T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARRAN OVASINDA ÇİFTÇİ KOŞULLARINDA SU BÜTÇESİ ÖĞELERİNİN İZLENMESİ VE SU UYGULAMA RANDIMANININ SAPTANMASI

Recep KARAKAYA

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARRAN OVASINDA ÇİFTÇİ KOŞULLARINDA SU BÜTÇESİ ÖĞELERİNİN İZLENMESİ VE SU UYGULAMA RANDIMANININ SAPTANMASI

Recep KARAKAYA

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK danışmanlığında, Recep KARAKAYA'nın hazırladığı "**Harran Ovasında Çiftçi Koşullarında Su Bütçesi Öğelerinin İzlenmesi ve Su Uygulama Randımanının Saptanması**" konulu bu çalışma 07/12/2018 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. Mehmet ŞİMŞEK .....

Üye : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU .....

Üye : Prof. Dr. Mahmut ÇETİN .....

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

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 18111

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

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
3. MATERYAL ve YÖNTEM 11
3.1. Materyal 11
3.1.1. Çalışma alanı 11
3.1.2. Araştırma alanı İklim Durumu 12
3.1.3. Harran Ovasının topoğrafik özellikleri 13
3.1.4. Çalışma alanının toprak özellikleri 13
3.1.5. Su kaynakları 14
3.1.6. Harran Ovası drenaj sistemleri 15
3.1.7. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi 17
3.1.8. Araştırma süresince kullanılan gübreleme ve ilaçlama 17
3.2. Yöntem 17
3.2.1. Sulama suyu hesabı 17
3.2.2. Mevsimlik bitki su tüketimi 18
3.2.3. Toprak nem içeriklerini tayini 20
3.2.4. Askıda katı madde analizi 21
3.2.5. Araştırma alanı toprakların pH ve EC değerlerinin belirlenmesi 22
3.2.6. Sulama, yüzey akış ve derine sızma sularının analizleri 23
3.2.7. Pamuk verimi 24
3.2.8. Çırçır randımanı 24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 26
4.1. Bulgular 26
4.1.1 Su Bütçesi 26
4.1.2 Mevsimlik bitki su tüketimi 30
4.1.3 Toprak nem içeriklerinin belirlenmesi 31
4.1.4. Askıda katı madde analizi 35
4.1.5. Araştırma alanı topraklarının pH ve EC analiz sonuçları 39
4.1.6. Sulama suyu analiz sonuçları 43
4.1.7. Çalışma alanı pamuk verimi 50
4.1.8. Pamuk çırçır randımanı 51

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 52
KAYNAKLAR 55
ÖZGEÇMİŞ 59

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASINDA ÇİFTÇİ KOŞULLARINDA SU BÜTÇESİ ÖĞELERİNİN İZLENMESİ VE SU UYGULAMA RANDIMANININ SAPTANMASI

Recep KARAKAYA

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
Yıl: 2018, Sayfa: 59

Bu çalışmada, Harran Ovasında üretici parselinde pamuk bitkisinin mevsimlik sulamaları izlenmiştir. Tüm sulamalarda, sulama suyu (IW), yüzey akış (R_f) ve derine sızma (D_p) sularının debileri ve hacimsel su miktarları ölçülmüştür. Her sulamada; su numunelerinde suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri detaylı analizlerle saptanmıştır. Araştırma süresince tav sulama dahil toplam yedi sulama gerçekleştirilmiş ve pamuk bitkisi için bir mevsim boyunca 1949 mm su uygulanmıştır. Toprak kök bölgesinin kuru olması nedeniyle ekim öncesindeki tav sulamada en yüksek su seviyesi 323 mm iken en düşük 226 mm'dir. Sulama randımanlarının %30-43 arasında olması konvansiyonel sulamaların yöntemlerine bağlı kalınmadan aşırı sulamaların tüm sulamalarda baskın olduğunu göstermektedir. IW, R_f ve D_p de; pH, elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla 7.22-8.77, 365-2310 µS cm^{-1} ve 6.53-7.54 mg L^{-1} arasında bulunmuştur. Toprakların pH ve elektriksel iletkenlik değerleri 7.52-8.09 ve 450-859 µS cm^{-1} saptanmıştır. Pamuk hasat döneminde elde edilen numunelerde ortalama verim ve çırçır randımanı 550 kg da^{-1} ve %46 olarak hesaplanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Harran Ovası, toprak-su, pamuk

ABSTRACT

MSc Thesis

MONITORING OF WATER BUDGET COMPONENTS IN THE FARMING CONDITIONS AT HARRAN PLAIN AND DETERMINATION OF WATER APPLICATION EFFICIENCY

Recep KARAKAYA

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

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
Year: 2018, Page: 59

In this study, seasonal irrigation for cotton plant was observed in the parcel of the producer in Harran Plain. Flow rates and volumetric water amounts of irrigation water (IW), surface runoff (R_f), and deep percolation (D_p) were measured in all irrigations. In every irrigation, the physical and chemical properties of water samples were determined by detailed analysis. During the research, a total of seven irrigations including pro-sowing irrigation were carried out and 1949 mm of water was applied for the cotton plant during a season. Due to dryness of the soil root area, the highest water level was 323 mm prior to sowing and the lowest was 226 mm. Irrigation efficiency between 30-43% showed that over-irrigation was dominant for all irrigations irrespective of the conventional irrigation methods. pH, electrical conductivity, and dissolved oxygen of IW, R_f, and D_p were found as 7.22-8.77, 365-2310 µS cm^{-1} and 6.53-7.54 mg L^{-1}, respectively. The pH and electrical conductivity of the soil were found as 7.52-8.09 and 450-859 cmS cm^{-1}. The average yield and gin yield of the samples obtained during the cotton harvest period were calculated as 550 kg da^{-1} and 46%.

KEY WORDS: Harran plain, soil-water, cotton

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bilgi, öneri, yardım ve desteğini esirgemeyen ayrıca engin fikirleriyle akademik anlamda yetişme ve gelişmeme katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında engin ve değerli fikirleriyle yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU ve Sayın Prof. Dr. Mahmut ÇETİN'e teşekkürü bir borç bilim.

Lisans ve Yüksek Lisans süreci boyunca beni her zaman destekleyen, her çalışmamda yardımcı olan ve engin teknik bilgilerini esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Sabri AKIN'a teşekkür ederim.

Her konuda bana rehberlik yapan yardım ve desteğini esirgemeyen abim Zir. Müh. Serdar KARAKAYA'ya teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, sabrını ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen hep yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Tezimin tüm ülkeye faydalı olması dileğiyle…

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dünyanın ve Türkiye'nin sektörel su dağılımları 2
Şekil 1.2. Fırat-Dicle havzasının Türkiye'deki konumu 3
Şekil 3.1. Araştırma alanı görüntüsü 11
Şekil 3.2. Araştırma alanın sifon ile sulanması 14
Şekil 3.3. Şanlıurfa ve Harran Ovası sulama birlikleri şebeke planı (Anonim, DSİ2018) 15
Şekil 3.4. Araştırma alan derine sızma sularının yedek drenaj kanalına dökülmesi 16
Şekil 3.5. Araştırma alanında bulunan 180'lik kanaletten hız okuması 18
Şekil 3.6. Araştırma alanı yüzey akış sularının tahliye kanalına dökülmesi 20
Şekil 3.7. Araştırma alanından toprak örneği alınması 21
Şekil 3.8. Askıda katı madde düzeneği 22
Şekil 3.9. Çalışma alanı topraklarının süzük çıkarımı 23
Şekil 3.10. Araziden alınan numunelerin çırçır randımanının saptanması 25
Şekil 4.1. Araştırma alanı topraklarının 0-30 cm derinliğindeki nem dağılımı 33
Şekil 4.2. Araştırma alanı topraklarının 30-60 cm derinliğindeki nem dağılımı 33
Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının 60-90 cm derinliğindeki nem dağılımı 34
Şekil 4.4. IW sularının sulamalara göre AKM dağılımları 37
Şekil 4.5. R_f sularının sulamalara göre AKM dağılımları 37
Şekil 4.6. D_P sularının sulamalara göre AKM dağılımları 38
Şekil 4.7. Araştırma topraklarının 0-30 cm derinliğinde ki pH dağılımı 40
Şekil 4.8. Araştırma topraklarının 30-60 cm derinliğinde ki pH dağılımı 40
Şekil 4.9. Araştırma topraklarının 60-90 cm derinliğinde ki pH dağılımı 41
Şekil 4.10. Araştırma topraklarının 0-30 cm derinliğinde ki EC dağılımı 42
Şekil 4.11. Araştırma topraklarının 30-60 cm derinliğinde ki EC dağılımı 42
Şekil 4.12. Araştırma topraklarının 60-90 cm derinliğinde ki EC dağılımı 43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Şanlıurfa ili uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri 12
Çizelge 3.2. Şanlıurfa ili 2017 yılına ait iklim verileri 13
Çizelge 3.3. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri 14
Çizelge 3.4. Çalışma alanında kullanılan suların detay analizlerindeki incelenen parametreler 24
Çizelge 4.1. Araştırma alanına ait su bütçesi 26
Çizelge 4.2. Araştırma süresince uygulanan sulamaların tarihleri 27
Çizelge 4.3. Araştırma alanı toprakların sulama öncesinde nem içerikleri 31
Çizelge 4.4. Çalışma alanı sularının AKM (mg L^{-1}) sonuçları 35
Çizelge 4.5. Mevsimlik parselden kaybedilen AKM (mg L^{-1}) değerleri 38
Çizelge 4.6. Araştırma alanı topraklarının pH değerleri 39
Çizelge 4.7. Araştırma alanı topraklarının EC (µS cm^{-1}) değerleri 41
Çizelge 4.8. Sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularının pH değerleri 44
Çizelge 4.9. Sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularının EC (µS cm^{-1}) değerleri 45
Çizelge 4.10. Sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularının DO değerleri 46
Çizelge 4.11. IW'nin Analiz Sonuçları 47
Çizelge 4.12. R_f Analiz Sonuçları 48
Çizelge 4.13. D_p Analiz Sonuçları 49
Çizelge 4.14. Arazinin farklı noktalarından alınan pamuk verimleri 50
Çizelge 4.15. Çalışma alanı pamuk çırçır randımanı 51

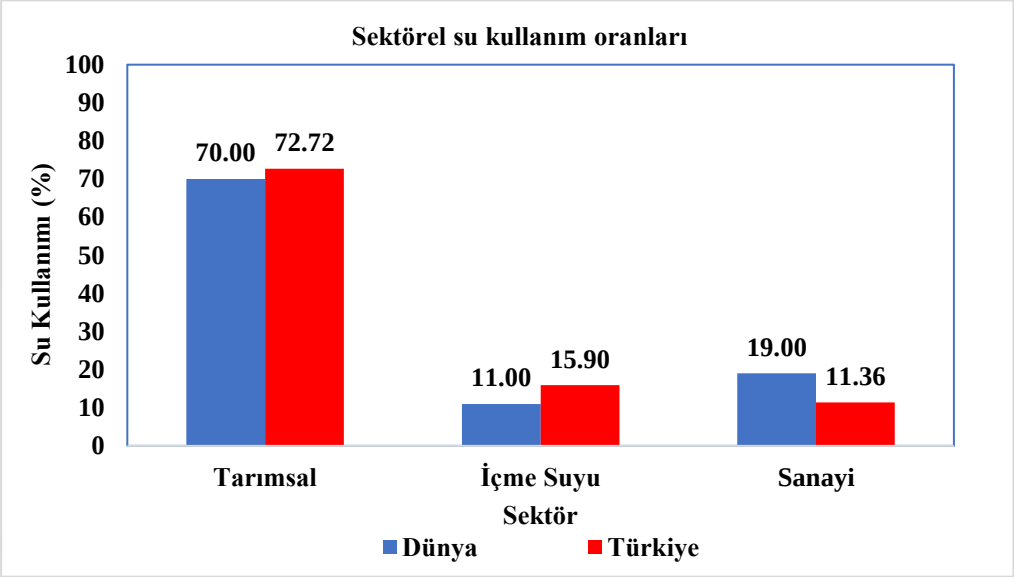
SİMGELER DİZİNİ

IW	Sulama suyu
R_f	Yüzey akış
D_p	Derine sızma
ha	Hektar
da	Dekar
AKM	Askıda Katı Madde
kg da^{-1}	kilogram $dekar^{-1}$
kg ha^{-1}	kilogram $hektar^{-1}$
g	Gram
Na^{+}	Sodyum
K^{+}	Potasyum
Ca^{+2}	Kalsiyum
Mg^{+2}	Magnezyum
CO_3^{-2}	Karbonat
HCO_3^{-}	Bikarbonat
Cl-	Klor
SO_4^{-2}	Sülfat
TK	Tarla kapasitesi
SN	Solma noktası
EC	Elektriksel iletkenlik
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
˚C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

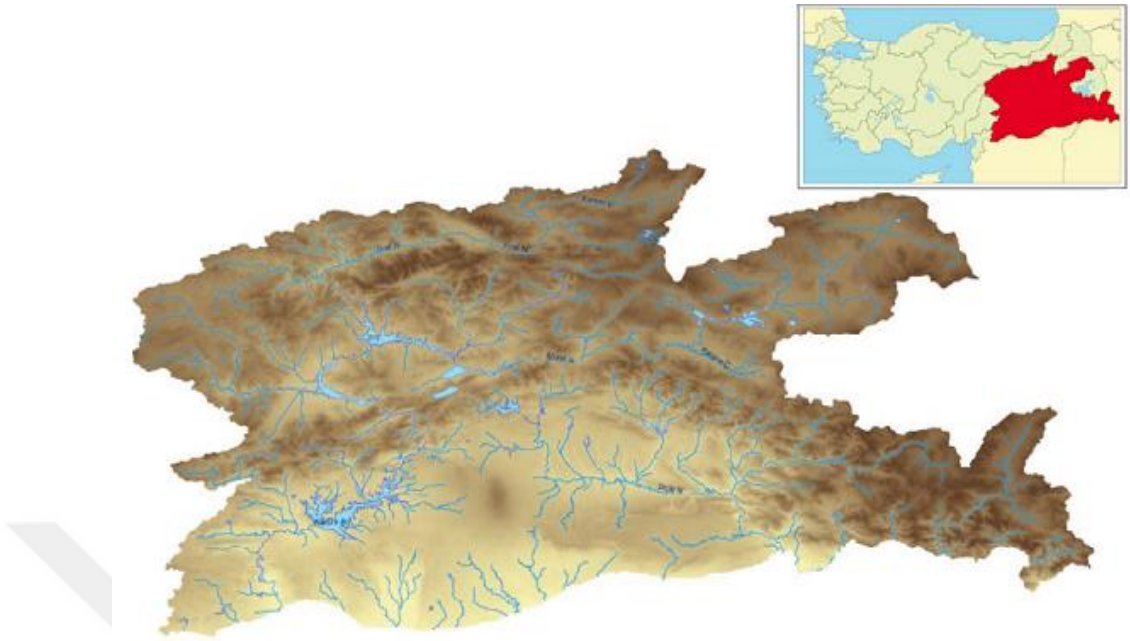
Dünya nüfus artışına paralel olarak artan gıda taleplerini karşılamada; zamanında yapılacak toprak işleme, iyi tohumluk, uygun gübre dozu, vaktinde bitki hastalık-zararlılarıyla yapılacak mücadele ve etkin sulama en önemli kültürel faaliyetlerdir (Ergene, 1975). Suyun bitki için vazgeçilmez olduğu bilinmekte, bu kapsamda kentsel, endüstriyel ve rekreasyonel su taleplerine cevap vermek amacıyla tarımda efektif sulamayı tercih edilmesi gerekmektedir. Ancak, günümüzde sulama suyunun etkin kullanım oranlarının birçok bölgede aşırı sulama sularından kaynaklı taban suyu yükselmesi ve drenaj problemi, sodyumluk, erozyon ile birlikte sediment ve askıda katı madde taşınımı gibi sıkıntılara neden olmaktadır (Sönmez, 2004). Bu olumsuzlukları engellemek amacıyla dünyada ve ülkemizde sulama suyu kalite analizleri ve sulama sularından optimum yararlanmak amacıyla tarımsal sulamalarda performans çalışmaları yapılmaktadır. Günümüz ve gelecek nesiller için tarımsal sulamaların performans çalışmalarının yapılması kısıtlı ve doğal kaynağımız olan su kaynaklarından yararlanma konusunda büyük çaba sarf edilmektedir. Çünkü küresel ölçekte dünyadaki suyun büyük bir kısmını tarım sektörü kullanmaktadır. Dünya yüzey alanın %71'lik kısmını okyanuslar oluşturmasına rağmen suların sadece %2.5'lık kısmı tatlı su kaynağı olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2018a). Ülkemizde ise 98 milyar m^3 yerüstü ve 14 milyar m^3 yer altı olmak üzere toplamda 112 milyar m^3 su kaynağımız bulunmaktadır. Bu kapsamda 80 milyon ülke nüfusumuz ile kişi başına düşen su miktarı 1 400 m^3 $yıl^{-1}$ olarak hesaplanmaktadır (Anonim, 2018b). Yıllık kişi başına düşen su miktarı; 1000 m^3 altında olduğunda su kıtlığı çeken, 1 000-2 000 m^3 su sıkıntısı çeken ve 2 000 m^3 üzerinde olduğunda ise su zengini ülkeler arasında yer almaktadır (Falkenmark ve ark., 1989). Ülkemizde ise 1 000-2 000 m^3 $yıl^{-1}$ kişi başına düşen su miktarı sınırları içerisinde yer aldığı için su sıkıntısı çeken ülkeler kategorisinde yer almaktadır. Mevcut su potansiyelimizin 44 milyar m^3'ü aktif olarak kullanılmakta ve bu suyun 32 milyar m^3'ü (%72.72) tarımda, 7 milyar m^3'ü (%15.90) içme suyunda ve 5 milyar m^3'ü (%11.36) saniyede kullanılmaktadır (Şekil 1.1.). Tarımda kullanılan 32 milyar m^3 su ile ülkemizin toplam 28.05 milyon ha tarım arazisinin ortalama 6.5 milyon ha'lık alanında tarımsal sulama ile kullanılmaktadır (Anonim, 2018b). Yüzey sulama yöntemlerinin performans oranları basınçlı sulama

yöntemlerine göre daha düşük olması ve basınçlı sulama yöntemlerinin uygulandığı tarım alanlarının yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı alanlardan az olmasından kaynaklı mevcut su potansiyelimizi optimum kullanılmaması sebebiyle ülkemizde sulanan alanların miktarı istenilen seviyede olmamaktadır. Günümüzde özellikle küresel ısınmanın etkisiyle suyun bu kadar kıt ve önemli olmasından dolayı sulama performansını arttırıcı önlemlerin alınması zorunluluk haline gelmiştir.



