T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ

YERLİ ÜRETİM BAZI DAMLA SULAMA BORULARINDA OPTİMUM LATERAL UZUNLUKLARININ TESBİTİ

Yasemin ÜNAL

YÜKSEK LİSANS
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Mart-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

YERLİ ÜRETİM BAZI DAMLA SULAMA BORULARINDA OPTİMUM LATERAL UZUNLUKLARININ TESBİTİ

Yasemin ÜNAL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bilal Acar

2011, 55 Sayfa

Jüri
Danışman: Doç. Dr. Bilal ACAR
Üye: Prof. Dr. Mehmet KARA
Üye: Doç. Dr. Hakan Okyay MENGEŞ

Damla sulamanın etkinliği damlatıcılardan çıkan debinin homojenliğine bağlıdır. Her yönüyle aynı damlatıcının üretimi mümkün değildir. Damlatıcılarda debi değişimi damlatıcı yapım farklılığı katsayısı ile belirlenebilir. Çalışmada, Uniformite Katsayısı (UC), Eş Su Dağılım Katsayısı (EU) ve Damlatıcı Yapım Farklılık Katsayısı (CVm) değerleri 10 adet içten geçmeli lateral boruların farklı işletme basıncında ve 4 farklı hat çekme mesafesinde (25 m, 50 m, 75 m ve 100 m) belirlenmiştir. Ayrıca, söz konusu lateral uzatma mesafesinde arazi yüzeyinde oluşan ıslatma alanları da araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, tüm lateral uzatma mesafelerinde III, VI, VII, VIII nolu borularda su dağılım sınıfı **Çok İyi** olarak belirlenmiştir. En yüksek EU değerleri VIII ve VII nolu lateral borulardan elde edilmiştir. Bu iki boruda su dağılım durumu en düşük %95.79; en yüksek %99.61 olup su dağılım durumu **Mükemmel'** dir. En düşük CV_m sağlayan borular **VII ve VIII** nolu damlama borularıdır. CV_m %10' a kadar (Su dağlımı **Mükemmel - Orta**); optimum hat çekme mesafesi I nolu damlatıcı için 25m; II nolu damlatıcı için 50m; III nolu damlatıcı için ˜ 75-100 m; IV nolu damlatıcı için 50 m; V nolu damlatıcı için 75 m; VI nolu damlatıcı için ˜ 100 m; VII nolu damlatıcı için 100 m (hatta 125 m) ; VIII nolu damlatıcı için 100 m (hatta 125m); IX nolu damlatıcı için ˜ 100 m ve; X nolu damlatıcı için 75 m olarak tavsiye edilebilir. En yüksek ıslak alan 490.63 cm^2 ile IX lateral borunun başında ölçülmüştür. Genellikle ıslatma alanı, lateral başında en yüksek ve lateral sonunda ise en düşük olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, damlatıcı debisi, yapım farklılık katsayısı, optimum lateral uzunluğu, Uniformite katsayısı.

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF OPTIMUM LATERAL LENGTHS IN SOME DOMESTIC PRODUCTION LATERALS

Yasemin ÜNAL

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FARM BUILDINGS AND IRRIGATION

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Bilal ACAR
2011, 55 Pages

Jury
Advisor: Assoc. Prof. Dr. Bilal ACAR
Jury: Prof. Dr. Mehmet KARA
Jury: Assoc. Prof. Dr. Hakan Okyay MENGEŞ

Drip irrigation system efficiency depends upon system uniformity which is determined by water discharge uniformity from emitters. It is impossible to produce all identical emitters due to the manufacturing variations. The manufacturer's coefficient of variance is mainly used as a measure of discharge variations of emitters. In this study, Cristiansen's Uniformity Coefficient (UC), Emission Uniformity (EU), and Manufacturer's Coefficient of Variance (CV_m) were determined as a measure of emitters' efficiency as well as wetted area onto the soil surface by using 10 in-line drip laterals with different working pressures under four different lateral lengts of 25 m, 50 m, 75 m and 100 m. The study results showed that laterals of III, VI, VII, VIII produced **Excellent** water distributions resulting greater than 90% UC in all test lateral lengths. The highest EU was obtained from VIII and VII laterals. In such laterals, the lowest and the highest EU were found as 95.79% and 99.61%, respectively with **Excellent** water uniformity. The lowest CV_m was obtained from VII and VIII test laterals in all examine lateral lengths. Optimum lateral lentgs were suggested as 25 m, 50 m, ˜ 75 - 100 m, 50 m, 75 m, ˜ 100 m, 100 m (even 125 m), 100 m (even 125 m), ˜ 100 m and 75 m for I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX and X laterals, respectively. The highest wetted area on the soil surface was determined as 490.63 cm^2 in the beginning of IX lateral. In general, wetted area was found the highest in beginning of laterals where as it was the lowest at the end of the laterals.

Key words: Drip irrigation, emitter discharge, manufacturer's coefficient of variance, optimum lateral lengths, uniformity coefficient.

ÖNSÖZ

Konya Altınekin İlçesi 2008 yılında "Modern Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Teşvik Edilmesi Projesi", 2009 yılında "İyi Tarım Uygulamaları Projesi" uygulanarak, bu kapsamda yöre çiftçilerinin üretimini gerçekleştirdikleri sıraya ekilen; şeker pancarı, ayçiçeği, mısır ve kabak bitkilerinin sulamasında uygulanan salma sulama ve yağmurlama sulama yöntemlerinin kullanımını değiştirerek, doğayı ve çevreyi koruyan" Damla Sulama Sistemi" kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Bu projelerin uygulanmasında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyeleri, Altınekin Kaymakamlığı ve İlçe Tarım Müdürlüğü'nce teknik destek ve danışmanlık hizmeti verilmiştir. Uygulanmış olan bu projeler Avrupa Çevre Ajansı'nca ödül almış ve Konya Valiliği aracılığı ile 31 ilçeye örnek teşkil etmesi için, 2010 yılı Ocak ayında; Altınekin ilçesinde gerçekleştirilen bu projeler model olarak uygulanması tavsiye edilmiştir.

İlçede gerçekleşen bu faaliyetler kapsamında teknik desteğin arttırılması, yerli lateral boru üretimini gerçekleştiren firmaların kataloglarında verilen değerlerin farklı uzatma mesafelerinde debi-basınç ilişkilerin incelenmesi, çiftçilerin kullandıkları boruların randımanlarını, meyve bahçesi ve tarla için kullanılabilecek lateral boru çeşitleri farklılıkları görmeleri amacı ile bu tez çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu sisteme geçmek isteyen çiftçilerimize de deneme alanı gösterilerek yapılan uygulamaları yerinde görme imkânı sunulmuştur.

Desteklerini hiç esirgemeyen; biricik babam Yük. Ziraat Mühendisi Hacı Ali ÜNAL ve annem Hatice ÜNAL'a, kardeşlerim Ziraat Teknikeri Gülşah ÜNAL ve Hüseyin ÜNAL'a, Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN ve ailesine, Arş. Gör. Dr. Sinan SÜHERİ'ye, Arş. Gör. Duran YAVUZ'a ve ailesine, Arş. Gör. Nurcan ÇİVİCİOĞLU'na

Yüksek Lisans eğitimim boyunca destek olan Danışman Hocam Doç. Dr. Bilal Acar'a, bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında, iş yerimde maddi manevi her konuda destek olan; Altınekin Kaymakamı Sayın Murat ŞENER ve eşi Asena ŞENER hanımefendiye, Altınekin Kaymakamlığı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı Müdürü Ruhi Çok ve ailesine, Altınekin Kaymakamlığı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı Memuru Yusuf Poçan'a, İlçe Tarım Müdürü Şakir UYSAL'a; manevi desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet KARA'ya, Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye, Prof. Dr. Mustafa ÖNDER'e, Prof. Dr. Bayram SADE'ye, Altınekin İTU ekibi Prof. Dr. Süleyman SOYLU'ya, Doç. Dr. Nuh Boyraz'a, Doç. Dr. Mehmet Zengin'e, Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN'e; tezin kurulumu ve malzeme temini konusunda yardımlarını esirgemeyen; Hayati BOĞA'ya, Mustafa ERCAN'a, Serkan KARABULUT'a, Selçuk ÖVEZ'a, Süleyman PARAN'a, Mehmet OK'a, Mahir YILMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yapılan bu tez çalışmasının başta Altınekinli çiftçilerimiz olmak üzere tüm çiftçilerimize ve meslektaşlarımıza; ülke tarımı ve doğal kaynaklarımızın korunması açısından sürdürülebilir bir model teşkil etmesini temenni ederim.

Yasemin ÜNAL
Konya-2011

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ ..... **iii**

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **15**

3.1. Materyal 15

3.1.1. Çalışma Alanı 15
3.1.2. Araştırmada kullanılan lateral borular 17

3.2. Yöntem 21

3.2.1. Sulamayı ilgilendiren bazı toprak özelliklerinin tespiti 21
3.2.2. Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi 21
3.2.3. Eş su dağılım katsayıları 22
3.2.4. Damlatıcı yapım farklılık katsayısı hesabı 25
3.2.5 Laterallerde basınç değişimi. 26
3.2.6. Arazi yüzeyinde oluşan ıslatma alanı.. 27

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **28**

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri 28

4.1.1. Toprakların bazı fiziksel özellikleri 28
4.1.2. Toprakların bazı kimyasal özellikleri 29

4.2. Su Suyu Kalitesi 30

4.3. Eş Su Dağılım(Yeknesaklık) Katsayıları 31

4.4. Dağılım Uniformitesi Katsayıları 35

4.5. Damlatıcı Yapım Farklılık Katsayıları 38

4.6. Arazi Yüzeyinde Oluşan Islatma Alanı 43

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **46**

6. KAYNAKLAR **49**

ÖZGEÇMİŞ **54**

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Bir damlatıcı altında ağır bünyeli (kil) (a) ve hafif bünyeli (kum) (b)toprakta su dağılımı 3
Şekil 3.1. Çalışma Yeri (Tıngır-Kantar)....15
Şekil 3.2. Arazi testlerinde kullanılan damla sulama sisteminin plan detayı....19
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan lateral borular 20
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan filtreler....20
Şekil 3.5. Damlatıcı debi ölçümünde kullanılan cam mezür....24
Şekil 3.6. Manometre ile basınç ölçümü....27
Şekil 3.7. Toprak yüzeyindeki ıslatma çapları ölçümü 27
Şekil 4.1. Lateral borularda 100 m hat çekme mesafesindeki basınç değişimleri 35
Şekil 4.2. 25, 50, 75 ve 100 mlateral uzunlukları için hesaplanan % CVm değerleri....41
Şekil 4.3. 25, 50, 75 ve 100 mlateral uzunlukları için hesaplanan % CVm değerlerinin sütun grafiği ile gösterimi....42

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Araştırmada Kullanılan Sistemin Özellikleri ve Yapım Katsayıları.(Capra ve Tamburino,1995) 11
Çizelge 3.1. Konya İline Ait Bazı Meteorolojik Veriler (Anonim, 2008) 17
Çizelge 3.2. Arazi Testlerinde Kullanılan Lateral Boruların Bazı Teknik Özellikleri 18
Çizelge 3.3. Damla sulamada ortaya çıkabilecek bazı sorunlar ile su kalitesi ilişkileri. (Farouk, 1998b) 22
Çizelge 3.4. UC değerlerine göre su dağılım sınıflandırması (Tüzel, 1993) 23
Çizelge 3.5. EU değerlerine göre su dağılım sınıfları 25
Çizelge 3.6. Damlatıcı yapım katsayısına göre damlatıcı sınıfları (Anonim, 1996) 26
Çizelge 4.1. Toprakların Tekstürleri ve Hacim Ağırlığı 28
Çizelge 4.2. Toprakların Tarla Kapasitesi(TK), Solma Noktası(SN) ve Faydalı Su Kapasitesi (FSK) Değerleri 29
Çizelge 4.3. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri 29
Çizelge 4.4. Araştırma Alanı Kuyusunda Kullanılan Suyun Bazı Kimyasal Özellikleri 30
Çizelge 4.5. Yeknesaklık Katsayısına (UC) Göre Su Dağılım Durumu 32
Çizelge 4.6. Test Edilen lateral borularda Dağılım Türdeşliği, EU değerlerine Göre Su Dağılım Sınıfları 37
Çizelge 4.7. Test Edilen Lateral Borularda Damlatıcı Yapım Farklılık Katsayısına (CV_m) Göre Damlatıcı Sınıfları 40
Çizelge 4.8. Toprak Yüzeyindeki Islatma Çapları ve Alanları 45

1. GİRİŞ

Konya Kapalı Havzası 53850 km^2 alan ile Türkiye'nin en büyük havzalarından biridir. Yıllık ortalama yağış miktarı 343–378 mm arasında değişmektedir (Munsuz ve Ünver, 1983; Anonim, 2007).

Konya havzasının büyük çoğunluğu Konya, Karaman, Niğde ve Aksaray illerini kapsamaktadır. Toplam tarım alanı 3 150 000 hektar' dır ve Türkiye' nin toplam tarım alanlarının %12.2 sine tekabül etmektedir. Bu alanın yaklaşık %70' i Konya Ovasında yer alır.

Türkiye'nin kullanılabilir su potansiyelinin sadece % 2.5 i bu havzada yer almaktadır. Havzanın su kaynakları potansiyelinin önemli bir bölümü yer altı sularıdır.

İç Anadolu Bölgesi içinde yer alan Konya Kapalı Havzası yarı-kurak iklim özelliğine sahiptir ve son zamanlarda ekonomik getirisi yüksek olmasından dolayı, su tüketimi yüksek bitkilerin ekim alanlarında artış vardır. Bunun sonucunda da havzada yer altı su kaynaklarından fazla su çekimi görülmektedir. Konya Kapalı Havzasında en fazla yetiştirilen bitkiler hububat ve şeker pancarıdır. Özellikle yazlık olarak ekimi yapılan şeker pancarı, tarla fasulyesi, mısır, havuç ve patates gibi bitkilerin sulamasız yetiştirilmesi mümkün değildir.

Sulama, bitkilerin ideal gelişmelerini sürdürebilmeleri için gerekli olan ve doğal yağışlarla karşılanamayan suyun bitkilere ölçülü ve kontrollü biçimde verilerek bitki kök bölgesinde depolanmasıdır (Kara, 2005). Sulama, doğal yağışların ve toprakta yeterli nemin bulunmadığı şartlarda bitkisel üretimi artıran en önemli teknolojik faktörlerden biridir (Hassan ve ark. 2002).

Tanımından da anlaşıldığı üzere sulama, bitkisel üretimi etkileyen en önemli faktördür. Sulama aynı zamanda tarımda kullanılan gübre gibi diğer girdilerin etkinliğini de artırarak bitkisel üretimin önemli oranda artışına sebep olmaktadır.

Sulamanın asıl amacı bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu, ölçülü, dengeli ve kontrollü olarak bitkiye vermektir. Bu amaç doğrultusunda sulama yöntemleri geliştirilmiştir.

Genel olarak, yüzey sulama yöntemleri ile aşırı sulama uygulamaları sadece su kaynaklarının israfına değil, bunun yanında drenajın yetersiz olduğu sulanan tarım arazilerinde tuzluluk gibi bazı problemlerin ortaya çıkmasına da neden olabilir. Bu nedenle,

Konya gibi kurak ve yarı-kurak bölgelerinde aşırı sulama sonucu toprakların tuzlulaşmasının önlenmesi ve kıt su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması için su kalitesi göz önüne alınmak kaydı ile yakın gelecekte damla sulama yönteminin yaygın olarak kullanılması kaçınılmaz görünmektedir (Şimşek ve ark. 2004).

Hangi yöntem seçilirse seçilsin, sulamadan beklenen faydanın azami derecede olması için seçilen sulama yönteminin homojen bir su dağılımı sağlaması, derine sızma ve yüzey akış kayıplarını minimum düzeyde tutması, toprak erozyonuna sebep olmaması ve tarımsal mekanizasyona engel teşkil etmemesi arzu edilir.

Bugün Türkiye'de sulanan alanların yaklaşık %92'sinde salma sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Geri kalan kısımda basınçlı sulama yapılmaktadır. Geleneksel (elle boru taşıma) yağmurlama sulaması çiftçiler arasında yaygın olarak uygulanmaktadır ve 200 000 hektarın bu yöntemle sulandığı tahmin edilmektedir. DSİ sulamalarında 90 000 hektar' dan fazla alan yağmurlama, 12 000 hektar damla sulama ile sulanmaktadır (Eminoğlu, 2007).

Basınçlı sulama yöntemlerinden olan yağmurlama ve damla sulamada iyi bir su yönetimi ile yüksek su uygulama randımanı elde etmek mümkündür. Son zamanlarda Konya ili çevresinde şeker pancarı tarımında da damla sulama yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu yöntemin yaygınlaşmasında, yağmurlama sulama ile karşılaştırıldığında daha düşük enerjiye ihtiyaç duyması, su tasarrufunun yüksek olması ve sistemi işletme kolaylığı gibi unsurlar etkili olmaktadır.

