

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

ANTALYA İLİ SERİK İLÇESİ ÇEVRESİNDEKİ SERALARDA KULLANILAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE SULAMA UNİFORMİTESİ

Fatih Çağlar YAVUZ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR

2008, 46 Sayfa

Jüri: Prof.Dr. Mehmet KARA

Doç.Dr. Nuh UĞURLU

Yrd.Doç.Dr. Bilal ACAR

Bu çalışma, Antalya İli Serik İlçesi çevresindeki seralarda domates, patlıcan ve biber bitkilerinin sulanmasında kullanılan damla sulama sistemlerini üniformite yönünden değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, sera topraklarının tuzluluk seviyesi, kullanılan sulama suyunun kalitesi, ortalama damlatıcı debileri, işletme basınçları, grafiksel yöntem ve hesap yöntemi ile sulama suyu eş dağılım (Üniformite) katsayısı (UC) tespit edilmiştir. Sonuç olarak, topraktaki tuz miktarı 4.13–17.71 dS/m arasında ölçülmüştür. Sulama suları 6 adet serada tuzluluk bakımından 2. sınıf (T_2), diğer 5 serada ise 3. sınıf (T_3); sodyum zararı yönünden sulama sularının tamamı 1. sınıf (S_1) olarak belirlenmiştir. Ortalama damlatıcı debileri 1.68–3.86 L/h arasında ölçülmüştür. İşletme basınçları ise 1.5–2.0 atmosfer’ dir. UC değerleri grafik yöntemi ile %56-%90; hesap yönteminde ise %62.2-%95.1 arasında bulunmuştur. Sonuçta, UC değerinin hesap yönteminin grafiksel yönteme göre daha yüksek sonuç verdiği söylenebilir. Bundan dolayı hesap yöntemi bu tip araştırmalarda daha fazla kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, su kalitesi, basınç, debi, Üniformite katsayısı.

ABSTRACT

Master' Thesis

TRICKLE IRRIGATION SYSTEMS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS AND IRRIGATION UNIFORMITE FOR ANTALYA CITY SERİK PROVINCE

Fatih Çağlar YAVUZ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bilal ACAR

2008, 46 Pages

Jury: Prof.Dr. Mehmet KARA

Assoc. Prof.Dr. Nuh UĞURLU

Asist.Prof.Dr. Bilal ACAR

This study was conducted to evaluate the trickle irrigation systems used for irrigation of tomato, egg plant and pepper under greenhouse conditions in Antalya City Serik Province. For this purpose, salt content of soils, average emitter discharge, working pressure, uniformity coefficient (UC) by using the graphic and calculation methods were determined. The results showed that salt contents of soils varied from 4.13 to 17.71 dS/m. In 6 greenhouses, irrigation water was classified second (T_2) and others third (T_3) class in terms of the salinity hazard. All water samples were first (S_1) class in terms of the alkalinity. Average emitter discharge was 1.68–3.86 L/h. Working pressure varied from 1.5 to 2.0 atmosphere. UC was varied from 56 to 90 % for graphic and 62.2 to 95.1% for calculation methods. In conclusion, calculation method was given higher UC values than graphic method.

Key Words: Trickle irrigation, water quality, pressure, discharge, uniformity coefficient.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında her aşamada bana yardımcı olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR' a, bölüm başkanım Prof. Dr. Mehmet KARA' ya ve diğer S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Öğretim elemanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, arazi çalışmalarında yardımcı olan tüm işletme sahiplerine ve bana her zaman destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Cizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Antalya il merkezine ait meteorolojik veriler	17
4.2 Damla sulamada ortaya çıkabilecek bazı sorunlar ile su kalitesi ilişkileri	19
4.3 Sulama üniformitesinde güven sınırları	22
5.1 Araştırma seralarında 0-50 cm derinlikteki toprakların tekstür sınıfları	23
5.2 Toprakların ağırlık yüzdesi olarak tarla kapasitesi(TK), solma noktası(SN) ve faydalı su kapasiteleri	24
5.3 Toprakların 0-50 cm derinlikteki bazı kimyasal özellikleri	25
5.4 Seralarda (sulama amaçlı) kullanılan sulama sularının kalite özellikleri	28
5.5 İncelenen seraların genel özellikleri ile ilgili bazı bilgiler	29
5.6 İşletmelerde kontrol ünitesinin unsurları	31
5.7 Seralarda kullanılan damla sulama sistemlerinin ölçülen ortama debi değerleri ile katalog değerlerinin karşılaştırılması	33
5.8 İncelenen seralardaki bitkilerin etkili kök derinlikleri	36
5.9 Grafik ve hesap yöntemi ile bulunan seralarda üniformite katsayıları ve su dağılım sınıfları	37
5.10 UC Değerinin 5 nolu sera için hesapla bulunması	38
5.11 Sulama üniformitesinde güven sınırları	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Bir damla sulama sisteminin elemanları	5
2.2 Damla sulamada ıslak profil ve ıslak alan oluşması	7
2.3 Bitkilerin ekiliş ve dikiliş durumuna göre uygulanabilen damlatıcı tertipleri	9
4.1 Antalya il haritası üzerinde Serik İlçesi'nin yeri	16
4.2 Uniformite katsayısı – su dağılım ilişkileri	21
5.2 Çalışma alanında 2 no'lu seradaki sulama suyu kaynağının görünüşü	29
5.3 Damla sulamanın domates bitkisinde uygulanışı	30
5.4 Araştırma seralarından bir tanesindeki kontrol biriminin görünüşü	32
5.5 Yıpranmış bir lateral boru üzerinde su sızıntısının görünüşü	35

SEMBOLLER LİSTESİ

L/h	: litre/saat
P	: Islatma Yüzdesi
TK	: Tarla Kapasitesi
SN	: Solma Noktası
FSK	: Faydalı Su Kapasitesi
UC	: Chiristiansen Uniformite Katsayısı
q	: Damlatıcı Debisi
Δq	: Damlatıcı Debilerinin Ortalama Damlatıcı Debisinden Mutlak Değer Olarak Sapmalarının Ortalaması
EC	: Elektriksel İletkenlik
SAR	: Sodyum Adsorpsiyon Oranı
n	: Örnek Sayısı
ppm	: miligram/litre (milyonda bir)
atm	: Atmosfer
PE	: Polietilen
PVC	: Polivinilklorid
t/ha	: ton/hektar

EKLER LİSTESİ

Ek No

Ek-1	Verilerin elde edilemsinde kullanılan anket formu örneği
Ek-2	1 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-3	2 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-4	3 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-5	4 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-6	5 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-7	6 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-8	7 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-9	8 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-10	9 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-11	10 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları
Ek-12	11 No'lu seradaki damla sulama sisteminin ölçekli planı ve detayları

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. DAMLA SULAMA İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER	3
2.1 Damla Sulamanın Önemi	3
2.2 Damla Sulama Sisteminin Tanıtımı	4
2.3 Damla Sulamada Toprakta Su Dağılımı	7
2.4 Bitki Çeşidine Göre Damlatıcı Desenleri	8
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI	10
3.1 Damla Sulamada Su Tasarrufu ve Verim Özellikleri	10
3.2 Damla Sulamada Sulama Suyu Eş Dağılım (Üniformite) Durumu	11
3.3 Damla Sulamada Su Kalitesinin Önemi	13
3.4 Damla Sulamada Sulama Suyu Uygulama Zamanı Aralığı	14
4. MATERYAL VE METOD	16
4.1 Materyal	16
4.1.1 Araştırma alanı hakkında genel bilgiler	16
4.1.2 Genel iklim özellikleri	17
4.2 Metod	18
4.2.1 Toprak özelliklerinin belirlenmesi	18
4.2.2 Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi	18
4.2.3 Mevcut sulama şartları ve teknik verilerin toplanması	19
4.2.4 Sulama suyu eş dağılım (üniformite) katsayısının (UC) belirlenmesi	20
4.2.5 UC değerleri güven aralıklarının belirlenmesi	22
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	23
5.1 Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Özellikleri	23
5.1.1 Toprakların tekstür özellikleri	23
5.1.2 Toprakların bazı kimyasal özellikleri	25
5.2 Seralarda Kullanılan Sulama Suyunun Kalitesi	26
5.3 İncelenen Seraların Genel Özellikleri	28
5.4 Kontrol Birimi Elemanları	30
5.5 Seralarda Karşılaşılan Bazı Sorunlar	33

5.5.1 Damlatıcıların tıkanması	33
5.5.2 Bakım ve onarım faaliyetlerindeki aksaklıklar	34
5.6 Bitki Kök Derinliği	35
5.7 Sulama Suyu Eş Dağılım (Üniformite) Katsayısı (UC) ve Su Dağılım Sınıfı	36
5.8 Sulama Üniformitesi (UC) ve Güven Sınırları Aralıkları	39
6. ÖNERİLER	41
7. KAYNAKLAR	43

1. GİRİŞ

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

Birim alandan alınan ürünün artırılmasında nasıl ki uygun bir şekilde toprak işleme, iyi cins tohumluk kullanımı, zirai mücadele, gübreleme v.b önemli ise bunların yanında en önemlisi sulamadır. Sulama uygulamalarından optimum seviyede bir fayda sağlamak için sulama suyunun uygun zaman ve miktarda bitkilere uygulanması gerekir. Kısaca, sulama suyunun iyi bir şekilde yönetilmesi gerekir.

