



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA-ÇUMRA YÖRESİNDE MISIR BİTKİSİ SULAMASINDA KULLANILAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN SU DAĞILIM HOMOJENLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ahmet Rasih İNCİMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Ağustos-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA-ÇUMRA YÖRESİNDE MISIR BİTKİSİ SULAMASINDA KULLANILAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN SU DAĞILIM HOMOJENLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ahmet Rasih İNCİMAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bilal ACAR

2019,45 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Bilal ACAR
Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Dr. Öğr. Üyesi İlknur KUTLAR YAYLALI

Bu çalışma, Konya ili Çumra ilçesinde 11 farklı mısır tarlasında kullanılan damla sulama sisteminin eş su dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca çiftçilerin tarımsal sulamada karşılaştıkları sorunlar yüz yüze anket yöntemi ile belirlenmiş ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur. Bu bağlamda damlatıcı eş su dağıtım sınıfı, dünyaca bilinen iki tane homojenlik katsayısı, (UC), ve dağılım katsayısı, (EU),' na göre yapılmıştır. Bunun yanında, yaklaşık 50 adet çiftçi ile anket yapılarak tarımsal sulama ilgili sorunlara uygulanabilir çözümler sunulmuştur. Sonuç olarak, UC değeri yaklaşık %68 ile %84; ortalama %75 olarak hesaplanmıştır. Ortalama UC değeri %75' e göre damlatıcı eş su dağılım düzgünlüğü '**ORTA**' sınıfındadır. EU değerleri yaklaşık %44 ile %71 arasında ve ortalaması %55' dir. EU değeri %55 göre damlatıcı su dağıtım düzgünlüğü '**ZAYIF**' veya '**KABUL EDİLEMEZ'** sınıfındadır. Damlatıcıların daha homojenlikte sulama suyu uygulaması için sistemin hidrolik prensiplere tasarlanması; araziye iyi bir şekilde monte edilmesi ve sistemin bakım-onarım faaliyetlerinin zamanında yapılması tavsiye edilir. Çiftçilerin %90 oranında yörede basınçlı sulama sistemlerini kullandıkları ve tarımsal sulama karşılaştıkları en önemli sorunların başında sulama suyu kaynaklarının yetersizliği ve sulamada kullanılan enerji maliyetlerinin yüksek olması gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Damla Sulama, Damlatıcı Performansı, Mısır, Su Dağılım Düzgünlüğü

ABSTRACT

MS THESIS

RESEARCH ON WATER DISTRIBUTION UNIFORMITY OF DRIP IRRIGATION SYSTEMS USING FOR IRRIGATION OF MAIZE CROP IN KONYA-ÇUMRA PROVINCE

Ahmet Rasih İNCİMAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCEOF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Prof. Dr. Bilal ACAR

2019, 45 Pages

Jury
Prof. Dr. Bilal ACAR
Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Assist. Prof. Dr. İlknur KUTLAR YAYLALI

This study was performed to determine the water distribution uniformity of emitters at 11 different drip irrigated maize fields in Çumra region of Konya, Turkey. Water distribution uniformity was classified by using two well-known drip irrigation system performance parameters namely Uniformity Coefficient, (UC), and Emission Uniformity, (EU). In addition, problems relevant to the agricultural water use were analyzed by using face-to-face survey technique. In results, UC varied about from 68% to 84% with an average of 75%. The water distribution class was found 'Moderate' in accordance of such value of 75%. EU varied about from 44% to 71% with an average of 55%. The water distribution class was found 'Poor' or 'Unacceptable' in accordance of average of 55%. Drip irrigation system should be designated in accordance of hydraulic principles, and maintenance-repair works should be performed on time for better performance of emitters. In addition, 90% of the farmers involving survey have used pressurized irrigation systems, and the main problems of those farmers were water shortage and irrigation energy costs.

Keywords: Drip Irrigation, Emitter Performance, Maize, Water Distribution Uniformity

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın planlanması, yürütülmesi ve neticelenmesi aşamalarında her türlü desteği veren, tüm hassasiyeti ve nezaketiyle benimle ilgilenen danışman hocam Prof. Dr. Bilal ACAR' a teşekkür ederim.

Ayrıca hayatımın her alanında daima maddi ve manevi desteklerini yanımda hissettiğim annem ve babama; her zaman beni cesaretlendiren ve yardımları eksik etmeyen sevgili eşim Aliye Özlem İNCİMAN'a ve daha isimlerini burada yazamadığım tüm dostlarıma sevgilerimi sunarım.

Ahmet Rasih İNCİMAN
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **7**

2.1. Tarımda Su Yönetimi 7
2.2. Basınçlı Sulama Sisteminin Kullanımı 8
2.3. Mısır Bitkisinde Sulama-Verim ilişkileri 9
2.4. Damla Sulamada Su Dağılım Düzgünlüğü 12

3. MATERYAL VE YÖNTEM **16**

3.1. Materyal 16
3.1.1 Araştırma Alanı Genel Özellikleri 16
3.2. Yöntem 17

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **21**

4.1.Eş Su Dağılım Durumlarının Analizi 21
4.1.1 Homojen Su Dağılım Katsayısı 21
4.2. Damla Sulama Sisteminde Lateral Borularda Basınç Değişimleri 24
4.3. Damla sulama sisteminde kullanılan boruların özellikleri 25

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **37**

KAYNAKLAR **40**

ÖZGEÇMİŞ **42**

EK-1: ÇİFTÇİLERE UYGULANAN ANKET ÖRNEĞİ: **43**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

km	: Kilometre
mm	: Milimetre
m	: Metre
m²	: Metrekare
%	: Yüzde

Kısaltmalar

UC	: Homojenlik Katsayısı
EU	: Dağılım Katsayısı
PRD	: Kısmi Kök Kuruluğu
TK	: Tarla Kapasitesi
SN	: Solma Noktası
FSK	: Faydalı Su Kapasitesi
ET	: Bitki Su Tüketimi

1. GİRİŞ

Sulama, bitkilerinin ihtiyaç duyduğu suyun yapay yollarla ölçülü ve kontrollü verilerek bitkilerin su stresine girmesini önleme işlemidir. Sulamada asıl amaç uygulanan sulama suyunun en az kayıpla bitki kök ortamında tutulmasını sağlamaktır (Kara, 2005). Dünyanın özellikle Konya Kapalı Havzası gibi kurak ve yarı-kurak iklim bölgelerinde tarımda verimli su kullanımı olmazsa olmazdır. Kıt olan su kaynaklarının varlığı, bitkilere uygulanan sulama suyunun tamamına yakınını depolanmasını sağlayacak iyi bir sulama tekniği ve programına ihtiyaç görülmektedir.

Bilindiği üzere dünyada tatlı su kaynaklarının en fazla kullanıldığı alan tarımsal sulamalardır. Dolayısıyla, suyun en efektif kullanılması gerekli sektör de tarımsal sulamadır.

Kök ortamında bitkinin istediği kadar suyun olmadığı ve yağışlarında miktar açısından az; zamansal olarak düzensiz olduğu yerlerde bitkisel üretimi artıran en stratejik girdi sulamadır (Hanson ve May, 2007).

Sulama işleminde ana hedef, bitkinin su stresine girmesini önleyerek yeterli miktar ve kalitede tarımsal üretim gerçekleştirmektir. Bunun yanında, sulama bitki besin elementleri olarak bilinen gübrelerin çözülmesine yardımcı olur; bitkilerde söz konusu çözünmüş gübreyi kökleri vasıtasıyla alarak iyi bir bitki gelişimine ve tarımsal üretimin gerçekleşmesinde destek olmaktadır. Kısaca söylemek gerekirse, sulama gübrelerin bitkilere faydasını artıran önemli bir teknolojik işlemdir.

Bitkiye sulama suyunun uygulanmasında çeşitli teknikler geliştirilmiştir ki buna sulama metodu veya sulama yöntemi adı verilmektedir. En basit olarak, sulama yöntemlerini yüzey sulama yöntemleri ve basınçlı sulama yöntemleri olarak iki gruba ayırmak mümkündür.

Yüzey sulama yöntemleri yerçekimi sulama yöntemleri olarak da bilinir. Yüzey sulama yöntemleri; tava, uzun tava ve karık sulamadır. Arazi yüzeyi suyun bitkilere ulaşmasında bir yatak görevi üstlenir. Tarım arazisinde suyun tarlanın başından tarla sonundaki bitkilere kadar ulaşması için akış yönünde bir eğim olması şarttır. Sulama suyu tarlanın en üst kısmından en alt kısmına bu eğim ve yerçekimi ile iletilir. Dünyada en fazla kullanılan sulama tekniğidir. Sulama suyu kaynaklarının yeterli, işçiliğin ucuz ve kalifiye elemanın az olduğu yerlerde yaygın olarak uygulanan sulama yöntemidir. En önemli eksikliği arazi yüzeyinde iyi bir su dağılımı için arazi tesviyesi gerektirmesidir.

Arazi yüzeyinde homojen eğim olmaması su dağılım düzgünlüğünü önemli oranda etkiler. Arazinin bazı kısımlarında yetersiz su bulunurken bazı kısımlarında aşırı sulama suyu bulunabilir. Yetersiz sulanan alanda bitki gelişimi olumsuz etkiler; verim ve kalite düşer. Aşırı su bulunan çukur kısımlarda ise bitki kökleri yeterli oranda havalanamaz; kökler çürüyebilir, bu durumda da bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenir. Her iki şartta da arazi yüzeyine eş bir sulama suyu uygulanamaması tarımsal üretimi azaltır.

Kurak ve yarı-kurak alanlarda sulama suyunun tasarruflu kullanılması zorunluluk arz etmektedir. Söz konusu alanlarda, ekonomik açıdan yeterli güce sahip işletmeler sulama suyunun tasarruflu kullanımı için basınçlı sulama tekniklerini tercih etmektedirler. Sulama suyunun en fazla kullanıldığı sektör olan tarımsal sulamada, basınçlı sulama tekniklerinden biri olan damla sulama yöntemi ile önemli oranda sulama suyundan tasarruf edilmesi mümkündür (Şimşek ve ark., 2004).

Sulama yönteminden ziyade akılcı bir tarımda su yönetimi sürdürülebilir sulama açısından önemli konulardan biridir. Sağlıklı bir şekilde planlanan ve arazide yönetilen su, bitki kök bölgesinde suyun eş dağılımına, yüzey akış ve derine sızma kayıplarının en az olmasına ve toprakların araziden taşınarak uzaklaşmasına engel olur.

Son yıllarda hayvancılık sektöründeki önemli oranda büyümenin etkisiyle Konya çevresinde dane ve silajlık mısır ekim alanlarında oldukça fazla artış olmuştur. Çiftçilerin hayvancılık işletmelerinde üretim maliyetleri içerisinde en fazla yeri olan girdinin yem giderleri olduğunu daha önceden fark etmeleri onları en önemli yem kaynaklarından biri olan mısır bitkisi tarımına yöneltmiştir. Mısır bitkisi sulamasında işçilik giderlerinin az olması ve birim alandan daha fazla dane veya yeşil silaj alınmasına vesile olmasından dolayı yörede söz konusu bitkinin sulanmasında en yaygın sulama tekniği damla sulamadır.

Damla sulamanın en önemli üstünlüklerinden biri bitkinin ihtiyaç duyduğu sulamaya, bitkinin su alımını gerçekleştirdiği doğrudan kök bölgesi çevresine uygulanması ve bunun sonucunda da bitkisel verim ve kaliteyi artırmasıdır. Yağışa dayalı tarım ile karşılaştırıldığında bitkisel verimde %90’ dan fazla verim artırımı sağlamak mümkündür. Su kullanımı açısından değerlendirildiğinde ise damla sulamada bitkilere uygulanan su miktarı geleneksel salma sulama ile uygulanan suyun %70’ i kadardır (Shomshery ve ark., 2017).

Damla sulama, düşük basınçlı bir modern sulama tekniğidir. Sulama suyu kaynaktan (kanal, nehir, yeraltı vb.) alındıktan sonran bir kontrol ünitesinden geçerek

ana, yan ve lateral borulara kadar gelir ve lateral boruların içerisinde veya üzerinde bulunan damlatıcılar vasıtasıyla sık aralıklarla ve düşük debi ile bitkilere verilir. Kontrol ünitesi sistemin kalbi gibidir ve sulama suyunun içerisinde bulunan askı maddelerinin damlatıcılara gelmeden önce süzülmesi, istenildiği zaman gübrelerin burada sıvı formda sisteme yani bitkilere uygulanması, sistem basıncının ayarlanması gibi pek çok fonksiyonu vardır.

Damlatıcıların asıl görevi lateral içerisinde ideal olarak kabul edilen 100 KPa basıncı kırarak tam damlatıcı çıkışında sıfır bara düşürerek bitkilere yerçekimi ile damlalar şeklinde düşmesini sağlamaktır. Damlatıcılarda bulunan labirent geçişler suyun hızını azaltarak basıncını düşürür; sulama suyu böylece bitkilere sıfır basınçla damlalar şeklinde uygulanır.

Toprağa uygulanan sulama suyu toprak profilinde kesik elips şeklinde bir ıslatma deseni oluşturur. Bu ıslatma deseninin şekline en fazla toprak özellikleri etki eder. Söz gelimi kumlu topraklarda yatay yönde ıslatma genişliği dar; düşey yönde ıslatma profil uzunluğu daha fazladır. Killi topraklarda ise tam tersine toprakta yatay yönde ıslatma alan genişliği daha fazla; düşey yönde daha düşüktür. Islatma profilinin şekli şeker pancarı kök veya kuru soğan şeklini andırır (Acar ve ark., 2009) Bunun yanında, toprakta oluşan ıslatma profili veya ıslatılan alan büyüklüğüne damlatıcı debisi de etkili olmaktadır. Damla sulama sistemi planlanırken topraktaki ıslatma profilinin şeklinin bilinmesi büyük önem taşır. Sistem planlayıcıları bu konuda daha önceden yapılmış araştırma sonuçlarına göre hareket ederler. Islatma profilin şekli özellikle damlatıcı aralığı mesafeye etki eder. Yeterli miktarda ıslatma hacmi oluşturmak için genel kural olarak, kumlu topraklarda damlatıcı aralığı kısa; killi topraklarda ise daha uzun tutulur. Bunun yanında, yatay yönde daha geniş bir toprak ıslaklığı sağlamak amacıyla kumlu topraklarda 4 L/h gibi daha yüksek damlatıcı debili lateral borular tercih edilir.

Damla sulama yöntemi son yıllarda Konya Bölgesinde şeker pancarı, mısır, biber, marul, bostan vb. bitkilerin sulanmasında giderek daha yaygın hale gelmektedir. Mısır bitkisinin sulanmasında yörede damla sulama yöntemi en yaygın sulama tekniği olarak kullanılmaktadır. Konya ili Türkiye' de hayvancılık sektöründe ilk sırada yer alması da söz konusu bitkinin tarımsal üretim alanlarının artışında etkili olmuştur. Damla sulama yönteminin tercihinde ilk sebep olarak mısır bitkisinin çok su tüketen tarla bitkilerinden biri olması münasebetiyle, su kaynaklarının kıt olduğu bu yörede

damla sulama tekniğinde su kullanım randımanının yüksek olması gösterilebilir. Kısaca özetlemek gerekirse, mısır çok su tüketen bitkilerden biridir; mısır sulamasında sulama suyunun en az kayıpla bitkilere uygulanması yani suyun akılcı kullanılması gerekir.

