

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFYONKARAHİSAR - SANDIKLI OVASI YAĞMURLAMA
SULAMALARINDA UYGULAMA SORUNLARI**

Fatih BAKBAK

**Danışman
Prof. Dr. Yusuf UÇAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2018**



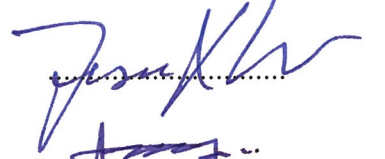
© 2018 [Fatih BAKBAK]

TEZ ONAYI

Fatih BAKBAK tarafından hazırlanan "**Afyonkarahisar Sandıklı Ovası Yağmurlama Sulamalarında Uygulama Sorunları**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Bilal ACAR
Selçuk Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ahmet ERTEK
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü Prof. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Fatih BAKBAK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Yağmurlama Sulama Sistemleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Yağmurlama Sulamada Performans Değerlendirmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	6
3. MATERYAL VE METOD	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler.....	13
3.1.1.1. Konum.....	13
3.1.1.2. İklim özellikleri.....	14
3.1.1.3. Toprak ve su kaynakları.....	14
3.1.1.4. Araştırma alanında tarımsal yapı	16
3.1.2. Sulama ve uygulanan sulama yöntemleri	16
3.1.3. Yağmurlama tesislerinin seçimi ve yerleri	17
3.2. Metod	19
3.2.1. Pilot bölgelerin seçiminde göz önüne alınan kriterler	19
3.2.2. Yağmurlama sulama sistemlerinin özelliklerinin belirlenmesi	19
3.2.3. Toprakların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi.....	19
3.2.4. Sistem debisinin ve uygulanan sulama suyu miktarının ölçülmesi .	21
3.2.5. Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi	23
3.2.6. Lateral boru çapının belirlenmesi	23
3.2.7. Su dağılımının elde edilmesi ve eş dağılım katsayılarının hesaplanması.....	24
3.2.8. Dağılım türdeşliğinin (DU) hesaplanması	27
3.2.9. Başlıkların yağmurlama hızlarının hesaplanması.....	28
3.2.10. Sulama aralığı, sulama süresi ve sulama sayısının hesaplanması..	28
3.2.11. Patates bitkisi için sulama zaman planlaması	30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	31
4.1. Seçilen Parsellerin Bazı Özellikleri.....	31
4.2. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Özellikleri.....	35
4.2.1. Pompaların özellikleri.....	35
4.2.2. Boru hatları	36
4.2.3. Yağmurlama başlıkları.....	37
4.3. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Tertiplenmesi	38
4.3.1. Lateral düzenleri	38
4.3.2. Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi	38
4.4. Lateral Boru Çaplarının Değerlendirilmesi	42
4.5. Tarla Su Uygulama Randımanları	44
4.6. Sulama Suyu Eş Dağılımı Katsayısı (CU) ve Dağılım Türdeşliği (DU).	45
4.7. Buharlaşma Kayıpları.....	47

4.8. Başlıkların Yağmurlama Hızları	47
4.9. Sulama Aralığı, Sulama Süresi ve Sulama Sayısı	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	56
EKLER.....	62
Ek A. Tablolar	63
ÖZGEÇMİŞ	71



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AFYONKARAHİSAR - SANDIKLI OVASI YAĞMURLAMA SULAMALARINDA UYGULAMA SORUNLARI

Fatih BAKBAK

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf UÇAR

Bu çalışma, Afyonkarahisar – Sandıklı ovasında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmek, uygulanan sistemlerin etkinliğini belirlemek ve kullanılan sistemlerin performansını arttırmak için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla Sandıklı ovasını temsil edecek şekilde patates ekiminin yoğun olduğu bölgelerde 15 yağmurlama sulama sistemi seçilmiştir. Çalışmada Christiansen türdeşlik katsayısı (CU), dağılım türdeşliği (DU), su uygulama randımanı, yağmurlama başlık basınçları, yağmurlama başlık debisi ve değişimi, sulama aralığı ve sulama sayıları her bir sistem için değerlendirilmiştir. Sulamalarda su dağılım türdeşliği tekil lateral su dağılım testleri yapılarak belirlenmiştir. Sulama sırasında doğrudan buharlaşma ve rüzgarla sürüklenme miktarları konuyla ilgili ampirik eşitliklerle saptanmıştır. Araştırmada tarla su uygulama randımanı % 57.85 ile % 87.34 arasında, buharlaşma kayıpları % 0.85 ile % 1.55 arasında, ortalama yağmurlama hızları 6.84 ile 37.46 mm/h arasında, infiltrasyon hızları 8 ile 23 mm/h arasında, lateral basınçları ve yağmurlama başlık basınçları 1.6 – 3.8 atm arasında değiştiği görülmüştür. Araştırma sahasında toprak özellikleri ve su kaynağı varlıkları dikkate alındığında sulama aralığı 5 – 9 gün, sulama süreleri 2 - 7 saat ve sulama sayıları ise 6 ile 14 arasında değişmektedir. Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) % 44 – 86 arasında, dağılım türdeşliği ise (DU) % 25 - 84 arasında değişmiştir. Ayrıca, 4 işletmenin boru çapları bakımından yetersiz, 11 işletmenin ise kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağmurlama sulama sistemi, Christiansen eş dağılım katsayısı, Dağılım türdeşliği, Patates

2018, 71 Sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

APPLICATION PROBLEMS OF SPRINKLER IRRIGATION IN AFYONKARAHİSAR - SANDIKLI PLAINS

Fatih BAKBAK

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

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf UÇAR

This study was carried out to evaluate the performance of sprinkler irrigation systems in Afyonkarahisar - Sandıklı plain, to determine performance of those systems and to find out what measures should be taken to increase the efficiency of the systems. For this purpose, 15 sprinkler irrigation systems were selected in regions where potato cultivation was intense, representing the Sandıklı plain. In study, Christiansen uniformity coefficient (CU), distribution uniformity (DU), water application efficiency, sprinkler pressure, sprinkler head displacement and change, irrigation interval and irrigation number were evaluated for each system. The water distribution uniformity in the irrigation was determined by performing on single lateral line water distribution tests. The amounts of direct evaporation and wind drift during are determined by empirical equations. In the study, water application efficiency was between 57.85% and 87.34%, evaporation losses were between 0.85% and 1.55%, average sprinkler rates between 6.84 and 37.46 mm/h, infiltration rates between 8 and 23 mm/h, lateral pressures and rainfall head pressures were 1.6 - 3.8 atm. When the soil characteristics and water resources are taken into account, irrigation interval is 5 - 9 days, irrigation periods are 2 - 7 hours and irrigation numbers are between 6 and 14. Uniformity coefficient (CU) ranged from 44 to 86% and distribution uniformity ranged from 25 to 84%. Furthermore, it was determined that the pipe diameters in 4 systems was poor and 11 operators, were found within the acceptable level.

Keywords: Sprinkler irrigation system, Christiansen uniformity coefficient, Distribution uniformity, Potato

2018, 71 Pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışmanım Prof. Dr. Yusuf UÇAR' a teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Şimal İL ve Tuğçe YEŞİL' e teşekkür ederim.

3250-YL1-12 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında bana destek olan eşime ve biricik kızıma sonsuz sevgilerimi sunarım.

Fatih BAKBAK
ISPARTA, 2018



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Afyonkarahisar ilinin ve araştırma alanın coğrafik konumu	13
Şekil 3.2. Sandıklı ovasındaki sulama bilirlilik durumu	17
Şekil 3.3. Araştırma alanında seçilen parsellerin konumları.....	18
Şekil 3.4. Bozulmamış toprak örneğinin alınışı	20
Şekil 3.5. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin belirlendiği basınçlı tabla cihazı	20
Şekil 3.6. Değişken seviyeli çift silindirik infiltrometre ile infiltrasyon hızının ölçülmesi.....	21
Şekil 3.7. Başlık debilerin ölçülmesi	22
Şekil 3.8. Yağmurlama başlıklarının ölçümünde kullanılan pitot tüplü manometre.....	22
Şekil 3.9. Tekil lateral yönteminin sistemdeki tertip şekli.....	24
Şekil 3.10. Tekil lateral yöntemindeki deneme alanının yeri.....	24
Şekil 3.11. Tekil lateral denemesinden bir görünüş	25
Şekil 3.12. Denemede kullanılan su toplama kabı	25
Şekil 3.13. Yağmurlama başlıklarına giriş basınçları, lateral giriş ve lateral sonu işletme basınçlarının manometre yardımıyla ölçülmesi	26
Şekil 4.1. Sulama zamanı belirlenen parsellerde tarla kapasitesi, solma noktası, sulamaya başlanması gereken nem düzeyi, sulama öncesi, sulama sonrası ve faydalı su kapasitesi değerleri.....	41
Şekil 4.2. Yağmurlama sulama sistemlerinde meydana gelen doğrudan buharlaşma kayıpları (%)	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırma alanına ait çok yıllık meteorolojik veriler	15
Çizelge 3.2. Araştırma alanındaki patates ekim alanı, verimi ve üretimi	16
Çizelge 4.1. Pilot alanda seçilen parsellere ilişkin bazı özellikler	32
Çizelge 4.2. Yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan güç kaynağı ve pompa tipi özellikleri	35
Çizelge 4.3. Yağmurlama sistemlerinde ana boru hatlarında kullanılan boruların özellikleri	36
Çizelge 4.4. Yağmurlama sistemlerinde lateral boru hatlarında kullanılan boruların özellikleri	37
Çizelge 4.5. Araştırma alanlarında kullanılan yağmurlama sistemlerindeki başlık özellikleri	37
Çizelge 4.6. Lateral boru hatlarının araştırma alanlarındaki durumu	38
Çizelge 4.7. İncelenen sulama sistemlerinin kurulu olduğu parsellerdeki bazı toprak özellikleri	39
Çizelge 4.8. Araştırma alanlarındaki çiftçilerin sulama zamanının değerlendirilmesiyle ilgili toprak nem değerleri	40
Çizelge 4.9. Araştırma alanlarındaki laterallerin ve yağmurlama başlıklarının basınç değerleri, başlık sayıları, kullanıldığı malzeme ve boru çaplarına ilişkin değerler	43
Çizelge 4.10. Seçilen parsellerde belirlenen tarla su uygulama randımanları	44
Çizelge 4.11. Test edilen yağmurlama sistemlerinde Christiansen eş dağılım ve dağılım türdeşliği değerleri	45
Çizelge 4.12. İnfiltrasyon ve yağmurlama hızları	48
Çizelge 4.13. Araştırma sahalarında uygulanan sulama aralığı ve hesaplanan sulama aralıkları	49
Çizelge 4.14. Araştırma sahalarında bir durakta uygulanan sulama uygulanması gereken sulama süreleri	50
Çizelge 4.15. Araştırma sahalarında bir üretim sezonu boyunca uygulanan ve hesaplanan sulama sayıları	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al	Alüminyum
ASABE	Amerika tarım ve biyoloji mühendisliği derneği
BG	Beygir
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
CU	Christiansen eş dağılım katsayısı
Da	Dekar
DSİ	Devlet su işleri
DU	Dağılım türdeşliği
E	Buharlaştırma
ha	Hektar
kg	Kilogram
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
MJ	Megajul
SBGND	Sulamaya başlanması gereken nem düzeyi
SITTS	Sulama ile toprakta tutulan su miktarı
SÖ	Sulama öncesi
SÖTN	Sulama öncesi toprak nemi
SS	Sulama sonrası
SSTN	Sulama sonrası toprak nemi
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
TVS	Araziye uygulanan sulama suyu miktarı
vd.	ve diğerleri
°	Derece
'	Dakika
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Sulama, ürün yetiştirme sezonu boyunca yağış eksikliği ve güvenilirliğinin azlığı nedeniyle, tarımsal üretimin artması ve kararlılığı için yaşamsal öneme sahiptir (Kanber vd., 2005). Kurak ve yarı kurak bölgelerde üretim sezonu boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kaldığından bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama ile tamamlanmaktadır. Coğrafi konumu ve iklim özellikleri yönünden doğu Karadeniz bölgesinin bir kısmı hariç Türkiye'nin tamamına yakınında kurak ve yarı kurak iklim görülmektedir. Dolayısıyla sulama bitkisel üretim için oldukça önemlidir.

Dünyada tarım alanlarının % 19'u yani yaklaşık 280 milyon ha alan sulamaya açılmış durumdadır. Dünyadaki tarımsal üretimin % 35'i sulanan alanlardan elde edilmekte olup tüketilen suyun % 70'i tarımsal üretimde kullanılmaktadır (Yurteri Demir, 2011). Günümüzde dünya nüfusunun % 7'si suyun kısıtlı olduğu bölgelerde yaşamını sürdürmektedir. Bu oranın 2050 yılında % 67'ye yükseleceği ön görülmektedir. 1960 - 1997 yılları arasında dünya genelinde kullanılabilir tatlı su miktarı kişi başına yaklaşık % 60 azalmış durumdadır. 2025 yılına kadar ise kişi başına düşen su potansiyelinde % 50 düşüş olacağı öngörülmektedir (Hinrichsen, 1998; Çakmak vd., 2005).

Ülkemizin toplam yüzölçümü 78 milyon ha olup bunun yaklaşık 28 milyon ha'ı tarıma elverişli durumdadır. İşlenen 28 milyon ha tarım arazisinin 16.5 milyon ha'ı sulanabilir özelliktedir. Sulanabilir arazilerimizin 8.5 milyon ha'ı ekonomik olarak sulanabilir olmasına karşın 2015 yılı itibari ile sulamaya açılan arazi varlığımız 5.4 milyon ha'dır. Bu oran ekonomik olarak sulanabilir arazilerin (8.5 milyon ha) % 60'ına tekabül etmektedir. Halen 3.4 milyon ha tarım arazisi ekonomik olarak sulamaya uygun olduğu halde sulamaya açılmamıştır (Kara, 2005; Çiftçi vd., 2010).

Tuzlulaşma ve sodyumlulaşma sulamaya açılan tarım alanlarımızda ciddi bir sorun haline gelmiştir. Ülkemizdeki tarım topraklarının yaklaşık 1.5 milyon ha'ı tuzluluk ve sodyumluluk, 2.7 milyon ha'ı ise ıslaklık sorunu olmak üzere toplamda 4.2 milyon ha'nın da drenaj ve arazi ıslahı sorunu mevcuttur (Güngör vd., 2002).

Son yıllarda ülkemizde hızlı bir nüfus artışı gözlenmektedir. 1980 yılından sonra hızlı gelişen kentleşme ve sanayileşme sonucu kullanılabilir toprak ve su kaynaklarımız azaldığı gibi, su kalitesi de çevresel faktörler nedeniyle bozulmaya başlamıştır. Nüfusun 80 milyona ulaştığı 2017 Türkiye'sinde sulu tarıma açılan alanlar her yıl artmakta olup bu artışta mevcut su kaynaklarının akılcı ve dengeli kullanımı yeterli ölçüde olmamaktadır. Sulama tesisleri olmayan alanlarda sulardan fayda temin edilememekte, tesisleri yapılmış, ancak gelişimi tamamlanmamış alanlarda ise istenilen seviyede fayda sağlanamamaktadır. Günümüzde sulanan alanların birçoğunda kontrolsüz sulama yapılmaktadır.

Yıllık ortalama toplam 112 milyar m³'lük kullanılabilir su potansiyelinin tarım sektöründe kullanılan kısmı % 75'dir. Her geçen gün suya talep arttığından dolayı suyun etkin kullanımı önem kazanmıştır. Ama maalesef hala tarımsal sulamada gereğinden fazla su israf edilmektedir (Akkuzu vd., 2011).

Yapılan sulama projelerinde en önemli sorun eldeki su kaynaklarının yetersiz olmasıdır. Bundan dolayı eldeki su kaynakları en yüksek verimle kullanılmalıdır. Su kaynaklarının yetersizliği sulama randımanı yüksek olan sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması gereğini ortaya çıkarmaktadır. Böylece eldeki su kaynakları ile daha fazla alan sulanabilecektir. Sulama sistemlerinin önemli bir bölümünü yağmurlama sulama sistemleri oluşturmaktadır. Sulama alanında değişik özellikte malzemelerin kullanılması, farklı su dağılım desenleri ve düşük sistem performansları nedeniyle yatırımların sürdürülebilirliğinde olumsuzluklar çıkmaktadır. Etkinliği düşük olan sistemlerde bu durumun nedenlerinin ortaya çıkarılması ve buna gerekli önlemlerin alınması önem arz etmektedir (Dinç ve Bahçeci, 2006).

Son yıllarda kuraklık, iklim değişikliği, su sıkıntısı, teknolojik gelişmeler vb. durumlar tarımsal üretimde yüzey sulama yöntemlerinin yerine basınçlı sulama yöntemlerine geçişi zorunlu kılmaktadır. Basınçlı sulama yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılan yağmurlama sulama yöntemidir (Kırnak vd., 2013).

Bugün ülkemizde sulanan alanların yaklaşık % 92'sinde yüzey sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Geri kalan kısmında ise basınçlı sulama yapılmaktadır. Yağmurlama sulama çiftçiler arasında yaygın olarak uygulanmaktadır ve 200000 hektarın bu

yöntemle sulandığı tahmin edilmektedir. DSİ sulamalarında 90000 hektardan fazla alan yağmurlama sulama yöntemi ile 12000 hektar da damla sulama yöntemi ile sulanmaktadır (Eminoğlu, 2007).

Sulamaya yönelik yatırım projelerinde çoğu kez, projeleme verileri ya yok denecek kadar azdır veya hiç yoktur. Bu nedenle projeleme aşamasında teorik yaklaşımlar daha fazla yer tutmaktadır. Yatırımlar tamamlanıp sulamalar başladıktan sonra ise yanlış sulama uygulamaları görülmektedir. Sulama projelerinin yetersizliği ve yanlış su yönetimi sonucunda su kayıpları artmaktadır. Bu nedenle hem planlanandan daha küçük alanlar sulanmakta hem de aşırı su kayıpları taban suyunu yükselterek drenaj ve çoraklık gibi sıkıntılara yol açmaktadır (Tarı ve Yazar, 2010).

Ülkemizde tarımın en büyük sorunu yetersiz sulama suyudur. Bu nedenle eldeki sulama suyundan en iyi şekilde faydalanmak bir zorunluluktur. Sulamaya açılan alanlardan beklenen faydanın elde edilmesi ise sistemlerin toprak, bitki ve topografik koşullara uygun planlama, projelendirme ve işletmelerinin yapılmasına bağlıdır. Bu nedenle kurulan sistemlerin olası projeleme ve işletme hatalarının saptanması, varsa bu hataların düzeltilmesi gerekir. Bundan dolayı sulama sistemlerinin iyi projelenmesi ve işletilmesi sağlanarak çiftçinin en yüksek ekonomi gelirini sağlaması, iletim ve uygulamanın en az su kaybıyla yapılması ve tarım yapılan alanların uzun vadede verimliliğinin artırılması, toprağın aşınmasının, yapısının bozulmasının engellenmesi ve tuzluluk ile taban suyu düzeyinin yükselmesini önleyerek sürdürülmesi planlanmaktadır.

