin topoğrafik yapısı, gübreleme durumu, bitki çeşidi ve hasat edilen bitki verimi olduğuna değinmişlerdir (Gilliam ve ark. 1978; Skaggs ve Gilliam, 1981; Skaggs ve ark. 1982; Evans ve ark. 1987; Deal ve ark. 1986).

Yapılan bir çok çalışma drenaj sistemlerinde drenaj suyunu minimize ederek, drene edilen arazilerden azot taşınımının en az düzeye düşürülebileceğini ve ortalama %45 azaltılabileceğini göstermiştir (Gilliam ve ark. 1978, 1979; Skaggs ve ark. 1982; Deal ve ark. 1986; Evans ve ark. 1989).

Gast ve ark. (1978) tarafından yapılan bir çalışmada toprağın genellikle Aralık ayının başlarından Mart'ın sonlarına kadar don durumunda kaldığı koşullarda, yüzey altı drenajın Nisan ortası ile Temmuz başı arasında gerçekleştiği bildirilmiştir. Aynı bölgede Randall (2004) tarafından yapılan 15 yıllık çalışmada Nisan-Mayıs-Haziran aylarını kapsayan 3 aylık dönemde yıllık drenaj hacminin %71'inin ve nitrat kaybının da %73'ünün gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu kayıpların büyük bölümü, bitkilerin aktif olarak büyümediği ve de özellikle güz döneminde uygulanan azotlu gübrelerin ve hasat sonrası toprakta kalan nitratın da etkisi ile güz sonu ile bahar başlangıcı arasındaki dönemde gerçekleştiği; yüzey altı drenaj akışının azot yönetiminde önemli etkileri olduğu gözlenmiştir.

Kuzey Amerika'da yapılan bir çalışmada, drenaj kanallarındaki nitrat seviyesinin azotlu gübre kullanımıyla arttığı ve yılda bir hektardan 20-100 kg nitrat kaybı olduğu belirtilmiştir (Logan ve ark., 1980).

Yahşi (1981) tarafından yapılan bir çalışmada Bursa Ovasında açılan sondaj kuyusunda başlangıçta 16-20 ppm nitrat miktarı bulunurken, gübrelemenin yapıldığı mevsimlerde nitrat miktarının 110-150 ppm'e çıktığı tespit edilmiştir.

Yüzey altı drenaj suyundaki $\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonları o bölgedeki günlük yağış miktarlarına bağlı olarak değişmemekle beraber, yıllık ve mevsimlik değişimler gösterdiği görülmektedir (Harris ve ark., 1984; Kladvko ve ark., 1991). Antalya ilinde sera üretiminin yoğun olarak yapıldığı Demre yöresinde Sönmez ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada, sulama sularındaki NO_3 konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişim gösterdiği, yetiştirme sezonu başında yüksek olan NO_3 konsantrasyonunun, yetiştirme periyodu içinde önce düşüş gösterdiği ve daha sonra tekrar arttığı saptanmıştır. Bu değişkenliği etkileyen faktörler arasında bitki tarafından alınan azot, önceki yıldan toprakta kalan nitrat ile sulamanın veya yağışın dağılımı ve toplam miktarının yer aldığı Goolsby ve ark. (2001) tarafından bildirilmiştir.

Schepers ve ark. (1985) tarafından yapılan bir çalışmada nitrat içeriği yüksek yeraltı suları ile sulanan bölgelerde nitratın azot kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Çalışmada nitrat içeriği 20 ppm olan sulama suyunun 30 cm derinliğinde yapılan bir sulamada 1 hektarlık alana 60 kg azot ilavesi yapacağı bildirilmiş, sulama suyuyla birlikte uygulanan azot miktarının gübre ihtiyacının belirlenmesinde dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Yeraltı sularının ve yüzey sularının nitrat konsantrasyonunun düşük olduğu; ancak tarımsal alanlardaki aşırı gübrelemenin yeraltı sularına nitrat bulaşmasına neden olabileceği ve nitrat konsantrasyonunun artabileceği belirtilmiştir (WHO, 1985). Yapılan bir çok çalışma, büyük miktarlarda azotun, özellikle nitrat formunda, yüzey drenaj sistemleri tarafından yüzey sularına taşındığını göstermiştir (Baker ve Johnson, 1981; David ve Gentry, 2000; Fenelon ve Moore, 1998; Jaynes ve ark., 1999; Bahçeci, 1996).

Evans ve ark. (1987) su tablası yönetim sistemlerinin dikkatli bir şekilde planlanıp yönetilmesiyle su kalitesinin iyileştirilebileceğini, Madramoto ve ark. (1992) ise, su tablasının 60-80 cm arasında tutulduğu bir lizimetre çalışmasında, soya fasulyesinden geleneksel drenaj sistemlerine göre daha yüksek verim elde edildiğini ve nitrat kayıplarının %52 azaldığını belirlemişlerdir.

Finck (1987) Almanya'da aşırı gübre kullanımının sonucunda artan nitrat seviyesinin çevre üzerine olan ekonomik etkisini incelediği çalışmasında, nitrat kirlenmesinin özellikle tarımın intansif olarak yapıldığı bölgelerde ve hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı bölgelerde etkili olduğunu belirtmiştir.

Steenvoorden (1987) yüzey ve yeraltı kaynaklarındaki azot kirliliğinin artmasında tarımsal üretimde kullanılan gübrelerin en önemli kaynak olduğunu belirttiği çalışmasında, azotun yıkanmasını azaltmak için yeni uygulamalar geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu amaçla çok iyi bir su idaresi ve gübre uygulaması ile nitrat yıkanmasının sınırlandırılabilirliğini, uygulama zamanının uygulanan miktarın çok iyi ayarlanması ile nitrat yıkanmasının minimum düzeye indirilebileceğini belirtmiştir.

Uzun yıllar yapılan çalışmalar sonucunda drenaj sularındaki NO_3 'ün organik maddeden de kaynaklandığı saptanmıştır (Addiscott, 1988; Randall, 2000). Genellikle güz ve kış aylarındaki organik maddenin mineralizasyonundan gerçekleşen kayıpların, bahar aylarında serpmeye yöntemi ile uygulanan gübrenin yıkanma ile kaybindan çok daha az olduğu belirtilmiştir (Addiscott ve ark., 1991; Goss ve ark., 1993). Bunun nedeni olarak gübrelerdeki azot içeriğinin daha fazla olması ve kısa sürede nitrat formuna dönüşebilmesi gösterilmiştir. Mineralizasyon sonucu ve yıkanarak gerçekleşen azot kaybının miktarının toprak işleme metoduna, yetiştirilen bitkinin bitki besin elementinin kullanımına, gerçekleşen drenajın hacmine ve yetiştirilen bir önceki bitkiye bağlı olduğu Goss ve ark. (1998) tarafından bildirilmiştir.

Goss ve ark. (1988) sekiz yıl yürüttükleri bir çalışmada, yüzey altı drenaj sistemi ile gerçekleşen yıllık nitrat kayıplarının %84'ünün, baklagil bitkilerinin sonbaharda ekimi ve bahar aylarında azotlu gübre uygulaması arasındaki zamanda

gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bjorneberg ve ark., (1996) yılında Iowa’da yaptıkları bir çalışmada da yıllık yüzey altı drenajı yoluyla nitrat kayıplarının %45 ile %85’inin bitkilerin az büyüdüğü bahar ve güz dönemlerinde gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir.

Oosterbaan (1988), tarımsal, teknik ve çevresel drenaj ölçütlerini belirlerken çok dikkatli olunması gerektiğini, yerel koşullarda geniş bir değişkenliğin olabileceğini, bu bakımdan kuramsal yaklaşımların yanı sıra yerel deneyimlerin de göz önüne alınması gerektiğini, aksi takdirde sistemin çok pahalı, hatta yararsız olabileceğine değinmektedir.

Payne (1989) nehir ve yeraltı sularındaki nitrat içeriğinin yaklaşık %75’inin tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Bunun yanı sıra azotlu gübrelerin etkisinin, toprak organik maddesindeki organik azotun mineralize olmasıyla çıkan azotun etkisinden daha fazla olduğu çalışmada belirtilmiştir.

Vaclav ve ark. (1989)’nın Çekoslovakya’nın farklı bölgelerinin intansif tarımsal üretim yapılan alanlarında yaptıkları çalışmada uygulanan azotlu gübre miktarları ile yeraltı sularındaki nitrat konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yeraltı sularındaki nitrat kirliliğinin üzerinde durulması gereken en ciddi sorunlardan biri olduğunu belirtmişlerdir.

Bouwer (1990) bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarının üzerindeki miktarda sulama yapılmasının, toprakta bitki kök bölgesinde bulunan ve yararlı olan bitki besin elementlerinin yıkanarak drenaj sularına karışmasının NO₃ konsantrasyonlarını ve drenaj su hacmini arttırdığını bildirmiştir.

Cuttle ve Gill (1991)’in Galler’de bir yıllık orman arazisinde yaptıkları bir çalışmada, araziden aldıkları toprak ve su örneklerinde nitrat analizi yapmışlar ve herbisit uygulanmış ağaçların civarında aldıkları su örneklerindeki nitrat miktarının çayır-mera alanlarından alınan su örneklerindeki nitrat miktarından fazla olduğu saptanmıştır. Çalışmada ağaç altında belirlenen nitrat miktarının, ağaçların beslenmesi açısından önemli olduğu, ancak ağaçların dikim sıklığının (100-400 ağaç/ha) drenaj sularındaki nitrat konsantrasyonunu arttırdığı belirtilmiştir.

Çok sayıda araştırmacı drenaj sistemlerinin denetlenmesiyle kimyasal akışının azaldığını belirlemişlerdir. Munster ve ark. (1995) bildirdiğine göre Kuzey Carolina'da tarım arazilerinde drenaj suyunun denetlenmesiyle aldicarb (böcek öldürücü) derişimin azaldığını, Iowa'da Kalita ve Kanwar (1993) drenaj yönetimi ile ürün veriminde artış, azot derişiminde ise azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Konya Ovasında yüzeyaltı drenaj sistemlerinden dolayı meydana gelen bitki besin elementi kayıplarının belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, buğday ekili alanlarda 15.5 kg ha^{-1} , şeker pancarı için ise birinci yıl 3.5, ikinci yıl 21.5 kg ha^{-1} bitki besin elementi kaybı olduğu tespit edilmiştir (Bahçeci, 1996).

Drury ve ark. (1996), Güneybatı Ontario'da killi tınlı topraklarda drenaj yönetimi ile nitrat derişiminde %25 ve yıllık nitrat yükünde %49 azalma sağlanırken verimde bir azalmanın olmadığını bildirmektedirler.

Evans ve ark. (1996), Kuzey Caroline'da aşırı mısır gübrelemesi nedeniyle tarlalardan yıkanan azotun çevresel sorunlar yarattığını, bunu azaltmanın yolunun iyi tarım uygulamaları veya su tablası yönetim stratejilerinin geliştirilmesi olduğuna değinmiş, yüzey drenaj sularında organik azot ve fosfor fazla iken, yüzey altı drenaj sularında $\text{NO}_3\text{-N}$ 'unun daha fazla olduğunu, her iki sistemin de gelişmiş bölgelerde besin element kaybını artırdığını belirlemiştir.

Saltoğlu (1998) yaptığı çalışmada, tarımsal drenaj sularının ağır metal içeriğini saptamış ve sulama suyu olarak tekrar kullanılıp kullanılmayacağını araştırmıştır. Yapılan araştırma sonucunda su örneklerinin, sulama suyunda izin verilen maksimum ağır metal içeriklerine göre kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Yine su örnekleri pH, EC, SO_4 , NO_3 ve Cl içeriği bakımından incelendiğinde sulama suyu kalite kriterlerine göre üçüncü sınıf su kalitesinde bulunmuştur.

Uygan (1998), Eskişehir sulama şebekesinde drenaj sularının kirlenme durumunu ve sulamada kullanılma olanaklarını belirlemek için yaptığı çalışmada, kuyulardan alınan sulara % Na, Cl ve B bakımından sorunlu olmadığını saptamıştır.

Davis ve ark. (2000) güncel modelleme çalışmaları ile drenaj kanallarının konum aralıklarının belirlenmesinin, yıkanarak gerçekleşen nitrat kayıplarının azaltılması için uygulanan azotlu gübre miktarlarının azaltılmasına kıyasla daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Jaynes ve ark. (2001), mısır-soya fasulyesi münavebesinde meydan gelen yüzey altı drenaj sularındaki nitrat konsantrasyonu ve kayıplarının mısır için uygulanan gübre azot miktarı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Kladvko ve ark. (2004)'nın gerçekleştirdikleri uzun süreli bir çalışmada da, sürekli mısır için azot oranının ortalama 285 kg ha^{-1} olduğu zaman drenaj suyu ile taşınan $\text{NO}_3\text{-N}$ 'unun 38 kg ha^{-1} olduğu, soya fasulyesinin ardından mısır için yıllık azot dozunun 177 kg ha^{-1} olduğu zaman ise, drenaj suyundaki $\text{NO}_3\text{-N}$ artışının 15 kg ha^{-1} olduğu bilgisine ulaşmışlardır.

Fouss ve ark. (2002), dren çıkışlarında yapılan kontrol yapılarıyla, tarımsal alanlardan nitrat-N kaybının %35'e kadar azaltılabileceğini ve çoğu toprak için su tablasının yetişme döneminde 0.60-0.75 m'den daha derine düşmemesi gerektiğini, kış döneminde ise hasat sonrası bitki besin element kayıplarını önlemek için daha sığ taban suyu düzeylerinin olabileceğini, ekim öncesi ve hasat döneminde çiftlik ekipmanlarının hareketi için 1 m derinliğin yeterli olacağını bildirmektedirler. Nitrat kaybının drenaj suyunun azalması oranında azalmasına ek olarak, sığ su tablasının toprak profilinde denitrifikasyonu teşvik eden daha geniş bir zon yarattığını ve bunun $\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonunun azalmasına neden olduğunu ve böylece nitrat yıkanmasının daha az olduğuna değinmişlerdir.

Causape ve ark. (2004)'nin yaptıkları bir çalışmada, yaz dönemi mısır üretiminde, Haziran ayında gübreleme yapılmasına bağlı olarak drenaj sularında NO_3 konsantrasyonunun artış gösterdiği, ancak ilerleyen zamanda bu artışın yavaşladığı, sulama sezonunun sonuna kadar da azalışın devam ettiğini belirtmişlerdir. Drenaj sularında NO_3 konsantrasyonlarının incelendiği başka bir çalışmada da, konsantrasyon değerlerinin toprak bünyesine göre değiştiği, derin tınlı topraklarda 31, sığ kumlu topraklarda ise 92 mg L^{-1} olarak kaydedildiği bildirilmiştir (Beaudoin ve ark., 2005).

