T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKSARAY İLİ ÇEVRESİNDEKİ ELMA BAHÇELERİNDE UYGULANAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNDE SU DAĞILIM DURUMLARININ BELİRLENMESİ

BEDRİYE GÜLHAN DÜZGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

KONYA, 2009

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKSARAY İLİ ÇEVRESİNDEKİ ELMA BAHÇELERİNDE UYGULANAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNDE SU DAĞILIM DURUMLARININ BELİRLENMESİ

Bedriye Gülhan DÜZGÜN
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR
2009, **Sayfa: 52 sayfa**

Jüri: Yrd.Doç.Dr.Bilal ACAR
Doç.Dr.Ramazan TOPAK
Yrd.Doç.Dr.Mehmet ŞAHİN

Bu çalışma, Aksaray İl merkezi yakınında damla sulama sistemi kurulu iki adet elma bahçesinde yürütülmüştür. Bu amaçla, kullanılan sulama sularının kalitesi, eş su dağılım katsayısı, UC ve dağılım üniformitesi ,EU araştırılmıştır. Sonuç olarak, su kalitesi 1 ve 2 nolu işletmelerde sırasıyla T_4S_1 ve T_3S_1 sınıfında ölçülmüştür. UC değerleri 1 ve 2 nolu işletmelerde hesap yönteminde sırasıyla %44.20–77.10, %75.4-%82.6; grafik yönteminde ise %41-%73 ve %66-%73 olarak bulunmuştur. EU değeri 1 ve 2 nolu işletmelerde %42.14- %78.15 ve %76.60–83.45 arasında hesaplanmıştır. Su dağılım homojenliğinin 2 nolu işletmede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu da sistem basıncının uygun olması ve periyodik sistem bakımlarının sağlıklı yapılmasından kaynaklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Elma Bahçesi, Damla Sulama, Su kalitesi, Su dağılım homojenliği.

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF UNIFORM WATER DISTRIBUTIONS OF TRICKLE IRRIGATION SYSTEMS INSTALLED IN APPLE GRDENS IN AKSARAY PROVINCE

Bedriye Gülhan DÜZGÜN
Selcuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bilal ACAR
2009, **Pages**: 52 pages

Jury: Assist. Prof. Dr. Bilal ACAR
Assoc.Prof.Dr. Ramazan TOPAK
Asist.Prof.Dr. Mehmet ŞAHİN

This study was carried out in Aksaray province at two different apple gardens where trickle irrigation systems were installed. For this reason, irrigation water quality, uniformity coefficients, UC and Emission Uniformity, EU for both gardens were researched. The results showed that irrigation water was obtained from wells in both gardens and water quality for 1 and 2 gardens were determined as T_4S_1 and T_3S_1, respectively. The UC values for 1 and 2 irrigation systems varied 44.20% – 77.10%, 75.4%-82.6%, respectively for calculation method and 41%-73% and 66%-73%, respectively for graph method. The EU varied from 42.14% to 78.15% for 1 garden and from 76.60 to 83.45% for 2 gardens. The UC was higher in 2 trickle irrigation system than 1 trickle irrigation system. The possible reason may be that system operation pressure is better in 2 trickle irrigation system and maintenance – repair works habe done regularly in second garden.

Key words: Apple Garden, Trickle irrigation, Water Quality, Uniformity.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç.Dr. Bilal ACAR ‘ a, bölüm başkanımız sayın Prof.Dr. Mehmet KARA’ya ve S.Ü. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Öğretim elemanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca yardımını, desteğini esirgemeyen değerli aileme ve eşime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bedriye Gülhan DÜZGÜN

Konya, 2009

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 10
3.MATERYAL VE METOD 15
3.1.Materyal 15
3.1.1.Araştırma yeri hakkında genel bilgiler 20
3.1.2.Su kaynakları 21
3.1.3. İklim özellikleri 22
3.2.Metot 23
3.2.1 Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Analizler 23
3.2.2 Sulama Suyu örneklerinde yapılan analizler 24
3.2.3. Eş Su Dağılım Katsayısının (UC) Belirlenmesi 25
3.2.4. UC Değerleri Güven Aralıklarının Belirlenmesi 28
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 30
4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 30
4.2. Bahçelerde Sulamada Kullanılan Su Kaynaklarının Kalitesi 32
4.3. Eş Su Dağılım Katsayısı (UC) Ve Dağılım Sınıfı 36
4.4. Sulama Üniformitesi (UC) ve Güven Sınırları Aralıkları 42
4.5. Su Dağılım Türdeşliği (EU) 'Ne Göre Değerlendirme 43
4.6. Damla Sulama Sisteminin İşletilmesi 45
5. ÖNERİLER 46
6. KAYNAKLAR 47

ÇİZELGELER DİZİNİ **Sayfa No**

1. **Çizelge 3.1.** Aksaray İl Merkezine Ait Meteorolojik Veriler 22
2. **Çizelge 3.2.** Damla Sulamada Bitkide, Sulama Sisteminde ve Toprakta Ortaya Çıkabilecek Bazı Sorunlar İle Su Kalitesi İlişkileri 24
3. **Çizelge. 3.3.** Sulama Üniformitesinde Güven Sınırları 28
4. **Çizelge.3.4** EU Değerlerine Göre Su Dağılım Sınıfları 29
5. **Çizelge 4.1** Bahçe Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri 30
6. **Çizelge 4. 2**. Araştırma Toprakların Sulama Açısından Bazı Su Tutma Özellikleri 31
7. **Çizelge 4.3.** Araştırma Alanı Toprakların Bazı Kimyasal Özellikleri 32
8. **Çizelge 4.4.** İşletmelerin Sulamada Kullandıkları Suların Bazı Kimyasal Özellikleri 32
9. **Çizelge 4.5.** Bir Nolu İşletmede Kullanılan Sulama Suyunun Çeşitli Tarihlerdeki Analiz Sonuçları 34
10. **Çizelge 4.6** İki Nolu İşletmede Kullanılan Sulama Suyunun Çeşitli Tarihlerdeki Analiz Sonuçları 35
11. **Çizelge 4.7** 1 ve 2 Nolu Bahçelere Ait Örnek Debi Değerleri 37
12. **Çizelge 4.8** 1 Nolu Bahçede Hesap ve Grafiksel Yöntem ile bulunan % UC Değerleri 38
13. **Çizelge 4.9** 2 Nolu Bahçede Hesap ve Grafiksel Yöntem ile bulunan % UC Değerleri 40
14. **Çizelge 4.10** 1 Nolu İşletmeye Ait Güven Aralıkları 43
15. **Çizelge 4.11** 2 Nolu İşletmeye Ait Güven Aralıkları 43
16. **Çizelge 4.12** 1 Nolu İşletmeye Ait EU Değerleri 44
17. **Çizelge 4.13** 2 Nolu İşletmeye Ait EU Değerleri 44
18. **Çizelge 4.14.** 1 ve 2 nolu bahçelerin sistem özellikleri 45

ŞEKİLLER DİZİNİ **Sayfa No**

1. **Şekil 1.1**. Bir damla sulama sistemi ve elemanları 3
2. **Şekil 1.2.** Tekil damlatıcı altında ağır (killi) (a) ve hafif bünyeli (kumlu) (b) toprakta ıslatma profili 6
3. **Şekil 1.3.** Bitkilerin ekiliş ve dikiliş durumuna göre uygulanabilen damlatıcı tertipleri 7
4. **Şekil 3.1** Araştırmanın yürütüldüğü 1 nolu bahçenin görünüşü 15
5. **Şekil 3.2** Araştırmanın yürütüldüğü 1 nolu bahçenin farklı bir görünüşü 16
6. **Şekil 3.3** Araştırmanın yürütüldüğü 2 nolu bahçe 16
7. **Şekil 3.4** Araştırmanın yürütüldüğü 2 nolu bahçenin genel görünüşü 17
8. **Şekil 3.5.** 1 nolu bahçenin sulanmasında kullanılan su kaynağı 18
9. **Şekil 3.6.** 2 nolu bahçenin sulanmasında kullanılan su kaynağı 18
10. **Şekil.3.7** Araştırmanın yürütüldüğü bahçelerde lateral tertip şekilleri 19
11. **Şekil 3.8** Aksaray ili ve komşuları 21
12. **Şekil 3.9** Damla sulama sistemlerinde debi ölçüm noktaları 26
13. **Şekil 3.10.** Üniformite katsayısı-su dağılım ilişkileri 27
14. **Şekil 4.1.** Farklı Zamanlarda 1 nolu işletmede tespit edilen üniformite değişimi 39
15. **Şekil.4.2** 2 nolu İşletmede iki farklı yönteme göre tespit edilen UC değişimi 41

EKLER LİSTESİ

EK NO

Ek -1 1 Nolu bahçede test edilen damla sulama sistemi

Ek-2 2 Nolu bahçede test edilen damla sulama sistemi

1.GİRİŞ

Türkiye' de iklim mevsimsel ve bölgesel farklılıklar göstermektedir. Yıllık ortalama yağış 643mm'dir. Bu da yıllık 501 milyar m^3 suya karşılık gelmektedir. Bu miktarın 274 milyar m^3'ü evapotransprasyonla atmosfere geri dönmekte, 41 milyar m^3' ü yüzeyden sızmalarla yeraltına ulaşmakta, arta kalan 186 milyar m^3 su yüzey akışına geçerek potansiyel suyu oluşturmaktadır. Yüzey akışına geçen suların 98 milyar m^3'ü kullanılabilir özelliktedir. Ülkenin çekilebilir yeraltı su potansiyeli ise 12 milyar m^3'tür. Günümüz şartlarında ülkenin yıllık kullanılabilir toplam su potansiyeli 110 milyar m^3'dür (Çiftçi ve ark. 2003).

Türkiye' de toplam sulanabilir alan 25.75 milyon ha ve ekonomik olarak sulanabilecek alan ise 8.5 milyon ha civarındadır. Bu alanın 5.1 milyon ha'ı sulamaya açılmış ve mevcut kullanılabilir su potansiyelimizin tamamının kullanılması ile 2030 yılında 8.5 milyon ha alanın tamamının sulamaya açılması planlanmaktadır. Bu durumda geriye 17.25 milyon ha sulanabilecek alan kalacaktır. Halkımızın beslenme ihtiyacının karşılanması, endüstrinin ihtiyacı olan tarımsal ürünlerin dengeli ve sürekli üretilebilmesi, tarım kesiminde çalışan nüfusun işsizlik sorununun çözülmesi ve hayat seviyesinin yükseltilmesi için geri kalan alanların da sulamaya açılması büyük bir önem taşımaktadır. Bunun için fazladan ilave suya ihtiyaç duyulacağı da bir gerçektir. Söz konusu sulanmayan alanların da sulanabilmesi için, mevcut durumda yaygın olarak kullanılan ve su kaybı yüksek olan yüzeysel sulama yöntemleri yerine sulama randımanı yüksek olan yağmurlama ve damla sulama yöntemi gibi basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımının artırılması gerekmektedir (Coşkun 2008).

Türkiye' de olduğu gibi dünyanın pek çok ülkesinde nüfus hızlı bir şekilde artmaktadır. Yaşanan hızlı nüfus artışına paralel olarak tüm sektörlerde tatlı suya olan talep de sürekli artmaktadır. Su kaynaklarının kısıtlı olmasına karşın, suyun büyük bir bölümünün tarım sektöründe kullanılması ve sulamaya açılan alan miktarının giderek artması, sulama dışında çeşitli maksatlar için kullanımı ve bunlar için talebin devamlı artışı, suyun sulama maksadıyla kullanımında tasarrufa gidilmesini zorunlu hale getirmektedir. Sulamada, bitki ve su ihtiyacında önemli bir kısıntı yapılması mümkün olamayacağına göre su tasarrufu ancak suyun iletiminde,

dağıtımında, sistemin işletilmesinde ve araziye verilmesinde olacaktır (Coşkun 2008).

Sulama, doğal yağışların ve toprakta yeterli nemin bulunmadığı şartlarda bitkisel üretimi artıran en önemli teknolojik faktörlerden biridir (Hassan ve ark. 2002). Dünyanın kurak ve yarı-kurak iklim bölgelerinde su kaynaklarının kıt olmasından dolayı tarımda suyun tasarruflu bir şekilde kullanılması her geçen gün daha büyük önem taşımaktadır.

Son zamanlarda gittikçe yaygınlaşan basınçlı sulama yöntemleri, yüksek sulama randımanları ve ürün artışına neden olmasına rağmen kullanım alanları itibariyle hala tatmin edici düzeyde değildir. Mevcut sulama sistemlerimizin % 43'ü klasik kanal, % 47'si kanalet, %10'u borulu şebekeden oluşmaktadır. Toplam sulanan alanın yaklaşık %94' ünde yüzeysel sulama yöntemleri (karık, tava ve salma), %6' sında ise basınçlı sulama yöntemleri (yağmurlama ve damla) kullanılmaktadır (Coşkun 2008).

Damla sulama en basit şekli ile bitkilerin ihtiyaç duyduğu sulama suyunun bitki kök bölgesi yakınına düşük debi ve sık aralıklarla uygulanması şeklinde tanımlanabilir. Bu yöntemde ana prensip, bitkide su eksikliğinden kaynaklanan bir stres oluşturmadan yani bitkiyi gerilime sokmadan ve her defasında az miktarda sulama suyunun diğer sulama yöntemlerinin aksine sık aralıklarla uygulanmasıdır.

Genel olarak, yüzey sulama yöntemleri ile aşırı sulama suyu uygulamaları sadece su kaynaklarının israfına değil, bunun yanında drenajın yetersiz olduğu sulanan tarım arazilerinde tuzluluk probleminin de ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, kurak ve yarı-kurak bölgelerde 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). Damla sulama, salma ve yağmurlama sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında iyi bir su yönetimi ile % 30–60 oranında su tasarrufu sağlanabileceği bildirilmektedir (Anonymous 2004).