Şekil 1.1. Dünyanın ve Türkiye'nin sektörel su kullanımları

Ülkemizin 10 765 km sınırının 2 753 km'sini (%22) ülke hazinesinde bulanan 25 havza oluşturmaktadır. Türkiye havzaları en önemlileri Fırat ve Dicle havzaları hem Ortadoğu hem de bölgemiz için büyük bir öneme sahiptir. Fırat ve Dicle sınır aşan sular kategorisine girmekte ve bu iki havzanın ortalama toplam akış potansiyeli 53 km^3 $yıl^{-1}$ olarak bilinmektedir. Ülkemiz için önemli olan Fırat ve Dicle havzaları toplam su potansiyelimizin %29'nu karşılamakta ve bu oran ile 1989 yılında Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) hayata geçilmiş. Proje kapsamında 9 ili kapsayan toplam 1.7 milyon ha'lık alanın sulanması hedeflenmiş ve 2017 yılı sonu itibarı ile Fırat ve Dicle Havzalarında toplam 547 333 ha sulandığı ve 197 969 ha'lık alanında sulama şebeke inşaatı devam ettiği kayıtlardan anlaşılmaktadır (Anonim, 2018c). GAP ile birlikte 1995 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletmeye açılan Harran Ovasında 160 000 ha'lık alanda şu an için sulu tarım yapılmaktadır.



Şekil 1.2. Fırat-Dicle havzasının Türkiye'deki konumu

Harran Ovasının %80 kısmı Fırat sulama suyu ile %20'lik kısmı ise sulamadan dönen sular ile gerçekleştirilmektedir. Ovaya su verilmeden önce kuru tarımın hâkim olduğu ancak ovaya su geldikten sonra bitki deseninin değiştiği özellikle de bitki deseninde stratejik bitki olan pamuk bitkisinin birinci sırayı aldığı bilinmektedir. Önceki yıllarda pamuk üretiminde ilk sırada olan Çukurova Bölgesi GAP projesinin hayata geçmesi ile birlikte ülkemizde ki pamuk yetiştiriciliğinde Harran Ovası ilk sırayı aldığı görülmektedir. Nitekim son 5 yılda Harran Ovasının ≅%75'lik kısmında pamuk üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre 2016 yılında 416 810 ha'lık alandan 2 100 000 ton pamuk üretiminin yapıldığı belirlenmiştir (Anonim, 2017a). Harran Ovasında yetiştiricilikte pamuğun ilk sırada olmasının sebepleri sırasıyla; çiftçinin pamuk bitkisini yıllar öncesine dayanan tecrübesini Çukurova'dan öğrenmesi, işletmedeki alet ve ekipmanların pamuk bitkisine uyumlu olması ve devlet teşvikinin diğer bitkilere göre daha yüksek gerçekleşmesi olduğu söylenebilir.

GAP içerisinde önemli bir yere sahip olan Harran ve Suruç ovalarında sulamalar yüzey ve basınçlı sulama yöntemleri ile sürdürülmektedir. Harran Ovasında sulamalar açık kanal sulama sistemleri ile Suruç Ovası sulamaları ise basınçlı borulu sistem ile projelendirilmiştir. Ancak her iki ovada aynı bitki üzerinde sulama sayılarında bir değişiklik olmaktadır. Şöyle ki Harran Ovasında sulama sezonu boyunca pamuk üretimi için tav sulama dâhil ortalama 6-7 sulama ve Suruç ovasında ise 8-10 sulama yapılmaktadır. Pamuk ekimleri ova genelinde mayıs ayında gerçekleşmekte, temmuz ve ağustos aylarında sıcaklığın pik olduğu dönem aralığında sulama aralıkları oldukça sıklaşmaktadır. Harran Ovası arazileri ağırlıklı olarak orta bünyeli topraklar sınıfına girmektedir. Ovanın arazi eğimi ise %1.5-2.0 arasında değişmekle birlikte topoğrafik olarak yüzey sulamalar için uygun bir arazi yapısına sahiptir. Ovanın sulama şebekesine ait projeler klasik kanal şeklinde inşa edilmiş ve 1995 yılından itibaren sisteme/şebekeye su verilmeye başlanmıştır. Pamuk bitkisi 20 yılı aşkın bir süredir ovanın bitki deseninde en büyük ekim yüzdesine sahiptir. Ovada kışlık hububat/buğday ve ikinci ürün mısır yetiştiriciliği ise pamuktan sonra kalan bitki desenini oluşturmaktadır. Sulama projesi modülü 1 L s^{-1} ha^{-1} kullanılmış ve bu yaklaşıma göre kanal kapasiteleri projelendirilmiştir. Ancak, çiftçilerin ovada sadece pamuk ve mısır bitkilerine yönelmesi ve sulamaların bilinçsiz ve kontrolsüz bir şekilde yürütülmesi, gece sulamalarının kontrolünün olmaması, bazı bölgelerde su sıkıntısının yaşanmasına neden olmuştur. Üstelik, Harran Ovasının topraklarının ağır bünyeli olması, ilk yıllarda tarla içi dren sistemlerinin bulunmaması taban suyu seviyelerinin yükselmesine ve tuzluluk sorunlarının oluşmasında etkili rol oynamıştır. Ayrıca, ovanın kurak iklime yakın yarı kurak iklim kuşağında olması tuzluluğu tetiklemektedir. Bu kapsamda taban suyu seviyelerini düşürülmesi ve tuzluluk etkilerini azaltılması amacıyla Tarım Reformu tarafından Harran Ovasına 1.5-2.0 m derinliklerinde değişik çaplarda 85 000 ha alana drenaj sistemi inşa edilmiştir. Ovada meydana gelen aşırı sulamadan kaynaklı tuzluluk oluşumu ve taban suyu yükselmesinden oluşan problemlerin yanı sıra askıda katı madde taşınımı ve sediment problemleri yaşanmasına neden olmuştur.

Askıda katı madde taşınımında dibe çökmeden önce su üzerinde uzun süre kalabilen içerisinde (>0.45 μ) canlı ve cansız partikülleri içermektedir (Turner ve Millward, 2002). Askıda katı madde taşınımı sırasında sediment kayıpları gerçekleşmekte ve topraklarda erozyon meydana gelmektedir. Askıda katı madde ile organik maddelerin su ile birlikte topraktan uzaklaşarak toprağın organik madde ihtiyacının karşılanamamasına ve drenaj kanallarının çok fazla rusubatla dolmasına neden olmaktadır. Oysa, ülkemizin bu coğrafyasında bulunan Fırat ve Dicle nehir sularının bilinçsiz ve kontrolsüz bir şekilde kullanılması gelecek nesillerin gıda stoklarını tehlikeye sokmaktadır. Bu nedenle araştırmamız kapsamında çiftçi odaklı parseller baz alınarak sürdürülebilir tarımsal üretimin devamlılığının sağlanması için;

1. Ovada hâkim bitki olan pamuğun mevsimlik su bütçesi, bitki su tüketimi, verim ve çırçır randımanın belirlenmesi,

2. Suların sınıfının elde edilmesi,

3. Ova topraklarının mevsimlik tuzluluk değişimlerinin saptanması,

4. Vahşi sulamalar sonucu sulamalar ile Askıda Katı Madde taşınımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kanber ve ark. (2012), tarafından Haran Ovasında pamuk üretimi ve su artırımı için farklı karık işletim tekniklerini araştırmışlardır. Çalışmada geleneksel sürekli karıklarla serbest drenajlı (SKSD), ardışık karıklar serbest drenajlı (AKSD), sürekli karıklarla göllendirmeli ve ardışık karık göllendirmeli (SKG, AKG) yöntemleri kullanılmış olup sürekli karık metoduna göre ardışık karıklarda ortalama 717-906 mm mevsimlik su artırımı sağlanmıştır. Araştırma sonucunda; ardışık karık yöntemlerinin yüzey akış kayıplarını önemli ölçüde azalttığını, ucu açık (serbest drenajlı) karıklara göre su kullanımı sırasıyla AKG'de 9 063 m^3 ha^{-1} (%60), AKSD'de ise 7 167 m^3 ha^{-1}; verimler AKG'de 765 kg ha^{-1} (%27), AKSD'de 492 kg ha^{-1} (%17) azalmış; su kullanım randımanı AKG'de 0.6 kg m^{-3}, AKSD'de 0.31 kg m^{-3}, SKSD'de ise 0.20 kg m^{-3} olarak saptamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre ardışık karık yönteminin Harran Ovasında kısıntılı bir sulama yaklaşımı olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2005), tarafından 1998, 1999 ve 2000 yıllarında pamuk bitkisi için farklı sulama yöntemleri (uzun tava, karık ve damla sulama) ve farklı sulama seviyelerinin (%33, %66 ve %100) kütlü verimine ve verim parametrelerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma üç tekerrürlü iki faktörlü split plot deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma süresince sulamalar; eksik nemin tamamlanması ve pamuk bitkisinin farklı-kritik dönemlerinde (tarak oluşumu, çiçeklenme, koza oluşumu ve kozaların açılma evresinde) yapılmıştır. Araştırmada sulama suyu miktarları 181.0-798.6 mm arasında bitki su tüketim değerleri ise 357.0-1037.7 mm arasında gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda sulama yöntemlerinin ve su düzeylerinin lif mukavemetinde ve uzunluğunda, çırçır randımanı ve 100 tohum ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Daroich ve ark. (2014), yaptıkları araştırmada pamuk bitkisinin su tasarrufu ve damla ve yüzey sulama yöntemine dayalı ekonomik kazanımların karşılaştırılmasını irdelemişlerdir. Araştırmada sulamalar karık, border ve damla sulama olarak

uygulanmış, damla sulama sistemi MIRRIG modeline göre dizayn edilmiş ve damlatıcı aralıkları 0.5-0.7 m arasında seçilmiştir. Karık ve border sulamalar ise SADREG modeline göre dizayn edilmiş ve karık uzunlukları 50-200 m arasında tercih edilmiştir. Araştırma süresince yüzey ve damla sulamalarda tam ve kısıntılı sulama düzeyleri uygulanmış olup tam sulamalarda 800 mm, kısıntılı sulamalarda ise 640 mm net sulama suyu verilmiştir. Yapılan bu araştırma ile birlikte yüzey sulama yöntemlerine göre damla sulama yöntemlerinin %2-35 arasında su tasarrufu sağladığı ve su verimliliğinde 0.43-0.61 kg m^{-3} artış gerçekleştiği bildirilmiştir. Ekonomik olarak damla sulama sistemlerinin yüzey sulamalardan daha fazla maliyetin olduğunu ve bu fazlalığın %24-53 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Şimşek ve ark. (2017), tarafından Kırşehir ili sulama alanlarındaki rastgele seçilen 40 lokasyondan aldıkları su numunelerinin pH, sülfat, iletkenlik ve organik madde analizlerini yapmışlardır. Çalışma, su kaynaklarına göre parametrelerin değişkenliğinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada pH 7.07-8.67, sülfat 1.49-299.7 mg L^{-1}, iletkenlik 20.01-1878.00 µS cm^{-1} ve organik madde 3.0-9.0 mg L^{-1} arasında gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda pH ve iletkenlik arasında ve pH ile sülfat arasında ters ilişki bulunduğunu, sülfat ve iletkenliğin su kaynakları üzerinde kirletici bir faktör olduğunu sapmışlardır.

DeTar ve ark. (1999), yaptıkları araştırmada kumlu topraklarda pamuğun dört yetiştirme sezonunda damla ve karık sulama ile sulanmasını karşılaştırmışlardır. Araştırmada karık sulama için; iki sıra arası 76 cm ve eğim %0.5 olup damla sulama için damlatıcı aralıkları 25 cm seçilmiştir. Konulara uygulanan net sulama suyu miktarları; damla sulama 688-884 mm ve karık sulama için ise 993-1191 mm arasında gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda yöntemleri pamuk verimi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Karaca ve Selanay (2001), Harran Ovasında karık ve damla sulama sistemlerinin ekonomik yönden karşılaştırmasını çalışmışlardır. Araştırma lokasyon olarak seçilen bölgede domates, biber, patlıcan ve pamuk bitkilerinin 3, 15, 35, 74 ve 130 da alanlarda karık ve damla sulamanın etkinliğini belirlemişlerdir. Çalışmada mevsimlik

sulama suyu miktarı; damla sulamada 1224.5-1473.3 mm ve karık sulamada 2066.9-2489.1 mm arasında gerçekleştiğini, seçilen en büyük parselde (130 da) damla sulamanın karık sulamaya göre daha ekonomik olduğunu ve su kaynaklarının yeterli olması durumunda küçük ve orta büyüklükte ki tarımsal üretim yapılan çalışma alanlarında karık sulamanın, büyük arazilerde ise damla sulamanın tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Khan ve ark. (1999), pamuk bitkisinde su kullanım etkinliğinin arttırmak için alternatif karık sulamalarını araştırmışlardır. Çalışmada konular geleneksel karık sulamalarda tüm karıklar sulanmış olup alternatif karık sulama konusunda ise her iki karıktan bir karık sulanmıştır. Araştırma karıklar arası 75 cm, karık uzunluğu 30 m seçilmiş olup tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Araştırma sonucunda; lif verimi bakımında geleneksel karık sulamada 1 517-1 533 kg ha^{-1} ve alternatif karık sulamada 1 868-1 900 kg ha^{-1}, su kullanım etkinliği geleneksel karık sulamada 2.75-3.41 kg m^{-3} arasında olduğunu ve alternatif karık sulamada ise 3.54-4.37 kg m^{-3} arasında gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Ordu ve Demir (2006), Ergene Nehri su kalitesinin çevre bilgi sistemi tasarlanarak belirlenmesini araştırmışlardır. Çalışma alanı olarak seçilen Ergene Nehrinin su kalitesinin yıllara göre değişimlerini CBS yazılım paketinde olan MapInfo programını kullanarak belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda sulama suyunun temininin yapıldığı memba da su kalitesi I.sınıf olmakta ancak iletim süresince çeşitli kirleticilerin etkisi ile suyun kalite sınıfı azalmakta olduğunu bildirmişlerdir. Sulama suyu kalitesinde önemli parametrelerden kabul edilen AKM tüm noktalarda IV.-V. sınıf, EC II. sınıf, CI^{-1} ve BOI_5 (biyokimyasal oksijen) membadan mansaba kadar değişiklik göstermiş ve I. ve IV. sınıf değerleri arasında kaldığını bildirmişlerdir.

Aydın (2017), Van Çaldıran Ovası yüzey sularının içme ve sulama suyu bakımından araştırmıştır. Çaldıran Ovasında belirlenen 20 lokasyonda su numuneleri alınmış ve suyun kalite sınıfını belirlemek amacıyla analizleri yapılmıştır. Yüzey sularında sıcaklık, pH ve EC değerleri saptanmış ve sırasıyla 11.55-20.19 °C, 6.79-8.97 ve 129-1203 µS cm^{-1} arasında, Sodyum Adrospsiyon Oranı, Sodyum yüzdesi ve

Artık Sodyum Karbonat Miktarı sırasıyla; 0.38-3.81, %16.58-55.62 ve 0.24-5.22 meq L^{-1} olarak belirlemiştir. Elde edilen verilere göre Çaldıran Ovası yüzey suların sınıfı C_1S_1, C_2S_1 ve C_3S_1 arasında saptanmış ve Wilcoz Diyagramını ile yapılan değerlendirme sonucunda sular 'çok iyi-iyi' ve 'iyi kullanabilir' sınıfında yer aldığını ancak suların florür miktarının üst limitin üzerinde olmasından dolayı doğrudan içme-suyu olarak kullanımının uygun olmadığını bildirmiştir.

Albek ve ark. (2004), tarımsal sulamada kullanılan İç Anadolu Bölgesinde yer alan Seydi Suyunun kalitesini irdelemişlerdir. Araştırma süresi boyunca iki farklı lokasyonda (I.lokasyon: membadan doğrudan kullanım, II.lokasyon: memba ve sulamadan dönen sular) üç yıl boyunca aylık olarak alınan numunelerin analizleri yapılmıştır. Çalışmada ortalama pH, Elektriksel İletkenlik, Çözünmüş Oksijen, Askıda Katı Madde, Klorür, Bor ve Nitrat değerleri I.lokasyonda sırasıyla 8.09, 397 µS cm^{-1}, 9.3 mg L^{-1}, 6 mg L^{-1}, 6.3 mg L^{-1}, 1.34 mg L^{-1} ve 0.7 mg L^{-1}, II.lokasyonda sırasıyla 8.11, 621 µS cm^{-1}, 9.6 mg L^{-1}, 12 mg L^{-1}, 12.2 mg L^{-1}, 1.1 mg L^{-1} ve 4.3 mg L^{-1} olarak saptamışlardır. Araştırma sonucunda havzadan dönen suların iki lokasyon arasında EC, klorür ve nitrat gibi parametreleri arttırdığını bildirmişlerdir.