Kladivko ve ark. (2004) Hindistan'da yıllık drenaj sularına N yıkanmasının yaklaşık %63'ünün kasım ayından mart ayına kadar olan zamanda, %78'inin ise kasım ayından nisan ayına kadar olan zamanda gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, bünyesi killi tın ve zayıf drenajlı alüviyal toprakların bulunduğu yerlerde tesis edilen dren kanallarının aralıklarının geniş tutulmasının, toprak profili boyunca yıkanıp drenaj sularına karışan nitrat miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Buna göre, dren kanalları arasında 20, 10 ve 5 metrelik aralık olarak tesis edilen sistemlerde yıllık ortalama NO_3 kaybı, 15 yıl için sırası ile 23, 30 ve 41 kg ha^{-1} , drenaj debileri ise sırası ile 135, 166 ve 231 mm yıl^{-1} olduğu belirtilmiştir.

Pek çok araştırmacı drenaj suyu yönetiminin tarımsal alanlardan kimyasal taşınımında azalma sağladığını bildirmiştir. Drenaj araştırmacılarının birleştiği ortak fikir birliğine göre drenaj suyunun yönetimiyle drenajın ilkbahar ve geç sonbaharda olması halinde nitrat yükünde %30 azalma olduğu, Algoazany ve ark. (2005), İllionist'e drene olan alanlardan gübreleme zamanı ve çiftlik uygulamalarına bağlı olarak ortalama nitrat kaybının 8-19 mg L^{-1} olduğunu ve yıllık hektara nitrat kaybının 79 ile 115 kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Dünyada bu konuda çok sayıda araştırma ve uygulama olmasına karşın ülkemizde serbest akışlı drenaj sistemlerinde bitki besin elementi kayıpları konusunda yapılan çalışmalar yetersizdir.

Berekatoğlu ve Bahçeci (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, DSİ ve sulama birlikleri tarafından inşa edilen sekiz geri dönüşüm pompası ile tekrar sulamada kullanılmak üzere verilen Harran Ovası drenaj kanal sularını incelemişlerdir. İnceleme sonucunda drenaj kanallarından yapılan sulamaların, toprak tuzluğunu artırıcı etkisinin belirgin olmadığı, tam tersi su sıkıntısının ve drenaj suyu miktarının azalmasına yardımcı olduğu ve sulama etkinliğini arttırdığı belirlenmiştir. Ancak drenaj sularının yüksek sediment yüklü olmasından dolayı kanal ve kanaletlerin dolmasına neden olduğu ve bu yüzden bakım giderlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Bahçeci ve ark. (2008a) tarafından Konya Ovasında drenaj sularında ve yeraltı kuyularında yaptıkları bir çalışmada, drenaj sularında yüksek oranlara ulaşan nitrat

yükleri tespit edilirken, yeraltı kuyularındaki suların nitrat içeriklerinin zararsız olduğu tespit edilmiştir.

Lorite ve Espinosa (2008) yaptıkları çalışmada, karık yöntemi ile sulama yönteminde uygulanan su miktarının %20'sinin drenaj sularına katıldığını, modern sulama sistemleri ile sulama yapıldığında ise bu oranın, artan su kullanım etkinliği ile beraber, %10'a kadar düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Causape ve ark. (2006), kullanılan sulama yönetiminin değiştirilmesi ile taşınan nitrat yükünün %50, nitrat konsantrasyonunun ise %24 azalış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Martinez-Alcantara ve ark. (2011) bitki gelişimi boyunca uygulanan gübrelerin toprakta mevcut olarak tutulabilmesi için yağışlı dönemlerde uygulamalardan kaçınılması gerektiğini bildirmişlerdir. Perego ve ark. (2012)'nin İtalya'da yaptıkları bir çalışmada sulama ile beraber gübre uygulama zamanına ve miktarına bağlı olarak tüm üretim sezonu boyunca gerçekleşen NO_3 yıkanmasının %46'sının, drenaj miktarının %56'sının yaz aylarında gerçekleştiğini saptamışlardır. Bu kayıpların, ilkbahar dönemi sonu ve yaz aylarında gerçekleştirilen sulama faaliyetlerinin başlama zamanı ile üst gübre uygulama zamanlarının yakın olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Martinez-Alcantara ve ark. (2012)'nin turuncğil yetiştiriciliğinde yaptıkları bir çalışmada, aynı miktarda azotlu gübre dozunun, yüzeye serpme olarak tek seferde ve damla sulama yöntemi ile sık sık uygulanmasının yıkanma üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 1 birim NO_3 yıkanma, potansiyelinin tek sefer gübre uygulamasında %14, damla sulama sisteminde ise %5 olduğu kaydedilmiştir.

Nguyen (2012), yapmış olduğu çalışmada yarı kurak iklime sahip bölgelerdeki drenaj sularıyla taşınan $\text{NO}_3\text{-N}$ ve su miktarının, özellikle kurak dönemi izleyen yağışlı dönemde artış gösterdiğini belirtmiştir.

Sağır (2013), hidrolojik olarak sınırları iyi belirlenmiş olan ve ürün deseni ile gübre uygulama dataları bilinen Aşağı Seyhan Ovası sol sahil sulama alanında yer alan Akarsu Sulama Birliği alanında (9495 ha) yürüttüğü çalışmada, iki yıl süresince

farklı zamanlarda aldığı drenaj suyu örneklerinde nitrat konsantrasyonlarını ölçmüş ve drenaj suyunun nitrat yüklerinin 60.4 ve 70.2 kg NO₃-N ha⁻¹ olarak belirlemiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

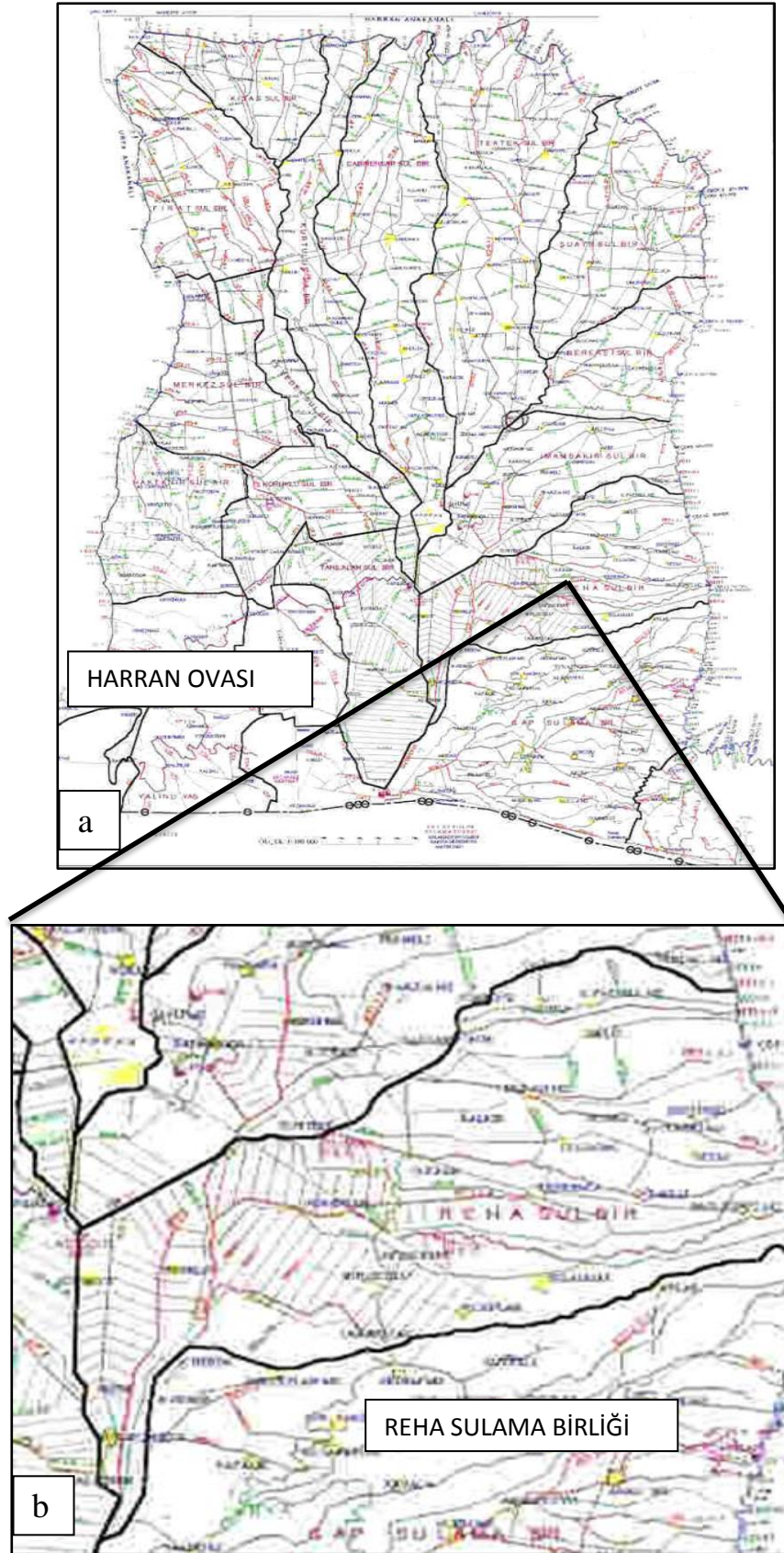
3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Bu çalışma Şanlıurfa şehrinin güneydoğusundan başlayıp Suriye sınırına kadar uzanan bölgede bulunan Harran Ovasında yapılmıştır (Anonim, 2014a). Çalışma alanı, Harran İlçesinin Güneydoğusunda yer alan Reha Sulama Birliğine ait sulama sahasıdır. Birliğin sulama sahası toplam olarak 105.000 da olup, net sulanan alanı 89.840 da'dır (Anonim,2014b). Deneme alanı 36° 51' K enlemi ve 39° 01' D boylamında yer almakta olup, denizden yüksekliği 360 m'dir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Harran Ovası'nın harita üzerindeki konumu



Şekil 3.2. Harran ovasının sulama birliklerine ayrılması (a) ve Reha Sulama Birliği alanı (b)

3.1.2. İklim özellikleri

Harran Ovası, Güney Doğu Anadolu Bölgesinin karasal iklim özellikleri ve Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı yüksektir. Deneme alanına ait uzun yılların (1929-2013) ve 2013 yılının iklim verileri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çok yıllık iklim verilerine göre bölgede yıllık sıcaklık ortalaması 18.3 °C’dir. 2013 yılı sıcaklık ortalaması 19.1 °C’dir. Yazları sıcak ve kurak geçen bölgenin yıllık en yüksek sıcaklık ortalaması 46.8 °C ve en sıcak ayın (Temmuz) sıcaklık ortalaması 38.6 °C olarak ölçülmüştür. 2013 yılında ise en sıcak ayın (Temmuz) ortalama sıcaklığı 32 °C’dir. Bu değerler dikkate alındığında, bitkilerin su gereksiniminin en üst düzeye çıktığını ve sulamaların bu dönemde yoğunluk kazandığını söyleyebiliriz.

Yıllık 452.3 kg/m² yağış düşen bölgede 2013 yılında 376.5 kg/m² yağış düşmüştür. Çizelgede de görüldüğü gibi bölgede 2013 yılı yıllık yağış oranları çok düşük seviyelerde olmakta, hatta bu miktar Harran Ovasında daha da düşmektedir. Bölgede ortalama nisbi nem uzun yıllara göre %50.2, 2013 yılında ise %44.4 olarak ölçülmüştür.

Çok yıllık iklim verilerine göre deneme alanında günlük ortalama güneşlenme süresi 8.1 saattir. 2013 yılı iklim verilene göre ise günlük ortalama güneşlenme süresi 7.6 saattir. Ortalama rüzgar hızı uzun yılların verilerine göre 2.2 m s⁻¹ olarak ölçülmüştür. 2013 yılında ölçülen değer 1.5 m s⁻¹’dir.

Çizelge 3.1. Deneme alanına ilişkin 2013 yılı iklim verileri (MGM, 2014)

Meteorolojik veriler	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.8	9.3	12.9	18.4	22.9	29.0	32.0	31.6	26.6	19.3	14.8	6.1	19.1
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16.4	19.5	24.9	34.3	36.4	41.5	41.5	40.5	38.2	32.0	27.0	16.9	41.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-3.0	2.9	0.8	7.8	11.7	17.3	19.6	20.6	17.0	10.8	5.7	-2.5	-3.0
Ort. En Yüksek. Sıc. (°C)	10.9	14.1	18.7	27.0	30.1	35.7	38.5	38.2	32.8	15.5	20.1	10.9	24.4
Ort. En Düşük Sıc. (°C)	3.4	5.8	7.6	12.9	17.7	21.9	25.1	24.8	20.1	14.6	11.0	2.2	13.9
Ort. Nisbi Nem (%)	69.5	73.6	45.5	44.9	43.4	24.0	20.5	22.4	33.3	27.0	57.5	54.6	44.4
Yağış Toplamı (kg/m ²)	86.8	107.2	12.1	18.0	56.2	-	-	-	-	-	19.5	76.7	376.5
Güneşlenme Süresi (s)	3.3	4.2	6.4	7.8	8.5	12.3	12.3	11.0	9.5	8.2	4.0	3.1	7.6
Yağışlı Gün Sayısı	12	12	6	7	15	-	-	-	-	-	7	10	69
Ort. Rüzgar Hızı (m/sec)	1.1	1.0	1.6	1.5	1.4	2.2	2.3	1.6	1.4	1.4	0.8	1.1	1.5

Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin uzun yıllara ait iklim verileri (MGM, 2014)

Meteorolojik veriler	Aylar												Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.4	6.8	10.6	16.0	22.0	28.0	33.1	31.3	26.7	20.1	12.8	7.4	18.3
En Yüksek Sıcaklık (°C)	21.6	22.7	29.5	36.4	40.0	44.0	46.8	46.2	42.0	37.8	33.6	26.0	46.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-10.6	-12.4	-7.3	-3.2	2.5	8.3	15.0	15.5	0	1.9	-6.0	-6.4	-12.4
Ort. En Yüksek Sıc. (°C)	9.7	11.7	16.1	22.0	28.6	34.5	38.6	38.1	33.8	26.9	18.6	12.0	24.2
Ort. En Düşük Sıc. (°C)	1.8	2.7	5.6	10.1	15.0	20.2	24.1	23.6	19.8	14.3	8.3	3.9	12.4
Ort. Nisbi Nem (%)	70.7	67.7	60.6	55.7	44.7	32.3	29.6	32.2	35.3	45.0	58.7	69.2	50.2
Yağış Toplamı (kg/m ²)	90.0	70.5	62.8	49.6	25.7	3.1	0.6	0.9	2.3	24.0	45.1	77.7	452.3
Güneşlenme Süresi (s)	4.1	5.1	6.3	7.9	10.1	12.2	12.4	11.4	10.1	8.0	6.0	4.1	8.1
Yağışlı Gün Sayısı	12.4	10.9	10.6	8.8	5.9	1.3	0.3	0.2	0.8	4.7	7.9	10.9	74.7
Ort. Rüzgar Hızı (m/sec)	1.8	2.9	2.1	2.1	2.2	3.0	3.0	2.6	2.4	1.7	1.6	1.5	2.2

3.1.3. Toprak özellikleri

Harran Ovası alüviyal materyalli düz, düze yakın eğimli, derin topraklara sahiptir. Tipik kırmızı profilleri killi bünyeli, üst toprak orta köşeli blok, sonra granüle, alt toprak kuvvetli iri prizmatik sonra kuvvetli orta köşeli blok yapıdadır. Çok kireçli olan profil derinlere doğru artan yoğunlukta sekonder kireç cepleri içermektedir. A, B ve C horizonlu olup organik madde içeriği düşük, katyon değişim kapasiteleri ise yüksektir. Organik madde yüzeyden aşağılara doğru azalırken, katyon değişim kapasiteleri ise kil içeriğine bağlı olarak alt katmanlara doğru artmaktadır. Harran Ovası toprakları profil boyunca genellikle ağır bünyeli olup arazi yetenek sınıflaması ve sulu tarıma uygunluk sınıflamasına göre büyük bir çoğunlukla II. sınıf araziler olarak değerlendirilmektedir (Çullu ve ark., 2004).