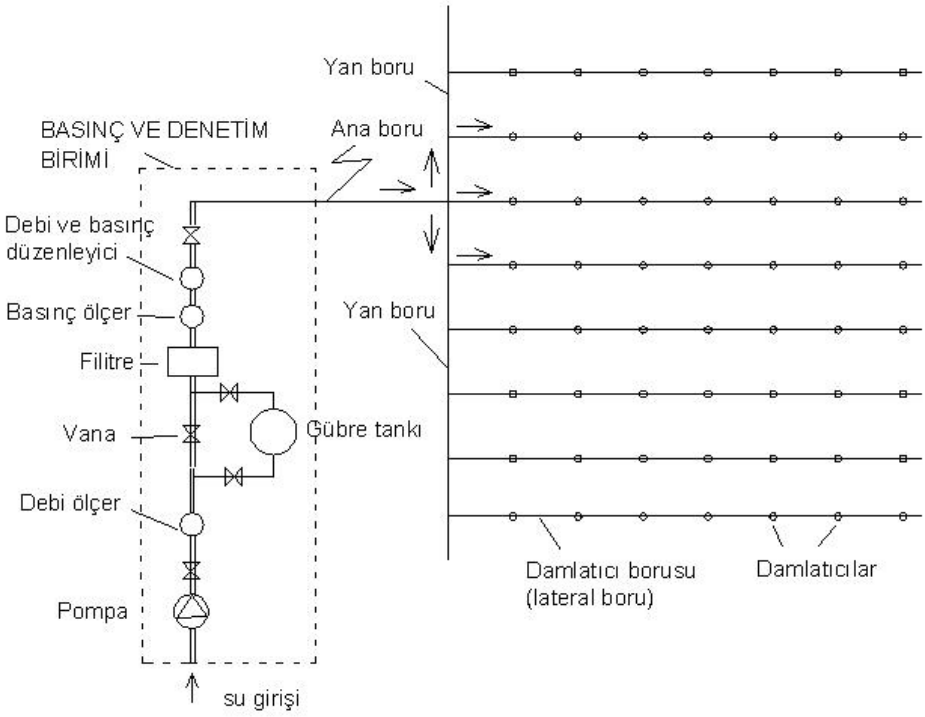
Günümüzde tarımın en önemli konularından birisi de, su kaynaklarının korunması ve suyun tasarruflu bir şekilde kullanılmasıdır. Tarım dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi Türkiye' de de en fazla su kullanan sektördür. Bunun için suyun özellikle tarımda tasarruflu kullanılması ülkemiz açısından son derece önemlidir. Fazla su-fazla ürün demek değildir. Aşırı miktarda uygulanan sulama

suyu bitki kök bölgesindeki hava-su dengesi bozar ve bitki köklerinde çürümelere sebep olabilir. Bu olumsuz durum damla sulamada görülmez.

Genel olarak bir damla sulama sistemi Şekil 1.1' de görüldüğü gibi su kaynağı, pompa birimi, basınç ve denetim birim, ana ve yan boru (manifold) hatları, lateral ve damlatıcılardan oluşur (Kara 2005).

Su Kaynağı: Damla sulamada bütün yerüstü ve yeraltı su kaynakları sulamada kullanılabilir. Ancak, fazla miktarda kalsiyum ve magnezyum bileşikleri ile demir içeren sulama suları damla sulama için uygun değildir.

Kontrol Birimi: Kontrol birimi sistemin kalbidir ve genel olarak pompa, gübre tankı, filtre ve basınçölçerden meydana gelir. Bunun yanında kaplamasız derin kuyudan sulama suyu alınması durumunda bazı kontrol biriminde ön süzülmeyi sağlayan hidrosiklon ve kum-çakıl filtre de kullanılmaktadır.



Şekil 1.1 Bir damla sulama sistemi ve elemanları (Kara 2005).

Bir kontrol birimi genel olarak şu elemanlardan oluşur:

-*Pompa Birimi:* Borularda suyun hareketi için gerekli olan işletme basıncının sağlanması için kullanılır. Su kaynağının cinsine bağlı olarak santrifüj, derin kuyu veya dalgıç tipi pompalar kullanılır.

-*Gübre Tankı:* Damla sulamada gübrelerin sulama suyu ile verilmesinde kullanılır. Gübrelerin sulama suyu ile verilmesine fertigasyon denir. Fertigasyon işleminde, ana boru üzerindeki vana hafif kapatılarak sulama suyunun gübre tankına girmesi sağlanır. Basıncın etkisiyle de diğer çıkış hortumu vasıtasıyla suda çözünmüş gübre sulama suyu ile birlikte ana boruya verilmiş olur.

-*Filtre:* Gübre tankından hemen sonra çözünmemiş gübre artıklarını tutmak amacıyla genellikle elek filtre kullanılır. Elek filtrenin suyun kalitesine göre 80–200 mesh olması önerilir.

-*Basınç Ölçer:* Elek filtreden sonra sisteme bir manometre takılarak sistemin basıncı kontrol edilir.

Ana Boru Hattı: Ana boru hattı suyu kaynaktan alarak yan boru hatlarına (manifold) iletir. Çapları sistem debisine göre değişir. Genellikle toprak altına gömülür. Sert polivinilclorid (PVC) veya yumuşak polietilen (PE)' den imal edilirler.

Yan Boru (Manifold) Hatları: Sulama suyunu ana borudan alarak lateral borulara iletirler. Bunlar da sert PVC veya yumuşak PE' den imal edilirler.

Lateraller: Toprak yüzeyine serili olan ve üzerinde damlatıcıların olduğu, bitki ya da meyve ağaçları sıralarına yerleştirilen yumuşak PE' den imal edilen borulardır. Bazı durumlarda, her bitki sırasına tek lateral boru döşenebilir. Ayrıca, toprak altında da damla sulama yapılabilir. Bu durumda, sistem toprak altında çalıştığından, lateral üzerinde bulunan damlatıcılar veya deliklerden çıkan sulama suyu toprağın 30–40 cm arasında değişen derinliğe döşenir. Su kapilarite ile yukarı, yerçekimi ile aşağı doğru hareket ederek bitki kök bölgesi ıslatılır.

Damlatıcılar: Sulama suyunu basınçsız veya sıfıra yakın basınç ve düşük debi ile toprağa yer çekimi ile ulaştıran elemanlardır. Damlatıcı boruların (lateral) bir parçası konumundadırlar. Hem basıncı hem de debiyi düşürme özelliğe sahiptirler ve bu nedenle çapları genellikle 0.2–2 mm arasındadır. Damlatıcılar borudaki

konumuna, yani damlatıcının boruya yerleştiriliş şekline göre iki çeşittir: 1- boru üstü (düğme, hat üstü, on-line) ve, 2- boru içi (hat içi, in-line) damlatıcılar.

Damla sulama yönteminin uygulamasında; bitki cinsi, arazi eğimi, toprak özellikleri ve sulama suyu kalitesi gibi hususlar göz önünde bulundurulur (Acar 2007). Bunlar sırasıyla;

Bitki: Damla sulama, öncelikle sıra bitkileri, meyve bahçeleri, sebzeler ve bağ için uygun bir sulama yöntemidir. Son zamanlarda İç Anadolu Bölgesinde şeker pancarı ve mısır tarımında da uygulanmaktadır. Geniş aralıklarla dikilen ağaç türü bitkilerde su tasarrufu daha da yüksektir.

Eğim: Damla sulama, yüzey sulama yöntemlerinin aksine her türlü eğimli arazilerde rahatlıkla kullanılabilir. Basınç ayarsız damlatıcıların kullanılması durumunda, bitkilerin kontur (tesviye eğrilerine paralel) boyunca dikilmesi ve laterallerin de buna paralel olarak araziye döşenmesi tavsiye edilir. Bunun sebebi, yükseltiden dolayı damlatıcı debisinde fazla değişimi azaltmaktır. Eğim arttıkça basınç artışından dolayı debi de artar. Eğimin fazla olduğu alanlarda basınç ayarlı (pressure compansating) damlatıcılar kullanılabilir.

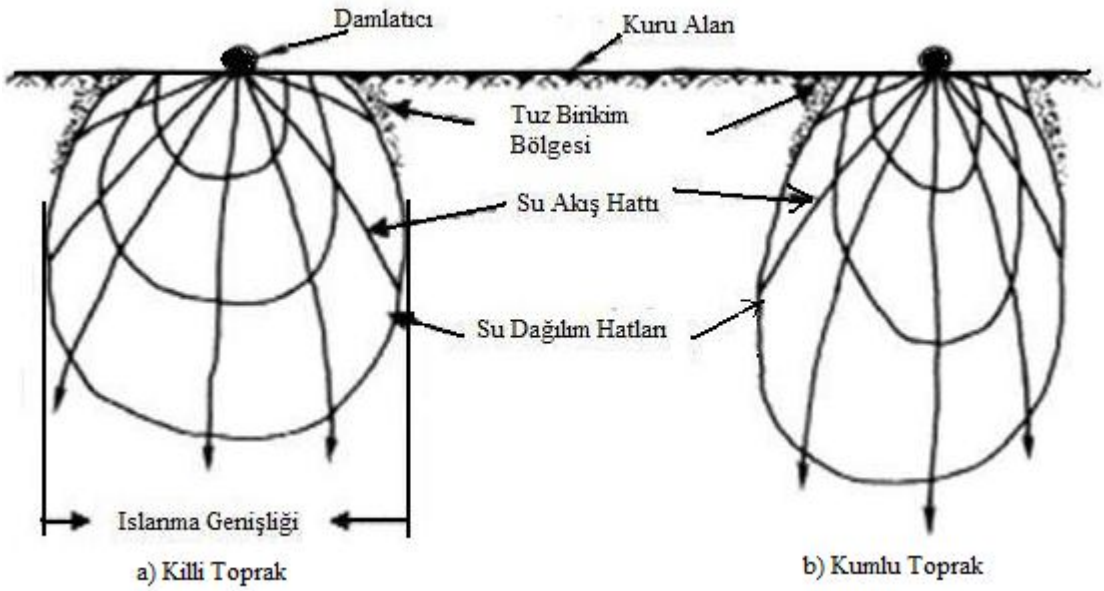
Toprak Özellikleri: Damla sulama, her türlü toprak şartlarında rahatlıkla uygulanabilir. Damlatıcı debisi, toprak bünyesine dolayısıyla toprağın su alma hızına (infiltrasyon) bağlı olarak değişir. Toprakta istenen bir ıslatma elde etmek için damlatıcı debisi killi topraklarda düşük, kumlu topraklarda ise yüksek tutulmalıdır.

Sulama Suyu Kalitesi: Damla sulamada en önemli sorunlardan biri, düşük sulama suyu kalitesinden kaynaklanan damlatıcıların tıkanmasıdır. Bütün damlatıcılar 0.2–2 mm çapında çok küçük akış yoluna sahiptir ve kolayca tıkanabilir.

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 damlatmada yapılabilir (Kara 2005). Toprağa basınçsız veya çok düşük basınçla uygulanan su, yer çekimi ve kapilarite etkisi ile düşey ve yatay yönde hareket ederek elipse benzer bir ıslatma deseni oluşturur (Şekil 1.2). Bitki sırası boyunca ıslak daireler birbirine kesecek biçimde damlatma yapılınca ıslak bir şerit meydana gelir. Ancak ıslak şerit oluşturulması her zaman zorunlu değildir. 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.

Damla sulamada toprak özellikleri ve damlatıcı debisi de göz önünde bulundurularak damlatıcıların bitkilere ve birbirine göre araziye yerleştirme düzenine damlatıcı tertibi denir. Damlatıcı boruları yani lateraller ile bunlar üzerine yerleştirilen damlatıcıların aralıkları, yetiştirilen kültür bitkisinin ekim veya dikimindeki sıra arası ve sıra üzeri mesafeler ile damlatıcı ıslak alan büyüklüğü ve bitki özelliklerine göre belirlenir.



Şekil 1.2. Tekil damlatıcı altında ağır (killi) (a) ve hafif bünyeli (kumlu) (b) toprakta ıslatma profili.

Damlatıcı ıslak alanı bilindiği takdirde, bitki kök bölgesi yayılma alanı göz önüne alınarak her bitki için bir veya birden fazla damlatıcı isabet edecek şekilde damlatıcı tertibi yapılabildiği gibi, küçük ve sık ekilip dikilen bitkilerde görüldüğü üzere birden fazla bitkiye bir damlatıcı denk gelecek biçimde damlatıcı tertibi düşünülebilir (Kara 2005).

Damla sulama yönteminin pek çok üstünlüğü olmakla beraber en belirgin olanlarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

1) Damla sulamada sulama suyu kapalı borularla iletildiği ve sadece bitki kök bölgesi yakınına verildiğinden buharlaşma, yüzey akış ve derine sızma kayıpları

yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, diğer sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında büyük oranda su tasarrufu sağlanır. Bunun sonucunda sulama randımanı yükselir.

2) Gübre ve kullanılan tarımsal mücadele ilaçlarından büyük oranda tasarruf sağlanır.

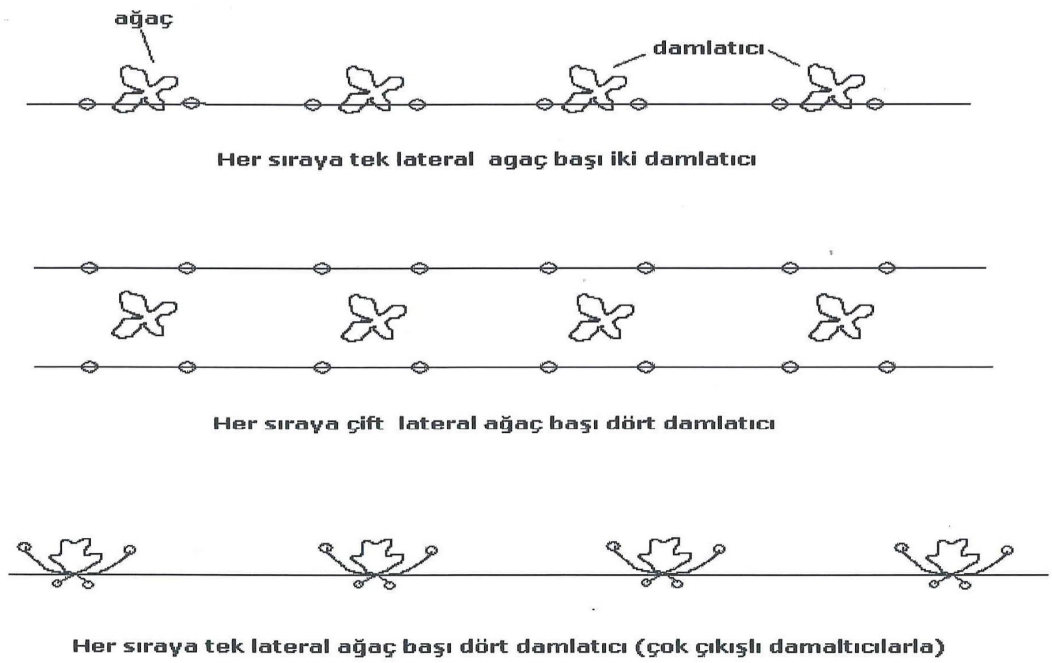
3) Özellikle geniş aralıklarla dikilen meyve ağaçlarında sulama esnasında bitki sıra araları kuru kaldığından toprak işleme ve diğer tarımsal işlemlerde bir engelle karşılaşılmaz.