Mısır, içermiş olduğu zengin besin maddelerinden dolayı insan ve hayvan beslenmesinde önemli rol oynayan tek yıllık tarla bitkisidir. Dünyanın her yerinde yetiştirilebilme özelliğinden dolayı da gıda güvenliği açısından buğdaydan sonra asla göz ardı edilemeyecek stratejik bitkiler arasında yer alır.

Konya Kapalı Havzası yarı kurak iklime sahiptir ve havza içerisinde tarla bitkileri yetiştiriciliği yaygındır. Hububat açısından Türkiye'nin tahıl ambarı statüsündedir. Sahip olduğu çevresel yani ekolojik özelliklerinden dolayı da sulama yapılmadan ekonomik verim alınması mümkün olmamaktadır. Konya Çumra ilçesi de Konya il merkezi iklim özelliklerine sahiptir. Yıllık toplam yağış miktarı yaklaşık 320 mm, buharlaşma ise 1200 mm civarındadır. Türkiye tarım arazisinin yaklaşık %11' ine, su kaynakları açısından ise sadece %2,5'ne sahiptir. Bu özellikleri dikkate alındığında Türkiye'nin en önemli gıda üretim merkezlerinden biridir. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı da olmazsa olmaz zorunluluktur. Özellikle de son yıllarda yaşanan iklim değişikliğinin etkisi ile Konya Ovasında kışlık hububat da dahil olmak üzere bütün yazlık bitkiler sulama yapmadan neredeyse yetiştirilemez duruma gelmiştir.

Bitkisel üretimde temel amaç yüksek ve kaliteli ürün yetiştirmektir. Daha açık bir ifade ile çiftçi gelirinin artırılmasıdır. Yüksek ve kaliteli verim ise doğru bir sulama programı ile mümkündür. Tarımda maksimum verim bütün bitkilere yeterli miktarda ve eşit oranda sulama suyu uygulanması ile elde edilebilir. Basınçlı sulama yöntemlerinden olan damla ve yağmurlama sulamada bitkilere eşit su uygulamak mümkündür.

Genel olarak damla sulama yönteminin belli başlı avantajlarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Doğru bir sulama işletmeciliği ile su uygulama randımanı yükselir, yüzey sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında mevcut sulama suyu ile sulanan alan miktarı daha fazladır.
- Eğimli tarım alanlarında dahi çok rahat kullanılabilir. Ekonomik gücü olan işletmelerde eğimli yerlerde sulama işleminde basınç ayarlı damlatıcılı lateral boruların kullanımı önerilir.
- Geniş aralıklı meyve bahçelerinde sadece bitki taç genişliğine sulama suyu verilmesi gereklidir. Bu yüzden damla sulama ile bahçenin tüm yüzeyine sulama

suyu uygulanmadığı için kullanılan su miktarında tasarruf sağlanır. Sulama esnasında dahi tarımsal faaliyetlerde herhangi aksama yaşanmaz. Yüzey sulama yöntemlerinde yaygın olarak karşılaşılan sulama suyu ile yabancı ot tohumları taşınması damla sulama tekniğinde söz konusu değildir.

- Düşük basınçlı bir sulama yöntemi olduğundan, sistemin işletilmesi esnasında tüketilen enerji miktarı yağmurlama sulamaya göre daha azdır.
- Damla sulama yönteminde gübreler bitkilere sıvı olarak uygulandığından verilen gübrelerin tamamına yakını bitkiler tarafından kullanılır; gübre kullanım etkinliği oldukça yüksektir.
- Sık aralıklar düşük debide sulama suyu uygulandığından bitkiler strese girmeden ihtiyaç duydukları suyu daha kısa aralıklarla alırlar; bunun sonucunda da bitkisel verim ve kalite artar.

Arazide kurulmuş bir damla sulama sisteminin sağlıklı sulama yapıp yapmadığı arazide damlatıcıları gözlemleyerek tespit edilebilir. Ancak, en sağlıklı sonuca arazi şartlarında damlatıcılara uygulanacak debi ölçüm testleri ile ulaşılabilir.

Damla sulama sistemi araziye döşenmeden önce sistemin kalitesi araştırılmalı ve sonra sistem araziye döşenmelidir. Özellikle suyu dağıtan ana, yan ve lateral borular ile damlatıcıların kaliteli olması sistem performansı açısından son derece önem taşır.

Damla sulama sisteminin tercih edilmesindeki en büyük neden sistemin bitkilere homojen sulama suyu uygulamasıdır. Bazı etmenler ise sulama suyunun bitkilere eşit uygulanmasını engeller. Bunlar (Goyal, 2007):

- Düşük kaliteli pompa seçimi veya pompanın bakımsız olması,
- Su dağıtım elemanlarındaki aşırı yıpranmalar,
- Damlatıcılarda tıkanma seviyesinin fazlalığı,
- Sulama suyunu kontrol eden vanaların randımansız olması,
- Sisteminin hidrolik açıdan zayıf tasarlanması veya iyi planlanmış bir sistemin araziye kötü döşenmesi.

Konya havzasında işçiliğin az olması, sulama suyu randımanın yüksek olması ve iyi bir sistem yönetimi ile bütün bitkilere hemen hemen eşit miktarda sulama suyu uygulamasından dolayı damla sulama tekniği mısır bitkisi dahil olmak üzere yazlık bitkilerin tarımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çiftçiler söz konusu sulama tekniğinin performansından memnun gözükmelerine rağmen kullandıkları sistemlerin arazideki su dağılım durumları hakkında yeterince bilgiye sahip değillerdir.

Bu tez çalışmasında, mısır tarımında mevcut kullanılan damla sulama sisteminin su dağılım düzgünlüğünü araştırılmıştır. Damla sulama sistemlerinin su dağılım düzgünlüğünü olumsuz etkileyen hususlar irdelenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde, damla sulama sisteminde yüksek oranda su dağılım düzgünlüğü elde etmek için gerekli önerilerde bulunulmuştur. Bu konu ile ilgili bu yörede bu kapsamda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu araştırmanın öncelikle damla sulama sistemi planlayıcılarına, arazi sistem kurucularına ve özellikle de sistemi uygulayan çiftçilere önemli oranda katkı sağlaması beklenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tarımda Su Yönetimi

Dünyada tarım arazilerinin büyük çoğunluğunun kurak veya yarı-kurak iklim bölgelerinde bulunduğu ve Konya Kapalı Havzası gibi yarı kurak alanlarda ise tatlı su kaynaklarının tarımda aşırı kullanılmasından dolayı su kaynaklarının akılcı yönetilmesi gerekliliği olmazsa olmaz bir zorunluluk olarak vurgulanmıştır. Sulama suyu kaynaklarının kıt olduğu çevrelerde sürdürülebilir tarımda su yönetimi açısından su tüketimi düşük olan bitkilerin ekim alanlarının yaygınlaştırılmasını; sulama organizasyonları ile su kullanıcılar olarak nitelendirdiğimiz çiftçiler arasında çok iyi bir etkileşimin oluşturulması tavsiye edilebilir (Cihan ve Acar, 2016).

Konya Kapalı Havzası gibi su kaynaklarının kıt; tarım arazilerinin oldukça fazla olduğu tarım alanları için şu önerileri verebiliriz: öncelikle sulamada kullanılan su miktarı havzanın emniyetle kullanılacak su miktarından daha az olması için gerekli çabaların sarf edilmesi, mevcut bitki deseninin havzanın mevcut su kaynaklarına göre şekillendirilmesi ve sulama randımanı yüksek basınçlı sulama tekniklerinin yaygınlaştırılmasıdır (Topak ve Acar, 2010).

Dünyada en fazla tatlı su kaynaklarının kullanıldığı sektör tarımsal sulamadır. Bu bağlamda, sağlıklı bir tarımsal su yönetimi dünyanın kurak ve yarı-kurak alanları için zorunluluk teşkil etmektedir. Konya Kapalı Havzası gibi su kaynaklarının sınırlı olduğu yerlerde su tüketimi yüksek bitkilerin ekim alanlarındaki artış ve sulanan tarım arazilerinin oranının da her geçen gün artışlardan dolayı özellikle yeraltı su kaynaklarından aşırı su çekimi mevcuttur. Bu durum yeraltı su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını tehdit etmektedir. Söz konusu bu alanlarda sulama suyundan tasarruf bir başka ifade ile aynı miktar sulama suyu daha fazla alan sulamak için mısır, şeker pancarı, patates ve kuru fasulye gibi bitkilerde kısıntılı damla sulama tekniği tavsiye edilebilir. Yapılan çalışmalar sonucunda bitki özellikleri de dikkate alınarak sulama suyundan %25' e kadar kısıntı yapılmasının tam sulama yapılan uygulama ile karşılaştırıldığın bitkisel üründe önemli bir azalmaya sebep olmadığını tespit edilmiştir (Acar ve ark., 2014).

Konya ili Çumra ilçesinde hububat, şeker pancarı, mısır, yonca, kuru fasulye, ayçiçeği ve bazı sebze türü bitkilerin sulandığı arazilerde tarımsal sulamadaki sorunlar

araştırılmıştır. Araştırma alanında mısır bitkisinin sulanmasında damla sulama tekniğinin kullanıldığı gözlenmiştir. Çiftçilerin büyük çoğunluğu sulama maliyetlerini özelliklede sulamada kullanılan enerji maliyetlerini yüksek bulmaktadırlar. Araştırma alanı gibi dünyanın su kaynakları açısından kıt olduğu yarı kurak bölgeleri için mevcut su kaynaklarına göre bitki deseni seçimini tavsiye edilebilir (Bah ve Acar, 2017).

Tarımda su yönetiminde yüksek performans her şeyden önce bölgede yetiştirilen bitkilerin su ihtiyaçlarının doğru bir şekilde tespit edilmesine bağlıdır. Konya Kapalı Havzası gibi yarı-kurak alanlarda tarımda etkin su kullanımı açısından mısır ve şeker pancarı gibi yüksek su tüketen bitkilerin ekim alanlarının sınırlı tutulması; sulama suyu ihtiyacı düşük olan tahıl grubu bitkilerin ise ekim alanlarının artırılması tavsiye edilir. Kısaca, tahıl grubu bitkilerin en fazla yetiştirme alanına sahip olması gereklidir. Sulama suyu kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından da ayrıca yağmurlama ve damla sulama gibi modern sulama tekniklerinin yaygın kullanımı önerilmektedir. Söz konusu sulama teknikleri sağlıklı bir şekilde yönetilirse mevcut sulama suyundan tasarruf sağlanacağı açıktır. Sonuç olarak, Konya Kapalı Havzası gibi yarı-kurak alanlarda su kıtlığı oldukça ciddi bir sorundur. Bölgede mevcut su kaynaklarının akılcı bir şekilde yönetilmesi hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla, bölgede bitki deseninin mevcut kaynaklarına göre planlanması gerekir (Acar ve Yılmaz, 2018a)

2.2. Basınçlı Sulama Sisteminin Kullanımı

Dünya genelinde özellikle de su kaynaklarının kıt olduğu alanlarda basınçlı sulama tekniklerinin kullanım alanının her geçen gün daha da yaygınlaştığı görülmektedir (Zamanian ve ark., 2014).

Damla sulama sisteminin yüksek ve kaliteli bir bitkisel üretim sağladığı ve sistemin özellikle planlanması, araziye döşenmesi, işletilmesi ve bakım-onarım işlerinin zamanında ve sağlıklı yapılması sistem performansının artmasında önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Hanson ve May, 2007; Mostafa ve Thörmann, 2013).

Damla sulama sisteminin belki de son zamanlarda özellikle de akademik çalışmalarda yaygın kullanılmasının ana sebebi olarak sistemin kısıntılı sulama uygulamalarına oldukça iyi uyum sağlaması gösterilebilir. Söz konusu damla sulama sistemi ile kısıntılı sulama uygulamaları şeker pancarı, patates, ayçiçeği ve mısır gibi

tarla bitkilerinin yanında bağ için oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. (Acar ve ark., 2014).

Damla sulamanın bamya verimine etkisi Nijerya'da araştırılmıştır. Sonuç olarak, damla sulama ile homojen sulama suyu uygulaması; bitki gelişimi, su kullanım randımanı ve verim üzerinde önemli artışlar sağlamıştır. Su kaynaklarının sınırlı veya kıt olduğu yerlerde damla sulama tekniğinin küçük, orta ve büyük ölçekli tarım arazilerinde oldukça ekonomik olabileceği bildirilmektedir. Bunun yanında, yüzey akış ve derine sızma yoluyla sulama suyu kayıplarının çok az olmasından dolayı bitkilere uygulanan suyun büyük bir kısmı kök bölgesinde bitkilerin kullanımına müsait durumdadır yani su uygulama randımanı oldukça yüksektir. Damla sulama yöntemi zamandan, enerjiden, işçilikten ve sulama suyundan yüksek oranda tasarruf sağlayan modern bir sulama yöntemidir (Amoo ve ark., 2019).

2.3. Mısır Bitkisinde Sulama-Verim ilişkileri

Evapotranspirasyon bir diğer ifade ile bitki su tüketimi (ET), topraktan buharlaşma ve bitkiden terleme ile uzaklaşan su miktarını ifade eder. Mısır bitkisinde, bir yetişme sezonunda gerçekleşen doğrudan buharlaşma miktarı uygulanan sulama tekniği ve sulama programına göre bitki gelişme dönemi boyunca toplam bitki su tüketiminin yaklaşık %20-30'u kadardır. Bu yaklaşımla, bitki su tüketiminin yaklaşık %70 ile 80 arası bitkiden terleme yoluyla gerçekleşmektedir (Kranz ve ark., 2008).

Damla sulamada farklı sulama aralıklarının tatlı mısır bitkisinin verim özellikleri üzerine etkisi Nijerya' da Oya Bölgesinde Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsü' nde arazi denemeleri ile araştırılmıştır. Parsel büyüklüğü olarak 6 m x 2.5 m alınmış; deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Mısır sıra arası 0.75 m ve sıra üzeri 0.50 m olacak şekilde bir parselde 15 bitki bulundurulmuş; değerlendirmeler 10 bitkide yapılmıştır. Ekimde her çukura toplam 3 adet tohum bırakılmıştır. Ekim işlemi 22 Kasım 2004 yapılmıştır. Bütün parsellere ekim sonrası aynı gün olan 22 Kasım 2004' de çıkış sulama suyu uygulanmıştır. Konulu sulamalara 29 Kasım 2004' de başlanmıştır. Kullanılan lateral borulardaki damlatıcılar basınç ayarlı ve debisi 4 L/h' dır. Sulamalar pazartesi, çarşamba ve cuma günleri gerçekleştirilmiştir. Sulama aralıkları olarak haftada bir sulama, H1, Haftada iki sulama, H2 ve haftada üç sulama, H3, uygulanmıştır. Araştırma yeri toprağı %54 Kum, %28 Silt

ve %18 Kil içermekte ve bünye olarak Kumlu sınıfındadır. Araştırma sonucunda, H2 ve H3 muamelesindeki bitkilerin daha erken püskül oluşturduğu saptanmıştır. Tatlı mısırın gelişiminde suya en hassas dönem çiçeklenme (püskül oluşum) ve meyve bağlama safhalarıdır. Dolayısıyla, H1' de bu dönemlerdeki toprak nem stresi püskül çıkarma işlemini olumsuz etkilemiştir. Tatlı mısır bitkisinin sığ köklü bir bitki olduğu belirtilmiştir. Araştırma ile H1, H2 ve H3 sulama aralıklarında şu bulgular elde edilmiştir: Bitki boyu sırasıyla 79.18, 109.76 ve 121.40 cm; koçan verimleri sırasıyla 14.72, 28.18 ve 27.67 g; gövde kalınlıkları sırasıyla 3.70, 8.06 ve 7.15 cm; yaprak alanları sırasıyla 1133.1, 1308.8 ve 1628.5 cm2; kök uzunlukları sırasıyla 9.52, 12.21 ve 13.71 cm; kök ağırlıkları sırasıyla 2.95, 5.10 ve 7.05 g; koçan verimleri sırasıyla 5889, 11272 ve 11070 kg/ha' dır (Ewemoje ve ark., 2006).