3.1.4. Sulama ve drenaj durumu

Ovanın, büyük bir bölümü Şanlıurfa Tünelleri yardımı ile ovaya aktarılan Fırat suyu ile güney tarafındaki küçük bir bölümü ise yeraltı suyu ile sulanmaktadır. GAP'ın en büyük kilit yapılarından biri olan Şanlıurfa Tünelleri yaklaşık her biri 7.62 metre çapında ve 26.4 km uzunluğunda iki adet dairesel kesitli beton kaplı tünelden oluşmaktadır. Tüneller tam kapasite ile çalıştığında, Atatürk Barajı Gölü'nden saniyede 328 m³/s suyun alınmasını sağlamaktadır (Bahçeci ve ark., 2008b).

Harran Ovasında drenaj sistemi kurulmadan önce ovanın doğal drenajını Cullap Deresi ve Kötü Çay sağlamaktaydı. Her iki su yatağı sulama projesi ile birlikte ıslah edilerek Ana Tahliye Kanalına dönüştürülmüştür (DSİ, 2001). Ayrıca doğal su yolları bulunmayan kısımlarda Devlet Su İşleri tarafından açık drenaj kanalları inşa edilmiştir. Bunlar çevresindeki alanı drene etmekle birlikte, aynı zamanda yüzeyden dönen sulama sularını uzaklaştırmaktadırlar.

3.1.5. Drenaj sisteminin özellikleri

Yüzeyaltı drenaj sistemleri, başlangıçta Harran-Akçakale arasındaki düşük kotlu bölgede inşa edilmiştir. Kararlı akış koşullarının olduğu varsayımıyla, projelene aşamasında drenaj katsayısı 3.57 mm gün⁻¹, dren derinliği 1.80 m, dren orta

noktasındaki hidrolik yük (h), 0.3 m ve bariyer derinliği 4.0 m alınarak projelendirilmiştir. Hidrolik iletkenlik değerleri Auger-hole yöntemi ile belirlenmiştir. Daha sonra yapılan revizyonlarla drenaj katsayısı 2.58 mm gün⁻¹ olarak değiştirilmiş ve sistem tasarımları buna göre yapılmıştır. Böylece yaklaşık 50 000 ha alanda yüzey altı kapalı drenaj sistemi inşa edilmiştir (Bahçeci ve ark., 2008b).

3.2. Ürün Deseni ve Uygulanan Gübre Dozları

3.2.1. Ürün deseni

Harran Ovası sulanmaya başladıktan sonra bölgede yaygın olarak pamuk tarımı yapılmaktadır. Seçilen örnekleme noktalarında, bölgenin genelinde olduğu gibi uzun süreden beri pamuk ekimi yapılmakta ve ürün deseni tek bitki şeklinde devam etmektedir (Ayaz, 2014).

3.2.2. Uygulanan gübre ve gübre dozları

Pamuk yetiştiriciliğinde kullanılacak gübre miktarı, pamuk çeşidine göre değişmekle birlikte, iklime, toprak koşullarına ve çiftçiye göre değişiklik göstermektedir. Bu amaçla gerekli toprak analizleri yapılarak kullanılacak gübre çeşidi ve miktarı belirlenmelidir.

Pamuk bitkisinden istenen verimin alınabilmesi için yeterli ve dengeli gübreleme yapılması gerekmektedir. Pamuk tarımında kullanılacak gübreler ve miktarları Çizelge 3.3'te verilmiştir (Anonim, 2014c).

Çizelge 3.3. Pamuk tarımında kullanılabilir gübreler ve miktarları

	Kullanılacak gübrelerin adı	İçeriği	Dekara kullanım miktarı	Uygulama zamanı
1. Seçenek	15-15-15 Kompoze	%15 Azot %15 Fosfor %15 Potasyum	40 kg	Ekimden önce veya ekimle birlikte
	Amonyum Sülfat	%21 Azot	25 kg	İlk sudan önce
	Üre	%46 Azot	10 kg	İlk sudan önce
2. Seçenek	20-20-0 Kompoze	%20 Azot %20 Fosfor	30 kg	Ekimden önce veya ekimle
	Amonyum Nitrat	%33	15 kg	İlk sudan önce
	Üre	%46 Azot	10 kg	İlk sudan önce
3. Seçenek	DAP (Diamonyum fosfat)	%18 Azot %46 Fosfor	15 kg	Ekimden önce veya ekimle
	Amonyum Sülfat	%21 Azot	30 kg	İlk sudan önce
	Üre	%46 Azot	15 kg	İlk sudan önce

Pamuk bitkisinde azot alımının en yüksek olduğu dönem çiçeklenme dönemi olup azot ihtiyacının % 60-65'lik kısmı bu dönemde verilmelidir. Pamuk yetiştiriciliğinde dekara 12-16 kg arasında saf azot verilmesi yeterli olmaktadır. Bu saf azot miktarının yarısının ekimle, diğer yarısının da çiçeklenme başlangıcında uygulanması gerekmektedir. Fosforlu gübreler, dekara 6-8 kg saf fosfor olacak şekilde ekim öncesi veya ekim ile birlikte bitki kök bölgesine uygulanmalıdır. Potasyum ise dekara 6-8 kg saf potasyum gelecek şekilde potasyumlu gübreler ile verilmelidir. Potasyumun pamuk bitkisi tarafından alınması gelişme devrelerine göre değişmekle birlikte en yüksek potasyum alımı çiçeklenme devresinde gerçekleşmektedir.

Çalışma alanında çiftçilerle birebir yapılan görüşmeler sonucunda çiftçilerin pamuk bitkisine uyguladıkları gübre çeşitleri ve miktarları belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çiftçilerin uyguladıkları gübre çeşitleri ve miktarları

Yetiştirme Dönemleri	Verilen Gübre	Gübre Dozu (kg/da)
Ekim	18-46 veya 20-20	30-40
İlk sudan önce	Üre	20-25
İkinci sudan önce	Amonyum nitrat veya amonyum sülfat	20-25
Toplam		80-100

Elde edilen bu değerlere göre çiftçiler gübrelemeyi ekim ile birlikte, ilk sulamadan ve ikinci sulamadan önce yapmaktadır. Genellikle ekimle birlikte 18-46 ya da 20-20-0 kompoze gübre vermektedir. İlk sulamadan önce üre, ikinci sulamadan önce ise amonyum nitrat ya da amonyum sülfat vermekte olup toplamda dekara 80-100 kg gübre uygulamaktadırlar.

3.3. Yöntem

Ovanın yüzeyaltı drenaj sistemi kurulmuş olan bölümünde, sulama mevsiminde, 15 noktada drenaj kanallarından ve toplayıcı çıkışlarından su örnekleri alınarak tuz içerikleri ve bitki besin elementi miktarları belirlenmiştir. Bu örneklerin alındığı noktalar Şekil 3.3'de gösterilmiş olup, (A₁, A₂, A₃, A₄, A₅) ile ifade edilen noktalar sırasıyla; HT-11-2-1, HT-13, HT-13-3-3, HT-13-3-4, HT-12 açık drenaj kanallarını ve (T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₉, T₁₀) ile ifade edilen noktalar ise sırasıyla HT-13-3-1, HT-13-3-4, HT-13-0-2, HT-13-0-1, HT-13-3-6, HYA-10-28, HYA-10-23-A, HYA-10-36, HYA-10-38, HYA-10-40 toplayıcı dren borularını göstermektedir. Toplayıcı dren borularının temsil ettikleri alan miktarları Çizelge 3.5'de gösterilmiştir.

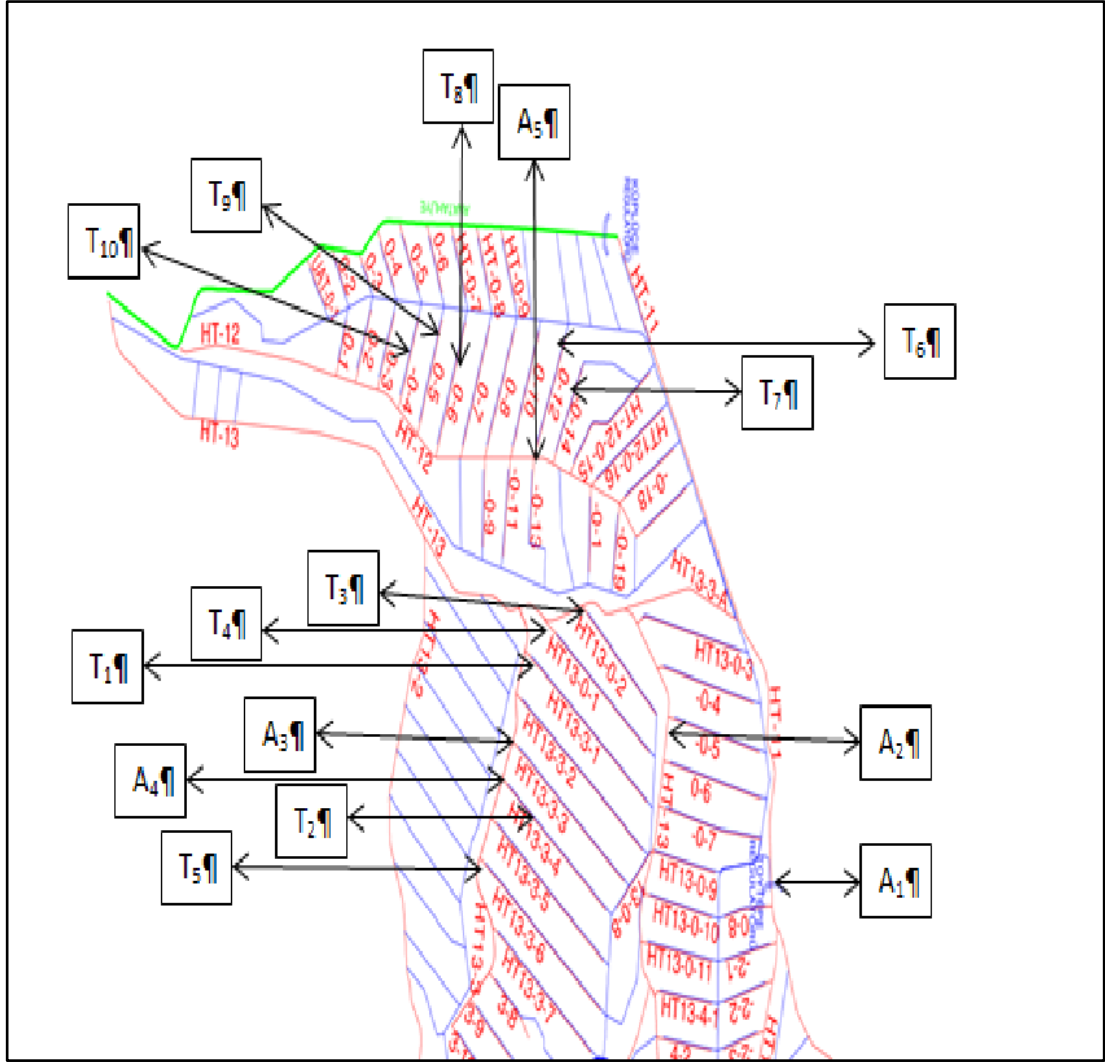
Çizelge 3.5. Toplayıcı dren borularının temsil ettikleri alan miktarları

Kanal	Alan (da)	Kanal	Alan (da)
T₁	753.719	T₆	386.132
T₂	623.277	T₇	621.172
T₃	545.193	T₈	356.310
T₄	778.464	T₉	303.398
T₅	712.531	T₁₀	259.500

İzlenen toplayıcı drenlerin toplam alanı yaklaşık 5340 hektar olup Harran Ovasının %10.7'lik kısmını, Reha Sulama Birliği alanının ise yaklaşık %50'lik kısmını temsil etmektedir.

Reha Sulama Birliği'ne ait toplayıcı dren borularının inşası iki kısım halinde yapılmış olup, T₆, T₇ ve T₈ toplayıcı dren borularının inşaatı 2010 yılında; diğer dren borularının inşaatı ise 2012 yılında tamamlanmıştır.

Açık drenaj kanallarından alınan örneklerde sediment içerikleri belirlenerek, fosfor ve potasyum analizleri yapılmıştır. Ayrıca ovada debi ölçümü yapılan açık kanallarda, drenaj suyu ve sediment miktarları ile bazı bitki besin element kayıpları belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Su örnekleri alınan noktaların harita üzerindeki yerleri

3.3.1. Su örnekleme ve analizleri

Bölgenin sulama uygulamaları göz önüne alınarak, sulama mevsimi boyunca yaklaşık iki haftada bir drenaj suyu örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Su örnekleri 18 Nisan-8 Ağustos tarihleri arasında olmak üzere 9 defa (18 Nisan-2 Mayıs-16 Mayıs-30 Mayıs-13 Haziran-27 Haziran-11 Temmuz-25 Temmuz- 8 Ağustos) örnekleme planlanmış, ancak çalışma alanına 18 Mayıs-15 Haziran tarihleri arasında su verilmediğinden, bu tarihler arasında kanallarda akış görülemediği ve dolayısıyla örnek alınamamıştır.

Örnekleme için açık drenaj kanallarından 5 yerden (A₁, A₂, A₃, A₄, A₅), toplayıcı dren çıkışlarından ise 10 yerden (T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₉, T₁₀) alınmıştır. Her bir açık drenaj kanalından 5 L, her bir toplayıcı dren borusundan ise 1 L drenaj suyu örneği alınmıştır. Su örnekleri açık drenaj kanallarından iple bağlanmış kovanın kanala daldırılmasıyla alınmıştır. Toplayıcı dren borularından su örnekleri alınırken ise, boru ağzına inilerek şişeler doldurulmuştur. Alınan sular şişelere aktarılmadan önce şişeler mevcut su ile çalkalanmış, daha sonra alınan örnekler şişelere doldurulmuştur.



Şekil 3.4. Toytepe (A₁) geri dönüşüm regülatörü açık drenaj kanalından su örneğinin alınması

Toplayıcı dren borularından ve açık drenaj kanallarından periyodik olarak alınan su örneklerinde bitki besin elementleri azot, fosfor ve potasyum analizleri yapılmıştır. Ayrıca su örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve toplam çözülmüş katı (TDS) analizleri yapılmıştır. Yine açık drenaj kanallarından alınan su örneklerinde bulunan sediment miktarları belirlenmiştir.