Kâtip ve Karaer (2011), mevsimsel olarak Uluabat Gölü su kalitesini Ulusal ve Uluslararası standartlara göre incelemişlerdir. Araştırma materyali olarak kullanılan Uluabat Gölünün sekiz lokasyondan Mayıs 2008–Mayıs 2019 arasında aylık olarak su örnekleri alınmıştır. Çalışmada ortalama sıcaklık, pH, iletkenlik ve AKM değerleri sırasıyla 18.053±7.709 °C, 8.305±0.287, 553.02±82.57 µS cm^{-1} ve 48.87±77.06 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda çalışma materyalinin içme ve kullanmada kullanılmayacağını sulama için ise ihtiyatla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Zonta ve ark. (2016), yarı kurak koşullarda pamuğun su kullanımı, verim ve verim bileşenleri üzerinde sulama ve azotun etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 4 farklı sulama düzeyi (%40, %70, %100 ve %130) ve 5 farklı Azot dozu (0, 70, 140 ve 210 kg N ha^{-1}) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; en yüksek verim (5707 kg ha^{-1}) sulama düzeyinin %130 azot dozunun 210 kg N ha^{-1} olduğu konudan elde edilirken en

düşük verim (2107 kg ha^{-1}) sulama düzeyinin %40 olduğu Azot dozunun ise 0 kg N ha^{-1} uygulanan konudan elde edilmiştir. Yapılan çalışma ile en uygun tarımsal azot gübrelemesinin 140 kg N ha^{-1} olduğunu ve su tasarrufu bakımından en uygun sulama düzeyinin %70 olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Çalışma, Harran Ovası hizmet alanı içerisinde Reha Sulama Birliği sahasında bulunan ve Fırat nehrinin sularıyla sulanan 144/2 parselin %59.33 hissesinde ve 178 dekara sahip çiftçi arazisinde yürütülmüştür (Şekil 3.1.). Araştırma alanı koordinatları Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) parsel sorgu programından üretilmiştir. Çalışma alanı Coğrafi koordinatları; 36º 49' 21" – 36º 48' 59" Kuzey enlemleri ile 39° 06' 38" –39° 06' 46" Doğu boylamları arasındadır.



Şekil 3.1. Araştırma alanı görüntüsü

3.1.2. Araştırma alanı iklim durumu

Harran Ovasında Güney Doğu Anadolu Bölgesinin karasal iklim özellikleri ile birlikte Akdeniz iklimin etkisi altında kalmaktadır. Ovada yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve az yağışlıdır. Uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri incelendiğinde; gece gündüz süreleri arasında sıcaklık farklılıkların olduğu ve yıllık ortalama yağış 456.3 mm, buharlaşma 1 848 mm ve yıllık sıcaklıklar -12.4 ile 45.8°C arasında gerçekleşmektedir (Anonim, 2018e). Araştırma alanı ili uzun yıllar (1929-2017) Çizelge 3.1.'de ve çalışmanın yapıldığı 2017 yılına ait iklim verileri ise Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Şanlıurfa ili uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri

Aylar / Parametre	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ort. Sıcaklık (°C)	22.1	28.0	31.9	31.5	27.1	20.5
Mak. Sıcaklık (°C)	40.0	44.0	46.8	46.2	42.1	37.8
Min. Sıcaklık (°C)	2.5	8.3	15.0	16.0	10.0	1.9
Ort. Min. Sıc. (°C)	15.2	20.4	24.2	23.9	19.9	14.4
Ort. Mak. Sıc. (°C)	28.6	34.5	38.7	38.3	33.9	27.0
Ort. Buh.Basıncı	10.2	10.5	11.7	12.8	11.0	9.4
Ort. Nispi Nem (%)	44.7	32.6	29.3	32.1	35.1	44.4
Top. Yağış (mm)	26.4	4.3	2.0	3.3	4.7	26.1
Ort. Güneş Sür. (sa)	10.0	12.2	12.3	11.4	10.0	7.9
Ort. Rüz. Hızı (m s^{-1})	2.2	2.8	2.9	2.5	2.2	1.6
Mak. Rüz. Hızı ve Yönü	22.4 WNW	24.3 WNW	22.5 NNW	19.9 NNW	26.2 SSE	26.5 WNW

Çizelge 3.2. Şanlıurfa ili 2017 yılına ait iklim verileri

Aylar / Parametre	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ort. Sıcaklık (°C)	22.9	29.7	34.2	32.2	29.6	20.5
Mak. Sıcaklık (°C)	37.0	41.8	43.5	44.8	42.1	30.9
Min. Sıcaklık (°C)	12.3	17.8	22.4	21.4	18.3	11.3
Ort. Min. Sıc. (°C)	16.2	22.4	26.7	24.9	22.6	15.1
Ort. Mak. Sıc. (°C)	30.1	36.4	41.3	39.4	36.9	27.3
Ort. Buh.Basıncı	9.6	10.2	11.3	15.8	11.0	8.1
Ort. Nispi Nem (%)	39.0	27.0	22.9	35.7	28.8	36.9
Top. Yağış (mm)	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1
Ort. Güneş Sür. (sa)	10.2	12.6	12.3	10.9	9.6	8.6
Ort. Rüz. Hızı (m s^{-1})	1.7	2.0	1.9	1.6	1.4	1.3
Mak. Rüz. Hızı ve Yönü	15.6 W	11.7 W	10.3 N	9.3 W	10.7 W	10.4 NNE

3.1.3. Harran Ovasının topoğrafik özellikleri

Harran Ovası genelinde eğim %0-2 arasında olduğundan topoğrafik yapı bakımından ovayı düz ve düze yakın araziler oluşturmaktadır. Ovanın kuzeyinde Şanlıurfa ve Germüş dağları, güneyinde Şanlıurfa-Suriye sınırı, doğusunda Tektek dağları ve batısın Fatik dağları bulunmaktadır. Çalışma alanının denizden yüksekliği 335-350 m arasında değişmektedir. Harran Ovası sulama alanı 160 000 ha olup ovanın toplam alanı 225 000 ha'dır (Anonim, 2002).

3.1.4. Çalışma alanının toprak özellikleri

Harran Ovası toprakları killi bünyeli, üst toprak orta köşeli blok, sonra granüle, alt toprak kuvvetli iri prizmatik sonra kuvvetli orta köşeli blok yapıdadırlar. 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 yüksektir. Harran Ovası toprakları profil boyunca ve genellikle ağır bünyeli olup arazi yetenek sınıflaması ve sulu tarıma uygunluk sınıflamasına göre büyük bir çoğunluğu II. sınıf araziler olarak değerlendirilebilir (Çullu ve ark., 2000). Ağır bünyeli olmasına karşın, yüksek kireç içerikleri ve gelişmiş toprak yapısı, toprakların hidrolik iletkenliklerinin beklenenden daha yüksek olmasını sağlar. Araştırma alanına ait toprakların fiziksel özellikleri Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Derinlik	TK (%w/w)	SN (%w/w)	ρ (g/cm³)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
0-30	27.46	15.87	1.37	30.40	36.00	33.60	C
30-60	27.47	16.98	1.39	26.40	42.00	31.60	C
60-90	28.84	17.85	1.40	24.40	48.00	27.60	C

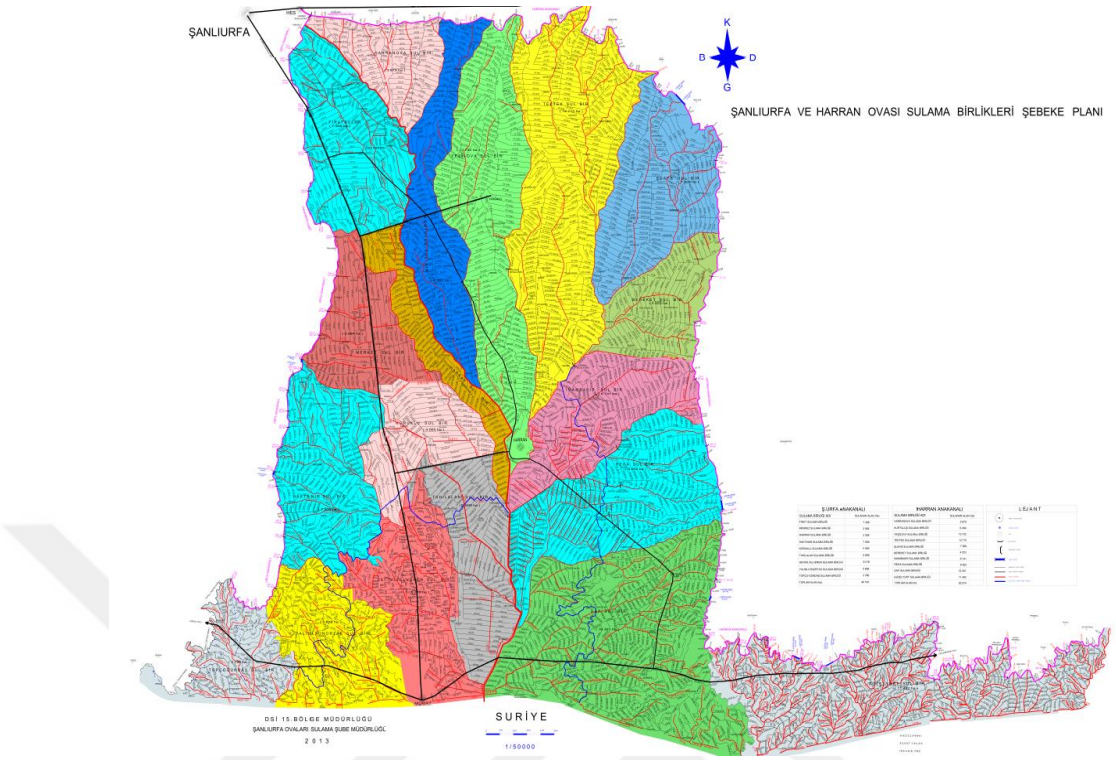
TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, ρ: Özgül ağırlık

3.1.5. Su kaynakları

GAP'ın hayata geçmesi ile birlikte Harran Ovasına 1995 yılında su verilmeye başlanmıştır. Harran Ovası sulamalarına Atatürk Barajından Mardin-Ceylanpınar isale kanalının 4. km'sinde 124 $m^3 s^{-1}$ su saptırılmakta, saptırılan 124 $m^3 s^{-1}$ suyun 84 $m^3 s^{-1}$ debisi Harran Ana kanalında, kalan debi 40 $m^3 s^{-1}$ Şanlıurfa Ana kanalı ile ovanın su ihtiyacı karşılanmaktadır. Sulama modülü 1 L s^{-1} ha^{-1} olup bu modül ile 124 000 ha alan sulanmaktadır Ovanın geri kalan alanının su ihtiyacı ise sulamadan dönen sular ve DSİ tarafından açılan YAS kuyularından karşılanmaktadır. Bu kapsamda ovada sulanan tarım alanı 160 000 ha'dır (Anonim, 2018d). Şanlıurfa ve Harran Ovası sulama birliklerine ait şebeke planı Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırma alanın sifon ile sulanması



Şekil 3.3. Şanlıurfa ve Harran Ovası sulama birlikleri şebeke planı (Anonim, 2018d)

3.1.6. Harran Ovası drenaj sistemleri

Harran Ovasına DSİ tarafından su verildikten sonra sulama yöntemlerinin basınçlı sulamaya uyumlu olmaması ve çiftçilerin yaptıkları aşırı ve kontrolsüz sulamaları sonucu ovanın genelinde tuzluluk sorunu ortaya çıkmıştır (Tekinel ve ark., 2002). Tarla içi geliştirme hizmeti kapsamında ovada 2009 yılında I. etap kapsamında 3., 5. ve 6. kısım şeklinde 19 500 ha alanın projesi tamamlanmış ve kapalı borulu tarla içi drenaj sistemi bitirilmiştir. 2011 yılında II. etap projesinin çağrısı yapılmış 7., 8., 9. ve 10. kısımların tarla içi geliştirme projeleri tamamlanmış ve 67 850 ha alan kapalı drenaja dönüştürülmüştür (Şekil 3.4.). En son gerçekleştirilen ve 2016 yılı sonunda III. etap olarak çağrıya çıkılan 11. kısım tarla içi kapalı drenaj sistemi 15 000 ha olup tuzluluk sorunlarının giderilmesi amaçlanmıştır. Üç etap şeklinde yürütülen kapalı drenaj ve tarla içi geliştirme hizmeti projesi ile ≅80 000 ha alanın taban suyu/tuzluluk sorunları giderilmeye çalışılmıştır (Anonim, 2018d).



Şekil 3.4. Araştırma alan derine sızma sularının yedek drenaj kanalına dökülmesi

3.1.7. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi

Araştırmada, bölgede çok yaygın olarak kullanılan Bayer Crop Science Candia pamuk çeşidi kullanılmıştır. Çeşit fibermax özelliğinden dolayı tekstil piyasasında önemli bir yere sahiptir. Tav sulama yapıldıktan sonra tohum ekimi sıra arası 70 cm sıra üzeri 7 cm şeklinde 25 Nisan 2017 tarihinde gerçekleşmiştir.

3.1.8. Araştırma süresince kullanılan gübreleme ve ilaçlama

Harran Ovasında yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan pamuk bitkisinde çiftçiler taban gübresi olarak 20-20-0 kompoze gübre (%20 Azot ve %20 fosforpentaoksit (P_2O_5)) 45-50 kg da^{-1} uygulamaktadır. Ancak, çalışmanın yürütüldüğü 144/2 parsel numaralı 178 da alanda 2016 yılı Mısır münavebesinden dolayı ekim ile birlikte taban gübresi tercih edilmemiştir. Üst gübre olarak; I. sulama öncesi 23 kg da^{-1} üre (%46 N) ve II. sulama öncesi 32 kg da^{-1} Amonyum nitrat (%26 N) uygulanmıştır. Araştırma süresi boyunca hastalık ve zararlılar (*Tetranychus cinnabarinus, Bemisia Tabaci, Spodeoptera littoralis, Septoria Pistacina* vb.) için mücadele yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sulama suyu hesabı

Araştırma süresi boyunca kanaletten cüce müline ile hız okumaları yapılmış (Şekil 3.5.), elde edilen hız değerleri etkin kanalet alanı ile çarpılmış ve uygulanan sulama sularının debileri her sulama için hesaplanmıştır (Eşitlik 3.1). Her sulamada üretim parseline uygulanan debiler, sulama süresi ile çarpılarak hacimsel (m^3) uygulanan sular saptanmıştır (Eşitlik 3.2).

$$Q = A * v \quad (3.1)$$

$$V = Q * t \quad (3.2)$$

Burada;

A: Kanaletin alanı (m^3)

V: Hacimsel su (m^3)

v: Kanalette akan suyun hızı ($m\ s^{-1}$)

t: Sulama zamanı (s)



Şekil 3.5. Araştırma alanında bulunan 180'lik kanaletten hız okuması

3.2.2. Mevsimlik bitki su tüketimi

Üretim parseline uygulanan sulama suyu (irrigation water: IW) miktarından, yüzey akış (surface runoff: R_f) ve derine sızma (deep percolation: D_p) kayıpları çıkarıldıktan (Şekil 3.6.) ve mevsim başında ve sonunda araştırma alanı 0-90 cm derinliğindeki toprak örneklerinin nem içerikleri dikkate alınarak ve nem değerleri hesaplamalara katılarak Eşitlik 3.3'de verildiği gibi mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm) elde edilmiştir (James ve ark., 1982). Çalışmanın kullanılan bitkinin yaz sezonunda yetiştirildiğinden mevsimlik bitki su tüketimi hesaplamalarında yağış ve kapilar yükselme hesaba katılmamıştır. Uygulanan suyun derinliği (mm) parsel için

her sulama için belirlenen hacimsel sular alana (da) bölünerek sulama suyu derinlikleri (mm) belirlenmiştir (Eşitlik 3.4).

$$ET = I + P + C_r - D_p + R_f \pm \Delta S \quad (3.3)$$

Burada;

ET : Bitki su tüketimi (mm)

I : Sulama suyu (mm)

P : Etkili yağış (mm).

C_r : Kapilar yükselme (mm)

D_p : Derine sızma (mm)

R_f : Yüzey akış kayıpları (mm)

ΔS : Toprak profilindeki nem değişimi (mm) dir.

$$d = \frac{V}{A} \quad (3.4)$$

Burada;

V : Hacimsel su (m^3)

A : Parsel büyüklüğü (da)

d: : Uygulanan suyun derinliği (mm)



Şekil 3.6. Araştırma alanı yüzey akış sularının tahliye kanalına dökülmesi

3.2.3. Toprak nem içeriklerini tayini

Araştırma süresi boyunca alınan toprak nem içerikleri gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekim ile birlikte alınan toprak örnekleri, sulama öncesi ve hasat döneminde olmak üzere toplamda 8 defa bitkinin etkili bölgesinin bulunduğu 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden alınmıştır (Şekil 3.7.). Çalışma alanından alınan bozulmuş toprak örnekleri ilk tartımları yapıldıktan sonra 105°C Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümü laboratuvarında bulanan etüvde 24 saat bekletildikten sonra kuru ağırlık tartım işlemi gerçekleştirilip nem içerikleri tayin edilmiştir (Peterson ve Calvin, 1965; Benami ve Diskin, 1965).