Çukurova koşullarında Kısmi-Kök-Kuruluğu olarak bilinen yarı-ıslatmalı (PRD) ve geleneksel kısıntılı damla sulamanın 2. Ürün mısır bitkisinin verimi ve su kullanım etkinliğine tepkisini araştırılmıştır. Çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümüne ait deneme alanında 2006 yılında yürütülmüştür. Denemenin uygulanacağı alanın rakımı ortalama 20 m'dir. Araştırma yeri topraklarının pH'ı 7.61-7.87; tuzluluğu 0.12-0.19 dS/m; hacim ağırlığı 1.14-1.30 g/cm³'dür. Deneme alanı toprağı killi (C) olup tuzluluk açısından herhangi bir sorun yoktur. Ağırlık %' si olarak nem muhtevaları solma noktasında, SN, %24-%26,4 ve tarla kapasitesinde, TK, %37,3-%40,1 arasında değişmektedir. Bu veriler ışığında söz konusu araştırma alanı toprağının faydalı su kapasitesi, FSK=198 mm/120 cm' dir. Araştırmada damla sulama sistemi uygulanmıştır. Lateraller 16 mm çapında ve 100 kPa (1atm) basınçta 4 L/h debi vermektedir. Damlatıcı aralığı 0.35 m ve her bir mısır sırasına bir lateral boru planlandığından lateral aralığı da bitki sıra aralığı olan 70 cm'dir. Araştırmada Pioneer-3394 mısır çeşidi kullanılmıştır. Söz konusu çeşit her toprağa uyum sağlayabilen, dik yapraklı, dane kalitesi yüksek, ortalama 114 günde olgunlaşan, sap ve kök sistemi çok sağlam, olgunlaşmadan sonra rutubetini çok hızlı kaybetme özelliğinde, bölgedeki hastalıklara dayanıklı bir çeşittir. Önerilen ekim sıklığı ise 8400 adet/da'dır. Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından 7 günlük buharlaşma ile eksilen su miktarının farklı seviyeleri 5 farklı sulama konusu olarak, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak tasarlanmıştır. Uygulanan su miktarı arttıkça bitki su tüketimi değeri artmıştır. En yüksek ET değeri TS-100 konusunda (tam sulama) 677

mm; KS-50 ve PRD-100 konularında da benzer olarak 460 mm ve en az ise PRD-50 konusunda 375 mm olarak hesaplanmıştır (Gökçel, 2008).

Tekirdağ koşullarında 2007-2008 yıllarında ikinci ürün silajlık mısır bitkisinin bitki su tüketimi ve verim üzerine karık ve damla sulama tekniklerinin performansları araştırılmıştır. Araştırmada 33V15 hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır. Sulama seviyeleri olarak tam sulama, %0 (I0), %33 (I33), %66 (I66) ve %100' ü (I100) uygulanmıştır. Sonuç olarak, bitki su tüketimi en yüksek tam sulama konusu I100'den hesaplanmıştır. Bitki su tüketimi, ET, tam sulama şartlarında 2007 yılında karık ve damla sulamada sırasıyla yaklaşık 601 mm ve 469 mm; 2008 yılında ise sırasıyla yaklaşık 581 mm ve 465 mm dir. Yeşil ot verimi 2007 yılında yine karık ve damla sulama yöntemlerinin kullanılması durumunda sırasıyla yaklaşık 8500 kg/da ve 7590 kg/da aynı özellikleri 2008 yılında ise yaklaşık sırasıyla 8255 kg/da ve 7362 kg/da olarak tespit edilmiştir (Okursoy, 2009).

Topak ve ark. (2009) Konya şartlarında farklı sulama seviyelerinin damla sulama ile sulanan mısır bitkisinin verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Sulama seviyeleri olarak kök bölgesinde eksilen nemin %100' ü (S1), %75'i (S2) ve %50'si (S3) uygulamışlardır. Sulamalar da S1 konusunda kök bölgesinde Faydalı suyun %50-55' i tüketildiğinde başlamışlardır. Sonuç olarak S1 konusunda uygulanan su miktarlarına 2005 yılında 839, 2006 yılında 793 mm; bitki su tüketimlerini (ETc) 2005 yılında 923, 2006 yılında 859 mm olarak hesaplamışlardır. Dane verimlerini 2005 yılında yaklaşık 1348 kg/da ve 2006 yılında yaklaşık 1330 kg/da olarak belirlemişlerdir.

Bursa'da Uludağ Üniversitesi, Mustafa Kemal Paşa Meslek Yüksek Okulu'nda damla sulamada farklı sulama suyu uygulamalarının mısır bitkisinde Bitki su tüketimi, verim, su kullanım randımanını belirlemek amacıyla 2007-2008 yıllarında bir arazi çalışması yapılmıştır. Araştırma yeri yarı-nemli iklime sahip olup 40°02' Kuzey, 28°23' Doğu boylamları arasında olup denizden yüksekliği 25 m'dir. Araştırma alanı toprağı killi-tın (CL) olup ağırlık yüzdesi olarak tarla kapasitesi ve solma noktası sırasıyla %36 ve %21'dir. Hacim ağırlığı 1.41 gr/cm³, faydalı su kapasitesi ise yaklaşık 186 mm/m 'dir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Parsel büyüklüğü 22.75 m² (5 m boy, 4.55 m en)'dir. Parseller arasında 2 m genişliğinde tampon bölge bırakmışlardır. Ada-523 hibrid mısır çeşidini 0.20 m x0.65 m olarak ekilmiştir. Mısır tohumları 10 Mayıs 2007 de ekilmiş ve 10 Ekim de hasat edilmiştir. İkinci sene olan 2008 yılında ise; 17 Mayıs da ekim işlemi yapılmış; 18 Ekim de hasat

yapılmıştır. Araştırma da 6 sulama seviyesi kullanılmıştır. Sulama seviyeleri olarak her 7 gün sulama aralığında 90 cm kök derinliğinde %0 (T-0), %25 (T-25), %50 (T-50), %75 (T-75), %100 (T-100) ve %125 (T-125)' lük sulama suyu uygulanmıştır. Bitki kök bölgesindeki su miktarının belirlenmesinde gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Bütün sulama muameleleri aynı günde uygulanmıştır. Damla sulama tekniğini kullanmışlar ve sulama suyunu damlama sulama sistemine kuyudan doğrudan uygulanmıştır. Kullanılan lateral borular basınç ayarlı, damlatıcı aralığı 0.3 m'dir ve 16 mm dış çapa sahip ve 100 kPa (1atm) basınçta 1.6 L/h damlatıcı debisi vermiştir. Yan borulara su sayacı ve kontrol vanaları monte edilmiştir. İlk 2 hafta boyunca, bütün muamelelerde 5-7 mm sulama suyu uygulanmıştır. Toprak nem içeriği 0.3 m artışla 1.5 m derinliğe kadar izlenmiştir. Toprak örnekleri damlatıcının altından alınmıştır. Sonuç olarak; Sezonluk uygulanan su miktarını ve bitki su tüketim değerlerini çizelge 3' de verilmiştir. Uygulanan su miktarını sulama konularına bağlı olarak 2007 yılında 76 mm ile 1120 mm arasında, 2008 yılında ise 91 mm ile 997 mm arasında değişmiştir. Mısır bitkisinin etkili kök derinliği 90 cm kabul edilmiş ve bu yüzden 90-120 cm toprak derinliğinde derine sızma ölçümleri yapılmıştır. Derine sızma T-125 muamelesinde 2 yıl ortalamasını alarak %9 olarak hesaplanmıştır. Regrasyon analizi sonucunda uygulanan su miktarı ile ET arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiş yani uygulanan su miktarı arttıkça bitki su tüketimi de artmıştır. Dane verimi 2007 yılında 5650 ile 16340 kg/ha, 2008 yılında ise 590 ile 16730 kg/ha arasındadır. Uygulanan su miktarı artıkça dane veriminde artış meydana gelmiştir. En yüksek dane verimi T-125, en düşük verim ise T-0 konusundan elde edilmiştir. Diğer taraftan 2007 yılında T-100 ile T-75 konuları arasında dane verimi bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır (Kuşcu ve ark., 2013).

2.4. Damla Sulamada Su Dağılım Düzgünlüğü

Bir damla sulama sisteminin bitkilere homojen su uygulayıp uygulamadığının belirlenmesi için arazide damlatıcılarda debi ölçümlerinin yapılması gerekir. Yüksek ve kaliteli tarımsal üretim için bütün bitkilere eşit ve yeterli miktarda sulama suyunun verilmesi gerekir. Araziye uygulanan sulama suyunun heterojen dağılımına öncelikle arazinin eğimi, damla sulama sisteminin hidrolik olarak tasarımı ve arazide sistemin kurulumu esnasında işçilik kalitesi gibi unsurlar etkili olmaktadır. Arazi şartlarında

yapılan testler sonucunda homojenlik katsayısı, UC, nin %44 ile %99 arasında olduğu belirlenmiştir. Buna göre söz konusu damla sulama sisteminin su dağılım durumunun **Kabul Edilemez** ile **Mükemmel** olduğu sonucuna varılmıştır. Eş su dağılım katsayısının, EU, da %23 ile %99 arasında olduğu hesaplanmıştır. EU' a göre su dağılım sınıfını **Zayıf-Kabul Edilemez** ile **Mükemmel** sınıfındadır (Acar ve Yılmaz, 2018a).

Çizelge 2.1. Uygulanan su miktarı, ET, Dane verimi, WUE, IWUE (Kuşcu ve ark., 2013).

Yıl	Uygulamalar	Uygulanan Su(mm)	ET (mm)	Dane verimi (kg/ha)	WUE (kg/m^3)	IWUE (kg/m^3)
2007	**T-0**	76	311	5650	1.82	-
	T-25	285	452	6690	1.48	0.50
	T-50	494	621	11680	1.88	1.44
	T-75	702	809	15610	1.93	1.59
	T-100	911	992	15920	1.6	1.23
	T-125	1120	1078	16340	1.52	1.02
2008	**T-0**	91	298	5490	1.84	-
	T-25	272	447	6240	1.40	0.41
	T-50	454	652	12110	1.86	1.82
	T-75	635	824	15240	1.85	1.79
	T-100	816	957	16480	1.72	1.52
	T-125	997	1061	16730	1.58	1.24

Antalya ilinde 11 adet seradaki domates, biber, patlıcan türü sebzelerin sulanmasında kullanılan damla sulama sistemleri homojenlik katsayısı, UC, ve buna göre de su dağılım düzgünlüğü araştırılmıştır. Seralarda kullanılan tüm lateral borular 16 mm çapında ve damlatıcı aralıkları da sebzenin cinsine bağlı olarak 35-80 cm arasındadır. Söz konusu lateral boruların tamamı yuvarlak ve hat-içi tip damlatıcılı olup debileri 2-4 L/h arasında değişmektedir. Araştırma sonucunda UC değerinin %62 ile %95 arasında değiştiği; ortalamasının da %76'olduğu görülmüştür. İncelenen seraların %64' ünde su dağılım sınıfı **Mükemmel**; %27' sinde **İyi** ve %9' un da da **Zayıf** olarak bulunmuştur (Acar ve ark., 2009). Damla sulamada 55 kPa basınç altında uzunluğu çapı 16 mm olan 20, 40, 60, 80 ve 100 m lateral uzunluğunun basınç ayarsız damlatıcı debisi

3L/h, damlatıcı aralığı 35 cm olması şartlarında eş su dağılım düzgünlüğü araştırılmıştır. Arazi testlerinde 10 adet damlatıcıdan çıkan su miktarları ölçülmüştür. UC değerinin 20 m lateral uzunluğunda %5 ile %99; 40 m lateral uzunluğunda %9 ile %98; 60 m lateral uzunluğunda %16 ile %95; 80 m lateral uzunluğunda %23 ile %93 ve 100 m lateral uzunluğunda ise %39 ile %89 arasındadır (Evans ve ark., 2014).

İzmir çevresinde 10 adet işletmede zeytin bitkisinin sulanmasında kullanılan damla sulama sistemleri eş su dağılım düzgünlüğü açısından araştırmışlardır. Bu amaçla, yöreyi temsil eden ve uzun yıllar zeytincilik faaliyetlerinde önemli başarı sağlamış işletmeler araştırma yeri olarak seçilmiştir. Su dağılım düzgünlüğünün tespitinde UC ve Dağılım Katsayısı EU hesaplamışlardır. Sonuç olarak, UC değerinin %52 ile %85; EU değerinin de %23 ile %82 arasında değiştiği belirlenmiştir. UC' ye göre eş su dağılımı **Kabul Edilemez** ile **İyi**; EU' ya göre ise **Zayıf** ve **İyi** olarak sınıflandırmışlardır. Söz konusu katsayının ve buna bağlı olarak da eş su dağılım düzgünlüğünün zayıf çıkmasının sebepleri olarak bazı işletmelerde kullanılan damla sulama borularının yaklaşık 38 yıldır kullanıldığı; söz konusu boruların yenilenememesinden ve bazı su dağıtım borularında yıpranmalar ve kırılmalar olmasından dolayı büyük oranda sulama suyu kaçaklarına sebep olduğunu vurgulamışlardır. Buradan açıkça söylemek gerekirse, damla sulama sisteminde yüksek performans için bakım-onarım faaliyetlerine büyük önem verilmelidir (Acar ve ark., 2015).

Hindistan' da İki farklı serada yapılan damlatıcı debi ölçümleri ile UC ve EU değerleri belirlenmiştir. UC değeri ilk serada birinci yıl yaklaşık %94 ve ikinci yıl %94; diğer serada ise birinci yıl %96 ve ikinci yıl ise %96 olarak bulmuşlardır. EU değerini ise birinci yıl yaklaşık %90 ve ikinci yıl ise %89; diğer serada ise birinci yıl yaklaşık %93 ve ikinci yıl ise %92 olarak hesaplanmıştır (Arya ve ark., 2017).

Altınekin Konya iline bağlı bir ilçedir ve önemli şeker pancarı üretim merkezlerinden biridir. Yörede şeker pancarı sulamasında yağmurlama ve damla sulama gibi modern teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. İlçede 10 farklı yerli firma tarafından üretilen, daha önce hiç kullanılmamış ve şeker pancarının sulamasında tercih edilen lateral boruların su dağılım homojenliği arazi testleri ile araştırılmıştır. Eş su dağılım düzgünlüğü parametreleri olarak UC ve EU araştırılmıştır. Lateral uzunlukları olarak 25m, 50m, 75m ve 100m kullanılmıştır. Test esnasında lateral giriş ve çıkış basınçları ortalama olarak sırasıyla 1.45 ve 0.85 kg/cm2 ölçülmüştür. Lateral

uzunluğuna, işletme basıncına, damlatıcı debisine, damlatıcı aralığına ve lateral çapına bağlı olarak, UC ve EU değerleri %78-%99 ve %65-%99 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak yörede kullanılan bu lateral boruların su dağılım düzgünlüklerinin iyi olduğunu söylemek mümkündür. Bunun sebepleri olarak da damla sulama borularının yeni ve lateral boru uzunluklarının da izin verilen azami hat çekme mesafesinden daha kısa olması gösterilebilir (Unal ve ark., 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Araştırma Alanı Genel Özellikleri

Tez çalışması, Konya ili Çumra ilçesinde mısır bitkisi tarımında kullanılan damla sulama sistemlerinin performanslarını ve tarımda su kullanımını değerlendirmek amacı ile yapılmıştır.