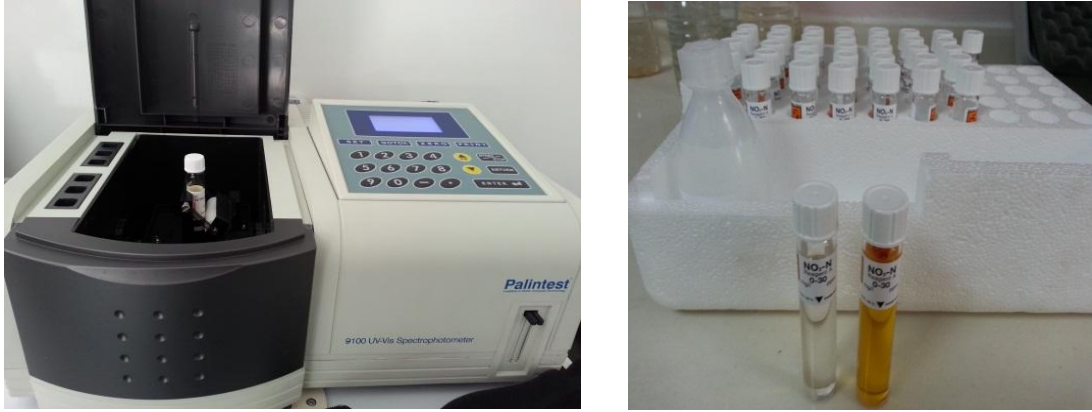


Şekil 3.5. Toplayıcı dren borularından su örneklerinin alınması

3.3.2. Laboratuvar analizleri

3.3.2.1. Nitrat analizi

Su örnekleri alındıktan hemen sonra laboratuvara getirilerek Palintest 9100 UV-Vis Spectrophotometer (Şekil 3.6) ile analiz edilmiş ve sonuçlar mg L^{-1} olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Palintest 9100 UV-Vis Spectrophotometer ve nitrat analiz kitleri

Nitrat ölçüm tüplerine 1 mg L^{-1} su örneği ve nitrat tozu eklenerek tepkime için 5 dakika beklenmiştir. Bu süre içerisinde nitrat yoğunluğuna göre tüpteki sıvı karışımında renk değişimi oluşmaktadır. Daha sonra tüpler cihaza konularak okuma yapılmıştır.

3.3.2.2. Elektriksel iletkenlik (EC), pH ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) analizi

Su örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC), pH ve toplam çözünmüş katı (TDS) değerleri Crison MM40+ cihazı kullanılarak ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Alınan su örneklerinden belli bir miktar bir kaba alınarak analizler yapılmıştır. Su örneklerinin EC değerleri dS m^{-1} , TDS değerleri g L^{-1} olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.7. Crison MM40+ cihazı ile pH, EC ve TDS analizlerinin yapılışı

3.3.2.3. Sediment miktarının belirlenmesi

Açık drenaj kanallarından alınan 5 L'lik su örneklerinde şişe dibinde biriken sediment miktarı belirlenmiş ve sonuçlar gram olarak kaydedilmiştir. Bu amaçla alınan örnekler sabit bir noktada bekletilerek sedimentin dibe çökmesi sağlanmış, sediment dibe çöktükten sonra serum hortumlarının yardımıyla şişelerdeki sular belli bir miktar azaltılmıştır. Suların azaltılmasının ardından şişelerde kalan su filtre kağıdı ile süzülerek sedimentin filtre kağıdına birikmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Serum hortumu ile şişelerdeki su miktarının azaltılması

Filtre kağıdına biriken sedimentler 105°C 'de 24 saat boyunca etüvde kurutulmuştur. Kurutulan sedimentler hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Böylece 5 L su örneğinde biriken sediment miktarı mg L^{-1} olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.9. Sedimentin filtre kağıdı ile süzülmesi

3.3.3 Değerlendirme yöntemleri

Her örnekleme noktası için elde edilen veriler tarih sırasına göre çizelgelerde gösterildikten sonra, elde edilen verilerin yersel ve zamansal değişimleri grafikler halinde gösterilmiş ve toplam drenaj suyu ile kaybolan nitrat miktarları ile gübreleme ve sulama zamanları arasındaki ilişkiler açıklanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3.6. Sulama suyu ortak parametreleri (Anonim, 2014d)

Parametre	Sembol	Birim	Sulama Suyu Genel Aralığı
Nitrat	NO ₃	mg L ⁻¹	0-50
pH	pH	-	6.5-8.0
Elektriksel İletkenlik	EC	dS m ⁻¹	0- 2.25
Toplam Çözünmüş Katılar	TDS	mg L ⁻¹	0-2000

Sulama suyu ortak parametreleri Çizelge 3.6'da verilmiştir. Bu parametreler sulamada kullanılacak suyunun uygunluğunun değerlendirilmesinde, toprak ve bitki problemlerine neden olabilecek parametreleri değerlendirmede kullanılmaktadır. Grafikler halinde gösterilen su örneklerinin yersel ve zamansal değişimleri bu parametrelere göre değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Ürün Deseni

Deneme alanının bulunduğu Harran İlçesinde 875467 dekar tarım alanı bulunmaktadır. Bu alanın 432857 dekarında tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, 10086 dekarında sebze, 2434 dekarında meyve, içecek ve baharat bitkileri yetiştirilmektedir. Pamuk tarımı 258018 dekar alanda yapılırken mısır ve buğday tarımı 174757 dekarlık alanda yapılmaktadır (TUİK, 2013). Bu verilerden de anlaşılacağı gibi bölgede yaygın olarak pamuk tarımı yapılmaktadır. Seçilen örnekleme noktalarında, pamuk ekimi yapılmakta ve ürün deseni tek bitki şeklinde devam etmektedir.

4.2. Drenaj Sularının Özellikleri

Sulu tarım yapmak amacıyla kullanılan sulama suyunun su kalitesinin değerlendirilmesinde, toprak, bitki ve iklim özelliklerinin birbirleriyle olan ilişki ve etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu özelliklerin her biri yerlere göre değişkenlik gösterdiğinden sulamada kullanılacak suyun kalitesinin belirlenmesinde bu etkenler birlikte düşünülmüştür (Ayyıldız, 1976).

Bu amaçla, toplayıcı dren borularından ve açık drenaj kanallarından periyodik olarak alınan su örneklerinin kimyasal analizleri yapılarak, alınma dönemlerine göre çizelgeler halinde verilmiştir. Verilerin yersel ve zamansal değişimleri grafikler halinde gösterilmiştir. Çizelgelerde de görüldüğü gibi bazı kanallarda ve toplayıcılarda akış olmadığı için su örneği alınamamıştır.

Su örnekleme sulama sezonu boyunca 15 günde bir olacak şekilde yapılmıştır. Bu süre içerisinde birliğin uygulamış olduğu rotasyon sisteminden dolayı bazı kanallarda akış görülemediği ve su örneği alınamamıştır.

Örneklerin alınmaya başladığı 18.04.2014 tarihinde kanalların tamamında akış görülürken, 02.05.2014 tarihinde T₅, T₈, T₉ ve T₁₀'da akış olmadığı görülmüştür. Yine 16.05.2014 tarihinde örnekleme yapılırken sadece açık drenaj kanallarında akış olduğu görülmüştür. Bu durum pamuk ekimi yapıldığı ve ekim döneminden sonra bir ay süresince alan su verilmemesinden ileri gelmiştir. 27.06.2014 tarihinde ise açık drenaj kanallarında akış olduğu; ancak T₃, T₄, T₆, T₇, T₈, T₉ ve T₁₀ toplayıcı dren borularında akış olmadığı görülmüştür. Yine 11.07.2014 ve 25.07.2014 tarihlerinde örnek alınmak istendiğinde sırasıyla T₆, T₇ ve T₇, T₈, T₉, T₁₀ kanallarında akış olmadığı görülmüştür. 08.08.2014 tarihinde ise T₂ ve T₅ kanallarında akış görülmemiştir. Akış görülmeyen kanallar çizelgelerde "A.Y." şeklinde gösterilmiştir.

4.3. Su Örneklerine İlişkin Nitrat Analiz Değerleri

Toplayıcı dren borularından ve açık drenaj kanallarından alınan su örneklerindeki nitrat içerikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Drenaj sularındaki en yüksek ortalama nitrat içeriği 77.31 mg L⁻¹ ile T₇'den alınan su örneğinde görülmüş, bunu 70.71 mg L⁻¹ ile T₁ izlemiştir.

Tüm alan ve sulama dönemi göz önüne alındığında, mevsim başında su örneklerinin nitrat içerikleri daha yüksek iken, genellikle mevsim ilerledikçe drenaj sularının nitrat içeriklerinde azalma eğilimi görülmüştür (Şekil 4.2 ve 4.3).

Örneğin toplayıcı borularında yapılan örnekleme nisan ayında T₁ dışında bütün örnekleme noktalarında azalmalar olduğu belirlenmiştir. Beş toplayıcıda nitrat içeriği azalırken birinde önemli bir değişme olmamıştır.

Açık kanallar ve toplayıcı dren borularından Nisan ve Ağustos ayında alınan örneklerde nitrat değerleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı t-testi ile belirlenmiştir. Mevsim başındaki örneklerle 11 Temmuz'daki 10 örnek, 25 Temmuz'daki 11 örnek için ve 8 Ağustos'taki 13 örnek için elde edilen t değerleri 0.003, 0.008 ve 0.005 bulunmuştur. Elde edilen sonuçların 0.05'den küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre mevsim başında alınan örnekler ile mevsim ilerledikçe alınan örnekler arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Görüldüğü gibi mevsim ilerledikçe nitrat yıkanması önemli düzeyde azalmaktadır (Çizelge 4.1).

Benzer duruma Bahçeci ve ark. (2013) Harran ovasında yaptığı bir çalışmada değinmiştir.

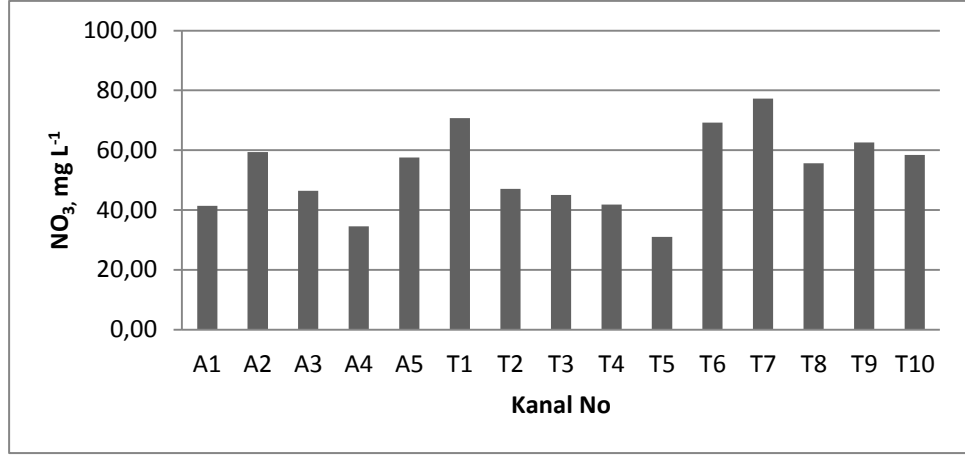
Çizelge 4.1. Deneme alanından alınan su örneklerinin nitrat içerikleri

NO ₃ mg L ⁻¹								
Örnekleme Noktası	18.04. 2014	02.05. 2014	16.05. 2014	27.06. 2014	11.07. 2014	25.07. 2014	08.08. 2014	Ort.
A ₁	53.31	50.50	44.00	38.15	33.14	37.6	33.53	41.46
A ₂	36.47	65.12	78.56	63.10	58.49	63.61	50.61	59.42
A ₃	64.09	22.89	51.83	32.56	20.39	70.85	62.18	46.40
A ₄	60.10	10.04	A.Y.	23.89	20.66	12.38	80.42	34.58
A ₅	57.29	129.65	43.12	39.54	49.03	41.15	43.38	57.59
T ₁	63.64	71.47	A.Y.	68.75	74.91	65.19	80.29	70.71
T ₂	68.22	101.45	A.Y.	42.56	20.26	2.79	A.Y.	47.06
T ₃	67.78	111.78	A.Y.	A.Y.	17.24	13.43	15.14	45.07
T ₄	64.83	65.42	A.Y.	A.Y.	12.91	24.07	A.Y.	41.81
T ₅	42.09	A.Y.	A.Y.	26.15	14.61	16.32	55.99	31.03
T ₆	126.55	78.85	A.Y.	A.Y.	A.Y.	35.11	36.55	69.27
T ₇	115.18	70.88	A.Y.	A.Y.	A.Y.	A.Y.	45.88	77.31
T ₈	92.29	A.Y.	A.Y.	A.Y.	30.38	A.Y.	44.30	55.66
T ₉	91.41	A.Y.	A.Y.	A.Y.	52.58	A.Y.	43.78	62.59
T ₁₀	99.82	A.Y.	A.Y.	A.Y.	42.46	A.Y.	33.10	58.46

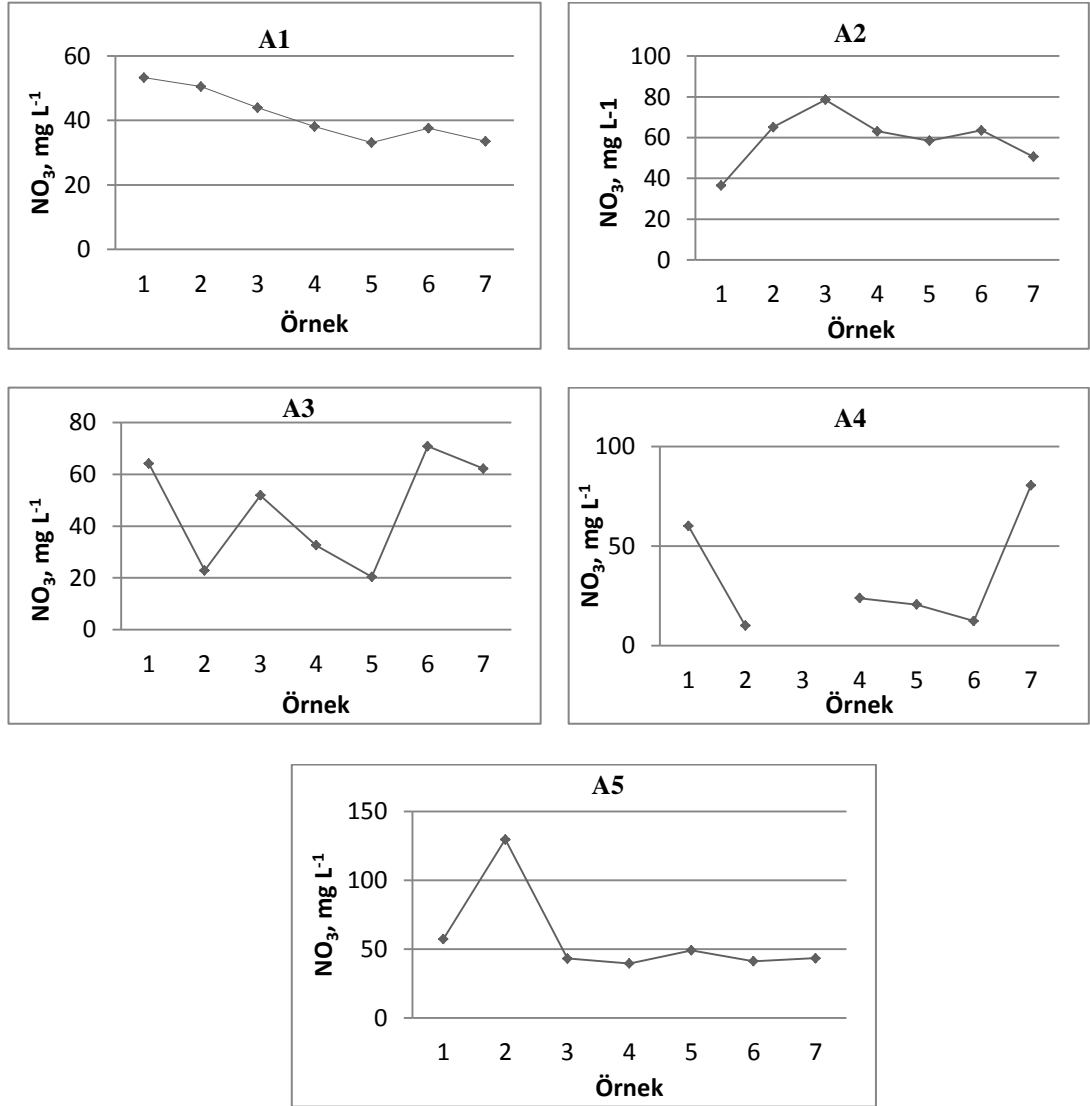
A.Y.: Akış yok

Nisan ayında en düşük nitrat derişimi 36 mg L⁻¹ (T₅) iken, Ağustos ayında bu değer 15.14 mg L⁻¹ (T₃) olarak görülmüştür. Nitrat içeriklerindeki değışkenliğin birçok nedeni arasında verilen gübre miktarı ve zamanı ile uygulanan sulama suyu miktarı önemlidir. Birçok çalışmada gübrelemenin arkasından yapılan aşırı sulamaların NO₃ yıkanmasını önemli düzeyde artırdığı belirtilmektedir.