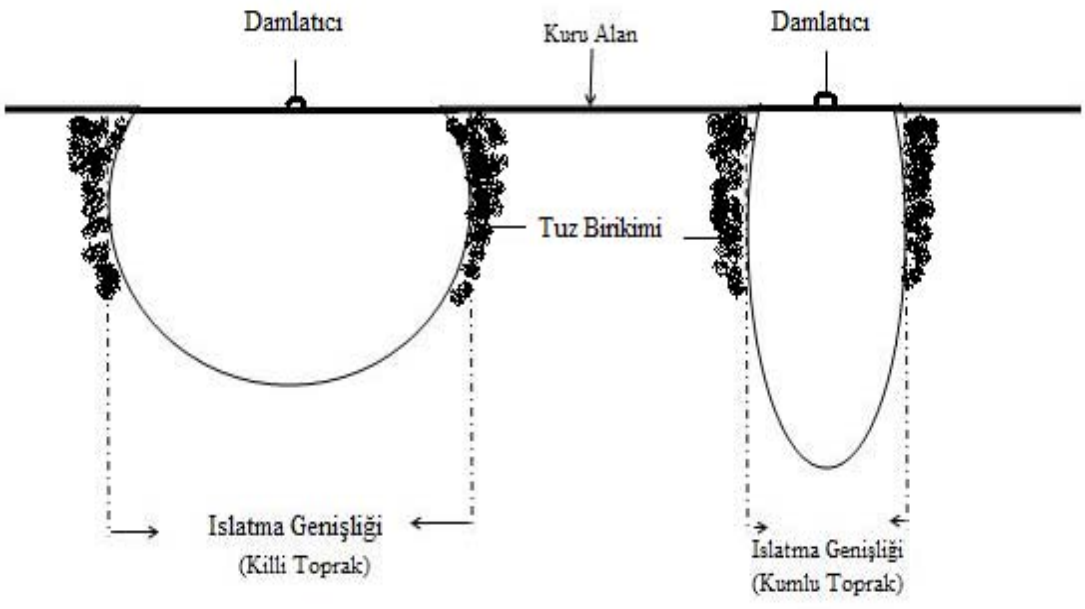
Damla sulama, suyun özel filtreler kullanılarak içindeki kum, kil, yosun vb. maddelerden temizlendikten sonra tarla, bahçe ve seralarda lateral olarak bilinen damla sulama boruları kullanarak bitkilerin doğrudan kök bölgesine suyun damlalar şeklinde düşük debide ve sık aralıklarla verilmesi şeklinde tanımlanabilir.

Damla sulamada damlatma işlemi, bitki sıklığına göre bitki gövdesi yakınına bir veya bir kaç noktada yapılabildiği gibi, çok sık ekilen veya dikilen bitkilerde birden fazla bitkiyi içine alan bir bitki grubuna bir noktada damlatma da yapılabilir (Kara, 2005).

Toprağa basınçsız veya düşük basınçla uygulanan sulama suyu, yer çekimi ve kapilar kuvvetlerin etkisiyle yatay ve düşey yönde hareket ederek elips veya şeker pancarı kök şekline benzer bir ıslak profil ve daire şeklinde ıslatma alanı oluşturur. Islak profilin şekli öncelikle toprağın tekstürüne bağlıdır. Bunun yanında damlatıcı debisi, sulama suyu

miktarı, topraktaki organik madde miktarı vb. faktörler de ıslak profilin şekline etki etmektedirler.

Bitki sırası boyunca ıslak daireler birbirine kesecek biçimde damlatma yapılınca ıslak bir şerit meydana gelir. Damlatıcı aralığı, bitki sırasındaki bitki sıklığına (sıra üzeri mesafeye) bağlıdır, meyve ağaçları gibi seyrek bitkilerde her bitki için ayrı bir ıslatma alanı oluşturulur. Böylece, sıra aralarında kuru alan bulunduğu gibi, sıra üzerinde de kuru alanlar bulunabilir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Bir damlatıcı altında ağır bünyeli (kil) (a) ve hafif bünyeli (kum) (b)toprakta su dağılımı (Acar, 2007)

Damla sulama sisteminin pek çok üstünlüğü vardır. Bunlar şunlardır:

- Damla sulamada iyi bir sulama suyu yönetimi ile yüksek sulama randımanı elde edilebilir, dolayısıyla aynı miktar su ile daha fazla alan sulanır.
- Meyilli arazilerde erozyona sebebiyet vermeden sulama yapmak mümkündür.

- Özellikle geniş aralıklarla dikilmiş meyve bahçelerinde arazi yüzeyinin tamamına su uygulanmadığı için ve bitkilerin veya ağaçların aralarında yabancı ot çıkışı olmadığından otlarla yapılan ilaçlı ve mekanik mücadelede tasarruf sağlanır
- Geniş aralıklı olarak yetiştirilen meyve bahçelerinde her yer sulanmadığı için her sulamadan sonra kaymak tabakasını kırmak ve toprağı havalandırmak için toprak işleme faaliyetleri neredeyse ortadan kalktığından işçilik ve kullanılan enerjiden tasarruf sağlanır.
- Diğer sulama sistemlerinde bir üretim döneminde gübreler en fazla 3–4 defada verildiği için toprağa her defasında fazla miktarda gübre uygulanır. Gübrelerin çoğu bitkiler tarafından alınamadan sulama suyu ile kök bölgesi altına doğru yıkanır, bir kısmı da aralarda çıkan yabancı otlar tarafından alınır. Damla sulamada her sulamada veya iki sulamada bir gübre verildiği için gübre azar azar uygulanır. Gübreler bütün tarlaya değil de, doğrudan bitki kök bölgesine verildiği için gübreden tasarruf sağlanır.
- Sık sık ve düşük debide su verildiği için toprakta su – hava dengesi kolayca ayarlanabilir.
- Arazideki bütün bitkilere eşit su ve gübre verildiği için bütün bitkiler eşit büyüklükte ve yüksek verimde olur.
- Düzenli sulama ve gübreleme sebebiyle, bitkiler daha erken ürüne yatar ve hasat daha erken yapılabilir.

Kurulmuş bir damla sulama sisteminin sağlıklı çalışıp çalışmadığını yani performansını belirlemek için belirli aralıklarla sistemin sulama yeknesaklığı araştırılmalıdır.

Latey ve ark. (1990), sulama sistemlerinin performanslarının belirlenmesinde en önemli göstergenin sulama yeknesaklığı yani sulama üniformitesi olduğunu bildirmişlerdir.

Gerçekte eş su dağılımını tam olarak belirlemek için arazideki tüm damlatıcı debilerinin ölçülmesi gerekir. Bunun yapılması çok zor, zahmetli ve bazen çok büyük alanlarda kısa damlatıcı aralıklarında hemen hemen mümkün değildir. Bu sebeple, araştırma alanını temsil ettiği düşünülen örnek damlatıcılar seçilerek debi ölçümleri bu damlatıcılarda yapılabilir.

Basınç ayarsız damlatıcıların kullanılması durumunda, boru hattında su hareket ederken sürtünme kaybından dolayı basıncı düşer ve bundan dolayı sistemin son bölümlerinde damlatıcı debisinin azalmasına sebep olur. Eğer boru çapı büyürse, sürtünme kaybı azalacağından su daha üniform bir şekilde dağılır ancak, bu durumda da sistemin maliyeti artar.

Bir sulama sisteminin işletim maliyeti de doğrudan sulama üniformitesi ile ilgilidir. Pek çok durumlarda, sistem yüksek basınçta işletildiğinde sulama suyu daha üniform olarak uygulanabilir. Ancak, bu durum enerji maliyetinin artmasına sebep alacaktır.

Bir sistem planlanırken, lateral boruların kaliteli olmasına, lateral borunun yüksek basınca (4 atm'e veya $4x10^4$ Pa'a kadar) ve damlatıcıların tıkanmalara karşı dayanıklı olmasına özen gösterilmelidir.

Damla sulamanın temel amaçlarından biri, sistemin ekonomik sınırlar dahilinde sulama suyunu bitkilere eşit olarak dağıtacak şekilde planlanmasıdır. Sulama suyunun bitkilere homojen dağılımını azaltan faktörler tam olarak bilinemese de belli başlı olanları şunlardır (Goyal, 2007):

- Sağlıklı çalışmayan pompa kullanımı veya pompa sistemindeki yıpranmalar,
- Dağıtım boru hattındaki kırılma ve yıpranmalar,
- Fiziksel, kimyasal ve biyolojik maddelerden kaynaklanan damlatıcılardaki tıkanmalar,
- Sulama sistemindeki paslanmalar,
- Sistemde kullanılan vanaların sağlıklı çalışmaması,
- Sistem planlanmasındaki eksiklikler.

Damla sulama sisteminin en önemli parçası damlatıcılardır. Damlatıcılar bazı özellikleri dikkate alınarak farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Dolayısıyla birçok araştırıcı damlatıcıları benzer şekilde sınıflandırmışlardır (Keller ve Karmeli, 1975; Dasberg ve Bresler, 1985).

Akış rejimine göre: Laminar akışlı, kısmi türbülans akışlı ve tam türbülans akışlı,

Lateral bağlantısına göre: Hat üstü (on-line) ve hat içi (in-line),

Basıncın kırılmasına göre: Uzun akış yollu, meme veya orifis kesitli damlatıcılar ve gözenekli borular,

Suyu dağıtma özelliğine göre: Tek çıkış noktasına sahip orifis ve uzun akış yollu damlatıcılar, birkaç su çıkış noktası bulunan orifis ve uzun akış yollu damlatıcılar, lateral hattı boyunca devamlı akış sağlayan delikli borular,

Tıkanmaya karşı hassasiyetlik derecesine göre: Çok hassas, hassas, az hassas,

Temizleme özelliklerine göre: Kendinden temizleyicili ve el ile temizlenen damlatıcılar,

Basınç düzenleyici özelliğine göre: Tam basınç düzenleyicili, kısmı basınç düzenleyicili ve basınç düzenleyicisiz damlatıcılar,

Ürün materyaline göre: Polivinilclorid (PVC), polietilen (PE) ve acrilontrilbutadienestyrene (ABS) yapımlı damlatıcılar şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Damlatıcı akış türdeşliğini etkileyen en önemli etkenlerden birisi damlatıcı yapım farklılıklarıdır (Keller ve Karmeli, 1974; Solomon, 1977). Damla sistemlerinde yüksek düzeyde su dağıtım türdeşliği elde edebilmek için damlatıcıların hatasız yapılması zorunludur. Ancak, damlatıcıların karmaşıklığı ve diğer üretim unsurları nedeniyle hatasız damlatıcı yapımı zorlaşmaktadır. Üretim sırasındaki sıcaklık değişimleri, şekillendirme hataları ve işlenmemiş materyalin tam karışamaması gibi birçok etken, damlatıcı türdeşliğini etkileyen etmenler olarak sayılabilir (Madramootoo ve ark. 1988). Anılan nedenlerle, aynı makineden çıkan iki damlatıcı, aynı sıcaklık ve basınçta test edildiğinde, farklı debilere sahip olabilir (Solomon, 1979). Teorik olarak, yapım farklılık katsayısı (CV_m) değerleri tüm damlatıcılar için sabit ve basınçtan bağımsız olmalıdır (Bralts ve Wu, 1979).

Yapım farklılık katsayısı (CV_m) damlatıcıların üretimleri sırasında oluşan kaçınılmaz yapım hatalarını ifade etmede kullanılan bir katsayı olup damlatıcı türdeşliğinin belirlenmesinde kullanılır. Her ne kadar değerlendirme için birçok standart önerilmişse de bu çalışmada ASAE standartları kullanılmıştır (Anonim, 1996).

Damlatıcı debilerindeki değişim birçok etmenden kaynaklanmaktadır. Hidrolik değişim ile damlatıcı performansının değişimi temel etmenlerden ikisidir. Hidrolik değişim, yan ana boru ve lateral hatlarındaki arazi eğimi, boru çapı ve uzunluğa bağlı olarak damlatıcıların değişik basınçlar altında çalışması sonucu ortaya çıkar. Damlatıcı performansının değişimi, damlatıcılar arasındaki yapımcı farklılıkları, damlatıcılardaki tıkanıklılık, su sıcaklığındaki değişmeler ve damlatıcıların yıpranmaları sonucudur. Bu nedenle, damla sulama sistemlerinde sistem performansının en önemli göstergesi olan

sulama yeknesaklığının belirlenmesinde anılan her iki değişimin de bilinmesi gerekmektedir (Tüzel, 1993).

Sistem performansı üzerine önemli etkiye sahip olan damlatıcı yapım farklılıkları, özünde eşit debilere sahip olması gereken damlatıcılar arasındaki debi farklılıklarının görülmesine yol açan önemli bir etmendir (Özekici ve Bozkurt, 1996).

Kırnak ve ark. (2004), damla sulama yönteminde sulama suyu eş dağılımının sadece arazinin topoğrafik yapısı gibi sistemin hidrolik planlamasına bağlı olmadığını bunun yanında damlatıcı yapım farklılığına da bağlı olduğunu bildirmişlerdir. CV_m değerinin daha düşük değerlerde olmasının daha iyi su dağılım homojenliği sağlamak için büyük önem taşıdığını belirtmişlerdir.

Araziye uygulanan damla sulama sistemlerinin büyük çoğunluğunda planlama hataları mevcuttur. Damla sulama sistemlerinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri de lateral boruların araziye genellikle katalogda belirtilen borunun basınç, damlatıcı aralığı ve damlatıcı debisi gibi faktörleri göz ardı ederek lateral boruların azami uzatma mesafesinden daha fazla uzatılmasıdır. Bu durum lateral boruların sonuna doğru sürtünmeden dolayı basıncın azalmasına bağlı olarak bitkilere uygulanan suyun da azalmasına sebep olmaktadır. Eğer gereğinden çok fazla uzatılırsa arazinin bazı bölümleri (sonları) yeterli miktarda su alamayacağından söz konusu bitkiler yeterince sudan faydalanamaz, verimleri önemli oranda azalabilir. Bu çalışma ile yerli üretim bazı damla sulama lateral borularının, optimum uzunluk başta olmak üzere sulamada kullanım özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu araştırmada, öncelikle Konya Yöresi olmak üzere Türkiye'de damla sulamada lateral uzunluklarının doğru olarak planlanması için hangi kriterlere bakılacağı konusunda bundan sonraki çalışmalara ışık tutması ve damlatıcı aralığı – basınç - damlatıcı debisi - lateral boru çapı' na bağlı olarak lateral boruların araziye ne kadar uzatılacağını ortaya konması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Salma ve yağmurlama sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında iyi bir su yönetimi ile damla sulamada %30–60 oranında su tasarrufu sağlanabilir (Anonim, 2004).

Al-Juneidi ve Isaac (1999), Ürdün'de yapmış oldukları bir araştırmada tarımda mevcut sulama suyunun %97' inin damla; %2.4 'ünde yağmurlama ile uygulandığını belirlemişlerdir. Su uygulama randımanını damla sulamada %85 ve yağmurlama sulamada %78 olarak tespit etmişlerdir.

Klasik sulama sistemlerinde, sulama parsellerinin küçük olması, karık veya tava boyutlarının uygun seçilememesi su yönetimi güçleştirmekte, sulama randımanı düşmekte ve tarla içi su kayıplarının da fazla olmasına neden olmaktadır. Tava veya karık sulama yöntemleri kullanıldığında ideal koşullarda tarla su uygulama randımanı %60 civarında olup, şebekedeki sızma, buharlaşma ve işletme kayıpları da ilave edilirse randıman yaklaşık %50 olmaktadır. Bitkiye ihtiyacı olan 1 m^3 suyu verebilmek için 2 m^3 su kullanılmaktadır. Klasik sulama yöntemleri yerine yağmurlama ve damla sulama yöntemleri kullanılması durumunda randıman %60' dan sırası ile %80 ve %90'a çıkabilmektedir. Bu da %20 ile %30'luk bir su tasarrufu demektir (Kanber ve ark. 2005).

Damla sulama yönteminin sağladığı su artırımı birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Bu yöntemin diğer yöntemlere göre sağladığı su tasarrufunu ortaya koymak için birçok araştırma yürütülmüştür. Suryawanshi (1995), Hindistan'da damla yönteminin diğer geleneksel sulama yöntemlerine göre verim ve su tasarrufu açısından karşılaştırıldığı birçok çalışmayı derlemiştir. Bu çalışmasında birçok bitkide damla sulamanın hem verimi arttırdığı, hem de büyük su tasarrufu sağladığını göstermiştir. Su artırımının bitki çeşidine bağlı olarak %36 (Karpuz) ile %79 (Şeker pancarı) arasında değiştiği görülmektedir.