Çumra ilçesi Konya ilinin güneydoğu istikametinde ve Konya il merkezine 43 km mesafededir. Deniz seviyesinden yüksekliği 1013 m'dir. Coğrafi konumuna bakıldığında 37º-38'doğu meridyenleri ile 33º-34'kuzey enlemleri arasındadır. İlçeye bağlı mahalleleriyle birlikte yüzey alanı 1720 km^2 civarındadır.



Şekil 3.1 Çumra ilçe haritası,

Araştırmanın gerçekleştirileceği Çumra ilçesi Konya ovasında mısır tarımının yoğun olarak yapıldığı üretim merkezlerinden biridir. Uzun yıllar ortalamasına göre Çumra ilçesi Konya il merkezi gibi karasal iklime sahiptir yani yazları kurak ve sıcak, kışları ise soğuk ve sert geçmektedir.

Bölgede düşen yağışın yaklaşık %40' ı bitki yetişme döneminde düşmektedir (Yavuz ve ark., 2014). Konya-Çumra Ovasında tarımsal sulamalarda hem yerüstü hem de yeraltı su kaynakları kullanılmakladır. Yerüstü su kaynakları Apa Barajı, Beyşehir Gölü, Suğla Depolaması ve Çarşamba Çayıdır. Son zamanlarda sulama sezonunda kanallarda yeterli miktarda su bulunmaması sebebiyle yeraltı su kaynakları sulamada daha yoğun olarak kullanılmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü mısır ekili alanların sulamasında su kaynağı olarak açık kanallardan ve yeraltı sularından yararlanılmaktadır.

Araştırma alanında tarla bitkileri tarımı oldukça yoğundur. Hububat, şeker pancarı, mısır, ayçiçeği, kuru fasulye, yonca ve kabak bitkileri yoğunluktadır. Mısır bitkisinin sulanmasında damla sulama yöntemi daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Araştırmanın materyalini yörede mısır bitkisinin sulamasında kullanılan mevcut damla sulama sistemleri oluşturmaktadır. Damlatıcı debisinin belirlenmesinde su tutma kapları, plastik veya cam dereceli su ölçüm silindirleri ve manometre gibi cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır.

3.2. Yöntem

Bu çalışma kapsamında, mısır yetiştiriciliği yapan yaklaşık 11 işletmede aktif olarak kullanılan damla sulama sisteminin lateral borularındaki damlatıcıların eş su dağılım durumları araştırılmıştır.

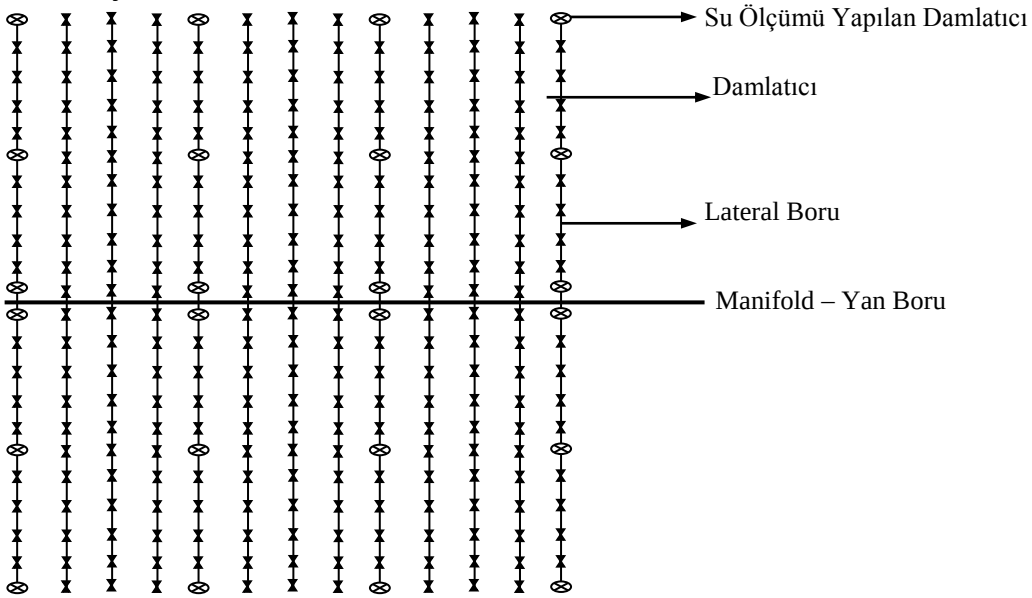
Bu amaçla farklı firmalar tarafından üretilen damla sulama sisteminde bazı yan borular üzerinde yer alan lateral borular üzerinde damlatıcı debi ölçümleri yapılmıştır. Bir tanesi yan boruya su giriş noktası yakınında, bir tanesi yan borunun ortasında ve bir tanesi yan borunun sonunda olmak üzere 3 adet lateral boru seçilmiştir. Bu üç adet lateral boru üzerinde 24 ile 36 adet damlatıcıdan belirli bir zamanda (yaklaşık 7-12 dakika) çıkan su miktarları su toplama kapları ile toplanmıştır. Su toplama kapları ölçüm yapılacak damlatıcının hemen altına oldukça hassas bir şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra, damlatıcı debi ölçümünün yapılacağı yan boru üzerindeki lateral borulara su verme işlemi gerçekleştirilmiş; belirli süre sonra, sistem kapatılarak su uygulama işlemine son verilmiştir. Bütün kaplara su damlama işlemi sona erdikten sonra, bir başka ifade ile damlatıcılardan su akışı tamamen kesildikten sonra kaplarda toplanan su miktarları dereceli plastik veya cam silindirler yardımıyla ölçülmüştür. Ölçülen su

miktarları damlatıcı debisi birimi olan L/h cinsine dönüştürülmüştür (Mostafa ve Thörmann, 2013).



Şekil 3.2. Lateral boru üzerinde damlatıcı su ölçümü

Daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için mümkünse daha fazla damlatıcıda su ölçümlerinin yapılması tavsiye edilmektedir. Ancak bu pratikte çok fazla zaman gerektirdiğinden mümkün değildir; yukarıda da belirtildiği üzere bir yan boru üzerinde bulunan lateral boru üzerinde 24 ile 36 adet damlatıcıda debi ölçümlerinin yapılması literatürde yeterli kabul edilmektedir.



Şekil 1. Lateral borular üzerindeki damlatıcılarda su ölçüm noktaları (Capra ve Tanburina, 1995)

Su dağılım homojenliğinin belirlenmesinde dünyaca bilinen 2 temel formül kullanılmıştır. Bunlardan birincisi Homojen Su Dağılım Katsayısı, UC; olup aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Capra ve Tanburina, 1995);

$$UC = \left[(1 - (\frac{Dq}{q_{ort}}) \right] \times 100$$

Eşitlikte;

UC- Homojen su dağılım katsayısı, %

Δq – Ortalama damlatıcı debisinden sapmaların ortalaması L/h,

q_{ort}– Ortalama damlatıcı debisi, L/h.

UC değerine göre damlatıcı eş su dağılımı Çizelge 3.1' e göre sınıflandırılmıştır

Çizelge 3.1. Homojen su dağılım katsayısı (UC)' ye göre damlatıcı su dağılım sınıfı (Tüzel, 1993)

Homojen su dağılım katsayısı (UC), %	**Su dağılım sınıfı**
> 90	Mükemmel
80 – 90	İyi
70– 80	Orta
60 – 70	Zayıf
< 60	Kabul Edilemez

Bir diğer eş su dağılım göstergesi ise su dağılım katsayısı (EU) dır. EU aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Keller ve Karmeli, 1974).

$$\%EU = \frac{q_{\%25}ort}{qort} x100$$

Eşitlikte;

EU- Su dağılım katsayısı, %

$q_{\%25ort}$- En küçük ¼ damlatıcı debi ortalaması, L/h

q_{ort}– Ortalama damlatıcı debisi, L /h.

EU değerine göre damlatıcı su dağılım sınıfı Çizelge 3.2' kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. 2. Su dağılım katsayısına göre damlatıcı su dağılımı

Su dağılım katsayısı (EU) (%)	**Merriam ve Keller (1978)'e Göre**	**Anonymous (1983)'e Göre**
<70	Zayıf	Kabul edilemez
70–80	Kabul edilebilir	Zayıf
80–86	İyi	Kabul edilebilir
86–90	İyi	İyi
90–94	Mükemmel	İyi
94>	Mükemmel	Mükemmel

Bu tez çalışmasında ayrıca mevcut damla sulama sistemlerini tasarım şekilleri de belirlenerek uygulamaya yönelik örnek tasarımlar çizilmiştir. Bu çizimlerin yörede mısır yetiştiriciliği yapan çiftçilere ve damla sulama ile ilgili tasarım ve uygulayıcılara rehber teşkil etmesi beklenmektedir. Bunun yanında arazi incelemeleri ışığında, su kaynaklarının daha etkin kullanımına yönelik sürdürülebilir tavsiyelere yer verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1.Eş Su Dağılım Durumlarının Analizi

Bu kısımda damla sulamada performans parametrelerinden olan Homojen Su Dağılım Katsayısı, UC, ile Su Dağılım Katsayısı, EU, hesaplanmış ve her iki katsayı değerlerine göre damlatıcı su dağılım düzgünlüğü değerlendirilmiştir.

4.1.1 Homojen Su Dağılım Katsayısı

Araştırmanın yürütüldüğü 11 farklı işletmede mısır bitkisinin sulamasında kullanılan damla sulama sistemindeki lateral borulardaki damlatıcı Homojenlik, UC ve bu katsayılara göre su dağılım sınıfları Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. UC ve damlatıcı su dağıtım performansları

İşletmeler	Homojen Su Dağılım Katsayısı (UC), %	Eş Su Dağılım Sınıfı (Tüzel, 1993)
1	72	Orta
2	68,5	Zayıf
3	70	Zayıf
4	**68**	**Zayıf**
5	75	Orta
6	74,4	Orta
7	80	Orta
8	77,7	Orta
9	**83,5**	**İyi**
10	80	Orta
11	78,8	Orta
Ortalama	**75,10**	**Orta**

Çizelge.4.1'de görüldüğü gibi en yüksek UC değeri %83,5 ile 9 numaralı işletmede hesaplanmıştır. Bu işletmedeki yan borular üzerindeki lateral borularda bulunan damlatıcıların su dağıtım sınıfı **İYİ** olarak sınıflandırılmıştır. En düşük UC

değeri ise %67,9 ile 4 numaralı işletmede bulunmuştur. Bu işletmedeki damlatıcı eş su dağılım seviyesi **ZAYIF** sınıfındadır. Diğer yandan her ne kadar 3 numaralı işletmedeki damlatıcı eş su dağılım sınıfı %69,8 ile **Zayıf**; 7 ve 10 numaralı işletmelerde ise %79,4 ile **Orta** olarak sınıflandırılmış olsa da 3 numaralı işletmede UC değeri %70' e çok yakın olduğu için eş su dağılım sınıfı **Orta**; 7 ve 10 numaralı işletmelerdeki UC değeri %80' e çok yakın olduğu için ise **İyi** olarak kabul edilebilir. Çizelge 4.1 sonuçlarına göre, damlatıcı eş su dağıtım performansları 1 işletmede (%9,1) **İyi**; 7 işletmede (%63,6) **Orta**; 3 işletmede (%27,3) ise **Zayıf** kategorisindedir. UC değerleri daha önceden yapılan çalışmalarda da farklı bitki yetiştirme ve laboratuvar şartlarında araştırılmıştır. Söz gelimi UC değerlerini Acar ve Yılmaz (2018b) %44-%99; Acar ve ark. (2009)%62-%95; Acar ve ark. (2015)%52-95; Arya ve ark. (2017)yaklaşık %95 ve Unal ve ark. (2015) %78-%99 olarak bulmuşlardır. Bu tez çalışmasından elde edilen ortalama UC değeri olan %75, Acar ve Yılmaz (2018b), Acar ve ark. (2009); Acar ve ark. (2015) ile benzerlik göstermektedir. Diğer yandan; Arya ve ark. (2017) ile Unal ve ark. (2015)' den daha düşük bulunmuştur. Sonuçların düşük olmasının temel sebepleri olarak, anılan diğer çalışmalarda kullanılan lateral boruların yeni, daha önce hiç kullanılmamış olması ve damla sulama sistemindeki lateral boruların firmaların kataloglarında tavsiye ettiği azami hat çekme mesafesinden oldukça az olarak arazide kullanılmaları gösterilebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde işletmelerde kullanılan damla sulama sistemlerinin damlatıcı eş su dağıtım performanslarının **'Orta'** seviyede olduğunu söyleniliriz. Bunun sebepleri olarak, lateral boruların genellikle arazide azami hat uzatma mesafesinden daha fazla olması ve sistemdeki damlatıcıların azda olsa tıkanma sorununa sahip olmaları gösterilebilir. Arazide yapılan debi ölçüm testlerinde bazı damlatıcılarda tıkanmadan dolayı hiç su çıkışı olmadığından damlatıcı debi ölçümü yapılamamıştır. Bu da genel olarak ortalama damlatıcı debisinin azalmasına ve damlatıcı debi değişimleri arasındaki farkın artmasına ve dolayısıyla da UC değerinin düşük çıkmasına sebep olmuştur.

Araştırmanın yapıldığı mısır sulamasında damla sulama sistemi uygulayan 11 farklı işletmede kullanılan lateral borulardaki damlatıcı Dağılım Katsayısı, EU, ve bu katsayılara göre su dağılım sınıfları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. EU ve damlatıcı su dağıtım performansları

İşletmeler	Su Dağılım Katsayısı (EU), %	Eş Su Dağılım Sınıfı	
		Merriam ve Keller (1978)'e Göre	Anonymous (1983)'e Göre
1	46,0	Zayıf	Kabul Edilemez
2	48,8	Zayıf	Kabul Edilemez
3	46,8	Zayıf	Kabul Edilemez
4	**44,4**	Zayıf	Kabul Edilemez
5	56,0	Zayıf	Kabul Edilemez
6	51,0	Zayıf	Kabul Edilemez
7	60,6	Zayıf	Kabul Edilemez
8	58,3	Zayıf	Kabul Edilemez
9	**70,9**	**Kabul Edilebilir**	**Zayıf**
10	65,7	Zayıf	Kabul Edilemez
11	56,4	Zayıf	Kabul Edilemez
Ortalama	**55,0**	**Zayıf**	**Kabul Edilemez**

Çizelge.4.2'de görüldüğü gibi, genel olarak 11 işletmede kullanılan lateral borulardaki bitkilere su uygulayan damlatıcıların su dağıtım performanslarının düşük veya zayıf olduğunu söylenebilir. Dolayısıyla, söz konusu şartlarda damlatıcıların bitkilere yeterli miktarda ve homojenlikte sulama suyu uyguladıklarını söylemek mümkün değildir. Bunun sebepleri olarak, incelenen işletmelerdeki damla sulama sistemlerinin hidrolik prensiplere göre uygun planlanmaması, bazı işletmelerde kullanılan su dağıtım elemanlarının eski veya yıpranmış olması ve sulama suyunda bulunan katı parçacıklar veya sulama suyunun kimyasal ve biyolojik özelliklerinden dolayı bazı damlatıcılardaki kısmi veya tamamen tıkanmalar adres gösterilebilir. Bu çalışmadan elde edilen ortalama EU değeri olan %55,Acar ve Yılmaz (2018a)' nin %23-%99; Acar ve ark. (2015)' nın %23-82 bulguları ile uyum içerisindedir. Ancak, Arya ve ark. (2017)'nin %91 ve Unal ve ark. (2015)' nin %65-99 değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Çalışmada EU' nun düşük olmasında yukarıda zikredilenlerden başka sistemdeki lateral içerisinde meydana gelen yüksek basınç değişimleri olabilir.