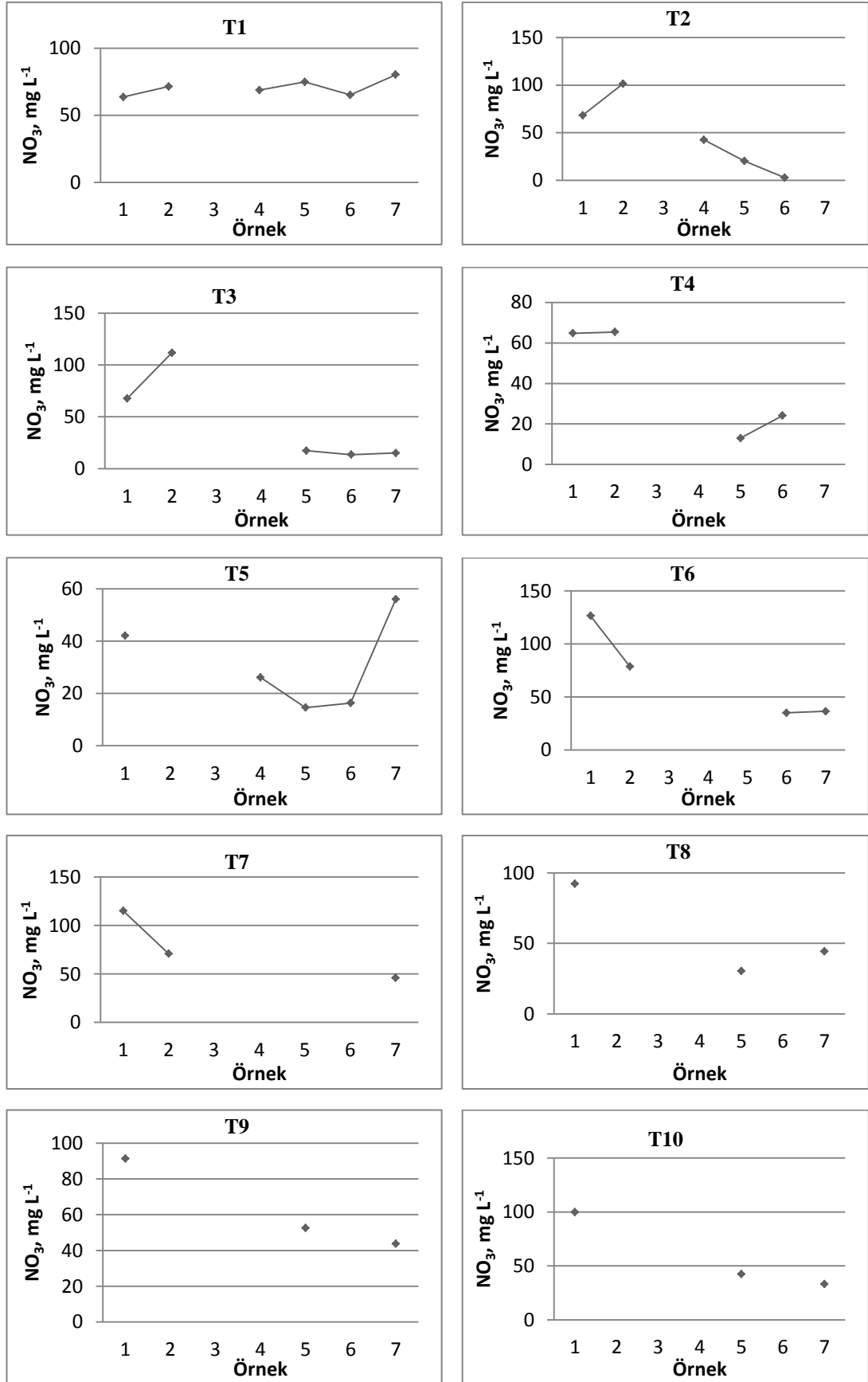
Ovada pamuk ekimi 10-20 nisan tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Uygulanan gübre miktarları önerilenlerden biraz fazla olup, gübreleri kimi çiftçiler ekim öncesi toprağa uygularken kimi çiftçi ise ekimle birlikte uygulamıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ekimle birlikte yapılan gübrelemenin hemen arkasından yapılan sulamaların daha fazla nitrat yıkanmasına neden olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.1. Kanallarda ölçülen ortalama nitrat değerleri



Şekil 4.2. Açık drenaj kanallarından alınan su örneklerindeki nitrat miktarlarının zamansal değişimleri



Şekil 4.3. Toplayıcı dren borularından alınan su örneklerinin nitrat miktarlarının zamansal değişimleri

4.4. Su Örneklerine İlişkin pH Analiz Değerleri

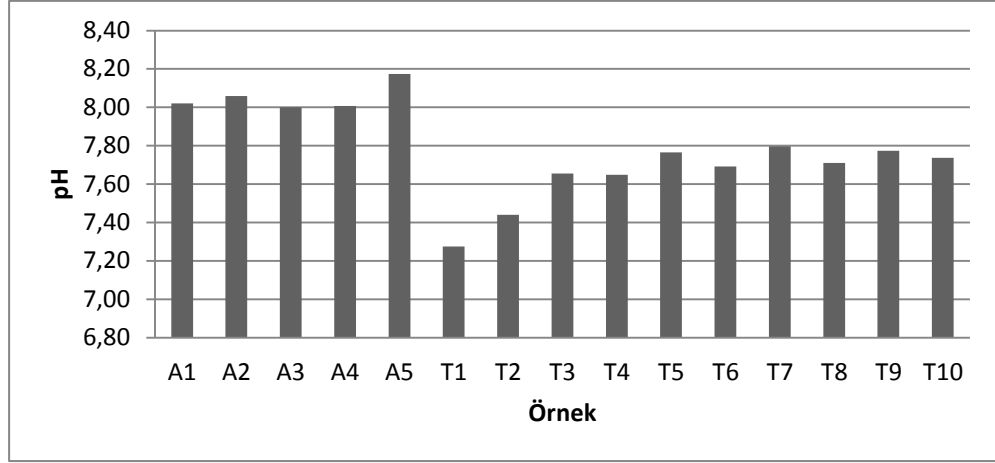
Alınan su örneklerindeki ortalama pH değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme alanından alınan su örneklerinin pH değerleri

pH								
Örnekleme Noktası	18.04. 2014	02.05. 2014	16.05. 2014	27.06. 2014	11.07. 2014	25.07. 2014	08.08. 2014	Ort.
A ₁	8.02	7.98	8.09	7.93	8.29	7.73	8.10	8.02
A ₂	7.90	8.41	7.99	7.89	8.20	7.86	8.16	8.06
A ₃	7.68	8.57	7.75	7.54	8.42	7.93	8.12	8.00
A ₄	7.84	8.26	A.Y.	7.68	8.40	7.76	8.10	8.01
A ₅	7.77	9.75	7.67	7.67	8.25	7.97	8.14	8.17
T ₁	7.20	7.37	A.Y.	7.15	7.89	6.42	7.62	7.28
T ₂	7.51	7.32	A.Y.	7.15	8.24	6.98	A.Y.	7.44
T ₃	7.52	7.45	A.Y.	A.Y.	8.26	7.22	7.83	7.66
T ₄	7.57	7.60	A.Y.	A.Y.	8.07	7.33	7.67	7.65
T ₅	7.62	A.Y.	A.Y.	7.55	8.11	7.78	A.Y.	7.77
T ₆	7.68	7.66	A.Y.	A.Y.	A.Y.	7.67	7.76	7.69
T ₇	7.70	7.72	A.Y.	A.Y.	A.Y.	A.Y.	7.97	7.80
T ₈	7.74	A.Y.	A.Y.	A.Y.	7.51	A.Y.	7.88	7.71
T ₉	7.86	A.Y.	A.Y.	A.Y.	7.56	A.Y.	7.90	7.77
T ₁₀	7.78	A.Y.	A.Y.	A.Y.	7.54	A.Y.	7.89	7.74

A.Y.: Akış yok

Alınan su örneklerinde ortalama en düşük değer 7.28 (T₁), en yüksek değer ise 8.17 (A₅)’dir. Elde edilen sonuçlara göre su örneklerindeki pH değerlerinin genellikle nötr ve orta derecede alkali olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu ortak parametrelerine göre, sulama suyunun pH değerinin 6.5-8.0 arasında olması istenir. Su örneklerinin genel olarak istenen değerler arasında ve sulama suyu için uygun olduğu görülmüştür. Ancak A₁, A₂, A₄ ve A₅ açık drenaj kanallarından alınan su örneklerindeki pH değerlerinin ise belirtilen değerler dışında kaldığı görülmektedir.



Şekil 4.4. Kanallarda ölçülen ortalama pH değerleri

Açık kanallar ve toplayıcı dren borularından Nisan ve Ağustos ayında alınan örneklerde pH değerleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı t-testi ile belirlenmiştir. Mevsim başındaki örneklerle 11 Temmuz'daki 13 örnek, 25 Temmuz'daki 11 örnek için ve 8 Ağustos'taki 13 örnek için elde edilen t değerleri 0.002, 0.355 ve 0.007 bulunmuştur. Buna göre pH değerleri normal bir dağılım göstermemektedir.

4.5. Su Örneklerine İlişkin Elektriksel İletkenlik (EC) Analiz Değerleri

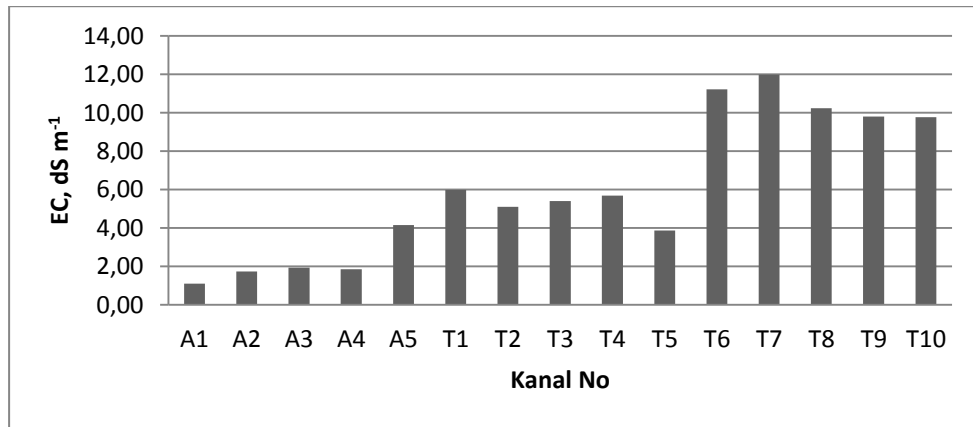
Yapılan analizlere göre su örneklerinde belirlenen EC değerleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Elde edilen verilere göre, 1.11 dS m^{-1} ile A₁, 1.73 dS m^{-1} A₂, 1.93 dS m^{-1} A₃ ve 1.85 dS m^{-1} A₄ açık drenaj kanalından alınan su örnekleri 3.sınıf tuzlu sınıfına girmektedir. Diğer kanallardan alınan su örneklerinin EC değerleri 3.87 dS m^{-1} (T₅) ile 11.98 dS m^{-1} (T₇) arasında değişmekte ve 4.sınıf çok fazla tuzlu sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.3. Deneme alanından alınan su örneklerinin tuz içeriği

EC dS m ⁻¹								
Örnekleme Noktası	18.04. 2014	02.05. 2014	16.05. 2014	27.06. 2014	11.07. 2014	25.07. 2014	08.08. 2014	Ort.
A ₁	1.09	1.26	0.99	0.99	0.98	1.21	1.25	1.11
A ₂	1.19	2.21	0.12	1.35	2.71	2.29	2.27	1.73
A ₃	2.86	4.03	0.68	3.36	0.61	0.78	1.18	1.93
A ₄	2.69	0.79	A.Y.	2.54	0.78	2.02	2.29	1.85
A ₅	8.24	7.77	2.63	3.33	2.16	2.27	2.67	4.15
T ₁	9.49	13.08	A.Y.	6.51	2.49	1.98	2.39	5.99
T ₂	2.81	12.65	A.Y.	8.75	0.61	0.68	A.Y.	5.10
T ₃	11.01	14.30	A.Y.	A.Y.	0.55	0.54	0.63	5.41
T ₄	11.05	14.09	A.Y.	A.Y.	0.92	0.65	1.70	5.68
T ₅	11.02	A.Y.	A.Y.	3.37	0.51	0.56	A.Y.	3.87
T ₆	13.06	24.7	A.Y.	A.Y.	A.Y.	2.93	4.13	11.21
T ₇	13.13	21.8	A.Y.	A.Y.	A.Y.	A.Y.	1.02	11.98
T ₈	9.92	A.Y.	A.Y.	A.Y.	16.72	A.Y.	4.07	10.24
T ₉	10.03	A.Y.	A.Y.	A.Y.	15.22	A.Y.	4.14	9.80
T ₁₀	9.90	A.Y.	A.Y.	A.Y.	15.19	A.Y.	4.19	9.76