4) Bitki yaprakları su ile temas etmediğinden yaprak hastalıkları az görülür veya hiç görülmez.

5) Sınırlı miktarda toprak hacmi ıslatıldığından, aşırı su kullanılan diğer sulama yöntemlerinde görülen yıkanma ile yeraltı sularının kirlenme riski söz konusu değildir.

6) Arazi yüzeyinin tamamı ıslatılmadığından sulanan alanlarda çok az yabancı ot filizlenir.

7) Düşük basınç gereksiniminden dolayı ihtiyaç duyulan enerji yağmurlama sulama yöntemine göre daha azdır.



Şekil 1.3 Bitkilerin ekiliş ve dikiliş durumuna göre uygulanabilen damlatıcı tertipleri (Kara 2005).

Damla sulama yönteminin en önemli sakıncası yönü ise sulama suyu kalitesine bağlı olarak damlatıcıların tıkanmasıdır. Damlatıcılardaki tıkanma ise suyun bitkilere eş dağılımını olumsuz etkiler. Damla sulama sisteminin en önemli parçalarından biri damlatıcılardır. Damlatıcılar sulama suyunu bitkilere uygulayan elemanlardır. Ancak, kesitleri küçük olduğundan miktarı ve cinsine bağlı olarak sulama sularındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik materyallerden tıkanabilir. Fiziksel tıkanma asılı inorganik partiküller (örneğin, kum, silt, kil,plastik v.b.),organik materyallerden (hayvan kalıntıları v.b.) kaynaklanabilir (Bucks ve ark.1979; Gilbert ve ark.1981). Kimyasal tıkanma çökelti maddeleri oluşturmak için birbirleriyle reaksiyona giren çözünmüş maddelerden oluşur. Sulama suyunda kalsiyum ve bikarbonat zengin olursa, kalsiyum karbonat olarak bilinen çökelti maddesi oluşarak damlatıcıları tıkar. Biyolojik tıkanma ise alg v.b. maddelerden meydana gelir. Eğer su kaynağı bir göl veya gölet ise bu durumda yosun filtre kullanılarak tıkanma önlenebilir.

Damla sulamanın temel amaçlarından biri, sistemin ekonomik sınırlar içerisinde sulama suyunu bitkilere eşit olarak dağıtacak şekilde planlanmasıdır. Sulama suyunun bitkilere homojen dağılımını azaltan faktörler tam olarak bilinemese de belli başlı olanları şunlardır;

- Sağlıklı çalışmayan pompa kullanımı veya pompa sistemindeki yıpranmalar,
- Dağıtım boru hattındaki kırılma ve yıpranmalar,
- Fiziksel, kimyasal ve biyolojik maddelerden kaynaklanan damlatıcılardaki tıkanmalar;
- Sistem planlanmasındaki eksiklikler.

Damla sulamada ileri teknoloji kullanılmasına rağmen söz konusu sulama sisteminin gerek planlama ve gerekse işletme aşamasında bazı hatalar yapılmaktadır. Örneğin, toprak, bitki özellikleri, bitki su tüketimi değerlerinin hatalı olmasından dolayı verilecek net ve brüt sulama suyunun, sulama aralığının, yanlış damlatıcı aralığı ve lateral uzunluğu, yan boru ve ana boru çaplarının ve motor gücünün seçimi sistemin zayıf işletmesine sebep olabilir.

Basınçlı sulama yöntemlerinden olan damla sulamada genellikle sağlıklı sonuçlar vermesine rağmen sulama suyunun homojen dağılıp dağılmadığı sulama sisteminin arazi şartlarında değerlendirilmesi ile mümkündür. Sulama yeknesaklığının değerlendirilmesinde eş su dağılım katsayısı hesabı ve son zamanlarda grafiksel yöntem kullanılmaktadır (Goyal 2007).

Bu araştırma, Aksaray İl Merkezi yakınında lale bağları mevkii olarak bilinen yerde araştırmaya uygun olan ve tesadüf olarak seçilen iki adet damla sulama sistemi kurulu elma bahçesinde yürütülmüştür. Bu araştırmada ilgili bahçelerde kullanılan damla sulama sistemlerinin özellikleri ve su dağılım homojenliği değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Anonymous (2004) göre, damla sulama yapılan alanlarda topraktaki su miktarı sık aralıklarla sulama yapıldığı için sulama mevsimi boyunca yeterli yani tarla kapasitesine yakın düzeydedir.

Orta ve ark. (2001), Tekirdağ Ziraat Fakültesi Uygulama Alanında 1997 ve 1999 yıllarında yürütülen bu çalışmada, farklı sulama yöntemi ve programlarının elma ağaçlarının verim ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, deneme konularına sulama suyu yüzey ve damla sulama yöntemleri ile kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40 ve 70'i tüketildiğinde uygulanmıştır. Deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ortalama olarak damla sulama yönteminde yüzey sulama yöntemine göre sırasıyla % 72.5 ve % 62.7 daha az olmuştur. Farklı konularda verim ve kalite özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmamasına karşın, bu bulgular sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi ile birlikte değerlendirildiğinde genel olarak damla sulama yöntemi daha iyi sonuç vermiştir. Sonuçta, Tekirdağ koşullarında elma ağaçlarının sulanmasında damla sulama yönteminin kullanılması ve yöntemin esasına uygun olarak kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanması önerilmiştir.

Farklı çeşitlerdeki elma ağaçları üzerinde yapılan çalışmalarda, sulamanın ağaç gelişimini, meyve verimini, meyve iriliği ve meyve kalitesini arttırdığı belirlenmiştir (Gergely 1979, Bergamini ve ark. 1988, Blosse ve ark. 1988).

Köksal ve ark. (1999), çöğür anaçlar üzerine aşılı Starkspur Golden Delicious ve Starkrimson elma ağaçlarının uygulanan sulama suyu ve bitki su tüketimi üzerine farklı sulama yöntemleri ve programlarının etkisinin belirlemek amacıyla Ankara koşullarında bir araştırma yapmışlardır. Sulama programı olarak 20 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin (FSK) %30 ve %50' si tüketildiğinde ve A Sınıfı kaptan ölçülen buharlaşmanın %75 ve %100' ü kadar sulama suyunu FSK'nın %30 ve %50' si tüketildiği sulama aralıklarında uygulamışlardır. Uygulanan sulama suyu miktarları damla ve ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemlerinde, yüzey sulamaya göre sırasıyla %28–46 ve %12–24 ve toplam bitki su tüketimi sırasıyla %20–32 ve %8–19 daha az bulmuşlardır. Her

iki çeşitte de damla sulama yöntemi için 120 cm toprak derinliğindeki FSK'nın %30' u tüketildiğinde sulamaya başlanması ya da 9 gün ara ile A Sınıfı kaptan ölçülen buharlaşmanın %75'i kadar sulama suyu uygulanmasını tavsiye etmişlerdir.

Meyve yetiştiriciliğinde kontrollü su uygulaması meyvenin verim ve kalitesine büyük oranda etki eder. Geleneksel kısıntılı sulama, bitkide önemli verim azalışına neden olmadan su kullanımını azaltan yaklaşımlardan biridir (Kırda ve ark. 1999).

Avusturalya'da yapılan bir çalışmada (Goodwin ve Boland 2004) geleneksel kısıntılı sulama tekniğinin meyve ağaçlarında su kullanım randımanını yaklaşık olarak % 60 oranında artırdığı bildirilmiştir.

Çakmak (1999)'a göre uygun bir şekilde planlanan ve yönetilen modern sulama sistemleri sayesinde bitkilerin verimleri artırılabilmekte, aşırı su kullanımından kaçınılmakta ve drenajla uzaklaştırılan su miktarı azalmakta, düşük kalitedeki sular sulamada kullanılabilmekte, daha önceleri sulanamaz olarak nitelendirilen kaba bünyeli topraklarda, dik eğimli alanlarda ve taşlı topraklarda da üretim yapılabilir.

Yaohu ve ark.(1995) , bitkilere homojen bir 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 atmosferlik 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 200m olmasını tavsiye etmektedirler.

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 altına yıkamak suretiyle gübrenin etkin kullanımın 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.

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.

Mizyed ve Kruse (1989), damla sulama sistemlerinde eş su dağılım katsayısının doğrudan damlatıcı debilerinin ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesiyle bulunabileceğini bildirmişlerdir. Araştırıcılara göre, eş su dağılım homojenliğini etkileyen faktörler; damlatıcı yapım farklılıkları, sistemdeki basınç değişimleri, boru hattındaki sürtünme kayıpları, damlatıcıların basınç ve sıcaklığa karşı mukavemeti ile damlatıcılardaki tıkanma problemleri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Latey ve ark. (1990), sulama sistemlerinin performanslarının belirlenmesinde en önemli parametrenin sulama yeknesaklığı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar sulama yeknesaklığının planlama, bakım ve işletme gibi etmenlere bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir.

Keller ve Karmeli (1975), damla sulama sisteminde eş su dağılım durumunun değerlendirilmesinde üniformite katsayısının kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Bralts (1986), Capra ve Tamburino (1995) damlatıcı debi ölçümleri ile üniformite katsayısının hesaplanabileceği bildirmişlerdir.

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.

Capra ve Tamburino (1995), İtalya'da Sicilya'nın farklı yerlerinde çoğunluğu bağ olmak üzere narenciye ve zeytin ağaçlarında kullanılan 1–20 yıllık 21 adet düşük basınçlı sulama sistemini yapım farklılığı katsayısını belirlemek amacıyla test

etmişlerdir. Araştırmada 10 farklı damlatıcı (17 sistemde) ve 4 farklı mikrojet (4 sistemde) kullanmışlardır. Debi ölçümlerinde damla sulama için 10 mSS; mikrojetler ise 15 mSS işletme basınçları kullanmışlardır. Bu amaçla, 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, lateralin ortasında ve lateralin sonundaki) debi ölçümlerini yapmışlardır. Yapılan testler sonucunda, damlama sulama debi değerlerinin 4–16; mikrojette ise 68–161 L/h arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

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, Cu değerinin %98; %20 olduğunda ise %95 civarında olduğunu bildirmişlerdir.

Korukçu ve Yıldırım (1984), damla sulamada laterallerin Cu ≥%98 olacak biçimde boyutlandırılması gerektiğini belirtmişler ve Cu ≥95.5 değerini de kabul edilebilir ölçüt olarak önermişlerdir.

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.

Wallach (1990), sulanan tarım arazilerinden elde edilen ürün miktarına etki eden en önemli faktörün sulama suyunun yeksenak dağılımı olduğunu belirterek sulama yeksenaklığına sulama yönteminin, yapılan planlamanın şeklinin, arazinin topoğrafik yapısının, mevcut rüzgar 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.

Madanoğlu (1983), sulama suyunda Ca ve Mg konsantrasyonlarının 50 ppm değerini geçtiği veya pH> 8 olduğu koşullarda damlatıcı geçitlerinin temizlenmesi için zaman zaman sisteme asit uygulamalarına ihtiyaç olduğunu bildirmiştir.

Bucks ve Nakayama (1985), damlama sulamada tıkanmaya neden olan birçok etmen olduğunu ve bunları fiziksel, kimyasal ($CaCO_3$ veya $MgCO_3$, $CaSO_4$, ağır metaller, karbonatlar, yağlar ve gübreler) ve biyolojik (lifler ve salyongozlar) faktörler olarak sınıflandırılmışlardır.

Elma ağaçları diğer pek çok meyve ağaçlarında olduğu gibi sulama suyu tuzluluğuna dayanımları azdır. Örneğin, 1.7 mmhos/cm' ye kadar verim azalması olmazken, 2.3 mmhos/cm' de verim kaybı %10; 3.3 mmhos/cm' de verim kaybı %25 ve 4.8mmhos/cm'de ise verim kaybı %50 civarındadır (Ayers ve Westcot, 1985).

3.MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu araştırma Aksaray il merkezi yakınında lale bağları mevkii olarak bilinen yerde araştırmaya uygun olan tesadüf olarak seçilen iki adet damla sulama sistemi kurulu elma bahçesinde yürütülmüştür (Şekil 3.1-3.4).



Şekil 3.1 Araştırmanın yürütüldüğü 1 nolu bahçenin görünüşü



Şekil 3.2 Araştırmanın yürütüldüğü 1 nolu bahçenin farklı bir görünüşü



Şekil 3.3 Araştırmanın yürütüldüğü 2 nolu bahçe



Şekil 3.4 Araştırmanın yürütüldüğü 2 nolu bahçenin genel görünüşü

Araştırmanın yürütüldüğü 1 nolu bahçede 3 yaşında tam bodur Golden Delicious elma çeşidi bulunmaktadır. Söz konusu bahçenin boyutları (65 x 100) m yani 6.5 dekardır. Bahçede yetiştirilen bitkilerin sıra arası mesafesi 3.5 m ve sıra üzeri ise 1m dir. Sulamada kullanılan sulama suyu bir derin kuyudan alınmaktadır (Şekil 3.5).