Damla sulama, bitkilerin ihtiyaç duyduğu sulama suyunun bitki kök bölgesi yakınına düşük debi ile sık aralıklarla kontrollü bir şekilde uygulanması olarak tanımlanabilir. Bu nedenle, sulama suyunun her defasında bitki kök bölgesindeki nemi tarla kapasitesine getirecek miktarda olması gerekir.

Genel olarak, yüzey sulama yöntemleri ile aşırı sulama uygulamaları sadece su kaynaklarının israfına değil, bunun yanında drenajın yetersiz olduğu 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). Salma ve yağmurlama sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında iyi bir su yönetimi ile damla sulamada %30–60 oranında su tasarrufu sağlamak mümkündür (Anonymous, 2004).

Damla sulama yönteminin en önemli dezavantajı ise sulama suyu kalitesine bağlı olarak damlatıcıların tıkanmasıdır. Damla sulama sisteminin en önemli parçalarından biri damlatıcılardır. Damlatıcılar sulama suyunu bitkilere uygulayan elemanlardır. Ancak, kesitleri çok 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

         maddelerden olabilir. Sulama suyunda kalsiyum ve bikarbonat zengin olursa, kalsiyum karbonat olarak bilinen        maddesi olarak damlatıcıları tıkar. Biyolojik tıkanma ise alg v.b maddelerden meydana gelir.

Bir sistem planlamasında, lateral boruların kaliteli olmasına, lateral borunun yüksek basın  a (4 atmosfere kadar) ve damlatıcıların tıkanmalara karşı dayanıklı olmasına   zen gösterilmelidir.

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

1. Sağlıklı   alı  mayan pompa kullanımı veya pompa sistemindeki yıpranmalar,
2. Dağıtım boru hattındaki kırılma ve yıpranmalar,
3. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik maddelerden kaynaklanan damlatıcılardaki tıkanmalar,
4. Sulama sistemindeki paslanmalar,
5. Sistemde kullanılan vanaların sağlıklı çalışmaması ve,
6. Sistem planlamasındaki eksiklikler.

Damla sulamada ileri teknoloji kullanılmasına rağmen, söz konusu sulama sisteminin gerek planlama ve gerekse işletilme 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 işletilmesine sebep olabilir.

Basınçlı sulama yöntemlerinden olan damla sulamada genellikle sağlıklı sonuçlar vermesine rağmen sulama yeknesaklığının arazi şartlarında değerlendirilmesi gerekir, ancak bu i   hem zor hem de zaman alıcıdır. Sulama yeknesaklı  ını son zamanlarda gafiksel yöntemle de belirlenmektedir (Goyal, 2007).

Bu araştırmada, Antalya İli Serik İlçesi çevresindeki seralarda kullanılan damla sulama sistemlerinin özelikleri ve su dağılım homojenliği değerlendirilecektir. Araştırma yeri seçiminde yörenin uzun yıllardır köklü bir seracılık geçmişine sahip olması önemli rol oynamıştır.

2. DAMLA SULAMA İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Damla Sulamanın Önemi

Günümüzde tarımın en önemli konularından biri de, su kaynaklarının korunması ve suyun tasarruflu bir şekilde kullanılmasıdır. Fazla su-Fazla ürün demek değildir. Aşırı miktarda uygulanan sulama suyu bitki kök bölgesindeki hava-su dengesini bozar ve bitki köklerinde çürümelere sebep olabilir.

Bitkilerin sulama suyu ihtiyaçları bazı sulama yöntemleri karşılanır. Bunlar, salma sulama, sızdırma, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri ile olmak üzere genel olarak dört grup altında toplanabilir.

Hangi sulama yöntemi seçilirse seçilsin, bitkinin su ihtiyacı aynıdır. Yani, damla sulama yönteminde de diğer sulama yöntemlerinde olduğu gibi bitki kök bölgesindeki mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek miktarda sulama suyu uygulanır.

Damla sulamada sulama randımanının yüksek olmasının sebebi, sulama suyunun kapalı borular bitkiye kadar iletilmesi ve doğrudan bitki kök çevresine uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Başka ifade ile iyi bir işletmecilik ile iletim, yüzey akış ve derine sızma kayıplarının yok denecek kadar az olmasından dolayı damla sulama yönteminde sulama randımanı %90' bile geçmektedir.

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

- 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.
- Gübre ve kullanılan tarımsal mücadele ilaçlarından büyük oranda tasarruf yapmak mümkündür. Çözünmüş gübreyi bitkiler daha kolay aldığından, uygulanan gübrenin tamamı bitkiye verilmiş olur.
- Bazı bitkilerde sulama esnasında bitki sıra araları belirli oranda kuru kaldığından toprak işleme ve diğer tarımsal işlemlerde bir engelle karşılaşılmaz.
- Bitki yaprakları su ile temas etmediğinden yaprak hastalıkları az görülür veya görülmez.

- Sınırlı miktarda toprak hacmi ıslatıldığından, aşırı su kullanılan diğer sulama yöntemlerinde görülen yıkanma ile yeraltı sularının kirlenme riski söz konusu değildir.
- Arazi yüzeyinin tamamı ıslatılmadığından sulanan alanlarda çok az yabancı ot gelişimi olur.
- Düşük basınç gereksiniminden dolayı ihtiyaç duyulan enerji yağmurlama sulama yöntemine göre daha azdır.