Şekil 3.7. Araştırma alanından toprak örneği alınması

3.2.4. Askıda katı madde analizi

Sulamalar ile birlikte sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularından alınan 150 ml örnekler askıda katı madde (AKM) düzeneği kurulduktan sonra ilk önce 0.45 µm'lik filtre kağıtları sabit tartıma getirilmiş ve Şekil 3.8.'de gösterilen AKM düzeneğinden su numuneleri geçirilir ve filtre kağıtları 105 ^{o}C etüvde 2 saat bekletilmiştir. Etüv işleminden sonra filtre kağıtları hassas terazide tartım işlemi yapılmış ve askıda katı madde tayini yapılmıştır (Anonim, 2015).



Şekil 3.8. Askıda katı madde düzeneği

3.2.5. Araştırma alanı toprakların pH ve EC değerlerinin belirlenmesi

Çalışma alanından ekimden hasada kadar her sulamada toprakların 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinden alınan numuneler laboratuvar ortamında kurutulmuştur. Fırın kuru topraklar 2 mm elekten elendikten sonra plastik kaplar içerisinde saturasyon çamuru hazırlanmış elde edilen saturasyonlar 24 saat beklenildikten sonra vakumlu cihaz ile numunelerin süzükleri çıkarılmıştır (Şekil 3.9.). Elde edilen süzüklerden pH/EC ölçer cihazı ile araştırma alanı topraklarının pH ve EC değerleri saptanmıştır (Richards, 1969).



Şekil 3.9. Çalışma alanı topraklarının süzük çıkarımı

3.2.6. Sulama, yüzey akış ve derine sızma sularının analizleri

Araştırma alanında tüm sulamalarda kanaletten araziye verilen sulama suyu (Fırat suyu), yüzey akış ve derin drenaj borularından çıkan derine sızma sularının pH, EC ve DO (çözünmüş oksijen) değerleri saptanmış olup 4. 5. ve 6. sulamalarda ise sulama, yüzey akış ve derine sızma sularının kalite Çizelge 3.4.'de verilen parametreler saptanarak suların kaliteleri belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Çizelge 3.4. Çalışma alanında kullanılan suların detay analizlerindeki incelenen parametreler

Parametre	Sembol	Birim
pH	pH	1-14
Elektriksel iletkenlik	EC	$\mu S\ cm^{-1}$
Çözünmüş Oksijen	DO	$mg\ L^{-1}$
Renk		
Bulanıklık		NTU
Organik Madde	OM	$mg\ L^{-1}$
Karbonat	CO_3^{-2}	
Bi Karbonat	HCO_3^{-2}	
Klorür	CI^-	
Sülfat	SO_4^{-2}	
Nitrat	NO_3^-	
Kalsiyum	Ca	
Magnezyum	Mg	

3.2.7. Pamuk verimi

Araştırmada, ovada yıllardır yaygın olarak üretimi yapılan pamuğun hasat döneminde çalışma alanının beş farklı noktasında ve 3.5 m^2'lik alanda elle pamuk hasadı yapılmış ve laboratuvarda hassas terazide tartımları gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen beş farklı noktadaki pamuk verimlerinin ortalamaları alınmış ve arazinin dekara verimi saptanmıştır.

3.2.8. Çırçır randımanı

Hasat döneminde alınan pamuk örneklerinden 250 gram numuneler alınarak laboratuvarda bulanan çırçır makinasından geçirilmiştir. Çırçır randımanını belirlemek amacıyla aşağıda verilen eşitlik 3.5. kullanılmıştır (Şekil 3.10.).

$$Çırçır\ randımanı = \frac{Lif\ (g)}{Lif\ (g)+Çigit\ (g)} * 100 \qquad (3.5)$$



Şekil 3.10. Araziden alınan numunelerin çırçır randımanının saptanması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Su Bütçesi

Harran Ovası Reha Sulama Birliği sorumluluk sahasında bulunan 178 da pamuk ekili alanda tav sulamayla birlikte toplamda yedi sulama gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Araştırma alanına ait su bütçesi

Sulama Zamanı	**Zaman**	**Debi**	**Uygulanan sulama suyu hacmi**	**Brüt su**	**Yüzey akış**	**Derine sızma**	**Net su**	**Randıman**
	t (saat)	**Q (L s^{-1})**	**V (m^3)**	**d (mm)**	**R_f (L s^{-1})**	**D_p (L s^{-1})**	**d_n (mm)**	**E (%)**
tav sulama	110	145	57 420	323	86	4	122	37.9
I. sulama	104	124	46 426	261	75	5	93	35.5
II. sulama	100	152	54 720	307	92	4	113	36.8
III. sulama	106	127	48 463	272	68	4	118	43.3
IV sulama	92	154	51 005	287	87	4	117	40.9
V.sulama	98	138	48 686	274	89	4	89	32.6
VI.sulama	72	155	40 176	226	104	5	67	29.7
Toplam	682		346 896	1 949			719	
saat da^{-1}	3.83							

Çizelge 4.2. Araştırma süresince uygulanan sulamaların tarihleri

Sulamalar	Başlangıç tarihi ve saati	Bitiş tarihi ve saati	Day after sowing (DAS)
Tav Sulama	16.04.2017-05:30	20.04.2017-19:30	
Pamuk ekim tarihi	25.04.2017		0
I. sulama	14.06.2017-12:00	18.06.2017-20:00	50
II. sulama	04.07.2017-06:00	08.07.2017-10:00	70
III. sulama	20.07.2017-11:00	24.07.2017-21:00	86
IV. sulama	07.08.2017-11:00	11.08.2017-08:00	104
V. sulama	25.08.2017-10:00	29.08.2017-12:00	122
VI. sulama	13.09.2017-08:00	15.09.2017-20:00	141
Pamuk hasat tarihi	15.10.2017		173

DAS: Pamuk ekim tarihi

Tav sulama 16-20 Nisan 2017 tarihleri arasında yapılmış ve sulamadan 9 gün sonra çiğit ekilmiştir. Tav sulamada uygulanan sulama suyu derinliği (SSD) en yüksek gerçekleşmesi; öncelikli olarak o tarihte toprakların vertikal olarak en düşük nem içeriğine sahip olması ve parselde bitkisel üretimin o an için bulunmaması ve arazinin çıplak durumda olması, parselde su yükünün fazla ve dolayısıyla evaporasyonun yüksek gerçekleşmesine neden olduğu saptanmıştır. Buna karşın, diğer sulamalarla kıyaslandığında sulama randımanının %37.9 değerinin çok düşük olmadığı fakat uygulanan suyun (323 mm) yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, tav sulamada 57 420 m^3 hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.). Bu hacim yedi sulamada en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir.

Bunu takip eden sulamaların, ilki ekimden 50 gün sonra ve 261 mm SSD uygulanmıştır. Sulama randımanı %39.5 olarak gerçekleşmiş, toplamda 46 426 m^3 parsele sulama suyu alındığı hesaplanmıştır. I. sulama ile tav sulama arasında 59 gün hesaplanmıştır. Bunun nedeni pamuk bitkisinin kazık kök yapısına sahip olması ve öncesinde tav sulamanın uygulanması toprakta 59 gün süresince yeterli nemin bulunması, en önemlisi tav sulama ile I. sulama arasında hava sıcaklıklarının ilk baharın son aylarına denk gelmesi, sulama aralığının uzun olmasını sağlamıştır (Çizelge 4.2.). Pamuk bitkisi yukarıda ifade edildiği gibi fizyolojik olarak gelişimini sürdürebilmesi için kök yapısından dolayı nemin daha alt katmanlarda araması,

böylece bitkinin su stresi yaşamadığının kanıtı olarak gösterilebilir. Bu sürenin çoğu kez 40-50 gün arasında değiştiği bilinmektedir. R_f ve Dp'nin çıkış sularının 75 L s^{-1} ve 5 L s^{-1} ölçülmesi randımanın düşük gerçekleşmesine neden olmuştur. I. sulama süresi incelendiğinde 104 saat SSD'nin uygulandığı, diğer sulamalara göre kıyaslandığında tav sulaması hariç en yüksek sulama süresinin I. sulama olduğu saptanmıştır. Ancak, hangi sulama yöntemi uygulanırsa uygulansın sulama süreleri parsel büyüklüğüne bağlıdır (Çizelge 4.1.).

İkinci sulamanın, birinci sulamada olduğu gibi uygulanan SSD incelendiğinde en yüksek bu sulamada gerçekleştiği ve bu değerin 307 mm olduğu hesaplanmıştır. İkinci sulamada sulama süresi 100 saat şeklinde belirlenmiş, ortalama debi 152 L s^{-1} su uygulanmış ve hacim 54 720 m^3 çok yüksek değerlerden birisi olarak gerçekleşmiştir. Tüm sulamalarda kanalette mevcut su yüküne göre, ∅150 mm spiral plastik S sifonlardan 6-8 adet kullanılmıştır. Hiçbir sulamada kanalet sonlarının HT13 drenaj kanalına mansaplanmasına izin verilmemiştir. Tüm kayıplar tarla içerisinde ve karık sonlarında gerçekleşmiştir. En büyük R_f kaybı suyun kontrolsüz bırakıldığı gece sulamalarında yaşandığı belirlenmiştir. Ovada gece sulamalarının çok alt seviyelerde olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, arazi şartlarının kontrol için uygun olmaması, can ve mal güvenliğinin herhangi bir risk taşımamasına rağmen endişelerin yarattığı tepkilerin olması üretici ile parseli arasında kopmalar olmakta ve hava kararıktan sonra arazi ziyaretleri son derece seyrek olarak gerçekleşmektedir. Bu ve buna benzer realitenin her daim yaşanması sulamaların vahşi sulamalara evirilmesine neden olmaktadır. Tüm sulamalarda disiplinsiz ve kontrolsüz şekilde kanal ve kanaletlerde akan suların vahşi sulama şeklinde uygulanması; suyun hacimsel su (m^3 da^{-1}) tahakkuku yerine alansal (TL da^{-1}) ücretlendirme yapılması, sulama sisteminin/şebekesinin cazibe/gravity sulama yöntemlerine göre projelendirilmesi, üretici/sulayıcının fazla suyun fazla verim olur algoritmasına bağlanabilir. Sulamaların kanaletten sifonla alınma pratikliğinden dolayı, ovanın tamamında yaygın olan vahşi sulamaların uygulanmasını tetiklemiştir. Sonuç olarak sadece bu sulamada, bitki SSD'nin 261 mm'sinin 93 mm'sini (ET_c) tüketmiş ve aradaki fark 168 mm R_f ve D_p olarak ölçülmüş ve sulama randımanı %35.5 gerçekleşmiştir.

Kronolojik olarak Çizelge 4.1. incelendiğinde en uzun sulama süresinin üçüncü sulamada 106 saat SSD'nin uygulandığı ve bu derinliğin 272 mm gerçekleştiği anlaşılmıştır. Uygulanan suyun debisinin (127 L s^{-1}) gerçekleştiği belirlenmiştir. Debinin düşük sulama süresinin yüksek olması uygulanan suyun hacminde ortalamaya yakın 48 463 m^3 su hacminin hesaplandığı görülmüştür. Sonuç olarak R_f en düşük değerde ve 68 L s^{-1} olması etkin kök bölgesinde 118 mm su kullanıldığını kanıtlamış ve bu sulama süresinde en yüksek sulama randımanı %43.3 hesaplanmıştır. Diğer dördüncü, beşinci ve altıncı sulamalarda beşinci sulama hariç uygulanan debiler 154 ve 155 L s^{-1} şeklinde gerçekleşmiş, beşinci sulamada 168 L s^{-1} su uygulanmıştır. Dördüncü ve beşinci sulamaların sulama sürelerinden kaynaklı hesaplamalara bakıldığında uygulanan hacimsel su besinci sulamada 51 005 m^3, altıncı sulamada 48 686 m^3 çalışma parseline su uygulanmıştır (Çizelge 4.1.). Ekimden sonra gerçekleştirilen sulamalara ait randımanlar izlendiğinde grafiğin çan eğrisi şeklinde oluştuğu görülmüş dördüncü sulamada %40.9, beşinci sulama %32.6 ve altıncı sulamada %29.7 şeklinde gerçekleşmiştir. Üçüncü sulamadan sonra sulama randımanın ciddi şekilde azalan trend değerlerine göre; şu gözlemin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Şöyle ki dördüncü sulama tarihi DAS 92. güne gelmektedir. Ardışık sulamaların 110. ve 126. Günlere karşılık geldiği izlenmektedir (Çizelge 4.2.). Dördüncü sulamanın 92.güne rastlaması bitkinin artık biomass'ının pike ulaştığını göstermektedir. Çünkü 90-105 günlerin kozaların tam dolum dönemine (cotton bolls begin to fill) denk geldiği belirlenmiştir. Bu dönemde bitkinin %100 vejetatif aksamı tamamlamıştır (Çizelge 4.2.). Bu nedenle artık parsel içerisinde serbest dolaşım koşullarını azalması veya sınırlı olmasında dolayı sulama randımanları ciddi oranda azalmış dördüncü, beşinci ve altıncı sulamalarda sırasıyla %40.9, %32.6 ve %29.7 şeklinde gerçekleşmiştir. Genel ortalama %37.0 olarak hesaplanmıştır. Toplamda pamuk için mevsimlik 346 896 m^3 sulama suyu uygulanmış, SSD 1949 mm ve bir dekar alanın bir mevsim boyunca sulama süresi 3.83 saat olduğu hesaplanmıştır. Toplam sulama uygulama süresi 282 saat verilmiştir. Genel olarak HY 40-34 kanaletinden ≅142 L s^{-1} debi ile su alındığı, mevsimlik R_f'nin 86 L s^{-1} ve D_p'nin 4 L s^{-1} ölçüldüğü belirlenmiştir. R_f'nin HT13-0-13 drenaj kanalına mansaplandığı, anılan drenaj kanlının ve D_p kollektör çıkışının HT13 deşarj olduğu görülmüştür.

Çalışma parseline pamuk bitkisi için bir mevsim boyunca üretici tarafından brüt 1 949 mm sulama suyu uygulanmış bu suyun net su tüketimi 719 mm gerçekleşmiş ve su uygulama randımanı (IWUE) randımanı %36 hesaplanmıştır. Harran Ovasında yapılan benzer çalışmada pamuk bitkisinin mevsimlik sulama suyu miktarı 2 066.9 mm net sulama suyu miktarı ise 1 103.3 mm saptanmıştır (Karaca ve Selenay, 2001). Yapılan çalışma ile elde edilen sonuçlar benzerlik teşkil etmektedir. Su tasarrufunun sağlanamadığı ovada kayıplar %60'ın üzerinde gerçekleştiği görülmüştür. Türkiye ortalamasının %46 olduğu kayıtlardan belirlenmiş olup bu değerin (%36<%46) düşük gerçekleşmesi, Harran Ovasında vahşi sulamaların yapıldığı ve mevsimlik ≅700 milyon m^3 suyun Arıcan Deresi aracılığıyla Suriye'ye deşarj olduğu bilinmektedir (Anonim, 2017b). Randımanın bu denli düşük olduğu bir ovada gerek planlama raporlarında ve gerekse proje kriterlerinde sulama modülü ≅1 L s^{-1} ha^{-1} verilmekte olup bu modül değerinin düşük kalacağı söylenebilir. Açığın kapatılması için ovanın farklı lokasyonlarında gerek projelendirme aşamasında ve gerekse fiziki işletme koşullarının yetersiz olduğu dönemlerde açığın kapatılabilmesi için muhtelif yerlerde drenaj kanallarına bağlama yapıları regülatörler kurulmuş ve ovanın açık olan sulama suyu ihtiyacı karşılanmaya çalışılmıştır. Buna ilave olarak gerek sağ sahil Urfa Ana kanalı ve gerekse sol sahil Harran Ana kanalı mansap kısımlarında 200 adet YAS (Yer Altı Su) kuyusu inşa edilmiş ve işletmeye alınmıştır.

4.1.2. Mevsimlik bitki su tüketimi

Fırat nehrinden Atatürk Barajı ile Harran Ovasına saptırılan sulama suyunun Harran İlçe merkezine yakın Reha Sulama Birliği sorumluluk sahasında bulunan pamuk bitkisine tav sulama hariç altı sulamada ve toplamda 346 896 m^3 sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi için tav sulamadan önce nem düzeylerinin, yağışın bu dönemde olmamasından dolayı son derece düşük olduğu görülmüş, bu nedenle tav sulama ile 323 mm brüt su uygulanmıştır. Su bütçesi analizi sonucunda tav sulama dahil 178 dekarlık pamuk alanında yedi sulama gerçekleşmiş ve 682 saate toplam 346 896 m^3 su uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyunun derinliği 1 949 mm hesaplanmıştır. Sulama süresi 3.83 saat da^{-1} şeklinde belirlenmiştir. Çizelge 4.1.'de

görüleceği gibi sulama suyu derinlikleri 226-323 mm arasında, yüzey akış 68-104 L s^{-1}, derine sızma 4-5 L s^{-1} arasında değişirken net suyun 67-122 mm arasında gerçekleştiği saptanmıştır. Sulama randımanı buna bağlı olarak %29.7-43.3 arasında hesaplanmıştır.