Araştırmanın yürütüldüğü 2 nolu bahçede ise 4 yaşında Golden Delicious, Starking Delicious ve Amasya elma çeşitleri mevcuttur. Söz konusu bu bahçenin boyutları (70x100) m yani 7 dekardır. Bahçede yetiştirilen bitkilerin sıra arası mesafesi 4 m ve sıra üzeri ise 1m dir. Sulamada kullanılan sulama suyu önce bir derin kuyudan alındıktan sonra bir havuzda dinlendirildikten sonra sulama zamanı sisteme uygulanmaktadır (Şekil 3.6). Araştırmanın yürütüldüğü her iki bahçeye ait damla sulama sisteminin plan detayları Ek-1 ve Ek-2 de verilmiştir.

Her iki bahçede de kullanılan lateral borular toprak üstünde bulunmakta ve hat üstü yani on-line tip damlatıcıları ihtiva etmektedirler.



Şekil 3.5. 1 nolu bahçenin sulanmasında kullanılan su kaynağı



Şekil 3.6. 2 nolu bahçenin sulanmasında kullanılan su kaynağı

1 nolu bahçede kullanılan lateral borular her bitki sırasında bir hat, 2 nolu bahçede ise her bitki sırasına çift hat şeklinde planlanmıştır (Şekil 3.7).



a) 1 nolu bahçe



b) 2 nolu bahçe

Şekil 3.7 Araştırmanın yürütüldüğü bahçelerde lateral tertip şekilleri

3.1.1.Araştırma yeri hakkında genel bilgiler

Bu çalışma Aksaray il merkezi yakınında iki farklı elma bahçesinde yürütülmüştür. Aksaray ili Kuzey ve Güney Anadolu dağlarının birbirinden uzaklaştığı iç Anadolu bölgesinin orta Kızılırmak kesiminde 37^o-38^o paralelleri ile 33^o -35^o meridyenleri arasında yer alır. Aksaray ili Doğuda Nevşehir, Güneydoğuda Niğde, Batıda Konya, Kuzeyde Ankara, Kuzeydoğuda Kırşehir ile çevrili olup yüzölçümü 7821 km²' dir (Şekil 3.8).

Bölgede Hasandağı, Melendiz ve Ekecik gibi volkanik dağlar ile lavların meydana getirdiği platolar vardır.

Aksaray ili Türkiye'de geniş bir arazi potansiyeline sahiptir. Aksaray'da arazi varlığının %54.4' ünde (420430 ha) tarım yapılmaktadır. Arazi varlığının %1.62' de (12.528 ha) orman ve fundalıklar, %36.0' ında (277.803 ha) çayır-meralar ve %1.34' ünde (10.376 ha) tarım dışı alanlar (yerleşim yerleri dahil), %6.64' ünde de (51.273 ha) toplam su yüzeyleri (göl ve göletler) yer almaktadır (Köksal ve Güneş 1999; Anonymous 2000).

İlde toplam ekilen alanın yarısından fazlasını hububat ve şekerpancarı oluşturmaktadır. Tarım arazilerinin %16' sında (64.923ha) sulu, %84' ünde (350.507 ha) ise kuru tarım yapılmaktadır (Anonymous 2000). Aksaray'da sulanan alanların %50.5' inde şeker pancarı, %24.7' sinde hububat, %11.5' inde sebze ve meyve,%6.9' unda patates ve %6.4' ünde de ayçiçeği yetiştiriciliği yapılmaktadır (Köksal ve Güneş 1999).



Şekil 3.8 Aksaray ili ve komşuları

3.1.2.Su kaynakları

Aksaray ili tuz gölü kapalı havzası içerisinde yer alır. Açık denize ulaşan akarsuları yoktur. En önemli akarsuyu Melendiz Dağları'ndan doğan Melendiz Çayı (Uluırmak) 'dır. Bundan başka Ekecik Deresi, Peçeneközü Deresi, Helva dere, Öteyüz ve İnatlı Dereleri, Karasu, Eşmekaya Çayı diğer önemli akarsulardır.

Aksaray'ın en önemli gölü Konya ve Ankara ile müşterek sınırlara sahip oldukları, Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü' dür. Tuz Gölü'nden başka doğal göl yoktur. Bölgede sulama, taşkınlardan korunma gibi amaçlarla yapılan baraj gölleri ve çeşitli göletlerde vardır. Bunların en önemlisi Melendiz çayı üzerinde kurulu bulunan Mamasın baraj gölüdür. Bu barajın yüzölçümü 11.7 km^2, su hacmi ise $165x10^6$ m^3'dür (Anonymous, 1994).

3.1.3. İklim özellikleri

Aksaray ilinde bozkır iklimi hüküm sürmekte olup, kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Uzun yıllar ortalamasına göre yıllık toplam yağış 356.2 mm dir. Aksaray il merkezine ait uzun yıllar ve 2008 yılına ait bazı meteorolojik verileri Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Aksaray İl Merkezine Ait Meteorolojik Veriler (Anonymous 2008).

(* 1975–2008 yılları arası ortalama)

		AYLAR												
Meteorolojik Değerler		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**ORT.**
Ortalama Sıcaklık (°C)	*	-1.8	0.5	7.4	12.5	15	19.6	23.7	21.8	17.7	11.0	5.2	1.7	10.91
Ortalama Bağıl nem (%)	*	78	74.8	62.2	66.7	66.7	57.3	48.4	49.8	55.4	58.4	68.5	79.2	63.78
Ortalama Rüzgar hızı (m/s)	*	2.2	3	3.6	2.4	2.1	2.4	2.9	2.8	2.9	2.1	2.2	1.7	2.52
Ortalama Yağış (mm)	*	19.9	51.3	53.5	101.4	22.8	21.8	2.6	2.5	1.0	5.8	29.4	44.2	**Toplam** 356.2

Söz konusu Çizelge'de görüldüğü gibi, uzun yıllara ortalamasına göre en yüksek yağış 101.40 mm ile Nisan; en düşük yağış ise 1.0 mm ile Eylül ayında gerçekleşmektedir. Bu yüzden özellikle yaz aylarında sulamasız tarım yapmak mümkün değildir ve su kaynaklarının tasarruflu kullanımı hayati öneme sahiptir.

3.2. Metod

3.2.1 Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler

Araştırma toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 1 nolu bahçenin toprak derinliği sığ olduğundan 0–30 ve 30–60 cm' den; 2 nolu bahçede ise toprak derinliği yaklaşık 1m olduğundan 0–30, 30–60 ve 60–90 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır.

Örneklerin alınmasında Demiralay (1977) tarafından önerilen metod ve prensiplere uyulmuştur. Alınan toprak örnekleri naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek laboratuara getirilmiştir.

Toprak örneklerinde yapılan analiz ve yöntemler aşağıdaki gibidir;

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

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde A.B.D. Tuzluluk laboratuarına göre belirlenmiştir (Anonymous, 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): 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 örneklerinde yapılan analizler

İncelenen işletmelerdeki sulama sularının sulama açısından kalitesinin tespiti amacıyla su kaynaklarından belirli zamanlarda sulama suyu örnekleri alınmıştır. Her iki araştırma bahçesinde de su kaynağı olarak derin kuyudan yararlanılmaktadır. Örnekler alınmadan önce kuyu yaklaşık yarım saat çalıştırılmış ve daha sonra yaklaşık 2 L sulama suyu örneği alınmıştır. Alınan örnekler laboratuara götürülerek buzdolabına konmuştur.

Sulama suyunda yapılan analiz ve yöntemler şunlardır;

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

Elektriksel iletkenlik: 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 ile; sülfat $BaSO_4$ şeklinde çökeltilerek belirlenmiştir (Richards, 1954).

Sonuçlar Farouk (1998b) tarafından önerilen aşağıdaki Çizelge 3.2' ye göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Damla Sulamada Bitkide, Sulama Sisteminde ve Toprakta Ortaya Çıkabilecek Bazı Sorunlar İle Su Kalitesi İlişkileri (Farouk, 1998b).

Sorunlar ve sebepleri	**Problemin şiddeti**		
	Az	**Orta**	**Yüksek**
Tıkanma *pH*	<7	7–8	>10
Bitkiye zararlılık *EC(µhos/cm)*	<750	750–3000	>3000
Spesifik iyon zararı *Klor(ppm)*	<142	142–355	>355
Toprak geçirgenliğine etkisi *EC(µmhos/cm)*	>500	<500	>2000

3.2.3. Eş su dağılım katsayısının belirlenmesi

Eş su dağılım katsaysı olan UC' nin belirlenmesinde 2 farklı yöntem kullanılmıştır. Birincisi hesaplama, ikincisi ise grafik metodudur. Arazi şartlarında ölçülen debi değerlerinden eş su dağılım (üniformite) katsayısının (UC), hesapla belirlenmesi daha doğru sonuç vermesine rağmen hesaplama işlemi fazla zaman gerektirdiğinden, çok ciddi çalışmalarda bu yönteme başvurulabilir. Hızlı sonuç vermesi açısından daha az ölçüm değerinin kullanılmasına gereksinim duyulan önceden hazırlanmış grafik ' den yararlanılabilir.

Bu araştırmada, her bir yan boru üzerinde 36 adet damlatıcı test edilmiştir. Yani her bir yan boru üzerinde 3 adet lateral; her lateral üzerinde de 12 adet damlatıcıda (lateral başında, lateralin ortasında ve lateralin sonunda 2 'şer adet olmak üzere) debi ölçümlerini yapılmıştır (Capra ve Tamburino 1995) (Şekil 3.9).

UC' nin herhangi bir hesaplama yapmadan daha hızlı ve pratik olarak belirlemek için A.B.D Ziraat ve biyoloji mühendisleri topluluğu (ASARE) tarafından geliştirilen ve Şekil 3.10' da verilen grafik kullanılabilir (Goyal 2007). Bu grafikte debi ölçümü ile üniformite belirlenmesinde, 3 adet en yüksek ve 3 adet en düşük damlatıcı debi toplamı kullanılır. En küçük ve en büyük üç debi toplamlarının Şekil.3.10 üzerinde işaretlenmesi ile UC değeri ve buna göre de su dağılım homojenliği belirlenir.

UC değerlerinin hesapla bulunmasında Wu ve Gitlin (1974) tarafından tavsiye edilen Christiansen yeksesaklık katsayısı eşitliği kullanılmıştır. Buna göre eş su dağılım katsayısı şu şekilde hesaplanmıştır;

$$UC = \left[(1 - (\frac{\Delta q}{qort})\right] X100$$

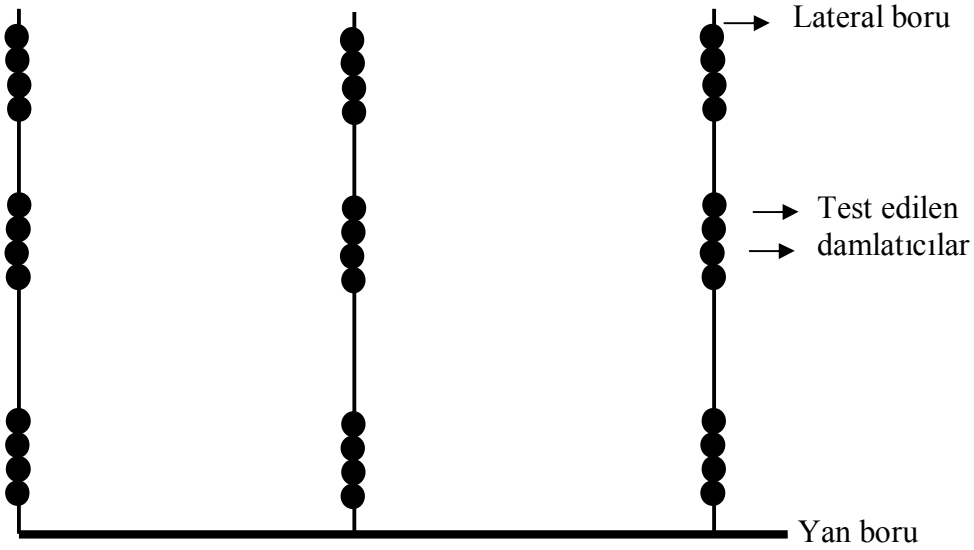
Eşitlikte;

UC: Eş su dağılım katsayısı,%

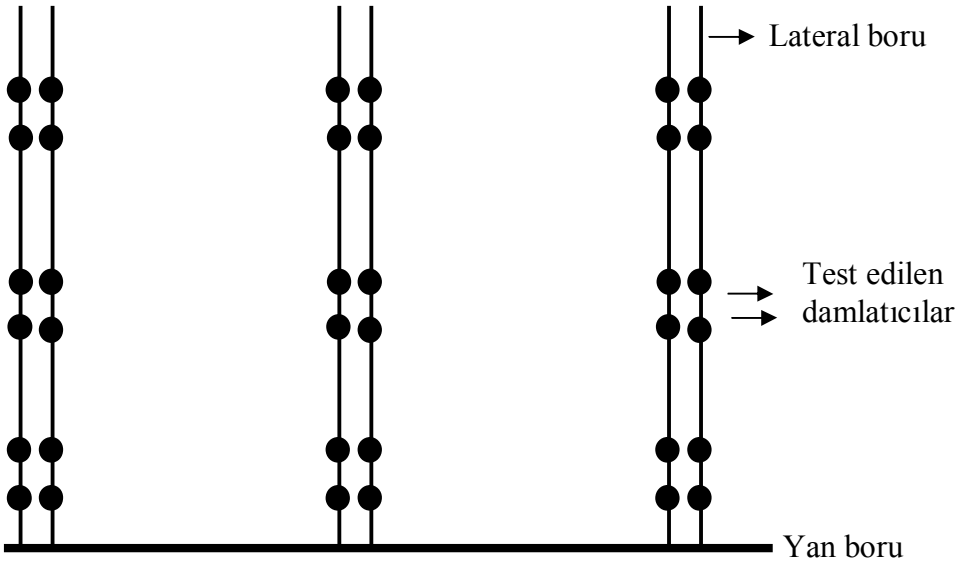
Δq:Damlatıcı debilerinin ortalama damlatıcı debisinden mutlak değer olarak sapmalarının ortalaması, L/h

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

Bu çalışmada hesap yöntemi ile bulunan UC değerleri grafiksel yöntem ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, Tüzel (1993) ve Farouk (1998a)'e göre değerlendirilmiştir.