4.2. Damla Sulama Sisteminde Lateral Borularda Basınç Değişimleri

Arazi şartlarında kullanılan damla sulama sistemlerindeki damlatıcı debi ölçüm testleri esnasında yan boru üzerinde başlangıç, orta ve son lateraller borularda ölçülen basınç değerleri oldukça farklılık arz etmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Damla sulama sistemlerinde lateral borularda ölçülen basınçlar (kg/cm^2)

İşletmeler	**Yan Boru Üzerindeki Lateral Konumu**					
	Başlangıç		**Orta**		**Son**	
	Giriş	**Çıkış**	**Giriş**	**Çıkış**	**Giriş**	**Çıkış**
1	2,0	1,5	2,2	1,8	2,0	1,5
2	1,4	0,4	2,5	0,5	1,4	0,4
3	1,7	0,8	1,9	0,9	1,7	0,8
4	1,8	0,5	1,6	0,7	1,5	0,6
5	1,5	0,5	1,6	0,7	1,5	0,6
6	1,5	1,0	1,5	1,1	1,9	1,2
7	1,5	0,9	1,9	1,0	1,8	0,9
8	1,5	1,1	1,8	1,2	1,8	1,0
9	1,9	1,2	1,9	1,2	1,8	1,1
10	1,8	1,1	1,8	1,2	1,5	1,1
11	1,9	1,3	2,1	1,4	1,8	1,1

Çizelge 4.3’ de görüldüğü gibi en yüksek lateral basıncı yan borunun ortasındaki lateral boruda ölçülmüştür. Bunun sebebi olarak, sulama suyu kaynağından yan borulara gelen suyun ilk giriş noktası yan boru üzerindeki ortadaki laterallerin bulunduğu kısımdır. Dolayısıyla bu kısımdaki basınç değerleri diğer iki kısımdaki basınç değerlerinden genel olarak yüksek ölçülmüştür. Genel olarak, yan boru üzerinde başlangıç, orta ve son laterallerde lateral başındaki damlatıcının bulunduğu yere yakın noktada ölçülen basınç değerleri sırasıyla 2,0 ile 1,4; 2,5 ile 1,5; ve 2,0 ile 1,4 kg/cm2 olarak değişmiştir. Bu değerler damla sulama sistemi için ideal kabul edilen 1 kg/cm2 ‘den daha yüksektir. Dolayısıyla, basıncın artması basınç ayarsız damlatıcıların debisini artırır; ancak sistemde kullanılan sulama enerji maliyetini yükseltir. Özellikle bu tez çalışmasının yürütüldüğü Konya bölgesi basınçlı sulama tekniklerinin en yaygın ve

etkin kullanıldığı bölgelerden biridir. Sulamada kullanılan enerji maliyetleri de toplam üretim maliyetleri içerisinde en yüksek orana sahiptir. Türkiye gibi enerji maliyetlerinin yüksek olduğu ülkelerde sürdürülebilir tarımsal üretim için enerjinin ekonomik kullanılması tavsiye edilir. Diğer yandan, yan boru üzerinde başlangıç, orta ve son laterallerin son bölümündeki damlatıcılarda ölçülen basınç değerleri sırasıyla 1,5 ile 0,4; 1,8 ile 0,5; ve 1,5 ile 0,4 kg/cm^2 olarak değişmiştir. Buradan açıkça görüldüğü gibi lateral başındaki damlatıcı ile lateral sonundaki damlatıcı debi ölçümleri arasındaki fark oldukça fazladır. Hatta lateral sonuna doğru basınç değeri 0,4 kg/cm^2'ye kadar düşmüştür. Bu durumun damlatıcı debi performans göstergeleri olan UC ve EU' ya negatif yönde büyük etki ettiği açıktır. Yan boru üzerindeki lateral borularda bu kadar fazla basınç değişimleri damlatıcı debilerinde oldukça fazla oranda değişime sebep olmaktadır. Dolayısıyla, lateral boru üzerinde basınç değişimini azaltmak veya istenen sınırlar içerisinde, azami %20, tutmak için lateral boruların hat uzunluklarının bir miktar kısaltılması veya sistemin bakımının periyodik olarak yapılması tavsiye olunur. Bu şartlarda mısır bitkisinin tamamına homojen sulama suyu uygulamak olası değildir. Bunun sonucunda da mısır bitkisinin veriminde ve kalite özelliklerinde istenen başarı sağlanamayabilir. Bir damla sulama sistemi planlanırken ve arazide işletilirken söz konusu sistem konusunda uzman kişilerden destek alınması gerekir.

4.3. Damla sulama sisteminde kullanılan boruların özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 11 adet mısır tarlasında kullanılan damla sulama sistemine ait boruların özellikleri Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Araştırma alanında Ana boru çapı 110 – 175 mm; yan boru çapı 90 – 125 mm; lateral boru çapı 22 – 25 cm arasında değişmektedir. Lateral borular yassı boru tipindedir. Lateral uzunlukları arazinin boyutlarına uyacak şekilde tamamında yaklaşık 250 m civarındadır. Damlatıcı aralıkları 25-30 cm arasında değişmektedir. Yöre topraklarının killi bünyeye sahip olduğu göz önüne alındığında damlatıcı aralıkları 40-60 cm alınabilir. Söz konusu arazide 50cm damlatıcı aralığında dahi bitki kök bölgesinde yeterli bir ıslatma yapmak mümkündür. Araştırma alanında kullanılan lateral borularda damlatıcıların debileri 1,9 L/h ile 2,6 L/h arasındadır ve bu debi şartlarında damlatıcı aralığının 50 cm civarında seçilmesi durumunda, 250 m lateral hat çekme mesafesinde damlatıcılar arasında aşırı debi farkları olmaz; sulama suyunun bitkilere eş dağılım oranı daha da iyileşir. Çiftçiler mevcut damlatıcı aralığında hat çekme mesafesi

olan 250 m tercihlerinde ana sebep sistemin ekonomik olmasını sağlamaktır. Lateral boruların uzun hat çekme mesafesinde kullanılması durumunda sistemde kullanılacak ana veya yan boru uzunluklarında azalma olacaktır. Ana veya yan borular lateral borulara göre oldukça pahalı sistem su iletim elemanlarıdır. Buradan şunu söyleyebiliriz ki, boru çapı arttıkça maliyet boru çapı ile doğru orantılı artmaz; oldukça yüksek oranda artar. Dolayısıyla lateral boruların araziye mümkün olduğunca firmaların tavsiye ettiği azami uzunlukta uzatılması gerekir.

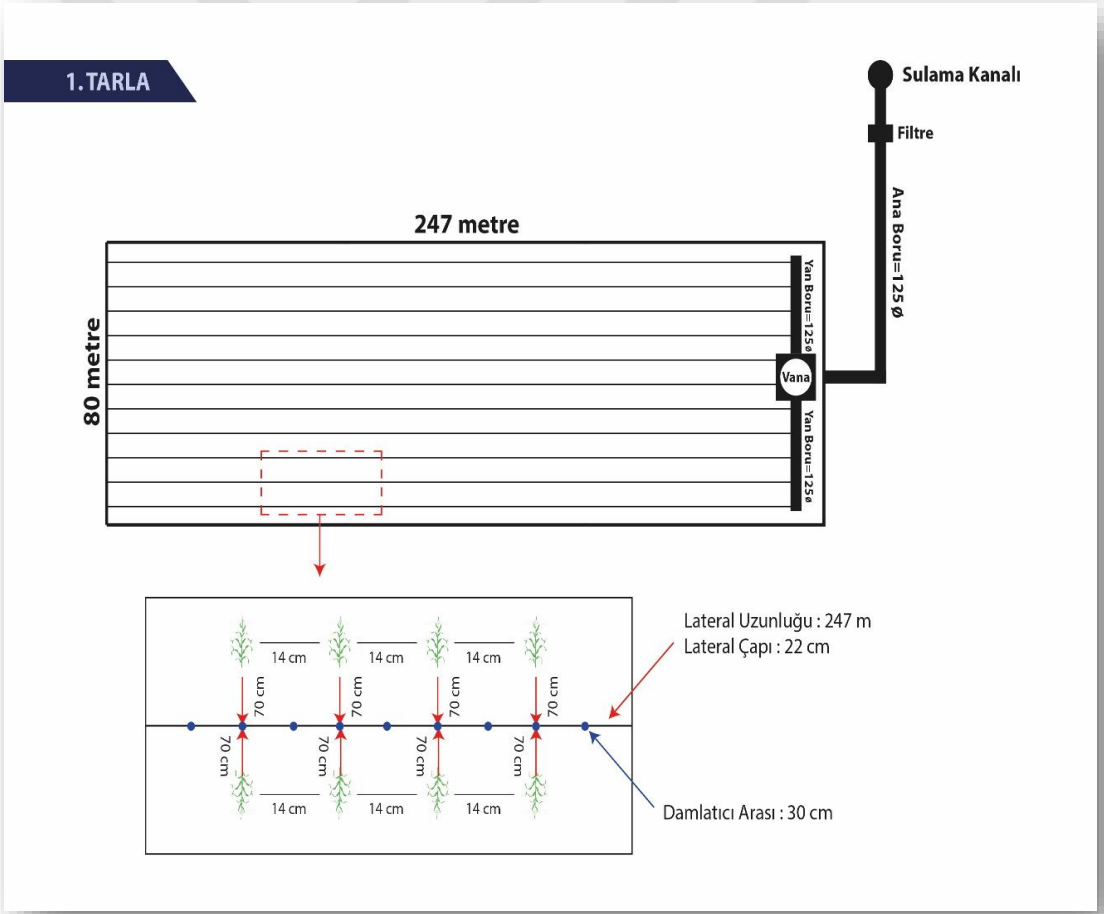
Çizelge 4.4. Sulama sisteminde kullanılan boruların özellikleri

İşletmeler	Ana boru çapı (mm)	Yan boru çapı (mm)	Lateral boru çapı (mm)	Lateral uzunluğu (m)	Damlatıcı aralığı (cm)
1	125	125	22	247	30
2	175	125	25	250	25
3	175	90	25	250	25
4	175	125	25	250	25
5	175	125	25	230	25
6	110	90	25	250	25
7	110	90	25	250	25
8	125	125	22,5	250	30
9	175	125	22,5	250	30
10	175	125	25	250	25
11	175	125	22,5	250	30

Araştırma alanında Ana boru çapı 110 – 175 mm; yan boru çapı 90 – 125 mm; lateral boru çapı 22 – 25 cm arasında değişmektedir. Lateral borular yassı boru tipindedir. Lateral uzunlukları arazinin boyutlarına uyacak şekilde tamamında yaklaşık 250 m civarındadır. Damlatıcı aralıkları 25-30 cm arasında değişmektedir. Yöre topraklarının killi bünyeye sahip olduğu göz önüne alındığında damlatıcı aralıkları 40-60 cm alınabilir. Söz konusu arazide 50cm damlatıcı aralığında dahi bitki kök bölgesinde yeterli bir ıslatma yapmak mümkündür. Araştırma alanında kullanılan lateral borularda damlatıcıların debileri 1,9 L/h ile 2,6 L/h arasındadır ve bu debi şartlarında damlatıcı aralığının 50 cm civarında seçilmesi durumunda, 250 m lateral hat çekme

mesafesinde damlatıcılar arasında aşırı debi farkları olmaz; sulama suyunun bitkilere eş dağılım oranı daha da iyileşir. Çiftçiler mevcut damlatıcı aralığında hat çekme mesafesi olan 250 m tercihlerinde ana sebep sistemin ekonomik olmasını sağlamaktır. Lateral boruların uzun hat çekme mesafesinde kullanılması durumunda sistemde kullanılacak ana veya yan boru uzunluklarında azalma olacaktır. Ana veya yan borular lateral borulara göre oldukça pahalı sistem su iletim elemanlarıdır. Buradan şunu söyleyebiliriz ki, boru çapı arttıkça maliyet boru çapı ile doğru orantılı artmaz; oldukça yüksek oranda artar. Dolayısıyla lateral boruların araziye mümkün olduğunca firmaların tavsiye ettiği azami uzunlukta uzatılması gerekir.

Araştırma alanında kullanılan damla sulama sistemlerine ait örnek plan detayları aşağıdaki verilmiştir.



Şekil 4.1. Bir nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi

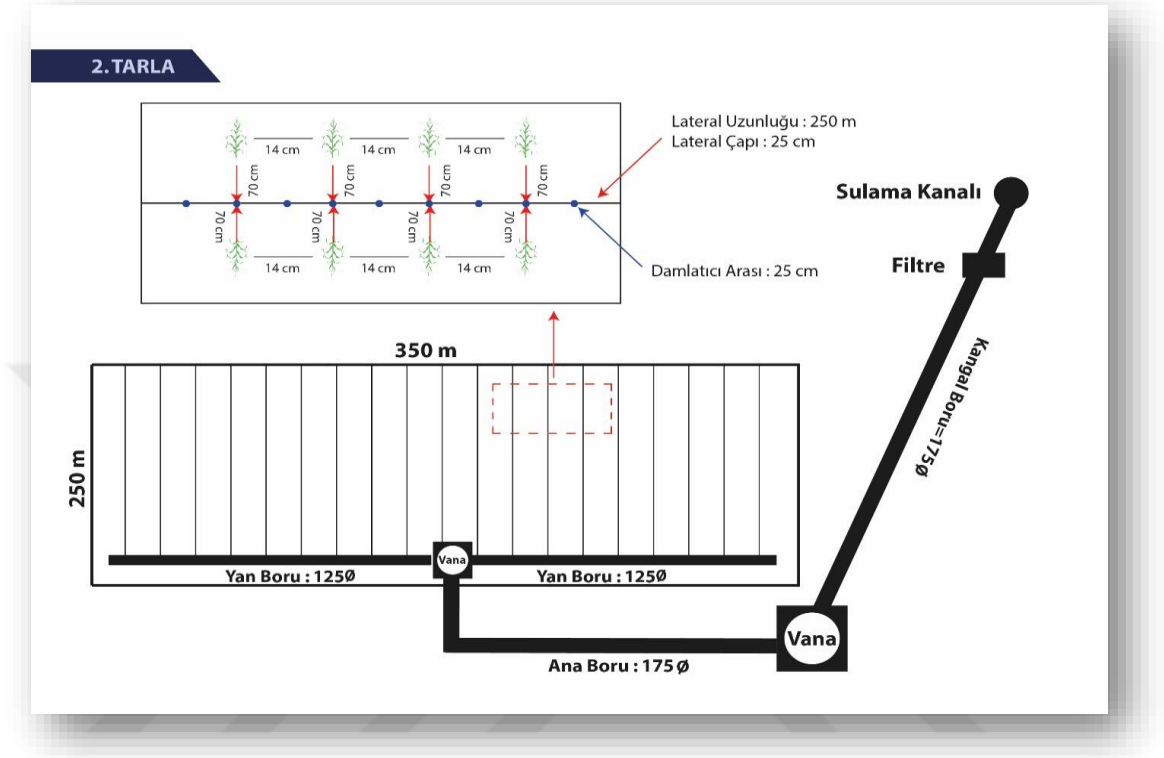
Burada şekil 4.1’ de görüldüğü üzere, sulama suyunun kaynağı açık kanaldır. Arazi boyutları (247 x 80) m’dir. Sulama suyu kanaldan alındıktan sonra sulanacak mısır ekili alana geliyor; buradan yan borular üzerindeki laterallerdeki damlatıcılar vasıtasıyla bitkilere uygulanıyor. Sistemdeki Ana ve yan boru çapı 125 mm; lateral çapı 22 cm; lateral uzunluğu 247 m, damlatıcı aralığı 30 cm’dir.