Araştırmada kullanılan bitkinin yaz sezonun yetiştirilmesi ve yağışın olmaması nedeniyle yağış ve kapilar yükselme hesaba katılmamıştır. Araştırma süresince ölçülen IW, R_f ve D_p suların miktarları, toprak nem içerikleri dikkate alınarak pamuk bitkisinin mevsimlik su tüketimi miktarı 821.44 mm hesaplanmıştır. Karık sulama ile sulanan pamuk bitkisinde mevsimlik bitki su tüketimi 739 mm hesaplanmış ve sonuçlar benzerlik teşkil etmiştir (Evett ve ark., 2007).

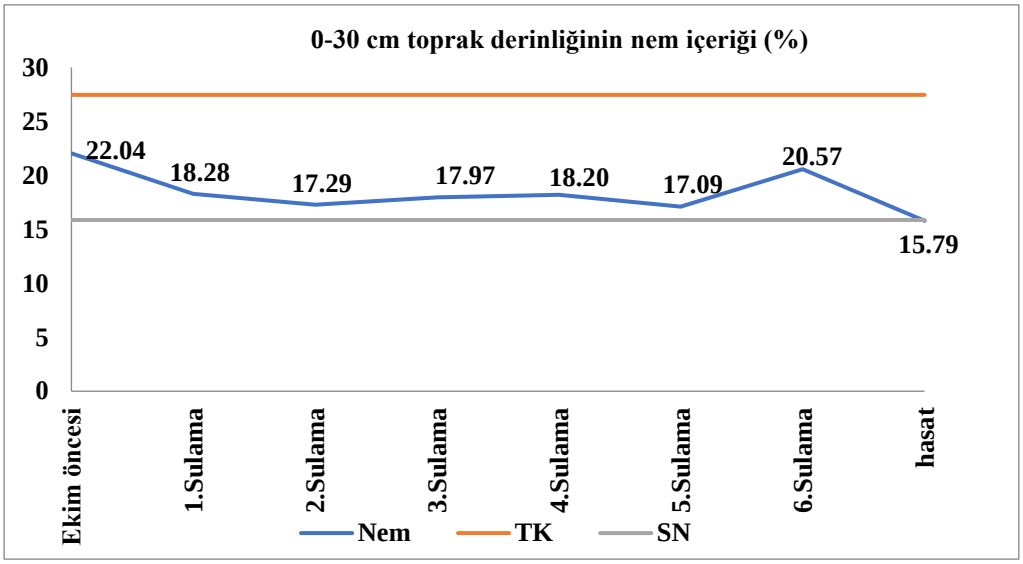
4.1.3. Toprak nem içeriklerinin belirlenmesi

Çalışma süresi boyunca her sulama öncesinde araştırma alanı topraklarının 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinden örnekler alınarak 105℃ etüvde kurutulmuştur. Araştırma süresi boyunca ekim öncesinde, her sulama ve hasat öncesinde alınan toprak örneklerinin oransal nem içerikleri Çizelge 4.3.'de gösterilmiştir. Toprakların 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinin katmanlara göre dağılımları Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de sunulmuştur.

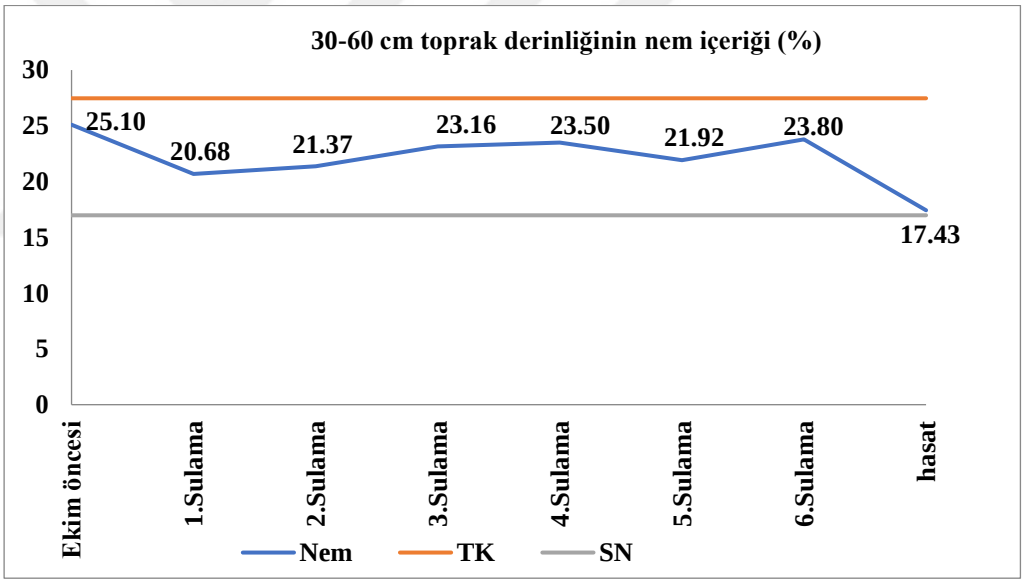
Çizelge 4.3. Araştırma alanı toprakların sulama öncesinde nem içerikleri

Zaman	**Nem içerikleri (%)**		
	0-30 cm	**30-60 cm**	**60-90 cm**
Ekim öncesi	22.04	25.10	26.07
I. Sulama	18.28	20.68	21.44
II. Sulama	17.29	21.37	22.94
III. Sulama	17.97	23.16	22.58
IV. Sulama	18.20	23.50	27.76
V. Sulama	17.09	21.92	23.30
VI. Sulama	20.57	23.80	23.61
Hasat	15.79	17.43	19.55

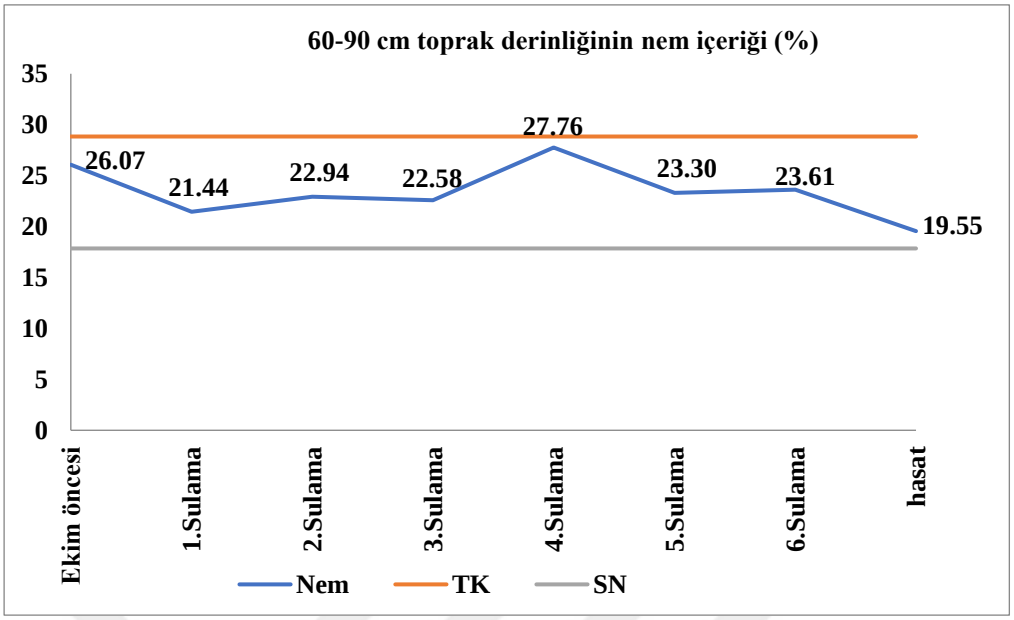
Toprakların nem içerikleri katmanlara göre incelendiğinde en fazla azalış 0-30 cm katmanında beşinci sulama öncesinde %17.09 gerçekleşmiştir. Nem içeriklerinin solma noktası ile yüzdesel aralığı incelendiğinde elverişli nemin sulamalar öncesinde alt düzeylerde olduğu görülmüş, bu toprakların üst katmanında olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca, bitkinin solgunluk gösterdiği gözlenmiştir. Sulama takvimine bakıldığında sulama aralığının 15-20 gün arasında değiştiği görülmüştür. Aynı çizelgenin 30-60 cm derinliklerinde nem içeriklerinin ilk katmana göre görece olarak daha fazla değerlerde olduğu ve bu değerlerin %20.68-25.10 arasında değiştiği saptanmıştır. Son katmanda toprak nem içerikleri en yüksek değerlere ulaşmış %21.44-27.76 arasında değişmiştir. Bu değerlerin yüksek çıkması taban suyu seviyelerinin etkin olduğunu göstermiştir. Bu sulama için aynı noktada 90-120 cm'ye inildiğinde taban suyuna rastlanmıştır. Genel olarak elverişli nemin ilk katmanda çok fazla eksildiğini orta katmanda görece olarak daha az eksildiğini ve son katmanda sulama öncesinde diğer katmanlara göre nem içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Pamuk bitkisinin kazık kök yapısına sahip olması nedeniyle etkili kök yapısının 30-90 cm arasında olabileceği söylenebilir. Ancak, varyeteye bağlı olarak, köklerin daha derinlerde yoğunlaşabileceği ifade edilebilir. Bir diğer husus tav sulama ile birinci sulama arasındaki sulama aralığının 50 gün olması bitkinin kök yapısının güçlenmesi ve suyu daha derinlerde bulması için gerçekleştirildiği bilinmektedir. Aşağıda Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi nem değişimleri ardışık sulamalarda uygulanan bir önceki sulamanın derinliğine bağlı olarak değiştiği söylenebilir.



Şekil 4.1. Araştırma alanı topraklarının 0-30 cm derinliğindeki nem dağılımı



Şekil 4.2. Araştırma alanı topraklarının 30-60 cm derinliğindeki nem dağılımı



Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının 60-90 cm derinliğindeki nem dağılımı

4.1.4. Askıda katı madde analizi

Askıda katı madde (AKM) tayininde deneme parseline ait programlı sulama sularında; IW, R_f ve D_p için su numuneleri alınmış, laboratuvarda analizleri yapılmış ve sonuçları mg L^{-1} cinsinden değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4.)

Çizelge 4.4. Çalışma alanı sularının AKM (mg L^{-1}) sonuçları

Sulama	AKM (mg L^{-1})		
	IW	R_f	D_p
I.Sulama	38.00	520.00	1.33
II.Sulama	44.67	336.00	2.67
III.Sulama	24.63	236.00	5.33
IV.Sulama	20.00	230.67	6.67
V.Sulama	20.67	440.60	4.00
VI.Sulama	22.67	212.67	6.00

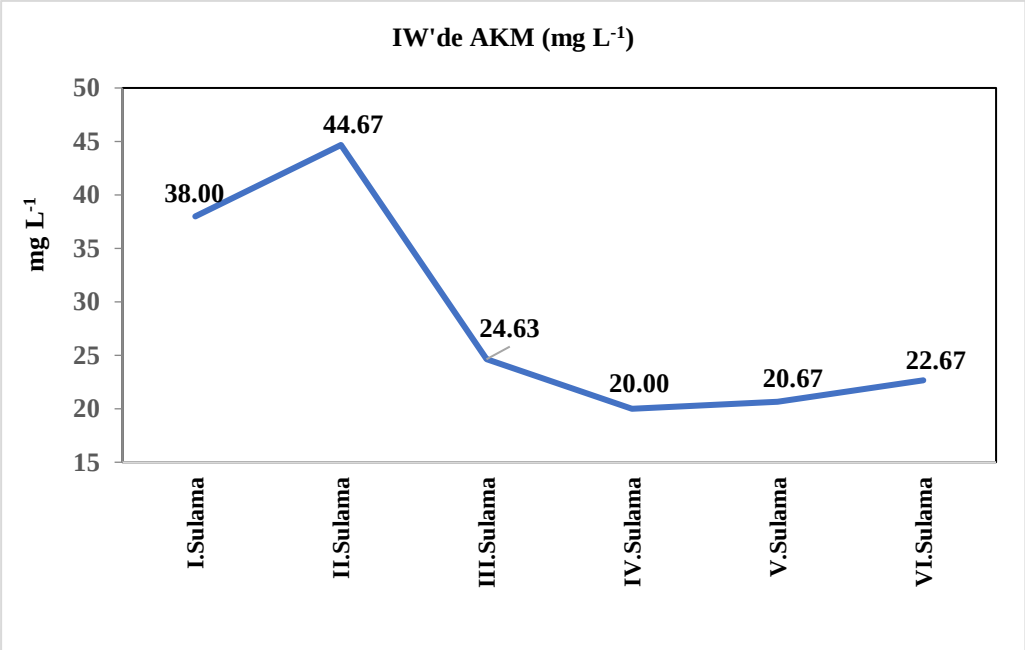
İlgili çizelgede görüleceği IW, R_f ve D_P değerleri, en düşük D_p de daha sonra IW'de ve en yüksek R_f de gerçekleşmiştir. IW değerleri en düşük dördüncü, beşinci ve altıncı sulamalarda ölçülmüştür. Bunun nedeni kuvvetle muhtemeldir ki, temmuz ve ağustos aylarında baraj mansabından yani havzadan gelen akış debilerinin düşük olması ve buna bağlı olarak suyun fiziksel özelliğinde ki bulanıklığın diğer aylara göre daha az gerçekleşmesinden kaynaklanmış olabilir.

Nitekim altıncı sulamada (son sulama) dördüncü ve beşinci sulamalara benzer tepkiler alınmış, en düşük değerler sırasıyla 20.00-38.00 mg L^{-1} arasında ölçülmüştür. Aynı çizelgenin ikinci sütununda R_f değerleri incelendiğinde, vahşi sulamalardan kaynaklanan ve çok açık olarak görülebilen tepkiler alındığını ifade etmek mümkündür. Şöyle ki en yüksek AKM değeri birinci sulamada 520 mg L^{-1} ve son sulamada en düşük 212.67 mg L^{-1} arasında değişmiştir. Her ikisi arasında dramatik bir şekilde oluşan farklılığın açıklaması şöyle yapılabilir. Birinci sulamada 520.00 mg L^{-1} R_f değerinin olması bitki DAS değerinin 50. güne denk gelmesi ve gelişim döneminin taraklanma döneminden önceki evreye denk gelmesinden kaynaklanmış ve gölgelenen alan yüzdesi %40-50 düzeylerinde olduğu tespit

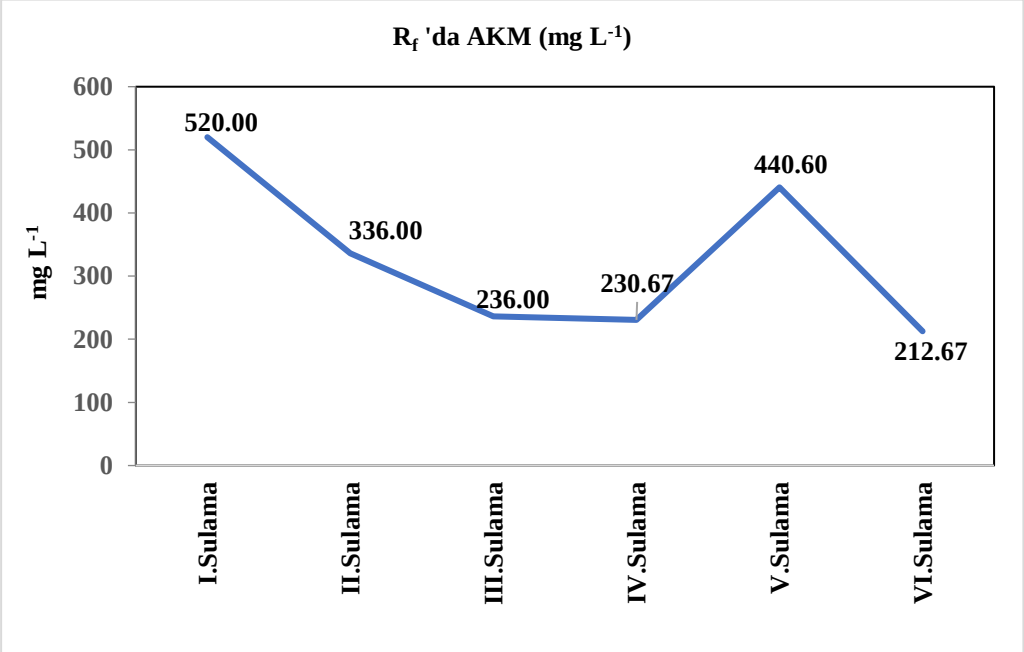
edilmiştir. Bununla birlikte arazinin mekanik çapa ile kültürel işleminin yapıldığı ve bu dönemde aküple çapa makinasıyla gübrenin verildiği döneme denk gelmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Sonuç olarak bu gelişim döneminde toprak işlemenin yoğun geçtiği haftaların olduğunu söylemek doğru bir yaklaşımdır. Böyle koşullarda toprak strüktürünün gevşek olması R_f deki AKM'yi tetiklemekte ve parsel sonundan vahşi sulamalarla birlikte çok ciddi şekilde HT13-0-13 kuşaklama kanalına deşarj olduğu saptanmıştır. Gerçekleşen tüm olumsuz koşullardan dolayı R_f değeri birinci sulamada maksimum düzeyde gerçekleşmiştir. Ardışık sulamalardaki R_f değerleri şiddetli şekilde azalmakta, en düşük değer dördüncü sulamada ölçülmüştür. Bu sonuçlar yukarıdaki açıklamaları teyit etmekte ve özellikle üçüncü sulamadan sonra gölgelenen alan yüzdesi %100'e yakın bir değere ulaşmaktadır. Gerek üçüncü ve gerekse dördüncü sulamalarda toprak yüzey dokusunun sert ve bitki örtü yüzdesinin sık olması yüzey akışta ki AKM değerlerinin düşük çıkmasına neden olmuştur.