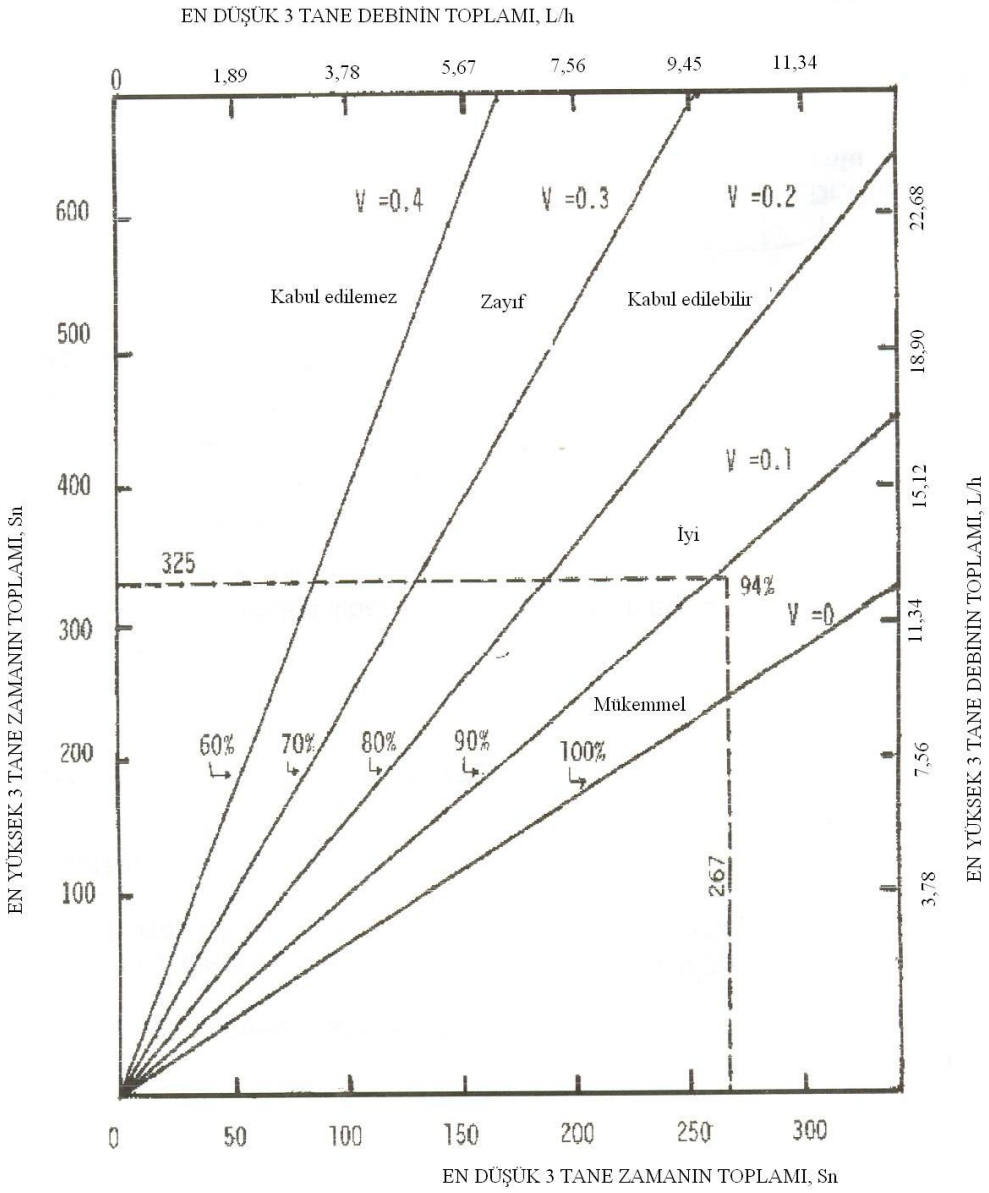


a) 1 nolu bahçe



b) 2 nolu bahçe

Şekil 3.9 Damla sulama sistemlerinde debi ölçüm noktaları



Şekil 3.10. Üniformite katsayısı-su dağılım ilişkileri (Goyal, 2007).

3.2.4 UC değerleri güven aralıklarının belirlenmesi

UC değerini %100 doğru olarak belirlemek için arazideki tüm damlatıcı debilerinin sağlıklı bir şekilde ölçülmesi gerekir. Daha önceden de belirtildiği gibi bu hem zaman alıcı hem de çok büyük arazilerde mümkün olmamaktadır. Genel olarak grafiksel yöntemde 18, 36 ve 72 adet damlatıcı debi ölçümü yapılması tavsiye edilmektedir (Goyal 2007). Bu sebeple, sonuçların tam olarak bütün damlatıcıları temsil ettiğini söylemek mümkün değildir. Belirli bir oranda istatistikî olarak hata payı vardır. Bu araştırmada, UC değerlerinin güven aralıklarının belirlenmesinde Çizelge 3.3 kullanılmıştır. Böylece yapılan işlemlerde ne kadar hata yapıldığı bulunabilir.

Çizelge. 3.3. Sulama Üniformitesinde Güven Sınırları (Goyal 2007).

Eş Dağılım (Uniformite) (%)	**18 Damlatıcı Güven Sınırları**		**36 Damlatıcı Güven Sınırları**	
	N	**%**	***N***	***%***
100	3	U ± 0.0	*6*	*U ± 0.0*
90	3	U± 2.9	*6*	*U ± 2.0*
80	3	U± 5.8	*6*	*U ± 4.0*
70	3	U± 9.4	*6*	*U ± 6.5*
60	3	U± 13.3	*6*	*U ± 9.2*

N:Toplam damlatıcının 1/6 ‘sını ifade etmektedir. Bu sayı, en yüksek ve en düşük 3 adet damlatıcı debisinin **(q_{max} ve q_{min})** toplanmasında kullanılır.

Sulama suyu eş su dağılım durumlarının değerlendirilmesinde bir diğer kriter de dağılım üniformitesidir. Dağılım üniformitesi EU ile gösterilir ve aşağıdaki şekilde hesaplanır;

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

Eşitlikte;

EU : Su dağılım türdeşliği, %

$q_{\%25}$: Damlatıcılardan en küçük debili ¼ (%25)' ünün ortalaması, L h^{-1}

q_{ort} : Tüm damlatıcı debilerinin ortalaması, L h^{-1}.

Sonuçlar, Merriam ve Keller (1978); Instituto de Reforma Y Desarrollo Agrario, **IRYDA,** (1983)' tarafından önerilen aşağıdaki Çizelge 3.4' e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge.3.4 EU Değerlerine Göre Su Dağılım Sınıfları

EU, %	**Merriam ve Keller (1978)' Göre**	**IRYDA (1983)' e Göre**
<70	Zayıf	Kabul Edilemez
70–80	Kabul Edilebilir	Zayıf
80–86	İyi	Kabul Edilebilir
86–90	İyi	İyi
90–94	Mükemmel	İyi
>94	Mükemmel	Mükemmel

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırma alanından alınan bozulmuş toprak örneklerinde; tekstür, tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bahçe Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

Bahçe	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Toprak Bünyesi			Bünye Sınıfı
			%Kum, S	%Kil, C	%Silt, S_i	
1	0–30	1.57	69	6.6	24.4	Kumlu -Tın
	30–60	1.62	71	8.6	20.4	Tınlı - Kumlu
2	0–30	1.54	68	15.6	16.4	Kumlu - Tın
	30–60	1.57	72	15.6	12.4	Tınlı - Kumlu
	60–90	1.57	71	15.6	13.4	Tınlı - Kumlu

Çizelge 4.1' den görülebileceği gibi, 1 ve 2 nolu bahçe topraklarının tekstür sınıfı her iki işletme toprağında da **Tınlı-Kum** ve **Kumlu-Tın**' dır. Toprakların hacim ağırlıkları 1.54 – 1.62 g/cm^3 arasında değişmektedir. Toprakların tekstür özellikleri ile hacim ağırlıkları uyum içerisindedir (Kara, 2005).

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

Yapılan analizler sonucunda toprakların tarla kapasitelerinin ağırlık olarak % 12.61 - % 14.60; solma noktası değerleri ise % 6.87 – 8.81 arasında değişmektedir. Faydalı su kapasitesi 1 nolu işletmede 60.79 mm/60 cm; 2 no' lu işletmede ise 63.17 mm / 60cm veya 95.39 mm/90 cm' dir.

Çizelge 4. 2. Araştırma Toprakların Sulama Açısından Bazı Su Tutma Özellikleri

İşletme	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Tarla Kapasitesi (Ağırlık %)	Solma Noktası (Ağırlık %)	FSK (Ağırlık %)	FSK (mm/30cm)
1	0–30	1.57	13.82	7.65	6.17	29.10
	30–60	1.62	13.53	7.01	6.52	31.69
2	0–30	1.54	16.63	8.81	7.82	36.13
	30–60	1.57	12.61	6.87	5.74	27.04
	60–90	1.57	14.60	7.76	6.84	32.22

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

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi pH değerleri 7.42–8.07 arasında değişmektedir. Bu değerlere bakıldığında toprakların bazik karaktere yakın oldukları görülmektedir. En yüksek pH değeri 2 nolu işletmenin 60–90 cm derinliğinden alınan toprakta 8.07 olarak belirlenmiştir.

Araştırma alanı topraklarının EC değerleri yine Çizelge 4.3'de verilmiştir. Toprakların EC değerleri 1.543 – 2.103 mmhos/cm arasında değişmektedir. Toprak tuzluluğunun genel olarak düşük seviyelerde olduğu söylenebilir. Elma yetiştiriciliği için mevcut şartlarda herhangi bir sorun gözükmemektedir.

Çizelge 4.3. Araştırma Alanı Toprakların Bazı Kimyasal Özellikleri.

İşletme	Derinlik (cm)	Saturasyon Eksraktında		Organik Madde (%)	Kireç (%)
		pH	EC (mmhos/cm)		
1	0–30	7.42	2.063	0.427	18.2
	30–60	7.42	2.103	0.373	17.4
2	0–30	7.89	1.709	0.579	13.0
	30–60	8.07	1.543	0.214	11.50
	60–90	8.07	1.850	0.229	11.3

Her iki bahçede de toprakların organik madde muhtevaları düşük olup % 1'in altındadır. En yüksek organik madde 2 nolu işletmenin 0–30 cm derinliğinde %0.579 olarak tespit edilmiştir. İşletmelerin kireç muhtevaları ise % 11.3 - % 18.2 arasında değişmiştir.

4.2. Bahçelerde Sulamada Kullanılan Su Kaynaklarının Kalitesi

Araştırmanın yürütüldüğü bahçelerde araştırma öncesi alınan su örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. İşletmelerin Sulamada Kullandıkları Suların Bazı Kimyasal Özellikleri.

İşletme	pH	(µmhos/cm)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	% Na	Sınıfı	Bor ppm
			Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)									
			$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	$SO_4^{=}$	Top.	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Top.					
1	7.92	3200	0.2	2.5	10.0	19.48	32.18	12.43	0.11	14.12	5.52	32.18	-	3.97	38.6	T_4S_1	-
2	7.95	1600	0.6	6.3	5.0	3.69	15.59	4.81	0.27	5.49	5.02	15.59	-	3.41	30.85	T_3S_1	-

Analiz sonuçlarına göre, 1 ve 2 nolu işletmenin sulamada kullandığı suyun pH değerleri sırasıyla 7.92 ve 7.95 olup alkali karakterdedir. Söz konusu her iki bahçede kullanılan sulama suları pH açısından damlatıcılarda orta derecede tıkanma sorunu oluşturacak özelliktedir (Farouk 1998b). Dolayısıyla sisteme zaman zaman fosforik asit ve nitrik asit gibi kimyasallar uygulanması bu sorunun çözümünde etkili olabilir. Söz konusu bu asitler hem damlatıcılardaki tıkanmaları önler, hem de bitkinin gübre ihtiyacını karşılar. Bahçelerin sulama suyunun EC değerleri ise sırasıyla 3200 ve 1600 micromhos/cm 'dir. Genel olarak bakıldığında bu değerlerin yaklaşık olarak 750–3000 micromhos/cm arasında olduğunda bitkilere orta seviyede zararlı olacak sevide olduğu söylenebilir (Farouk 1998b). Tuzluluk zararı yönünden bu sular 4. ve 3. sınıf sulama suyudur. Sodyum zararı yönünden değerlendirildiğinde ise 1. sınıf sulama suyu olarak sınıflandırılır. Sonuç olarak 1 nolu işletmede kullanılan sulama suyu T_4S_1; 2 nolu işletmede kullanılan sulama suyu ise T_3S_1 sınıfındadır.

Sulama sezonu boyunca belirli aralıklarla alınan su örneklerinde yapılan bazı analizler sonuçları Çizelge 4.5.- 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.5' de görüldüğü gibi sulama suları tuzluluk yönünden 3010 ile 3200 micromhos/cm; sodyum adsorpsiyon oranı, SAR, ise 3.15–3.97 arasında tespit edilmiştir. Bir nolu bahçede kullanılan sulama suyu tuzluluk açısında 4.sınıf, SAR yönünden 1.sınıftır (T_4S_1). Tuzluluk değerinin yüksek çıkmasının sebebi su kaynağının derin kuyu olması ve yaz aylarında yağış olmamasından dolayı konsantrasyonun yükselmesidir. İleriki yıllarda toprakta tuzluluk zararı oluşturabilir. Aynı çizelgede, suyun pH değeri 7.70–7.99 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.6' da görüldüğü gibi sulama suları tuzluluk yönünden 1408 ile 1774 micromhos/cm; soyum adsorpsiyon oranı, SAR, ise 2.15–3.85 arasında tespit edilmiştir. İki nolu bahçede kullanılan sulama suyu tuzluluk açısında 3.sınıf, SAR yönünden 1.sınıftır (T_3S_1). Bu bahçede tuzluluk değerinin yüksek çıkmasının sebebi su kaynağının derin kuyu olması ve yaz aylarında yağış olmamasından dolayı konsantrasyonun yükselmesidir. Aynı çizelgede, suyun pH değeri 7.92–8.08 arasında değişmekte olup alkali özelliktedir.