Araştırma sahası olan Afyonkarahisar - Sandıklı Ovası'nda yağmurlama sulama sistemleri farklı bitkilerin sulanmasında kullanılmasına karşın daha çok patates ve şekerpancarı sulamalarında kullanılmaktadır. Bu araştırma, yağmurlama sulamanın yoğun olarak kullanıldığı bitkilerden patates ekim alanlarında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmek, bu sistemlerin ne denli etkin çalıştıklarını ortaya koymak ve sistem performanslarını iyileştirmek için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yağmurlama Sulama Sistemleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yağışlarla karşılanamayan tarım bitkileri su ihtiyacının dengeli ve kontrollü bir şekilde bitki kök bölgesinde depolanması olarak tanımlanan sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi, yöreye ve bitkiye uygun sulama programlarının geliştirilmesi, nem izleme teknikleri ile toprak neminin izlenmesi, çiftçinin bilinç düzeyinin artırılmasının yanında, toprak, topoğrafya, bitki, su kaynağı ve iklim özelliklerine uygun sulama yönteminin seçimine bağlıdır. Kaynağından alınarak tarla başına kadar getirilen suyun bitki kök bölgesine verilmiş biçimi olarak tanımlanan sulama yönteminin seçiminde, sulamanın yapılacağı alanın koşulları ile sahip olunan mali ve teknik koşullar önemli etkenlerdendir (Korukçu ve Yıldırım, 1981; Güngör vd., 2004).

Topak (1992), Konya – Çumra ovasındaki yağmurlama sulama şebekelerinde yük kayıplarının tespit edilmesi amacıyla bölgeyi temsil eden 13 sulama şebekesinde yapılan araştırmada şebekelerin % 40 – 50'sinde yük kayıpları izin verilebilir sınır değerlerinden fazla olduğu bunun sonucu olarak da şebekelerin tamamının teknik yönden yeterliliğe sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Basınçlı sulama yöntemleri içerisinde yer alan yağmurlama sulama yöntemi Kanber (1997) tarafından, suyun kaynaktan belli bir basınçla alınan, kapalı bir sistemle tarlaya kadar iletilen ve sonra atmosfere damlacıklar halinde püskürtülen bir sulama yöntemi olarak tanımlanmıştır. Özellikle yüzey sulama yöntemlerine göre daha kontrollü ve etkin su kullanım imkânı sağlayan yağmurlama sulama yönteminden beklenen performansın elde edilmesi; sistemlerde tekniğine uygun planlama ve projelemenin yapılması, bitki-iklim-toprak koşullarına uygun işletme programlarının geliştirilmesi ve bunun sahada uygulanmasına bağlıdır. Birçok araştırmacıya göre performans değerlendirme çalışmaları sonucunda, sulama sisteminde ihtiyaç duyulan iyileştirmeler için önerilen birçok seçenek kimi zaman basit düzenlemeleri içermektedir (Merriem ve Keller, 1978). Yağmurlama sulama sistemlerinin değişik bölgelerde, farklı iklim koşullarında, farklı bitkilerde kullanılması ile çiftçilerin imkânlarına bağlı olarak ihtiyaca göre farklı tipleri geliştirilmiştir. Bunları sabit yağmurlama sistemi, yarı sabit yağmurlama sistemi, taşınabilir yağmurlama sistemi,

center pivot, doğrusal hareketli yağmurlama sistemi, mikro ve mini spring yağmurlama sistemleri şeklinde sıralayabiliriz. Sabit ve hareketli sistemlerle toprağın infiltrasyon hızına yakın hızda türdeş su uygulanarak hem yüzey akış kayıpları, hem de bitki ve toprağın zarar görmesi engellenmektedir. Hareketli sistemlerde hareket hızı ayarlanabildiğinden yüzey akışı azaltılabilmekte hatta tamamen ortadan kaldırılabilir (James, 1993).

Heermann ve Kohl (1980), yağmurlama sulama yönteminin, sulu tarımın olduğu çoğu iklime rahatça uygulanabildiğini ancak yüksek sıcaklık, rüzgâr hızı ve düşük nemin olduğu ve özellikle sulama sularının önemli ölçüde erimiş tuz içerdiği yörelerde, uygun tertip aralığı ve proje unsurlarının seçilmesi ile belirtilen sorunların ortadan kaldırılabilirliğini söylemişlerdir.

Gençoğlu vd. (2000), Şanlıurfa – Koruklu’da yağmurlama infiltrasyon testi değerlerini kullanarak Kostaikov infiltrasyon eşitliği parametrelerini belirlemişlerdir. Yağmurlama hızının (13.61 mm/h) gerçek infiltrasyon hızından (7.1 mm/h) büyük seçildiği yağmurlama sulama işletme koşullarında maksimum yağmurlama süresi eşitliklerini geliştirmişler ve araştırma koşullarında sulamanın yüzey akış ve erozyon olmadan % 44 oranında daha kısa sürede yapılacağını belirlemişlerdir.

Demirel vd. (2006), Çanakkale’deki peyzaj sahalarında uygulanan sistemlerin projeleri ile sahalar için yeniden yapılan projeler karşılaştırılmıştır. Proje kapsamında klasik döner tip yağmurlama başlığı yerine pop-up püskürtücü ayarlanabilir açılı başlıklar kullanılarak yeni bir sulama programı oluşturulmuş ve bu program ile incelenen alanlarda uygulanan yöntemdeki hatalar belirlenerek etkin bir sulama yapılmadığı tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen proje kapsamında mevcut koşulda 693 m³ olan toplam mevsimlik sulama suyu miktarının, yapılan projelendirme sonucunda 355 m³’e düştüğü hesaplanmış olup bu alanda sulama sisteminin belirli kurallara göre projelenmesi ve uygulanması ile yaklaşık % 50’ye varan su tasarrufu sağlanabileceği belirlenmiştir.

Yavuz vd. (2007), Konya – Çumra ovasında 2004 – 2005 sulama sezonunda yağmurlama sulama sistemlerinde enerji kullanımının belirlenmesi ile ilgili yapılan

araştırmada sulama suyunu motopomp ünitesi ile sulama kanalından alan yağmurlama sistemlerinde birim alana 1 mm su uygulanmasının, enerji tüketimi 17 MJ/ha.mm, kuyruk mili tahrikli santrifüj pompa ünitesi ile sulama kanalından su alan yağmurlama sistemlerinde ise enerji tüketimi 21.5 MJ/ha.mm olarak tespit edilmiştir.

Yavuz (2011), Konya ovasında yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin patatesin verim ve kalite özellikleri ile su ve enerji kullanımı karşılaştırılmıştır. Konya Şeker A.Ş.'nin Alakova' daki deneme arazilerinde yapılan çalışmada patates bitkisinin yağmurlama sulama sisteminde mevsimlik su tüketimi ortalaması 670.23 mm, karık sulama yönteminde 618.30 mm ve damla sulama yönteminde 572.17 mm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yağmurlama sulama yönteminde damla sulama yöntemine kıyasla enerji tüketimi % 22.8 daha fazla olduğunu hesaplanmış olup birim alanın sulanması için yağmurlama ve damla sulama yöntemleri ile yerüstü su kaynaklarına kıyasla yer altı su kaynakları sulamada doğrudan enerji tüketiminin % 30 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

İşbilir ve Erdem (2012), İstanbul ilinde 3 farklı rekreasyon alanındaki mevcut proje ile yeniden tasarlanan sulama projeleri birbiri ile karşılaştırılarak arasındaki farklar ortaya konmuş bitkinin tükettiği su miktarı, uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama süresi, sulama zamanı gibi projeleme faktörlerinin doğru elde edilmesi ile sistemin başarısının artacağını, düzgün bir sulama uygulaması için yağmurlama başlığının doğru olarak seçilmesi gerektiğini, bunun için de toprağın infiltrasyon hızının ölçülmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

2.2. Yağmurlama Sulamada Performans Değerlendirmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Yağmurlama sulama yönteminin performans değerlendirmesinde kullanılan en önemli parametrelerden biri Christiansen Eşdağılım Katsayısı (CU) diğeri ise Dağıtım Türdeşliği (DU)'dir. Her iki katsayı da sulama alanında suyun araziye homojen dağıtılıp dağıtılmadığının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Hansen vd. (1979), bir yağmurlama sulama sisteminde homojen bir su dağılımı elde edebilmek için planlanan alana uygulanan sulama suyu derinliğindeki değişimin %

20'den daha az ve lateral boyunca basınç değişiminin % 20'den daha fazla olmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Hart vd. (1979), yağmurlama sulama sistemlerinde sulama etkinliğini belirleyen faktörlerin depolama, derine sızma, su sağlama etkinliği ve dağılım türdeşliği olduğunu belirtmişlerdir.

Lyle ve Bordovsky (1981), Teksas'da lepa yağmurlama başlıkları ile yaptıkları bir çalışmada eş dağılım katsayısı (CU) değerlerini % 94 – 97 arasında değiştirdiğini ve elde edilen bu yüksek üniformitenin drenaj potansiyelini büyük oranda azalttığını bildirmektedirler.

Solomon (1984)'a göre sulamada suyun ne kadar iyi uygulandığının önemli olduğu kadar, aynı zamanda verilen suyun sulanan bitkilere ne kadar homojen dağıtıldığı da önemlidir. Homojen su dağılımının sağlanamaması, yalnızca sulanan arazinin bir kısmının sudan yoksun bırakmakla kalmayıp, diğer kısımlarının gerektiğinden fazla su alarak göllenmesine ve bu nedenle bitkilerin aşırı sudan zarar görmesine, toprağın tuzlulaşmasına ve bitki besin maddelerinin yıkanarak taban suyuna karışmasına neden olmaktadır.

English vd. (1985), yağmurlama sulama uygulamalarında buharlaşma ve rüzgâr ile sürüklenme kayıplarının toplam sulama kayıpları içerisinde çok küçük bir bölümünü oluşturduğunu sulama sırasında oluşan kayıpların en büyük kısmının derine sızmadan kaynaklandığını belirtmiştir. Yapılan model çözümlemeleri bu kaybın toplam kayıpların % 85'i olduğunu göstermiştir.

Vories ve Von Bernuth (1986), diğer tüm değişkenler sabit tutulduğunda, başlık ve lateral aralıklarının azaltılmasının, genelde eş dağılım katsayısını (CU) artırdığını, ancak başlık sayısının artmasıyla sistem maliyetinin yükseldiğini belirtmiştir.

Abernethy (1986), sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde eşitlik, güvenilirlik ve devamlılık parametrelerinin önemini belirterek, su dağılımında bu ölçütlerin yeterli olmaması durumunda verim azalması, su israfı, çiftçilerin sulama

yöntemine güvenlerinin sarsılması, drenaj, tuzluluk, su kaybı gibi sorunların ortaya çıkabileceğini söylemiştir.

Kohl vd. (1987), Güney Dakota’da yağmurlama başlıklarından çıkan huzmeden oluşan evaporasyon kayıplarını ölçmüşler ve 6.9 m/s rüzgar hızı koşullarında bu kayıpların % 1.5’den daha az olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, başlık memelerinin deformasyona uğramasının debinin artarak basıncın düşmesine ve yağmurlama homojenliğinin değişmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Wahdan ve El – Gayar (1988), yaptıkları bir çalışmada sulama sistemlerinin performansını, dağılım üniformitesi, sulama yeterliliği, bitki için uygulanan elverişli suyun toplam miktarı ve uygulanan suyun derine sızan kısmı gibi parametrelerle tanımlanabileceğini belirlemişlerdir.

Cuenca (1989), yağmurlama sulama sistemlerinde iyi bir su dağılımı sağlamak için başlık aralıkları fırlatma mesafesinin % 50’sinden, lateral aralıklarının ise % 65’inden fazla olmaması gerektiğini, Honson vd. (1988), lepa sulama sistemleriyle infiltre olan suyun üniformitesini araştırmış ve başlık üniformitesini % 95, toprağa infiltre olan suyun üniformitesinin ise % 80 – 85 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Keller ve Bliesner (1990) ile Clemmens ve Dedrick (1994), iyi planlanan ve işletilen yağmurlama sulama sistemlerinde sulama randımanının % 80’in üzerinde gerçekleşebileceği belirtilmiştir.

Painter ve Caran (1978); Little vd. (1993), Amerika Birleşik Devletleri Toprak Koruma Servisinin kabul ettiği değerlere göre, mevsimlik dağılım türdeşliği (DU) değerleri, eğer % 90 veya daha yüksek ise “çok iyi”, % 80 – 89 arası “iyi”, % 70 – 79 “zayıf” ve % 69’a kadar “kötü” olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar California eyaletinde yaklaşık 240 ha alan içerisindeki 13 işletmede yaptıkları çalışmada, DU değerlerinin işletmeler ortalamasını % 59 – 85 arasında, alan ortalamasının da % 66 – 84 arasında hesaplamışlardır.

Anaç vd. (1993), yağmurlama sulama yöntemi ile bitki kök bölgesinde sürekli nemli bir ortamın sağlanacağını, optimum üretim koşullarında sulama suyu miktarından %

40 veya daha fazla tasarruf elde edilerek % 20 – 100 arasında verim artışı olabileceğini belirtmişlerdir.

Lebdi ve Lamaddalena (1996), yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarının sulanacak tarlanın geometrisi, işletme basıncı, başlıkların hidrolik özellikleri ve rüzgâr hızına bağlı olduğunu, Hofman vd. göre (1990) ise, bunlara ek olarak düzenleme aralığı ve meme çapları gibi faktörlere bağlı olduğunu belirtmiştir.

Hofman vd. (1990), yağmurlama başlıklarında memelerin yıpranması, debinin artmasına, basıncın düşmesine ve yağmurlama üniformitesinin değişmesine neden olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yükselticilerin dik durumda olmasının önemine değinmişlerdir. Yağmurlama hızının toprağın infiltrasyon hızından daha yüksek olması, düşük basınçla çalışan ve küçük ıslatma çapına sahip yağmurlama başlıkları ile buharlaşma ve rüzgârla sürüklenme su dağılımının zayıflamasına ve performans düşüşlerine neden olduğundan bahsetmiştir.

Joshi vd. (1995), yağmurlama sulama sistemlerinde çalışma basıncı değişik başlıklarda yükseltici boylarının etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Denemeler üç farklı basınç altında, iki farklı yükseltici kullanarak 30 x 30 m' lik bir alan içerisinde yapılmıştır. Başlık aralıklarını 6 x 6 m, 6 x 12 m, 6 x 18 m ve 12 x 12 m olarak belirlemişlerdir. Sistemlerde kullanılan farklı başlık boyutlarının üniformite katsayısı ve dağıtım üniformitesi üzerinde etkisinin olduğunu vurgulamışlardır.

Wilson ve Zoldoske (1997), basınçlı sistemlerinin % 70 veya daha yüksek bir dağılım türdeşliğine (DU) sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Burt vd. (1997)'a göre, yıpranmış ve farklı meme çaplarına sahip başlıklar düzgün olmayan su dağılımının başlıca nedenlerinden olduğunu ve düşük yeknesaklığın bir başka nedeninin de çalışma basıncındaki farklılıklardan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bahçeci ve Kırnak (2008), Harran ovasındaki yapılan çalışmada her bir hız için (12, 24, 36 m/h), başlık çapı büyümesiyle eş dağılım katsayısı küçülmüştür. Başlık meme çaplarının küçülmesi su dağılımını olumlu yönde etkilemiştir. Bundan dolayı özellikle

36 m/h gibi yüksek hızlarda düşük başlık çaplarının tercih edilmesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

Padmanabhan (1997), yağmurlama sulama sistemi ile su dağıtım üniformitesi üzerinde etkili olan faktörleri belirlemek üzere yaptığı çalışmada dört farklı meme çapı ve basınç için on altı kombinasyon denemiştir. Üniformite katsayısı üzerinde yalnızca rüzgar hızının yüksek bir negatif korelasyon gösterdiğini ve diğer faktörlerin çok önemli olmadığını belirtmiştir.

Tarı (1998), Ilgın ovasında yaptığı bir çalışmada, şeker pancarı ve patates yetiştirilen alanlarda çiftçiler tarafından yapılan yağmurlama sulamalarında dağılım türdeşliği (DU) değerlerinin % 37 ile % 82 arasında, Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) değerinin ise % 58 ile % 82 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Christiansen (1942), Yağmurlama sulama sistemlerinin planlanmasında tekil başlık, tekil lateral ya da birlikte çalışan lateraller yöntemleri kullanılarak, yağmurlama başlıklarının işletme basınçları ve tertip aralıklarındaki Christiansen eş dağılım katsayıları (CU) elde edilmiş ve % 84'e eşit ya da büyük olan CU değerlerinin işletme basınçları dikkate alınmıştır.

Çakmak (1994), Konya Çumra ovasında yağmurlama sulama ile sulanan arazilerde su uygulama randımanının belirlenmesi üzerine yapılan araştırmalarda su uygulama randımanı % 31 - 74 arasında belirlenmiştir.

Topak (1996), Konya Çumra ovasında yağmurlama sulama ile sulanan arazilerde su uygulama randımanının belirlenmesi üzerine yaptığı araştırmada su uygulama randımanını % 64 - 95 arasında belirlemiştir.

Tarjuelo vd. (1999), yüksek bir su uygulama etkinliği elde edebilmek için arazi koşullarında sabit yağmurlama sulama sistemlerinde denemeler yapmışlardır. Yapılan denemeler sonucunda su uygulama etkinliğinin sulama suyu eş dağılımına, rüzgar ve buharlaşma kayıplarına bağlı olduğunu ve bu parametreler arttıkça su uygulama etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir.

Kanber vd. (2002), yüzey sulama yöntemleri yerine yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin kullanılması halinde tarla su uygulama randımanında artış sağlanarak % 60'dan sırası ile % 80 ve % 90'a kadar çıkabileceğini bunun da % 20 – 30'luk bir su tasarrufu anlamına geleceğini belirtmişlerdir.

Dechmi vd. (2003), Kuzeydoğu İspanya'da üç değişik yağmurlama sisteminin su dağılımlarını değerlendirdikleri çalışmada, Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) değerini sabit, center – pivot ve doğrusal hareketli yağmurlama sistemlerinde sırasıyla % 68, % 75.5 ve % 80 bulmuşlardır.

Topak vd. (2005), Çumra ovasında şeker pancarı sulamasında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin değerlendirilmesi sonucunda Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) değerlerini 10 x 10 m ve 10 x 15 m başlık aralıkları için % 86.7 ve % 80.6 hesaplamışlardır. Bu aralıklar için ortalama CU değerlerini ise % 70.6 ve % 62.4 olarak hesaplamışlardır.

Dinç ve Bahçeci (2006), Konya – Ilgın - Orhaniye ovasındaki kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada dağılım türdeşliği (DU) değerlerinin % 43 ile % 79 arasında; Christiansen eş dağılım katsayıları (CU) değerlerinin de % 61 ile % 87 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Bahçeci ve Kırnak (2008), Harran Üniversitesi makine fabrikasında üretilen tamburlu yağmurlama sulama sistemini Urfa bölgesi için ziraat fakültesi araştırma uygulama alanında test etmişler ve eş dağılım katsayılarını (CU) % 73 – 85, dağılım türdeşliğini (DU) % 34 – 72 arasında bulmuşlardır. Yapılan testlerde seçilen farklı meme çapları ilerleme hızlarında minimum ve maksimum verilebilecek su derinliklerinin 20 mm ile 133 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Ahaneku (2010), Amerika Tarım ve Biyoloji Mühendisliği Derneğinin (ASABE) standartlarından yararlanarak Nijerya Ilorin'de yaptığı denemelerde hareketli yağmurlama sistemlerinin performansını incelemiş, Christiansen eş dağılım katsayıları (CU) değerini % 86 ve dağılım türdeşliği (DU) değerini ise % 87 olarak hesaplamıştır.