Wang ve ark. (2005), damla sulamada sulama sıklığının topraktaki nem dağılımına, patates kök dağılımına, patates yumru verimine ve su kullanıma etkisini belirlemek amacıyla 2001–2002 bitki yetiştirme döneminde Çin'de Tarım Ekosistem İstasyonunda (LAES), Hebei yöresinde bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada 6 farklı sulama aralığı; günde bir (N1), 2 günde bir (N2), 3 günde bir (N3), 4 günde bir (N4), 6 günde bir (N6) ve 8 günde bir (N8) kullanmışlardır. Sonuç olarak, sulama sıklığı patatesin yetiştirme safhası, toprak derinliği ve damlatıcıdan uzaklığa bağlı olarak topraktaki nem dağılımını

değiştirmemiştir. N1 uygulamasında, topraktaki nem muhtevasında 70 cm ve 90 cm derinliklerde önemli oranda değişim belirlemişlerdir. Patatesin kök gelişiminin sulama aralığından etkilendiğini, sulama sıklığı arttıkça kök yoğunluğunun aşağı doğru arttığını, patates yumru büyüklüğünü ve su kullanım randımanını artırdığını tespit etmişlerdir. Sulama sıklığı azaldıkça, (N1'den N8'e çıktıkça), 2001 ve 2002 yıllarında sırasıyla verimde %33,4 ve %29,1 gibi önemli oranda azalma tespit etmişlerdir.

Farouk (1998a), iyi planlanan bir damla sulama sisteminde, sulama suyunun araziye yeknesak dağılması gerektiğini bildirmiştir. Kötü su dağılımı bitkinin ihtiyacından fazla veya az miktarda sulama suyu uygulamasından kaynaklanmaktadır. Şayet sulama randımanı, kök bölgesinde depolanan suyun şebekeye verilen suya göre % 'si olarak tanımlanırsa, düşük su dağılımı, pompada fazla enerji tüketimi ve düşük randımana sebep olmaktadır. Bunun yanında, aşırı su uygulaması kök bölgesinin alt kısmını yıkamak suretiyle gübrenin etkin kullanımını azaltır ve böylece yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine sebep olabilmektedir. Damla sulamada su dağılım yeknesaklığının düşük olmasının başlıca iki önemli sebebinin bulunduğunu ve bunların; damlatıcıların tıkanması ve düzensiz basınç dağılımları olduğunu bildirmiştir.

Little ve ark. (1993), düşük dağılım üniformitesinin en büyük sebebinin kullanılan lateralden kaynaklandığını belirterek basınç değişimlerinin homojen olmayan su dağılımına etki payının %52 olduğunu bildirmiştir. Damlatıcı imalat farklılığı, tıkanma, damlatıcı aralığı ve sistem kapatıldıktan sonra damlatıcı debisindeki değişimin ise %42 oranında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek basınç değişiminin de arazinin dalgalı olması ve aşırı lateral uzatılmasından kaynaklandığını; basınçtaki değişimlerin manifold ve lateral boru çapının artırılması veya manifold ve lateral boru uzunluklarının kısaltılması ve uygun noktalara basınç düzenleyiciler koymak ve basınç düzenleyicili damlatıcı kullanmak suretiyle önlenebileceğini tavsiye etmişlerdir.

Demir ve Yürdem (2002), aynı damlatıcının yer aldığı farklı çaplı damla sulama borularında en uygun lateral uzunlukları incelemişlerdir. Bu amaçla, içten geçik uzun akış yollu, 20, 25, 33, 40, 50, 60 ve 75 cm damlatıcı aralıklı, 14.8 mm (iç çap: 13.0 mm) ve 15.8 mm (iç çap: 14.0 mm) dış çapa sahip iki farklı damla sulama borusu ele almışlardır. Araştırmada, damlatıcı özelliklerini belirlemiş ve lateral borularda meydana gelen sürtünme kayıplarını ölçmüşlerdir. Elde edilen basınç-debi ve sürtünme kayıp eşitlikleri kullanılarak,

hazırlanan bir bilgisayar programı yardımıyla 1.0 ve 1.5 bar çalışma basınçları ile çeşitli eğim koşullarında, eş su dağılımı sağlayan lateral uzunluklarını ortaya koymuşlardır. Her iki çap için, çeşitli çalışma koşullarındaki en uygun lateral uzunluklarındaki sapmaları yüzde olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, aynı tip damlatıcının küçük çaplı boruda kullanılması durumunda çeşitli çalışma koşullarında damlatıcı aralığına bağlı olarak lateral uzunluğu % 3.07 – 9.92 arasında daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

Keller ve Karmeli (1975); Bralts (1986), damla sulama sisteminin değerlendirilmesinde üniformite katsayısının (UC) kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. Eğer sistemin eş su dağılımı **zayıf** ya da **kabul edilemez** sınıfına giriyor ise gerekli önlemlerin alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Tüzel (1993), damla sulama sistemlerinin değerlendirilmesinde kıstas olarak kabul edilen yeknesaklık katsayısı (UC) sınırlarının %90 ve yukarısı için **çok iyi**; %80–90 için **iyi** ;%70–80 için **orta** ; %60 – 70 için **zayıf** ve <%60 için **kabul edilemez** olduğunu bildirmiştir.

Konya Havzasında, Karaman, Konya ve Aksaray il merkezi civarında yapılan araştırmalarda (Acar, 2001; Bağdatlı ve Acar, 2009; Düzgün, 2009) ortalama UC değerleri söz konusu çalışma alanları için, sırasıyla %94, %89.9 ve %68.8 tespit edilmiştir. Araştırmacılar, su dağılım durumlarını Tüzel (1993)' e göre **mükemmel**, **iyi** ve **zayıf** olarak sınıflandırmıştır.

Capra ve Tamburino (1995) Italya' da damlatıcı yapım katsayısının (CV_m) belirlemek amacıyla debi ölçümleri yapmışlardır. Bu araştırmada damla sulama için 10 mSS; mikrojetler ise 15 mSS basınç kullanmışlardır. Her bir yan boru üzerinde en az 18 adet damlatıcıyı test etmişlerdir. Yani her bir yan boru üzerinde en az 6 adet lateral; her lateral üzerinde de 3 damlatıcıda (lateral başında, lateral ortasında ve lateral sonunda) debi ölçümlerini yapmışlardır. Farklı damlatıcı tipleri kullanılarak yapılan bu araştırmanın sonuçları Çizelge 2.1 verilmiştir. Yapılan test sonucunda, damlama sulamada debi değerlerinin 4–16 L/h; mikrojette ise için 68–161 L/h arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bütün sistemleri değerlendirdiklerinde CV_m değerini %1- % 31 arasında bulmuşlardır.

Çizelge 2.1 Araştırmada Kullanılan Sistemin Özellikleri ve Yapım Katsayıları.(Capra ve Tamburino,1995)

Test Edilen Sistem	Damlatıcı Türü	Damlatıcı Debileri, L/h	Damlatıcı Yapım Katsayısı, CV_m(%)
1	TurboKey	8	18
2	Alfa-Ja Y	16	31
3	Alprene	10	10
4	TurboKey	8	18
5	Keyclip	8	18
6	***GadiRed****	90	14
7	***GadiBrown****	131	3
8	TurboKey	8	18
9	Alfa-Ja X	5	26
10	Agriplast	6	4
11	***Gadi Green****	68	8
12	Netafim PP	4	5
13	Alfa-Ja X	5	26
14	Alfa-Ja X	5	26
15	Hydromaster	13	18
16	***Microfix White****	161	**1**
17	Alfa-Ja Y	16	**31**
18	Hydromaster	13	18
19	TurboKey	4	18
20	Agridrip	8	2
21	Agridrip	8	2

* mikrojets; diğerleri damlatıcılardır.

Damlatıcı yapım farklılık katsayısı (CV_m) değeri genellikle %2 ile %15 arasında değişmekle beraber daha yüksek değerler de elde etmek mümkündür (Pitchford,1980; Boswell, 1985).

Solomon (1985), damla sulama yöntemlerinde sulama suyunun homojen dağılımına yan boru ve laterallerdeki sürtünme kayıpları, kot farklılıklarından kaynaklanan basınç değişiklikleri, bitki başına damlatıcı sayısı, sistemin bakımı, damlatıcılarda meydana gelen kısmen veya tamamen oluşan tıkanmaların derecesi gibi birçok faktörün etkili olduğu bildirilmiştir.

Yaohu ve ark. (1995), bitkilere homojen su uygulama için damla sulama sisteminin planlanmasında, yan boru ve lateral boru uzunluklarının, çap ve işletme basınçlarının sağlıklı olarak belirlenmesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

Jarrett (1996), basınç ayarlı damlatıcılarda debinin 0.34 – 1.4 atm basınç aralığında sabit olduğunu ve söz konusu damlatıcıların bulunduğu laterallerde azami yükseklik farkının lateral boyunca 6 m' yi geçmemesi gerektiğini tavsiye etmiştir. Basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda ise debinin basınçla değiştiğini ve uygun bir bitki gelişimi için lateral boyunca basınç değişiminin <%20 'den az olması gerektiğini belirtmiştir.

Çakmak ve Beyribey (1996) , damla sulamada kullanılan laterallerin eğimsiz veya tesviye eğrilerine paralel olarak yerleştirilmelerinin uygun olacağını belirterek lateral uzunluğunun meyve bahçelerinde veya bağda 150 m, sıra bitkilerinde ise 200 m olmasını tavsiye etmektedirler.

Damla sulama sisteminin etkin bir şekilde kullanılması ancak sistemin doğru olarak projelenmesi ile gerçekleştirilebilir. Sisteminin randımanlı çalışmasında önemli etkiye sahip olan damlatıcılar, sistemin en önemli unsurlarıdır. Çünkü damla sulama sistemlerinde sulama randımanı damlatıcılardan çıkan debinin eşdeşliğine bağlıdır. İdeal olarak, bir sistemde bulunan tüm damlatıcılar eşit miktarda su dağıtmalıdırlar (Özekici ve Bozkurt, 1996).

Wallach (1990), sulanan tarım arazilerinden elde edilen ürün miktarına etki eden en önemli faktörün sulama suyunun yeknesak dağılımı olduğunu belirterek sulama yeknesaklığına sulama yönteminin, yapılan planlamanın şeklinin, arazinin topoğrafik yapısının, mevcut rüzgâr hızının ve sistemindeki hidrolik özelliklerin etkili olduğunu bildirmiştir. Bu sebeple, en uygun sulama yönteminin seçiminde, arazi yüzeyindeki su-derinlik ilişkilerinin bilinmesinin bitkisel üretim açısından önem taşıdığını ve planlanma, yönetim ve ekonomik değerlendirmelerin yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Wu ve Wu (1997), damla sulamada sulama üniformitesine sadece sistemin hidrolik planlamasının etki etmediğini, bunun yanında damlatıcı yapım farklılıkları, damlatıcılardaki tıkanma, toprağın hidrolik özellikleri ve damlatıcı aralığının da etki ettiğini bildirmişlerdir.

Acar ve ark. (2009), Antalya ili Serik İlçesi civarındaki 11 adet serada basıncın debi değişimine etkisini araştırmışlardır. Söz konusu işletmelerdeki damla sulama sistemlerinin

tamamının elektrik ile çalıştırıldığı, basıncın 1.5–2.0 atm. arasında değiştiğini ve ölçülen bu basınçların damla sulamada ideal olarak kabul edilen 1.0 atm. den daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, basınç arttıkça damlatıcı debisinin de arttığını belirlemişlerdir.

Bralts ve ark. (1982), lateral boru hattındaki basınç değişimleri kullanılarak damlatıcı debi değişimini hesaplamanın mümkün olduğunu yani en küçük ve en büyük damlatıcı debilerinin mukayese edilerek damlatıcı debi değişiminin hesaplanabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar damlatıcı debi değişiminin %10 olduğunda, UC değerinin %98; %20 olduğunda ise %95 civarında olduğunu bildirmişlerdir.

Damlatıcı yapım farklılıkları damlatıcının üretimi sırasında meydana gelen yapım hataları olup bunun kontrolü ve düzeltilme olanağı yoktur. Bu nedenle, uygulayıcılar kullanacakları damlatıcıların yapım farklılıklarını dikkate alarak projeleme yapmalıdırlar. Yapım farklılıklarının dikkate alınmadan projelenen sistemlerde tüm etkenler optimum düzeyde olsa bile, sistemin su dağılım türdeşliği düşük değerlerde sonuçlanabilir. Buna bağlı olarak da arazideki bazı bitkilere gereğinden az, bazılarına ise gereğinden çok su uygulanmış olur (Bozkurt, 1996).

Kırnak ve ark. (2004), damla sulama sisteminin etkinliğinin damlatıcıdan çıkan debinin eşdeşliğine bağlı olduğunu, her yönüyle aynı iki damlatıcının üretiminin imkansız olduğunu ve damlatıcılardaki debi değişiminin belirlenmesinde ise yapım farklılık katsayısının kullanılabileceğini önermişlerdir. Araştırıcılar, içten geçmeli damlatıcılardaki yapım farklılıkları ile değişik basınçlardaki debileri, üretici firma ve test sonuçları ile karşılaştırmıştır. Üretici firmalardan alınan 9 farklı damlatıcının 5 işletme basıncında debilerini ölçmüşlerdir. ASAE standartlarına göre yapım farklılık katsayısını, basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda **kabul edilemez** sınırları içinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Sohrabi ve ark. (1999), İran da 7 tanesi yerli, 2 tanesi de yabancı 9 adet damla sulama lateralini damlatıcı yapım farklılığı katsayısına göre sınıflandırmak amacıyla yapmış olduğu bir çalışmada, 0.5, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5 ve 2.0 atm. basınçlarını kullanmıştır. Test edilen damlatıcılardan 5 tanesi uzun akış yollu, 2 tanesi basınç ayarlı ve 2 tanesi de orifis tip damlatıcılardır. Sonuçta, damlatıcılardan 3 tanesini **mükemmel**, 1 tanesini **iyi**, 1 tanesini **orta**, 1 tanesini **zayıf** ve 3 tanesini de **kullanılamaz** olarak sınıflandırmışlardır.

Çamoğlu ve Yavuz (2004), Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yerli ve yabancı yapım damlatıcıların yapım faklılıklarının sulama performanslarına olan etkisinin

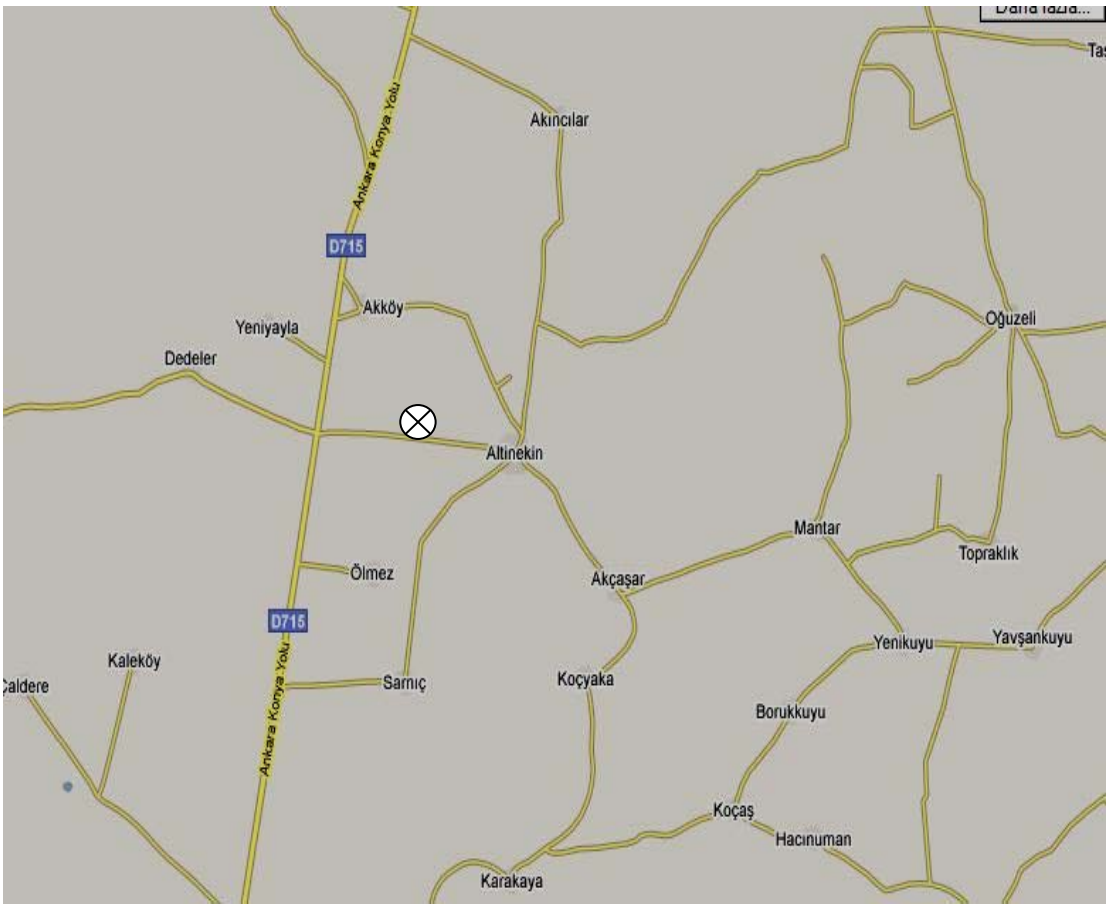
belirlenmesi için bir araştırma yapmışlardır. Sonuç olarak; yabancı yapım damlatıcıların ortalama yapım farklılık katsayısını (CV_m) % 3.33, damlama türdeşliğini (EU) % 96.04, Christiansen yeknesaklık katsayısını (UC) % 97.41 ve istatistiksel üniformluk katsayısını (US) % 96.66; yerli yapım damlatıcılarda ise ortalama yapım farklılık katsayısını (CV_m) % 2.89, damlama türdeşliğini (EU) % 96.61, Christiansen yeknesaklık katsayısını (UC) % 97.62 ve istatistiksel üniformluk katsayısını (US) % 97.11 olarak bulmuşlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Çalışma alanı

Bu araştırma Konya ili Altınekin ilçesi sınırları içerisinde yer alan Tıngır-Kantar mevkii olarak bilinen yerde 2010 yılı sulama sezonunda yürütülmüştür (Şekil 3.1).