Çizelge 4.5. Bir Nolu İşletmede Kullanılan Sulama Suyunun Çeşitli Tarihlerdeki Analiz Sonuçları

Tarih	pH	EC (µmhos/cm)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	% Na	Sınıfı	Bor ppm
			Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)									
			$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	$SO_4^{=}$	Top.	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Top.					
25.06.08	7.92	3200	0.2	2.5	10.0	19.48	32.18	12.43	0.11	14.12	5.52	32.18	-	3.97	38.6	T_4S_1	-
06.07.08	7.99	3010	0.2	2.5	10.0	16.45	29.15	9.78	0.10	14.11	5.16	29.15	-	3.15	33.55	T_4S_1	-
23.08.08	7.80	3160	0.2	2.5	10.0	16.86	29.56	10.02	0.11	14.18	5.25	29.56	-	3.21	33.90	T_4S_1	-
06.09.08	7.70	3165	0.2	2.5	10.0	17.78	30.48	10.85	0.13	14.20	5.30	30.48	-	3.48	35.60	T_4S_1	-

Çizelge 4.6 İki Nolu İşletmede Kullanılan Sulama Suyunun Çeşitli Tarihlerdeki Analiz Sonuçları

Tarih	pH	EC (µmhos/cm)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	% Na	Sınıfı	Bor ppm
			Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)									
			$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	$SO_4^{=}$	Top.	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Top.					
25.06.08	7.92	1600	0.6	6.3	5.0	3.69	15.59	4.81	0.27	5.49	5.02	15.59	-	3.41	30.85	T_3S_1	-
06.07.08	8.06	1560	0.6	6.1	5.0	4.59	16.29	5.43	0.25	5.58	5.03	16.29	-	3.85	33.33	T_3S_1	-
23.08.08	8.0	1774	0.6	6.2	5.0	4.04	15.84	4.96	0.22	5.56	5.10	15.84	-	2.15	31.30	T_3S_1	-
06.09.08	8.0	1408	0.6	6.2	5.0	4.85	16.65	5.60	0.24	5.63	5.18	16.65	-	2.41	33.63	T_3S_1	-

4.3. Eş Su Dağılım Katsayısı ve Su Dağılım Sınıfı

Damla sulama yönteminin bitkilere homojen su dağılımını sağlaması, bu yöntemin diğer sulama yöntemlerine olan en önemli üstünlüklerinden biridir. Damla sulama yönteminde, sulama suyu çok küçük açıklığa sahip olan damlatıcılar vasıtasıyla kök bölgesine uygulanır. Dolayısıyla, damlatıcılarda meydana gelecek tıkanma eş su dağılımını bozar. Bunun yanında 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 (Solomon 1985).

Bu araştırmada damla sulamada eş su dağılım durumunun değerlendirilmesi amacıyla iki farklı üniformite kriteri kullanılmıştır. Bunlar; Christiansen Üniformite Katsayı, UC ve Dağılım Türdeşliği veya Dağılım Üniformitesidir, EU. Eş su dağılım katsayılarını belirlemek amacıyla belirli tarihlerde sistemde sulama sezonu boyunca debi ölçüm testleri yapılmıştır. UC' nin belirlenmesinde metod' da belirtildiği gibi hesap ve grafiksel yöntemler kullanılmıştır.

Çizelge 4.7' de örnek olarak 1 ve 2 nolu bahçelerde hesaplama yöntemi ile UC' nin bulunuşu için ölçülen debi değerleri verilmiştir. Debilerin toplamının ölçüm sayısına bölünmesi ile önce ortalama debi, q_{ort} bulunmuştur. Her bir ölçüm için debilerden q_{ort} farkı alınarak damlatıcı debilerinin ortalama damlatıcı debisinden mutlak değer olarak sapmalar bulunmuş ve bunların da ortalaması alınmıştır. Buradan da UC değeri hesaplanmıştır.

Çizelge' de verilen değerler kullanılarak 1 nolu bahçede 06.09.2008 tarihi için UC aşağıdaki şekilde hesaplanabilir;

$$UC= [(1-(0.41/1.79)]x100$$

$$UC =\% 77.1$$

Çizelge' de verilen değerler kullanılarak 2 nolu bahçede 08.09.2008 tarihi için UC aşağıdaki şekilde hesaplanabilir;

$$UC= [(1-(0.27/1.16)]x100$$

UC =% 76.0 olarak hesaplanabilir.

Çizelge 4.7 1 ve 2 Nolu Bahçelere Ait Örnek Debi Değerleri

1 Nolu Bahçe (06–09–2008)		2 Nolu Bahçe (08–09–2008)	
Ölçülen debi, q, L/h	**$|q - q_{ort}|$**	**Ölçülen debi, q, L/h**	**$|q - q_{ort}|$**
1.07	0.72	0.81	0.35
1.38	0.41	0.75	0.41
1.33	0.46	0.95	0.21
1.69	0.1	0.75	0.41
1.55	0.24	1.07	0.09
1.76	0.03	1.19	0.03
2.4	0.61	1.11	0.05
2.2	0.41	1.35	0.19
2.19	0.4	1.88	0.72
1.55	0.24	1.55	0.39
2.3	0.51	1.62	0.46
2.4	0.61	1.25	0.09
0.92	0.87	0.78	0.38
1.6	0.19	0.74	0.42
1.31	0.48	0.96	0.2
1.23	0.56	0.78	0.38
1.52	0.27	1.16	0
1.58	0.21	1.02	0.14
2.3	0.51	1.11	0.05
2.03	0.24	1.28	0.12
2.22	0.43	1.79	0.63
2.41	0.62	1.5	0.34
1.44	0.35	1.32	0.16
2.37	0.58	1.62	0.46
1.07	0.72	0.72	0.44
1.38	0.41	0.71	0.45
1.33	0.46	0.93	0.23
1.69	0.1	0.75	0.41
1.55	0.24	1.11	0.05
1.76	0.03	0.93	0.23
2.4	0.61	1.11	0.005
2.2	0.41	1.28	0.12
2.19	0.4	1.56	0.4
1.55	0.24	1.47	0.31
2.3	0.51	1.23	0.07
2.4	0.61	1.62	0.46
q_{ort}=1.79	**Toplam, □= 14.79**	**q_{ort}=: 1.16**	**Toplam, □= 9.86**
	Ortalama =0.41		**Ortalama =0.27**

Diğer tarihlerde de UC değerleri benzer şekilde hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.8 ve 4.9.'da verilmiştir.

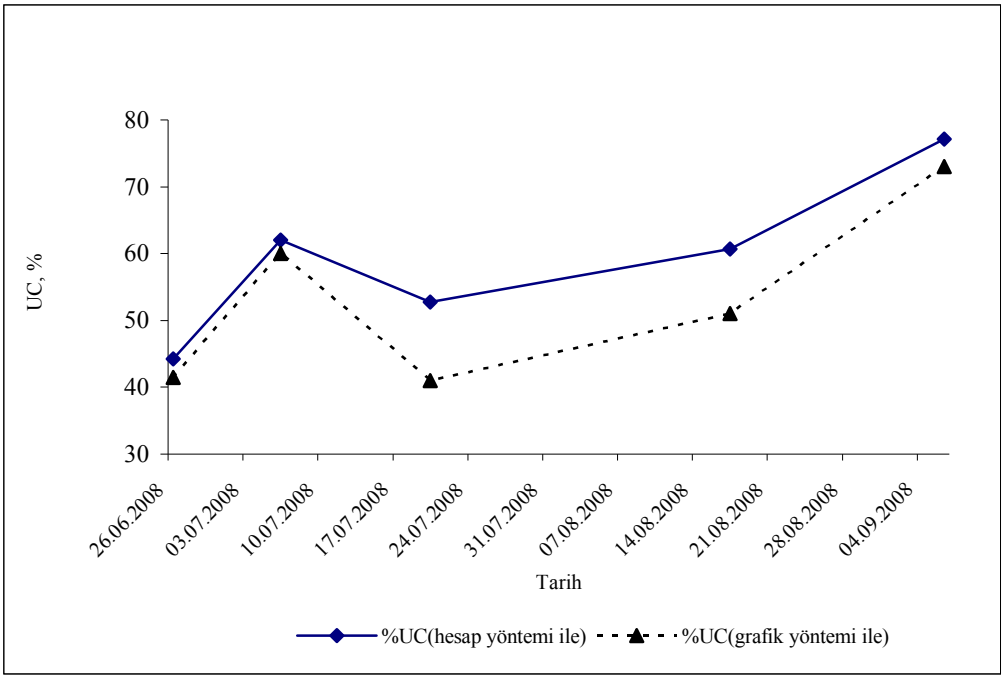
Çizelge 4.8 1 Nolu Bahçede Hesap ve Grafiksel Yöntem ile bulunan % UC Değerleri

Tarih	*% UC (hesap yöntemi)*	*Dağılım sınıfı*	*% UC (grafik yöntemi)*	*Dağılım sınıfı*
26.06.08	44.20	*Kabul edilemez*	41.50	*Kabul edilemez*
06.07.08	62.00	*Zayıf*	60.00	*Zayıf*
20.07.08	52.75	*Kabul edilemez*	41.00	*Kabul edilemez*
17.08.08	60.70	*Zayıf*	51.00	*Kabul edilemez*
06.09.08	**77.10**	*Normal*	**73.00**	*Zayıf*

Çizelge 4.8.'den görülebileceği gibi 1 nolu işletmenin, hesap yöntemi kullanılarak tespit edilen UC değeri sezon boyunca % 44.20 - % 77.10 arasında değişmiştir. Tüzel (1993), göre su dağılım durumu ***kabul edilemez*** ile ***normal*** sınıfındadır. Korukçu ve Yıldırım (1984), e göre laterallerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde planlanmadığını görülmektedir. Yavuz (2008) ve Bağdatlı (2006)' ya göre sonuçlar daha düşüktür. Bunun sebebi, bu araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin yanlış planlanması ve sistem basıncının çok düşük olmasından kaynaklanması olabilir.

Grafik yöntemi kullanılarak en düşük UC değeri Temmuz ayı sonlarına doğru % 41 olarak bulunmuş ve su dağılımı ***kabul edilemez*** sınıfındadır (Tüzel, 1993). Yine bu yönteme göre en yüksek UC değeri ise sulama sezonu sonunda % 73 olarak tespit edilmiş ve su dağılımı ***normal*** sınıfına yükselmiştir. Söz konusu bu araştırma sonuçları da Yavuz (2008)' in bulgularından (%56-%90) daha düşüktür.

Sezon boyunca 1 nolu işletmede hesap ve grafik yöntemi ile tespit edilen UC değerleri ayrıca Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı Zamanlarda 1 nolu işletmede tespit edilen üniformite değişimi

Şekil 4.1.'den görüldüğü gibi UC değeri hesap yönteminde sulama sezonu başında düşük iken (% 44.2); bu değer Temmuz ayı başlarına kadar yükselmiş ve Temmuz ayının sonuna kadar tekrar düşmüştür. Bundan sonra ise artan bir eğilim seyretmiş ve en yüksek UC değeri olan % 77.10' a ulaşmıştır.

1 nolu işletmede sulama sezonu boyunca çeşitli zamanlarda yapılan sistemin bakımı ve temizleme işlemleri sonucunda, sistem tıkanıklarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, sistem basıncı yeterli görülmemiş ve basıncı artırmak amacıyla, mevcut sistem iki ayrı birime bölünmüş ve sulamalar rotasyonla yapılmıştır.

Kısaca, sistemin daha sağlıklı işletilmesi amacıyla yapılan basınç ayarları ve temizlik işlemleri sonucunda, eş dağılım katsayısı düşük değerlerden yüksek değerlere ulaşmış ve ***kabul edilemez*** değerlerden ***normal*** sınıf değerlerine yükselmiştir.

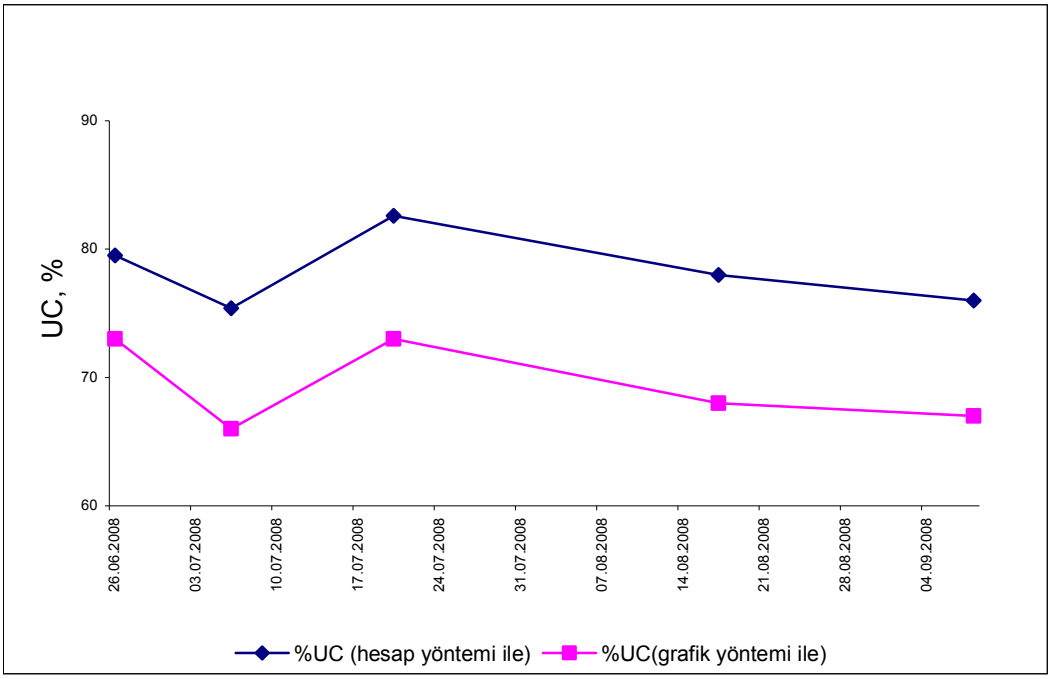
Çalışma alanında bulunan 2 nolu işletmenin eş dağılım katsayısı (UC) değerleri Çizelge 4.9 'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 2 Nolu Bahçede Hesap ve Grafiksel Yöntem ile bulunan % UC Değerleri.