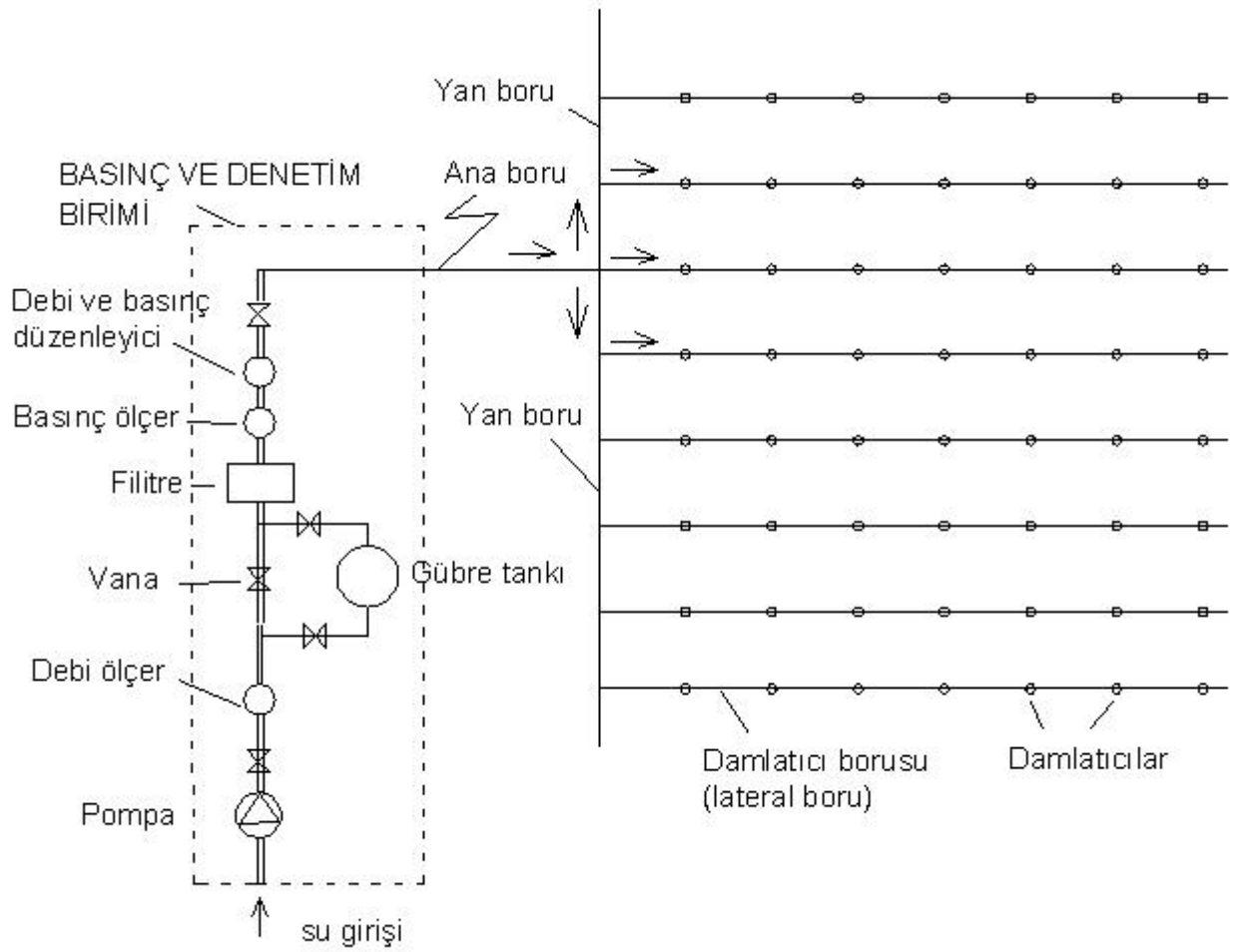
Damla Sulama Sisteminin Tanıtımı

Genel olarak bir damla sulama sistemi Şekil 1’de görüldüğü gibi su kaynağı, pompa, 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 rahatlıkla kullanılabilir. Ancak, fazla miktarda kalsiyum ve magnezyum bileşikleriyle demir içeren sulama suları damla sulama için uygun değildir.

Kontrol Birimi: Kontrol birimi sistemin kalbidir denebilir ve genel olarak pompa, gübre tankı, filtre ve manometreden oluşur. Bunun yanında kaplamasız derin kuyudan sulama suyu alınması durumunda bazı kontrol biriminde ön süzülme sağlayan hidrosiklon da kullanılmaktadır. Kontrol biriminin bazı elemanları şunlardır:

- **Pompa Birimi:** Borularda suyun hareketi için gerekli olan işletme basıncının sağlanması için, su kaynağının cinsine bağlı olarak santrifüj, derin kuyu veya dalgıç tipi pompalardan birisi kullanılır.
- **Gübre Tankı:** Damla sulamada gübrelerin sulama suyu ile verilmesinde kullanılır. Gübrelerin sulama suyu ile verilmesine fertigasyon denir. Gübreleme yapılacağı zaman, 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.



Şekil 2 .1 Bir damla sulama sisteminin elemanları (Kara, 2005).

Filtre: Gübre tankından hemen sonra çözünmemiş gübre artıklarını tutmak amacıyla genellikle elek filtre kullanılır. Bu filtrenin 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 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 lateral borulara iletirler. Bunlar da sert PVC ve yumuşak PE’ den imal edilirler.

Lateraller: Toprak yüzeyine serili olan ve üzerinde damlaticıların olduğu, bitki ya da meyve ağaçları sıralarına yerleştirilen yumuşak PE borulardır. Bazı durumlarda, her bitki sırasına bir 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 30-40cm arasında değişen derinliğine uygulanır. Su kapillarite ile yukarı, yerçekimi ile aşağı doğru hareket ederek bitki kök bölgesini ıslatır.

Damlaticılar: Sulama suyunu basınçsız veya sıfıra yakın basınç ve çok düşük debi ile toprağa ulaştıran elemanlardır. Damlaticı boruların (lateral) bir parçası konumundadırlar. Hem basıncı hem de debiyi düşüren özelliğe sahiptirler; bu nedenle çapları genellikle 0.2-2 mm arasındadır. Damlaticılarda basıncın düşürülmesinde iki farklı prensipten yararlanılır: birisi orifis ile basınç düşürme, diğeri ise sürtünme kayıpları ile basınç düşürmedir. Sürtünme ile basınç düşürmek için su, ya uzun boylu kılcal borulardan zig-zaglı (dolambaçlı) akış ortamından geçirilir.

Damlaticılar, borudaki konumuna, yani damlaticının boruya yerleştirilişine göre iki çeşittir: boru üstü (hat üstü, online) damlaticılar ve boru içi (hat içi, inline) damlaticılar. Boru üstü damlaticılar, genellikle orifisli yapırlar ve damlaticı borusundan ayrı üretilip, sonradan özel bir aletle istenilen aralıklarda boruya yerleştirilirle; arızalanması durumunda değiştirilebilirler. Ayrıca damla çıkışı birden fazla (çok çıkışlı) yapılp çıkışlara hortum bağlanarak damlama noktaları lateralden uzağa taşınabilir. Boru içi damlaticılar ise yaygın olarak zig-zaglı (dolambaçlı) veya uzun yollu kılcal borulu damlaticı borusu ile birlikte üretilirler.

Damla sulama uygulamasında; bitki cinsi, arazi eğimi, toprak özellikleri ve sulama suyu kalitesi gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar sırasıyla;

Bitki: Damla sulama, öncelikle sıra bitkileri, ağaç türü bitkiler, sebzeler ve bağ için uygun bir sulama yöntemidir.

Eğim: Damla sulama, yüzey sulama yöntemlerinin aksine her türlü eğimli arazilerde rahatlıkla kullanılabilir. Basınç ayarsız damlaticıların kullanılması durumunda, bitkilerin kontur boyunca dikilmesi ve laterallerin de buna paralel olarak araziye döşenmesi tavsiye edilir. Bunun sebebi, yükseltiden dolayı damlaticı debisinde fazla değişimi azaltmaktır. Eğimin fazla olduğu alanlarda damlaticılardaki debi değişimini azaltmak için basınç ayarlı (pressure compensating) damlaticılar kullanılabilir.

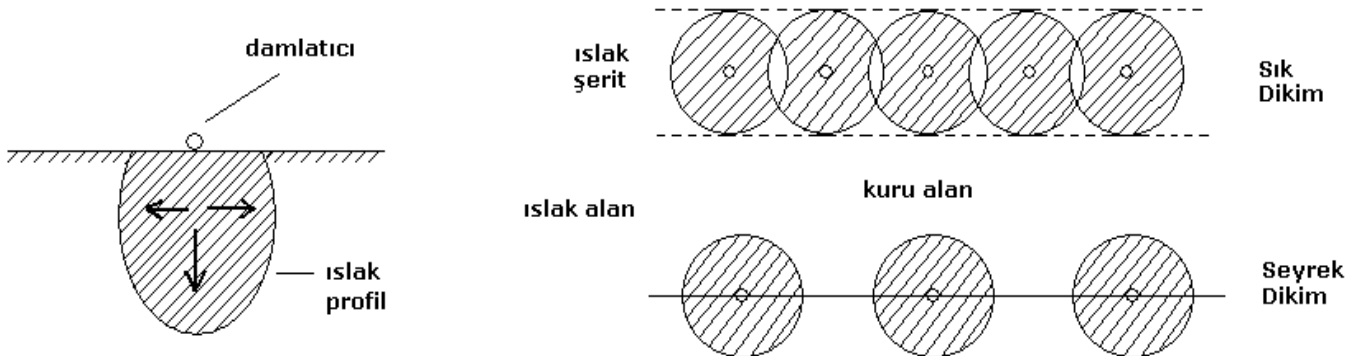
Toprak Özellikleri: Damla sulama, her türlü toprak şartlarında rahatlıkla uygulanabilir. Damlaticı debisi, toprak bünyesine dolayısıyla toprağın su alma hızına (infiltrasyon)

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, sulama suyu kalitesine bağlı olarak meydana gelen damlatıcıların tıkanmasıdır. Bütün damlatıcılar 0.2-2mm çapında çok küçük akış yoluna sahiptir ve kolayca tıkanabilir. Bunu önlemek için, sulama suyu damlatıcılara ulaşmadan önce çok iyi bir şekilde süzülmalıdır. Ayrıca, sistem kurulmadan önce mutlaka sulama suyu kalitesi belirlenmelidir.