Tarı ve Yazar (2010), Konya – Ilgın ovasındaki kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada dağılım türdeşliği (DU) değerlerinin % 36.8 ile % 81.5 arasında; Christiansen eş dağılım katsayıları (CU) değerlerinin de % 58 ile % 82 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca değerlendirme çalışması yapılan sistemler üzerinde basınç ve debi değişimleri izin verilen sınırların üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Kırnak vd. (2013), Şanlıurfa il sınırları içerisinde bulunan Bozova, Harran, Hilvan, Viranşehir, Ceylanpınar ve Siverek olmak üzere toplamda 10 adet üreticide su uygulama testleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda yağmurlama başlıklarının tamamı çift memeli olup su çıkış açıklıkları genellikle 4.5 x 4.5, 4.5 x 4.8, 4.5 x 5.0 ve 4.5 x 5.5 mm arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiş ve zamanla hasar gören başlıkların yerine farklı özelliklerde yeni başlıklar takıldığı tespit edilmiştir. Çalışmalar sonucunda ise Christiansen eş dağılım katsayılarını (CU) % 30.4 ile % 82.8 arasında, dağılım türdeşliği (DU) değerlerinin de % 24.5 ile % 81.7 arasında değiştiğini hesaplamışlardır.

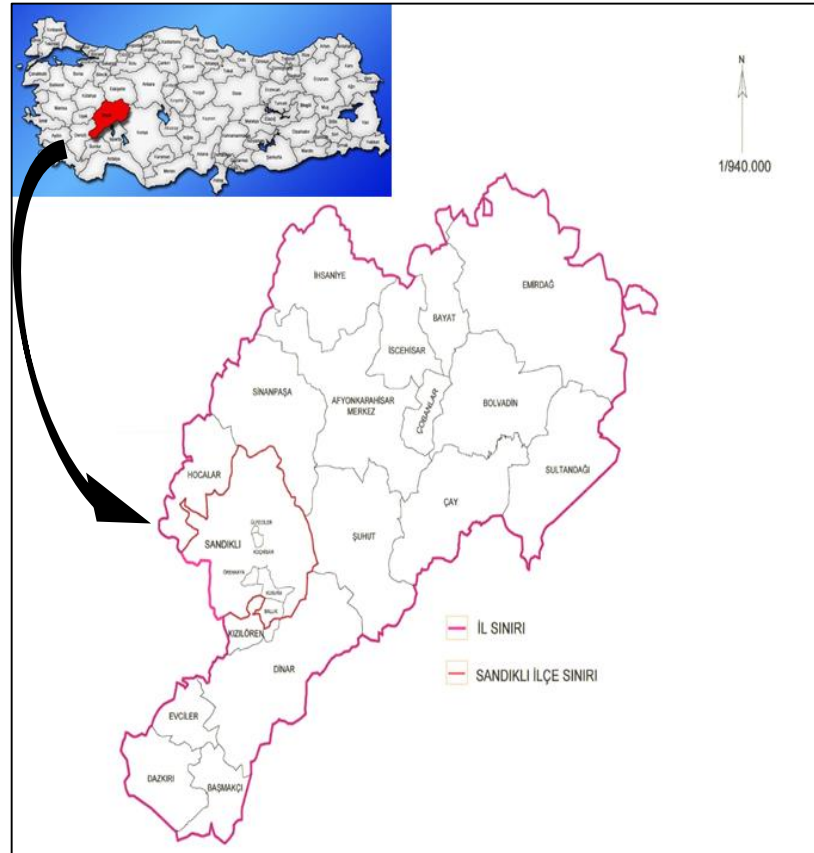
3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler

3.1.1.1. Konum

Araştırmanın yapıldığı Sandıklı ovası, Afyonkarahisar ilinin batısında $29^{\circ} 50' - 30^{\circ} 30'$ doğu meridyeni ile $38^{\circ} 15' - 38^{\circ} 45'$ kuzey paralelleri arasındaki coğrafi konumda yer almaktadır. Araştırma alanının rakımı 1040 m ve yüzölçümü ise 1312758 da' dır (Anonim, 2016a). Ovanın Güney Batı ve Batısında Akdağ ve Ahır Dağı, Doğusunda ise Kumalar Dağı dizisi uzanmaktadır. Sandıklı ovasını, doğuda aynı ilin Şuhut, Güneyde Kızılören, Hocalar ve Dinar, Denizli ilinin Çivril, Uşak ilinin Sivasslı, Kuzeyde ise Afyon'un Sinanpaşa ve merkez ilçeleri bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Afyonkarahisar ilinin ve araştırma alanın coğrafi konumu

3.1.1.2. İklim özellikleri

Araştırma bölgesi Ege Bölgesinin İç Batı Anadolu bölümünde yer almaktadır. Sandıklı ilçesi her ne kadar Ege Bölgesi içerisinde bulunsun da İç Anadolu iklim özelliklerini gösterir. Ortalama sıcaklık en düşük ocak ayında 0.9 °C, en yüksek sıcaklık ise ağustos ayında 23.8 °C'dir. En çok yağış alan aylar ocak, şubat ve ekim aylarıdır. Bölgedeki yıllık ortalama bağıl nem % 61.9 iken sulama periyodundaki nisbi nem oranı % 45.9 ile % 58.0 arasındadır. Yıllık ortalama rüzgar hızı 2.04 m/s'dir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 445.2 mm'dir (Anonim, 2013a) (Çizelge 3.1).

3.1.1.3. Toprak ve su kaynakları

İç Batı Anadolu bölümünde bulunan Sandıklı Ovası alüvyonlu ve verimli bir yapıya sahiptir. Kusura Ovası yer altı suyuna sahip olması nedeniyle ilçenin tarımsal üretiminde önemli bir paya sahiptir. Genelde ilçenin tarım alanlarının toprak yapısı killi-tınlı, kumlu-killi-tınlı ya da killi yapıdadır. Tuzluluk problemi yoktur. Araştırma alanında tarıma elverişli arazi varlığı 49372.9 ha civarında olup sulanabilir kısmı 26888 ha'dır (Anonim, 2017).

Ovanın sulanmasında yer altı ve yer üstü su kaynakları kullanılmaktadır. Yer üstü su kaynağı ilçeye bağlı olan Akharım kasabasındaki Örenler barajıdır. Barajın hizmet ettiği sulama alanı 3870 ha'dır. Sulama amaçlı hizmet eden Kestel göletinin sulama alanı 2560 ha, Karacaören göletinin sulama alanı ise 360 ha'dır (Anonim, 2013b). Sandıklı ovasında faaliyet gösteren 19 adet sulama kooperatifi vardır. Bu kooperatiflerin 76 adet derin kuyusu bulunmaktadır. Ayrıca, çiftçilerin kendi imkânları ile açtırdıkları 2000 civarında sulama kuyusu bulunmaktadır (Anonim, 2016b).

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ait çok yıllık meteorolojik veriler

Meteorolojik Veriler		AYLAR												Ortalama/Toplam
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Çok Yıllık Ort. (2003 - 2012)	En yüksek sıcaklık °C	13.3	14.2	20.4	24.1	28.3	32.2	36.1	35.6	32.8	26.4	20.8	16.2	25.0
	En düşük sıcaklık °C	-12.4	-13.1	-6.7	-1.8	4	8.4	11.5	11.6	6.2	1.5	-4.2	- 8.6	-0.3
	Ortalama sıcaklık °C	0.9	1.4	6	10.7	15.8	20.5	23.5	23.8	18.6	12.9	7.2	3.2	12.03
	Bağıl nem (%)	76.3	73.3	64.9	61.2	58.0	52.4	47.1	45.9	52.5	64.2	70.4	75.9	61.9
	Rüzgar hızı (m/s)	1.9	2.1	2.3	2.3	2	2.1	2.4	2.2	2	1.8	1.7	1.6	2.04
	Güneşlenme süresi(h/gün)	78.3	103.1	156.5	174.1	232.9	275.9	342.7	325.2	252.5	185.9	135.5	83.3	195.5
2012 yılı	Toplam yağış (mm)	53.9	48.7	38.8	46.9	42	33.7	10.3	6.9	29.5	52.4	36.0	46.0	445.2
	En yüksek sıcaklık °C	9.7	10.4	17.3	26.2	25.4	33.2	38.7	34.2	33.2	30.2	23	18.8	25.0
	En düşük sıcaklık °C	-22	-15.4	-7.7	1.1	8.1	6.8	11.1	8	7.2	4.4	-1.6	-4.5	- 0.4
	Ortalama sıcaklık °C	-2.1	-2.2	3.9	13.7	15.3	22.5	25.1	22.1	20.8	15	8.4	4.2	12.2
	Bağıl nem (%)	83	76.9	64.9	50.8	60.4	43.3	42.7	43.2	40.1	60.8	78.7	78.8	60.3
	Rüzgar Hızı (m/s)	1.6	1.6	2.1	2.3	1.9	2	2.3	2	1.6	1.4	1.6	1.7	1.8
	Güneşlenme süresi(h/gün)	57.8	117.5	189.1	229.2	175.3	321.6	--	344.9	318.5	220.9	99.9	108.3	198.5
	Toplam yağış (mm)	123.4	48.3	29.4	18.5	41.9	6	15.2	21.5	2.5	27.3	54.1	83.3	471

3.1.1.4.Araştırma alanında tarımsal yapı

Sandıklı’da tarıma elverişli toplam arazi miktarı 49372.9 hektar’ dır. Bu tarım alanının yaklaşık % 95’inde tarla tarımı yapılmaktadır. Sandıklı bölgesinde ekimi yapılan başlıca ürünler arpa (% 25.32), buğday (% 38.36), patates (% 7.23), şeker pancarı (% 3.57), haşhaş (% 3.32), yem bitkileri (% 3.32), baklagil (% 2.02), bazı bölgelerde bostan, meyvecilik vd. üretimi (% 16.86) yapılmaktadır (Anonim, 2012a). Yıllara göre değişmekle beraber patates bitkisinin diğer ürünlere oranla getirisi daha yüksektir.

Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2012 yılı verilerine göre Türkiye’ de yaklaşık 173670.1 ha alanda 4821937 ton patates üretimi sağlanmaktadır (Anonim, 2012b). En fazla patates üretimi yapan iller sıralamasında Afyonkarahisar 8. sırada yer almaktadır (Çaylak, 2002). Sandıklı ilçesinde patates bitkisinin yıllara göre ekiliş oranları, verimi ve üretimi aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Araştırma alanındaki patates ekim alanı, verimi ve üretimi

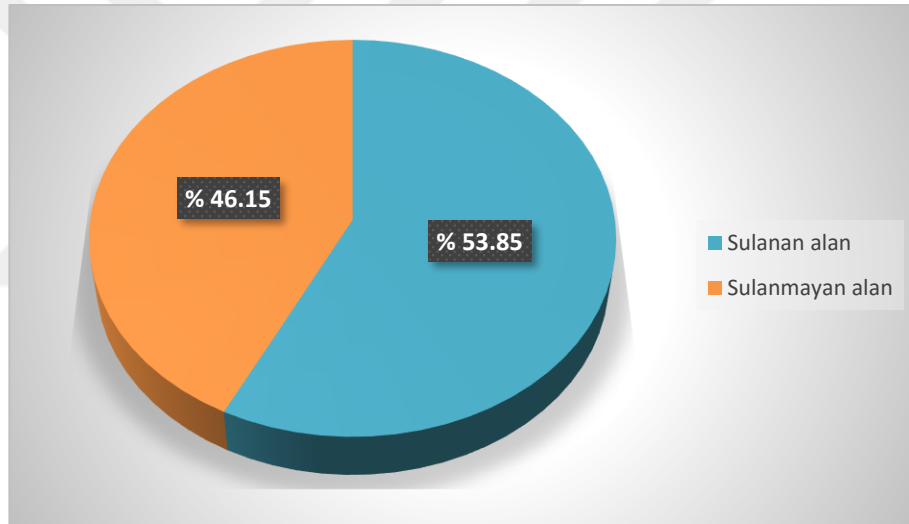
YILLAR	PATATES		
	Ekiliş Alanı (da)	Verim (kg/da)	Üretim (Ton)
2002	25000	6000	150000
2003	27000	4000	108000
2004	32000	4000	128000
2005	35000	4500	157500
2006	39000	4500	175500
2007	41170	3500	144095
2008	32250	4000	129000
2009	32250	4000	129000
2010	37600	4000	150400
2011	37700	4000	150800
2012	35700	4000	142800

3.1.2. Sulama ve uygulanan sulama yöntemleri

Afyonkarahisar sınırları içerisinde emniyetli olarak çekilebilecek yeraltı suyu rezervi 472.00 hm³/yıl’dır (Anonim, 2015). Sandıklı ovasında sulanabilir 49372.9 hektar tarım alanının 26588 hektarı (% 53.85) sulamaya açılmış, 22784.9 hektarı (% 46.15)

sulanamaz durumdadır (Şekil 3.2). Sandıklı bölgesinde sulanan alanlarda uygulanan sulama yöntemleri yağmurlama ve damla sulamadır. Üreticilerin yaklaşık olarak % 98'i yağmurlama, % 2'lik kısmı ise damla sulama yöntemini kullanmaktadır.

Sulamaya açılan alanların 17282.2 (% 65) hektarı devlet tarafından (Devlet Su İşleri, kapatılan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl Özel İdaresi), 9305.8 (% 35) hektarı ise halkın kendi imkânları ile sulamaya açtığı alanlardır (Anonim, 2016a). Sandıklı ovasında yer altı sulamaları önemli yer tutmaktadır. İlçede faaliyet gösteren 19 adet sulama kooperatifi vardır. Bu kooperatiflerin 76 adet derin kuyusu bulunmaktadır. Ayrıca, çiftçilerin kendi imkânları ile açtıkları 2000 civarında sulama kuyusu bulunmaktadır (Anonim, 2016b).

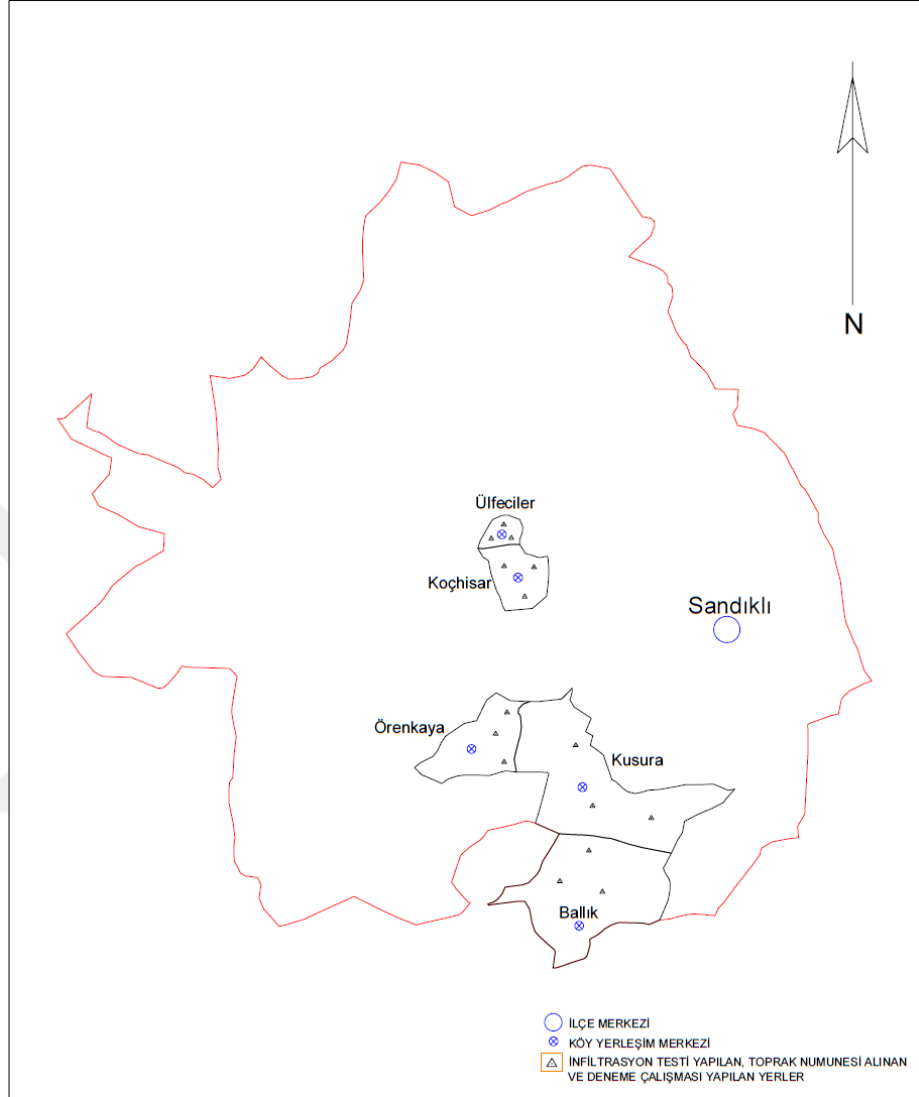


Şekil 3.2. Sandıklı ovasındaki sulama birlik durumu

3.1.3. Yağmurlama tesislerinin seçimi ve yerleri

Sandıklı'da merkez belediye dahil olmak üzere 2 belediye ve 55 köy yerleşimi bulunmaktadır. Bu yerleşim birimlerinden su problemi olan yerler hariç irili ufaklı birçok bölgede patates ekimi yapılmaktadır. 2012 yılında Sandıklı ovasında 35700 da alanda patates ekimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2012a). Sandıklı İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden alınan bilgiler doğrultusunda Sandıklı ovasında patates ekiminin yaygın olduğu ve patates sulamasında büyük oranda yağmurlama sulama yönteminin kullanıldığı Koçhisar, Ülfeciler, Örenkaya, Kusura ve Ballık

köylerini içine alan saha pilot bölge olarak belirlenmiş ve bu sahada tesadüfi olarak 15 adet parsel seçilmiş ve seçilen bu parseller Şekil 3.3’ te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Araştırma alanında seçilen parsellerin konumları

3.2. Metod

3.2.1. Pilot bölgelerin seçiminde göz önüne alınan kriterler

Pilot bölgelerin seçiminde;

- Bölgede patates ekilişinin yoğun olduğu yerler olmasına,
- Toplam alanı temsil edecek büyüklükte parseller olmasına,
- Pilot sahalara kolayca ulaşılabilir olmasına,
- Patates sulamasının yoğun olarak yağmurlama ile yapılıyor olmasına,
- Farklı su kaynakları ile sulanıyor olmasına dikkat edilmiştir.

3.2.2. Yağmurlama sulama sistemlerinin özelliklerinin belirlenmesi

Yapılan araştırmada yağmurlama sistemlerinin tipi, ana boru hattı üstündeki lateral sayısı, başlıkların yerden yüksekliği, başlıkların aralıkları, lateral sayısı, lateral kaydırma aralığı, sulama suyu kaynağı, pompaj ünitesi, boru hatlarının cinsi (plastik, alüminyum), ana hat ve lateral hatların boru çapları, yağmurlayıcı başlıklarının tipi, meme çapı, mevcut işletme çapı ve lateral üzerindeki sayıları belirlenmiştir.

3.2.3. Toprakların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Seçilen pilot parsellerde, toprakların sulama açısından önemli olan bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla profil açılmış ve açılan profillerde 0 – 30, 30 – 60 ve 60 – 90 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bozulmamış toprak örneğinin alınışı

Alınan örneklerde bünye analizi Bouyoucos hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay, 1977). Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri için Şekil 3.5’te gösterilen basınçlı tabla cihazı kullanılmıştır (Demiralay, 1977). Hacim ağırlığı bozulmamış toprak örneklerinin fırın kurusu ağırlığının örnek hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır (Richards, 1954).



Şekil 3.5. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin belirlendiği basınçlı tabla cihazı

Seçilen parsellerin tamamında Güngör ve Yıldırım (1989) tarafından belirlenen esaslara göre infiltrasyon testleri yapılmıştır. İnfiltasyon testinde değişken seviyeli çift silindirli infiltrometre kullanılmıştır (şekil 3.6).