⊗ Şekil 3.1: Çalışma Yeri (Tıngır-Kantar)

Tıngır-Kantar Mevki, Altınekin Ankara karayolu üzerinde olup, Altınekin ilçe merkezine 5 km uzaklıktadır. Bu alanın araştırma yeri olarak seçilmesinin nedeni söz konusu bölgede damla sulama sistemi kullanımının giderek artmasıdır.

Altınekin'in eski adı suyu bol anlamına gelen ZIVARIK' tır. Altınekin ilçesi 32º 32' ve 32º 58' doğu boylamları ile 38º 08' ve 38º 34' kuzey enlemleri arasında yer alır. İlçe

İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde Konya ilinin kuzeyinde ve Konya iline yaklaşık 66 km mesafede bulunan bir yerleşim merkezidir. İlçe kuzeyden Cihanbeyli, güneyden Selçuklu ve Karatay, batıdan Sarayönü ilçeleri ve doğudan Aksaray ili ile çevrilidir. Konya ovasının kuzeye uzanan devamı olan Altınekin' in deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 950–1000 m dir. Arazi yapısı genelde düz olup yer yer küçük tepecikler görülmektedir. En yüksek tepesi olan Ballık Tepesi' nin yüksekliği yaklaşık 1455 m dir. Altınekin' in yüzölçümü 1106 km²' dir. İlçe' de 64596 hektar ekilebilen tarım alanı vardır. Bunun 44280 hektarı sulu, 20316 hektarı ise kuru tarım alanlarıdır. Dolayısıyla ilçede ekilebilen alanların %69' u sulanır alanlar, %31'i ise kurak alanlar oluşturmaktadır. İlçe' de en fazla yetiştirilen tarım ürünleri buğday ve şekerpancarıdır. Son zamanlarda ayçiçeği ve fasulye yetiştiriciliği de yapılmaktadır.

İç Anadolu bölgesinde olması nedeniyle karasal iklim kuşağı içindedir. Ancak, Altınekin'deki karasal iklimin özellikleri İç Anadolu'nun karasal iklim tipinden çok, Doğu Anadolu'nun karasal iklim tipine benzerlik göstermektedir. Bu yüzden, Altınekin ile Konya arasında iklim farklılıkları vardır. Yaz ayları çok sıcak, kış ayları ise sert ve soğuk geçmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık 10.9 ºC' dir. Kış aylarının büyük bir kısmında don olayı görülür. İlçede uzun yıllar meteorolojik değerlere bakıldığında ortama yağış miktarı yaklaşık 374 mm' dir. Yılın Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarını incelediğimizde donlu gün olaylarının genelde bu aylarda yoğunlaştığı gözlenmektedir.

Çizelge. 3.1 de görüldüğü gibi toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalaması 316.5 mm; araştırmanın yürütüldüğü 2010 yılında ise 284.7 mm dir. Son yıllarda ölçülen yağış miktarının geçmiş yıllara göre gittikçe azaldığı açıkça görülmektedir.

Çizelge 3.1. Konya İline Ait Bazı Meteorolojik Veriler (Anonim, 2008)

İklim Değerleri		**1.**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**Yıllık**
Max. Sıcaklık, (°C)	**	16.70	19.90	24.20	23.60	30.40	31.40	37.00	38.50	32.40	26.40	24.10	21.80	
	*	17.6	21.6	28.9	30	34.4	36.7	40.6	37.8	36.1	31.6	25.2	21.8	
Min. Sıcaklık, (°C)	**	-7.70	-5.30	-2.70	-0.50	1.80	10.30	12.90	10.10	7.50	0.10	0.00	-3.90	
	*	-25.8	-26.5	-15.8	-8.6	-1.2	3.2	6	6.6	0.4	-7.6	-20	-22.4	
Ort.Sıcaklık, (°C)	**	4.09	5.50	8.45	11.34	16.40	20.22	24.77	25.66	20.84	13.06	10.70	6.95	
	*	-0.3	1.2	5.6	11	15.6	20	23.4	22.9	18.3	12.3	6	1.6	
Toplam Yağış, (mm)	**	22.7	25.0	2.0	43.1	9.7	59.6	2.8	4.4	4.7	31.3	**0.5**	**74.1**	284.7
	*	34.1	27.7	27.1	32.8	43.7	24.1	6.8	**5.5**	10.9	29.7	32.8	**41.4**	316.5
Ort. Nisbi Nem, (%)	**	84	89	66	72	57	62	49	38	46	74	66	80	
	*	77	72.2	64.1	58.2	55.9	48.2	41.8	42.3	47.8	60	70.4	77.6	
Ort. Rüzgar Hızı, (m/sn)	**	3.77	4.61	3.89	2.91	2.99	3.08	3.39	3.16	3.24	3.14	2.64	3.47	
	*	1.9	2.1	2.4	2.3	2.1	2.3	2.6	2.4	2.1	1.8	1.6	1.8	

(*Uzun Yıllar 1965-2007, **2010 Yılı)

3.1.2 Araştırmada kullanılan lateral borular

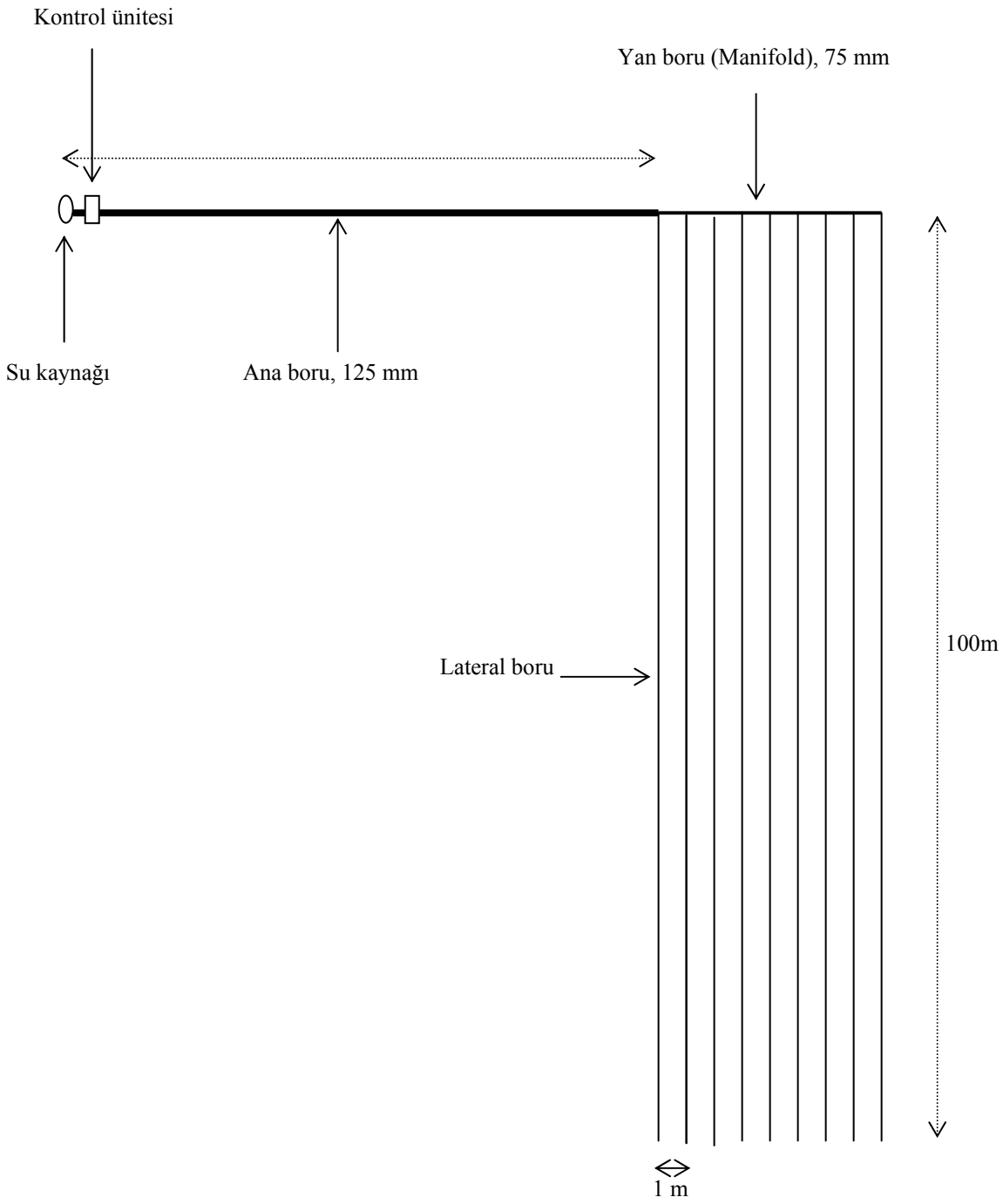
Araştırmada, farklı basınçlarda (lateral başında 1.70 – 1.20 atm. ; lateral sonunda 1.50-0.20 atm.) 10 farklı lateral boruda, dört farklı lateral uzatma mesafesinde debi ölçümleri yapılmıştır. Arazi testlerinde kullanılan damlama borularının teknik özellikleri Çizelge. 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3. 2 Arazi Testlerinde Kullanılan Lateral Boruların Bazı Teknik Özellikleri

Araştırmada Kullanılan Lateral Borular	Boru Şekli	Dış Boru Çapı, (mm)	Firma İşletme Basıncı, (Atm.)	Firma Debisi, (L/h)	Et Kalınlığı, (mm)	Damlatıcı Aralığı, (m)
I	Yuvarlak	20	1.0	2	1.0	0.20
II	Yuvarlak	20	1.0	2	1.0	0.30
III	Yuvarlak	16	1.0	2	0.9	0.30
IV	Yuvarlak	16	1.0	2	0.9	0.20
V	Yuvarlak	16	1.0	1.5	0.9	0.20
VI	Yuvarlak	16	1.0	1.5	0.9	0.30
VII	Yuvarlak	20	1.0	1.5	1.0	0.30
VIII	Yuvarlak	20	1.0	1.5	1.0	0.20
IX	Yassı	16	1.0	1.9	0.4	0.30
X	Yassı	17	1.0	1.6	0.45	0.20

Araştırmada kullanılan damla sulama sistemi, su kaynağı, kontrol ünitesi ve su dağıtım borularından oluşmaktadır. Sulama suyu 38 m derinliğindeki derin kuyudan dizel motopomp kullanılarak alınmaktadır.

Kontrol ünitesinde hidrosiklon, disk filtreler, kontrol vanaları, gübre tankı (100 L) ve basınçölçerler vardır. Dağıtım sisteminde ana boru PVC (125 mm) ve yan boru PE (75 mm) bulunmaktadır. Test edilen lateral borular 16mm, 17 mm ve 20 mm çapındadır (Şekil. 3.2). Araştırmada kullanılan lateral borular ve filtrelerin arazide görünüşü Şekil 3.3 ve 3.4' deki gibidir.



Şekil 3.2. Arazi testlerinde kullanılan damla sulama sisteminin plan detayı



Şekil 3.3 Araştırmada kullanılan lateral borular



Şekil 3.4 Araştırmada kullanılan filtreler

3.2. Yöntem

3.2.1 Sulamayı ilgilendiren bazı toprak özelliklerinin tespiti

Toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 0–30 cm ve 30–60 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek laboratuara getirilmiştir.

Toprak bünyesi: Bouyocous (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır.

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde A.B.D. Tuzluluk laboratuarına göre belirlenmiştir (Anonim, 1954).

Tarla kapasitesi:1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1977).

Solma noktası: 15 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

pH: Cam elektrodlu, dijital göstergeli pH metre ile saturasyon ekstraktında ölçülmüştür (Richards, 1954).

Tuzluluk (elektriksel iletkenlik, EC): Saturasyon ekstraktında dijital göstergeli iletkenlik ölçer ile ölçülmüştür (Oğuzer, 1995).

Kireç (Kalsiyum Karbonat)(%): $CaCO_3$ yüzdesi Scheibler yöntemi ile volumetrik olarak tayin edilmiştir (Çağlar, 1958).

3.2.2 Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi

Çalışmada yararlanılan kuyunun debisi 50–60 ton/saat olup söz konusu kuyu suyunun sulama açısından kalitesini tespit etmek amacıyla su örneği alınmıştır. Örnekte pH, elektriksel iletkenlik, toplam anyon ve katyonlar ölçülmüştür. Sulama suyunda yapılan analiz ve yöntemler şunlardır:

pH: Cam elekrotlu, dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

Elektriksel iletkenlik (EC): Dijital göstergeli iletkenlik ölçme aleti ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

Suda çözülebilir anyon ve katyonlar: Kalsiyum ve magnezyum versanet yöntemiyle, sodyum ve potasyum alev fotometresi kullanılarak; Karbonat ve bikarbonat H_2SO_4 ile titre edilerek; klor $AgNO_3$ ile titrasyon suretiyle; sülfat $BaSO_4$ şeklinde çökeltilerek belirlenmiştir (Richards 1954).

Sonuçlar Farouk (1998b) tarafından önerilen Çizelge 3.3'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. 3. Damla sulamada ortaya çıkabilecek bazı sorunlar ile su kalitesi ilişkileri. (Farouk, 1998b)

Sorunlar ve sebepleri	**Problemin şiddeti**		
	Az	**Orta**	**Yüksek**
Tıkanma pH	<7	7–8	>10
Bitkiye zararlılık EC(μmhos/cm)	<750	750–3000	>3000
Spesifik iyon zararı Klor (ppm)	<142	142–355	>355

3.2.3. Eş su dağılım katsayıları

Damla sulama sisteminin en önemli parçası damlatıcılardır ve sulama suyu çok küçük açıklığa sahip olan bu damlatıcılar vasıtasıyla bitkilere uygulanır. Düşük işletme basıncı kullanımı, boru çaplarının ve uzunluklarının yanlış seçimi ve araziye uygulanması, sistemde meydana gelen yıpranma ve kaçaklar da homojen olmayan su dağılımına sebep olmaktadır.

Yağmurlama ve damla sulama sistemlerinde suyun dengeli (homojen) dağılımı önemlidir. Suyun sistem içerisinde dengeli dağılıp dağılmadığını değerlendirmek amacıyla

Christiansen Üniformite (yeknesaklık, homojenlik, eş su dağılım) Katsayısı (UC) ile Dağılım Katsayısı (Debi eş dağılım türdeşliği) (EU) geliştirilmiştir. Bu araştırmada her iki katsayı da kullanılmıştır.

Eş su dağılım katsayılarını belirlemek amacıyla 10 farklı üretici firmadan alınan (in-line tip sekiz tanesi yuvarlak ve iki tanesi yassı) lateral borularda 25, 50, 75 ve 100 m hat çekme mesafelerinde farklı işletme basınçlarında tesadüfî olarak seçilen 5 farklı noktada hassas debi ölçüm testleri yapılmıştır. Söz konusu beş adet debi ölçümü lateral başında, ortasında ve sonunda yapılmıştır. Damlatıcı debilerinin belirlenmesinde belirli bir sürede kaplarda biriken su miktarlarının ölçümü esas alınmıştır. Kaplarda biriken suyun ölçülmesinde dereceli cam mezürler kullanılmıştır (Şekil 3.4).