Tarih	*% UC (hesap yöntemi)*	*Dağılım sınıfı*	*% UC (grafik yöntemi)*	*Dağılım sınıfı*
26.06.08	79.5	*Normal*	***73.0***	*Normal*
06.07.08	75.4	*Normal*	66.0	*Zayıf*
20.07.08	***82.6***	*İyi*	***73.0***	*Normal*
17.08.08	78.0	*Normal*	68.0	*Zayıf*
08.09.08	76.0	*Normal*	67.0	*Zayıf*

Çizelge 4.9'a göre, hesap yöntemi kullanılarak tespit edilen en düşük UC değeri Temmuz ayı başında % 75.4 olup su dağılımı ***normal*** sınıf değerleri içerisindedir. En yüksek UC ise yine Temmuz ayı sonuna doğru % 82.6' dır. Tespit edilen bu değere göre, su dağılımını ***iyi*** sınıfına ulaşmıştır. Sonuçlar Yavuz (2008) ve Bağdatlı (2006)' ın rapor ettiği değerlerden daha düşüktür. Diğer yandan, 2 nolu işletmeden elde edilen UC değerlerinin 1 no'lu işletmeden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Grafik yöntemi ile belirlenen en düşük UC değeri % 66 ve su dağılımı ***zayıf*** sınıfı değerleri içerisindedir. En yüksek UC değeri ise % 73 ve su dağılım durumu ***normal*** sınıfındadır. Söz konusu değerler de Yavuz (2008)' den daha düşüktür. İki farklı yöntem kullanılarak tespit edilen UC değerleri Şekil 4.2 'den de görülebilmektedir.



Şekil 4.2 2 nolu İşletmede iki farklı yönteme göre tespit edilen UC değişimi

Her iki test edilen işletmelerde de UC değerinin düşük çıkmasının en önemli sebeplerinden biri sistemin zayıf planlanmasıdır. Söz konusu bahçede kullanılan damla sulama sistemleri yeni olup arazi gözlemleri sırasında boru hatlarında yıpranma ve kırılma gibi sistemde debi dağılımını engelleyen etmenlere rastlanmamıştır. Genel olarak sistem basınçlarının düşük olduğu gözlenmiş ve bunun sonucunda da lateral sonundaki damlatıcılarda ya hiç debi ölçülememiş veya çok düşük debi değerleri ölçülebilmiştir. Bütün bu olumsuz etmenler eş su dağılımının homojenliğini bozmuştur.

Yapılan arazi gözlemleri esnasında ayrıca 2 no'lu işletmede kullanılan sulama suyunun sediment içeriğinden ileri gelen bulanık renkte olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise su kuyusunda kılıf borusu olarak tabir edilen boru döşemenin olmayışı ile kuyuda oluşan göçükler vb. nedenlerden dolayı sediment oluşumu söz konusudur.

Damla sulama sisteminde bu tür sulama sularının çok iyi arıtılması gerekmektedir. Aksi takdirde sistemde meydana gelen tıkanıklıklar sonucunda eş su dağılımının sağlanması neredeyse imkânsız hale gelir. Ayrıca sulama sezonu boyunca sistem temizliğinin işletme çalışanlarınca düzensiz olarak yapıldığı dolayısıyla sistemde meydana gelebilecek tıkanıklıklara karşı bir önlemin alınmadığı gözlemlenmiştir. Benzer olarak 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.

Sonuç olarak, bu araştırmada eş su dağılım %' sinin tespitinde iki ayrı yöntem kullanılmıştır. Hesap yöntemi ile tespit edilen UC değerlerinin grafik yöntemi kullanılarak tespit edilen UC değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Örneğin, 1 no'lu işletmede hesap yöntemiyle % 62 olarak bulunan UC değeri grafik yöntemiyle % 60 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında iki yöntem arasında en az % 2' lik bir fark oluşmuştur. Yine aynı işletmede hesap yöntemiyle % 52.75 olan UC değeri grafik yöntemiyle % 41 olarak belirlenmiştir. Buna göre iki yöntem arasında en fazla % 11.75' lik fark tespit edilmiştir.

Benzer şekilde 2 no'lu işletmede ise hesap yöntemi kullanılarak % 79.5 olan UC değeri grafik yöntemi ile % 73 olarak belirlenmiştir. Bu da bu iki yöntem arasında en az % 6.5' lik fark oluştuğunu göstermiştir. Aynı bahçede hesap yöntemi ile % 78 olarak tespit edilen UC değeri grafik yöntemi ile % 68 olarak belirlenmiştir. Bu da iki yöntem arasında en fazla %10' luk farkın olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak hesapla belirlenen % UC değerinin grafik yöntemi ile belirlenen % UC değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun en önemli sebebi, grafiksel yöntemde kullanılan veri sayısı daha azdır ve bütün ölçüm değerlerini temsil etmemektedir. Hesap yönteminde ise ölçüm değerlerinin tamamı kullanıldığından daha sağlıklı sonuç vermektedir.

Dolayısıyla, grafiksel yöntem hızlı ve pratik sonuç verir, ancak hassasiyeti daha düşüktür. Sonuç olarak, çok hassas çalışmalarda hesap yöntemi tavsiye edilebilir.

4.4. Sulama Üniformitesi ve Güven Sınırları Aralıkları

Gerçekte eş su dağılımını net olarak belirlemek için arazideki tüm damlatıcı debilerinin ölçülmesi gerekir. Bunun yapılması çok zor, zahmetli ve bazen çok büyük alanlarda kısa damlatıcı aralıklarında hemen hemen imkansızdır. Bu sebeple, araştırma alanını temsil ettiği düşünülen örnek damlatıcılar seçilerek debi ölçümleri bu damlatıcılarda yapılır. Ancak bu durumda da belirli oranda istatistikî olarak hata yapılabilecektir.

Yapılan bu araştırmada toplam 36 adet damlatıcıda debi ölçümü yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre UC değerleri iki farklı yöntemle tespit edilmiş ve hesap yöntemi ile bulunan UC değerlerinin güven aralıkları hesaplanarak Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10 1 Nolu İşletmeye Ait Güven Aralıkları

Tarih	*%UC (hesap yöntemi)*	*Güven Sınır Aralığı*
26.06.08	44.20	Kabul Edilemez
06.07.08	**62.00**	**± 8.66**
20.07.08	52.75	Kabul Edilemez
17.08.08	60.70	± 9.01
06.09.08	77.10	± 4.72

Çizelge 4.10'da 1 nolu işletmede UC değeri % 62 için güven aralığı ± 8.66' dır. Yani gerçekte UC % 70.66 ile % 53.34 değerleri arasında değişmektedir. Bunun anlamı ölçümlerde %8.66 fazla veya eksik hata yapılmıştır.

Çizelge 4.11 2 Nolu İşletmeye Ait Güven Aralıkları

Tarih	*%UC (hesap yöntemi)*	*Güven Sınır Aralığı*
26.06.08	79.50	± 4.12
06.07.08	75.40	**± 5.15**
20.07.08	82.60	**± 3.48**
17.08.08	78.00	± 4.50
08.09.08	76.00	± 5.00

Çizelge 4.11' e bakıldığında güven aralıklarının ± 3.48 ile ± 5.15 arasında değiştiği görülmektedir. Bu çizelgeye göre; UC % 76 olan eş su dağılımı gerçekte, % 81 ile % 71 arasında değişen bir değerde gerçekleşmiştir. UC değeri azaldıkça güven sınır aralığı yükselmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde her iki bahçede de eş su dağılım durumunun iyi olmadığı söylenebilir.

4.5. Su Dağılım Türdeşliği (EU)' ne Göre Değerlendirme

Damla sulama sistemlerinin performans değerlendirmesinde bir diğer önemli parametrede eş su dağılım sınıfının, EU' nun kullanılmasıdır. Bu değerler bize sistem performansının değerlendirilmesinde yani sistemin su dağılım homojenliğinin iyi veya zayıf

olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Her iki bahçenin EU değerleri Çizelge 4.12 ve 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.12 1 Nolu İşletmeye Ait EU Değerleri

Tarih	***%, EU***	***Merriam ve Keller' e Göre***	***Instituto de Reforma Y Desarrollo Agrario, IRYDA' a Göre***
26.06.08	47.53	Zayıf	Kabul Edilemez
06.07.08	62.45	Zayıf	Kabul Edilemez
20.07.08	42.14	Zayıf	Kabul Edilemez
17.08.08	56.55	Zayıf	Kabul Edilemez
06.09.08	78.15	Kabul Edilebilir	Zayıf

Çizelge 4.13 2 Nolu İşletmeye Ait EU Değerleri

Tarih	***%, EU***	***Merriam ve Keller' e Göre***	***Instituto de Reforma Y Desarrollo Agrario, IRYDA' a Göre***
26.06.08	81.70	İyi	Kabul Edilebilir
06.07.08	76.60	Kabul Edilebilir	Zayıf
20.07.08	83.45	İyi	Kabul Edilebilir
17.08.08	81.20	İyi	Kabul Edilebilir
08.09.08	79.00	Kabul Edilebilir	Zayıf

Çizelge 4.12' de görüldüğü gibi EU değerleri % 42.14-% 78.15 arasındadır. UC' de olduğu gibi en yüksek değer yine sezon sonunda yapılan testten elde edilmiştir (%78.15). Örneğin; 1 nolu işletmede 26.06.2008 tarihinde yapılan debi ölçümlerine göre EU değeri % 47.53 olarak bulunmuştur. Bu sonuç Merriam ve Keller (1978) 'e göre ***zayıf;*** IRYDA (1983) ' e göre ***kabul edilemez*** sınıfına girmektedir. Genel olarak incelendiğinde her iki bahçede de kullanılan sistemin zayıf olarak planlandığı ve işletildiği sonucuna varılmıştır. EU değerleri ile UC değerleri arasında da benzer bir ilişki olduğu sonucuna varılabilir.

4.6. Damla Sulama Sisteminin İşletilmesi

Sulama sistemlerinin doğru projelenmesinin yanında, gerektiği gibi işletilmesi, bakımlarının yapılması ve sürekli kontrol edilmesi hayati öneme sahiptir.

Araştırma alanında mevcut bulunan damla sulama sisteminin doğru bir şekilde işletilip işletilmediği araştırılmıştır. Damlatıcılarda fiziksel ve kimyasal tıkanmalar görülmüştür. İlgili sistemlere ait bilgiler sistemi kuran firma yetkilileri ile görüşülerek ve firma broşürlerinden yararlanılarak elde edilmiştir (Çizelge 4.14)

Çizelge 4.14. 1 ve 2 nolu bahçelerin sistem özellikleri

Özellikler	**1 nolu bahçe**	**2 nolu bahçe**
İşletme yaşı	3	4
Dikim aralığı, m	3.5x1	4x1
Arazi boyutu, da	6.5	7
Ana boru çapı, mm	75	75
Lateral boru çapı, mm	16	16
Damlatıcı aralığı, cm	100	75
Damlatıcı boyu, mm	32.1	32.1
Damlatıcı iç çapı, mm	11.7	11.7
Damlatıcı dış çapı, mm	15.9	15.9

Yapılan gözlemlerde, 1 nolu işletmede kurulmuş olan sistemin sağlıklı çalışmadığı gözlenmiştir. Özellikle arazi kotunun yüksek olduğu bölümde lateralin sonuna yakın bölümlerde damlatıcılardan hiç su çıkışı olmadığı görülmüştür. Bunun sebebinin sistemdeki basınç yetersizliği olduğu tespit edilmiştir. Arazi sahibine bunun çözümü için sistemi rotasyonla işletmesi tavsiye edilmiştir. Sistemin rotasyonla işletilmesi arazinin bazı kısımlarındaki yan boru başındaki vanaların kapatılması şeklinde uygulanır. Böylece sadece sulama yapılan alana su verileceğinden sistemin işletme basıncı artacak ve damlatıcı debisi arasındaki değişim azalacaktır. Böylece bitkilere homojen su sağlanacağından bitki gelişimi olumlu yönde olacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma damla sulama sistemi kurulu iki farklı elma bahçesinde eş su dağılım durumlarının tespiti amacıyla yürütülmüştür. Sonuç olarak;

Bir damla sulama sisteminin sağlıklı olarak çalışıp çalışmadığı arazi şartlarında eş su dağılım testleri ile mümkündür.

Araştırma alanındaki bahçelerde kullanılan damla sulama sistemlerinin eş su dağılım durumlarını belirlemek amacıyla, sistemde sulama sezonu boyunca debi ölçümleri yapılmıştır. UC' nin değerlendirilmesinde hesap yöntemi ve grafik yöntem kullanılmıştır. Hesap yöntemi ile bulunan UC değerlerinin grafik yöntemi ile bulunan değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak, genel olarak bakıldığında her iki yöntemde de eş su dağılım durumunun iyi olduğu söylenemez.

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 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. Bunların yanında damla sulama sisteminde sistem performansının artırılması için aşağıdaki tedbirlerin de alınması tavsiye edilmektedir:

- Damlatıcılarda tıkanma riskini azaltmak için kullanılan sulama suyunun iyi filtre edilmesine özen gösterilmelidir.
- Sisteme zaman zaman nitrik asit ve fosforik asit gibi kimyasallar uygulanması bahçelerde görülen tıkanma sorununun çözümünde etkili olabilir. Söz konusu bu asitler hem damlatıcılardaki tıkanmaları önler, hemde bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre ihtiyacını karşılar.
- Bu çalışmada yanlış planlamadan dolayı sistemdeki işletme basıncının düşük olduğu gözlenmiştir. Bu da damlatıcı debilerinde düşmeye ve dolayısıyla yetersiz miktarda sulama uygulamalarına sebep olmuştur. Dolayısıyla, sistemin işletme basıncının 1 atmosfer civarında olması tavsiye edilir. Damla sulama sistemi kurulan bahçelerde mutlaka sistem basıncının ölçülmesi için manometre kullanılmalıdır. Basıncın yetersiz olduğu durumlarda basıncın artırılması için damla sulama sistemi kurulu bahçe rotasyonla sulanabilir.