şekil 3.6. Değişken seviyeli çift silindirli infiltrometre ile infiltrasyon hızının llmesi

3.2.4. Sistem debisinin ve uygulanan sulama suyu miktarının llmesi

Lateral debileri sisteme sonradan eklenen su sayacı yardımıyla ölçülmüştür. Ortalama başlık debisi ise lateraller üzerindeki uç başlıkların hacimsel olarak ölçülmesiyle bulunmuştur. Bunun için önceden hazırlanmış olan plastik hortum, 20 litrelik su toplama kabı ve kronometre kullanılmıştır (şekil 3.7). Debinin ölçülmesinde kullanılan su toplama kabı 20 saniyeden daha az sürede dolmayacak kapasitede olmasına dikkat edilmiştir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).



Şekil 3.7. Başlık debilerin ölçülmesi

Yağmurlama başlıklarının meme basınçları pitot tüplü manometre yardımıyla belirlenmiştir. Kullanılan pitot tüplü manometre % 5 hassasiyetindedir. Yağmurlama başlıklarının meme basınçlarının ölçümünde kullanılan pitot tüplü manometre şekil 3.8' de görülmektedir.



Şekil 3.8. Yağmurlama başlıklarının ölçümünde kullanılan pitot tüplü manometre

3.2.5. Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi

Su uygulama randımanının belirlenmesinde kullanılan toprak nemi, sulamadan hemen önce ve sulama yapıldıktan 2 – 5 gün sonra 0 – 30 ve 30 – 60 cm katmanlarından bozulmuş toprak örnekleri alınmış ve bu örneklerde eşitlik 3.1 yardımıyla nem tayini gravimetrik olarak belirlenmiştir (Kara, 1983). Daha sonra Güngör ve Yıldırım (1989) tarafından verilen eşitlik 3.2 ve 3.3 yardımıyla toprakta tutulan su miktarı ve tarla su uygulama randımanları hesaplanmıştır. Patates bitkisi için etkili kök derinliği 60 cm olarak alınmıştır (Güngör ve Yıldırım, 1989).

$$P_w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (3.1)$$

P_w : Toprak su içeriği (%)

W_w : Toprağın yaş ağırlığı, gr

W_d : Toprağın kuru ağırlığı, gr

$$d = \frac{P_w \times \gamma_t \times D}{100} \quad (3.2)$$

d : Su miktarı (mm)

P_w : Toprak su içeriği (%)

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm^3)

D : Toprak derinliği (mm)

$$E_a = 100 \times \frac{W_s}{W_f} \quad (3.3)$$

E_a : Su uygulama randımanı %

W_s : Etkili kök bölgesinde depolanan su miktarı (mm)

W_f : Tarlaya verilen su (mm)

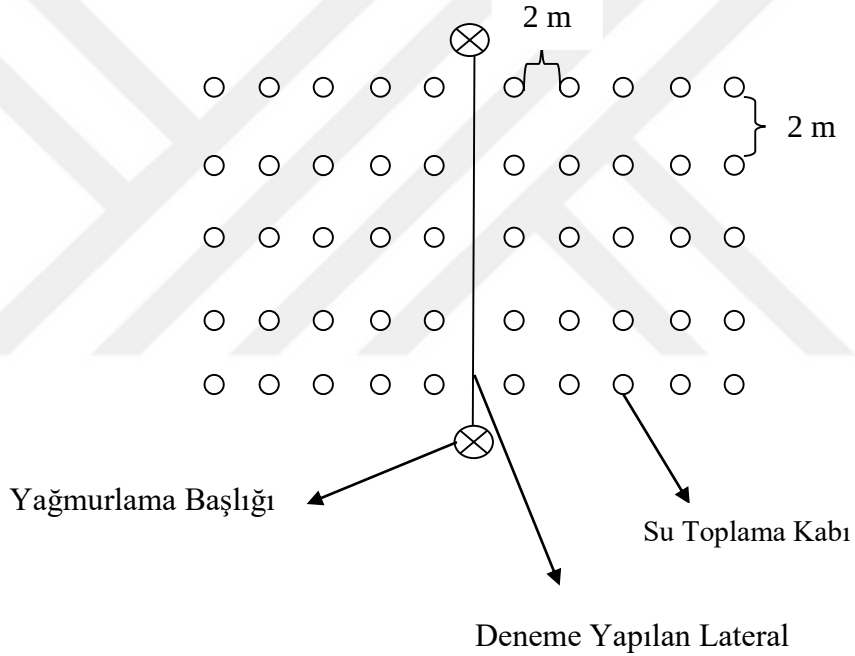
3.2.6. Lateral boru çapının belirlenmesi

Lateral boru çaplarının hidrolik yönden değerlendirilmesinde uygulamalarda sıkça kullanılan Christiansen yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde lateral hattı üzerinde bulunan başlıkların, en düşük ve en yüksek basınçları uç başlıklarda olduğu varsayılmaktadır. Bundan dolayı lateral üzerindeki uç başlıklar arasında oluşacak yük

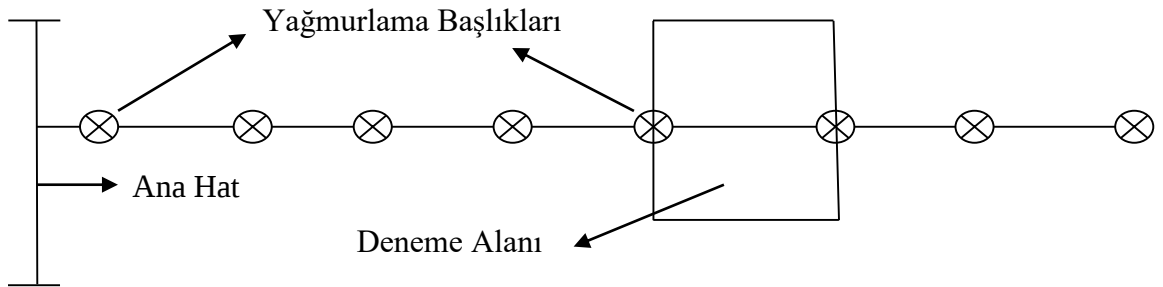
kayıplarının, yağmurlama başlığının ortalama işletme basıncının % 20'sini aşmaması gerektiği kuralına göre değerlendirme yapılmıştır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

3.2.7. Su dağılımının elde edilmesi ve eş dağılım katsayılarının hesaplanması

Su dağılım desenlerinin elde edilmesinde tekil lateral metodu kullanılmıştır (Balaban ve Korukçu, 1970). Tekil lateral sisteminin planlama şekli şekil 3.9'da araziye uygulanması ise şekil 3.10 ve şekil 3.11'de gösterilmiştir. Şekil 3.12'de görüldüğü üzere denemede kullanılan su toplama kapları 10 cm çapında ve 12 cm yüksekliğinde olup galvanizden yapılmıştır. Su toplama kapları ikişer metre ara ile yerden 40 cm yükseklikte olacak şekilde araziye yerleştirilmiştir (Balaban ve Korukçu, 1970).



Şekil 3.9. Tekil lateral yönteminin sistemdeki tertip şekli



Şekil 3.10. Tekil lateral yöntemindeki deneme alanının yeri



Şekil 3.11. Tekil lateral denemesinden bir görünüş



Şekil 3.12. Denemede kullanılan su toplama kabı

Deneme alanındaki yağmurlama başlıklarının işletme basıncı pitot tüplü manometre yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.8.). Yağmurlama başlıklarına giriş basınçları, lateral giriş ve lateral sonu işletme basınçları da manometre yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Yağmurlama başlıklarına giriş basınçları, lateral giriş ve lateral sonu işletme basınçlarının manometre yardımıyla ölçülmesi

Başlığın dönme hızı bir kronometre ile devir/dakika olarak, denemenin yapıldığı andaki rüzgar hızı ise test alanı yanına yerleştirilen portatif anemometre yardımıyla ölçülmüştür. Rüzgar hızı ölçümü, testin başlamasıyla birlikte her 15 dakika da bir gerçekleştirilmiştir. Deneme alanlarındaki yağmurlama sistemlerinde tekil lateral denemesi 2 saat süre ile yapılmıştır. Sistemin durdurulmasından sonra su toplama kaplarında toplanan su miktarları hacimsel olarak ölçülmüştür ve çizelgeye işlenerek denemenin yapıldığı tesise ait su dağılım alanı bulunmuştur (Balaban ve Korukçu, 1970).

Denemeler sonucunda su dağılım desenleri elde edildikten sonra Christiansen eş dağılım katsayılarının bulunmasında eşitlik 3.4, dağılım türdeşliğinin hesaplanmasında eşitlik 3.5, buharlaşma kayıplarının hesaplanmasında ise Yazar (1984) tarafından geliştirilen eşitlik 3.6 ve 3.7 kullanılmıştır (Balaban ve Korukçu, 1970).

$$C_u = \left(1 - \frac{\sum d}{h_0 \times n}\right) \times 100 \quad (3.4)$$

Cu: Yağmurlama eş dağılım katsayısı (%)

Σd : Su dağılım deseninde, ortalama değeri olan h_o ’ dan her bir okumanın sapması toplamı (cm^3)

h_o : Desendeki okumaların ortalaması (cm^3)

n : Desendeki okuma sayısı

3.2.8. Dağılım türdeşliğinin (DU) hesaplanması

Sulama uygulamalarının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer ölçüt de dağılım türdeşliğidir. Su toplama kaplarında biriken sulama suyu miktarları eşitlik 3.5’den yararlanılmıştır.

$$DU = 100 \frac{\overline{X}_{lq}}{X} \quad (3.5)$$

DU : Dağılım türdeşliği

X : Su toplama kaplarında biriken ortalama sulama suyu miktarı (mm)

$\overline{X}_{lq}$: Su toplama kaplarının en az su alan 1/4 ‘ündeki ortalama su miktarı (mm)

Sulamalar sırasında başlıktan oluşan buharlaşma kayıplarını belirlemek için Yazar (1984) tarafından geliştirilen eşitlik 3.6’den yararlanılmıştır.

$$E = 0.003 \exp (0.20u) (e_s - e_0)^{0.59} T_a^{0.23} P^{0.76} \quad (3.6)$$

E : Yağmurlama başlıklarından çıkan su miktarından oluşan (%) buharlaşma kaybı

u : 2 metre yükseklikteki rüzgar hızı (m/s)

$(e_s - e_0)$: Buharlaşma basınç farkı

e_s : Doygun buhar basıncı

e_0 : Gerçek buhar basıncı (mbar)

T_a : Hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

P : İşletme basıncı (kpa)

Eşitlik 3.6'da kullanılan $(e_s - e_o)$ belirlenmesinde, Trimmer (1987) tarafından geliştirilen eşitlik 3.7'den yararlanılmıştır.

$$(e_s - e_o) = 0.61 \exp \left[\frac{17.27T}{T+273.3} \right] (1 - rh) \quad (3.7)$$

rh: Oransal nem

3.2.9. Başlıkların yağmurlama hızlarının hesaplanması

Yağmurlama sulama sistemlerinden buharlaşma ve rüzgârla sürüklenme yoluyla su kayıpları olmaktadır. Bu kaybolan su miktarlarının belirlenmesinde Balaban ve Korukçu (1970)'da belirtilen esaslar kullanılmıştır. Araştırma alanlarında bulunan yağmurlama başlıklarının ortalama yağmurlama hızı eşitlik 3.8 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$h_m = \frac{q \times 1000}{L_1 \times L_2} \quad (3.8)$$

h_m : Başlığın ortalama yağmurlama hızı (mm/h)

q : Başlık debisi (m^3/h)

L_1 : Lateral üzerindeki başlık aralığı (m)

L_2 : Lateral aralığı (m)

3.2.10. Sulama aralığı, sulama süresi ve sulama sayısının hesaplanması

Sulama aralığının hesaplanmasında bütün parseller için önce her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı eşitlik 3.9 yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra bu değer kullanılarak eşitlik 3.10 yardımıyla sulama aralığı hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım, 1989). Sulama aralığının hesaplanmasında kullanılan bitki su tüketimi (ET) ise Penman - Monteith yöntemine göre Cropwat bilgisayar yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$d_n = \frac{(TK-SN) \times R_y}{100} \times \gamma_t \times D \quad (3.9)$$

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)

TK : Tarla kapasitesi (%)

SN : Solma noktası (%)

R_y : Faydalı su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısım (%)

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm³)

D : Etkili kök derinliği (mm)

$$SA = \frac{d_n}{ET} \quad (3.10)$$

SA: Sulama aralığı (gün)

d_n : Her sulamada uygulanacak olan net sulama suyu miktarı (mm)

ET: Günlük ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)

Bir sulamada bitkinin duyduğu su ihtiyacı yağmurlama başlıklardan belirlenen sulama süresi içerisinde verilmesi gerekmektedir. Sulama süresini belirleyen en önemli faktör başlıkların yağmurlama hızlarıdır. Sulama süresinin hesaplanmasında eşitlik 3.11 kullanılmıştır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

$$t = \frac{d_n}{Ea \times I} \quad (3.11)$$

t: Sulama süresi (h)

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)

Ea: Su uygulama randımanı (%)

I: Yağmurlama hızı (mm/h)

Yağmurlama sulama ile patates sulamalarında sulama mevsiminde uygulanması gerekli sulama sayısı, ürünün toplam net sulama suyu ihtiyacının, her sulamada uygulanması gereken net sulama suyu miktarına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan sulama aralıkları, sulama süreleri ve mevsimlik sulama sayıları çiftçilerin mevcut uygulamaları ile karşılaştırılmıştır.

3.2.11. Patates bitkisi için sulama zaman planlaması

Sulama zaman planlamasının yapılmasında öncelikle yörenin iklim verileri kullanılarak Penman - Monteith yöntemine göre Cropwat bilgisayar yazılımı ile kıyas bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Daha sonra bitki katsayıları girilerek bitki su tüketimi hesaplanmış ve sulama zaman planlaması yapılmıştır (Smith, 1992). Araştırma yapılan parsellerin sulama zamanın planlanması ile ilgili sonuçlar Ek A. Tablolar kısmında verilmiştir.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

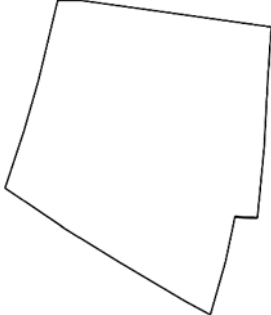
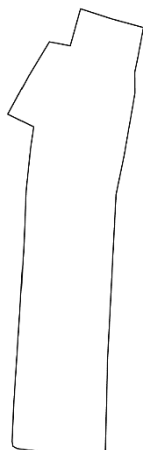
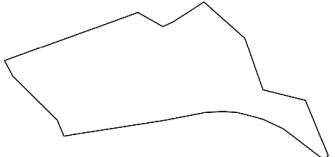
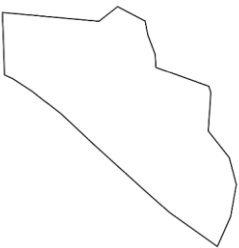
4.1. Seçilen Parsellerin Bazı Özellikleri

Yağmurlama sulama sistemlerinin değerlendirilmesi amacıyla seçilen parsellerin büyüklüğü, şekli, parsellerde sulama amacıyla kullanılan su kaynağının türü, su kaynağının araziye olan uzaklığı, parsellerin yerleşim yerine olan uzaklıkları ve mülkiyet durumu bakımından farklılıklar göstermektedir. Araştırma alanında seçilen parsellerin alanları 10000 m² ile 40350 m² arasında değişmektedir. Parsellerin toplam alanı ise 332480 m²'dir. Parsellerin boyları 104 - 350 m arasında değişirken genişlikleri ise 40 - 138 m arasında değişmektedir.

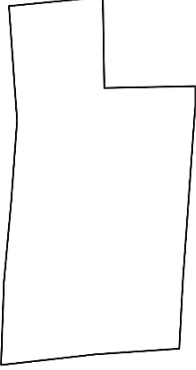
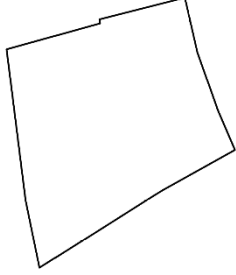
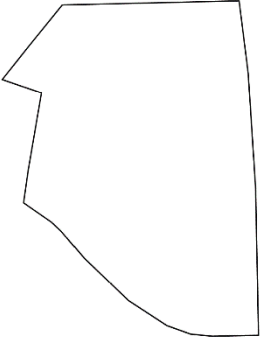
Parsellerin dört tanesinde mülkiyet sahipleri tarafından tarım yapılırken yedi tanesinde ise kiralama yoluyla patates tarımı yapılmaktadır. Geriye kalan dört tanesinde hem kiralama hem de çiftçilerin kendi mülkiyeti söz konusudur. Seçilen parsellerin bir tanesinde su kaynağı akarsu (dere) iken geriye kalan on dört tanesinde sulama suyu kaynağı yeraltı suyudur. Deneme alanlarındaki parsellerde elektrikli pompalar ve traktör arkasına bağlanan dizel yakıtlı pompaların kullanılmaktadır. Sandıklı ovasında genel olarak kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinde ana hat ve pompaj ünitesi sabit olan lateralleri hareketli, yarı sabit sulama sistemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Deneme yapılan parsellerin hangi köylerde yapıldığı, alanların büyüklükleri, mülkiyet durumları, su kaynakları ve parsellerin şekilleri ile ilgili bilgiler Çizelge 4.1.'de görülmektedir.