UC değerinin hesaplanmasında Wu and Gitlin (1974) tarafından tavsiye edilen aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

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

Eşitlikte;

UC: Sulama suyu eş su dağılım katsayısı, %

Δq:Damlatıcı debilerinin ortalama damlatıcı debisinden mutlak değer olarak sapmalarının ortalaması, L/h

q_{ort}: Ortalama damlatıcı debisi, L/h

Sonuçlar Çizelge 3.4' e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4. UC değerlerine göre su dağılım sınıflandırması (Tüzel, 1993):

UC %	**Su Dağılım Sınıfı**
> % 90	Çok iyi
% 80 – 90	İyi
% 70– 80	Orta
% 60 – 70	Zayıf
< % 60	Çok zayıf veya Kabul edilemez



Şekil. 3.5 Damlatıcı debi ölçümünde kullanılan cam mezür

Dağılım katsayısı veya damlatıcı türdeşliği (EU) sabit basınçta, damlatıcılar arasındaki debi değişimlerinin bir ifadesi olup matematiksel olarak aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\%EU = \frac{q_{\%25}}{q_a} x100 \qquad (2)$$

Eşitlikte; EU- Dağılım katsayısı (%), $q_{\%25}$- Damlatıcılardan en küçük debili ¼ (%25)' ünün ortalaması (L/ h), ve q_a - Tüm damlatıcı debilerinin ortalaması, L /h.

Sonuçlar, Merriam ve Keller (1978); Anonim (1983)' tarafından önerilen Çizelge. 3.5'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. 5. EU değerlerine göre su dağılım sınıfları

EU, %	Sınıflandırma Merriam ve Keller (1978)	Sınıflandırma Anonim (1983)
<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

3.2.4 Damlatıcı yapım farklılık katsayısı hesabı

Yapım farklılık katsayısı (CV_m) damlatıcıların üretimleri sırasında oluşan kaçınılmaz yapım hatalarını ifade etmede kullanılan bir katsayı olup damlatıcı türdeşliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Yapım farklılık katsayılarını belirlemek amacıyla yukarıda belirtildiği gibi 10 farklı üretici firmadan alınan (sekiz tanesi yuvarlak ve iki tanesi yassı in-line damlatıcılı boru) lateral borularda 25, 50, 75 ve 100 m hat çekme mesafelerinde farklı işletme basınçlarında tesadüfî olarak seçilen 5 farklı noktada damlatıcı debi ölçüm değerleri kullanılmıştır.

Bu araştırmada CV_m hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır. Değerlendirmede Çizelge.3.6' de verilen standartlar esas alınmıştır (Anonim, 1996).

$$CV_m = \frac{S}{q_a} \qquad (3)$$

Eşitlikte:

$CV_{m=}$ Damlatıcı yapım katsayısı, (%)
S= Damlatıcı debilerinin standart sapması, (L/s),
q_a= Damlatıcı debilerinin ortalaması, (L/s).

Damlatıcı yapım farklılığı, damlatıcı imalatı esnasında ısı değişimlerinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında, yüksek CV_m üretilen damlatıcılarda kullanılan materyallerin heterojen olarak karışmasından da kaynaklanabilir. Araştırmada kullanılan damlatıcıların CV_m değerleri ve buna karşılık imalat kalite sınıfları Çizelge. 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Damlatıcı yapım katsayısına göre damlatıcı sınıfları (Anonim, 1996);

CV_m (%)	**Sınıflandırma**
<5	Mükemmel
5–7	Orta
7–11	Kabul edilebilir
11–15	Zayıf
>15	Kabul edilemez

3.2.5. Laterallerde basınç değişimi

Denemede basınç ayarsız 10 farklı firmadan alınan lateral borular kullanılmıştır. Söz konusu bu tür borularda lateral boyunca sürtünmeden dolayı basınç azalması olmaktadır. Basıncın azalması da damlatıcı debilerinde azalmaya sebep olmaktadır. Lateral boyunca basınç düşmesi ve buna bağlı olarak da debi değişimini belirlemek amacıyla lateral üzerinde belirli noktalarda basınç ve debi ölçülmüştür. Basınç ölçümünde manometre kullanılmıştır (Şekil. 3.5).



Şekil.3.6. Manometre ile basınç ölçümü

3.2.6. Arazi yüzeyinde oluşan ıslatma alanı

Toprak yüzeyinde oluşan ıslatma çapları şeffaf bir cetvel kullanılarak hassas bir şekilde ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler kullanılarak ıslatma alanları hesaplanmıştır. Islatma alanı hesabında yüzeydeki ıslatma bölgesinin bir daire kesitli olduğu kabul edilmiştir. Toprak yüzeyinde oluşan ıslatma çapı ölçümü Şekil.3.6' de verilmiştir.



Şekil.3.7. Toprak yüzeyindeki ıslatma çapları ölçümü

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.1.1.Toprakların bazı fiziksel özellikleri

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırma alanından 0–30 cm derinlikten alınan bozulmuş toprak örneklerinde; tekstür, tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, 100 cm^3 lük silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı tespit edilmiştir Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1' den görülebileceği gibi, araştırma alanı topraklarının tekstürü Killi (C) dir. Toprağın hacim ağırlığı 1.11 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, toprakların tekstür özellikleri ile hacim ağırlığının uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1. Toprakların Tekstürleri ve Hacim Ağırlığı.

Derinlik (cm)	**Hacim Ağırlığı (g/cm^3)**	**Toprak Bünyesi**			**Bünye Sınıfı**
		%Kum, S	**%Kil, C**	**%Silt, S_i**	
0–30	1.11	26.56	46.22	27.21	Killi-C

Araştırma alanına ait toprakta tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasiteleri (FSK) Çizelge 4.2 'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Toprakların Tarla kapasitesi, Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi Değerleri.

Derinlik (cm)	Tarla Kapasitesi (Ağırlık %)	Solma Noktası (Ağırlık %)	FSK (Ağırlık %)	FSK (mm/m)
0–30	30.31	19.93	10.38	115.20

Yapılan analizler sonucunda ağırlık %' si olarak toprağın nem değerleri tarla kapasitesinde % 30.31; solma noktasında ise % 19.93' tür. Bu değerlere göre toprağın faydalı su kapasitesi (FSK) 115.20 mm/ m dir.

4.1.2. Toprakların bazı kimyasal özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü araziden alınan toprak örneklerinde pH, EC, organik madde ve kireç muhtevaları tayin edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3.' de görüldüğü gibi toprağın pH değerleri 7.1–7.4 arasında değişmektedir. Bu değerlere bakıldığında toprakların asidik karakterde oldukları görülmektedir. En yüksek pH değeri 20–40 cm derinliğinden alınan toprakta 7.4 olarak belirlenmiştir.

Toprakların EC değerleri ise 136 – 337 µS/cm arasında değişmektedir. Bu değerlere göre araştırma alanı toprağının tuz içeriğinin **düşük** olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri.

Derinlik (cm)	Saturasyon Eksraktında		Organik Madde (%)	Kireç (%)
	pH	EC (µS/cm)		
0–20	7.1	136	0.5	25.6
20–40	7.4	337	0.9	30.7
40–60	7.3	232	0.2	64.7

Araştırma alanı topraklarında organik madde muhtevaları tüm katmanlarda % 1'in altında olduğundan organik madde açısından **çok az** sınıfındadır. Toprağın kireç muhtevaları % 25.6 - % 64.7 arasında değişmiştir. Kireç içeriği bakımından araştırma yeri toprağı **çok fazla kireçli** sınıfına girmektedir.

4.2. Sulama Suyu Kalitesi

Araştırmanın yürütüldüğü alanda sulamada kullanılan su bir derin kuyudan alınmakta olup su kalitesi ile ilgili sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, sulamada kullanılan suyun pH değeri 7.3 olup nötre yakın karakterdedir.

Çizelge 4.4. Araştırma Alanı Kuyusunda Kullanılan Suyun Bazı Kimyasal Özellikleri.

pH	EC (µmhos/cm)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	Tuzluluk Sınıfı	Bor ppm
		Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)								
		$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	$SO_4^{=}$	Top.	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Top.				
7.3	1229	0.0	5.20	0.41	7.92	13.53	12.43	0.07	3.92	3.93	13.53	-	1.09	T_3S_1	-

Farouk (1998b), sulama suyunun pH değeri 7–8 arasında olduğundan söz konusu bu su ile uzun süre sulama yapılması durumunda zaman zaman damlatıcılarda **orta** derecede tıkanma meydana gelebileceğini ve bu tıkanmayı azaltacak tedbirlerin alınmasını tavsiye etmektedir.

Söz konusu alanın sulama suyunun EC değerleri ise 1229 micromhos/cm 'dir. Bu su, tuzluluk zararı yönünden 3.; sodyum zararı yönünden (SAR) değerlendirildiğinde ise 1. sınıf sulama suyu olarak sınıflandırılır ve **T_3S_1** şeklinde ifade edilebilir.

EC değeri (1229 micromhos/cm), 750–3000 değerleri arasında olduğundan bitkiye **orta** derecede zararlı sulama suyu olarak nitelendirilebilir (Farouk, 1998b).

4.3. Eş Su Dağılım (Yeknesaklık) Katsayıları

Damla sulama sisteminin en önemli parçası damlatıcılardır ve suyu bitkilere uygulayan elemanlardır. Düşük işletme basıncı kullanımı, boru çaplarının ve uzunluklarının yanlış seçimi ve araziye uygulanması, sistemde meydana gelen yıpranma ve kaçaklar da homojen olmayan su dağılımına sebep olmaktadır.

Bu araştırmada damla sulamada eş su dağılım (yeknesaklık, üniformite) durumunun değerlendirilmesi amacıyla ilk olarak Christiansen Üniformite Katsayı (UC), kullanılmıştır.

Arazi testleri sonucunda ölçülen damlatıcı debileri kullanılarak hesaplanan UC değerleri ve su dağılım durumu Çizelge.4.5' de verilmiştir.

I nolu boruda, lateral uzunluğundaki farklılık (UC) değerinin de değişimine sebep olmuştur. UC değeri yaklaşık olarak 25 m, 50 m, 75 m ve 100 m lateral borunun çekilmesi durumunda sırasıyla, %97.3, %88.6, %85.3 ve %82.9 olarak hesaplanmıştır. Aynı boruda, söz konusu hat çekme mesafelerinde su dağılım durumu ise **çok iyi**, **iyi**, **iyi** ve **iyi** sınıfındadır. Lateral uzunluğu arttıkça UC değeri azalmıştır (Çizelge 4.5).

II nolu boruda UC değeri yaklaşık olarak lateral borunun 25 m, 50 m, 75 m ve 100 m çekilmesi durumunda sırasıyla %94.3, %91.0, %90.4 ve %78.0 olarak hesaplanmıştır. Aynı boruda, söz konusu hat çekme mesafelerinde su dağılım durumu ise **çok iyi**, **çok iyi**, **çok iyi** ve **orta** sınıfındadır. Lateral uzunluğu arttıkça UC değeri azalmıştır. Lateral boru uzatma mesafesinin 75 m ye kadar UC değerinde pek değişim olmadığı belirlenmiştir. Bu boruda 75 m boru çekilmesi ekonomik olması ve su dağılımında yani UC' de çok fazla değişim oluşturmaması açısından tavsiye edilebilir. En yüksek UC değeri 25 m hat çekme mesafesinden elde edilmesine rağmen pratikte ekonomik olmamasından dolayı pek fazla tavsiye edilemez.

Çizelge 4.5. Yeknesaklık Katsayısına (UC) Göre Su Dağılım Durumu

Lateral No	Lateral Uzunluğu (m)	Basınç (Atm)	Q (ort) (L/h)	UC %	Su Dağılım Homojenliği
I	25	1.40 - 1.38	2.13	97.27	Çok İyi
	50	1.40 - 1.35	1.84	88.59	İyi
	75	1.40 - 1.10	1.80	85.31	İyi
	100	1.40 - 1.00	1.68	82.86	İyi
II	25	1.40 - 1.40	2.01	94.3	Çok İyi
	50	1.40 - 1.38	1.92	90.94	Çok İyi
	75	1.40 - 1.10	1.84	90.37	Çok İyi
	100	1.40 - 1.10	1.65	78.03	Orta
III	25	1.50 - 1.50	2.56	98.13	Çok İyi
	50	1.50 - 1.40	2.51	98.92	Çok İyi
	75	1.50 - 1.02	2.4	97.1	Çok İyi
	100	1.40 - 0.80	2.25	92.09	Çok İyi
IV	25	1.60 - 1.50	2.51	96.07	Çok İyi
	50	1.60 - 1.20	2.47	95.08	Çok İyi
	75	1.60 - 0.80	2.25	88.44	İyi
	100	1.60 - 0.20	1.94	80.95	İyi
V	25	1.70 - 1.50	2.09	99.00	Çok İyi
	50	1.70 - 1.25	2.20	97.85	Çok İyi
	75	1.70 - 0.80	1.88	95.45	Çok İyi
	100	1.70 - 0.20	1.61	81.02	İyi
VI	25	1.60 - 1.50	2.19	97.22	Çok İyi
	50	1.60 - 1.35	2.08	98.85	Çok İyi
	75	1.60 - 1.20	1.89	92.67	Çok İyi
	100	1.60 - 0.95	1.85	91.11	Çok İyi
VII	25	1.40 - 1.30	1.59	98.99	Çok İyi
	50	1.40 - 1.30	1.59	98.79	Çok İyi
	75	1.40 - 1.20	1.65	98.06	Çok İyi
	100	1.40 - 1.10	1.57	97.65	Çok İyi
VIII	25	1.40 - 1.35	1.56	99.69	Çok İyi
	50	1.40 - 1.30	1.53	98.69	Çok İyi
	75	1.40 - 1.10	1.53	98.69	Çok İyi
	100	1.40 - 0.80	1.48	97.57	Çok İyi
IX	25	1.50 - 1.40	2.58	99.78	Çok İyi
	50	1.50 - 1.30	2.55	99.25	Çok İyi
	75	1.50 - 1.20	2.41	93.14	Çok İyi
	100	1.50 - 1.10	2.31	91.17	Çok İyi
X	25	1.20 - 1.10	1.92	98.09	Çok İyi
	50	1.20 - 1.00	1.87	96.76	Çok İyi
	75	1.20 - 1.00	1.77	94.27	Çok İyi
	100	1.20 - 0.76	1.48	84.74	İyi

Genel olarak değerlendirildiğinde, 25 m, 50 m, 75 m ve 100 m lateral uzatma mesafelerinde en yüksek UC değeri sırasıyla, IX (%99,78), IX (%99,25), VIII (%98,69), VII (%97,65) borulardan elde edilmiştir. Boruların 100 m uzatılması durumunda en düşük UC değeri II nolu borudan %78,03 olarak belirlenmiştir.

Boruların 25 m, 50 m, 75 m ve 100 m uzatılması durumunda birinci olarak tavsiye edilecek borular sırasıyla VII, VIII, VI, IX ve III nolu borulardır.

Genel olarak, III, VI, VII, VIII, IX nolu borularda tüm lateral uzatma mesafelerinde su dağılım sınıfı **çok iyi** olarak belirlenmiş olduğundan söz konusu bu boruların hepsi çiftçiler tarafından rahatlıkla kullanabilir.

UC değerlerinin yüksek çıkmasının ana sebebi, lateral boruların arazideki konumları (su giriş kısmına yakınlığı), arazinin topografyasındaki yersel değişimler, testlerde kullanılan basıncın üretici firmalar tarafından tavsiye edilen değere (1 atm.) eşit veya daha yüksek seçilmesi ve test borularının yeni olmasından kaynaklanmış olabilir.

Bağdatlı ve Acar (2009), Konya çevresinde UC değerlerini 30 m lateral uzunluğu ve 0.20 m damlatıcı aralığında %87.5; 50 m mesafe ve 0.30 m damlatıcı aralığı için %89.5; 75 m mesafe ve 0.25 m damlatıcı aralığı için %92; 100 m mesafe ve 0.30 m damlatıcı aralığı için %87.6 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen UC değerleri 0.20–0.30 m damlatıcı aralıkları için 25 m lateral uzunluğu için %94.30-%99.78; 50 m mesafe için %88.59–99.25; 75 m mesafe için %85.31–98.69; 100 m mesafe için %78.03–97.65 olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçları genel olarak söz konusu araştırmacıların bulgularından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum araştırmada kullanılan boruların hidrolik planlama açısından iyi ve kullanılan boruların yeni ve işletme basınçlarının yüksek olması ile açıklanabilir.

Düzgün (2009), Aksaray Çevresinde iki farklı elma bahçesinde kullanılan damla sulama sisteminde sulama sezonu boyunca UC değerlerini tespit etmek amacıyla yapmış olduğu bir araştırmada birinci işletmede %44–20 ile %77.10; ikinci işletmede ise %75.40 ile %82.60 arasında tespit etmiştir. UC değerlerinin küçük çıkmasının sebebi olarak boruların eski olması, işletmelerde düşük basınç kullanımı, damlatıcılardaki tıkanmaları ve sistemin yanlış planlandığını belirtmiştir. Bu araştırmada elde edilen UC değerleri Düzgün (2009)' dan daha yüksek; Çamoğlu ve Yavuz (2004) ile benzer özelliktedir.