Sistem hidrolik açıdan değerlendirildiğinde arazi yüzeyi eğimsiz olması lateral borular da giriş ve çıkış noktası arasındaki basınç farkını azaltacağından uygun bir özelliktir. Burada bitkilere daha homojen sulama suyu uygulanası açısından yan borunun arazinin tam ortasından geçirilmesi ve lateral boruların yan borudan iki yönde konumlandırılması gerekir. Bu şartlarda lateral boru uzunluğu yaklaşık 125 m civarında olacaktır. Basınç kayıpları çok aşırı azalacağında lateral başında ve sonundaki damlatıcılarda debi değişimi %10’ dan daha aşağı düşebilecektir. Bu durum iyi bir filtre sistemi ile sulama suyunun süzülmesi ve kimyasal veya biyolojik cisimler ile damlatıcıların tıkanma sorununun olmadığı varsayımı için geçerli olacaktır. Benzer tavsiyeler diğer damlatıcı debi ölçüm testlerinin yapıldığı tüm mısır sulamasında kullanılan damla sulama sisteminin tasarımları için de geçerlidir. Arazide ana boru olarak 110 ile 175 mm çaplı borular kullanılmaktadır. Mümkün olduğunca düşük çaplı borular tasarlanmalıdır. Boru çapının düşük seçilmesi sistem maliyetini azaltır. Hidrolik açıdan değerlendirildiğinde boru çapının artması yük kayıplarını azaltır. Yük kayıpları azaldıkça sistemin eş su uygulama performansı artar. Bu durumda, sistemi kullanan çiftçilerin yük kayıplarını en uygun sınırda tutan en küçük çaplı boruları tercih etmeleri önerilir. Dolayısıyla, yeni yapılacak alternatif sistem planlaması için ana boru çapı olarak 125 mm önerilebilir.

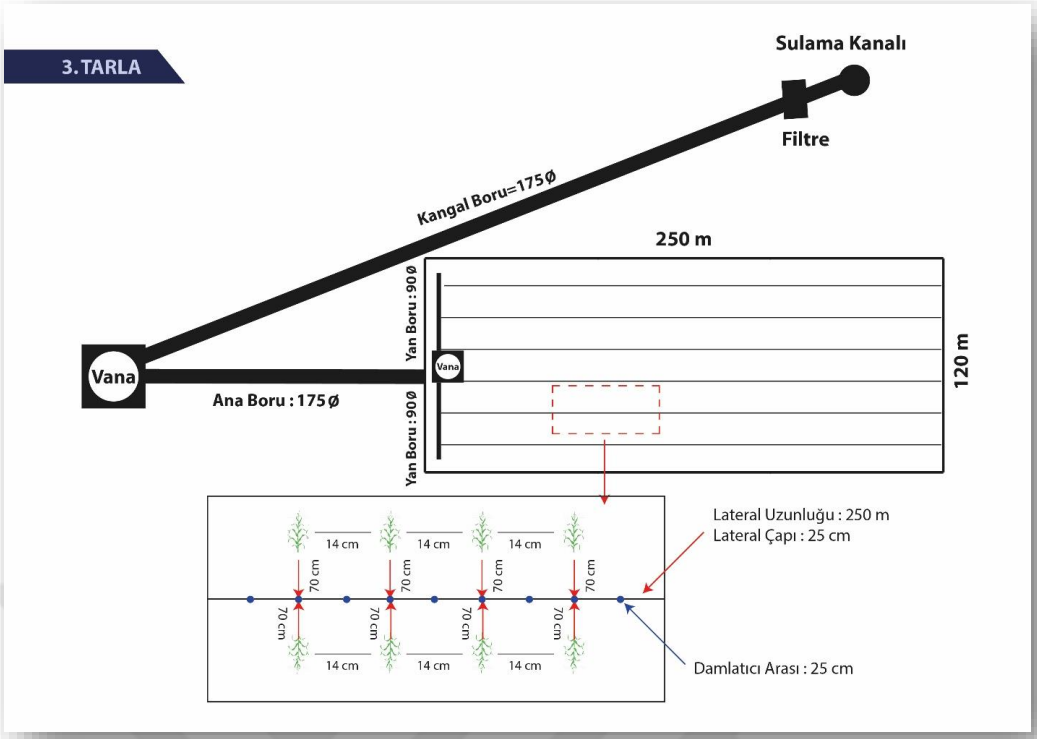
Plan detaylarında görüldüğü gibi mevcut damla sulama sistemlerinde damlatıcı aralığı 25-30 cm’dir. Bölge topraklarının killi bünyeli olduğu düşünülürse, söz konusu damlatıcı aralıklarının düşük olduğu söylenebilir. Killi topraklarda toprakta yatay yönde ıslatılan toprak genişliği yüksektir (50 cm). Sistemin bitkilere daha homojen su uygulaması için damlatıcı aralığı 50 cm seçilmesi durumunda plandaki gibi yaklaşık 250 m lateral uzunluğu uygun olabilir. Dolayısıyla, 250 m lateral uzunluğunun damlatıcı aralığı 50 cm olması ile uygun olacağı söylenebilir.

Kısaca özetlemek gerekirse, araştırmanın yapıldığı damla sulama ile mısır bitkisinin sulandığı arazide önerilecek alternatif tasarımların birincisi yan boruların arazinin ortasından geçecek şekilde iki yönde su dağıtacak şekilde planlanarak lateral

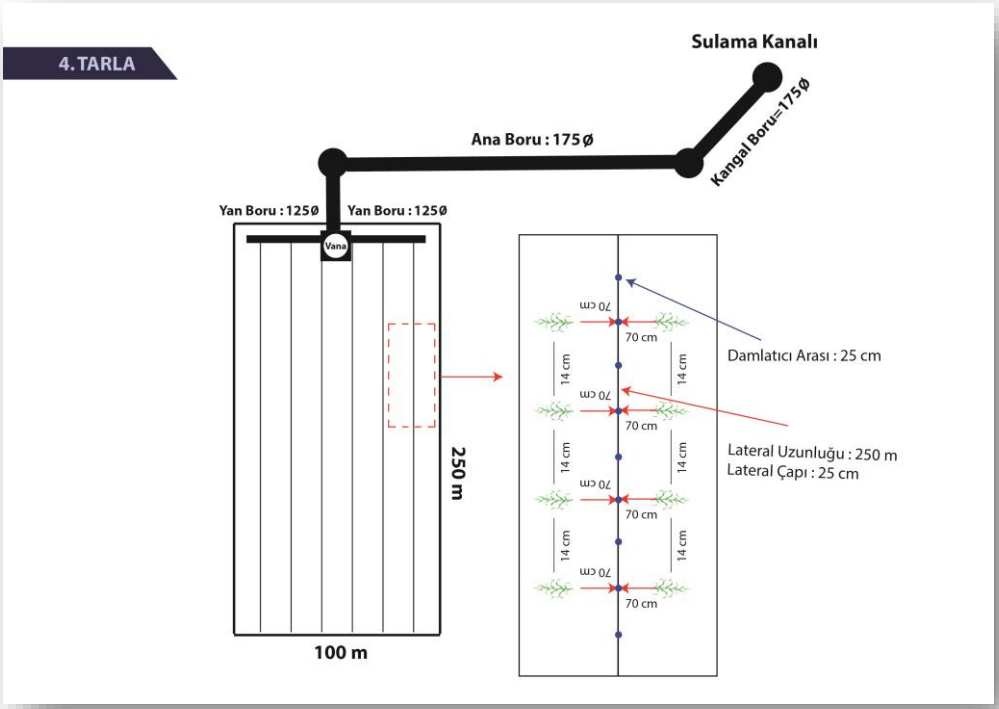
boru uzunluklarının yaklaşık olarak 125 m; ikincisi lateral boru uzunluklarının 250 m ve damlatıcı aralığının 50 cm seçilmesidir. Diğer işletmeler için de benzer tavsiyelerde bulunulabilir.



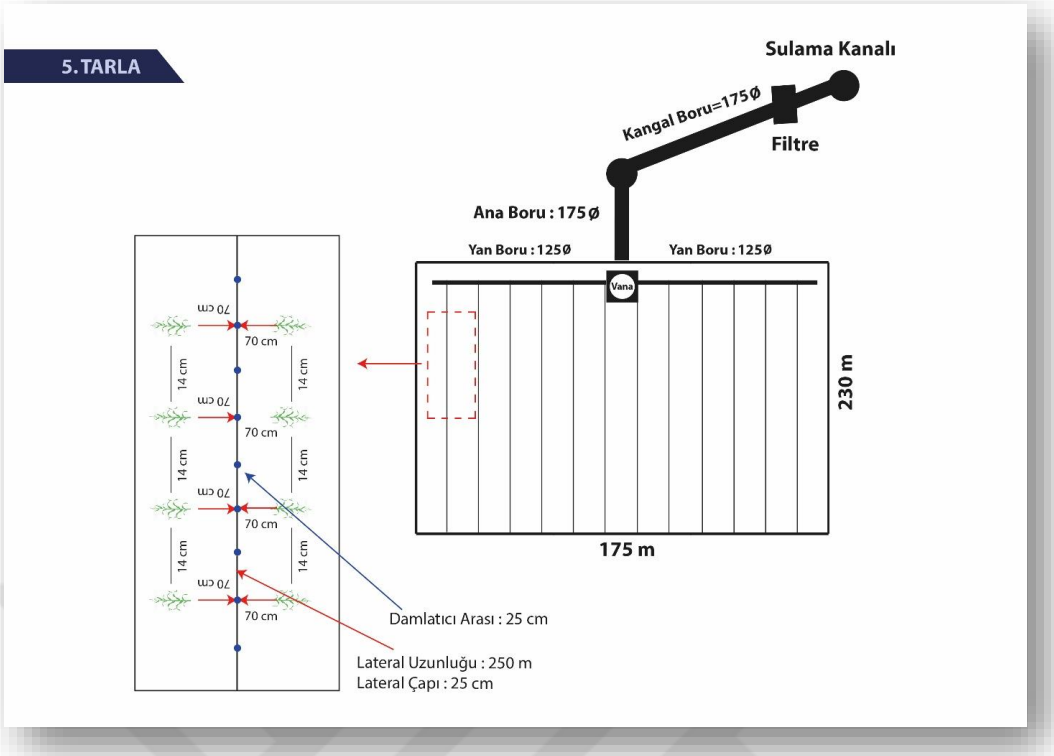
Şekil 4.2. İki nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi



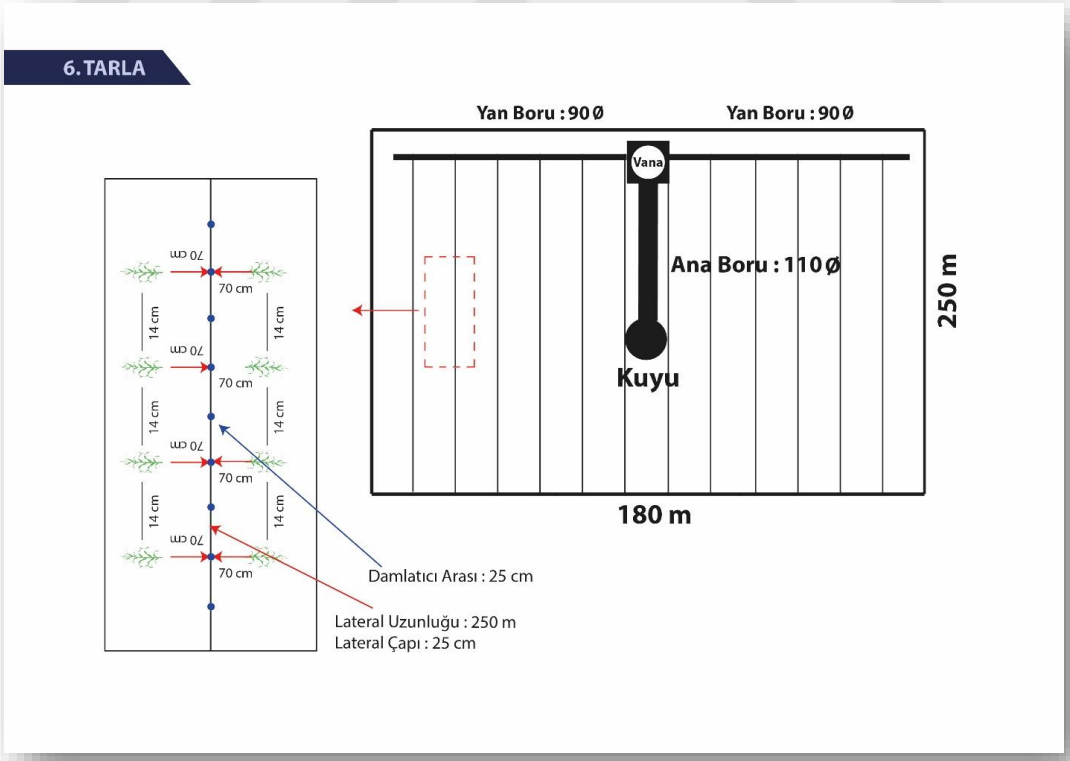
Şekil 4.3. Üç nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi



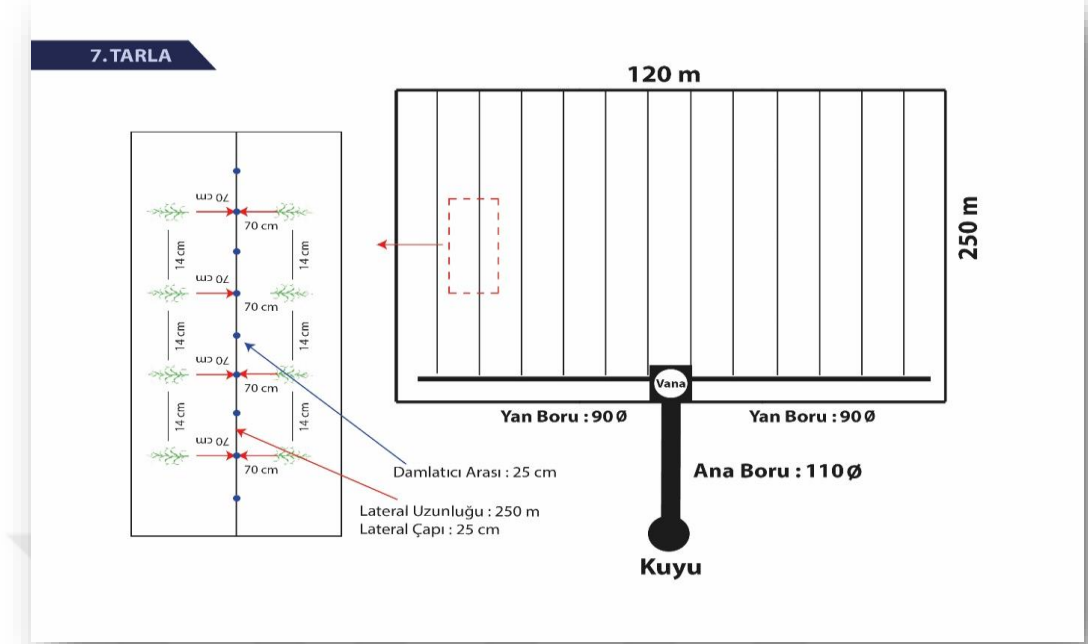
Şekil 4.4. Dört nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi



Şekil 4.5. Beş nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi



Şekil 4.6. Altı nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi



Şekil 4.7. Yedi nolu işletmede kullanılan damla sulama sistemi

4.4 Damlatıcı Debi Değişimleri

Bir basınçlı sulama sisteminin yeterli veya istenen sulama suyu miktarını uygulayıp uygulamadığı başlık veya damlatıcı debisinin belirlenmesi ile bulunabilir. İyi bir şekilde tasarlanmış ve araziye uygulanmış bir damla sulama sisteminde damlatıcılar arasında debi farklılığının %10' u geçmesi tavsiye edilmemektedir. Bu çalışmada, sistemde bulunan damlatıcıların damlatıcı su ölçüm testleri sonucunda hesaplanan ortalama damlatıcı debileri ile firmaların katalog bilgilerinde damlatıcının uygulaması gerekli damlatıcı debileri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5' de, en fazla debi değişimi yaklaşık %64 ile 11 numaralı; en düşük değişim %31,5 ile 2 ve 3 mısır tarlasında kurulu damla sulama sisteminden elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde araştırmanın yapıldığı tüm mısır tarlasındaki damla sulama sisteminin damlatıcı debileri firmanın değerlerinden düşük seviyededir. Buradaki sonucun asıl sebebi ise damlatıcı debi ölçümleri esnasında bazı test damlatıcılarında hiç su ölçümü olmamasıdır. Söz konusu damlatıcılar ya tıkalı veya lateral sonunda olduklarından basınçtaki çok yüksek oranda azalmadan kaynaklanan bitkilere su uygulamalarıdır. Eksik olan damlatıcı debileri UC, EU ve ortalama damlatıcı debisinin önemli oranda azalmasında etkili olmuştur. Sistemdeki

damlatıcıların su dağıtım performansının artırılması için bütün damlatıcıların sulama suyunu mümkün olduğunda eş uygulaması gerekir. Çiftçilerin mevcut lateral uzunluklarını sistem ekonomisi açısından değiştirmeleri uygulanabilir gözükmediğinden; tıkalı damlatıcıların açılmasına yönelik şu tavsiyeleri verebiliriz. Birincisi öncelikle yan boru başlangıcında mutlaka sulama suyunun süzülmesini sağlayacak bir filtre sistemi monte edilmesidir. Filtre sisteminin bütün işletmelerde olması çiftçilerin sulama suyunun süzülmesine önem verdiklerini göstermektedir. Bölge çiftçilerine söz konusu filtreleri düzenli olarak, her sulamadan önce, kontrol etmeleri ve ihtiyaç varsa mutlaka temizlemeleri önerilir. İkincisi, eğer damlatıcı tıkanmaların kaynağı sulama suyundaki kimyasal bileşenler ise sisteme zaman zaman nitrik asit veya fosforik asit gibi bitki besin elementlerinin enjekte edilmesi hem damlatıcıların tıkanmasını hem de bitkilerin gübre ihtiyacının karşılanması açısından önemlidir. Üçüncüsü, sistem üzerinde kapalı damlatıcıların olduğu bölgedeki lateral borular lokal olarak yeni borular ile değiştirilmesidir. Belirli süre kullanılmış ve ekonomik ömrünü tamamlamış lateral boruların yenilenmesi tavsiye edilebilir.

Çizelge 4.5. Hesaplanan ve firma katalog damlatıcı debileri

İşletmeler	**Hesaplanan Damlatıcı Debisi (L/h)**	**Firma Katalog Damlatıcı Debisi (L/h)**	**Değişim (%)**
1	1,20	2,6	53,8
2	1,3	1,9	**31,5**
3	1,3	1,9	**31,5**
4	1,04	1,9	45,2
5	1,04	1,9	45,2
6	1,05	2,60	59,6
7	1,07	2,60	58,8
8	1,03	2,6	60,4
9	1,04	2,6	60,0
10	0,97	1,9	48,9
11	0,94	2,6	**63,8**

Dördüncüsü, eğer damlatıcı debileri sistem üzerinde oluşan su kaçaklarından dolayı azalıyorsa, yıpranmış veya delinmiş boruların değiştirilmesi; boru bağlantılarında kullanılan conta sisteminin bakım işlemlerinin yapılması tavsiye edilir.



Şekil 4.8. Damla sulama sisteminde bulunan filtre sistemi

4.5. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

Bu bölümde, genel olarak tarımda su yönetimi veya tarımsal sulamada karşılaşılan sorunların tespiti ve bu sorunlara uygulanabilir çözümler getirecek bazı bilgiler anket sonuçlarına göre analiz edilmiştir.

1- Çiftçi eğitim özellikleri: Çiftçilere "Öğrenim durumunuz nedir?" sorusuna %70' i ilkokul, %20'i Ortaokul, %7'si Lise ve %3' ü Üniversite veya Yüksekokul cevabını vermişlerdir. Bu cevaplardan görüldüğü üzere mısır tarımının yapıldığı alanlardaki çiftçilerin büyük çoğunluğu, (%90), ilkokul ve ortaokul eğitimlidir.

2- Çiftçilik deneyimleri: "Kaç yıldır çiftçilikle uğraşıyorsunuz" sorusuna çiftçilerin %8'i 15 yıl, %12'si 20 yıl, %25'i 25 yıl, %55'i ise çok uzun yıllardan beri (25 yıldan daha fazla) çiftçilik yaptığını söylemiştir.

3- İşletme büyüklüğü: "Tarım arazilerinizin miktarı ne kadar?" sorusuna %5'i 20 da' dan az, %20'si 20-60 da arası, %35'i 60-100 da arası, %40 ise 100 da' dan daha

fazla cevabını vermişlerdir. Çumra ilçesinde tarım arazilerin genel olarak büyük ölçekli olduğunu söyleyebiliriz.

4-Ürün deseni hakkında bilgiler: "Ağırlıklı olarak hangi ürünleri yetiştiriyorsunuz" sorusuna çiftçilerin %40'ı dane ve silajlık mısır, %40'ı buğday ve arpa, %15'i şeker pancarı, %5'i ise diğer ürünler cevabını vermişlerdir. Özellikle de tahılların en fazla üretildiği; söz konusu yörenin de aynı Konya merkezi gibi tahıl yetiştiriciliği için oldukça uygun bir ekolojiye sahip olduğu söylenebilir.

5- Ürün seçimi: "Bitki seçimini neye göre yapıyorsunuz" sorusuna çiftçilerin %90'nı kazancına, %5'i önceki alışkanlıkları, %5'i diğer nedenler cevabını vermişlerdir. Burada mısır tarımının da bölgede yaygınlaşmasında en önemli etmenin ekonomik getirisinin yüksek olması olduğu anlaşılmaktadır.

6- Bitki su tüketimi hakkında bilgi: "Suladığınız bitkinin su tüketimi hakkında bilginiz var mı? sorusuna çiftçilerin %10' u evet, %30'u kısmen, %60' ı ise hayır cevabını vermiştir. Ancak mısır bitkisinin hububat, kabak ve tarla fasulyesi gibi bitkilerden daha fazla su kullandığını bildiklerini beyan etmişlerdir.

7- Sulama suyu miktarına ve zamanına karar verme: "Bitkiye vereceğiniz sulama suyunun miktarını ve sulama zamanını nasıl belirliyorsunuz?" sorusuna %70'i gözlem-tecrübe, %15'i teknik destek alarak ya da kendim hesaplayarak ve %15'i de toprağı kazıp nemini kontrol ederek cevabını vermişlerdir. Çiftçilerin sulama konusunda teknik destek almadıkları sulamayı kendi bilgi ve deneyimlerine göre yaptıkları anlaşılmaktadır.

8- Sulama suyu temini: "Sulama suyu kaynağınız nedir "sorusuna çiftçilerin %100' ü Beyşehir ilçesinden gelen sulama kanalından sulama yaptığını ve sulama kanalında su yetersiz kaldığında kuyu sularına başvurduğunu söylemiştir.

9- Sulama yöntemi: "Hangi yöntemle sulama yapıyorsunuz?" sorusuna %10'u yüzey sulama (Tava, karık, salma) %45'i yağmurlama ve %45'i damla sulama sistemini kullandıklarını belirtmişlerdir. Buradan da anlaşıldığı gibi ilçenin büyük kısmı, %90'ı, basınçlı sulama sistemlerini kullanmaktadır.

10-Sulama yöntemi hakkında bilgileri: "Kullandığınız sulama yöntemleri hakkında yeterli bilgiye sahip misiniz?" sorusuna %70'i evet ve %30'u hayır cevabını vermiştir.

11-Sulama yöntemi istekleri: "Olanaklarınız ölçüsünde hangi sulama yöntemini kullanmak isterdiniz?" sorusuna %2'si Yüzey Sulama, %47'si yağmurlama,

%51'i damla sulama yöntemine geçmek istediklerinden bahsetmişlerdir. Buradan çiftçilerin tamamına yakınının basınçlı sulama sistemine geçmek istediği anlaşılmaktadır.

12- Sulama konusunda teknik bilgileri: "Sulama konusunda bilgi ve becerilerinizi nereden/kimden edindiniz? sorusuna %18'i aile bireylerinden, %22'si diğer çiftçilerden, %12'si Tarım Bakanlığı personelinden, %8'i Sulama Kooperatifi/ Sulama Birliğinden ve %40'ı sulama firmalarından destek aldığını söylemektedir.

13- Sulama konusunda eğitim: "Sulama konusunda bir eğitime katıldınız mı?" sorusuna çiftçilerin %70'i hayır ve %30'u evet cevabını vermiştir.

14- Sulama bilinci: "Bilinçli sulama yaptığınız düşünüyor musunuz?" sorusuna çiftçilerin %30'u evet, %40'ı hayır ve %30'u ise bilmiyorum cevabını vermişlerdir.

15-Sulamada karşılaşan sorunlar: "Sulamada karşılaştığınız en önemli 5 sorun nedir?" sorusuna çiftçilerin %40'ı su kaynaklarının yetersiz olması, %10'u sulama ve drenaj sistemlerinde veya kanallarında yeterli bakım yapılmamasından dolayı sulama suyu kayıp ve kaçakların olması, %20'si sulama suyu ücretlerinin fazla olduğunu ve %30'u sulama esnasında kullanılan enerji giderlerinin yüksek olması demişlerdir. Buradan, tarımsal sulamada karşılaşan en büyük sorunların sulamada kullanılan enerji maliyetlerinin yüksek ve su kaynaklarının yetersiz olması söylenebilir.

16-Sulamada teknik yardım: "Sulama ile ilgili teknik bir problemle karşılaştığınızda ne yaparsınız" sorusuna çiftçileri %5'i kamu kurum ve kuruluşlarından yardım isterim, %70'i özel sulama firmalarından yardım isterim, %5'i tanıdığım üniversite öğretim üyelerinden yardım isterim ve %20'i ise sorunu kendim çözerim cevabını vermişlerdir.

17-Sulama maliyeti: "Damla sulamada dekarda ne kadar sulama suyu maliyeti vardır? sorusuna çiftçiler ortalama 30-35 TL/da olarak cevap vermiştir.

18-Mısırda damla sulamada lateral kullanımı: "Bir defa da kaç adet lateral boru ile sulama yapıyorsunuz?" sorusuna çiftçiler genellikle her sulama en fazla 10 da alan suladıklarını ve bunun için 75 adet lateral kullandıklarını söylemiştir.

19-**Mısır bitkisinde Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sulama sayıları:** "Mısır bitkisinde Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında damla sulama ile kaç kez ve bir sulamada kaç saat sulama suyu uyguluyorsunuz" sorusuna hava durumuna göre temmuz ayında 3 kez, ağustos ayında 4 kez ve eylül aylarında 4 kez yaptıklarını söylemişlerdir. Her seferinde 12 saat çalıştırdıklarından bahsetmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma mısır bitkisi yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Konya ili Çumra ilçesinde mısır tarımında kullanılan 11 adet farklı mısır tarlasında kullanılan damla sulama sistemlerinin su dağılım performanslarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bunun yanında, yarı-kurak iklime sahip su kaynaklarının yetersiz olduğu Konya ili Çumra ilçesinde tarımsal sulamada karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları araştırılmıştır.

Damla sulama sisteminde lateral borularda bulunan damlatıcıların su dağıtım homojenliği UC ve EU hesaplanarak değerlendirilmiştir. UC değerleri yaklaşık %68 ile %84 arasında değişmiş; ortalama %75'dir. Bu %75'lik UC değerine göre damlatıcı eş su dağılım düzgünlüğü **ORTA** sınıfındadır. Oysa damla sulama maliyetli ve modern bir sulama tekniğidir ve iyi bir planlama; araziye deneyimli insanların döşemesi ve çiftçileri sistem bakımını düzenli ve kaliteli yapması durumunda UC değerinin %95'in üzerinde olması beklenir.

EU değerleri yaklaşık %44 ile %71 arasında değişmiştir ve ortalaması %55'dir. Bu değere göre damlatıcı eş su dağılım düzgünlüğü **ZAYIF** veya **KABUL EDİLEMEZ** sınıfındadır.

Her iki UC ve EU değerinin düşük hesaplanmasında asıl sebep bazı damlatıcıların tamamen veya kısmen tıkanmaları; lateral boru uzunluklarının firmanın kataloğunda tavsiye ettiği azami hat çekme mesafesinden daha fazla uzun tutulması basıncın lateral sonuna doğru azalması ve istenen damlatıcı debisinin uygulanamaması gibi unsurlar etkili olmuş olabilir. Damlatıcı debisinin istenen miktarda ve homojenlikte olması için damla sulama sisteminin mutlaka hidrolik prensiplere göre tasarlanması; araziye su sızdırmayacak şekilde monte edilmesi ve sistem unsurlarının bakım-onarım işlemlerinin zamanında ve titizlikle yapılması önerilir.

Yapılan arazi incelemeleri sonunda mısır bitkisinde kullanılan damla sulama sisteminin damlatıcı aralığı 25–30 cm arasındadır. Oysa Çumra ovasında tarım arazilerinin killi bünyeye sahip olduğu göz önünde tutulursa damlatıcı aralığı 50-55 cm civarında alınabilir. Damlatıcı aralığının 50 cm olarak alınması 250 m lateral uzunluğunda lateral sonuna doğru basınç azalmasını düşürecek; lateral başındaki ve sonundaki damlatıcı debisi arasında fark oldukça azalacağından sistemde damlatıcı eş su dağıtım performansı yükselecektir. Dolayısıyla, damlatıcı debisi arasındaki farkı

azaltmak ve bitkilere daha homojen su uygulamak için söz konusu sistem tasarımı şartlarında damlatıcı aralığının 50 cm civarında seçilmesi tavsiye edilir.