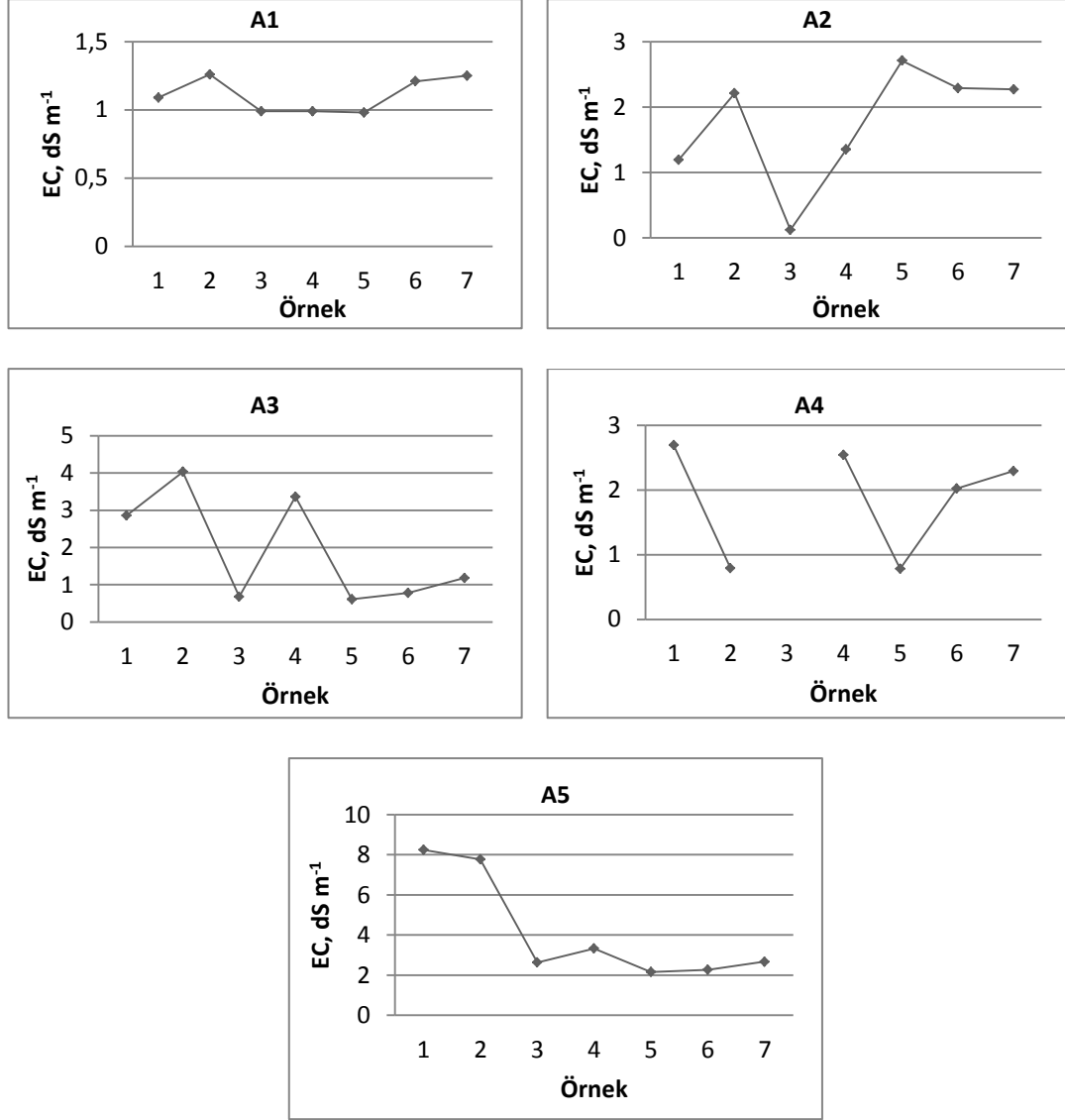
A.Y.: Akış yok

Açık drenaj kanal suları sulama mevsimi başında yüksek tuz içeriğine sahip iken mevsim ilerledikçe tuz içeriklerinin azaldığı görülmüştür. Örneğin Nisan'da A₃ de 2.86 olan Ec değeri, Mayıs ayından itibaren azalarak Temmuzda 0.78 ve 1.18 olarak ölçülmüştür. Benzer eğilimin A₁, A₂ açık drenaj kanalları ve T₂ toplayıcı dren borusu dışındaki örnekleme noktalarında da olduğu görülmüştür (Şekil 4.6 ve 4.7).



Şekil 4.5. Kanallarda ölçülen ortalama EC değerleri

Yüzey altı drenaj sistemlerindeki toplayıcılarda ise her örnekleme zamanında akış olmadığı için bazı dönemlerde örnekleme yapılamamıştır.

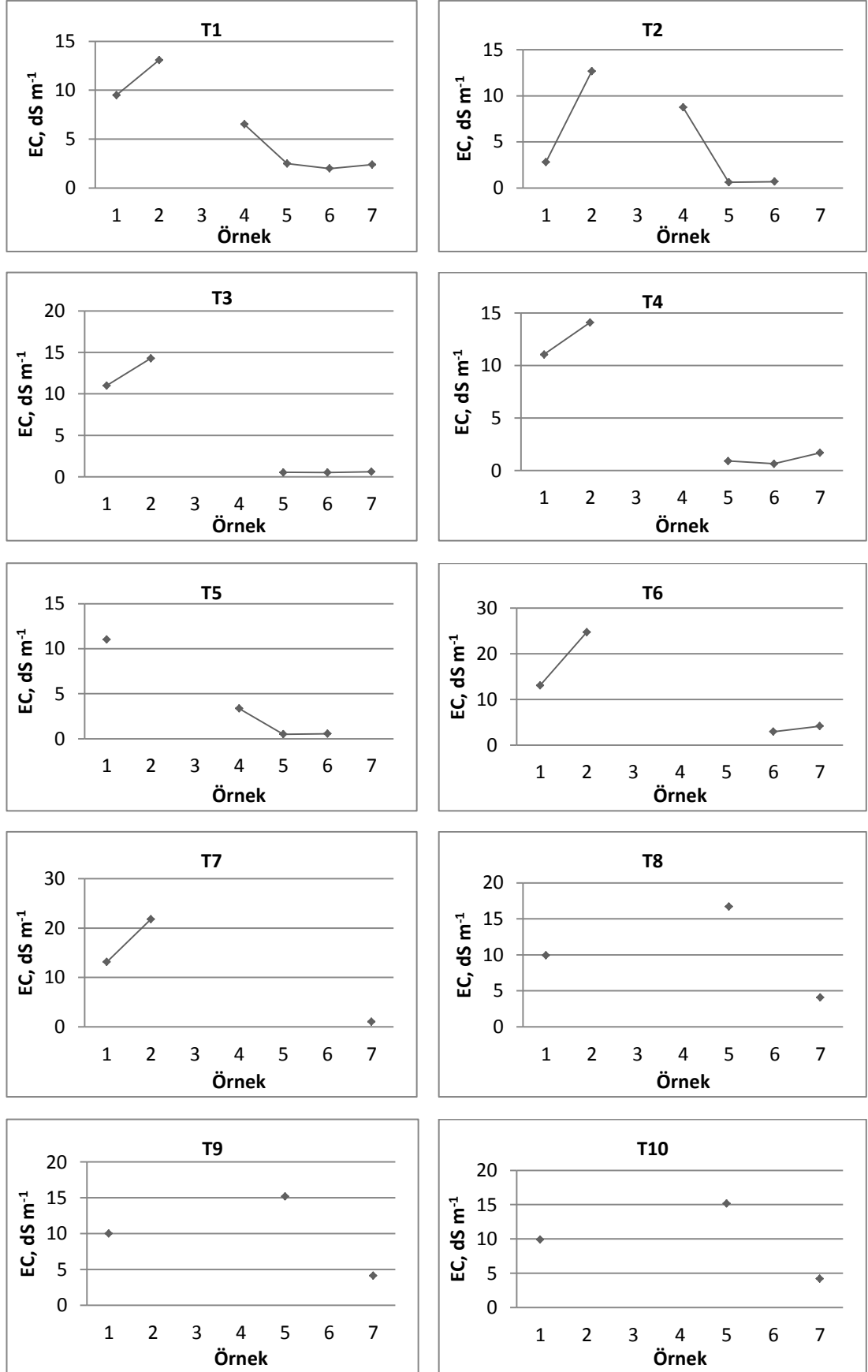


Şekil 4.6. Açık drenaj kanallarından alınan su örneklerindeki EC değerlerinin zamansal değişimleri

Mevsimin ilerleyen dönemlerinde tuzluluğun azalmasının nedeni açık kanallara yüzey sularının karışmasından ileri gelmektedir. Drenaj sularının tuz içeriği bu ova için önemli bir parametredir. Çünkü drenaj suları, sulama sistemi içinde yer yer geri dönüşüm istasyonlarıyla tekrar sulama sistemine verilerek sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Sulama mevsimi içinde yapılan örnekleme zamanlarında, geri dönüşüm sularının tuzluluğunun 0.8-1.5 dS m⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür.

Geri dönüşüm sularının nitrat içerikleri ise açık drenaj kanal sularındakine benzemektedir. Çünkü geri dönüşüm suyu olarak sisteme bu sular verilmektedir.

Açık kanallar ve toplayıcı dren borularından Nisan ve Ağustos ayında alınan örneklerde EC değerleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı t-testi ile belirlenmiştir. Mevsim başındaki örneklerle 11 Temmuz'daki 10 örnek için, 25 Temmuz'daki 11 örnek için ve 8 Ağustos'taki 13 örnek için elde edilen t değerleri 0,002, 0.001 ve 0.0002 bulunmuştur. Elde edilen sonuçların 0.05'den küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre mevsim başında alınan örnekler ile mevsim ilerledikçe alınan örnekler arasında önemli bir fark bulunmakta ve tuzluluk değerleri normal bir dağılım göstermektedir. Görüldüğü gibi mevsim ilerledikçe tuzluluk değerleri önemli düzeyde azalmaktadır.



Şekil 4.7. Toplayıcı dren borularından alınan su örneklerindeki EC değerlerinin zamansal değişimleri

4.6. Su Örneklerine İlişkin Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS) Analiz Değerleri

Toplam Çözünmüş Katı Madde (Total Dissolved Solids), su içinde çözünmüş halde bulunan ve kum filtresi gibi basit filtrasyon yöntemleri ile tutulamayan mineralleri, katyonları, anyonları, ağır metal iyonlarını ve az miktarda organik maddeleri içerir.

Su içinde taşınan katı maddeler toprağın özelliklerini değiştirebilir. Toprağın geçirimsizliğinin bozulması sonucu bitki kökleri yeterince hava ve su alamazlar, dolayısıyla bitkilerin iyi bir şekilde yetişmesi zorlaşır.

Su içerisinde bulunan TDS miktarı ne kadar yüksek ise o kadar çok yabancı madde var demektir. Sulama suyunda TDS miktarının 0-2000 mg L⁻¹ arasında bulunması normal sayılmaktadır.

Açık drenaj kanallarından ve toplayıcı dren borularından alınan su örneklerinde yapılan analizler sonucunda, su örneklerinde bulunan TDS miktarları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme alanından alınan su örneklerinin TDS içerikleri

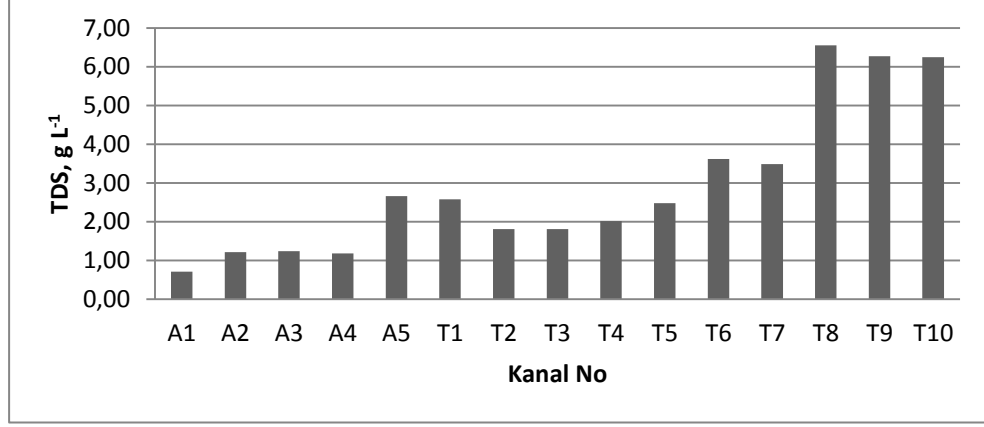
TDS g L ⁻¹								
Örnekleme Noktası	18.04. 2014	02.05. 2014	16.05. 2014	27.06. 2014	11.07. 2014	25.07. 2014	08.08. 2014	Ort.
A ₁	6.80	0.81	0.63	0.63	0.62	0.78	0.80	1.58
A ₂	7.20	1.41	0.78	0.86	1.73	1.46	1.45	2.13
A ₃	1.76	2.58	0.44	2.15	0.39	0.50	0.76	1.23
A ₄	1.77	0.50	A.Y.	1.62	0.50	1.29	1.46	1.19
A ₅	5.40	4.97	1.68	2.13	1.38	1.45	1.71	2.67
T ₁	6.27	0.83	A.Y.	4.17	1.59	1.27	1.53	2.61
T ₂	1.70	0.81	A.Y.	5.60	0.39	0.43	A.Y.	1.79
T ₃	7.06	0.91	A.Y.	A.Y.	0.35	0.34	0.40	1.81
T ₄	7.00	0.90	A.Y.	A.Y.	0.59	0.41	1.09	2.00
T ₅	7.03	A.Y.	A.Y.	2.16	0.32	0.35	A.Y.	2.47
T ₆	8.29	1.58	A.Y.	A.Y.	A.Y.	1.87	2.64	3.60
T ₇	8.57	1.39	A.Y.	A.Y.	A.Y.	A.Y.	0.65	3.54
T ₈	6.48	A.Y.	A.Y.	A.Y.	10.70	A.Y.	2.60	6.59
T ₉	6.42	A.Y.	A.Y.	A.Y.	9.74	A.Y.	2.65	6.27
T ₁₀	6.23	A.Y.	A.Y.	A.Y.	9.72	A.Y.	2.68	6.21

A.Y.: Akış yok

Yapılan analizler sonucunda elde edilen değerlere göre, ortalama en düşük TDS değeri 1190 mg L⁻¹ ile A₄ açık drenaj kanalında, ortalama en yüksek TDS değeri ise 6590 mg L⁻¹ ile T₈ toplayıcı dren borusunda tespit edilmiştir. A₁ (1580 mg L⁻¹), A₃ (1230 mg L⁻¹) ve A₄ (1190 mg L⁻¹) açık drenaj kanalları ile T₂ (1790 mg L⁻¹) toplayıcı dren borusundan alınan su örneklerinde tespit edilen TDS miktarları, sulama suyunda bulunması gereken TDS miktarı sınırları içerisinde yer almaktadır. Ancak, diğer su örneklerindeki değerler 2130 ile 6590 mg L⁻¹ arasında değişmekte ve sınırı aşmaktadır.