Sonuçların şaşırtıcı bir şekilde beşinci sulamadaki AKM'nin R_f değeri 440.60 mg L^{-1} saptanmış olması, bitkinin bio-kütlesinin pik olduğu dönemi yansıtmakta ve tarımsal mücadelenin çok yoğun yapıldığı dönemlere denk geldiği görülmektedir. Traktörle mekanik işlemlerin sıkça yapılması, bitkinin özellikle yapraklarının ve üreme organlarının reseptif dönemlerinden sonraki çiçek uçlarının çok yoğun şekilde dökülmesinden dolayı AKM değerinin artmasına neden olmuştur. Sonuç olarak AKM içerisinde organik madde düzeyinin pik düzeylere ulaşabildiği sonucuna varılmıştır. Çizelgenin D_p sütunu incelendiğinde AKM değerlerinin son derece düşük ve önemsiz olduğu saptanmıştır. Ancak EC değerleri IW ve R_f'den daha yüksek gerçekleşmiştir.

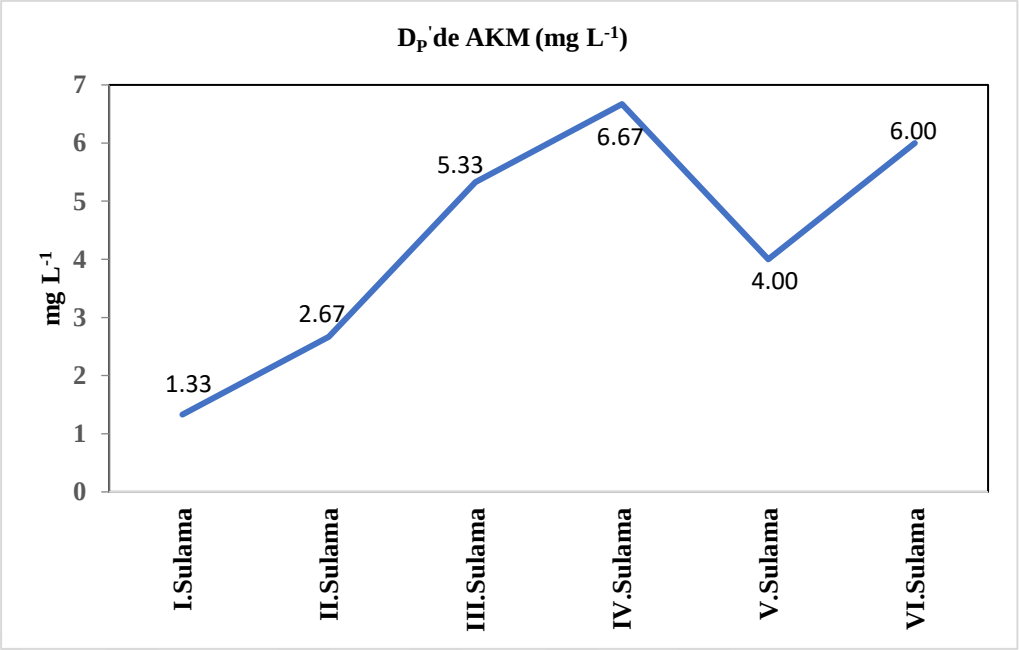
AKM için Çizelge 4.4. değerlerine laboratuvarda ölçülen değerler grafik halinde her başlık altında ki bunlar sırasıyla IW, R_f ve D_p şeklinde gösterilmiştir (Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.).



Şekil 4.4. IW sularının sulamalara göre AKM dağılımları



Şekil 4.5. R_f sularının sulamalara göre AKM dağılımları



Şekil 4.6. D_P sularının sulamalara göre AKM dağılımları

Çizelge 4.5. Mevsimlik parselden kaybedilen AKM (mg L^{-1}) değerleri

Sulama	AKM (mg L^{-1})			V (m^3)	AKM (ton $parsel^{-1}$)			
	IW	R_f	D_p		IW	R_f	D_p	Σ
I.Sulama	38.00	520.00	1.33	46426	1.76	24.14	0.06	22.44
II.Sulama	44.67	336.00	2.67	54720	2.44	18.39	0.15	16.09
III.Sulama	24.63	236.00	5.33	48463	1.19	11.44	0.26	10.50
IV.Sulama	20.00	230.67	6.67	51005	1.02	11.77	0.34	11.09
V.Sulama	20.67	440.60	4.00	48686	1.01	21.45	0.19	20.64
VI.Sulama	22.67	212.67	6.00	40176	0.91	8.54	0.24	7.87
				289476	8.34	95.73	1.24	88.63

PS: postscript

PS: Toplam mevsimlik uygulanan sulama suyu hacmi 289 476 m^3 olmayıp, bu hacme, tav sulamada uygulanan 323 mm SSD ilave edildiğinde 57 420 m^3, toplam sulama suyu 346 896 m^3' hacme yükseldiği hesaplanmıştır. Bu sonuca göre, mevsimlik 178 dekar bildirilen pamuk parselinden 106.23 ton AKM kaybedilmiştir. Çizelgeden çıkarılan sonuç R_f değerinin çok yüksek değerlerde gerçekleştiği, vahşi sulamaların ton/da-mevsimlik kayıplarını tetiklediği aşırı suların aşırı AKM kayıpları olduğu, görülmeyen en büyük problemin toprakların su erozyonuyla yitirildiğini ve

önemli miktardaki organik maddenin heba olduğunu kesin ve çok net ifadeyle söylemek mümkündür. Ne yazık ki, Harran Ovasından mevsimlik ≅0.6 ton da^{-1} AKM kaybolmaktadır.

4.1.5. Araştırma alanı topraklarının pH ve EC analiz sonuçları

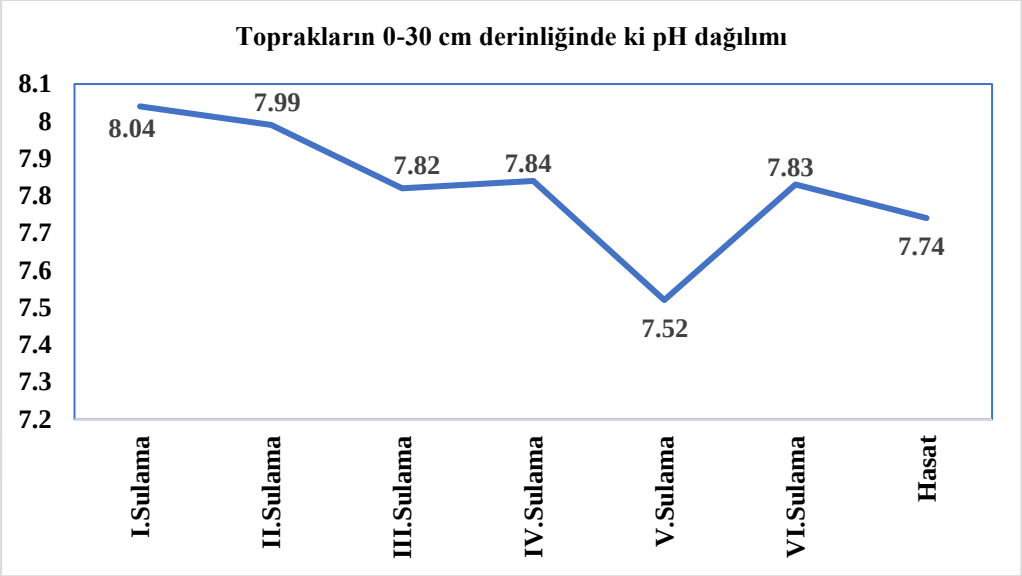
Çalışma süresi boyunca sulamalar öncesi araştırma alanının 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinin yöntem kısmında verilen analizleri yapılarak pH ve EC değerleri saptamıştır. Araştırma alanı topraklarının pH ve EC değerleri Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.7.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Araştırma alanı topraklarının pH değerleri

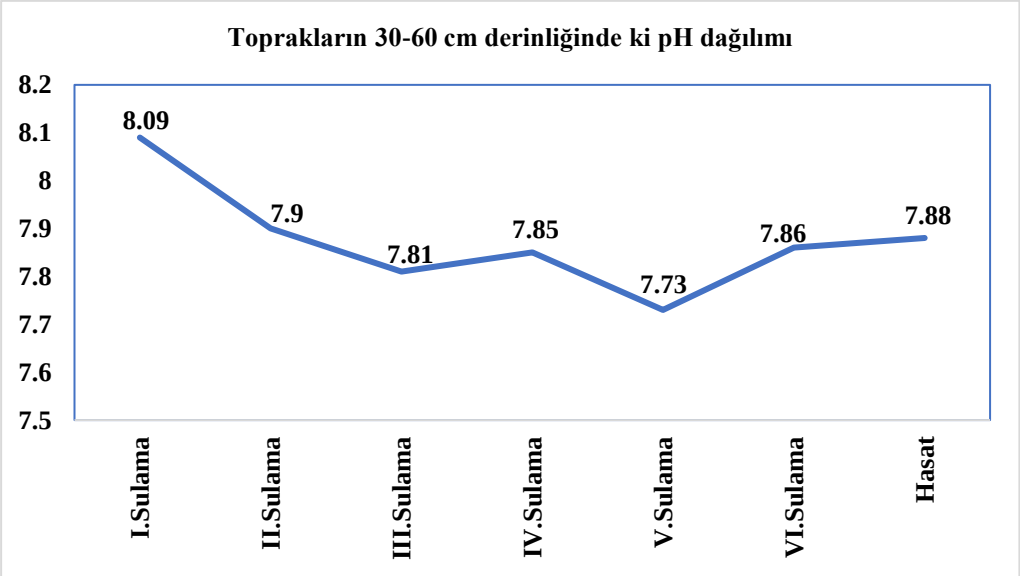
Sulamalar	**Toprak derinlikleri (cm)**		
	0-30	**30-60**	**60-90**
I. sulama	8.04	8.09	8.03
II. sulama	7.99	7.90	8.00
III. sulama	7.82	7.81	7.87
IV. sulama	7.84	7.85	7.80
V. sulama	7.52	7.73	7.89
VI. sulama	7.83	7.86	7.62
Hasat	7.74	7.88	7.76

Sulamalardan önce toprakların pH değerleri incelendiğinde; toprak pH'sının genel olarak hafif bazik bir reaksiyona sahip olduğu, yapılan sulamalarla birlikte pH'da artış ve azalışlarının toprak reaksiyonuna etki edecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Toprak reaksiyonu (pH'nın artış veya azalışı) yapılan sulamalar ile değişimi toprağın tamponlanma özelliğinden dolayı zordur. Toprağın tamponlama kapasitesi; bir toprağın pH'sının yapılan uygulamalar ile ani değişimlere karşı, pH'ının aniden yükselmesi veya alçalması şeklinde açıklanabilir. Bu doğrultuda, topraktaki organik madde ile kil miktarı artışına bağlı olarak tamponlama kapasitesinin de arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.). Dicle havzasının tamamında 175 noktadan alınan toprak örneklerinin pH değerleri 6.61.-8.55 arasında

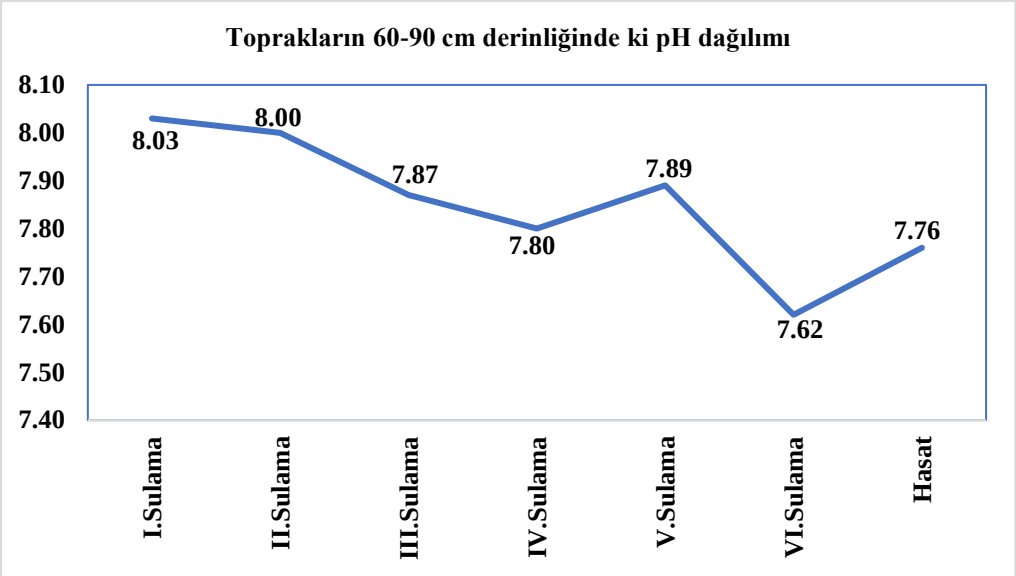
saptanmıştır (Budak ve ark., 2018). Kurak iklim koşulları altında yapılan çalışmada toprakların pH değeri 7.51-9.31 arasında belirlenmiştir (Budak, 2012).



Şekil 4.7. Araştırma topraklarının 0-30 cm derinliğindeki pH dağılımı



Şekil 4.8. Araştırma topraklarının 30-60 cm derinliğindeki pH dağılımı

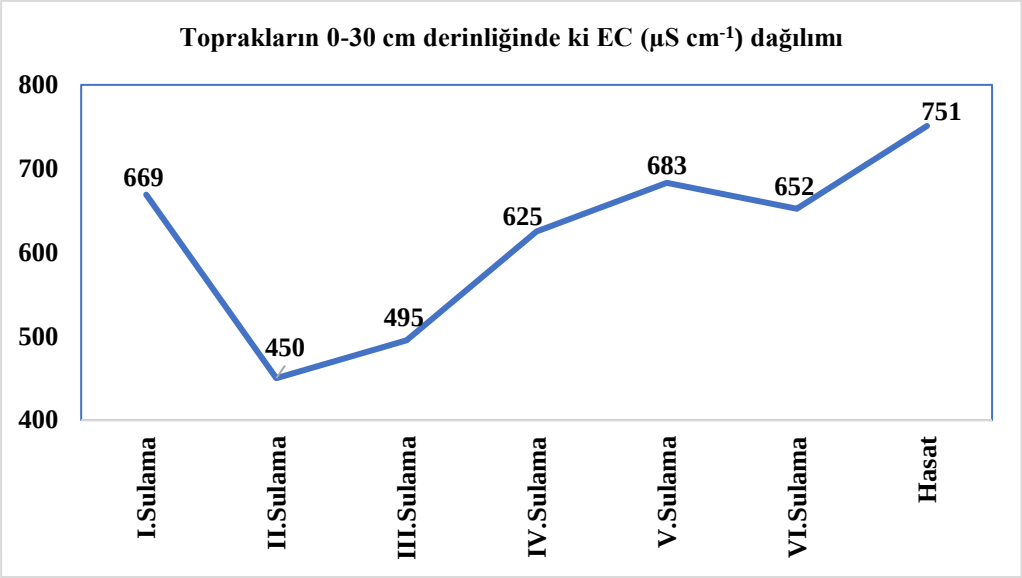


Şekil 4.9. Araştırma topraklarının 60-90 cm derinliğindeki pH dağılımı

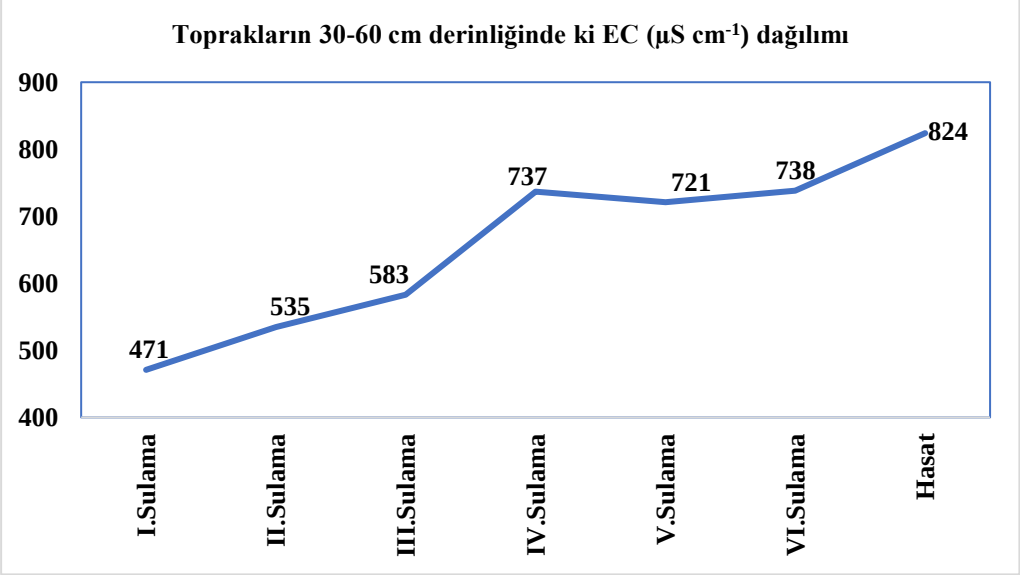
Çizelge 4.7. Araştırma alanı topraklarının EC (µS cm^{-1}) değerleri

Sulamalar	Toprak derinlikleri (cm)		
	0-30	30-60	60-90
I. sulama	669.00	471.00	461.00
II. sulama	450.00	535.00	553.00
III. sulama	495.00	583.00	697.00
IV. sulama	625.00	737.00	810.00
V. sulama	683.00	721.00	744.00
VI. sulama	652.00	738.00	816.00
Hasat	751.00	824.00	859.00