Genel olarak bakıldığında, arazi testlerinden ölçülen ortalama damlatıcı debileri (q_o) lateral uzunluğu arttıkça azalmıştır. Söz gelimi, I nolu boruda, 25 m uzatma mesafesinde q_o değeri 2.13 L/h iken 100 m uzatma mesafesinde 1.68 L/h olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi boru uzunluğu arttıkça sürekli yük kayıplarının da artması ile açıklanabilir.

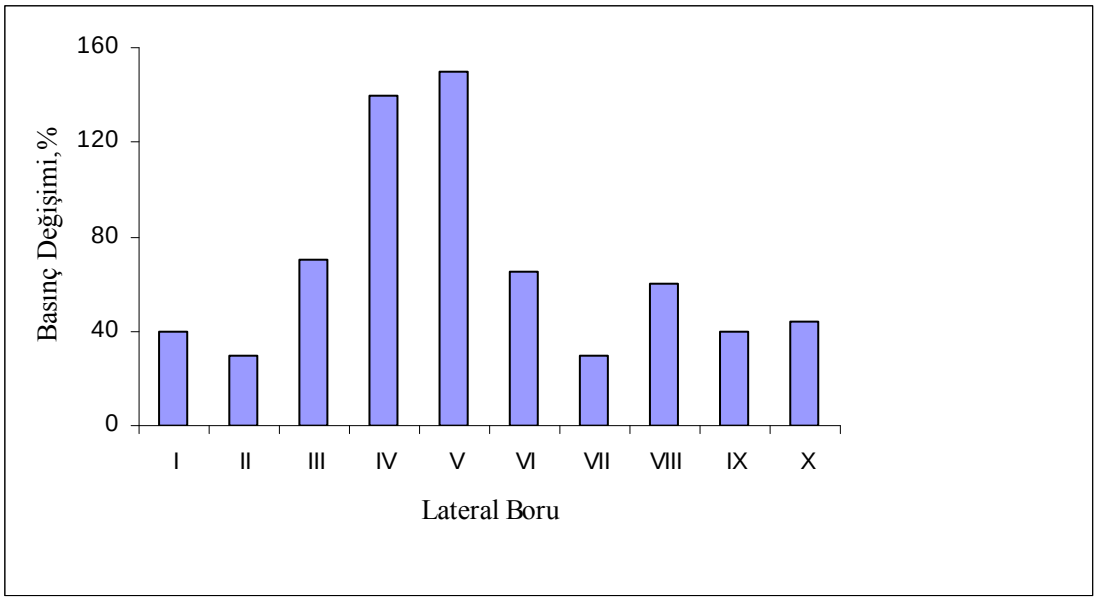
Diğer yandan, söz konusu I nolu boruda yapılan testlerde ölçülen q_o değerlerini 1.0 atm. basıncına 100 m uzatma mesafesinde ulaşmış ve bu basınçta q_o değeri yaklaşık 1.68 L/h dır. Boruda yapılan testlerde 100 m mesafede ölçülen q_o değerleri, üretici firmalar tarafından katalog' da verilen 1 atm. işletme basıncındaki 2 L/h debi değerinden daha düşük ölçülmüştür. Söz konusu lateral boru sadece 25 m uzatma mesafesinde ortalama 1.39 atm. basınçta 2 L/h debi değerinden daha yüksek debi üretebilmiştir. Dolayısıyla, hem işletme basıncı (1.39 atm.) ve hem de 25 m uzatma mesafesi pratikte uygulanabilir değildir. Dolayısıyla enerjinin oldukça maliyetli olduğu Türkiye gibi ülkelerde yüksek basınçta fazla uzatılan bu tip lateral boru tavsiye edilemez.

Arazi testlerinden ölçülen ortalama damlatıcı debileri (q_o) lateral uzunluğu arttıkça azalmıştır. Söz gelimi, III nolu boruda, 25 m uzatma mesafesinde q_o değeri 2.56 L/h iken 100 m uzatma mesafesinde 2.25 L/h olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi yine boru uzunluğu arttıkça sürekli yük kayıplarının da artması ile açıklanabilir. Söz konusu boruda yapılan testlerde ölçülen q_o değerlerinin tamamı firma kataloğunda verilen 1 atm. işletme basıncındaki 2 L/h debi değerinden daha yüksek bulunmuştur. Lateral boyunca damlatıcıların tamamına yakını 1 atm. basınçta yaklaşık 2 L/h debi vermişlerdir. Bunun sebebi, lateral boyunda işletme basıncının tüm uzatma mesafelerinde 1 atm. den daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Sonuçta, lateral boyunca basıncın azalması damlatıcı debilerinde azalmaya sebep olmuştur, ancak bu boruda 1 atm. basınçtaki q_o değeri firmanın katalog değeri olan 2 L/h a yakındır.

Kısaca özetlemek gerekirse, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX ve X nolu lateral borular firmaların verdiği katalog değerine yakın debi ürettiklerinden pratikte kullanılabilir özelliklere sahiptirler. Bu durumda söz konusu borular için hat çekme mesafesi olarak öncelikle 75m; daha sonra 100 m kullanılabilir.

Çizelge 4.5. den yararlanılarak 100 m hat çekme mesafesi için basınç değişimleri I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X nolu lateral borularda hesaplanırsa, bu değerlerin sırasıyla % 40, %30 (en düşük) , %70, %140, %150 (en yüksek), %65, %30 (en düşük), %60, %40

ve %44 olduğu bulunur (Şekil 4.1). Grafikten debi değişiminin en düşük ve en yüksek olduğu lateral boruların II-VII -I- IX ve V - IV olduğu söylenebilir.



Şekil 4.1. Lateral borularda 100 m hat çekme mesafesindeki basınç değişimleri

VII – VIII ve sonra da II nolu lateral borularda ölçülen UC değerlerinin yüksek çıkması bu borulardaki basınç değişiminin düşük olmasından kaynaklanabilir. Diğer yandan, V nolu boruda debi değişim değerinin %150 ile en yüksek olmasına rağmen UC değerinin yüksek yani su dağılım sınıfının hemen hemen **mükemmel**'e yakın çıkmasının sebebi bu borunun yapım özelliklerinin iyi olması ile açıklanabilir.

4.4. Dağılım Üniformitesi Katsayıları

Denemede kullanılan damla sulama borularında bir diğer sulama yeknesaklık göstergesi de debi eş dağılım türdeşliğidir (EU). Araştırmada elde edilen EU değerleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. Eş dağılım sınıfının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan Merriam ve Keller (1978) ve Anonim, Instituto de Reforma Y Desarrollo Agrario, (1983) kriterleri esas alınmıştır.

Çizelge 4.6' da görüldüğü gibi I nolu lateralde EU değeri lateral uzunluklarına göre değişmiştir. En yüksek değer 25 m lateral uzunluğunda %95.86 (**mükemmel**) ile 100 m uzunlukta %78.57 (**kabul edilebilir- zayıf**) arasında değişmiştir.

En yüksek EU değerleri VIII ve sonra VII nolu lateral borulardan elde edilmiştir. Bu lateral borularda su dağılım durumu 25m, 50 m, 75 m ve 100 m lateral uzatma mesafeleri için en düşük %95.79; en yüksek %99.61 olup gerek Merriam ve Keller (1978) ve gerekse Anonim (1983)' e göre **mükemmel** dağılım durumuna sahiptirler.

Çamoğlu ve Yavuz (2004), Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yerli yapım damlatıcılara ilişkin ortalama damlama türdeşliği (EU) değerini % 96.61 olarak bulmuşlardır. Araştırmada VIII ve VII nolu lateral borularda 25m, 50 m, 75 m ve 100 m lateral uzatma mesafeleri ile diğer lateral borularda 25 m ve 50 m uzatma mesafelerinden elde edilen sonuçlar Çamoğlu ve Yavuz (2004) ile benzer; 75 m ve 100m mesafeler için daha düşük seviyelerdedir. Bizim değerlerimizin bazılarının düşük çıkmasının sebebi test edilen laterallerde seçilen damlatıcı aralıklarının daha az olmasından kaynaklanmış olabilir.

Düzgün (2009), Aksaray çevresinde iki farklı elma bahçesinde kullanılan damla sulama sistemini sulama sezonu boyunca farklı zamanlarda EU açısından değerlendirmiştir. Araştırıcı, birinci işletmede EU değerinin %42.14 ile %78.15; ikinci işletmede ise %76.60 ile %81.70 arasında tespit etmiştir. Genel olarak, her iki bahçede de kullanılan sistemin, su dağılım durumunun **kabul edilebilir- kabul edilemez** sınıfında yer almasından dolayı zayıf olarak planlandığı ve işletildiği sonucuna varmıştır. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar tüm test edilen lateral uzunlukları için Düzgün (2009) ' den daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi, bu araştırmada test edilen sistemin yeni yani damlatıcılarda henüz tıkanma sorunu olamaması ve hidrolik açıdan da daha sağlıklı olarak tasarlanması olabilir.

Diğer yandan en düşük EU değerleri II nolu borudan elde edilmiş olup 25m, 50 m, 75 m ve 100 m lateral uzatma mesafeleri için sırasıyla %89.73, %87.32, %84.60 ve %65.61 dir. Bu değerlere göre söz konusu uzatma mesafelerindeki su dağılım sınıfları Merriam ve Keller (1978)' e göre **İYİ, İYİ, İYİ** ve **ZAYIF**; Anonim (1983)' e göre **İYİ, İYİ, KABUL EDİLEBİLİR** ve **KABUL EDİLEMEZ** sınıfındadır. Dolayısıyla, EU açısından II nolu lateral borular en az tavsiye edilebilecek borulardır.

Çizelge. 4.6. Test Edilen lateral borularda Dağılım Türdeşliği, EU değerlerine Göre Su Dağılım Sınıfları

Lateral No	Lateral Uzunluğu, (m)	EU, (%)	Su Dağılım Homojenliği	
			Merriam ve Keller (1978)	IRYDA (1983)
I	25	95.86	Mükemmel	Mükemmel
	50	84.60	İyi	Kabul Edilebilir
	75	79.91	Kabul Edilebilir	Zayıf
	100	78.57	Kabul Edilebilir	Zayıf
II	25	89.73	İyi	İyi
	50	87.32	İyi	İyi
	75	84.60	İyi	Kabul Edilebilir
	100	65.61	Zayıf	Kabul Edilemez
III	25	97.27	Mükemmel	Mükemmel
	50	97.69	Mükemmel	Mükemmel
	75	94.84	Mükemmel	Mükemmel
	100	87.84	İyi	İyi
IV	25	93.38	Mükemmel	İyi
	50	92.16	Mükemmel	İyi
	75	82.67	İyi	Kabul Edilebilir
	100	70.99	Kabul Edilebilir	Zayıf
V	25	97.79	Mükemmel	Mükemmel
	50	98.82	Mükemmel	Mükemmel
	75	92.45	Mükemmel	İyi
	100	66.63	Zayıf	Kabul Edilemez
VI	25	96.98	Mükemmel	Mükemmel
	50	98.08	Mükemmel	Mükemmel
	75	88.98	İyi	İyi
	100	87.38	İyi	İyi
VII	25	98.11	Mükemmel	Mükemmel
	50	98.36	Mükemmel	Mükemmel
	75	98.18	Mükemmel	Mükemmel
	100	95.79	Mükemmel	Mükemmel
VIII	25	99.61	Mükemmel	Mükemmel
	50	98.04	Mükemmel	Mükemmel
	75	98.04	Mükemmel	Mükemmel
	100	97.04	Mükemmel	Mükemmel
IX	25	99.54	Mükemmel	Mükemmel
	50	99.06	Mükemmel	Mükemmel
	75	82.85	İyi	Kabul Edilebilir
	100	82.68	İyi	Kabul Edilebilir
X	25	98.23	Mükemmel	Mükemmel
	50	96.05	Mükemmel	Mükemmel
	75	90.29	Mükemmel	İyi
	100	64.28	Zayıf	Kabul Edilemez

Damla sulama sisteminin etkin bir şekilde kullanılması ancak sistemin doğru olarak tasarlanması ile gerçekleştirilebilir. Sisteminin randımanlı çalışmasında önemli etkiye sahip olan damlatıcılar, sistemin en önemli unsurlarıdır. Çünkü damla sulama sistemlerinde sulama randımanı damlatıcılardan çıkan debinin eşdeşliğine bağlıdır. İdeal olarak, bir sistemde bulunan tüm damlatıcılar eşit miktarda su dağıtmalıdırlar (Özekici ve Bozkurt, 1996).

4.5. Damlatıcı Yapım Farklılık Katsayıları

Yapım farklılık katsayısı (CV_m) damlatıcıların üretimleri sırasında oluşan kaçınılmaz yapım hatalarını ifade etmede kullanılan bir katsayı olup damlatıcı türdeşliğinin belirlenmesinde kullanılır. Yapım farklılık katsayılarını belirlemek amacıyla sistemde 25 m, 50 m, 75 m ve 100 m uzunluğunda lateral borularda tesadüfî olarak seçilen 5 farklı noktada debi ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar, Anonim (1996)' e göre değerlendirilmiş ve Çizelge. 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge'den görüldüğü gibi CVm değeri yaklaşık olarak I nolu boruda %3.5 ile %21.8; II nolu boruda %7.2 ile %27.8; III nolu boruda %2.4 ile %10.0; IV nolu boruda %5.0 ile %25.0; V nolu boruda %1.4 ile %25.0; VI nolu boruda %5.0 ile %25.0; VII nolu boruda %1.4 ile %3.0; VIII nolu boruda %0.4 ile %3.2; IX nolu boruda %0.3 ile %11.7; X nolu boruda %2.3 ile %25.0 arasında değişmektedir.

Lateral uzatma mesafesi arttıkça CV_m değeri de artmıştır. Bilindiği gibi homojen bir su dağılımı açısından **CV_m** değerinin %5 veya daha az olması arzu edilmektedir. Literatürlerde **CV_m** değeri için **<%5** Damlatıcı Yapım Sınıfı **mükemmel; %5–7 için orta; %7–11** için **kabul edilebilir**; %11–15 için **zayıf** ve; >15 için **kabul edilemez** olarak verilmektedir (Anonim, 1996).

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, III nolu borudaki damlatıcılar 75 m uzatma mesafesine kadar **mükemmel**; V ve VI nolu borudaki damlatıcılar 50 m uzatma mesafesine kadar **mükemmel**; VII ve VIII nolu borudaki damlatıcılar 100 m uzatma mesafesine kadar **mükemmel**; IX ve X nolu borudaki damlatıcılar 50 m uzatma mesafesine kadar **mükemmel** su dağılımı sağlamaktadırlar. Mükemmel derecede yani debi değişiminin çok az olduğu bu lateral borular yöre çiftçilerine tavsiye edilebilir.

Aynı Çizelge'de **kabul edilebilir** su dağılımı için III ve VI nolu lateral borular 100 m rahatlıkla uzatılabilir. Bu 100 m hat mesafesinin kullanılması toplam yan boru uzunluğunda dolayısıyla da maliyetlerde önemli oranda azalmaya neden olabileceğinden pratikte rahatlıkla uygulanabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde en düşük CV_m dolayısıyla en iyi su dağılım yeknesaklığı sağlayan boruların **VII** ve **VIII** nolu damlama boruları olduğu açıkça görülmektedir. Söz konusu bu borularda en yüksek CV_m değeri 100 m uzunlukta sırasıyla %3.0 ve %3.2 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler CV_m nin en alt sınırı olan %5' den düşük olmasından dolayı söz konusu borular araziye 125 m bile döşenebilir.

Şekil 4.2' de 25, 50, 75 ve 100 m lateral uzunlukları için hesaplanan % CV_m değerleri görülmektedir.