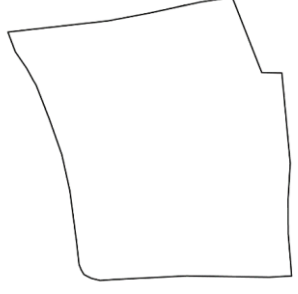
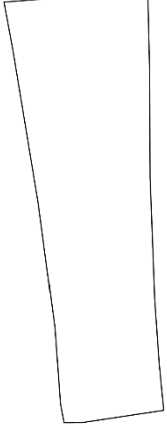
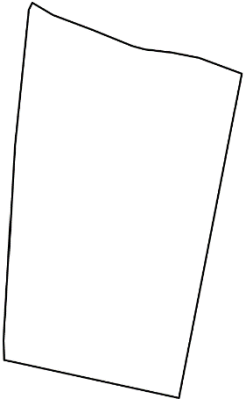
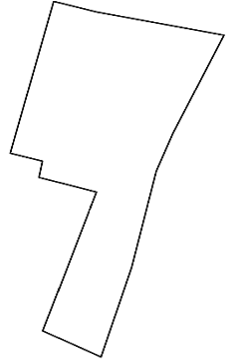
Çizelge 4.1. Pilot alanda seçilen parsellere ilişkin bazı özellikler

İşletme No	Parsellerin bazı özellikleri		Parselin şekli
1	Bulunduğu köy	Koçhisar	
	Alan (m ²)	24000	
	Mülkiyet durumu	Kendisi	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
2	Bulunduğu köy	Koçhisar	
	Alan (m ²)	28940	
	Mülkiyet durumu	Kendisi	
	Su kaynağı	Derin kuyu – traktör krank mili	
3	Bulunduğu köy	Koçhisar	
	Alan (m ²)	21200	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	Dere – pancar motoru	
4	Bulunduğu köy	Ülfeciler	
	Alan (m ²)	24120	
	Mülkiyet durumu	Kendi+Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	

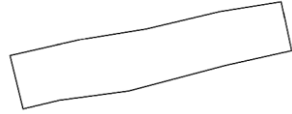
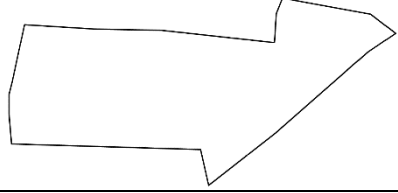
Çizelge 4.1. Pilot alanda seçilen parsellere ilişkin bazı özellikler (Devam)

5	Bulunduğu köy	Ülfeciler	
	Alan (m ²)	10620	
	Mülkiyet durumu	Kendi+Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
6	Bulunduğu köy	Ülfeciler	
	Alan (m ²)	10000	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
7	Bulunduğu köy	Örenkaya	
	Alan (m ²)	25350	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
8	Bulunduğu köy	Örenkaya	
	Alan (m ²)	15000	
	Mülkiyet durumu	Kendi+Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
9	Bulunduğu köy	Örenkaya	
	Alan (m ²)	40350	
	Mülkiyet durumu	Kendi	
	Su kaynağı	Derin kuyu	

Çizelge 4.1. Pilot alanda seçilen parsellere ilişkin bazı özellikler (Devam)

10	Bulunduğu köy	Kusura	
	Alan (m ²)	27700	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
11	Bulunduğu köy	Kusura	
	Alan (m ²)	39400	
	Mülkiyet durumu	Kendi+Kira	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
12	Bulunduğu köy	Kusura	
	Alan (m ²)	17400	
	Mülkiyet durumu	Kendisi	
	Su kaynağı	Derin kuyu	
13	Bulunduğu köy	Ballık	
	Alan (m ²)	14750	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	DSİ kapalı sistem	

Çizelge 4.1. Pilot alanda seçilen parsellere ilişkin bazı özellikler (Devam)

14	Bulunduğu köy	Ballık	
	Alan (m ²)	10400	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	Dsi kapalı sistem	
15	Bulunduğu köy	Ballık	
	Alan (m ²)	23250	
	Mülkiyet durumu	Kira	
	Su kaynağı	Dsi kapalı sistem	
TOPLAM		332480	

4.2. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Özellikleri

4.2.1. Pompaların özellikleri

Sandıklı ovasının genelinde olduğu gibi seçilen parsellerin tamamına yakınında dalgıç pompa kullanılmaktadır. Elektrik olan parsellerde elektrikli pompalar kullanılırken olmayan parsellerde ise genellikle traktör arkasına bağlanan dizel yakıtlı pompalar kullanılmaktadır. Araştırma sahasındaki pompaların güçleri 27.5 - 85 BG arasında değişmektedir. Pompaların 27.5 BG, 30 BG, 32 BG ve 80 BG, olanlardan birer tane bulunmaktadır. Geriye kalanların 3 tanesi 35 BG, 3 tanesi 40 BG gücünde iken 5 tanesi ise 50 BG gücündedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan güç kaynağı ve pompa tipi özellikleri

İşletme No	Pompa Gücü (BG)	Pompa Tipi	İşletme No	Pompa Gücü (BG)	Pompa Tipi
1	50	Elektrik	9	40	Elektrik
2	85	Dizel	10	35	Elektrik
3	32	Dizel	11	50	Elektrik
4	40	Elektrik	12	40	Elektrik
5	27.5	Elektrik	13	50	Elektrik
6	30	Elektrik	14	50	Elektrik
7	35	Elektrik	15	50	Elektrik
8	35	Elektrik			

4.2.2. Boru hatları

Deneme alanlarında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinde 5'er metre uzunluktaki polietilen borulardan oluşturulan ana boru hatlarının uzunlukları 45 – 1000 m arasında değişiklik göstermektedir. İncelenen yağmurlama sulama sistemlerinde lateral boru hatlarının tamamı hareketli ve taşınabilir hatlar şeklinde düzenlenmiştir. Ana boru hattının 12, 14 ve 15 numaralı parsellerde bir kısmının toprağa gömülü olduğu görülmüştür. Yağmurlama sulama sistemlerindeki ana borulara ilişkin bazı özellikler çizelge 4.3'de sunulmuştur. Sistemlerin % 13.4'ünde ana boru hattı olarak 90 mm dış çaplı borular kullanılırken % 26.6'sında 110 mm dış çaplı borular, % 46.6'sında hem 90 mm hem de 110 mm çapa sahip borular ve % 13.4'ünde ise hem 110 mm'lik hem de 125 mm'lik borular kullanılmıştır. Sistem içerisinde farklı basınç, sürtünme kaybı ve su hızına neden olacağından ana boru hattında lateral ayrımı olmadan iki farklı çapa sahip boru kullanılması istenmeyen bir durum olmasına karşın incelenen 15 parselden 9'unda iki farklı boru çapının kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum üreticilere sorulduğunda, sulamaya olumsuz yönde etkisinin olduğunu bilmediklerini, sadece elindeki mevcut boruları kullandıklarını ve ek bir masraf istemedikleri için bunu tercih ettiklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.3. Yağmurlama sistemlerinde ana boru hatlarında kullanılan boruların özellikleri

Yağmurlama Tesisi	Ana Boru Hattı					
	Boru Cinsi	Boru Uzunluğu	Boru Çapları (mm)			
			90	110	90 - 110	110 – 125
Sayısı	15	15	2	4	7	2
Oranı (%)	100	100	13.4	26.6	46.6	13.4

Lateral boru hatlarında ise iki farklı malzemeden yapılan boruların kullanıldığı belirlenmiştir. Parsellerin 8 tanesinde (% 53.4) lateral boru olarak alüminyum malzemeden imal edilmiş borular kullanılırken 7 tanesinde (% 46.6) ise polietilen malzemeden yapılan borular kullanılmıştır. İncelenen sistemlerde lateral boru çaplarının tamamı 75 mm'lik borulardan oluşturulmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Yağmurlama sistemlerinde lateral boru hatlarında kullanılan boruların özellikleri

Yağmurlama Tesis	Lateral Boru Hattı				
	Boru Cinsi		Boru Uzunluğu		Boru Çapları
	Plastik	Alüminyum	5 (m)	6 (m)	75 (mm)
Sayısı	7	8	7	8	15
Oranı (%)	46.6	53.4	46.6	53.4	100

4.2.3. Yağmurlama başlıkları

Araştırma alanında yağmurlama sistemlerinin de kullanılan yağmurlama başlıklarının tamamı çift memeli başlıklardır (Çizelge 4.5). Çizelge 4.5’den görüleceği üzere başlıkların meme çapları birbirinden farklılık göstermektedir. İncelenen 15 sulama sisteminden 5’inde meme çapı 4.2 – 5 mm olan başlıklar, 3’ünde 5.5 - 4 mm çaplı, diğer parsellerde ise 2 - 4 mm, 2.5 - 3.5 mm, 3.5 - 4.5 mm, 4.15 - 3.2 mm, 4 - 6 mm, 4.3 - 4.8 mm ve 4.5 - 5 mm çaplı başlıklar kullanılmıştır.

Çizelge 4.5. Araştırma alanlarında kullanılan yağmurlama sistemlerindeki başlık özellikleri

Tip	Meme Çapı	Sayısı	Oranı	Etkin Mesafe	Debi	Yapıldığı Malzeme
Çift Memeli	(mm)	Adet	(%)	(m)	(m ³ /h)	
15	2 - 4	1	6.67	18	1.19	Sert Plastik
	2.5 - 3.5	1	6.67	20	1.12	Sert Plastik
	3.5 - 4.5	1	6.67	12	1.70	Sert Plastik
	4.15 -3.2	1	6.67	17.20	1.68	Sert Plastik
	4 - 6	1	6.67	10.80	2.93	Sert Plastik
	4.2 - 5	5	33.31	14	2.14	Sert Plastik
	4.3 - 4.8	1	6.67	13	1.96	Sert Plastik
	4.5 - 5	1	6.67	14	1.94	Sert Plastik
	5.5 - 4	3	20.00	12.50	1.90	Sert Plastik

4.3. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Tertiplenmesi

4.3.1. Lateral düzenleri

Araştırma alanlarında yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan lateral hatların sayısı, uzunluğu, bağlantı şekli ve aralıkları çizelge 4.6’da verilmiştir. Yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan lateral uzunlukları 50 – 200 m arasında değişmektedir. İncelenen sulama sistemlerinin % 6.6’sı 0 – 50 m, % 40’ı 50 – 100 m, % 26.7’si 100 – 150 m ve % 26.7’si ise 150 – 200 m uzunluğunda lateral kullanmaktadır. Bilindiği üzere lateral hatların uzunluklarının zorunlu durumlar dışında 250 m’den daha uzun olması önerilmemektedir (Güngör ve Yıldırım, 1989). Araştırma alanında yapılan incelemede 200 m’den daha uzun lateral hattına rastlanmamıştır. Diğer yandan deneme alanlarındaki çiftçilerin % 80’i tek, % 20’si çift lateral kullanarak sulama yapmaktadır. Lateral bağlantı şekillerinin % 40’ı L ve % 60’ı ise T şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Lateral boru aralıklarının % 40’ı 10 m, % 13.3’ü 12 m ve % 46.7’si ise 15 m olarak olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Lateral boru hatlarının araştırma alanlarındaki durumu

Yağmurlama Sistemi	Lateral Boru Hattı										
	Hat Sayısı		Bağlantı Şekli		Uzunluğu (m)				Tertip aralığı (m)		
	1	2	L	T	0-50	50-100	100-150	150-200	10	12	15
İşletme sayısı	12	3	6	9	1	6	4	4	6	2	7
Oranı (%)	80	20	40	60	6.6	40	26.7	26.7	40	13.3	46.7

4.3.2. Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi

Yağmurlama sulama sistemleri incelenen parsellerde aynı zamanda çiftçilerin sulama zamanını belirleme yetenekleri de araştırılmıştır. Bu amaçla patatesin etkili kök derinliği olan 0-60 cm toprak derinliğinde her 30 cm toprak katmanından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel özellikleri çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi çalışma yapılan parsellerdeki toprakların % 37’si kumlu-killi-tınlı (SCL), % 30’u killi tınlı (CL), % 17’si killi (C), % 10’u kumlu tınlı (SL), % 3’ü kumlu killi (SC) ve % 3’ü tınlı (L) özelliğe sahiptir. Toprakların hacim ağırlıkları 1.06 – 1.50

gr/cm³ arasında değişim göstermiştir. Tarla kapasiteleri % 19.30 ile % 39.73 arasında, solma noktaları ise % 6.96 ile % 27.62 arasındadır. İncelenen parsellerdeki faydalı su tutma kapasitesi ise 60.5 – 137.8 mm arasında değişmiştir. Çiftçilerin sulamaya başlayacağı nem düzeyinin belirlenmesinde ise topraktaki faydalı suyun % 50'si (R_y) tüketildiğinde sulamaya başlanacağı öngörüsüne göre değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.7. İncelenen sulama sistemlerinin kurulu olduğu parsellerdeki bazı toprak özellikleri

Parsel No	Toprak derinliği cm	Bünye	Hacim Ağırlığı g/cm ³	TK		d _{TK} , mm/60cm	SN		d _{SN} , mm/60 cm	FSK, Mm
				%	mm		%	mm		
1	0-30	C	1.39	28.47	118.7	258.2	22.00	91.7	194.7	63.5
	30-60	C	1.45	32.06	139.5		23.66	102.9		
2	0-30	SL	1.28	19.30	74.1	146.1	11.25	43.2	85.6	60.5
	30-60	SL	1.23	19.50	72.0		11.48	42.4		
3	0-30	CL	1.41	30.74	130.0	236.0	19.59	82.9	150.7	85.2
	30-60	SCL	1.34	26.35	105.9		16.88	67.9		
4	0-30	SCL	1.45	24.66	107.3	225.1	16.21	70.5	150.0	75.1
	30-60	SCL	1.40	28.06	117.9		18.93	79.5		
5	0-30	SCL	1.48	32.02	142.2	284.6	22.59	100.3	195.9	88.8
	30-60	SCL	1.50	31.66	142.5		21.24	95.6		
6	0-30	SCL	1.25	29.17	109.4	212.6	20.69	77.6	149.2	63.4
	30-60	SCL	1.06	32.45	103.2		22.51	71.6		
7	0-30	CL	1.40	31.84	133.7	269.0	22.83	95.9	186.9	82.2
	30-60	CL	1.32	34.17	135.3		22.98	91.0		
8	0-30	SC	1.20	32.93	118.5	260.6	24.11	86.8	183.9	76.7
	30-60	C	1.28	36.98	142.0		25.28	97.1		
9	0-30	CL	1.39	32.79	136.7	269.9	21.21	88.4	175.3	94.6
	30-60	CL	1.34	33.13	133.2		21.61	86.9		
10	0-30	L	1.30	32.55	126.9	241.8	18.80	73.3	144.1	97.7
	30-60	SCL	1.28	29.90	114.8		18.42	70.7		
11	0-30	SCL	1.29	33.19	128.4	259.1	24.93	96.5	195.9	63.2
	30-60	SCL	1.33	32.75	130.7		24.93	99.5		
12	0-30	CL	1.27	32.14	122.5	254.6	24.31	92.6	188.6	66.0
	30-60	CL	1.31	33.62	132.1		24.42	96.0		
13	0-30	CL	1.27	34.32	130.8	258.3	22.06	84.0	168.0	90.3
	30-60	CL	1.21	35.14	127.6		23.14	84.0		
14	0-30	C	1.23	39.73	146.6	284.6	26.39	97.4	197.6	87.0
	30-60	C	1.21	38.02	138.0		27.62	100.3		
15	0-30	SCL	1.38	25.98	107.6	202.2	8.95	37.1	64.4	137.8
	30-60	SL	1.31	24.09	94.67		6.96	27.35		

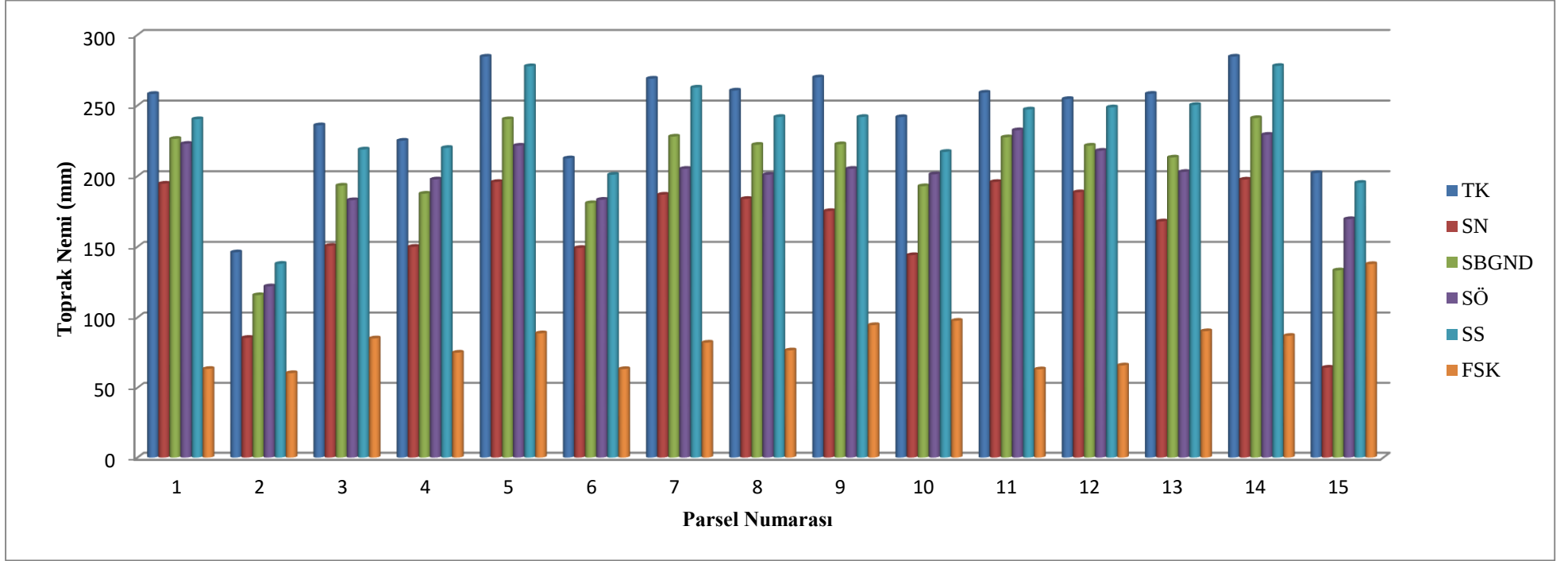
** SL: Kumlu tınlı, L: Tınlı, SL: Siltli tın, SCL: Kumlu killi tınlı, CL: Killi tınlı, SC: Kumlu killi, C: Killi

Sulama öncesi bitki kök bölgesinden alınan toprakların nem içerikleri, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı dikkate alınarak yapılan hesaplamalara göre incelenen parsellerin % 60'ında çiftçilerin sulamaya başladıkları toprak nemi, sulamaya başlanması gereken toprak neminden düşük, % 40'ında ise yüksek çıkmıştır. Bazı parsellerde (7, 8) sulamaya başlanması gereken nemin 22.8 mm ve 21.2 mm daha aşağısında sulamaya başlandığı görülmektedir (Çizelge 4.8). Bu durum bitki de az da olsa verim azalmasına neden olabilecektir. Bazı parsellerde ise sulamaya başlanması gereken nem düzeyinin 36.3 mm daha üzerindeki nem düzeyiyle sulamaya başlanmıştır. Bu durumda da özellikle sulama işçiliği açısından sorunlar çıkması muhtemeldir. Çizelge 4.7 ve 4.8'deki değerler birlikte kullanılarak araştırma alanlarındaki parsellere ait tarla kapasitesi, solma noktası, sulamaya başlanan, sulamaya başlanması gereken ve sulama sonrası toprak nem değerleri şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Araştırma alanlarındaki çiftçilerin sulama zamanının değerlendirilmesiyle ilgili toprak nem değerleri

Parsel No	Toprak nemi, mm/60cm			
	SÖTN	SBGND	Fark, mm	SSTN
1	222.9	226.4	-3.5	240.3
2	122.0	115.8	+6.2	138.0
3	183.0	193.3	-10.3	218.9
4	197.7	187.6	+10.1	220.0
5	221.6	240.3	-18.7	277.8
6	183.3	180.9	+2.4	201.0
7	205.2	228.0	-22.8	262.7
8	201.0	222.2	-21.2	241.9
9	205.2	222.6	-17.4	241.9
10	201.3	192.9	+8.4	217.2
11	232.5	227.5	+5	247.2
12	218.0	221.6	-3.6	248.7
13	203.0	213.2	-10.2	250.4
14	229.3	241.1	-11.8	278.0
15	169.6	133.3	+36.3	195.3

**SÖTN: Sulama öncesi toprak nemi, SBGND: Sulamaya başlanması gereken nem düzeyi, SSTN: Sulama sonrası toprak nemi



**TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, SBGND: Sulamaya başlanması gereken nem düzeyi, SÖ: Sulama öncesi, SS: Sulama sonrası, FSK: Faydalı su kapasitesi

Şekil 4.1. Sulama zamanı belirlenen parsellerde tarla kapasitesi, solma noktası, sulamaya başlanması gereken nem düzeyi, sulama öncesi, sulama sonrası ve faydalı su kapasitesi değerleri

4.4. Lateral Boru aplarının Değerlendirilmesi

Laterallerin ve yağmurlama başlıklarının basınç değerleri, başlık sayıları, laterallerin kullanıldığı malzeme ve boru çaplarına ilişkin değerler izelge 4.9’da verilmiştir. Yağmurlama sulama sistemlerinde başlıklardan çıkan suyun homojen bir dağılıma sahip olabilmesi için sistemin belli bir basınç aralığında çalışması gerekmektedir. Basıncın düşük ya da yüksek olması sistemde özellikle su dağılımı açısından çeşitli olumsuzluklar ortaya çıkartabilmektedir. Çizelge 4.9 incelendiğinde araştırma alanında lateral giriş basıncı 1.8-3.8 atm arasında değişirken lateral sonu basıncı ise 1.6-3.6 atm arasında değişim göstermiştir. Başlık basınçları ise 1.4-3.8 atm arasında değişmiştir. Ayrıca 2, 3, 4, 12 ve 13 numaralı işletmelerde basınç 2 atm’ nin altında kalmıştır. Araştırma alanında lateral hat üzerindeki başlık sayıları 8 ile 25 başlık arasında değişmektedir. İşletmelerin tamamında lateral boru çapı 75 mm’ olup alüminyum ve plastik borular kullanılmaktadır. İşletmelerden 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13 ve 14 numaralı işletmeler alüminyum boru kullanırken 1, 2, 3, 5, 6, 12 ve 15 numaralı işletmeler plastik boru kullanmaktadırlar.