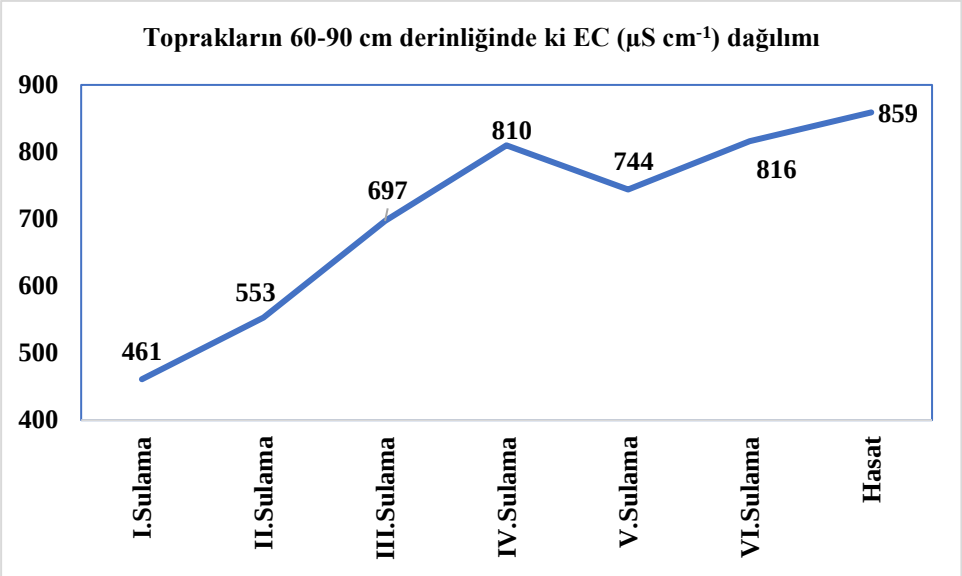
Toprakların Sulamalardan önce yapılan EC ölçümlerini incelediğimizde; ilk sulamadan önce, 0-30, 30-60 ve 60-90 cm de topraklar tuzsuz olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.7.). Yapılan 5 sulamada da EC değerleri dalgalanmalar olmasına rağmen tuzluluk açısından kayda değer sonuçlar bulunmamış ve deneme sonuna kadar topraklar 450.00-859.00 µS cm^{-1} arasında tuzluluk değerleri göstermiştir (Şekil 4.10., Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.). Dicle havzasının topraklarının EC değerini saptamak amacıyla yapılan çalışmada toprakların EC değerlerini 220-1970 µS cm^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama toprak EC değeri 670 µS cm^{-1} saptanmıştır (Budak ve ark., 2018). Elde edilen veriler yapılan çalışma ile benzerlik teşkil etmektedir.



Şekil 4.10. Araştırma topraklarının 0-30 cm derinliğindeki EC dağılımı



Şekil 4.11. Araştırma topraklarının 30-60 cm derinliğindeki EC dağılımı



Şekil 4.12. Araştırma topraklarının 60-90 cm derinliğindeki EC dağılımı

4.1.6. Sulama suyu analiz sonuçları

Araştırma süresince tüm sulamalarda sulama suyu (IW), yüzey akış (R_f) ve derine sızma (D_p) sularının analizleri yapılmıştır. IW, R_f ve D_p sularının tüm sulamalarda pH, EC ve DO sonuçları belirlenmiştir (Çizelge 4.8., Çizelge 4.9. ve Çizelge 4.10.). Suların sınıfını ve kalitesini belirlemek amacıyla dördüncü, beşinci ve altıncı sulamalarda IW, R_f ve D_p sularının detay analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.11., Çizelge 4.12. ve Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.8. Sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularının pH değerleri

Sulama	**IW**	**R_f**	**D_p**
I. sulama	8.59	8.50	7.34
II. sulama	8.57	8.15	7.29
III. sulama	8.53	8.36	7.24
IV. sulama	8.70	8.27	7.45
V. sulama	8.60	8.37	7.22
VI. sulama	8.77	8.62	7.47

Araştırma süresince tüm sulamalarda IW, R_f ve d_p sularının pH, EC ve DO değerleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Sulama suyu olarak kullanılan Fırat suyunun (IW) tüm sulamalarda pH değeri 7.0 nötr değerinin üstünde olduğu ve en yüksek dördüncü sulamada (8.77) en düşük ise üçüncü sulamada (8.53) saptanmıştır. Sulamalar arasında suyun pH değerlerinde önemli bir sapma olmadığı ve pH değerlerinin 8.53-8.77 değerleri arasında tespit edilmiştir. R_f sularının pH değeri en yüksek altıncı sulamada (8.62), en düşük ise (8.15) ikinci sulamada saptanmış, yüzey akış pH değeri tüm sulamalarda 8.15-8.62 sınırları arasında olduğu ölçülmüştür. d_p sularının pH değeri en yüksek (7.47) altıncı sulamada en düşük ise (7.24) üçüncü sulamada belirlenmiştir. Yüzey sularının derine sızma anında sudaki pH değerinin düştüğü ve eşik değerine yakın bir değer aldığı saptanmıştır (Çizelge 4.8.). Sulama yapılan alanlarda su analizleri sonucu sulama sularında ki pH değerinin 7.07-8.67 arasında saptanmıştır (Şimşek ve ark., 2017). Van Çaldıran Ovasında bulunan yüzey suların pH değeri 6.79-8.97 arasında belirlenmiştir (Aydın, 2017). Eskişehir'de bulunan sulama göletlerinin yaz sezonun pH değeri 8.45-9.11 arasında saptanmıştır (Tokatlı ve ark., 2017). Yapılan bir diğer çalışmada Apa Baraj Gölünün su kalite analizleri sonucu 2001-2002 yılları arasında suyun pH değeri 7.28-8.13 arasında olduğu tespit edilmiştir (Mert ve ark., 2008). Sulardaki pH sonuçları yapılan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile benzerlik teşkil etmektedir.

Çizelge 4.9. Sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularının EC (µS cm^{-1}) değerleri

Sulama	**IW**	**R_f**	**D_p**
I. sulama	393	401	2290
II. sulama	388	595	2310
III. sulama	377	393	2260
IV. sulama	408	392	2250
V. sulama	370	408	2280
VI. sulama	365	386	2230

Çalışma sularının EC (µS cm^{-1}) değerleri sulama sularında en yüksek (408 µS cm^{-1}) dördüncü sulamada ve en düşük (365 µS cm^{-1}) altıncı sulamada gerçekleşmiştir. Sulama sularında kullanılan Fırat suyunun tuzluluk durumu tüm sulamalarda sınır değerlerinin altında olduğu ve tuzlu sorunu olmadığı saptanmıştır. Yüzey akış sularının EC değeri en yüksek (595 µS cm^{-1}) ikinci sulamada en düşük (392 µS cm^{-1}) dördüncü sulamada gerçeklemiş ve yüzey akış sularının EC değerleri sulamalar arasında farklılık yaşanmamıştır. Derine sızma sularının EC değerleri en yüksek (2260 µS cm^{-1}) üçüncü sulamada en düşük ise (2230 µS cm^{-1}) altıncı sulamada gerçekleşmiştir. Derine sızma sularının EC değeri sulama suları ve yüzey akış sularının EC değerlerine göre ciddi bir artış olduğu suyun topraktan aldığı tuz ile drenaj borularından çıkana kadar tuz oranının ortalama 5 katı bir artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4.9.). Yüzey suların EC değerlerinin incelendiği çalışmada suların EC değeri 129-1 203 µS cm^{-1} arasında belirlenmiştir (Aydın, 2017).

Çizelge 4.10. Sulama suyu, yüzey akış ve derine sızma sularının DO değerleri

Sulama	**IW**	**R_f**	**D_p**
I. sulama	7.18	7.04	7.06
II. sulama	6.95	6.72	6.62
III. sulama	7.19	6.81	6.53
IV. sulama	7.60	6.95	7.64
V. sulama	7.32	6.88	7.43
VI. sulama	7.54	7.02	7.28

Araştırma alanından alınan suların analiz sonuçlarının DO değerleri incelendiğinde sulama suyunda ki en yüksek (7.60) dördüncü sulamada en düşük (6.95) ikinci sulamada gerçekleşmiştir. Sulama sularının DO değerleri sulamalar arasında farklılık gözlenmemiştir. Yüzey akış sularının en yüksek (7.04) birinci sulamada en düşük ise (6.72) ikinci sulamada gerçeklemiş olup yüzey akış sularının sulamalar arasındaki DO değerlerinde önemli bir sapma gözlemlenmemiştir. Derine sızma sularının DO değerleri en yüksek (7.64) dördüncü sulamada en düşük ise (6.53) üçüncü sulamada gerçekleştiği saptanmış ve derine sızma sularının sulamalar arasında DO değerlerinde önemli bir farklılık bulunamamıştır (Çizelge 4.10.). Eskişehir'de bulunan sulama göletlerinin su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada yaz sezonu boyunca sulardaki DO değerini 6.58-9.20 mg L^{-1} arasında saptanmıştır (Tokatlı ve ark., 2017). Apa Gölünün 2001-2002 yılları arasında su analizleri sonucu elde edilen DO değeri 6.56-9.25 mg L^{-1} arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. IW'nin Analiz Sonuçları

	4. Sulama	5. Sulama	6. Sulama
pH	8.70	8.60	8.77
EC (µS/cm)	408.0	370.0	365.0
DO	7.60	7.32	7.54
Renk (Pt-Co)	3	2	3
Bulanıklık (NTU)	19.70	21	15.80
Organik Madde (mgL^{-1})	1.362	0.862	0.58
Bor ($mg\ L^{-1}$)	0.50	0.50	0.40
Karbonat ($mg\ L^{-1}$)	10.80	20.03	12.52
Bi Karbonat ($mg\ L^{-1}$)	139.71	132.41	172.51
Sodyum ($mg\ L^{-1}$)	26.76	20.53	24.44
Amonyum ($mg\ L^{-1}$)	0	<0.05	0.27
Potasyum ($mg\ L^{-1}$)	2.31	2.29	3.72
Kalsiyum ($mg\ L^{-1}$)	34.78	33.50	35.82
Magnezyum ($mg\ L^{-1}$)	17.54	16.73	18.15
Klorür ($mg\ L^{-1}$)	2.77	21.07	23.00
Florür ($mg\ L^{-1}$)	0.27	0.14	0.30
Nitrat ($mg\ L^{-1}$)	4.57	4.07	4.16
Sülfat ($mg\ L^{-1}$)	54.93	39.54	41.77
Na (%)	26.43	22.32	23.94
SAR	0.92	0.90	0.83
Suyun Sınıfı	C_2S_1	C_2S_1	C_2S_1

Çalışmada kullanılan IW sularının Fırat havzasından gelen sular olduğu, bu nedenle kullanılan suların renk ve bulanıklık parametrelerine ait değerlerin, sınır değerlerinin altında kaldığı ve konvansiyonel sulamalar için hiçbir risk taşımadığı, ancak damla sulama için kullanılması halinde elek ve mesh filtrelerle bulanıklığın giderilebileceği, yağmurlama sulama için her iki parametrelerin uygun olduğu söylenebilir. Sularda bulunan sodyum, kalsiyum ve magnezyum düzeyleri incelendiğinde SAR<10 olması sodyum zararının önemsiz olduğunu göstermektedir. Toplam tuz içeriği (EC) ile SAR arasında logaritmik ancak ters bir ilişki bulunmaktadır (USSL, 1954). Genel olarak değerlendirildiğinde Fırat Havzası suyuna ait değerlerin son derece nitelikli sular olduğu, EC değerinin birinci sınıf suların EC değerlerine yakın olması C_2S_1'i C_1S_1'e çekebilecek potansiyelde bulunduğu söylenebilir. Nitekim EC değerleri çoğu kez 370 µS cm^{-1} dolayında ölçülmüştür (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.12. R_f Analiz Sonuçları

	4. Sulama	5. Sulama	6. Sulama
pH	8.27	8.37	8.62
EC (µS cm^{-1})	392	408	386
DO	6.95	6.88	7.02
Renk (Pt-Co)	22	33	25
Bulanıklık (NTU)	232	445	249
Organik Madde (mg L^{-1})	1.052	0.862	0.94
Bor (mg L^{-1})	0.40	0.20	0.60
Karbonat (mg L^{-1})	0	13.77	10.64
Bi Karbonat (mg L^{-1})	65.95	159.15	168.69
Sodyum (mg L^{-1})	20.84	22.49	22.78
Amonyum (mg L^{-1})	2.57	3.36	0.28
Potasyum (mg L^{-1})	3.03	4.33	4.65
Kalsiyum (mg L^{-1})	37.11	38.41	38.86
Magnezyum (mg L^{-1})	13.73	14.19	15.25
Klorür (mg L^{-1})	24.86	26.36	24.67
Florür (mg L^{-1})	0.37	0.64	0.26
Nitrat (mg L^{-1})	7.24	10.15	6.15
Sülfat (mg L^{-1})	48.84	49.13	47.25
Na (%)	22.85	23.43	23.01
SAR	0.74	0.79	0.78
Suyun Sınıfı	C_2S_1	C_2S_1	C_2S_1

Çalışma parselinden çıkan R_f'nin detay analizleri dördüncü, beşinci ve altıncı sulamalarda yapılmıştır. Genel olarak renk ve bulanıklık IW sularına göre çok yüksek saptanmış, bunun nedeni parselden uzun süre R_f şeklinde akması, bulanıklığın toprak erozyonundan kaynaklandığı saptanmıştır. Bu değerlendirme Çizelge 4.5.'de izleneceği gibi AKM değerinin 0.6 t da^{-1} hesaplanmıştır. Parsel büyüklüğü 178 da çalışıldığından dolayı, mevsim boyunca 2017 yılında 107 ton toprak ve organik madde kaybolduğu belirlenmiştir. Ova genelinde sulamaların ve R_f analiz sonuçlarının benzer gerçekleşmesi durumunda, uzun yıllar kaybın tekrar kazanımının mümkün olmadığı dikkate alındığında ova için büyük tehlike oluşturacağını şimdiden kestirmek mümkün görülmektedir. Yüzey akışta suyun sınıfını EC ve sodyum belirlendiğinden dolayı, her iki parametrenin IW değerlerine yakın olduğu görülmüş ve suyun sınıfı C_2S_1 şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 4.12.). Bu sonuç, drenaj kanallarına mansaplanan R_f sularının sulama suyu olarak kullanılmasında bir sakınca olmadığının kanıtı sayılabilir. Nitekim, drenaj kanalı üzerinde bulunan ondan fazla bağlama-regülatörlerle

kullanılmış suların tekrar kullanımı gerçekleştirilmekte, drenaj kanallarından derive edilen suların çoğu HYA ana kanalı olarak bilinen kanaldan yapılmakta, diğer önemli bir kısmı ise Harran İlçesinin Güneyinde bulunan Küplüce regülatöründen iki terfili pompa istasyonları ile Urfa Ana kanalının 60-70 km'leri arasında yer alan sahanın sulanması amaçlanmaktadır. Ancak enerji giderlerinin terfi sulamalar için çok yüksek çıkması bu lokasyonda dönen suların kullanımı başarılı olmamış, bunun yerine son 10 yılda devreye yeni açılan YAS kuyularının devreye alınmasıyla mevsimlik su ihtiyacı karşılanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 4.13. D_p Analiz Sonuçları

	4. Sulama	**5. Sulama**	**6. Sulama**
pH	7.45	7.22	7.47
EC (µs cm^{-1})	2250	2280	2230
DO	7.64	7.43	7.28
Renk (Pt-Co)	2	2	3
Bulanıklık (NTU)	2.22	1.34	2.16
Organik Madde (mg L^{-1})	1.27	0.18	0.27
Bor (mg L^{-1})	0.50	0.2	1.30
Karbonat (mg L^{-1})	0	0	0
Bi Karbonat (mg L^{-1})	224.52	240.63	268
Sodyum (mg L^{-1})	110.46	119.40	127.08
Amonyum (mg L^{-1})	1.74	<0.05	0.98
Potasyum (mg L^{-1})	4.31	1.28	2.53
Kalsiyum (mg L^{-1})	363.86	367.25	388.66
Magnezyum (mg L^{-1})	72.28	75.30	78.78
Klorür (mg L^{-1})	69.33	71.99	73.71
Florür (mg L^{-1})	1.53	1.36	2.04
Nitrat (mg L^{-1})	79.82	81.57	82.55
Sülfat (mg L^{-1})	1 031.76	1 080.87	1 027.70
Na (%)	16.55	17.45	17.56
SAR	1.38	1.48	1.54
Suyun Sınıfı	C_2S_1	C_4S_1	C_3S_1

IW, R_f ve D_p analiz sonuçları incelendiğinde, doğal olarak en yüksek EC değerinin D_p'de gerçekleştiği görülmüş ve bu sonucun uygulanan IW suyunun elektriksel iletkenliğinden kaynaklanmamış olup toprakların yıkanmasından ileri geldiği saptanmıştır. Nitekim, IW ve R_f sularının EC değerleri 408 µS cm^{-1} altında ölçülmüş ve bu değerlerin iletkenlik anlamında yüksek olmadığı görülmüştür. D_p

sularındaki EC değerleri 2 250 µS cm^{-1} dolayında olması, bu suların C_2, C_3 ve C_4 sınıfına girdiği anlamını yüklemiştir. Bitkinin etkili kök bölgesinden süzülen suların D_p olarak kollektörlerden çıkış yapması, bu suların renk ve bulanıklık parametrelerinde ki değerlerinin içme suyu berraklığına yakın olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.13.). Buna karşın, HT13 Ana drenaj kanalına kollektörle mansaplanan, Kollektörden çıkan D_p sularının debi değerleri (4-5 L s^{-1}), HT13 drenaj kanalında ≅1.5 m^3s^{-1} debiyle birleşmesi sonucu EC konsantrasyon değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Bu sonuca göre; dönen suların sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Bu yaklaşım, ovanın su kullanımındaki randımanının etkinliğini arttırmakta ve mevsimlik olarak barajdan bırakılacak suların miktarlarının düşmesine neden olmaktadır.