Arazide yapılan ölçüm neticesinde lateral boruların hat çekme mesafesinin (yaklaşık 250 m) yüksek; bunun ana sebebi olarak sistem maliyetinin azaltılması olduğu belirlenmiştir. Çiftçilerin bitkilere daha homojen sulama suyu uygulaması için lateral boru uzunluğunun biraz azaltılması tavsiye edilebilir. Bitkilere uygulanan sulama suyu miktarı araziye ne kadar eşit dağıtılırsa bitkisel verim ve kalite de o şekilde artar. Ancak, lateral boru uzunluğundaki azalma yan boru veya ana boru maliyetini artıracağından damla sulama sistemi kullanmak isteyen çiftçilere finansal destek yapılması tavsiye edilir.

Yapılan anketler sonucunda, çiftçilerin büyük çoğunluğunun, %90, ilk ve ortaokul eğitimli oldukları saptanmıştır. Modern anlamda çiftçilik yapmak ve tarımda sürdürülebilir su kaynakları bilincinin daha da yaygınlaşması için lise ve üniversite eğitimli insanların bu sektörü tercih etmelerini artıracak bazı bilgilendirme ve mali destek paketlerinin uygulamaya konulması önerilir. Bunun yanında, yöre çiftçisinin Türkiye'nin en deneyimli sulu tarım geçmişine sahip oldukları bilinmektedir. Eğitim seviyesi de artınca çiftçilik onlar için mükemmel bir iş sektörü konumuna gelecektir.

Ankete katılan çiftçilerin %90 oranında yörede basınçlı sulama, yağmurlama ve damla sulama, teknolojilerini kullandıkları saptanmıştır. Özellikle mısır bitkisinin sulanmasında sulama suyu kayıpları az; randımanı yüksek olan damla sulama sistemini tercih etmektedirler. Çiftçilerin sulama suyunun tasarruflu kullanıldığı damla sulama sistemini tercih etmeleri su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerinde çok bilinçli bir tarımsal sulama stratejisi uyguladıklarını göstermektedir.

Çitçilerin tarımsal sulama karşılaştıkları en önemli sorunların başında sulama suyu kaynaklarının yetersizliği ve damla sulama ile sulamada kullanılan enerji maliyetlerinin yüksek olması gelmektedir. Su kaynaklarının yetersizliği ile ilgili problemi sulama randımanı yüksek basınçlı sulama tekniklerinden olan yağmurlama ve damla sulama yöntemlerini uygulayarak çözümledikleri gözlenmektedir. Dolayısıyla, yöre çiftçilerinin çevre dostu damla sulama yöntemi kullanmaya devam etmeleri ve devletin de söz konusu sulama teknolojisi kullanan veya kullanacak çiftçilere mali destek miktarını artırması tavsiye edilir.

Diğer yandan, çiftçilerin büyük çoğunluğunun tarımsal sulama konusunda yeterli bir eğitim almadıkları saptanmıştır. Ancak, yöre çiftçilerinin sulu tarım konusunda

oldukça köklü deneyime sahip oldukları bilinmektedir. Konya yöresindeki çiftçilerin sulama konusunda yapılmış çalışmalardan haberdar edilmesi; basit anlamda sulama suyunun arazide uygulaması ile ilgili eğitim verilmesi onların sulu tarımdaki mevcut başarılarını zirveye taşıyacaktır.

KAYNAKLAR

Acar, B., Yavuz, F. C., Topak, R. ve Uğurlu, N., 2009, Water quality and uniformity in trickle irrigation systems: A case study of Antalya-Turkey. Asian Journal of Chemistry, 21(5), 3981–3987.

Acar, B.,Topak, R. ve Mikayilsoy, F., 2009, Effect of applied water and discharge rate on wetted soil volume in loam or clay-loam soil from an irrgated trickle source. African lournal of Agricultural Research, 4(1), 49-54.

Acar, B., Topak, R., Yavuz, D. ve Kalender, M. A., 2014, Is dripirrigationsustainablesolution in agriculturefor semi-aridregions? A casestudy of MiddleAnatolianRegion of Turkey. International Journal of AgricultureandEconomicDeveleopment, 2 (2), 1-8.

Acar, B., Cicek, Y. ve Topak, R., 2015, Water distribution uniformities of drip irrigation systems in olive trees for Izmir province of Turkey. Analele Universitatii Din Craiova, 20 (LVI), 13-20.

Acar, B. ve Yılmaz, A. M., 2018a, Agriculturalwatermanagementstrategiesforwaterscantenvironmentssuch as semi-arid Konya region of Turkey. 8 th International Conference on Ecosystems, Tirana-2018, 77-80.

Acar, B. ve Yılmaz, A. M., 2018b, Dripirrigationsystemperformanceevaluationbased on previousreserach. 8 th International Conference on Ecosystems, Tirana-2018, 236-241.

Amoo, M., Ademiju, T., Adesigbin, A. ve Ali, G., 2019, Performanceevaluation of dripirrigationsystems on production of Okra (Hibuscusesculentus) in Soutwestern, Nigeria. Journal of EngineeringResearchandReports, 5 (3): 1-10.

Anonymous, 1983, IRYDA (Instituto de Reforma Y DesarrolloAgrario). Normas para la redacción de proyectos de riego localizado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, Spain.

Arya, C. K., Purohit, R. C., Dashora, L. K., Singh, P. K. ve Kothari, M., 2017, Performance evaluation of drip irrigation systems. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6 (4), 2287-2292.

Bah, A. ve Acar, B., 2017, Analysis of wateruse in irrigationfor Konya-Çumra province of Turkey. World Journal of InnovativeResearch, 2 (1), 14-17.

Capra, A. ve Tanburina, V., 1995, Evalutionandcontrol of distributionuniformity in farmirrigationsystems. Procedings of 46 th International ExecutiveCouncil Meeting, ICID,CIID special Technical session, Roma, Italy.

Cihan, İ. ve Acar, B., 2016, Performance of Ova wateruserassociationfor Konya-Turkey. World Journal of InnovativeResearch, 1 (2), 25-28.

Evans, A., Jiuhao, L., Hai-Bo, C., Emmanuel, O., Fuseini, I. ve Bismark, M., 2014, Head and lateral length on water distribution uniformity of a PVC drip irrigation system. African Journal of Agricultural Research 9 (30): 2298-2305.

Ewemoje, T., Lateef, S. ve Afolayan, S., 2006, Performance evaluation of drip irrigation system using sweet corn under variable water application. Journal of Applied Science, Engineering and Technology, 6 (1):16-21.

Goyal, M. R., 2007, Management Of Drip/Micro Or Trickle Irrigation.ChapterXV.Professor İn AfriculturalAnd BiomedicalEngineering,Unversity Of Puerto Rico-Mayo Güez<Campus,P.O Box 5984,Nayagüez-PR-00681-5984.

Gökçel, F., 2008, Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı (PRD) ve kısıntılı damla sulama programlarının II. Ürün mısır verimi ve su kullanma randımanına etkileri,

Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68 Sayfa.

Hanson, B. ve May, D., 2007, The effect of drip line placement on yield and quality of drip-irrigated processing tomatoes. Irrig Drainage Syst , 21, 109–118.

Kara, M., 2005, SulamaveSulamaTesisleri. S.Ü. ZiraatFakültesiTarımsalYapılarveSulama , Konya.

Keller, J. ve Karmeli, D., 1974, Trickle irrigation design parameters. Transactions of the American Society of Agri. Engi., 17(4), 678-784.

Kranz, W. L., Irmak, S., van Donk, S. J. ve Yonts, C. D., 2008, IrrıgationmanagementforCorn. NEb Guide. University of Nebreska-Lincoln Extension, Institute of Agrisultureand Natural REseources. G1850.

Kuşcu, H., Karasu, A., O., Demir, A. O. ve Turgut, I., 2013, Effect of irrigationamountsappliedwithdripirrigation on majeevapotranspiration, yield, wateruseefficieney, and net return in a Sub- Hunidclimate. Turkishjounal of FieldCrops, 18(1), 13-18.

Merriam, J. L. ve J., K., 1978, Farm irrigation system evaluation, a guide for management. Utah state Univ. Utah. .

Mostafa, H. ve Thörmann, H., 2013, On-farm evaluation of low-pressure drip irrigation system for smallholders. Soil &Water Res., 8 (2), 87-95.

Okursoy, H., 2009, Trakya koşullarında farklı sulama yöntemleri altında ikinci ürün silajlık mısırın su tüketim fonksiyonlarının belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen BilimleriEnstitüsü, TarımsalYapılarveSulamaAnabilim Dalı, DoktoraTezi, 160 s.

Shomshery, P., Wang, R.-Q., Tran, D. ve Winter, V. A., 2017, Modelingthefuture of irrigation: A parametricdescription of pressurecompensatingdripirrigationemitterperformance. PLoS ONE, 12 (4): 1-24.

Şimşek, M., Kacira, M. ve Tonkaz, T., 2004, The effects of different trickle irrigation regime on watermelon (citrulluslanatus) yield and yield components under semi-arid climatic conditions.Aust.J.Agric.Res.,55:1149-1157.

Topak, R., Süheri, S. ve Acar, B., 2009, Kısıntılı damla sulamanın mısır verimine ve su kullanıma etkisi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(43), 74-80.

Topak, R. ve Acar, B., 2010, Sustainableirrigationandimportance of technologicalirrigationsystemsfor Konya Basin. TABAD Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(2), 65-70.

Tüzel, I. H., 1993, Damla sulama sistemlerinde sulama yeknesaklığının değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 30 (1–2), 119–126. .

Unal, Y., Acar, B. ve Direk, M., 2015, Research on water distribution uniformity for different drip irrigation laterals. XXXVI CIOSTA§ CIGR Section V Conference, Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations, 26-28 May, Saint Petersburg, Russia, 865-875.

Yavuz, D., Topak, R. ve Yavuz, N., 2014, Determining energy consumption of sprinkler irrigation for different crops in Konya Plain, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(3), 312-321.

Zamanian, M., Fatahi, R. ve Boroomand-Nasab, S., 2014, Field performance evaluation of micro irrigation systems in Iran. Soil§Water Res. 9 (3), 135-142.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Ahmet Rasih İNCİMAN
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Doğanhisar-01.01.1988
Telefon	**:**	05547000268
Faks	**:**	
e-mail	**:**	ahmet.rasih.inciman@kop.gov.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Mehmet Akif Ersoy Lisesi**	**2005**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, Konya**	**2011**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya**	**-**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2013-2017	**Tarım ve Orman Bakanlığı**	**Ziraat Mühendisi**
2017-	**KOP BKİ**	**Ziraat Mühendisi**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER İngilizce

YAYINLAR

Inciman, A.R., Acar, B. 2019. Contribution of trickle irrigation technique on sustainable agro-environment: evaluation of dripper flow rate. 2nd International Conference ADAPTtoCLIMATE, 24-25 june, 2019, Heraklion, Crete Island, Greece: 1-5.

EK-1: ÇİFTÇİLERE UYGULANAN ANKET ÖRNEĞİ:

A. ANKET BİLGİLERİ

İl: KONYA	**İlçe : ÇUMRA**	**Köy/Belde:**
Anket Numarası:	**Tarih : …./…./2019**	**Anketör :**

B. Çiftçi görüşlerinin değerlendirilmesi

1- Öğrenim durumunuzu belirtiniz.

İlkokul ☐ Orta Okul ☐ ☐ Lise ☐ Üniversite

2- Kaç yıldır aktif olarak çiftçilik yapıyorsunuz?

15 ☐ 20 ☐ 25 ☐ Diğer (…)

3- İşletme büyüklüğünüz ne kadar ?

20 da altı ☐ 20-60 da ☐ ☐ 60-100 da ☐ 100 da üstü

4- Ağırlıklı olarak hangi ürünler yetiştiriyorsunuz?

……

5- Ürün desenine neye göre karar veriyorsunuz ?

Para kazandırdığı için ☐ Alışkanlık ☐ Diğer(…)

6- Suladığınız bitkinin su tüketimi hakkında bilginiz var mı?

Evet ☐ Kısmen ☐ Hayır ☐

7- Bitkiye vereceğiniz sulama suyu miktarını ve zamanına nasıl belirliyorsunuz?

☐ Gözlemleyerek ve tecrübeyle

☐ Teknik destek alarak

☐ Kendim hesaplayarak

☐ Diğer (Cevabınız diğer ise açıklayınız)……

8- Sulama suyunu nereden temin ediyorsunuz?

☐ Baraj, göl, gölet ve benzeri

☐ Kuyu

☐ Dere, çay ve benzeri

9- Hangi yöntemle sulama yapıyorsunuz?

☐ Yüzey sulama (Tava, karık ve salma) ☐ Yağmurlama sulama ☐ Damla Sulama

10- Kullandığınız sulama yöntemleri hakkında yeterli bilgiye sahip misiniz?

Evet ☐ Hayır ☐

11- <u>Olanaklarınız ölçüsünde</u> hangi sulama yöntemini kullanmak isterdiniz?

☐ Yüzey sulama (tava, karık ve salma) ☐ Yağmurlama sulama ☐ Damla Sulama

12- Sulama konusundaki teknik bilgi ve becerilerinizi nereden/kimden edindiniz?

☐ Aile bireylerinden

☐ Diğer çiftçilerden

☐ Bakanlığımızdan

☐ Sulama Kooperatifi/Sulama Birliğinden

☐ Diğer firma, medya

13- Sulama konusunda her hangi bir eğitime daha önceden katıldınız mı?

Evet ☐ Hayır ☐

14- Bilinçli sulama yaptığınızı düşünüyor musunuz?

Evet ☐ Hayır ☐

15- Sulamada karşılaştığınız en önemli <u>5 (beş)</u> sorun sizce nelerdir? (sadece beş tanesini işaretleyiniz)

☐ Devlet sulamasının bulunmaması

☐ Su kaynağının yeterli olmaması

☐ Drenaj sisteminin olmaması/yeterli olmaması

☐ Sulama ve drenaj sistemlerinde yeterli bakım yapılmaması, kayıp ve kaçakların olması

☐ Su ücretinin yüksek olması

☐ Enerji giderlerinin yüksek olması

☐ Kanallardaki kayıp ve kaçakların yüksek olması

☐ Suyun yeterli ve dengeli dağıtılmaması

☐ Taban suyunun yüksek olması

☐ Yer altı suyunun kirlenmesi

Sulama ile ilgili teknik bir problemle karşılaştığınızda ne yaparsınız?

☐ Kamu kurum/kuruluşlarından yardım isterim

☐ Özel sulama firmalarından yardım isterim

☐ Üniversitelerin sulama bölümlerinden yardım isterim

☐ Tanıdığım üniversite öğretim elemanlarından yardım isterim

☐ Önder çiftçi ile görüşürüm

☐ Sorunu kendi yöntemlerimle çözerim

16- Mısır bitkisinde ayda kaç kere damla sulama yapıyorsunuz?

1-3 kez ☐ 3-5 kez ☐ ☐ 5 kezden fazla

17- Damla sulamada dekarda ne kadar elektrik maliyeti vardır?

18- Bir defa da kaç adet lateral boru ile sulama yapıyorsunuz ?

19- Mısır bitkisinde Temmuz Ağustos ve Eylül aylarında ne kadar damla sulama yapılıyor?"