Araştırma sahasında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinde bulunan lateral borularında izin verilen yük kayıpları değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar izelge 4.9’da gösterilmiştir. Hat zerindeki yük kayıpları müsaade edilebilir sınırların üstünde çıktığı zaman başlık debileri arasındaki farkın büyümesine sebep olmakta ve eşit bir su dağılımını mümkün kılmamaktadır. Bu da bize kurulan işletmenin projesinin hatalı olduğunu göstermektedir. Yük kayıplarının belirlenen sınırların üzerinde çıkması, ana hatlarda küçük boru çapları kullanılması ile lateral hat üzerinde gereğinden fazla başlık kullanılmasından kaynaklanabilmektedir. Lateral boru çapının, lateral üzerindeki uç başlıklar arasında oluşacak yk kayıplarının, yağmurlama başlığının ortalama işletme basıncının % 20’sini aşmaması gerekmektedir. Diğer bir deyişle yağmurlama sulama sistemlerinde lateral hat üzerinde izin verilebilir yük kaybı, sınır değer olan lateral hat ortalama işletme basıncı değerinin % 20’sinin altında olmalıdır. Buna göre araştırma sahalarındaki 6, 8, 9 ve 11 numaralı işletmelerde basınç farkı % 20’nin üzerinde çıkmıştır. Bu sonuç bize bu işletmelerin kurulan sistem ve boru çapları bakımından yetersiz olduğunun bir göstergesidir. Geriye kalan 11 işletme ise basınç farkı % 20’nin altında çıkmıştır. Bu sonuç ise işletmelerdeki lateral boru çaplarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Araştırma alanlarındaki laterallerin ve yağmurlama başlıklarının basınç değerleri, başlık sayıları, kullanıldığı malzeme ve boru çaplarına ilişkin değerler

İşletme No	Lateral Giriş Basıncı	Lateral Çıkış Basıncı	Lateral Ortalaması	Lateral Hat Giriş ve Çıkış Basıncı Arasındaki Fark	İzin Verilebilir Yük Kaybı (m)	1. Başlık Giriş Basıncı	2. Başlık Giriş Basıncı	1. Başlık Çıkış Basıncı	2. Başlık Çıkış Basıncı	1. Başlık Ortalaması	2. Başlık Ortalaması	Lateral Üzerindeki Başlık Sayısı	Q 75 mm
1	2.4	2.0	2.2	0.4	0.44	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	20	PVC
2	1.8	1.6	1.7	0.2	0.34	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	13	PVC
3	1.8	1.6	1.7	0.2	0.34	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	16	PVC
4	1.7	1.6	1.7	0.1	0.33	1.6	1.6	1.4	1.4	1.5	1.5	11	Al
5	2.2	2.0	2.1	0.2	0.42	2.0	2.0	1.8	1.8	1.9	1.9	18	PVC
6	2.6	2.4	2.5	0.2	0.50	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	18	PVC
7	2.2	2.0	2.1	0.2	0.42	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	14	Al
8	3.2	2.6	2.9	0.6	0.58	2.8	2.8	2.8	2.6	2.8	2.7	22	Al
9	3.8	3.6	3.7	0.2	0.74	3.8	3.8	3.6	3.6	3.7	3.7	13	Al
10	2.6	1.6	2.1	1.0	0.42	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	25	Al
11	3.0	2.6	2.8	0.4	0.56	2.6	2.6	2.4	2.4	2.5	2.5	18	Al
12	1.8	1.8	1.8	-	0.36	1.8	1.8	1.6	1.6	1.7	1.7	15	PVC
13	2.0	1.8	1.9	0.2	0.38	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.8	8	Al
14	2.2	2.2	2.2	-	0.44	2.2	2.2	2.0	2.0	2.1	2.1	14	Al
15	2.4	2.0	2.2	0.4	0.44	2.2	2.2	2.0	2.0	2.1	2.1	16	PVC

**Al: Alüminyum, PVC: Poli Vinil Clorür

4.5. Tarla Su Uygulama Randımanları

Seçilen parsellerde tarla su uygulama randımanını belirlemek için sulama öncesinde ve sulama sonrasında toprak örnekleri alınmış ve nem tayini yapılmıştır. Ayrıca sulama ile araziye uygulanan sulama suyu miktarları su sayacı ile ölçülmüştür. Bu veriler yardımıyla hesaplanan su uygulama randımanları izelge 4.10’da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; tarla su uygulama randımanının % 57.85 ile % 87.34 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırma alanı için hesaplanan ortalama tarla su uygulama randımanı ise % 70.74’tür. İncelenen parsellerden 8’inde ortalama değerden daha düşük su uygulama randımanları elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Seçilen parsellerde belirlenen tarla su uygulama randımanları

Parsel No	S (mm)	SS (mm)	TVS (mm)	SITTS (mm)	Randıman (%)
1	222.9	240.3	19.88	17.36	87.34
2	122.0	138.0	26.55	16.00	60.25
3	183.0	218.9	42.19	35.91	85.11
4	197.7	220.0	38.62	22.34	57.85
5	221.6	277.8	71.38	56.19	78.72
6	183.3	201.0	28.88	17.62	61.00
7	205.2	262.7	70.91	57.48	81.06
8	201.0	241.9	56.66	40.84	72.07
9	205.2	241.9	48.21	36.74	76.20
10	201.3	217.2	25.44	15.91	62.53
11	232.5	247.2	25.25	14.67	58.11
12	218.0	248.7	43.60	30.67	70.34
13	203.0	250.4	67.98	47.41	69.74
14	229.3	278.0	65.01	48.71	74.93
15	169.6	195.3	39.02	25.67	65.78
Su Uygulama Randımanı Ortalaması (%)			70.74		

**S: Sulama ncesi toprakta bulunan mevcut su, SS: Sulama sonrası toprakta bulunan mevcut su, TVS: Araziye uygulanan sulama suyu miktarı, SITTS: Sulama ile toprakta tutulan su miktarı

Balaban ve Ayyıldız (1970), Orta Anadolu Bölgesinde sulama randımanını yağmurlama sulama yönteminde % 75 – % 85 arasında belirlemişken, akmak (1994), umra sulama şebekesinde su uygulama randımanını; yağmurlama sulama yöntemi için % 31 – % 74 arasında hesaplandığını belirtmiştir. Su uygulama randımanını yağmurlama sulama yöntemi için Topak (1996) Çumra Ovası’nda ortalama % 81.39 ve Topak vd. (2003) Çumra Sulama Birliği’nde ortalama % 76.17, Ova Sulama

Birliği'nde ortalama ise % 76.63 olarak bulmuşlardır İyi planlanan ve işletilen yağmurlama sistemlerinde sulama randımanının % 80'in üzerinde gerçekleşebileceği belirtilmektedir (Keller ve Bliesner, 1990; Clemmens ve Dedrick, 1994). Tarla su uygulama randımanı, seçilen parsellerden sadece 3 tanesinde % 80'in üzerinde çıkmıştır. Bu durumda diğer parsellerin ya sistem planlamasında ya da işletme aşamasındaki sorunlar nedeniyle tarla su uygulama randımanının istenilen düzeyde olmadığı söylenebilir. iftilerle yapılan görüşmelerde arazide sulama amacıyla nem takibi yapmadıklarını, genel olarak bitkinin görünüşüne ve toprağın gözle ya da el ile kontrolüyle sulama yapmaya karar verdiklerini dolayısıyla net olarak araziye verecekleri sulama suyu miktarını bilmediklerini belirtmişlerdir. Buradan hareketle bölgede su uygulama randımanının düşük çıkmasının en büyük nedenlerinden birinin bu durum olduğu söylenebilir. Bölgede yapılan gözlemlerde çiftçilerin genellikle gündüz sulama yapmak eğiliminde oldukları grlmştr. Gündüz sulaması nedeniyle artan buharlaşma miktarı da su uygulama randımanının düşük çıkmasının nedenleri arasında gösterilebilir.

4.6. Sulama Suyu Eş Dağılımı Katsayısı (CU) ve Dağılım Türdeşliği (DU)

Yağmurlama sulama sistemlerinde sulama suyu dağımlarının değerlendirilmesi için bütün parsellerde Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) ve dağılım türdeşliği (DU) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar izelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Test edilen yağmurlama sistemlerinde Christiansen eş dağılım ve dağılım türdeşliği değerleri

Parsel No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ortalama
CU (%)	56	86	51	74	60	56	62	44	57	64	61	65	70	73	71	63.33
DU (%)	42	84	50	61	45	25	29	27	36	49	30	48	54	51	49	44.33

*Christiansen Eş Dağılım Değerleri (CU), Dağılım türdeşliği değerleri (DU)

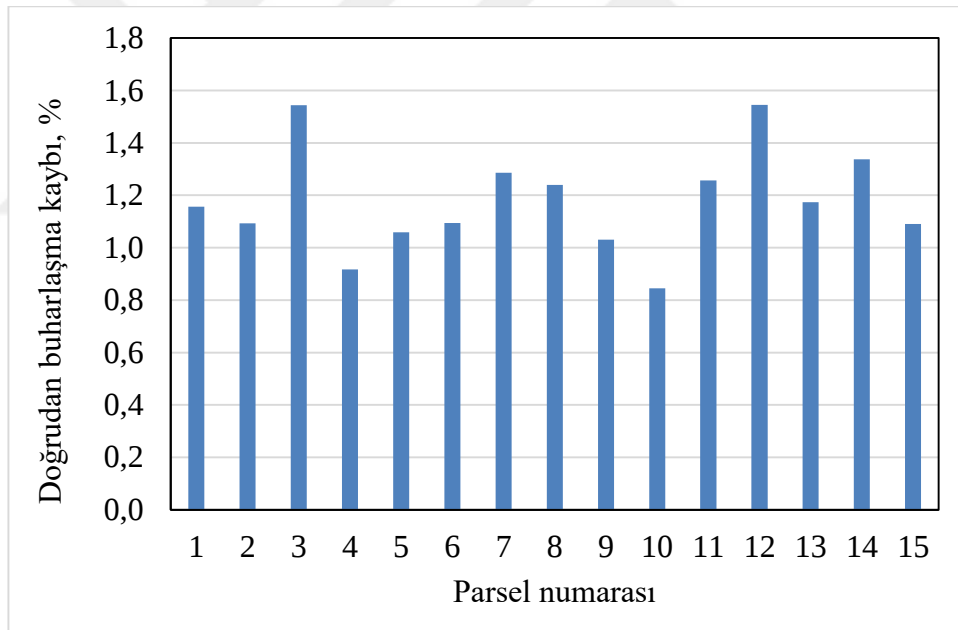
Çizelgede görüldüğü üzere araştırma yapılan parsellerde CU değerleri % 44 ile % 86 arasında değişiklik göstermiştir. Değerlendirilen parsellerdeki ortalama CU değer i se % 63.33'tür. Bu sonuçlara göre Sandıklı Ovasında izlenen sulamaların tamamına yakını üniform su dağılımı gerçekleşmeyen sulamalar olarak kabul edilebilir. Çünkü

bir sulamanın üniform sayılabilmesi için sulama suyu eş dağılım katsayısının (CU) % 84'den daha büyük olması gerekmektedir (Merriam ve Keller, 1978; Keller ve Bliesner, 1990). Yapılan tekil lateral araştırmaları içerisinde sadece 2 numaralı parselde CU değeri % 84 değerinin üzerine çıkmıştır. Ayrıca aynı köydeki parseller arasında da farklılık söz konusudur. Hemen hemen aynı malzemelerle yapılan sulamalarda, sulama suyu eş dağılım katsayılarının böylesine farklı çıkmasının nedenlerini sulama esnasında ölçülen rüzgar hızlarının farklı olmasından, işletme basınçlarının farklı olmasından ve başlıkların konumundan kaynakladığı söylenebilir. Araştırma yapılan arazilerin birçoğunda yağmurlama başlıklarının bir memenin ucunda ya da her iki memenin ucunda bulunan su dağıtıcı iğneler genellikle çiftçiler tarafından uygun bir şekilde kullanılmamaktadır. Bu nedenle bir hat üzerindeki başlıklardan çıkan su dağılımları birbirinden çok farklılıklar göstermektedir. Kimi başlıklarda çıkan su dağılmadan bir çizgi üzerinde giderken, bir diğer başlıkta dağıtıcı iğneye çarparak başlıktan itibaren yarıçap boyunca tarla üzerine dağılmaktadır.

Başlıklardaki su dağılımının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer ölçüt de dağılım türdeşliğidir (DU). Lateraller arasındaki alandaki su dağılımları dikkate alınarak belirlenen DU değerleri % 25 ile % 84 arasında oldukça geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Seçilen parsellerde dağıtım türdeşliği ortalaması % 44.33 olarak hesaplanmıştır. Keller ve Bliesner (1990), uniform bir sulama için dağılım türdeşliğinin % 75'den büyük olması gerektiğini belirtmişlerdir. Seçilen parsellerdeki ortalama değer bu değerden yaklaşık olarak % 30 oranında daha düşüktür. Parseller bireysel bazda incelendiğinde ise yalnızca 2 numaralı parselde kabul edilebilir düzeyde üniform bir yapıda sulama yapıldığı söylenebilir. Dağılım türdeşliği değerlerinin parseller arasında değişiklikler göstermesinin sebepleri Christiansen eş dağılım katsayısını etkileyen faktörler ile aynıdır. Sulama esnasındaki rüzgar hızı ve yönü, işletme basıncı ve değişimi, başlıklar ve lateraller arasındaki uzaklıklar ile başlık meme çaplarının farklı olması, aşınması veya çiftçiler tarafından tahrip edilmesi gibi etmenler DU katsayısı değerlerinin düşük çıkmasına sebep olmuştur. Bunların dışında sulama başlıklarının dik konumda tutulmaması, tıkanması veya dönmesi gibi etkenlerde dağılım türdeşliği değerini olumsuz etkilemiştir (Tarı ve Yazar, 2010).

4.7. Buharlaşma Kayıpları

Yağmurlama sulama uygulamalarında su uygulama randımanını düşüren en önemli unsurlardan biri de buharlaşma kayıplarıdır. Su taneciklerinin yağmurlama başlıklarından çıkarak toprak yüzeyine ulaşmaya kadar geçen zaman içerisindeki su kaybı buharlaşma kaybı olarak tanımlanabilir. Bu kayıplar sulama esnasındaki sıcaklık, rüzgar hızı ve bağıl nem ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir (Yazar, 1983; Topak, 1996). Yağmurlama sulama sistemlerinde düzgün bir su dağılımının olabilmesi için esen rüzgar hızının 2.5 m/s'nin altında olması tavsiye edilmektedir (Balaban, 1968; Korukçu ve Yıldırım, 1981). Ayrıca gün ortasında yapılan sulamaların buharlaşma kayıplarına etkisinin normalden daha fazla olduğu belirtilmektedir. (Topak, 1996). Araştırma sahasındaki parsellerde hesaplanan buharlaşma kayıpları % 0.85 ile % 1.55 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Yağmurlama sulama sistemlerinde meydana gelen doğrudan buharlaşma kayıpları (%)

4.8. Başlıkların Yağmurlama Hızları

Parsellerde ölçülen infiltrasyon değerleri ve hesaplanan yağmurlama hızları çizelge 4.12'de verilmiştir. Buna göre ortalama yağmurlama hızları 6.84 ile 37.46 mm/h arasında değişirken infiltrasyon hızları ise 8 ile 23 mm/h arasında değişmektedir

Araştırma sahasında yağmurlama sulama tesisleri üzerindeki başlık aralıkları 10 işletmede 6 m, 3 işletmede 10 m ve 2 işletmede 5 m aralıklarla tertip edildiği görülmüştür. Lateral aralıkları ise 7 işletmede 15 m, 6 işletmede 10 m ve 2 işletmede 12 m olarak tertiplenmiştir. (Çizelge 4.12). Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere yağmurlama tesislerinin 12 tanesinde (% 77.33) yağmurlama hızı ölçülen infiltrasyon hızından daha yüksektir. Özellikle 11 numaralı parselde yağmurlama hızı infiltrasyon hızının yaklaşık 2 katı iken 14 numaralı parselde 2.5 katıdır. Bu değerlerden bireysel yağmurlama sistemleri projelendirilirken projenin en önemli parametrelerinden olan infiltrasyon hızının dikkate alınmadığını söylemek mümkündür. Yağmurlama hızının infiltrasyon hızından yüksek olması durumunda eğer arazi eğimli değilse toprak yüzeyinde su göllenmesi muhtemeldir. Göllenen bu su özellikle günün sıcak saatlerinde sulama yapılması durumunda bitki kök bölgesine sızmadan buharlaşma ile kaybolmaktadır. Bu durum yağmurlama sulama sistemlerinde su uygulama randımanını düşüren en önemli nedenlerden biridir. Bunların sebepleri olarak kullanılan güç kaynağı, lateral uzunluğu ve çapı, başlık sayısı, eğim, lateraldeki su kaçakları, vanalardaki arızalar ve başlıklardaki tıkanmalar, yağmurlama başlık aralıklarının ve lateral aralıklarının dar olması, uygun başlık seçilememesi ve sistem basınçlarının standartların altında kalması gösterilebilir.

Çizelge 4.12. İnfiltrasyon ve yağmurlama hızları

Parsel No	L ₁ (m)	L ₂ (m)	hm ₁ (1.başlık)	hm ₂ (2.başlık)	Ortalama (mm/h)	İnfiltrasyon (mm/h)
1	10	15	8.19	8.58	8.39	9
2	6	15	20.99	20.54	20.77	23
3	6	12	14.92	27.78	21.35	18
4	6	10	40.88	34.03	37.46	20
5	5	12	27.73	29.87	28.80	18
6	5	15	27.24	23.53	25.39	19
7	6	15	22.41	21.77	22.09	12
8	6	15	17.02	16.54	16.78	11
9	6	15	18.44	16.81	17.63	14
10	6	10	23.45	22.28	22.87	21
11	6	10	36.37	35.18	35.78	16
12	10	15	7.29	6.39	6.84	11
13	6	10	18.82	23.00	20.91	8
14	6	10	33.45	31.97	32.71	13
15	10	10	9.21	8.97	9.09	23

*L₁: Lateral üzerindeki başlık aralığı, L₂: Lateral aralığı, hm: Başlığın yağmurlama hızı

4.9. Sulama Aralığı, Sulama Süresi ve Sulama Sayısı

Araştırma yapılan parsellerde mevcut uygulanan sulama aralıkları, çiftçilere iki sulama arasında geçen süre sorularak belirlenmiştir. Patates bitkisi için gereken sulama aralıkları hesaplanarak işletmelerin uyguladıkları sulama aralıkları ile karşılaştırma yoluna gidilmiştir. Uygulanabilecek sulama aralılarının hesaplanmasında 60 cm etkili kök derinliği için toprakların kullanılabilir su kapasitesinin % 50' ye düştüğü zaman sulama yapılması esas alınmıştır.