Açık kanallar ve toplayıcı dren borularından Nisan ve Ağustos ayında alınan örneklerde TDS değerleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı t-testi ile belirlenmiştir. Mevsim başındaki örneklerle 11 Temmuz'daki 10 örnek, 25 Temmuz'daki 11 örnek için ve 8 Ağustos'taki 13 örnek için elde edilen t değerleri 0.002, 0.001 ve 0.0002 bulunmuştur. Elde edilen sonuçların 0.05'den küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre mevsim başında alınan örnekler ile mevsim

ilerledikçe alınan örnekler arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Buna göre TDS değerleri normal bir dağılım göstermektedir. Mevsim ilerledikçe su örneklerinde bulunan toplam çözünmüş katı madde miktarı azalmaktadır.



Şekil 4.8. Kanallarda ölçülen ortalama TDS değerleri

4.7. Drenaj sularının Sediment İçerikleri

Sediment, bir sıvının bekletilmesi veya santrifüj edilmesi sonucunda dibe çöken maddedir. Açık drenaj kanallarından alınan su örneklerinde 5 L'lik şişelerin dibinde çökelen sediment miktarı tespit edilerek elde edilen değerler Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

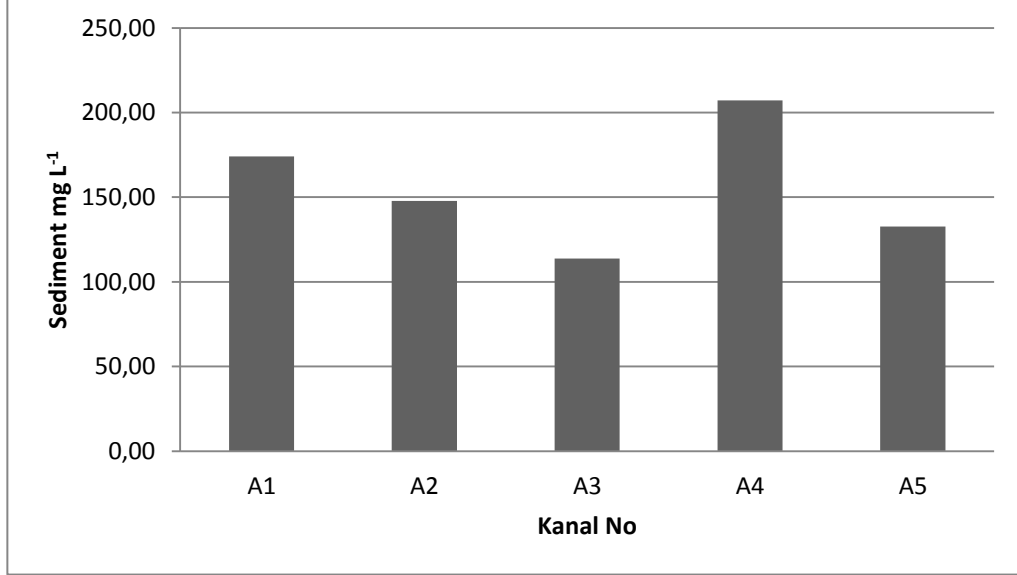
Çizelge 4.5. Açık kanallardan alınan su örneklerindeki sediment miktarları

Sediment mg L ⁻¹								
Örnekleme Noktası	18.04. 2014	02.05. 2014	16.05. 2014	27.06. 2014	11.07. 2014	25.07. 2014	08.08. 2014	Ort.
A ₁	418	54	158	198	184	142	64	174.00
A ₂	428	66	38	250	140	62	50	147.71
A ₃	388	54	40	90	66	84	74	113.71
A ₄	438	104	A:Y.*	194	100	550	64	207.14
A ₅	378	132	62	60	144	88	64	132.57

A.Y.: Akış yok

Yüzey altı drenaj sistemlerinden alınan örneklerde sediment yükleri eseri düzeyde iken açık drenaj kanallarının oldukça yüksektir.

Elde edilen değerlere göre alınan su örneklerinde bulunan ortalama en yüksek sediment miktarı 0.207 (A₄) ve en düşük sediment miktarı ise 0.113 kg m⁻³ (A₃) bulunmuştur.



Şekil 4.9. Açık drenaj kanallarından ölçülen sediment miktarı

Bu verilerle basit bir hesaplama yapılırsa Harran Ovasından saniyede 24 m³ su dışarıya akmaktadır. Buna göre drenaj sularıyla birlikte saniyede 4.97-2.71 kg, 1 günde ortalama 4.97 x 86 400=429 ton, bir yılda ise 429 x 90 gün=38 bin ton sediment drenaj suları ile taşınmaktadır. Bu 10 cm derinlikte bir dekar toprağın ortalama 1250 ton olduğu göz önüne alınırsa, her yıl yaklaşık 25 dekar arazinin verimli üst toprağının drenaj sularıyla taşındığı anlamına gelir. Kuşkusuz bu sedimentle birlikte bitki besin elementleri de taşınmaktadır.

Bu işlemin uzun yıllar devam etmesi halinde ortaya çıkacak durumun boyutlarının ise ürkütücü olduğunu söylemek pek yanlış olmayacaktır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Harran ovasında toprakların tuzlanmasını önlemek ve tuzlu toprakların iyileşmesini sağlamak için inşa edilen serbest akışlı drenaj sistemleri, sistemden beklenen işlev gereği fazla suyu uzaklaştırmaktadır. Ancak drenaj suları kök bölgesindeki tuzların yıkanması yanında, suda çözünen bitki besin elementlerinin de topraktan uzaklaşmasına neden olmaktadır.

Yüzey altı drenaj sistemlerinden oluşan drenaj sularının P ve K konsantrasyonları çok düşük olduğundan bunlarla ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlara göre 1 mm drenaj suyunun nitrat yükü farklı yer ve zamana göre değişmek üzere 25-93 g da⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

Birçok çalışma ovadaki yüzeyaltı drenaj sistemlerinde drene olan su miktarının yılda ortalama 100-120 mm dolayında olduğunu göstermiştir (Bahçeci ve Nacar, 2007).

DSİ (2014) verilerine göre ana tahliye kanalının ortalama debisi 24 m³ s⁻¹ dir. Bu akışın ortalama 100 gün devam ettiği varsayılırsa toplam drenaj suyu (d mm);

$$V = 90 \times 24 \times 86400 = 186\,624\,000 \text{ m}^3 \text{ ve buradan}$$

$$d = 186624000 \text{ m}^3 / 1500000000 \text{ da}$$

$$d = 124 \text{ mm bulunur.}$$

Böylece 1 dekardan taşınan nitrat miktarı en az 25 g x 124 mm =3.10 kg olduğu bulunur. Bahçeci ve ark. (2013)'nin ovada yaptığı bir çalışmada 1.6-2.5 kg nitratın drenaj sularına karıştığını belirlemiştir.

Mevcut tarımsal uygulamalar devam ettiği sürece belirtilen bu değerlerden biraz fazla veya biraz eksik miktarda bitki besin elementi drenaj suları ile uzaklaşarak, uygulanan gübrelerin etkililiği azalacak ve deşarj edildiği alanlarda çevresel sorunların artmasına neden olacaktır.

Drenaj sularının sediment yükleri göz önüne alınarak yapılan değerlendirme ile de her yıl 10 cm derinliğinde yaklaşık 25 dekar toprağın drenaj suları ile taşındığı ortaya çıkmaktadır.

Drenaj sularının toplam çözünebilir madde bakımından oldukça zengin olduğu ve sulama suyu için belirlenen sınırların üstünde olduğu belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Sürdürülebilir su ve toprak yönetimi, dolayısıyla sürdürülebilir bir tarım için, daha geniş kapsamlı araştırmalar yapılmalı ve verilerin dünyadaki gelişmiş ülkelerin verileriyle karşılaştırma yapılması gereklidir.

Özellikle sulanan alanlarda drenaj suyunu azaltan tarımsal ve kültürel önlemlerin yanında kontrollü drenaj ve sığ drenaj gibi drenaj tekniklerinin uygulanması için gerekli projelene ölçütlerini geliştirmeye yönelik çalışmalara öncelik verilmesi gerekmektedir.

Nitratlı gübreler tek seferde verilmemeli ve gübrelemenin arkasından yapılan sulamaların aşırı olmamasına dikkat edilmelidir.

Sulama yöntemi değiştirilmeli yüksek randımanlı sulama sistemleri teşvik edilmeli ve derine sızan su miktarları azaltılmalıdır.

Drenaj suları ile sulama yapılması halinde tuz içerikleri ve toplam çözünmüş madde içerikleri denetlenmeli, gerekirse sulama suyu ile karıştırılarak sulama yapılmalıdır. Basınçlı sulama sistemleri kullanılması halinde ise sisteme zarar vermemesi ve tıkanma olması için çökeltme işleminden sonra kullanılmalıdır.

Çiftçi eğitimi, bitki besin elementlerinin meydana getirdiği çevresel kirliliğin önlenmesi çalışmalarının önemli bir cephesini oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu konu ihmal edilmemesi gereken bir konu olup bölge çiftçisi mutlaka bilgilendirilmeli ve eğitilmelidir.

KAYNAKLAR

- ADDISCOTT, T.M., 1988. Long-term leakage of nitrate from bare unmanured soil. *Soil Use Manage.* 4: 91-95.
- ADDISCOTT, T.M., WHITMORE, A.P. and POWLSON, D.S., 1991. Farming fertilizers and the nitrate problem. CABI Publ., Wallingford, UK.
- ALGOAZANY , A.S.. KALITA P. K., MITCHELL J. K., COOKE R. A. C., and HIRSCHI M C.. 2005. A long Term Monitoring of Agricultural Chemical Transport From A Flat Tile-Drained
- ANONİM, 2014a. http://tr.wikipedia.org/wiki/Harran_ovası (06.07.2014. 15:00).
- ANONİM, 2014b. T.C. Şanlıurfa Valiliği Denetim Komisyonu Başkanlığı Reha Sulama Birliği Denetim Raporu.
- ANONİM, 2014c. <http://www.gencziraat.com/Tarla-Bitkileri/> (11.07.2014. 14:00)
- ANONİM, 2014d. Akdenizde İleri Su Arıtma ve Yeniden Kullanım Bölgesel Eğitim Kursu. 7. Bölüm. Tarımsal ve Bahçe Sulama.
- AYAZ, M., 2014. Harran Ovasında Su-Tuz Dengesinin Belirlenmesinde Wasim Bilgisayar Programının Kullanılabilirliği. Harran Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. 73 sayfa.
- AYYILDIZ, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri Ölçme Bilgisi. Ankara Üniversitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 636. Ders Kitabı: 199.
- BAHÇECİ, İ., 1996. Konya Ovası Sulanan Alanlarında Bitki Besin Element Kayıpları. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı. Yayın No:98. Ankara. 214-228.
- BAHÇECİ, İ., NACAR, A.S. ve BERAKATOĞLU, K., 2005. Gap Bölgesi Harran Ovasında Su ve Tuz Dengesi. *Dünyada Kalkınma İçin Su.* 335-343.
- BAHÇECİ, İ. ve NACAR, A.S., 2007. Estimation of Root Zone Salinity, Using Saltmod, in the Arid Region of Turkey. DOI: 10.1002/Ird.330.
- BAHÇECİ, İ., 2008. Drenaj Mühendisliği Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü 2008/1 340s. Şanlıurfa (Basılmamış).
- BAHÇECİ,İ., TARI, A.F. ve DİNÇ, N., 2008a. Konya Ovasında Yüzeyaltı Drenajın Nitrat Yıkanmasına Etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 12(1):19-26.
- BAHÇECİ, İ., BAL, M.N. ve NACAR, A.S., 2008b. Harran Ovasında Yüzeyaltı Drenaj Sistemi ve Tuz Dinamiği.
- BAHÇECİ, İ., ALMACA, A. ve ÖZTÜRKMEN, A.R., 2013. Harran Ovasında Kontrollü ve Kontrolsüz Drenaj Uygulamalarının Su ve Tuz Dengesi ve Bitki Besin Element Kayıpları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Tubitak Sonuç Raporu.* Proje No: 110 O 835.
- BAKER, J.L. and JOHNSON, H.P., 1981. Nitrate-Nitrogen in Tile Drainage as Affected by Fertilization. *Journal of Enviromental Quality.* 10, 519-522.

- BAL, M.N., 2007. Harran Ovasında Yüzeyaltı Drenaj Sistemlerinde Toprağın Bazı Özelliklerinden Yararlanılarak Zarf Malzemesi Gereksiniminin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. 78 sayfa.
- BEAUDOIN, N., SAAD, J.K., VAN, L., MACHET, J.M., MAUCORPS, J. and MARY, B., 2005. Nitrate Leaching in Intensive Agriculture in Northern France: Effect of Farming Practices, Soils and Crop Rotations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 111(1-4):292-310).
- BEREKATOĞLU, K. ve BAHÇECİ, İ., 2005. Harran Ovasında Drenaj Kanal Sularının Sulamada Kullanılma Olanakları. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(3):43-52
- BJORNEBERG, D.L., KANWAR, R.S. and MELVIN, S.W., 1996. Seasonal Changes in Flow and Nitrate-N Loss from Subsurface Drains. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 39:961-976.
- BOUWER, H., 1990. Agricultural chemicals and groundwater quality. *Journal of Soil and Water Conservation*. 45(2):184-189.
- CAUSAPE, J., QUILEZ, D. and ARAGUES, R., 2004. Assessment of Irrigation and Environmental Quality at the Hydrological Basin Level II. Salt and Nitrate Loads in Irrigation Return Flows. *Agricultural Water Management*. 70:211-228.
- CAUSAPE, J., QUILEZ, D. and ARAGUES, R., 2006. Irrigation Efficiency and Quality of Irrigation Return Flows in the Ebro River Basin: An Overview. *Environmental Monitoring and Assessment*. 117:451-461.
- CUTTLE, S.P. and GILL, E.K., 1991. Concentrations of Nitrate in Soil Water Following Herbicide Treatment of Tree Planting Positions in an Upland Agroforestry System. *Agroforestry System*. 13:225-234. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- ÇAÇIK, S., 2008. Konya Karatay Çengilli Köyü Arazilerinin Tuzluluk-Sodyumluluk Yönünden İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 60 sayfa.
- ÇATALKAYA, V., 2013. Şanlıurfa Harran Ovası VI. Kısım Kapalı Drenaj Sistemi Etkinliğinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 44 sayfa.
- ÇEVİK, B., 2002. Sulama ve Drenaj. Çukurova Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Ders Kitabı. Yayın No:243:A-77.
- ÇULLU, M.A., KARAKAŞ, S., DİNÇ, U. ve ŞAHİN Y., 2004. Classification of Soils of Şanlıurfa in Soil Taxonomy, FAO/UNESCO and WRB Classification Systems. *International Soils Congress*. Erzurum, Turkey.
- DAVİD, M.B. and GENTRY, L.E., 2000. Antropogenic Inputs of Nitrogen and Phosphorus and Riverine Export for Illinois, USA. *J. Environ. Qual.* 29:494-508.
- DAVIS, D.M., GOWDA, P.H., MULLA, D.J. and RANDALL, G.W., 2000. Modeling Nitrate-Nitrogen Leaching in Response to Nitrogen Fertilizer Rate and Tile Drain Depth or Spacing for Southern Minnesota, USA . *Journal of Environmental Quality*. 29:1568-1581.
- DEAL, S.C., GILLIAM, J.W. SKAGGS, R.W. and KONYHA, K.D. 1986. Prediction of nitrogen and phosphorus losses as related to agricultural drainage system design. *Agriculture Ecosys & Environ.* 18:37-51.