Damla Sulamada Toprakta Su Dağılımı

Damla sulamada damlatma işlemi, bitki sıklığına göre bitki gövdesi yakınına bir veya birkaç noktada yapılabilir 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 çok düşük basınçla uygulanan su, yer çekimi ve kapilarite etkisiyle düşey ve yatay yönde hareket ederek elipse benzer bir ıslak profil ve daire şeklinde ıslak alan oluşturur. Bitki sırası boyunca ıslak daireler birbirini kesecek biçimde damlatma yapılırca ıslak bir şerit meydana gelir. Ancak ıslak şerit oluşturulması 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.

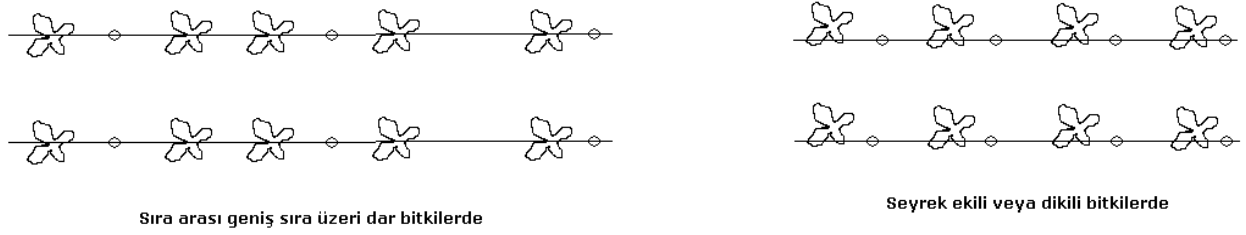
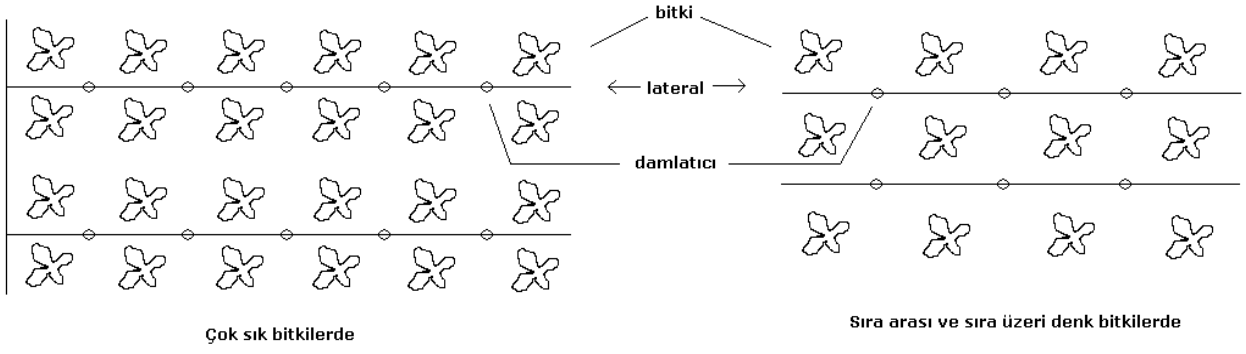


Şekil 2.2 Damla sulamada ıslak profil ve ıslak alan oluşması (Kara, 2005).

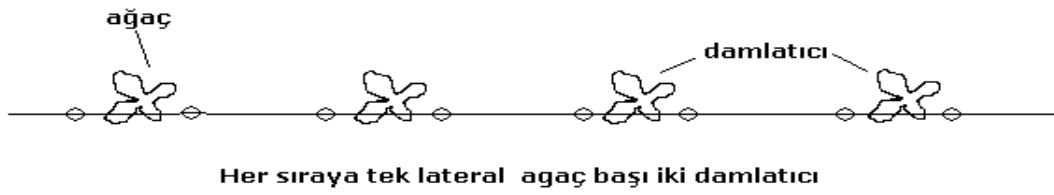
2.4 Bitki eşidine Göre Damlatıcı Desenleri

Damla sulamada toprak özellikleri ve damlatıcı debisi de göz önünde bulundurularak damlatıcıların bitkilere ve birbirine göre araziye yerleştirme düzenine damlatıcı tertibi denir. Damlatıcı boruların yani laterallerin aralıkları 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.

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



a) Tarla bitkileri ve sebzelerde uygulanan damlatıcı tertip şekilleri



b) Meyve ağaçlarında uygulanan damlatıcı tertip şekilleri

Şekil 2.3 Bitkilerin ekiliş ve dikiliş durumuna göre uygulanabilen damlatıcı tertipleri

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Damla Sulamada Su Tasarrufu ve Verim Özellikleri

ŞehrAli ve ark. (2005), damla sulama yöntemi ile sulanan kuru fasulyenin su kullanım özelliklerinin belirlenmesi amacıyla killi-tın bünyeye sahip Tekirdağ Bağcılık Araştırma enstitüsünde bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada bitkiye, su tüketim miktarının % 0, 25, 50, 75 ve 100'ü kadar sulama suyu uygulamışlardır. Araştırma sonunda, bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı koşullarda, fasulye bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi 732 mm olarak ölçülmüşlerdir. Araştırmada, en yüksek dane verimini 237.7 kg/da ile toprak profilindeki eksik nemin tamamının karşılandığı (% 100'ü); en düşük verimi ise susuz şartlarda (% 0'ı) 36.7 kg/da olarak tespit etmişlerdir.

Rajput ve Patel (2006), Hindistan'ın yarı kurak iklime sahip olan Delhi'de kumlu toprak tekstüründe soğan bitkisinde sulama suyu ile birlikte uygulanan gübrenin verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, bitki su tüketiminin % 60, 80 ve 100'ü olmak üzere 3 farklı sulama seviyeleri ile; günlük, 2 günde bir, haftada bir ve ayda bir olmak üzere 4 farklı gübreleme aralığı kullanmışlardır. Soğan verimini günlük, iki günde bir ve haftada bir sulama suyu ile uygulanan gübrelemenin önemli oranda değiştirmedığı, ancak ayda bir uygulamanın verimde azalmaya neden olduğu tespit etmişlerdir. En yüksek soğan verimini 28.74 t/ha ile sulama suyu ile günlük olarak uygulanan gübreden elde etmişlerdir. Bunu 28.40 t/ha ile 2 günde bir sulama suyu ile gübre uygulamasından tespit etmişlerdir. En düşük verimi ise 21.40 t/ha ile ayda bir sulama suyu ile gübre uygulamasından elde etmişlerdir.

Prabhat ve ark. (1999), Hindistan'da damla, mikro-yağmurlama ve salma sulama metotlarının lahananın verim ve su kullanım randımanına etkisini araştırmıştır. Toplam verimi damla, mikro-yağmurlama ve salma sulama yöntemlerinde sırasıyla 38.97 t/ha, 40.23 t/ha ve 33.76 t/ha bulmuşlardır. Su kullanım randımanını ise en yüksek damla sulamadan elde etmişler ve bunu sırasıyla mikro yağmurlama ve salma sulama yöntemleri izlemiştir. Salma sulama ile karşılaştırıldığında su tasarrufunu damla sulamada %59.28; mikro yağmurlama ise %36.32 olarak tespit etmişlerdir.

Pan ve ark.(1999), Cleo domates çeşidinde damla ile karık sulama yöntemlerinin bitkinin meyve sayısı ve verimine etkisini araştırmışlardır. Fideler parsellere

şşırtıldıktan 112 gün sonra, vejetasyon dönemi boyunca bitkideki meyve sayısını damla sulamada 159, karık sulamada ise 76 olarak belirlemişlerdir. Verimin damla sulamada yüksek bulunmasının temel sebebinin sulama suyu ile birlikte sıvı gübrenin uygulanmasından kaynaklandığını bildirmiştir. Ayrıca, pazarlanabilir verimi damla sulamada 72–79 t/ha; karık sulamada ise 44–54 t/ha olarak bulmuşlardır.