4.1.7. Çalışma alanı pamuk verimi

Araştırmada yaygın olarak kullanılan ve ovaya temsil eden pamuk bitkisinin hasat zamanında beş farklı noktadan alınan pamuk ağırlıkları Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Arazinin farklı noktalarından alınan pamuk verimleri

Nokta	Verim (g 3.5 m^{-2})	Bitki sayısı
I.	2 060	41
II.	2 080	44
III.	1 920	41
IV.	1 840	54
V.	1 890	62
Ortalama	1 958	49

Çizelge 4.14. incelendiğinde farklı noktalardan alınan pamuk numunelerinin ortalama 3.5 m^2 1 958 gram olmaktadır. Bu sonuçlara göre çalışma alanında 559 kg da^{-1} kütlü pamuk verimi elde edilmiş olup toplam çalışma alanından ise ortalama 100 ton kütlü pamuk hasadı gerçekleştirilmiştir. Bir başka araştırmada 2009 ve 2011 yılları arasında 18 lokasyonda pamuk verimini 1900-5500 kg ha^{-1} olarak saptamışlardır (Reedy ve ark., 2012). Yarı kurak iklim koşulları altında yapılan çalışmada pamuk bitkisinin kütlü verimini 2476.0-3289.5 kg ha^{-1} bildirmişlerdir (Azevedo ve ark., 2012).

4.1.8. Pamuk çırçır randımanı

Araştırma alanından alınan pamuk numunelerinin çırçır randımanları Çizelge 4.15.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Çalışma alanı pamuk çırçır randımanı

Lokasyon	Çırçır randımanı (%)
I.	%46
II.	%47
III.	%46
IV.	%45
V.	%46
Ortalama	**%46**

Çizelge 4.15. incelendiğinde araştırma alanın farklı noktalarından alınan pamuk numunelerine göre en yüksek çırçır randımanı %47 en düşük randıman ise %45 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre aynı çizelgede verilen ortalama çırçır randımanı %46 hesaplanmıştır. Dağdelen ve ark., (1999) yüzey sulama ile yaptıkları çalışmada çırçır randımanını %44-45 arasında bulmuştur. Kısıntılı sulama düzeylerinde yapılan diğer bir çalışmada ise çırçır randımanı %43-45 arasında saptanmıştır (Yılmaz, 1999). Çalışma alanının ortalama kütlü verimi 559 kg da^{-1} hesabı ile pilot ölçekli yapılan çalışma alanından bir mevsimlik ürün yetiştirme sezonunda 257 kg da^{-1} lif verimi elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Harran Ovasında seçilen deneme parseli 178 da olup büyük ölçekli pamuk parsellerini yansıtmaktadır. Arazinin eğimi düz ve düze yakın olup kuzey-güney yönünde uzun kenara sahip olup uzun kenarın doğu yönünde sulama kanalı, batı yönünde kuşaklama kanalı bulunmaktadır. Şebekenin sulama suyu ihtiyacı HY40 klasik kanaldan alınmakta ve HY40-34 kanaletinden parsele sifonla sulama suyu alınmaktadır. Mevsim boyunca tav sulama dahil yedi sulama yapılmış ve toplamda SSD 1 949 mm ölçülmüş ve net su 719 mm hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre sulama randımanı %36.8 saptanmıştır. Uygulanan sulama suyu hacmi ve SSD dikkate alındığında, konvansiyonel sulama yöntemlerinin dışında vahşi sulamaların yansıması olduğu görülmüştür. Nitekim uygulanan sulama suyu süresi mevsimlik 3.83 sa da^{-1} olması, çok kısa sürede aşırı su uygulamalarının gerçekleştiğini ve disiplinsiz sulama işletmeciliğinin yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Normal şartlarda pamuk da karık sulama, mevcudun iki katı daha uzun bir zamanda olması beklenmektedir. Su kayıplarının çok az bir miktarı, ki bu değer şebekeye alınan suyun sadece 4-5 L s^{-1} derine sızma yoluyla kaybederken, diğer kayıpların yüzey akışla gerçekleştiği ve tüm sulamalar dikkate alındığında 75-104 L s^{-1} arasında değiştiği saptanmıştır. Bu sonuçlar ve araştırma alanına ait su bütçesi GAP bölgesinde konvansiyonel sulamalarda başarının olmadığı aşırı suyun fazla verim olduğu kabulü sulama yöntemlerinin farklı şekilde algılanmasına neden olmaktadır. Bunu tetikleyen en önemli faktör hacimsel su ücretlendirme yerine, alansal (TL da^{-1}) sulama ücretine tahakkuk yapılması sayılabilir. Sulama aralıklarının sulama sayılarına göre düzenlenip tav dahil yedi sulama yerine, tav dahil beş sulama ile mevsimlik su ihtiyacının karşılanabileceği ve sulama aralığının pik dönemde 3 hafta ile tamamlanabileceği söylenebilir. Sulama sayısının azalması bitkinin kazık köklü olması nedeniyle daha derin çalışmasını ve nemi bu bölgelerde aramasını söylemek doğru bir önerme sayılabilir. Toprakların nem içerikleri yüzeyden etkili kök derinliğine doğru arttığı görülmekte ve görece olarak 30-60 cm derinliği 0-30'den, 60-90 cm derinliği ise 30-60'den daha fazla olduğu saptanmıştır. Nem içeriklerinin verimle karşılaştırılması durumunda kök bölgesinin yeterli derecede sulama suyundan yararlandığı ve tarla içi geliştirme hizmetleri çerçevesinde yapılan

ve 180 cm derine döşenen ∅100 delikli spiral borudan kollektöre geçen suyun derin drenaj ana kanala mansaplanması, toprakların yeterli derecede suyu aldığının kanıtı sayılmaktadır. Bu koşullar altında kaybedilen sadece suyun hacmi olmadığı, buna bağlı olarak AKM ile organik maddenin ve toprak bünyesinin yok olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, elde edilen kütlü verimi 550 kg da^{-1} olması pamuğun sudan yeterince yararlandığı su kısıtı yapılması halinde tav sulama dâhil beş sulama verimde kaybın yaşanmayacağı yürütülecek çalışmalarla görülebilir. Çalışmada saptanan en önemli kayıplardan bir diğeri AKM olup en yüksek kaybın R_f de gerçekleştiği saptanmıştır. Bu değerler birinci sulamada 520 mg L^{-1} en yüksek değere ulaşmış, 212.67 mg L^{-1} ile en düşük altıncı sulamada gerçekleşmiştir. Bunun sebep-sonuç ilişkilerini şu şekilde açıklamak mümkündür. Tav sulama ile birinci sulamadan önce sulama gün sayısı makas açıklığı 59 gün olup, bu sürede arazide yoğun kültürel işlemler yapılmıştır. Bu tür faaliyetler toprakların strüktürünün gevşemesine ve agregatların oluşmasına neden olmuş, sulama suyu ile birlikte toprakların sürüklenmesini tetiklediği görülmüştür. AKM'nin mevsimlik 0.6 t da^{-1} kayıpların gerçekleştiği dikkate alındığında, toplamda deneme parselinden 107 ton kaybın gerçekleştiği hesaplanmıştır. Toprakların saturasyon süzüğünde EC değerleri 450-859 µs cm^{-1} arasında ölçülmüş olması, EC parametresi dikkate alındığında tuzluluk açısından topraklarda bir risk bulunamadığı saptanmıştır. Sulama suyu analizleri incelendiğinde EC değerlerine göre ikinci sınıf sular olduğu, SAR değerleri incelendiğinde hesaplanan değerlerin birinci sınıf sular çıktığını ve böylece IW sınıfı C_2S_1 olduğu, mevsim boyunca benzer sonuçlar okunup aykırı sonuçlar bulunmadığı saptanmıştır. Arazinin ovada ortalamaların üzerinde bir değer olmasına karşın EC değerleri sulama suyu değerliklerine yakın olduğu görülmüş, R_f'de SAR değeri IW'ye yakın değerlikler verdiği görülmüştür. D_p parametreleri incelendiğinde EC değerinin çok yüksek olmadığı 2 230-2 280 µs cm^{-1} arasında değiştiği analizler sonucu tespit edilmiş ve bu değerleri C_2-C_4 arasında okunmuştur. Bu suların HT13 drenaj kanalında karışımı sonucu seyreldiğini ve sulama suları olarak kullanılmasında bir sakınca görülmediği sonucuna varılmıştır.

Genel olarak renk ve bulanıklık IW'de düşük ve D_p'de en düşük olup R_f'de en üst sınırlara çıkmış özellikle R_f bulanıklığı diğer bir ifade ile HT13'deki bulanıklık (NTU) basınçlı sulamalardan damla sulama yöntemine uyumlu olmadığı, yağmurlama sulama için kaba kum filtre sistemi ile kullanımının uygun olabileceği sonucuna varılmıştır.

Harran Ovası için Harran ve Urfa Ana kanallarından saptırılan sular mevcut haliyle çok küçük mekanik yatırımlarla damla sulamaya ve yağmurlama sulamaya dönüştürülebilir. Gerekli yatırım sadece ihtiyaç duyulması halinde enerji bedeli ödenerek bu amaç için kullanılabilir. Bu yaklaşım suyun randımanını arttıracak bir öneri şeklinde sunulabilir.

KAYNAKLAR

ALBEK, E., ALBEK, M., GÖNCÜ, S., ve GENCE, S., 2004. Havza süreçleri ile ilişkili olarak seydi suyu'nda su kalitesinin izlenmesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5: 73-81.

ANONİM, 2002. Devlet Su İşleri XV. Bölge Müdürlüğü. Şanlıurfa.

ANONİM 2015. ww.ins.itu.edu.tr/labor/dokuman/foylor/AKM_AKM.pdf. 25.12.2017.

ANONİM, 2017a. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. 28.12.2017.

ANONİM, 2017b. DSİ 2017 Faaliyet Raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

ANONİM 2018a. http://www.science.uwaterloo.ca/~cchieh/cact/applychem/waternatural.html. 24.07.2018.

ANONİM 2018b. http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari. 24.07.2018.

ANONİM 2018c. http://www.gap.gov.tr/gap-master-plani-1989-sayfa-26.html 26.07.2018.

ANONİM 2018d. Devlet Su İşleri XV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.

ANONİM 2018e. Meteroloji İl Müdürlüğü, Şanlıurfa. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteroloji Genel Müdürlüğü.

ANONİM 2018f. https://www.tarim.bayer.com.tr/static/media/pdf/pamuk-tohumlari/CANDIA%20CNR%2028.01.13.pdf. 20.05.2018.

AYDIN, F., 2017. Van Çaldıran Ovası yüzey sularının içme ve sulama suyu açısından incelenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7: 171-179.

AZEVEDO, P.V., BEZERRA, J.R.C., and SİLVA, V.P.R., 2012. Evapotranspiration and water-use efficiency of irrigated colored cotton cultivar in semirarid regions. Agricultural Sciences, 3: 714-722.

BUDAK, M., 2012. Tuzlu alkali toprakların oluşumu, sınıflandırılması ve klasik toprak etüd ve jeoistatistik yöntemlerle haritalanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 236s.

BUDAK, M., GÜNAL, H., ÇELİK, İ., ACİR, N., ve SIRRI, M., 2018. Dicle Havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeoistatistik ve coğrafi bilgi sistemleri

ile belirlenmesi ve haritalanması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5: 103-115.

ÇİÇEK, A., UYSAL, E., KÖSE, E., ve TOKATLI, C., 2017. Eskişehir'de yer alan bazı sulama göletlerinin su kalitesinin değerlendirilmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6: 440-446.

DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., SEZGİN, F., ve BAŞ, S., 1998. Son su uygulama zamanının pamuk kalitesi ve bazı verim özellikleri üzerine etkisi, Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi Cilt:2 7-11 Eylül, Aydın.

DAROUİCH, H.M., PEDRAS, C.M.G., GONÇALVES, J.M., and PEREİRA, L.S., 2014. Drip vs. surface irrigation: a comparison focussing on water saving and economic returns using multicriteria analysis applied to cotton. Biosystems Engineering, 122: 74 -90.

DETAR, W.R., MAAS, S.J., and FİTZGERALD, G.J., 1999. Drip vs. furrow irrigation of cotton on sandy soil with ¼ mile, runs-includes: yield monitoring, remote sensing, and electronic soil survey. Proceedings of the Beltwide Cotton Confrence, 1: 375-380.

DİHKAN, M., KARSLİ, F., ve GÜNEROĞLU, A., 2011. Karadeniz kıyı sularında askıda katı madde dağılımının haritalanması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.

ERGENE, A., 1975. Türkiye'de Tarımsal üretimin artırılması ve gübre sorunu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6: 9-29.

FALKENMARK, M., LUNDQVİST, J., and WİDSTRAND C., 1989. Macro-scale water scarcity requir es micro-scale approaches: aspects of vulnerability in semi-arid development. Natural Resources Forum, 13: 258–267.

IBRAGIMOV, N., EVETT, S.R., ESANBEKOV, Y., KAMILOV, B.S., MIRZAEV, L., and LAMERS, J.P.A., 2007. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. Agric. Water Management, 90: 112–120.

JAMES, D. W., HANKS, R. J. and JURINAK, J.J., 1982. Modern irrigated soils. John Wiley and Sons Ney York, 235 s.

KANBER, R., ÖNDER, S., ÜNLÜ, M., TEKIN, S., SEZEN, S.M., ve DIKER, K., 2012. Different furrow management techniques for cotton production and water conservation in Harran Plain, Şanlıurfa. Turk J Agric for, 36: 77-94.

KARACA, G., ve SELANAY, M.F., 2001. Harran Ovasında karık ve damla sulama sistemlerinin ekonomik yönden karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 7: 166-176.

KARATAŞ, B.S., AKKUZU, E., ve AVCI, M., 2007. Determination of irrigation performance of water user associations in the vicinity of sarıgöl and alaşehir using remote sensing techniques. Turkısh Journal of Agrıculture and Forestry, 31: 287-296.

KÂTİP, A., ve KARAER, F., 2011. Uluabat Gölü Su Kalitesinin Türk Mevzuatına ve Uluslararası Kriterlere Göre Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16: 25-34.

KHAN, K.H., RANA M.A., ve ARSHAD, M., 1999. Alternate furrow irrigation for enhancing water use efficiency in cotton. Pah. J. Agri. Science, 36: 3-4

MERT, R., BULUT, S., ve SOLAK, K., 2008. Apa Baraj Gölü'nün (Konya) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 02: 1-10.

ORDU, Ş., ve DEMİR, A., 2006. Ergene Nehri su kalitesinin çevre bilgi sistemi tasarlanarak belirlenmesi. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 25: 99-105.

PETERSON, R.G., and CALVIN, L.D., 1965. Sampling methods of soil analysis, part 1, Agronomi Series No:9, Amer. Society of Agric. Inc. Publ., Madison-Wisconsin, USA, 5472 s.

REEDY, J.M., MUHAMMEDJANOW, S, JUMABOEV, K., and ESHMURATOV, D., 2012. Analysis of cotton water productivity in fergana valley of central Asia. Agricultural Sciences, 3: 822-834.

SÖNMEZ, B., (2004). Türkiye'de çorak islahı araştırmaları ve tuzlu toprakların yönetimi. Sulanan alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, s.157-162.

ŞENER, M. ve KURÇ, H.C., 2012. Küçük sulama şebekelerinde performans değerlendirmesi: Trakya Bölgesi Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9:2.

ŞİMŞEK, G., ÇANLI, M., KARADAVUT, U., YAZICI, M.E., ve SOĞANCI, K., 2017. Sulama yapılan alanların bazı su parametreleri açısından ayırma (discriminant) analizi incelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4: 339-346.

TEKİNEL, O., ÜNLÜ, M., TOPALOĞLU, F., ve KANBER, R., 2002. GAP Yöresinde su kullanımı ve tuzluluk. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5: 19-33.

TURNER, A. VEMILLWARD, G.E. 2002. Suspended particles: Their role in estuarine biogeochemical cycles. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 55: 857–883.

YILMAZ, E., 1999. Büyük Menderes Ovasında pamuk bitkisinde kısıtlı sulama uygulamasının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması, (Doktora Tezi), Ege Üni. Fen Bil. Enst., İzmir.

YILMAZ, E., DAĞDELEN, N., SEZGIN, F., ve GÜRBÜZ, T., 2005. Aydın koşullarında farklı sulama yöntemleri ve sulama programlarının pamukta kütlü kalitesi üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2: 17-22.

ZONTA, J. H., BRANDAO, Z. N., SOFIATTI, V., BEZERRA, J. R. C., and DA CUNHA, M. J., 2016. Irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in semi-arid environment. Australian Journal of Crop Science, 10: 118-126.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Recep KARAKAYA
Uyruğu **:** T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Derik/ 01.01.1987
e-mail **:** recepkarakaya47@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	**:** Çermik ÇPL Lisesi, Çermik, Diyarbakır	2005
Önlisans	**:** Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş, Van	2008
Üniversite	**:** Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2016
Yüksek Lisans	**:** Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2018

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl Kurum Görevi

YABANCI DİLLER

İngilizce