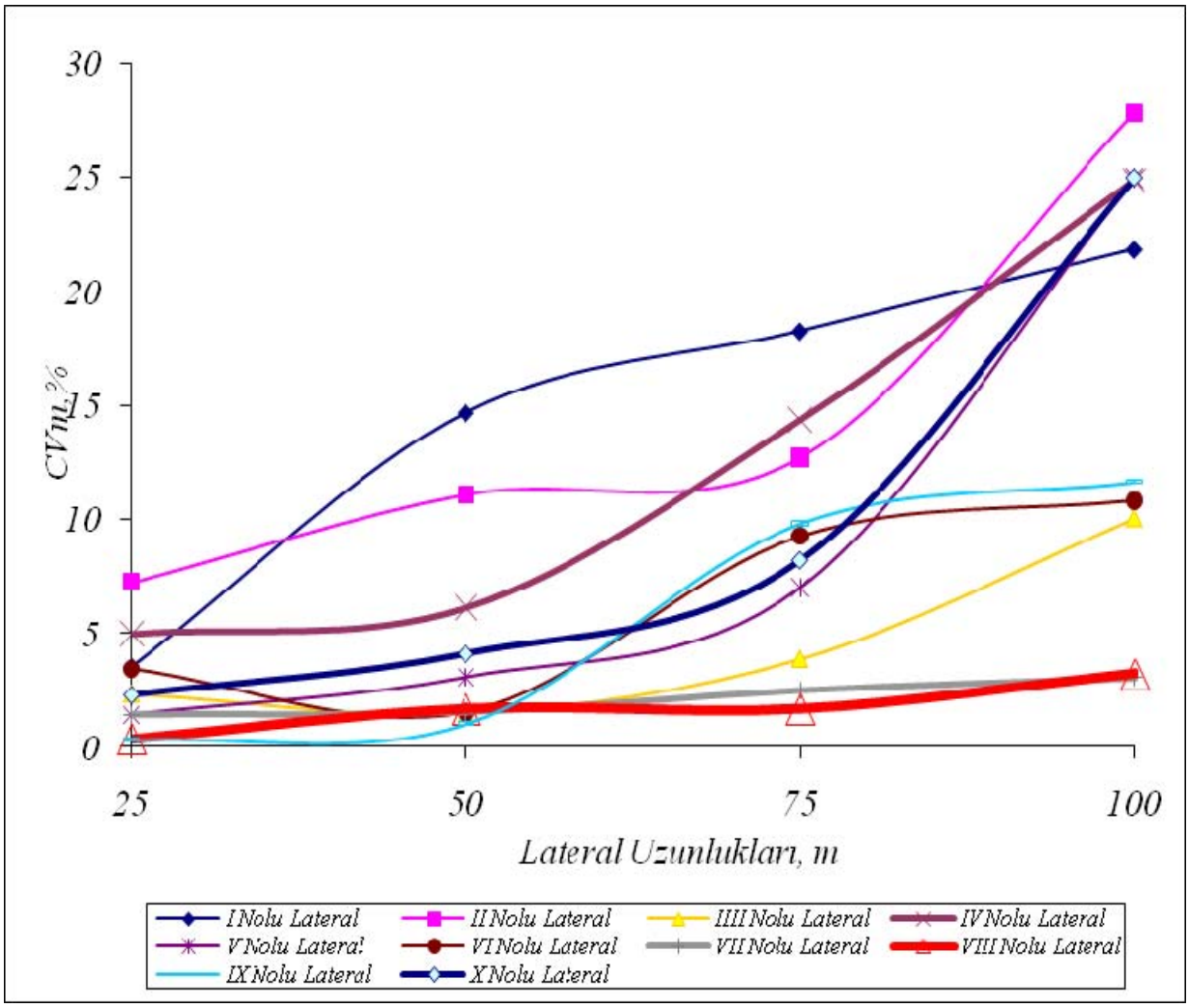
CV_m %10' a kadar (Damlatıcı imalat kalitesi **mükemmel - orta**); optimum hat çekme mesafesi **I** nolu damlama borusu için 25m; **II** nolu damlama borusu için 50m; **III** nolu damlama borusu için ˜ 75 - 100 m; **IV** nolu damlama borusu için 50 m; **V** nolu damlama borusu için 75 m; **VI** nolu damlama borusu için ˜ 100 m; **VII** nolu damlama borusu için 100 m (hatta 125 m) ; VIII nolu damlama borusu için 100 m (hatta 125m); **IX** nolu damlama borusu için ˜ 100 m ve; **X** nolu damlama borusu için 75 m olarak tavsiye edilebilir.

Şekil 4.2' de açıkça görüldüğü gibi CV_m değerlerinin 100 m hat çekmesi mesafesi için en küçük dolayısıyla damlatıcı yapım kalitesinin en yüksek olduğu boru kırmızı renkle gösterilen VIII nolu lateral borudur. Bu boruda hesaplanan CV_m değeri 100 m hat çekme mesafesinde bile %5' den daha küçüktür. Dolayısıyla yörede uygulanması tavsiye edilecek birinci lateral borudur.

Aynı grafikte, gri renkle gösterilen VII nolu lateral boru, VIII nolu lateral borudan elde edilen **mükemmel** damlatıcı yapım özelliklerine sahip olması sebebiyle yani 100 m lateral uzatma mesafesinde bile %5' den daha düşük CV_m değerine sahiptir ve ikinci derecede tavsiye edilebilecek lateral borudur.

Çizelge.4.7. Test Edilen Lateral Borularda Damlatıcı Yapım Farklılık Katsayısına (CV_m) Göre Damlatıcı Sınıfları

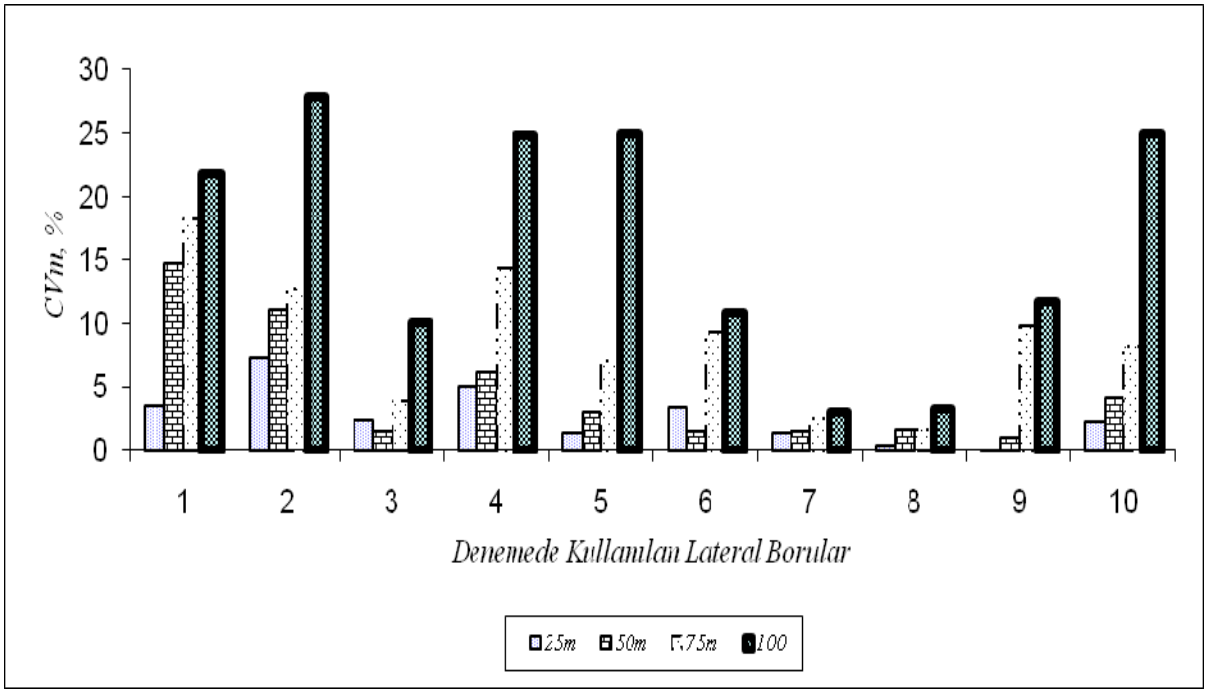
Lateral No	Lateral Uzunluğu, (m)	CV_m, (%)	Damlatıcı Su Dağılım
I	25	3.51	Mükemmel
	50	14.67	Zayıf
	75	18.26	Kabul Edilemez
	100	21.84	Kabul Edilemez
II	25	7.23	Kabul Edilebilir
	50	11.09	Zayıf
	75	12.71	Zayıf
	100	27.83	Kabul Edilemez
III	25	**2.36**	Mükemmel
	50	**1.51**	Mükemmel
	75	**3.88**	Mükemmel
	100	10.02	Kabul Edilebilir
IV	25	4.98	Mükemmel
	50	6.13	Orta
	75	14.37	Zayıf
	100	24.87	Kabul Edilemez
V	25	**1.42**	Mükemmel
	50	**3.06**	Mükemmel
	75	7.00	Kabul Edilebilir
	100	24.96	Kabul Edilemez
VI	25	**3.42**	Mükemmel
	50	**1.52**	Mükemmel
	75	9.26	Kabul Edilebilir
	100	10.83	Kabul Edilebilir
VII	25	**1.41**	Mükemmel
	50	**1.52**	Mükemmel
	75	**2.50**	Mükemmel
	100	**3.05**	Mükemmel
VIII	25	**0.35**	Mükemmel
	50	**1.67**	Mükemmel
	75	**1.67**	Mükemmel
	100	**3.21**	Mükemmel
IX	25	**0.32**	Mükemmel
	50	**1.02**	Mükemmel
	75	9.81	Kabul Edilebilir
	100	11.62	Zayıf
X	25	**2.31**	Mükemmel
	50	**4.11**	Mükemmel
	75	8.21	Kabul Edilebilir
	100	24.96	Kabul Edilemez



Şekil 4.2 25, 50, 75 ve 100 m lateral uzunlukları için hesaplanan % CV_m değerleri

Söz konusu grafik değerlendirildiğine, daha sonra yöre çiftçisine tavsiye edilebilecek lateral borular sırasıyla, III, V, VI, IX, X, IV, II ve I nolu lateral borulardır.

Araştırmada kullanılan 10 farklı lateral boruda hesaplanan % CVm değerleri ayrıca Şekil 4.3. deki gibi de gösterilebilir. Bu şekilde CVm' deki değişimler daha açık bir şekilde kıyaslanabilir.



Şekil 4.3. 25, 50, 75 ve 100 m lateral uzunlukları için hesaplanan % CV_m değerlerinin sütun grafiği ile gösterimi

Bu sonuçlara göre, özellikle şeker pancarı gibi tarla bitkilerinde yukarıda bahsedilen VII ve VIII nolu lateral boruların tavsiyesi yanında III, V, VI, IX ve X nolu lateral borularda kullanılabilir. Şeker pancarından söz konusu damlatıcı debi değişiminde de yüksek verim elde edilebilir. Bunun yanında özellikle sera gibi birim alandan daha yüksek ve kaliteli üretim hedefleniyorsa burada sadece VII ve VIII nolu lateral borular tavsiye edilebilir.

Capra ve Tamburino (1995) damlatıcı yapım katsayısının (CV_m) belirlemek maksadıyla Italya' da 16 farklı lateral boruda 10 mSS (1 atm.) basınçta debi ölçümleri yapmışlardır. Bu amaçla her bir yan boru üzerinde en az 18 adet damlatıcıyı test etmişlerdir. Bu araştırmada damla sulamada debi değerlerinin 4–16 L/h ve CV_m değerini de %1- % 31 arasında hesaplamışlardır. Söz konusu bu sonuçlar bizim araştırmamız ile paralellik arz etmektedir

Çamoğlu ve Yavuz (2004), Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yerli ve yabancı yapım damlatıcıların yapım faklılıklarının sulama performanslarına olan etkisinin belirlenmesi için bir araştırma yapmışlardır. Sonuç olarak, yabancı yapım damlatıcıların ortalama yapım farklılığı katsayıları (Cv) % 3.33, yerli yapım damlatıcılara ilişkin ortalama

yapım farklılığı katsayıları (Cv) % 2.89 olarak bulmuştur. Bizim araştırmamızda VII ve VIII nolu lateral borularda hesaplanan CV_m değeri Çamoğlu ve Yavuz (2004) ile yaklaşık olarak benzer; diğer lateral borulardaki uzatma mesafelerinin büyük çoğunluğunda daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi, bizim araştırmamızda test edilen lateral uzunluklarının farklı ve imalat esnasında malzemenin homojen karışmaması gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Acar (2001) Karaman ili Kanalet boyu olarak bilinen Çavuş Mevkisinde elma bahçesinde kullanılan damla sulama sisteminde yapmış olduğu bir çalışmada CVm değerinin %3 ile %13.1 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu araştırmada bulunan CVm değerinin büyük çoğunluğu Acar (2001) ile uyum içerisindedir. Bu araştırmada CVm değerinin bazı lateral boruların farklı uzatma mesafelerinde Acar (2001)' den daha yüksek çıkmasının sebebi, bu araştırmada kullanılan lateral boruların damlatıcı aralıklarının daha az olması ve bunun sonucunda da lateral sonuna doğru sürtünmeden kaynaklanan basınç ve debi azalması gösterilebilir.

Kısaca özetlemek gerekirse, damlatıcı imalat kalitesinin bir göstergesi olan CV_m damlatıcı debi değişiminde oldukça etkilidir. Dolayısıyla CV_m değerinin küçük olması arzu edilmektedir.

4.6. Arazi Yüzeyinde Oluşan Islatma Alanı

Damlatıcı debi ölçümleri yapıldıktan sonra şeffaf bir cetvel kullanılarak toprak yüzeyinde oluşan ıslatma çapları ölçülmüştür. Ölçüm değerleri kullanılarak hesaplanan ıslatma çapı ve alanları Çizelge.4.8' da verilmiştir.

Çizelge.4.8.' da görüldüğü gibi en yüksek ıslatma çapı IX nolu lateral boruda lateral başında bulanan damlatıcıda ölçülmüştür. Söz konusu bu damlatıcı doğal olarak yüzeyde en yüksek ıslak alan (490.63 cm^2) oluşturmuştur.

Diğer yandan en düşük ıslatma çapı ve alanı ise V nolu lateralde 100 m hat çekme mesafesinde sırasıyla 12.90 cm ve 130.63 cm^2 olarak ölçülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek ıslatma çapı ve alanı IX ve X nolu lateral borularda; en düşük ise V ve I nolu lateral borularda ölçülmüştür.

Çizelge' de açıkça görüldüğü gibi ıslatma çapı ve alanı çoğunlukla lateral başında en yüksek; lateral sonunda ise en düşük değer olarak tespit edilmiştir. Lateral sonundaki

ıslatma çapının düşük olmasının sebebi söz konusu yerde lateral boruda basıncın azalmasından dolayı daha düşük debi uygulaması gösterilebilir. Arazi yüzeyinde ölçülen ıslatma alanı aynı zamanda toprak profilindeki ıslatma alanı hakkında da fikir vermektedir. Yüzeydeki ıslatma alanı arttıkça profildeki ıslatma alanı dolayısıyla bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu aldığı bölgenin de artmasına sebep olacaktır.

Daha önceki araştırmalarda (Acar, 2001), ıslatma çapının en yüksek olduğu yer arazi yüzeyindeki maksimum genişliğin olmadığını, gerçekte maksimum ıslatma çapının toprak profilinde, yüzeyden yaklaşık 15–20 cm derinlikte olduğunu gözlemlemiştir.

Gerçek ıslatma çapı yeri, toprakta tarla kapasitesinde toprakta tutulan nem değerindeki ıslatma profili dış çapının olduğu bölgedir.

Maksimum ıslatma çapı denince, bu nem değerindeki en yüksek ıslanan çap kastedilmektedir. Dolayısıyla toprağın nem seviyesini tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmasından sonra ıslatma çapının tespiti daha uygun olacaktır.

Çizelge.4.8. Toprak Yüzeyindeki Islatma Çapları ve Alanları

No	Lateral Mesafesi, (m)	Islatma Çapı, (cm)	Islatma Alanı (cm^2)
I	0 m	18.00	254.34
	25 m	17.00	226.87
	50 m	16.30	208.57
	75 m	14.30	160.52
	100 m	14.00	153.86
II	0 m	15.00	176.63
	25 m	17.00	226.87
	50 m	16.70	218.93
	75 m	15.00	176.63
	100 m	15.00	176.63
III	0 m	17.00	226.87
	25 m	17.00	226.87
	50 m	17.00	226.87
	75 m	15.00	176.63
	100 m	16.00	200.96
IV	0 m	18.00	254.34
	25 m	17.50	240.41
	50 m	14.00	153.86
	75 m	13.50	143.07
	100 m	14.00	153.86
V	0 m	17.00	226.87
	25 m	16.50	213.72
	50 m	15.00	176.63
	75 m	13.75	148.41
	100 m	**12.90**	**130.63**
VI	0 m	17.20	232.23
	25 m	16.50	213.72
	50 m	15.50	188.60
	75 m	14.00	153.86
	100 m	14.00	153.86
VII	0 m	17.00	226.87
	25 m	15.25	182.56
	50 m	14.50	165.05
	75 m	15.00	176.63
	100 m	16.20	206.02
VIII	0 m	17.00	226.87
	25 m	17.35	236.30
	50 m	15.75	194.73
	75 m	16.00	200.96
	100 m	16.25	207.29
IX	0 m	**25.00**	**490.63**
	25 m	20.50	329.90
	50 m	18.50	268.67
	75 m	18.00	254.34
	100 m	17.50	240.41
X	0 m	20.00	314.00
	25 m	19.00	283.39
	50 m	18.00	254.34
	75 m	17.50	240.41
	100 m	16.50	213.72

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilindiği gibi dünyanın pek çok bölgelerinde olduğu gibi Konya kapalı havzasında da su kaynaklarının en fazla kullanıldığı alan tarımsal sulamadır. Bu yüzden söz konusu su kaynaklarının mümkün olduğunca sürdürülebilir kullanılması gerekir.