Malash ve ark. (2005), damla ve karık sulama yöntemlerinin domates verimi üzerine etkisini belirlemek için yapmış oldukları bir çalışmada 6 farklı tuzlulukta sulama suyu (0.55 dS/m; 4.2-4.8 dS/m) uygulamışlardır. Nil (Mısır) deltası civarında yapılan bu çalışmada bitki kök bölgesindeki tuz konsantrasyonunu belirli zaman aralıklarında takip etmişlerdir. En yüksek verimi (3.2 kg/bitki) damla sulama uygulamalarında %60 tatlı su + %40 tuzlu su uygulamalarından elde etmişlerdir.

Behnia (1999) , damla ve yüzey sulama metotlarını narenciye bitkisinde su tasarrufu ve verime etkisi bakımından karşılaştırmıştır. Sonuçta, salma sulama ile karşılaştırdığında damla sulamada su tasarrufunu %50–66 olarak tespit etmiştir. Damla sulamada verimin de yüzey sulamaya göre %21–24.5 daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

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 ve yağmurlama sulamada sırasıyla %78 ve %85 olarak tespit etmişlerdir.

Arroyo ve ark.(1999), İspanya’da yapmış oldukları bir çalışmada şeker pancarının kök verimi üzerine damla sulama yönteminin etkisini araştırmışlardır. Sulama seviyeleri olarak Class A Pan’ daki buharlaşmanın %50, %70 ve %90 uygulamışlardır. Damla sulamada en yüksek verim 80.8 t/ha ile kaptaki buharlaşmanın %70’ i kadar sulama suyu uygulamasından elde etmişlerdir.

Damla Sulamada Sulama Suyu Eş Dağılım (Üniformite) Durumu

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. Araştırmacılara göre, eş su dağılım homojenliğini etkileyen faktörler; damlatıcı yapım farklılıkları, sistemdeki basınç değişimleri, boru hattındaki sürtünme kayıpları, damlatıcıların basınç ve sıcaklığa karşı mukavemeti ve damlatıcılardaki tıkanma problemleri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Latey ve ark. (1990), sulama sistemlerinin performanslarının belirlenmesinde en önemli göstergenin sulama yeknesaklığı yani sulama üniformitesi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar; sulama yeknesaklığının planlama, bakım ve işletme gibi etmenlere bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir.

Keller ve Karmeli (1975), damla sulama sisteminin değerlendirilmesinde üniformite katsayısının kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

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

Tüzel (1993), damla sulama sistemlerinin değerlendirilmesinde kriter olarak kabul edilen yeknesaklık katsayısı (UC) sınırlarını %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.

Sohrabi ve ark. (1999), İran da 7 tanesi yerli, 2 tanesi de yabancı olmak üzere toplam 9 adet damla sulama borusundaki damlatıcıları, damlatıcı yapım farklılığı katsayısına göre sınıflandırmak amacıyla yapmış olduğu bir çalışmada, damlatıcıları 0.5 ,0.8 , 1.0 , 1.2 , 1.5 ve 2.0 atmosfer basınçlarda test etmişlerdir. Sonuçta, imalat kalitesi bakımından damlatıcılardan 3 tanesini mükemmel, 1 tanesini iyi, 1 tanesini orta, 1 tanesini zayıf ve 3 tanesini de kullanılamaz olarak sınıflandırmışlardır.

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. Araştırma alanında sulama suyu kaynağının çoğunluğunu kuyular oluşturmakta ve sulama sistemlerinde çok ilkel 40–150 mesh’ lik filtreler mevcuttur. Sulama sularında herhangi bir kimyasal ıslah yapılmamıştır. Araştırmada 10 farklı damlatıcı (17 sistemde) ve 4 farklı mikrojet (4 sistemde) bulunmaktadır. Yapım katsayısının, hesaplanabilmesi maksadıyla debi ölçümlerinde damla sulama için 10

mSS; mikrojetler ise 15 mSS 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 sulamada debi değerlerinin 4–16; mikrojetle ise 68–161 L/h arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bütün sistemleri değerlendirdiklerinde yapım farklılığı katsayısını %1- % 31 arasında hesaplamışlardır.

Damla Sulamada Su Kalitesinin Önemi

Madanoğlu (1983), sulama suyunda Ca ve Mg konsantrasyonlarının 50 ppm değerini geçtiği veya pH derecesinin 8.0' den yüksek olduğu koşullarda damlatıcı geçitlerinin temizlenmesi için zaman zaman asit uygulamalarına ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Sulama suyunda bikarbonatlar bulunuyorsa bunların kalsiyum karbonat olarak damlatıcı çıkış ağzlarında bloke olmaması için diğer bir çözüm yolunun da suyun havalandırılması olduğunu tavsiye etmiştir.

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

Demir ve Uz (1994), damla sulama sistemlerinde ortaya çıkan temel sorunlardan birisinin de damlatıcıların tıkanması olduğu ve tıkanmanın sulama ve gübrelemenin faydalılığını önemli oranda azalttığını bildirmiştir.

Anonymous (2004), göre, damla sulamada su düzeyi sık aralıklarla sulama yapıldığı için sulama mevsimi boyunca daha yüksektir. Hatta tarla kapasitesine yakın düzeydedir. Bu nedenle matrik potansiyel neredeyse sıfıra yakındır. Bitki kökleri topraktan suyu alabilmeleri için bir gerilim-sıkıntı içinde olmazlar. Tuzlu su kullanımında ise bitki kök bölgesinde osmotik potansiyel yüksektir, başka bir anlatımla nispi olarak daha büyük negatif değerdedir. Matrik potansiyel sıfıra yakın olduğu için, damla sulamada tuz içeriği yüksek sular bitkiye zarar vermeden kullanılabilir. Bu durum diğer sulama yöntemleri için geçerli değildir.

Fry (1985), California'da mevcut damla sulama sistemlerini test etmiştir. Sistemlerin genel olarak sulama suyunu homojen dağıtacak şekilde projelendiği

bildirmiştir. Diğer yandan, uygun olmayan işletmecilik koşulları ve sediment veya organik madde içeriği yüksek suların kullanılması durumunda projede öngörülen homojen su dağılım düzeyine ulaşamadığını belirlemiştir.

Özekici (1996), damlatıcı tıkanmasına sebep olan faktörleri değerlendirdiğinde, damlatıcılardaki tıkanma sorununun sulamada kullanılan sulama suyuna bağlı olduğunu belirtmiştir.

3.4 Damla Sulamada Sulama Suyu Uygulama Zamanı ve Aralığı

Meek ve ark. (1983), damla sulamada verilen sulama suyunun miktarı kadar, uygulama sıklığının yani sulama aralığının da büyük önem taşıdığını bildirmişlerdir. Sulama suyunun fazla miktarda bir defada uygulanması yerine, sık aralıklarla düşük miktarda verilmesinin topraktaki nem miktarını tarla kapasitesi sınırları içerisinde tutması açısından büyük önem taşıyacağını belirtmişlerdir.

Aybak ve Kaygısız (1999), bitkilerin suya ihtiyaçlarının olup olmadığını tespit etmede en pratik yolun bitki kök ve saçak ortamından toprak örneklerin alınmasını olduğunu önermektedirler. Alınan bu örnekler, bir elin parmak ve avuç arasında sıkıştırıldığında ortaya çıkan sonuç sulama zamanının gelip gelmediğine karar vermede bir kıstas olarak alınır. Alınan örnekler aşırı nemli (sıkıştırıldığında avuçta su bırakması ve çamurlu kanaatinin oluşması) ise sulama mutlaka ertelenmeli, sıkıştırma işlemi sonunda hiçbir yaşlılık görülmemesi halinde veya sıkıştırılan toprağın aynı zamanda başparmaklarla hafif şiddetle dokunulması halinde çatlama veya dağılması söz konusu ise sulama için geç kalınmış olduğunu bildirmişlerdir.

Segal ve ark. (2000), damla sulamada sulama programlamasında en önemli faktörlerden birinin sulama aralığının sağlıklı olarak belirlenmesi olduğunu bildirmişlerdir. Topraktaki nem ve ıslak profildeki farklılıklardan dolayı, aynı miktar sulama suyunun farklı sulama aralığında uygulanması ile bitkisel verimde farklılıklar olabileceğini ve sulama aralığının artmasının ise topraktaki suyun hareketi ve kökler vasıtası ile su alımına olumlu yönde etki ettiği belirlemişlerdir.