Yağmurlama sulama yöntemi ile patates sulamasında yaygın olarak (% 46.6) uygulanan sulama aralığı 7 gündür. İşletmelerin % 26.7' si 5 günde, % 20'si 6 günde ve % 6.7'si 8 günde bir sulama yapmaktadır. Araştırma sahalarının toprak özellikleri ve su kaynağı varlıkları da dikkate alınarak hesaplanan sulama aralığı ise 5 – 9 gün arasında değişmektedir. İşletmelerin % 40'ında 6 gün, % 20'si 8 gün, % 13.3' üde 5, 6 ve 9 gün ara ile sulama yapmaları gerekmektedir (Çizelge 4.13). Uygulanan sulama aralıkları ile hesaplanan sulama aralıkları arasındaki farkın çiftçilerin genel itibariyle sulama zamanına toprak nemi ölçmeden eski tecrübelerine dayanarak sadece bitkide ve toprakta gözlem yaparak karar vermeleri ve işletmelerin geniş alanlara ekim yapması ya da ürün çeşitlerinin fazla olması nedeniyle sulamalarını gerekli sürede tamamlayamamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4.13. Araştırma sahalarında uygulanan sulama aralığı ve hesaplanan sulama aralıkları

Sulama Aralığı (gün)		İşletme Sayısı	İşletme Oranı (%)
Uygulanan	5	4	26.7
	6	3	20
	7	7	46.6
	8	1	6.7
Hesaplanan	5	2	13.3
	6	2	13.3
	7	6	40
	8	3	20
	9	2	13.3

Araştırma yapılan arazilerde çiftçilerin bir durakta sulama süreleri, tarlada sulama yapan çiftçilerle görüşülerek kurulu durumdaki yağmurlama sulama tesisinde bir durakta yapılan sulama süresinin sorulması suretiyle belirlenmiştir. Çalışılan arazilerin toprak özellikleri, faydalı su kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde sulamaya başlanması, kullanılan başlık tertip aralıkları ve sistemin yağmurlama hızı dikkate alınarak hesaplanan durak sulama süreleri çizelge 4.14'de verilmiştir. İşletmeler incelendiğinde bir duraktaki sulama süreleri 2 ile 4 saat arasında değişmekte olduğu görülmüştür. Çalışma yapılan alanlarda hesaplanan sulama süreleri 2 ile 7 saat arasında değişmektedir.

Çizelge 4.14. Araştırma sahalarında bir durakta uygulanan sulama süreleri ve uygulanması gereken sulama süreleri

İşletme No	Bir Durakta Sulama Süresi, h		Fark
	Uygulanan	Hesaplanan	
1	2	7	-5
2	2	3	-1
3	2	3	-1
4	3	2	+1
5	2	2	-
6	2	3	-1
7	2	3	-1
8	4	3	+1
9	2	4	+2
10	3	3	-
11	2	2	-
12	2	7	-5
13	2	3	-2
14	3	2	+1
15	2	7	-5

İncelenen işletmelerden 1, 12 ve 15 numaralı işletmelerde 7 saat sulama yapılması gerekirken sadece 2'şer saat sulama yapıldığı görülmektedir. 4, 8, ve 14 numaralı işletmelerde olması gerekenden 1 saat daha fazla sulama yapılırken 9 numaralı işletmede ise olması gerekenden 2 saat fazla sulama yapıldığı görülmektedir. İncelenen işletmelerden sadece 5, 10 ve 11 numaralı işletmelerde uygulanan sulama süresi ile hesaplanan sulama süreleri eşit çıkmıştır. Hesaplanan değerler ile uygulama değerleri arasında farklılıkların olması ihtiyaç duyulan sulama suyundan daha az ya da daha fazla sulama suyu uygulandığının bir göstergesidir. Yukarıda da belirtildiği üzere, toprak neminin ölçülmeden bir başka deyişle ne kadar sulama suyu uygulanacağı

bilinmeden sulama yapılması bu şekilde uygulama sorunlarını beraberinde getirmekte ve sulamadan beklenen faydanın elde edilememesine neden olmaktadır.

Sandıklı ovasında yağmurlama sulama sistemlerinde bir sezon içerisinde uygulanan sulama sayıları işletmelere sorulmak suretiyle belirlenmiştir. Araştırma alanlarındaki her işletmenin patates sulamasında uygulanması gereken sulama sayıları çizelge 4.15’ de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Araştırma sahalarında bir üretim sezonu boyunca uygulanan ve hesaplanan sulama sayıları

Bir Üretim Sezonu Boyunca Yapılan Sulama Sayıları		İşletme Sayısı	İşletme Oranı (%)
Uygulanan	15	1	6.6
	17	7	46.7
	20	3	20.0
	24	4	26.7
Hesaplanan	6	1	6.7
	9	3	20.0
	10	4	26.7
	11	2	13.3
	14	5	33.3

Sandıklı ovasındaki çiftçilerle yapılan görüşmelerde patates bitkisi için bir sezon içerisinde yapılan sulama sayılarının 15 ile 24 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Çizelge 4.15). Çizelge 4.15’de görüldüğü üzere bir üretim sezon içerisinde işletmelerin % 6.6’sı 15, % 20’si 20, % 26.7’si 24 ve % 46.7’si 17 sulama yapmaktadır. Araştırma alanlarında bir üretim sezonu boyunca hesaplanan sulama sayıları ise 6 ile 14 arasında değişmektedir. Bunlarında % 6.7’si 6, % 13.3’ü 11, % 20’si 9, % 26.7’si 10 ve % 33.3’ü 14 sulama olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı üzere patates yetiştiriciliğinde genel olarak işletmelerin bir üretim sezonunda en fazla 14 sulama yapması yeterli olmaktadır. Ancak işletmelerin uygulamalarına bakıldığında tamamı 14 sulamadan fazla uygulama yapmaktadır. Bu da bilinçsizce sulama yapıldığının göstergesidir. İşletmelerin fazla sulama yapması su israfına sebep olmakla beraber zaman ve para kaybına da neden olmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneme alanları incelendiğinde işletmelerin birçoğu yağmurlama sulama yaparken yalnızca tek bir lateral hattı kullanmaktadır. Tek lateral hatlarında sulama yapılırken, çiftçiler tarlanın tamamını sulayabilmek için lateralleri bir konumdan diğerine taşımaktadır. Genellikle sulamalar gündüz yapılmakta olup laterallerde çalışma süresi 2 – 7 saat arasında değişmektedir. Araştırma sahasındaki pompaların güçleri 27.5 - 85 BG arasında değişmekte olup genellikle 50 BG kullanılmaktadır.

Deneme alanlarında lateraller üzerinde farklı meme çapları ve özellikleri farklı olan yağmurlama başlıkları görülmektedir. Sistemin sık kullanılması ve dış faktörlere bağlı olarak zamanla başlıklarda yıpranmalar olduğu gözlemlenmiştir. Kırılan, deformasyona uğrayan başlıkların yerine farklı özellikte başlıkların sisteme eklenmesi, kırılan başlık memelerinin yerine farklı çapta memeler kullanılması veya memelerin tıkanması sonucu çiftçilerin memeleri genişletmeleri ile bu sonuçlar meydana gelmektedir. Başlıklarda tıkanma ve arızalar meydana gelmesi, bazı başlıkların randımanlı çalışmaması, lateral aralıklarının fazla olması, yağmurlama başlık yükselticilerinin dik konumda çalıştırılmaması, bazı başlıklarda su dağıtıcı iğne bulunmaması ya da meme çaplarının genişletilmesi tarla yüzeyinde su dağılımının eşit olmamasına neden olmaktadır. İşletmelerdeki lateral hatlar üzerinde en az 8, en çok 25 yağmurlama başlığı kullanılmıştır.

Deneme alanlarında yapılan incelemede sulamalarda lateral aralıkları 5 x 10 ile 10 x 15 arasında değişmektedir. Kullanılan lateral boruları 5 veya 6 m'dir. Buna bağlı olarak başlıklar ve lateral arasındaki uzaklıklar 5'in katları olan 10 veya 15 m ile 6'nın katı olan 12 m arasında değişmektedir. Sistemlerde yağmurlama başlıkları tek veya iki boruda bir kullanırken lateraller arasındaki uzaklıklar parsellerin boyutlarına göre değişiklikler göstermektedir. Ayrıca işletmelerin tamamında lateral boru çapı 75 mm olup alüminyum ve plastik borular kullanılmaktadır. İşletmelerin 8'inde alüminyum boru kullanırken 7'sinde plastik boru tercih edildiği görülmüştür.

Genelde ovada yapılan patates sulamalarında 0 – 60 cm'lik toprak derinliği ıslatılmaktadır. Deneme alanlarında tarla su uygulama randımanını belirlemek için sulama öncesinde ve sulama sonrasında toprak örnekleri alınmış ve nem tayini

yapılmış olup sulama ile araziye uygulanan sulama suyu miktarları su sayacı ile ölçülmüştür. Elde edilen su uygulama randımanları % 57.85 ile % 87.34 arasında değişmekte olup hesaplanan ortalama tarla su uygulama randımanı ise % 70.74'tür. Bu sonuçlar, Sandıklı Ovasında yapılan sulamaların tamamına yakınında düzgün bir su dağılımının olmadığını göstermektedir. Araştırma alanındaki parsellerin 8'inde ortalama değerden daha düşük su uygulama randımanları elde edilmiştir. Ayrıca sadece 3 parselde % 80'in üzerinde su uygulama randımanı yüksek çıkmıştır. Bu verilere dayanarak diğer parsellerin ya sistem planlamasında ya da işletme aşamasındaki sorunlar nedeniyle tarla su uygulama randımanının istenilen düzeyde olmadığı söylenilebilir. Bölgede su uygulama randımanının düşük olmasının en büyük nedenlerinden biri olarak, sulama esnasında nem takibi yapılmadığı ve bundan dolayı da araziye verilecek yeterli sulama suyu miktarının belirlenememesi gösterilebilir. Ayrıca genel itibariyle çiftçilerin gündüz sulama yapmasından dolayı buharlaşma kayıpları artarak su uygulama randımanının düşük çıkmasına neden olmaktadır.

Yağmurlama sulama sistemleri düzgün bir su dağılımını sağlamak için belirli basınç sınırları arasında çalıştırılmalıdır. Araştırma alanlarında lateral basınçları 1.6 – 3.8 atm basınç arasında değişmektedir. Lateral basınç ortalaması 2.2 atm iken başlık ortalaması 2.1 atm'dir. 2 atm altına düşen parsellerde basıncın düşük olmasının nedenleri olarak güç kaynağının yetersiz olması ya da düşük ayarda çalıştırılması, parsellerin su kaynağına uzak mesafede olması, iki ya da daha fazla lateral hattın aynı anda çalıştırıldığı zaman suyun tarlaya lateralden daha büyük çaplı ana hat ile iletilmemesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca lateral üzerinde gereğinden fazla sayıda yağmurlama başlığı kullanılması, lateral sonunda bulunan başlık basınçlarında önemli düzeyde düşüşlere neden olabilmektedir. Fazla basınç ise memelerin çabuk aşınmasına sebep olmakla beraber sistemdeki diğer parçalara da zarar verebilecektir. Ayrıca yüksek basınç memeden çıkan su damlacıklarının çok fazla parçalanmasına, fırlatma mesafesinin küçülmesine buna bağlı olarak da yağmurlama başlıklarının yakınına fazla su düşmesine neden olacaktır.

Lateral hat üzerindeki yük kayıpları izin verilebilir sınırların üstünde çıktığı zaman başlık debileri arasındaki farkın büyümesine sebep olmakta ve eşit bir su dağılımı yapılamamaktadır. Bunun durumunda kurulan işletme projesinin hatalı olduğunu göstermektedir. Yağmurlama sulama sistemlerinde lateral hat üzerinde müsaade

edilebilir yük kaybı, sınır değeri olan lateral hat ortalama işletme basıncı değerinin % 20'sinin altında olmalıdır. Buna göre deneme alanlarında 4 işletme % 20'nin üzerinde iken 11 işletme % 20'nin altında hesaplanmıştır. Bu durum bize 4 işletmenin kurulan sistem ve boru çapları bakımından yetersiz olduğunu gösterirken 11 işletmenin ise kurulan sistem ve boru çaplarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu göstermektedir.

Çalışma yapılan deneme alanların tamamına yakınında sulama suyu eş dağılımı (CU) ile dağılım türdeşliği değerleri (DU) değerleri kabul edilebilir sınırların altında kalmıştır. CU değerleri deneme yapılan parsellerde % 44 ile % 86 arasında değişiklik göstermiştir. Değerlendirilen parsellerdeki ortalama CU değeri ise % 63.33'tür. DU değerleri ise % 25 ile % 84 arasında değişim göstermiştir. Seçilen parsellerde dağıtım türdeşliği ortalaması % 44.33'tür. Bu değerlerin düşük olmasında birçok neden gösterilebilmektedir. İşletme basınçlarının düşük olması, sistem içerisinde bulunan başlıkların meme çaplarının farklı özellikte olması ile rüzgâr belirtilen nedenlerin en önemlileri arasında gösterilebilir.

Afyonkarahisar – Sandıklı ovasında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen değerler ışığı altında sistem performanslarında iyileştirmeler sağlayabilecek öneriler yapılabilir.

Arazide yapılan incelemelerde özellikle yağmurlama sulama sistemlerinin bağlantı noktalarından ve başlık bağlantı noktalarından su kaçaklarının olduğu gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bu kaçaklara önem alınmazsa uzun vadede çok büyük su kayıplarına sebebiyet verecektir. Bu kaçakların ve su dağılımlarının iyileştirilmesi için sistem içerisindeki bütün başlıkların aynı özellikte olması gerekmekte olup bu nedenle deformasyona uğrayan veya eksilen başlık ve başlık memelerinin yerlerine yenileri ile değiştirirken aynı özellikte olmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca boru bağlantı noktalarında mutlaka conta kullanılmalı, zamanla eskiyen contalar yenileri ile değiştirilmelidir. Başlık bağlantı noktalarında ise zamanla toprak sıkışmaları olabilmektedir. Bunlarda sistemin aralıklarla kontrol edilerek temizlenmesini gerektirmektedir.

İşletmelerin sistem performansının istenilen düzeyde olması ve yağmurlama başlıklarının dözgün bir su dağılımı oluşturabilmesi için; ana hatlar ve lateral boru hatlarının uygun çaplarda ve hidrolik kurallara uygun olarak seçilmesi gerekmektedir. Su kaynağının uzak olduğu ya da aynı anda birkaç lateralin çalıştırıldığı zamanlarda, ana boru çapı yeterli büyüklükte seçilerek yük kayıplarının önüne geçilebilecektir. Yük kayıplarının fazla olduğu işletmelerde laterallerin dar aralıklarla yerleştirilmemesi, mümkünse ana hatlardaki boruların daha büyük çaplı seçilmesi ve gereğinden fazla yağmurlama başlığı kullanılmaması önerilmektedir.

Yağmurlama sulama sistemlerinin en iyi performansta çalışması için sistemin en uygun basınçta çalıştırılması önem arz etmektedir. Sistem basıncının düşük olduğu durumlarda başlıktan çıkan su eşit olarak tarla yüzeyine dağılamamakta ve bunun sonucunda türdeş bir sulama yapılamamaktadır. Lateraller arasındaki uzaklıklar, yağmurlama başlığı özelliklerine ve mevcut durumdaki işletme basıncı dikkate alınarak seçilmelidir. Yağmurlama sistemlerinin uygun başlık altında çalıştırılması durumunda bölgede kullanılan başlıklar ile 12 – 15 m lateral aralıklarında türdeş su dağılımı elde etmek mümkün olacaktır.

Sandıklı ovasında parsellerin parçalanmış olması, yağmurlama sulama sistemlerinin tertibinde uygun projelendirme kriterlerinin uygulanmasını güçleştirmektedir. Bu durum özellikle arazide homojen su dağılımının gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Bu sorun parçalanmış arazilerin toplulaştırılması ile azaltılabilecektir. Ayrıca ova genelinde yağmurlama sulama sistemleri ile sulama genel olarak gündüzleri yapıldığı görölmüştür. Afyonkarahisar ili, Ege bölgesinde olmasına karşın bölge sıcak ve kuru bir iklime sahip olup karasal iklim özelliği göstermektedir. Bu nedenle buharlaşma kayıplarının önlenmesi için mümkünse gece sulaması yapılması eğer buna imkan yoksa sabah erken saatlerde ve gece sulama yapılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abernethy, C. L., 1986. Performance Measurement in Canalw Management. ODI-IIIMI Irrigation Management Network Paper, 86/2d.
- Ahaneku, IE., 2010. Performance Evaluation of Portable Sprinkler Irrigation System in Ilorin, Nigeria. Indian Journal of Science and Technology 3: 0974- 6846.
- Akkuzu, E., Pamuk Mengü, G., 2011. Alaşehir Yöresi Sulama Birliklerinin Arazi-Su Verimliliği ve Su Temini Açısından Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 149-158, İzmir.
- Anaç S., Tuzel I.H. ve Ul M.A., 1993. Sulama Yöntemleri ve Yeni Gelişmeler. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Teknik Bülten 14.
- Anonim, 2012a. İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Brifing Raporu, Sandıklı.
- Anonim, 2012b. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim Tarihi: 28.10.2012. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>
- Anonim, 2013a. Meteoroloji 5. Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Afyonkarahisar.
- Anonim, 2013b. Devlet Su İşleri 18. Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Isparta.
- Anonim, 2015. Devlet Su İşleri 18. Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Isparta.
- Anonim, 2016a. İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Brifing Raporu, Afyonkarahisar.
- Anonim, 2016b. İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Kayıtları, Sandıklı.
- Anonim, 2017. İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Brifing Raporu, Afyonkarahisar.
- Bahçeci, P. ve Kırnak, H. , 2008. Tamburlama Sulama Sisteminin Performans Analizi. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1), 39 – 48.
- Balaban, A., 1968. Yağmurlama Sulaması. Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, 84, Ankara.
- Balaban, A. ve Ayyıldız M., 1970. Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, (1), Ankara.
- Balaban, A. ve Korukçu, A., 1970. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metodları Üzerinde Bir İnceleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, (4), Ankara.
- Burt, C., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A., Howell, T. A., Members, Asce, Eisenhauer, D. E., 1997. Irrigation

Performance Measures; Efficiency and uniformity. *Jou of Irrigation and Drainage Engineering*. 123(6), 423 – 442.

Christiansen, J. E., 1942. *Irrigation by Sprinkling*. Agricultural Experiment Station, Bulletin Sta. Bull. No. 670, California.

Clemmens, A. J., Dedrick, A. R., 1994. *Irrigation Techniques and Evaluation*, Tanji, K. K., Yanon, B. (Eds.), *Advances in Series in Agricultural Sciences*, Springer, Berlin, 64-103.

Cuenca, R. H. 1989. *Irrigation System Design*, Prentice Hall: Englewood Cliffs, New Jersey, 552s.

Çakmak, B., 1994. *Konya-Çumra Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği*. AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 134s.

Çakmak, B., Aküzüm, T., Çiftçi, N., Zaimoğlu, Z. Acar, B. Sahin, M., Gökalp, Z., 2005. "Development and Uses of Water Resources," presented at The 2005 Turkish Agricultural Board VI. Technical Congress, January 3-7, Ankara.