- DRURY, C. F., TAN, C. S. GAYNOR, J. D. OLOYA, T. O. and WELACKY, T. W. (1996). Influence of controlled drainage-subirrigation on surface and tile drainage nitrate loss. *Journal of Environmental Quality* 25:317-324.
- DSİ, 2014. Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve tuzluluk sorunları inceleme raporu, DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa
- EVANS, R.O., GILLIAM J.W., SKAGGS R.W., and LEMKE, W.L. 1987. Effects of agricultural water management on drainage water quality. pp. 210-219. In: *Drainage Design and Management. Fifth National Drainage Symposium. Am. Soc. Ag. Eng., Dec. 14-15, Chicago, Ill.*
- EVANS, R.O., GILLIAM, J.W. and SKAGGS, R.W. 1989. Effects of Agricultural Water Table Management on Drainage Water Quality. *Water Resources Research Institute of The University of North Carolina, Report no. 237. Raleigh, NC. 87 p.*
- EVANS, R. GILLIAM, J.W. and SKAGGS, W. 1996. *Controlled Drainage Management Guidelines For Improving Drainage Water Quality. Published by: North Carolina Cooperative Extension Service Publication Number: AG 443 Last Electronic Revision: June 1996 (KNS)*
- FENELON, J.M. and MOORE, R.C., 1998. Transport of Agrichemicals to Ground and Surface Water in a Small Central Indiana Watershed. *J. Environ. Qual.* 27:884-894.
- FINCK, H.F., 1987. Nitrate Pollution of Groundwater the Possibilities for Agriculture to Adapt. *Schriften Reihe-des Bundesministers für Ernährung; Landwirtschaft and Forsten. A-Angewandte Wissenschaften* 1987, No:347(1), 254 pp
- FOUSS, J. L., SKAGGS, R. W. FAUSEY, N. R. and PITTS D. J., 2002 *American Society of Agricultural and Biological Engineers. Implementing controlled drainage technology to reduce nitrate losses in drainage water. ASABE*
- GAST, R.G., NELSON, W.W. and RANDALL, G.W., 1978. Nitrate accumulation in soils and loss in tile drainage following nitrogen applications to continuous corn. *Journal of Environmental Quality.* 18 : 258 – 261 .
- GERÇEK, S., 1999. Şanlıurfa-Harran Ovası Fırat Sulama Birliği Sahasındaki Sulama Suyu Dağıtım ve Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 99 sayfa.*
- GILLIAM, J.W., SKAGGS, R.W. and WEED. S.B. 1978. An Evaluation of the Potential for Using Drainage Control to Reduce Nitrate Loss From Agricultural Fields to Surface Waters. *Water Resources Research Institute of The University of North Carolina, Report no. 128. Raleigh, NC. 108 p.*
- GILLIAM, J.W., SKAGGS, R.W. and WEED, S.B. 1979. Drainage control to reduce nitrate loss from agricultural fields. *J. Environ. Qual.* 8:137-142.
- GOOLSBY, D.A., BATTAGLIN, W.A., AULENBACH, B.T., and HOOPER, R.P., 2001. Nitrogen input to the Gulf of Mexico. *Journal of Environmental Quality.* 30:329-336 .
- GOSS, M.J., HOWSE, K.R., LANE, P.W., CHRISTIAN, D.G. and HARRIS, G.L., 1993. Losses of Nitrate-Nitrogen in Water Draining from under Autumn- Sown Crops Established by Direct Drilling or Mouldboard Ploughing. *Journal of Soil Science.* 44(1):35-48.
- GOSS, M.J., COLBURN, P., HARRIS, G.L. and HOWSE, K.R., 1988. Leaching of nitrogen under autumn sown crops and the effects of tillage: Nitrogen efficiency in agricultural soils. *Elsevier Applied Science. England. pp:269-282.*

- GOSS, M.J., HOWSE, K.R., CHRISTIAN, D.G., CATT, J.A. and PEPPER, T.J., 1998. Nitrate leaching: modifying the loss from mineralized organic matter . *Journal of. Soil Science.* 49:649 – 659.
- HARRIS, G.L., GOSS, M.J., DOEDEL, R.J., HOWSE, K.R. and MORGAN P., 1984. A study of Mole Drainage with Simplified Cultivation for Autumn-Sown Crops on a Clay Soil. 2. Soil Water Regimes, Water Balances and Nutrient Loss in Drain Water, 1978–80. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge.*102:561-581
- JAYNES, D.B., HATFIELD, J.L. and MEEK, D.W., 1999. Water Quality in Walnut Creek Watershed: Herbicides and Nitrote in Surface Waters. *J. Environ. Qual.* 28:45-59.
- JAYNES, D.B., COLVIN, T.S., KARLEN, D.L., CAMBARDELLA, C.A. and MEEK, D.W., 2001. Nitrate Loss in Subsurface Drainage as Affected by Nitrogen Fertilizer Rate. *Journal of Environmental Quality.* 30:1305-1314.
- KALE, S., TARI, A.F. ve DİNÇ, N., 2009. Drenaj Sularının Kontrollü Drenaj Sistemleri ile Tarımda Kullanım Olanakları. 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, Konya. 465-470.
- KALITA, P. K. and KANWAR, R. S. 1993. Effect of water table management practices on the transport of nitrate-N to shallow groundwater. *Transactions of the ASAE* 36(2): 413-422
- KLADIVKO, E.J., VAN SCOYOC, G.E., MONKE, E.J., OATES, K.M. and PASK, W., 1991. Pesticide and Nutrient Movement into Subsurface Tile Drains on a Silt Loam Soil in Indiana. *Journal of Environmental Quality.* 20:264-270.
- KLADIVKO, E.J., FRANKENBERGER, J.R., JAYNES, D.B., MEEK, D.W., JENKINSON, B.J. and FAUSEY ,N.R., 2004. Nitrate Leaching to Subsurface Drains as Affected by Drainspacing and Changes in Crop Production System. *Journal of Environmental Quality.* 33(5):1803 – 1813.
- LOGAN, T.J., RANDALL, G.W. and TIMMONS, D.R., 1980. Nutrient Content of Tile Drainage from Cropland in the North Central Region. *North Central Regional Research Pub.* 268, Ohio Agric, Research and Development Center, Wooster, OH, 16 pp.
- LORİTE, H.M. and ESPINOSA, R.J., 2008. Impact of Agricultural Activity and Geologic Controls on Groundwater Quality of the Alluvial Aquifer of the Guadalquivir River (Province of Jae'n, Spain): A Case Study. *Environmental Geology.* 54:1391–1402.
- MADRAMOTO C.A., WIYO K.A. and P., ENRIGHT. 1992. Nutrient Losses Through Tile Drains From Patato Fields. *Applied Engineering in Agriculture.* 8:639-646.
- MARTİNEZ-ALCANTARA, B., QUINONES, A., PRIMO-MILLO, E. and LEGAZ, F., 2011. Nitrogen Remobilization Response to Current Supply in Young Citrus Trees. *Plant Soil.* 342:433–443.
- MARTİNEZ-ALCANTARA, B., QUINONES, A., GINER-FORNER, M.A., IGLESIAS J.D., PRIMO-MILLO, E. and LEGAZ, F., 2012. Impact of Fertilizer-Water Management on Nitrogen Use Efficiency and Potential Nitrate Leaching in Citrus Trees. *Soil Science and Plant Nutrition.* 58:659- 669.
- MGM, 2014. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 2013-2014 Yılı İklim Verileri.

- MUNSTER, C.L., SKAGGS R.W., and PEMMIREDDY V.R.. (1995). Effect of water table management on the fate of the pesticide aldicarb. *Transactions of the ASAE*. Vol. 39(1):55-66.
- NGUYEN, H.Q., 2012. Impacts of Long-Term Application of Poultry Manure on Subsurface Drain Water Quality. Iowa State University. Doctor of Philosophy.
- OOSTERBAAN R.J, (1988). Agricultural drainage criteria for drainage a systems analysis. *Agricultural Water management*, 14, pp, 79-88.
- ÖDEMİŞ, B., 2003. Sulamada Tuzlu Su Kullanımı, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 8(1-2): 83-94, Hatay.
- PAYNE, M.R., 1989. Form Waste and Nitrate Pollution Agriculture and the Environment. *Proceedings of the Institution of Water and Environmental Management Annual Symposium, 1989, 27-33; 10 ref.* LONDON. UK; Institution of Water and Environmental Management.
- PEREGO, A., BASILE, A., BONFANTE, A., DE MASCELLIS, R., TERRIBILE, F., BRENNAN, S. and ACUTIS, M., 2012. Nitrate Leaching under Maize Cropping Systems in Po Valley (Italy). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 147:57–65.
- RANDALL, G.W. 2000. Nitrogen Management and its Influence on N Losses to Surface Water through Subsurface Tile Lines. 2. In *Proc. 30th North Central Extension-Industry Soil Fertility Conf. 15 November. St. Louis, MO. pp.14- 3*
- RANDALL, G.W., 2004. Subsurface drain flow characteristics during a 15-year period in Minnesota. 8th Intl. Drainage Symp. Drainage VIII. 21–24 March, 2004. Sacramento, CA. ASAE.
- SAGIR, H. 2013. Çukurova bölgesinde drenaj sularında nitrat konsantrasyonlarının zamansal değişimi. Çukurova Üniversitesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 83 sayfa.
- SALTOĞLU, F., 1998. Misis (Yakapınarı-Adana) Zirai Drenaj Sularında Ağır Metal Analizleri. Çukurova Üniversitesi. Jeoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 79 sayfa.
- SAVCI, M.E., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzlu Sularla Sulama. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Hidrolik Anabilim Dalı. 22 sayfa.
- SCHEPERS, J.S., FRANK, K.D. and WATTS, D.G., 1985. Influences of Irrigation and Nitrogen Fertilization on Groundwater Quality. *Relation of Groundwater Quantity and Quality*. IAHS Press, Inst. Hydrology, Wallingford, Oxfordshire IAHS Pub. No. 146; pp. 21-32.
- SKAGGS, R. W. and GILLIAM J. W.. 1981. Effect of drainage system design and operation on nitrate transport. *Transactions of the ASAE* 24(4):929-934.
- SKAGGS, R.W., TABRIZI, A. and FOSTER G.R. 1982. Subsurface drainage effects on erosion. *J. Soil and Water Conserv.* 37:167-172.
- SÖNMEZ, I., KAPLAN, M and SÖNMEZ, S., 2007. Investigation of Seasonal Changes in Nitrate Contents of Soils and Irrigation Waters in Greenhouses Located in Antalya-Demre Region. *Asian Journal of Chemistry*. 19(7):5639-5646.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M., 1987. Fight Against Nitrate Leaching from Agricultural Soils. *Verslagen en Mededelingen, Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO*. No:38, 679-685.

- TOKMAK, S. 1995. Kumluca ve Finike Yörelerinde Tarımda Kullanılan Azotlu Gübrelerin Çevre Kirliliğine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi. Toprak Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 92 sayfa.
- TUİK, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/> (15.07.2014. 13:15)
- TUNCAY, H., 1986. Su Kalitesi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Teksiri, Bornova, İZMİR.
- UYGAN, D., 1998. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanılma Olanaklarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 106 sayfa.
- VACLAV, B., VLADİMİR, P., JAROSLAV, S. and JAROSLAV, U., 1989. Impact of Diffuse Nitrate Pollution Sources on Groundwater Quality Some Examples from Czechoslovakia. Environmental Health Perspectives Vol. 83, pp. 5-24.
- WHO, 1985. Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization, Geneva. 160 p.
- YAHŞİ, R., 1981. Su ve Toprak Kaynaklarının Kirlenmesi ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünün Su Kirliliği ile ilgili Çalışmaları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri. Cilt II., Sayfa 661-679.
- YARPUZLU, A., 1999. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1998. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:108, Ankara.
- ZABUNOĞLU, S. ve KARAÇAL, İ. 1986. Çevre Kirliliği ve Kirleticilerin İnsan Bedenine Etkileri. Sempozyum Bildirileri, 6-8 Ocak 1986, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Ceren BİLGİÇ
Uyruğu :T.C
Doğum Yeri ve Tarihi :İzmir, 1988
e-mail :cerenbilgic@harran.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:Bayraklı Lisesi Bayraklı/İZMİR	2006
Üniversite	:Süleyman Demirel Üniversitesi/ISPARTA	2011
Yüksek Lisans	:Harran Üniversitesi/Şanlıurfa	2014

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012-	Harran Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

-Sulama
-Drenaj

YABANCI DİLLER

İngilizce ---İyi Düzey
(Konuşma-Yazma-Anlama)

KATILDIĞI SEMİNER VE SEMPOZYUMLAR

- 8.Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu (25-28 Eylül 2013 KONYA)
- 2.Ulusal Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu (31 Ekim-2 Kasım 2013 DENİZLİ)
- Tarımda 2023 Perspektifi Çalıştayı (Kasım 2013 ŞANLIURFA)
- “Havzadan Tarlaya Su Kaynakları Yönetiminde Güncel Yaklaşımlar” Çalıştayı (1-5 Temmuz 2013 SAMSUN)
- 12.Ulusal Kültürteknik Sempozyumu (21-23 Mayıs 2014 TEKİRDAĞ)

YAYINLAR

Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler :

1. **Bilgiç C.**, Bekişli M.İ., Gürsöz S., 2013. Asma Fidanı Üretilen İşletmelerde Fidan Üretimi Ve Sulaması Üzerine Bir Çalışma. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A (Basımda)

2. Bekişli M.İ., **Bilgiç C.**, Gürsöz S., 2013. Şanlıurfa İli Bağ Alanlarının Mevcut Durumu Ve Sulama Sistemlerinin Değerlendirilmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A (Basımda)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. Bekişli M.İ., **Bilgiç C.**, Gürsöz S., 2014. Bağcılıkta Sulamanın Önemi. 12. Ulusal Kültür Teknik Sempozyumu-Tekirdağ. (Basımda)

2. **Bilgiç C.**, Bekişli M.İ., Gürsöz S., 2014. Susuz Koşullarda Yetiştirilen Merlot Çeşidinde Farklı Budama Düzeylerinin Verim Ve Kaliteye Etkisi. 12. Ulusal Kültür Teknik Sempozyumu-Tekirdağ. (Basımda)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve özet bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. Bekişli M.İ., **Bilgiç C.**, Gürsöz S., 2013. Susuz Koşullarda Yetiştirilen Syrah Çeşidinde Farklı Budama Düzeylerinin Verim Ve Kaliteye Etkisi. 2. Ulusal Bağcılık Ve Şarapçılık Sempozyumu-Denizli.(Sunulu Bildiri)

Diğer Yayınlar:

1. Gürsöz S., **Bilgiç C.**, Bekişli M.İ., 2013. Bağcılıkta Sulama. Tarım Türk Dergisi Gübreleme ve Sulama Eki