Wang ve ark. (2005), damla sulamada sulama sıklığının topraktaki nem dağılımına, patates kök dağılımına, patates yumru verimine ve su kullanım etkisini belirlemek amacıyla 2001-2002 bitki yetiştirme döneminde Çin'de Tarım Ekosistem istasyonunda (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 70cm ve 90cm derinliklerde önemli oranda değişim belirlemişlerdir. Patatesin kök gelişiminin sulama aralığından etkilendiğini, sulama sıklığı arttıkça kök yoğunluğu aşağı doğru arttığını, patates yumru büyüklüğünü ve su kullanım randımanını arttırdığını tespit etmişlerdir. Sulama sıklığı azaldıkça, (N1'den N8'e çıktıkça), 2001 ve 2002 yıllarında sırasıyla verimde % 33.4 ve % 29.1 oranında önemli oranda azalma tespit etmişlerdir.

4.MATERYAL VE METOD

4.1 Materyal: Bu araştırma, Antalya ili Serik ilçesi çevresinde tesadüfı olarak seçilen 11 adet sebze üretim seralarında (6 adet cam ve 5 adet plastik) kullanılan damla sulama sistemleri materyal olarak alınmıştır.

4.1.1 Araştırma alanı hakkında genel bilgiler

Serik ilçesi, coğrafi konum itibariyle ülkemizin 36°–37° enlem, 31° –32° boylamları arasında yer almaktadır. Antalya - Mersin karayolu üzerinde, Antalya' nın 38 km doğusunda, Manavgat İlçesine 40 km uzaklıktadır (Şekil 4.1). Akdeniz' de 22 km kıyı şeridinde sahip olup; 8 km. içeride, denizden 26 m. yüksekliktedir. Kısmen dalgalı ovalık bir arazi üzerinde kurulmuştur. İlçenin yüzölçümü 1.550 km² ' dir. Serik, Antalya Ovasının doğuya doğru uzanan bir parçasını teşkil eder. Dağlık kesimlerinde hayvancılık, ormancılık, ova kesimlerinde de tarım özellikle turfanda sebzeçilik yapılmaktadır. Ticari hayatı Antalya şehir merkezine bağlıdır. İlçenin kuzeyinde batı Toros dağları yükselmeye başlar. Bölgenin en önemli akarsuları, KÖPRÜÇAYI ve AKSU çayıdır.



Şekil.4.1 Antalya il haritası üzerinde Serik İlçesi'nin yeri

İlçede; 453 360 da tarım alanı, 657 640 da orman alanı, 9 300 da çayır-mera alanı, 3 700 da su yüzeyi ve bataklık, 229 000 da tarım dışı alan bulunmaktadır. Yörede uzun yıllardır seracılık faaliyetlerinin yapılması ve köklü bir tarım kültürünün olması söz konusu yerin araştırma yeri olarak seçiminde önemli rol oynamıştır.

4.1.2 Genel iklim özellikleri

Serik ilçesi Antalya il merkezi ile iklim özellikleri bakımından çok büyük farklılıklar göstermez. Dolayısıyla bu çalışmada Antalya il Merkezine ait genel iklim özellikleri verilmiştir. İlçede Akdeniz iklimi hakim olup, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama yağış 1068 mm dir. Antalya il merkezine ait uzun yıllar ve 2006 yılına ait bazı meteorolojik verileri Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Antalya İl Merkezine Ait Meteorolojik Veriler (Anonymous, 2007a)

Meteorolojik Değerler	A Y L A R													ORT.
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Ortalama Sıcaklık (°C)	*	9.5	9.9	12.2	15.7	20.3	25.3	28.3	27.8	24.3	19.5	14.2	10.7	18.1
	**	9.0	11.1	13.3	17.2	21.0	25.9	28.8	28.8	24.9	19.6	13.5	11.3	18.7
Ortalama Bağıl nem (%)	*	66.0	64.0	67.0	68.0	66.0	59.0	56.0	59.0	60.0	61.0	66.0	68.0	63.0
	**	55.1	63.3	71.4	63.7	64.2	57.9	55.6	66.9	60.8	68.5	60.7	56.2	62.0
Ortalama Güneşlenme (saat)	*	4.7	4.6	4.4	4.4	3.5	1.9	1.2	1.2	1.4	2.7	3.9	4.8	3.2
	**	5.6	5.1	6.9	7.2	11.1	11.9	12.1	11.2	8.7	7.3	7.2	7.0	8.4
Ortalama Rüzgar hızı (m/s)	*	3.2	3.4	3.1	2.8	2.5	2.8	2.7	2.5	2.5	2.5	2.7	2.9	2.8
	**	2.9	3.0	2.6	2.5	2.2	2.2	2.3	1.8	2.5	2.2	2.2	2.7	2.4
Ortalama Yağış (mm)	*	218.8	136.4	110.5	66.0	31.8	7.9	2.0	2.1	8.6	76.2	190.8	279.1	TOP. 1130.2
	**	319.0	84.5	78.2	87.3	12.3	21.9	0.3	3.4	29.9	494.7	126.4	66.4	1324.3

(* 1975-2004 yılları arası ortalama, ** 2006 yılı yıllık ortalama)

Söz konusu Çizelge' de görüldüğü gibi, uzun yıllara ortalamasına göre en yüksek yağış 279.1 mm ile Aralık, 2006 yılında ise 494.7 mm ile Ekim ayında gerçekleşmiştir.

4.2 Metod

4.2.1 Toprak özelliklerinin belirlenmesi

Toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırmanın yürütüldüğü seralarda mevcut durumu temsil edecek şekilde bitki kök derinliği göz önüne alınarak 0–50 cm derinlikten bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, % kireç ve tuzluluk (EC) değerleri belirlenmiştir. Yapılan analizlerde kullanılan metotlar şunlardır;

Bünye Analizi: Bouyocous (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır.

pH :Saturasyon ekstraktında cam elektrotlu dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

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

Kireç : Scheibler Kalsimetre yöntemine göre yapılmıştır (Çağlar, 1958).

Tarla Kapasiatesi ve Solma Noktası: Seramik gözenekler üzerine yerleştirilmiş bulunan suyla doymuş toprak örneği üzerine 1/3 ve 15 atm basınç uygulamak sureti ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

4.2.2 Sulama suyu kalitesinin belirlenmesi

İncelenen işletmelerdeki sulama sularının sulama açısından kalitesinin tespiti amacıyla su kaynaklarından sulama suyu örnekleri alınmıştır. Örneklerde pH, elektriksel iletkenlik, toplam anyon ve kasyonlar ölçülmüştür. Sulama suyunda yapılan analiz ve yöntemler şunlardır;

pH: Dijital pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

Tuzluluk (Elektriksel iletkenlik) : Dijital elektriksel iletkenlik ölçer ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

Suda çözülebilir anyon ve katyonlar: Kalsiyum ve magnezyum versenat yöntemiyle, sodyum ve potasyum alev fotometresi; Karbonat ve bikarbonat sülfirik asitle titre edilerek belirlenmiştir (Richards, 1954).

Klor ve Sülfat: Tuncay (1994)' e göre belirlenmiştir.

Sonuçlar Ayyıldız(1976) ve Farouk (1998a) tarafından önerilen Çizelge.4.2 'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2 Damla sulamada ortaya çıkabilecek bazı sorunlar ile su kalitesi ilişkileri

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	>200

4.2.3 Mevcut sulama şartları ve teknik verilerin toplanması

Araştırmada, sera sahipleri ile yüz yüze görüşülerek seralarda kullanılan damla sulama sistemlerinin teknik özellikleri, yetiştirilen bitki çeşidi, etkili kök derinliği, sistemin tertip biçimi, sistemde kullanılan donanımın özellikleri, sulama aralığı ve sulama süresi, karşılaşılan sorunlara ilişkin verilerin toplanmasında EK-1'de verilen anket kullanılmıştır.