Konya havzasının toplam tarım alanı 3 150 000 hektar' dır ve Türkiye' nin toplam tarım alanlarının %12.2 sine tekabül etmektedir. Bu alanın yaklaşık %70' i Konya ovasında yer alır. Diğer yandan, Türkiye'nin kullanılabilir su potansiyelinin sadece % 2.5 i bu havzada yer almaktadır. Dolayısıyla havzanın su kaynakları oldukça kıt'tır.

Sulama kurak ve yarı kurak alanlarda tek başına tarımda üretimi etkileyen en önemli faktördür. İç Anadolu bölgesi içinde yer alan Konya havzası yarı-kurak iklim özelliğine sahiptir ve son zamanlarda su tüketimi yüksek bitkilerin ekim alanlarındaki artıştan dolayı havzada yer altı su kaynaklarından fazla su çekimi görülmektedir. Konya kapalı havzasında en fazla yetiştirilen bitkiler Hububat ve Şeker pancarıdır. Özellikle yazlık olarak ekimi yapılan şeker pancarı, tarla fasulyesi, mısır, havuç ve patates gibi bitkilerin sulamasız yetiştirilmesi mümkün değildir.

Havzada su kaynaklarının %85' den fazlası tarımda kullanılmakta olup bu değer dünya ortalaması olan %70' den daha yüksektir. Dolayısıyla, yakın bir gelecekte basınç sulama yöntemlerinin daha da yaygın olarak kullanılması kaçınılmaz görülmektedir. Konya kapalı havzasında tarla tarımında en fazla yağmurlama sulama yöntemi uygulanmaktadır. Son zamanlarda suyun tasarruflu kullanılmasına imkân veren damla sulama yöntemi de ovada yaygınlaşmaya başlanmıştır.

Diğer sulama yöntemlerin tersine, damla sulamada su toprak profilinde sınırlı bir alana uygulanmaktadır. Verim bitkinin almış olduğu suyun miktarı ile doğrudan ilişkilidir, bu yüzden sulama suyunun mümkün olduğunca bitkilere homojen uygulanması gerekir.

Damla sulamada yüksek ve kaliteli verim almak ancak sistemin sağlıklı bir şekilde planlanması ve işletilmesi ile mümkündür. Sağlıklı bir şekilde planlanan ve işletilen damla sulama sisteminde lateral hat boyunca ölçülen debi değerleri arasındaki fark en az seviyede olmalıdır. Debi değişimi arttıkça bitkilere uygulanan su miktarları arasında da farklılık artar ve bitkilere homojen olarak su uygulanamaz. Bunun sonucunda hem bitkisel verim ve hem

de kalite düşer. Bunun çözümü öncelikle sistemin uygun basınçta çalıştırılması ve sistemin bakım-onarım faaliyetlerinin düzenli olarak yapılması ile mümkündür.

Damla sulama boruları araziye döşenirken firmanın tavsiye ettiği hat çekme mesafeleri dikkate alınmalıdır.

Araştırma sonunda, III, VI, VII, VIII nolu boruların 100 m lateral uzatma mesafelerinde **ÇOK İYİ** su dağılımı sağladığı tespit edilmiş olup söz konusu bu boruların hepsi çiftçiler tarafından rahatlıkla kullanılabilir.

Damla sulama borularının damlatıcı yapım katsayısı (CV_m) %7' ye kadar olanı tarla bitkilerinden olan şeker pancarı ve patates gibi bitkilerde rahatlıkla kullanılabilir.

Basınç ayarsız damlatıcıların kullanılması durumunda debinin basınç değiştiği ve su uygulama homojenliğinin basınç ayarlı damlatıcılara göre daha düşük olduğu açıktır. Bu yüzden, çiftçilerin mümkünse basınç ayarlı damlatıcıları tercih etmeleri tavsiye edilebilir. CV_m değerinin yüksel olduğu durumlarda, lateral borular kısa tutulmalıdır. Bunun yanında, kalitesi yüksek olan lateral borular tercih edilmeli ve yörede yaygınlaştırılmalıdır.

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki sonuçları çıkarmak mümkündür:

1. Su kaynaklarını korumak için sulama sistemlerinin performanslarının artırılmasına çaba sarf edilmelidir. Bu bağlamda, tesis edilmiş bir sistemin iyi çalışıp çalışmadığını belirlemek için düzenli bir şekilde değerlendirilmesi gerekir.
2. Sulama sistemi sağlıklı ve randımanlı bir şekilde yönetilmesi gerekir. İyi bir şekilde planlanan bir sulama sistemi kötü yönetilirse, düzensiz su dağılımına sebep olur ve verim azalır.
3. Dağılım üniformitesi daha önceden kurulmuş sulama sistemlerinin değerlendirilmesinde daha yaygın olarak kullanılan bir ölçüttür. Dağılım üniformitesinin artırılması için sistemin bakım ve onarım işlemlerinin sağlıklı olarak yapılması tavsiye edilir. Buradan, yüksek dağılım yeknesaklığının ancak iyi bir şekilde bakımı yapılan ve doğru olarak işletilen sistemlerden elde edileceği söylenebilir.
4. Bir damla sulama sistemi planlanmadan önce kullanılacak su kaynağının debisi ve su kalitesi bilinmesi gerekir. Su kalitesinin uygun olmadığı durumlarda, damlatıcılarda meydana gelecek tıkanmaları önlemek veya asgari düzeye indirmek için bazı önlemler alınmalıdır

5. Türkiye' de gerek araştırma alanında ve gerekse pek çok yerlerde damla sulama sisteminin tesisatçı bilgisine göre araziye döşendiği gözlenmiştir. Bundan dolayı özellikle tarla bitkilerinde lateral boruların büyük çoğunluğunun azami uzatma mesafesinden daha uzun araziye uygulanmaktadır. Homojen bir su dağılımı elde etmek için sistemin planlanmasında bir sulama mühendisinden yardım alınması tavsiye edilebilir.

6. Araştırmada ölçülen basınç değerleri çoğunlukla 1 atm. den daha yüksektir. Damla sulamada ideal işletme basıncının 1 atm. olduğu göz önünde tutulursa, yüksek işletme basınçları Türkiye gibi enerjinin dışa bağımlı yani pahalı ülkelerde sulama maliyetini büyük oranda artıracağından çiftçilere önerilemez.

7. Bitkilere homojen su uygulaması ile optimum lateral uzatma mesafesi arasında önemli bir ilişki vardır. Bu nedenle her boru için optimum uzatma mesafesine göre lateral boruların araziye döşenmesi gerekir. Şayet yeni kurulmuş bir sistemde damlatıcı debileri arasında büyük farklılıklar varsa, sistem yeniden planlanmalıdır.

8. Bir damla sulama borusunun su dağılımı hakkında daha sağlıklı fikir edinmek için damlatıcıların büyük çoğunluğunda debi ölçüm testleri yapılabilir.

9. Damla sulama boruları üretici firmaların ürettikleri boruları piyasaya sürerken söz konusu boruya ait bazı özelikleri bir çizelge şeklinde vermeleri firmaların güvenilirliği açısından çok önemlidir. Bu çizelgede boru çapı, damlatıcı aralığı, işletme basıncı, damlatıcı debisi, basınç dayanımı yanında ayrıca söz konusu borunun belirli lateral uzunlukları için yeknesaklık katsayısı ve su dağılım sınıfı ve damlatıcı imalat katsayısı da bulunması uygulayıcılar açısından büyük kolaylık sağlayacağından firmalardan bunları yapmaları tavsiye edilebilir. Çiftçilerin katalog bilgileri bulunmayan damlama borularını almamaları önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

Acar, B., 2001. Damla Sulamada Farklı Damlatıcı Debilerinin Toprak Profilinde Nem Dağılımına Etkisi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Acar, B., 2007. "Damla Sulama ve Uygulama İmkanları". Konya Ticaret Borsası Dergisi 1 (24): 38-41.

Acar, B, Yavuz, F.Ç., Topak, R., and 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

Al-Juneidi, F., and Isaac, J., 1999. An Assessment of Irrigation Efficiency in the Palestinian West Bank, Irrigation Management and Saline Conditions.

Anonim, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Agriculture Handbook 60.U.S.Dep.of.Agr.

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

Anonim, 2004. Tarımsal Sulama Yöntemleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı , Çiftçi Eğitim *Serisi.7*,Ankara

Anonim, 2007. Konya kapalı havzasında su kaynaklarının mevcut durumu yaşanan sorunlar öncelikli projeler ve üretilebilecek çözüm önerileri. Devlet su işleri Genel Müdürlüğü, 4. Bölge müdürlüğü, Konya.

Anonim, 2008. http://www.fieldclimate.com/pikernel/index.php?sid=s_station_show_data_v2&station_name=000007A6&avr=3&num_row=50

Anonymous, 1996. ASAE standards engineering practices data. 43rd edition, MI, USA. p. 864.

Boswell, M.J. 1985. Design characteristics of line-source drip tubes. Proceedings of the T*hird International Drip/Trickle Irrigation Congress*, Volume I, California, USA. . 306–312.

Bağdatlı, M.C and Acar, B. 2009. "Evaluation of trickle irrigation systems for some vegetable crops in Konya-Turkey", *J. Int. Environmental Application & Science*, 4 (1): 79–85.

Bouyoucous, G.L., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil. *Agron. J*. 43: 434–438.

Bozkurt, S., 1996. İçten Geçik (In-Line) Damlatıcılarda Yapım Farklılıklarının Eş Su Dağılımına Etkileri. *Ç.Ü*. Fen Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.20, Adana.

Bralts, V.F. and Wu, I.P., 1979. Emitter Flow Variation And Uniformity For Drip Irrigation. ASAE Paper *No: 79-2099*. ASAE st. Joseph, Mich.

Bralts, V.F., Wu , I.P. and Gitlin , H.M., 1982. Emitter Plungging and Drip İrrigation Lateral Line Hydraulics. *Transactions of The ASAE*, 25(5), 1274-1281.

Bralts,V.F.,1986. Field Performance and evaluation: in Trickle Irrigation for Crop Production. Desing, Operation and Managemenet (Nakayama F.S and Bucks S.A, Eds.) *Amsterdam*, Elsevier.

Capra, A and Tamburina, V. ,1995. Evalution and Control of Distribution Uniformity in farm Irrigation Systems. Procedings of *46 th International Executive Council Meeting ICID*,CIID special Technical session,Roma,Italy

Çağlar , K.Ö., 1958. Toprak İlmi.Ankara Üniversitesi , Zir.Fak. Yayınları , No.10. Dera Kitabı No.2, *Ankara.*

Çakmak . B. ve Beyirbey M., 1996. Damla Sulama Sisteminin Tasarım, İşletme Ve Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar. Toprak Su(ISSN 1300-4409), **Cilt . 2**, 14-22.

Çamoğlu, G., ve Yavuz, M.Y., 2004. Yerli ve Yabancı Yapım Damlatıcıların Sulama Performansları Yönünden Karşılaştırılması. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg*., (2004) 18(1): 181-191.

Dasberg, S. and Bresler, E. 1985. Drip Irrigation Manuel. International Irrigation Information Center, *Canada.*

Demir, V., ve Yürdem, H. 2002. Aynı Damlatıcıya Sahip Damla Sulama Borularında Boru Çapının En Uygun Boru Uzunluğuna Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2002, 39(3): 120-127.

Demiralay, İ. 1977. Toprak Fiziği Uygulaması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Düzgün, B.G., 2009. Aksaray İli Çevresindeki Elma Bahçelerinde Uygulanan Damla Sulama Sistemlerinde Su Dağılım Durumlarının Belirlenmesi, Master Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009.

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.

Farouk, H.A. 1998a. Evaluation of Emission Uniformity For Efficient Microirrigation.(Phd Thesis) Irrigaiton and Soils With Agro-Industrial Management, *Fresno*, *California.*

Farouk, H.A., 1998b. Water Quality for Microirrigation. Irrigation and Soils Consultant With Agro-Industrial Management. *Fresno* , *California*. Part of Microirrigation Maintenance Program, AIM, USA.

Goyal,M.R.2007. Management Of Drip / Micro Or Trickle Irrigation.Chapter XV.Professor İn Africultural And Biomedical Engineering,Unversity Of Puerto Rico-Mayo Güez < Campus,P.O Box 5984,Nayagüez-*PR-00681-5984*.

Hassan A.A., Sarkar,A.A., Ali, M.H. and Karim , N.N., 2002. Effect of deficit irrigation at different growth stages on the yield of potato. *Pakistan Journal of Biological Science.*

Jarrett, A. 1996. Desingning A Trickle Irrigation System.*No.28701128*, July 16.

Kanber, R., M.A. Çullu, B. Kendirli, S. Antepli ve N. Yılmaz, 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği *VI. Teknik Kongresi Bildirileri*,: 213-251, Milli Kütüphane, Ankara.

Kara,M., 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama , Konya

Keller, J. and Karmeli, D.1974. Trickle Irrigation Design Parameters. *Trans. ASAE,* 17(4): 678–684.

Keller,I and Karmeli, D.,1975. Trickle Irrigation Desing. Glendora,U.S.A., Rain Bird Sprinks Mfg.Corporation.

Kırnak, H., Doğan, E., Demir, S., and Yalçın, S., 2004. Determination of Hydraulic Performance of Trickle Irrigation Emitters used in Irrigation Systems in the Harran Plain. *Turk J Agric For*, 28; 223-230.

Latey J.,Dinar , A.,Woodring C., and Oster , D.J.,1990. An Economic Analysis of Irrigation Sytem.İrrig.Sci.11:37-43.

Little, GE., Hills, DJ., ve Hanson, BR. 1993. Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design, installation. CALIFORNIA AGRICULTURE, MAY-JUNE 1993 VOLUME 47, NUMBER 3 PAGES 18-21.

Madramootoo, C.A., Khatri, K.C., and Rigby, M., 1988. Hydraulic Performances of Different Trickle Irrigation Emitters. *Canadian Agricultural Engineering* 30: 1–4.

Merriam J.L. and Keller J. 1978. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. UTAH State University. Logan, Utah, USA.

Munsuz N. ve Ünver İ. 1983. Türkiye Suları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, *882*, Ankara.

Oğuzer, V. 1995. Drenaj ve Arazi Islahı. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Genel Yayın *No.106*, Ders Kitapları Yayın *No.26,* Adana.

Özekici, B., Bozkurt, S., 1996. Boru İçi (In-Line) Damlatıcıların Hidrolik Performanslarının Belirlenmesi.*Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23, Ek Sayı 1, :19-24.

Pitchford, J. 1980. Drip system emission uniformity evaluation by mathematical model. ASAE and CSAE national meeting on trickle (drip) irrigation, *paper no. 79–2098*, Winnipeg, Canada.

Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline alkali soils. Dept.of Agric., No.60 ,USA.

Sohrabi, T., Akramnya, F., and Mirabzadeh, M., 1999. Evaluating hydraulic characteristics of emitters. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 30(2), 263–276.

Solomon, D.L., 1977. Evaluation Criteria For Trickle Irrigation Emission Devices. *Proc. 4th. Annu. Int. Drip Irrig. Assoc*. Meet. pp. 65-76.

Solomon, K., 1979. Manufacturing Variation of Trickle Emitters. Trans. ASAE

Solomon K.H.,1985.Global Uniformity Of Trickle İrrigation Systems.*Transactions of The ASAE*,28 (4):1151-1158.

Suryawanshi, S. K., 1995. Success of Drip in India: An Example to *the Third World. Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress*. April 2- 6, 1995. Orlando, Florida, USA, pp 347-352.

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

Tüzel,İ.H.,1993. Damla Sulama Sistemlerinde Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi. *E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (1-2):119-126

Yaohu , K., Nishiyama , S. and Kawano , H., 1995. A Simple Method Of Designing Uniform Water Application Drip Irrigation System. Transactions Of The Japanese Society of Irrigation, Drainage And Reclamation Engineering. *No. 176, Pp.33-41*.

Wallach, R., 1990. Effective Irrıgation Uniformity As Related To Root Zone Depth. *Irrigation Science* , 11, :15-21.

Wang , Kang , Y. and Liu , S.P., 2005. Effect of Drip Irrigation Frequency On Soil Wetting Pattern And Potato Growth in China Plain. *Agri. Wat. Man*., 79 : 248-264

Wu A.P. and Gitlin, H.M., 1974. Drip Irrigation Design Based on Uniformity. *Transactions of the ASAE*, 17(3): 429-432.

Wu , I. and Wu I.P., 1997. An Assessment of Hydraulic Desing Of Micro-Irrigation Systems. *Agricultural Water Management*. 32 (3) : 275-284.