Çaylak, Ö., 2002. *Patates Tarımı*, Kartarım Ticaret Anonim Şirketi, Ankara, 44-68.

Çiftçi, N., Acar, B., Topak, R., Çelebi, M., 2010. *The Sustainable Problems of Irrigation in Turkey*., Second International Symposium on Sustainable Development, pp:191-197, June 8-9, 2010, Sarajevu.

Dechmi, F., Playan E., Faci J. M. and Tejero M., 2003. *Analysis of an Irrigation District in Northeastern Spain. II-Irrigation Evaluation, Simulation and shedulig*. *Agricultural Water Management*, 61(7), 93-109.

Demiralay, İ., 1977. *Toprak Fiziği Ders Kitabı*, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Demirel, K., Yıldırım, M. ve Çamoğlu, G., 2006. *Çanakkale İli Belediye Sınırı İçerisindeki Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemlerinin Projelenmesi ve İşletilmesindeki Hatalar*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1), 81 -90.

Dinç, N. ve Bahçeci, İ. , 2006. *Konya – Ilgın Orhaniye Toplu Yağmurlama Sulama Sisteminin Performans Parametreleri*. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1/2), 35 - 43.

Eminoğlu, E. 2007. *Türkiyede Su Yönetimi ve Sulama İşletmeciliği*. Orta Asya Sulama Suyu Yönetimi Çalıştayı 12-14 Eylül 2007. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, 8s, Ankara.

English, M., Taylor, A., and John, P., 1985. *Evaluating Sprinkler System Performance*. *Nz Agricultural Science: Wageningen The Netherlands*, 32 – 38.

- Gençoğlu, C., Gençoğlu, S. ve Uçan, K. 2000. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Maksimum Su Uygulama Süresi ve Yenileme Sayısının Belirlenmesi. Fen ve Mühendislik Dergisi, 3(2), 163 – 173.
- Güngör, Y. ve Yıldırım O., 1989. Tarla Sulama Sistemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1155, Ankara.
- Güngör, Y., Erözer, A.Z., Yıldırım, O., 2002. Sulama, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, 15-25, Ankara.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O., 2004. Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1540, 493, Ankara.
- Hansen, V. E., Israelsen, O. W. and Stringham, G. E., 1979. Irrigation Principles and Practices. John Willey & Sons Inc., New York, 417p.
- Hart, W. E., Peri, G. and Skogerboe, G. V., 1979. Irrigation Performance an Evalation. Journal of the Irrigation and Drainage Division. ASCE, 105(3), 275-288.
- Heerman, D. F., Kohl, R. A., 1980. “Dynamics of Sprinkler systems”. Design and Operation of Farm Irrigation Systems, M. E. Jensen ed., Asea, 583-618.
- Hinrichsen, D., 1998. Feeding a Futureworld, People and The Planet 7, 6–9.
- Hoffman, G., J., Howell, T. A., Solomon, K. H., 1990. Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural Engineers. Pp. 149.
- Honson, B. R., Schwankl L., Fulton A., 1988. Transactions of the ASAE. 31(5), 1463-1468.
- İşbilir, H. ve Erdem, T., 2012. Rekreasyon Alanı Sulama Projelerinin Tasarım ve Uygulama Aşamalarında Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2), 57 – 66.
- James, L. G. 1993. Principles of Farm Irrigation System Design. Krieger Publishing Company Malabar, Florida, 543p.
- Joshi, D.S., Shete, D.T. ve Modi, P.M., 1995. Sprinkler Performance Evaluation With Respect to Nozzle Size, Pressure, Riser Height and Grid Spacing, Proceedings of ICID Special Technical Session on The Role of Advanced Technologies in Making Effective Use Of Scarce Water Resources, Rome, Italy.
- Kanber, R., 1997. Sulama. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, (174), (52), 529s, Adana.
- Kanber, R., Tarı A. F., ve Çakır F., 2002. Sulama ve Drenaj Mühendisliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, 122, 531s.

- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri, 213-251, Milli Kütüphane, Ankara.
- Kara, M., 1983. Sulama – Kurutma, Tarım Arazilerinin Sulanması. Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi Yayınları, 1(5), Isparta.
- Kara, M., 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya.
- Keller, J., Bliesner, R. D., 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Published by Van Nostrand Reinhold, New York 651p.
- Kırnak, H., Demir S. ve Taş İ., 2013. GAP – Şanlıurfa İli Bireysel Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Performans Göstergeleri. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 26(1), 41 – 48.
- Kohl, K. D., Kohl, R. A., Deboer, D. W. 1987. Measurement of Low Pressure Sprinkler Evaporation loss. Transactions of the ASAE 30 (4), 1071 – 1074.
- Korukçu, A. ve Yıldırım, O., 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, 220s, Ankara.
- Lebdi, F., Lamaddalena, N., 1996. “Simulation of on-Farm Sprinkler Irrigation Systems” Ciheam-iam-b. Cooperative Research Network on Collective Irrigation Systems. November 27-30, Lisbon, Portugal.
- Little, G. E., Hills, D. J. and Hanson B. R., 1993. Uniformity in Pressurized Irrigation Systems Depends on Design and Installation. California Agriculture, 47(3), 18-21.
- Lyle, W. M. and Bordovsky, 1981. Low Energy Precision Application (LEPA) Irrigation System. Transactions of the ASAE, 24(5), 1241-1245.
- Merriam, J. L., Keller, J., 1978. Farm Irrigation Systems Evaluation: a Guide for Management. 2. Printing. Utah State University, Logan, Utah 271p.
- Painter D, Carran P., 1978. What is Irrigation Efficiency Soil And Water NZ (14), 15-17.
- Padmanabhan, R. M., 1997. Influence of Climatic Factors on Uniformity in Sprinkler Irrigation. Madras Agricultural Journal, 84(3), 158-160.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils, USDA.
- Smith, M. 1992. CROPWAT a Computer Program for Irrigation Planning and Management, FAO Irrig, Drain, Paper 46, 126 pp, Rome.
- Solomon, K. H., 1984. Yield Related Interpretation of Irrigation Uniformity and Efficiency Measures. Irrigation Science 5(3): 161-172.

- Tarı, A. F., 1998. Konya İlgin Ovasında Kullanılan Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 152s, Adana.
- Tarı, A. F., Yazar, A. , 2010. Konya İlgin Ovasındaki Bireysel Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Bazı Performans Parametreleri. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1), 45 – 56.
- Tarjuelo, J.M., Montero, J., Carrion, P.A., Honrubia, F.T., and Calvo, M.A., 1999. Irrigation Uniformity with Medium Size Sprinklers Part II: Influence of Wind and Other Factors on Water Distribution, Transactions of The ASAE, 42 (3): 677-689.
- Topak, R., 1992. Çumra Ovasında Yaygın Yağmurlama Sulama Şebekelerinde Yük Kayıpları Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Konya.
- Topak, R., 1996. Konya Çumra Ovasındaki Yağmurlama Sulamalarında Uygulama Sorunları. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 1 – 81, Konya.
- Topak, R., Acar, B., Kara, M., Çiftçi, N., Şahin, M., 2003. Çumra ve Çumra Ova Sulama Birlikleri Sulama Şebekelerinde Yeni İşletme Şeklinin Performans Göstergelerine Etkileri. II. Ulusal Sulama Kongresi, Aydın.
- Topak, R., Süheri, S., Çiftçi, N. ve Acar, B. 2005. Performance Evaluation of Sprinkler Irrigation in a Semi-Arid Area, Pakistan Journal of Biological Sciences 8(1), 97 – 103.
- Trimmer, W. L. (1987), Sprinkler Evaporation Loss Equation. Journal of Irrigation Drainage Engineering, 113(4), 616 – 621.
- Vories, E. D. and Von Bernuth, R. D., 1986. Single Nozzle Sprinkler Performance in Wind. American Society of Agricultural Engineers, 29(5), 1325-1330.
- Yavuz, D., Topak, R. ve Süheri, S., 2007. Yüzey Su Kaynaklarının Kullanıldığı Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Enerji Kullanımının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(41), 51 – 57.
- Yavuz, D., 2011. Patates Tarımında Farklı Sulama Yöntemlerinin Su Kullanımı, Verim ve Enerji Tüketimi Yönünden Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 119s, Konya.
- Yazar, A., 1983. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Rüzgarla Su Sürüklenmesi Kayıplarının Ölçülmesi. Dicle Üniversitesi, Urfa Ziraat Fakültesi Yıllığı, 2(2).
- Yazar, A., 1984. Evaporation and Drift Losses From Sprinkler Irrigation systems under various operating conditions. Agricultural Water Management, 8, 439 - 449.

Yurteri Demir, Y., 2011. Konya – Kadınhanı – Kolukısa Kasabası Sulama Kooperatifi Çiftçilerinin Sulama İşletmeciliği Sorunları ve Çözüm Önerileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47s, Konya.

Wahdan, A. A. and El-Gayar, A. M., 1988. Spatial Distribution of Irrigation Water Application in Sprinkler Irrigation. American Society of Agricultural Engineers, (88-2620), 7p.

Wilson, T. P. ve Zoldoske, D. F. 1997. Evaluating Sprinkler irrigation Uniformity by CATI Publication # 970703, <http://cati.csufresno.edu/cit/rese>.



EKLER

Ek A. Tablolar



Ek A. Tablolar

Tablo A.1. 1 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
1	26 Nis.	43	1	0	22.9	32.3
	4.May.	51	1	0	23.1	32.6
	11.May.	58	2	0	24.4	34.3
	19.May.	66	2	0	27.3	38.4
	26.May.	73	2	0	24.6	34.7
	31.May.	78	2	0	23.8	33.6
	6 Haz.	84	2	0	25.1	35.3
	11 Haz.	89	2	0	27.4	38.6
	16 Haz.	94	2	0	23.6	33.3
	20 Haz.	98	2	0	23.6	33.3
	25 Haz.	103	2	0	28.5	40.1
	30 Haz.	108	3	0	28.5	40.1
	5 Tem.	113	3	0	25.3	35.6
	10 Tem.	118	3	0	25.3	35.6
	12 Tem.	-	3	0	-	497.8

Tablo A.2. 2 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
2	25 Nis.	42	1	0	19.9	28.1
	4.May.	51	1	0	23.1	32.6
	11.May.	58	2	0	24.4	34.3
	18.May.	65	2	0	22.4	31.5
	25.May.	72	2	0	24.8	34.9
	31.May.	78	2	0	23.8	33.6
	6 Haz.	84	2	0	25.1	35.3
	11 Haz.	89	2	0	27.4	38.6
	16 Haz.	94	2	0	23.6	33.3
	20 Haz.	98	2	0	23.6	33.3
	24 Haz.	102	2	0	22.3	31.5
	28 Haz.	106	3	0	22.3	31.5
	2 Tem.	110	3	0	23	32.4
	7 Tem.	115	3	1.5	25.3	35.6
	12 Tem.	-	3	0	-	466.5

Tablo A.3. 3 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
3	1 May.	48	1	0	31.4	44.2
	11 May.	58	2	0	32.6	45.9
	20 May.	67	2	0	32.1	45.3
	31 May.	78	2	0	34.7	48.9
	9 Haz.	87	2	0	34	47.9
	16 Haz.	94	2	0	33.4	47
	22 Haz.	100	2	0	35.9	50.6
	28 Haz.	106	3	0	34.6	48.8
	4 Tem.	112	3	0	32.2	45.3
	11 Tem.	119	3	0	35	49.3
	12 Tem.	-	3	0	-	473.2

Tablo A.4. 4 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
4	30 Nis.	47	1	0	27.3	38.4
	10 May.	57	2	0	30.7	43.3
	19 May.	66	2	0	30.1	42.4
	29 May.	76	2	0	30.1	42.4
	5 Haz.	83	2	0	29.2	41.2
	11 Haz.	89	2	0	27.4	38.6
	18 Haz.	96	2	0	28	39.5
	23 Haz.	101	2	2.2	28	39.5
	28 Haz.	106	3	0	28.5	40.1
	4 Tem.	112	3	0	32.2	45.3
	10 Tem.	118	3	0	30.6	43.1
	12 Tem.	-	3	0	-	453.8

Tablo A.5 5 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
5	1 May.	48	1	0	31.4	44.2
	11 May.	58	2	0	32.6	45.9
	20 May.	67	2	0	32.1	45.3
	31 May.	78	2	0	34.7	48.9
	9 Haz.	87	2	0	34	47.9
	16 Haz.	94	2	0	33.4	47
	22 Haz.	100	2	0	35.9	50.6
	28 Haz.	106	3	0	34.6	48.8
	4 Tem.	112	3	0	32.2	45.3
	11 Tem.	119	3	0	35	49.3
	12 Tem.	-	3	0	-	473.2

Tablo A.6. 6 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
6	26 Nis.	43	1	0	22.9	32.3
	4 May.	51	1	0	23.1	32.6
	11 May.	58	2	0	24.4	34.3
	19 May.	66	2	0	27.3	38.4
	26 May.	73	2	0	24.6	34.7
	31 May.	78	2	0	23.8	33.6
	6 Haz.	84	2	0	25.1	35.3
	11 Haz.	89	2	0	27.4	38.6
	16 Haz.	94	2	0	23.6	33.3
	20 Haz.	98	2	0	23.6	33.3
	25 Haz.	103	2	0	28.5	40.1
	30 Haz.	108	3	0	28.5	40.1
	5 Tem.	113	3	0	25.3	35.6
	10 Tem.	118	3	0	25.3	35.6
	12 Tem.	-	3	0	-	497.8

Tablo A.7. 7 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
7	1 May.	48	1	0	31.4	44.2
	11 May.	58	2	0	32.6	45.9
	20 May.	67	2	0	32.1	45.3
	30 May.	77	2	0	30	42.2
	6 Haz.	84	2	0	29.9	42.1
	12 Haz.	90	2	0	33.3	47
	19 Haz.	97	2	0	33.9	47.8
	25 Haz.	103	2	0	34.4	48.4
	1 Tem.	109	3	0	33.8	47.7
	8 Tem.	116	3	0	34.5	48.5
	12 Tem.	-	3	0	-	459.1

Tablo A.8. 8 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
8	30 Nis.	47	1	0	27.3	38.4
	10 May.	57	2	0	30.7	43.3
	19 May.	66	2	0	30.1	42.4
	29 May.	76	2	0	30.1	42.4
	5 Haz.	83	2	0	29.2	41.2
	12 Haz.	90	2	0	33.3	47
	18 Haz.	96	2	0	28	39.5
	23 Haz.	101	2	2.2	28	39.5
	28 Haz.	106	3	0	28.5	40.1
	4 Tem.	112	3	0	32.2	45.3
	10 Tem.	118	3	0	30.6	43.1
	12 Tem.	-	3	0	-	462.2

Tablo A.9. 9 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
9	2 May.	49	1	0	35.5	50
	12 May.	59	2	0	37.5	52.8
	21 May.	68	2	0	36.9	52
	1 Haz.	79	2	0	39.4	55.5
	10 Haz.	88	2	0	35.9	50.5
	19 Haz.	97	2	0	38.3	53.9
	25 Haz.	103	2	0	34.4	48.4
	2 Tem.	110	3	0	39.2	55.2
	9 Tem.	117	3	0	36	50.7
	12 Tem.	-	3	0	-	469

Tablo A.10. 10 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
10	2 May.	49	1	0	35.5	50
	12 May.	59	2	0	37.5	52.8
	21 May.	68	2	0	36.9	52
	1 Haz.	79	2	0	39.4	55.5
	10 Haz.	88	2	0	35.9	50.5
	19 Haz.	97	2	0	38.3	53.9
	26 Haz.	104	2	0	40.5	57.1
	2 Tem.	110	3	0	35.3	49.7
	9 Tem.	117	3	0	36	50.7
	12 Tem.	-	3	0	-	472.2

Tablo A.11. 11 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
11	26 Nis.	43	1	0	22.9	32.3
	4 May.	51	1	0	23.1	32.6
	11 May.	58	2	0	24.4	34.3
	19 May.	66	2	0	27.3	38.4
	26 May.	73	2	0	24.6	34.7
	31 May.	78	2	0	23.8	33.6
	6 Haz.	84	2	0	25.1	35.3
	11 Haz.	89	2	0	27.4	38.6
	16 Haz.	94	2	0	23.6	33.3
	20 Haz.	98	2	0	23.6	33.3
	25 Haz.	103	2	0	28.5	40.1
	30 Haz.	108	3	0	28.5	40.1
	5 Tem.	113	3	0	25.3	35.6
	10 Tem.	118	3	0	25.3	35.6
	12 Tem.	-	3	0	-	497.8

Tablo A.12. 12 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
12	26 Nis.	43	1	0	22.9	32.3
	4 May.	51	1	0	23.1	32.6
	11 May.	58	2	0	24.4	34.3
	19 May.	66	2	0	27.3	38.4
	26 May.	73	2	0	24.6	34.7
	31 May.	78	2	0	23.8	33.6
	6 Haz.	84	2	0	25.1	35.3
	11 Haz.	89	2	0	27.4	38.6
	18 Haz.	96	2	0	28	39.5
	22 Haz.	100	2	0	24.1	33.9
	26 Haz.	104	2	0	24.5	34.6
	30 Haz.	108	3	0	24.5	34.6
	5 Tem.	113	3	0	25.3	35.6
	10 Tem.	118	3	0	25.3	35.6
	12 Tem.	-	3	0	-	493.6

Tablo A.13. 13 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
13	1 May.	48	1	0	31.4	44.2
	11 May.	58	2	0	32.6	45.9
	21 May.	68	2	0	36.9	52
	31 May.	78	2	0	34	47.9
	9 Haz.	87	2	0	34	47.9
	16 Haz.	94	2	0	33.4	47
	22 Haz.	100	2	0	35.9	50.6
	28 Haz.	106	3	0	34.6	48.8
	5 Tem.	113	3	0	37.5	52.9
	12 Tem.	-	3	0	-	437.2

Tablo A.14. 14 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
14	1 May.	48	1	0	31.4	44.2
	11 May.	58	2	0	32.6	45.9
	20 May.	67	2	0	32.1	45.3
	31 May.	78	2	0	34.7	48.9
	9 Haz.	87	2	0	34	47.9
	16 Haz.	94	2	0	33.4	47
	22 Haz.	100	2	0	35.9	50.6
	28 Haz.	106	3	0	34.6	48.8
	4 Tem.	112	3	0	32.2	45.3
	11 Tem.	119	3	0	35	49.3
	12 Tem.	-	3	0	-	473.2

Tablo A.15. 15 Numaralı parselin sulama zamanının planlaması

Parsel No	Tarih	Yılın Günleri	Gelişme Dönemi	Yağış	Net sulama suyu	Toplam sulama suyu
				mm	mm	mm
15	8 May.	55	1	0	49.8	70.1
	22 May.	69	2	0	52.7	74.2
	5 Haz.	83	2	0	53.8	75.7
	18 Haz.	96	2	0	53.9	75.9
	27 Haz.	105	2	2.2	50.4	71
	7 Tem.	115	3	1.5	52.9	74.5
	12 Tem.	-	3	0	-	441.4

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatih BAKBAK

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara, 1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : fatihbakbak@gmail.com.tr
fatih.bakbak@hotmail.com.tr
fatih.bakbak@tarim.gov.tr

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Alparslan Lisesi, 2002

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal
Yapılar ve Sulama Bölümü, 2009

Mesleki Deneyim

Afyonkarahisar Sandıklı İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2011 - 2016

Afyonkarahisar İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2016 – 2018
(Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü)

Afyonkarahisar İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2018 –(halen)
(Çayır, Mera ve Yem Bitkileri Şube Müdürlüğü)