4.2.4 Sulama suyu eş dağılım (üniformite) katsayısının (UC) belirlenmesi

Su eş dağılım (üniformite) katsayısı (UC) iki şekilde belirlenir. Birincisi grafik metodu ikincisi ise hesaplama metodudur. Arazi şartlarında sulama suyu eş su dağılım (üniformite) katsayısının (UC), hesaplama belirlenmesi daha doğru sonuç vermesine rağmen fazla zaman gerektirdiğinden, çok ciddi çalışmalarda bu metoda başvurulabilir. Hızlı sonuç vermesi açısından daha önceden hazırlanmış grafik ve çizelgelerden de yararlanılabilir.

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 4.2’de verilen grafik kullanılabilir. Bu grafikte debi ölçümü ile üniformite belirlenmesinde, 3 adet en yüksek ve 3 adet en düşük damlatıcı debi toplamı kullanılır. Bu işlem için, belirli bir sürede içinde kapta toplanan suyun ölçümü için ölçüm kaplarına (mezür) ihtiyaç vardır. Belirli bir sürede kapta toplanan su hacmi ölçülerek L/h cinsinden debi hesaplanır. Bu değerlerin şekil 4.2 üzerinde işaretlenmesi ile UC ve buna göre de su dağılım homojenliği belirlenir. Bu araştırmada, her bir yan boru üzerinde en az 18 adet damlatıcı test etmişlerdir. Yani her bir yan boru üzerinde 3 adet lateral; her lateral üzerinde de 6 adet damlatıcıda (lateral başında, lateralın ortasında ve lateralın sonunda 2’ şer adet olmak üzere) debi ölçümlerini yapmışlardır (Capra ve Tamburino,1995).

Sonuçların değerlendirilmesi, sulama suyu eş dağılım durumu şekil 3.2 kullanılarak grafiksel yöntem ile belirlenmiştir. Ayrıca, UC değerleri hesap yöntemi ile de belirlenmiş ve grafiksel yöntem ile karşılaştırılmıştır.

UC değerinin hesaplama bulunmasında Wu ve Gitlin (1974) tarafından tavsiye edilen ve aşağıda verilen Christiansen yeknesaklık katsayısı eşitliği kullanılmıştır. Buna göre eş sulama suyu dağılım katsayısı şu şekilde hesaplanmıştır;

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

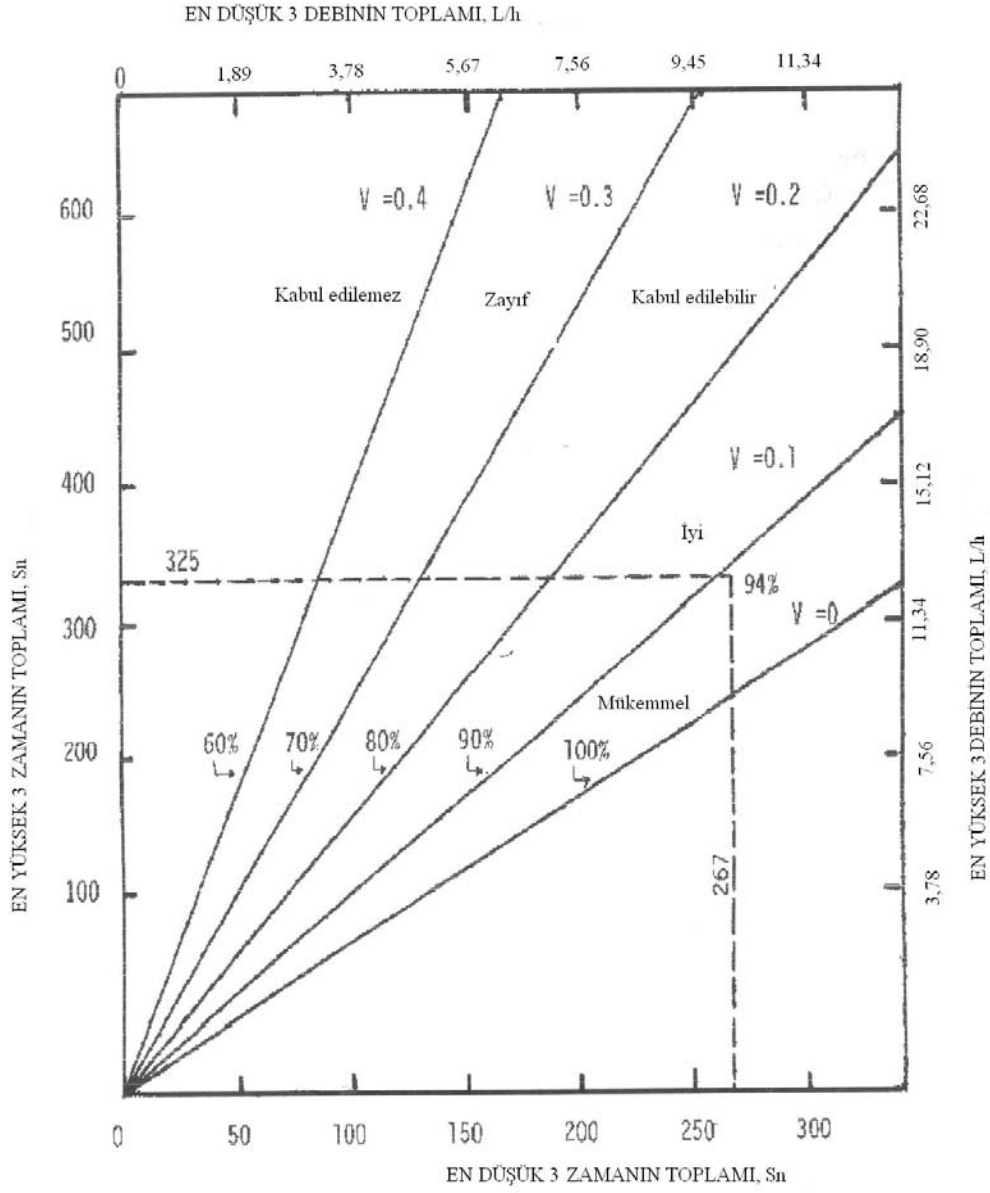
Eşitlikte;

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, Tüzel (1993) ve Farouk (1998b)' e göre değerlendirilmiştir.



Şekil 4.2 Üniformite katsayısı - su dağılım ilişkileri (Goyal, 2007).

4.2.5 UC değerleri güven aralıklarının belirlenmesi

UC değerini %100 doğru olarak belirlemek için arazideki tüm damlatıcı debilerinin sağlıklı bir şekilde ölçülmesi gerekir. Bu hem zaman alıcı hem de çok büyük arazilerde mümkün olmamaktadır. Genel olarak grafiksel yöntemde literatürde (Goyal, 2007) 18, 36 ve 72 adet damlatıcı debi ölçümü yapılması tavsiye edilmektedir. Bu sebeple, sonuçların tam olarak bütün damlatıcıları temsil ettiğini söylemek mümkün değildir. Belirli bir oranda istatistikî olarak hata payı vardır. Bu hata payları çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Sulama Üniformitesinde Güven Sınırları (Goyal, 2007).

Uniformite (%)	18 Damlatıcı		36 Damlatıcı		72 Damlatıcı	
	Güven Sınırları		Güven Sınırları		Güven Sınırları	
	N	%	N	%	N	%
100	3	$U \pm 0.0$	6	$U \pm 0.0$	12	$U \pm 0.0$
90	3	$U \pm 2.9$	6	$U \pm 2.0$	12	$U \pm 1.4$
80	3	$U \pm 5.8$	6	$U \pm 4.0$	12	$U \pm 2.8$
70	3	$U \pm 9.4$	6	$U \pm 6.5$	12	$U \pm 4.5$
60	3	$U \pm 13.3$	6	$U \pm 9.2$	12	$U \pm 6.5$

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.

Bu araştırmada, Grafiksel yöntem ile UC değerlerinin güven aralıklarının belirlenmesinde Çizelge 4.3 kullanılmıştır (Goyal, 2007).