KAYNAKLAR

Acar, B.2007. Damla sulama ve Uygulama İmkanları. Konya Ticaret Borsası , Mart 2007 , yıl 10, sayı 24 : 38-41.

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

Anonymous, 2004. Tarımsal Sulama Yöntemleri. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı , Çiftçi Eğitim Serisi.7, Ankara

Anonymous, 2000. Aksaray Valiliği İl Sanayi Ve Ticaret Müdürlüğü, 1999 Yılı Aksaray İlinin Yıllık Sanayi, Ekonomik Ve Ticari Durumu Hakkında Rapor, Aksaray Mayıs 2000.

Anonymous, 1994. Aksaray İl Yıllığı, 1994.

Anonymous , 2008. T.C. Devlet Meteroloji Bölge Müdürlüğü , ANKARA.

Ayers RS, ve Westcot, DW (1985). Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev. United Nations, Food and Agricture Organizations, Rome, Italy, 174s.

Bağdatlı, M.C, 2006. Konya Çevresinde Sebze Bahçelerinde Uygulanan Damla Sulama Sistemleri Üzerine Bir Araştırma. S.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal yapılar ve Sul. Böl. Yüksek Lisans Tezi, 59 sayfa.

Bergamini, A., Angelini, S ve Bigaran, F, 1988. Effect of Different Rootstocks and of Cropping of Trees on Golden Delicious Clone. *B. Societa Orticola Italiano*, 545-553.

Blosse, W., Bingezu, A ve Grittner, I. 1988. Reaction of the Apple Cultivars Gelber Kötlicher and Gloster to Irrigation. *Gartenbau*, 35 (7), 209–211.

Bouyoucos, G.L., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil. Argon. J. 43: 434-438.

Bralts , V.F., Wu , I.P., ve Gitlin , H.M., 1982. Emitter Plungging and Drip İrrigation Lateral Line Hydraulics. Transactions Of The ASAE, Vol.25(5), Pp.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.

Bucks,D.A.,Nakayama.F.S, ve Gilbert, R.G.1979. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance,Agriculural water management, (2),149-162

Bucks,D.A. ve Nakayama,F.S,1985. Guidelines for Maintenance of A Trickle Irrigation System.Proc.Third Inter.Drip / Trickle Irri.Cong. Drip / Trickle Irrigation İn Action, ASAE St. Joseph, Michigan:119-126.

Capra, A ve 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, S.14-22.

Çakmak . B., 1999. Sulama Yönetimi. Ziraat mühendisliği dergisi. Mayıs-Haziran Sayı 321:25-27.

Çiftçi,N., Kutlar, İ.,Şahin, M., ve Yılmaz ,M.A., 2003. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (13) 36-40, Konya

Coşkun, Z., 2008. Basınçlı Sulama Yöntemleri ve Su Tasarrufu. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları Sulama – Drenaj Konferansı, Bildiri Kitabı 10 – 11 Nisan 2008: 279–293, ADANA

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

Gilbert,R.G., Nakamaya ,F.S., Bucks, D.A., French O.F., ve Adamson, K.C.1981.Trickle irrigation emitter clongging and flow problems.Agricultural water Management,(3) 159-178.

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

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. İrrigation And Soils Consultant With Agro-Industrial Management. Fresno , California. Part Of Microirrigation Maintenance Program, AIM, USA.

Gergely, I., 1979. Effect of Irrigation on Apple Tree Condition, *Ujabb Kutatasi Eredmenyek a Gyömolcstermesztesben,* 6, 51-58 (Hort. Abstr, 51: 7619).

Goodwin, I. ve Boland, A.M.. Scheduling Deficit Irrigation of Fruit Trees for Optimizing Water Use Efficiency. Deficit Irrigation Practices. FAO Corporate Document Repository, Rome, 2004.

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

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

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

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

Kırda, C., Moutonnet, P., Hera, C. ve Nielsen, D.R., Crop Yield Response to Deficit Irrigation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1999.

Korukçu A., ve Yıldırım O., 1984. Damla Sulamasında Su Dağılım Açısından Yan Boru Uzunluklarının Saptanması. I.Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri (15-18 Mayıs) , Ç.Ü.Ziraat Fak.Adana S.16-39.

Köksal A.İ., ve Güneş , E.1999. Aksaray Ekonomisinin Gelişmesinde Tarımın (Bitkisel Üretim) Yeri Ve Önemi , Aksaray İlinin Ekonomik Gelişmesi Semineri ,Aksaray.

Köksal Aİ, Dumanoğlu H, Güneş N, Yıldırım, O ve Kadayıfçı, A. 1999. Farklı Sulama Yöntemleri ve Proğramlarının Elma Ağaçlarının, Vejetatif Gelişimi, Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Tr J. Agriculture and Forestry 23, Ek sayı. 4, 909–920.

Latey J.,Dinar ,A.,Woodring C., ve Oster , D.J.,1990. An Economic Analysis Of İrrigation Sytem.İrrig.Sci.11:37-43.

Mizyed N., ve Kruse G.E.,1989. Emitter Discharge Evaluation Of Subsurface Trickle Irrigation Systems. Transactions Of The ASAE,32(4):1223-1228.

Madanoğlu , F.K., 1983.Damla Sulama.Topraksu Araştırma Ana Projesi,No.4323,Ankara.

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

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

Orta AH, Yüksel AN, Akçay ME, Erdem T, ve Balcı B. 2001. Elma Ağaçlarının Farklı Sulama Yöntemi ve Programları Altındaki Üretim Özelliklerinin Belirlenmesi. Uludağ Ünv. Zir. Fak. Der. 15: 99-106.

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

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

Şimşek,M.,Kacira, M., ve 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

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.

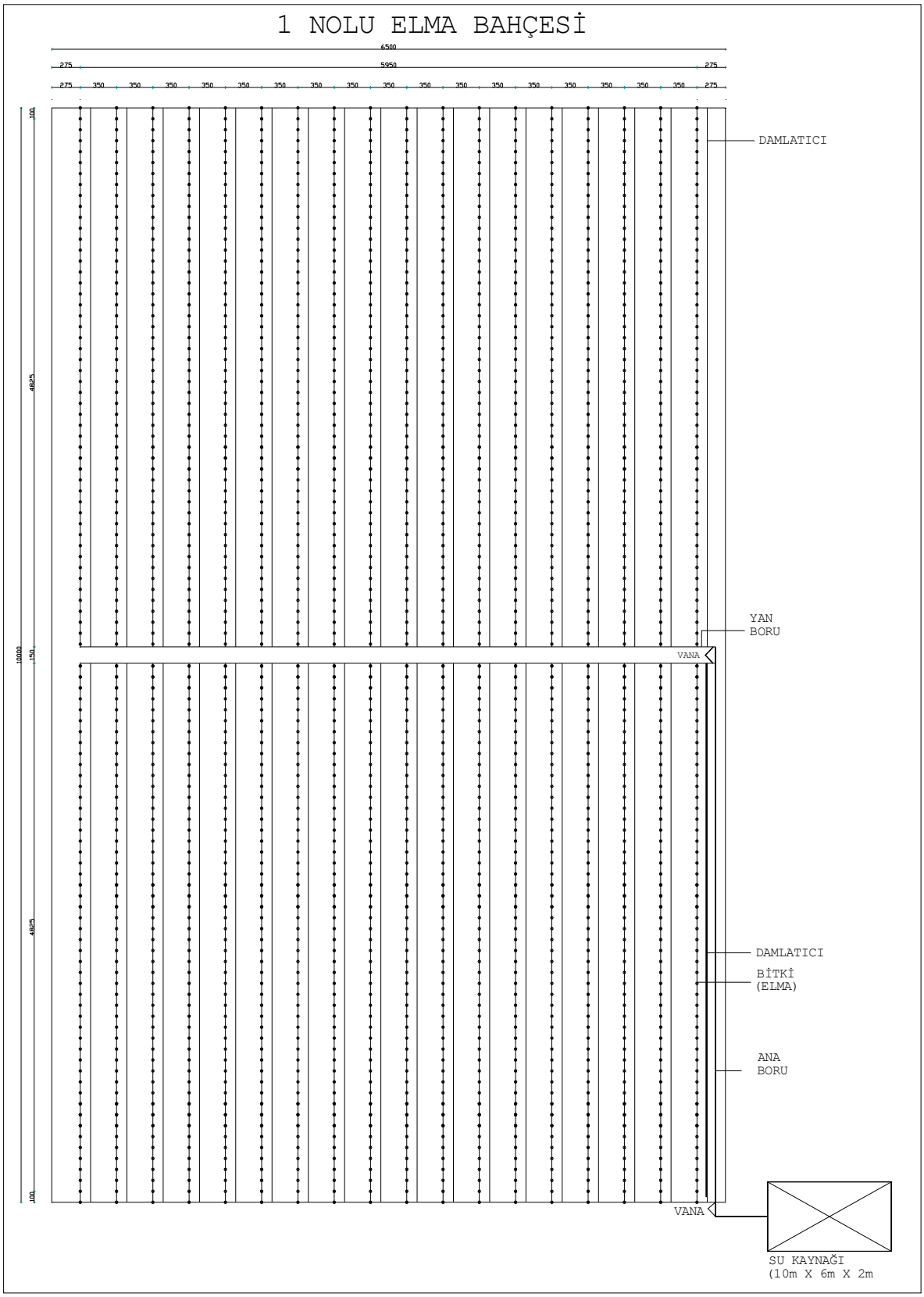
Yavuz, F.Ç. 2008. Antalya İli Serik İlçesi Çevresindeki Seralarda Kullanılan Damla Sulama Sistemlerinin Yönetimi. S.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal yapılar ve Sul. Böl. Yüksek Lisans Tezi.

Yaohu , K., Nishiyama , S., ve Kawano , H., 1995. A Simple Method Of Designing Uniform Water Application Drip İrrigation 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 , Vol.11, Pp.15-21.

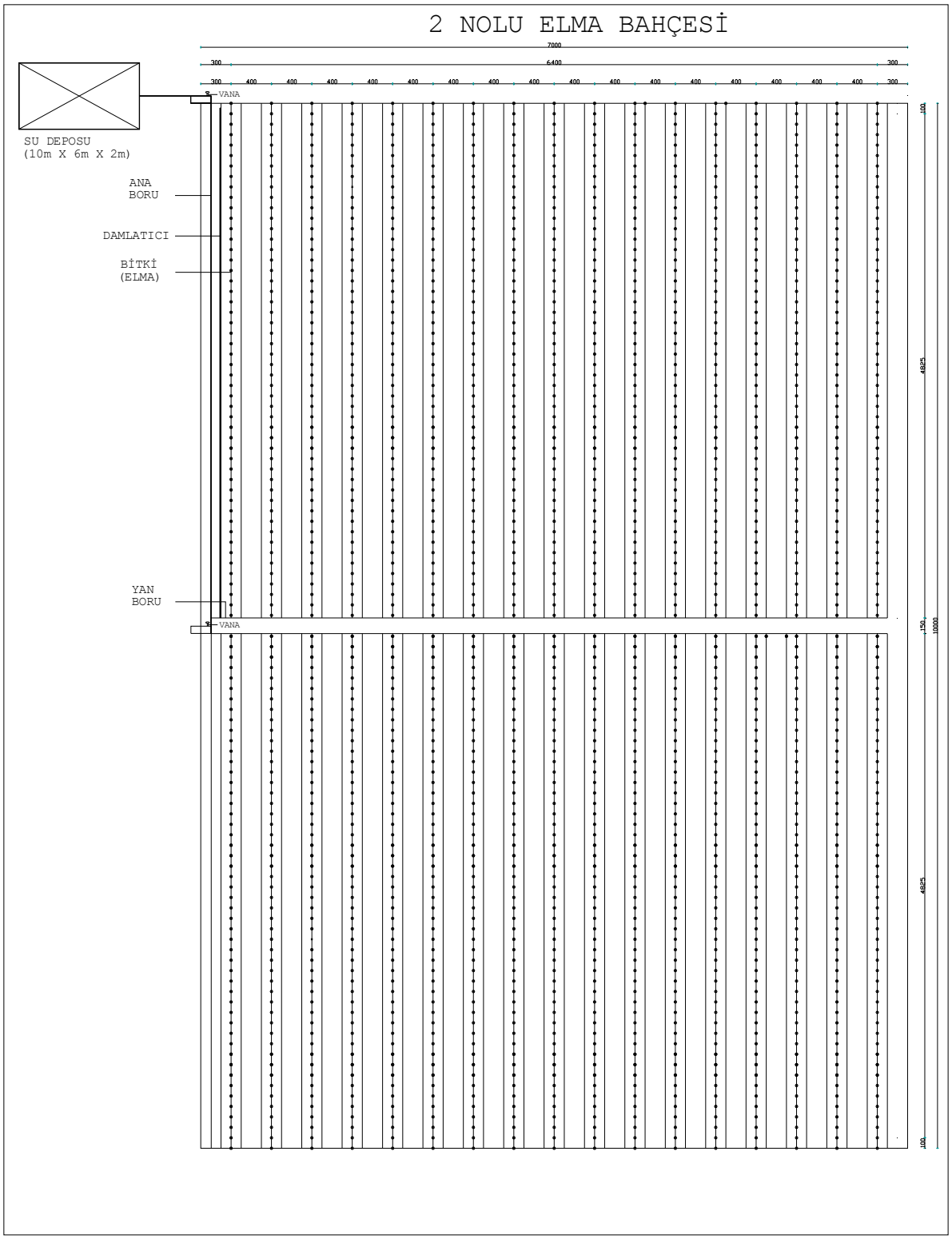
Wu A.P., ve Gittin, H.M.,1974. Drip İrrigation Desing Based On Uniformity.Transactions Of The Asae, 17(3): 429-432.

Wu , I. Ve Wu I.P., 1997.An Assessment Of Hydraulic Desing Of Micro-Irrigation Systems.Agriculural Water Management.Vol.32 (3), Pp.275-284.



1 Nolu bahçede test edilen damla sulama sistemi

EK-2



2 Nolu bahçede test edilen damla sulama sistemi