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1 Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Özellikleri

5.1.1 Toprakların tekstür özellikleri

Toprağın sulama ile ilgili en önemli fiziksel özelliklerinden biri de tekstürdür. Tekstür; birim ağırlıkta toprak içindeki mineral maddelerin büyüklüklerine göre dağılım oranını ifade eder. Araştırma topraklarının tekstür özellikleri ve sınıfları Çizelge 5.1 'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre, incelenen işletme toprakları genellikle kumlu- killi-tın (SCL) ve kumlu-tın (SL) tekstüre sahiptir. Bazı seralarda ise killi-tın (CL) ve kil (C) tekstür de mevcuttur. Sera topraklarının bitki yetiştiriciliği için uygun olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.1 Araştırma Seralarında 0–50 cm Derinlikteki Toprakların Tekstür Sınıfları

İşletme No	% Kum, (S)	% Kil, (C)	% Silt, (Si)	Toprak Tekstürü
1	56.94	30.13	12.92	Kumlu-Killi-Tın (SCL)
2	41.69	34.31	29.99	Killi-Tın (CL)
3	57.06	34.76	8.17	Kumlu-Tın (SL)
4	45.32	31.33	23.34	Killi-Tın (CL)
5	61.93	21.18	16.89	Kumlu-Killi-Tın (SCL)
6	62.64	20.49	16.87	Kumlu-Killi-Tın (SCL)
7	57.20	19.15	23.73	Kumlu-Tın (SL)
8	57.26	26.58	16.16	Kumlu-Killi-Tın (SCL)
9	38.89	47.94	13.16	Killi (C)
10	70.04	20.99	8.96	Kumlu-Tın (SL)
11	67.33	19.17	13.50	Kumlu-Tın (SL)

Araştırma alanına ait toprakların tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN) ve kullanılabilir (faydalı) su tutma kapasitesi (FSK) değerleri Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Toprakların Ağırlık Yüzdesi Olarak Tarla kapasitesi (TK), Solma Noktası (SN) ve Faydalı Su Kapasiteleri (FSK).

Ağırlık %'si Olarak Nem Değerleri			
Örnek No	TK	SN	FSK
1	28.24	18.48	9.76
2	24.85	19.26	5.59
3	28.63	20.25	8.38
4	21.64	15.50	6.14
5	17.91	12.46	5.45
6	17.20	12.13	5.07
7	21.23	14.91	6.32
8	20.14	14.38	5.76
9	25.42	19.60	5.82
10	11.04	7.95	3.09
11	19.12	14.21	4.91

Toprakların; ağırlık yüzdesi olarak TK değerleri %11.04-%28.63 ve SN değerleri ise ağırlık yüzdesi olarak %7.95 -%20.25 bulunmuştur. En yüksek TK değeri 28.63 ile 3 no'lu sera toprağından elde edilmiş olup bu toprağın tekstürü Kumlu-Tın (SL)' dir. Halbuki toprakların TK değeri en yüksek killi (C) topraklardadır. Buna göre en yüksek değerin 9 no'lu sera toprağında olması beklenebilir. Bu sera toprağının tekstürü Killi olup TK değeri ise %25.42' dir. Bu değer en yüksek TK değerine sahip olan 3 no'lu sera toprağının TK değerine yakındır.

Toprakların SN değeri ise en yüksek %20.25 ile yine 3 no'lu sera; en düşük ise %7.95 ile 10 no'lu sera toprağında ölçülmüştür. Tekstür sınıfı açısından 3 no'lu sera toprağı Kumlu-Tın (SL); 10 no' sera toprağı ise yine Kumlu-Tın (SL) tektüre sahiptir. Genel olarak SN değerinin en yüksek Killi; en düşük ise Kumlu toprak tektüründe olması gerekir.

Çizelge 5.2'de görüldüğü gibi FSK'nın en yüksek 1 no'lu sera toprağından %9.76; en düşük ise 10 no'lu sera toprağında %3.09 olarak belirlenmiştir. Genel olarak gerek TK ve gerekse SN nem değeri en fazla Killi (C) toprakta; en düşük ise Kumlu (S) toprakta olmasına rağmen faydalı su kapasitesi (FSK) en yüksek ise Tınlı (L)

topraklardır. Sonuçlar, TK, SN ve FSK açısından çok az bir farklılık ile birlikte toprağın tekstürü ile uyum içerisindedir denebilir.

5.1.2 Toprakların bazı kimyasal özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü seralardan alınan bozulmuş toprak örneklerinde ölçülen pH, eriyebilir tuz (EC) ve kireç değerleri Çizelge 5.3’ de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Toprakların 0–50 cm Derinlikteki Bazı Kimyasal Özellikleri

İşletme No	pH	%, Kireç	Kireç Sınıfı	EC (dS/m)
1	6.96	54.87	Çok fazla kireçli	5.51
2	7.25	37.92	Çok fazla kireçli	14.38
3	6.90	42.77	Çok fazla kireçli	12.8
4	7.30	4.84	Az kireçli	14.71
5	7.07	7.9	Orta kireçli	3.86
6	7.69	5.48	Orta kireçli	4.53
7	6.70	9.19	Orta kireçli	7.57
8	6.76	14.68	Orta kireçli	7.19
9	6.48	15.01	Fazla kireçli	5.85
10	6.31	0.96	Çok az kireçli	4.13
11	7.09	15.33	Fazla kireçli	5.25

Genel olarak topraklarının saturasyon ekstraktındaki tuzluluk değeri 4 dS/m’den da Ölçülen değerlere göre toprakların pH değeri 6.31–7.69 arasında değişmektedir. Genel olarak toprakların pH değerlerine göre genelde asidik karakterde olduğu görülmektedir.

Bitkisel üretimi sınırlandırıcı en önemli etkenlerden biri de topraktaki yüksek orandaki kireç miktarıdır. İncelenen sera topraklarının kireç değerleri % 0.96–54.87 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre, 1, 2 ve 3 no' lu seralardaki topraklar çok fazla kireçli; 5, 6, 7 ve 8 no'lu seralar orta kireçli; 9 ve 11 no' lu seralar ise fazla kireçlidir. 10 nolu sera toprağı çok az kireçli sınıfına girmektedir (Ulgen ve Yurtsever, 1984).ha düşük olanları bitkiye tuzluluk zararı yönünden tarıma elverişli topraklar olarak nitelendirilebilir. Diğer yandan incelenen işletmelerin 10 tanesinde toprak tuzluluğı 4 dS/m' den daha yüksek ölçülmüştür yani topraklar tuzlu toprak sınıfına girmektedir. Tuzluluğun yüksek olmasının sebebi, toprak örneklerinin bitki hasat döneminin sonunda alınmış olmasından kaynaklanabilir. Bitki yetiştirme dönemi boyunca toprağı uygulanan gübreler topraktaki tuz konsantrasyonunu artırmış olabilir. Seralarda söz konusu toprakların tuzluluk değerinin 4 dS/m' nin altına düşene kadar bol sulama suyu ile yıkama yapılması gerekir. Bu işlem için yağışlı dönemlerde yağmur sularının bir sistem ile toplanarak seraya uygulanması da oldukça ekonomik bir tuzluluk ıslahı yöntemi olarak düşünülebilir. Böylece yağışın olmadığı zamanlarda mevcut sular sadece sulama amaçlı kullanılmış olacaktır.

5.2 Seralarda Kullanılan Sulama Suyunun Kalitesi

Araştırmanın yürütüldüğü seralarda sulama amaçlı kullanılan sulama sularının kalitesinin belirlenmesi amacıyla su örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde pH, elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^{-6}$), toplam katyon ve toplam anyon değerleri ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm değerleri kullanılarak sulama sularının su kalite sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4' de görüldüğü gibi sulama sularının EC değeri 432–866 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında ölçülmüştür. Farouk (1998a) göre, 1, 4, 5, 6 ve 8 no' lu seralardaki sulama sularının EC değeri 250–750 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında olduğundan söz konusu sulama suları tuzluluk zararı yönünden 2.sınıf (T_2); 2, 3, 9, 10 ve 11 no'lu işletmelerdeki sular ise 750–3000 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında olduğundan 3.sınıf (T_3) sulama suları olarak sınıflandırılır. Bu suların drenajı yetersiz alanlarda kontrollü bir şekilde kullanılması tavsiye edilir. İşletmelerdeki sulama suları tuzluluk zararı yönünden genellikle 2. ve 3. sınıf tır (T_3 ve T_2).

Seralarda kullanılan sulama sularının pH değeri ise 7.14–8.11 arasında değişmektedir. Faraouk (1998a) göre, pH değerleri genel olarak 7–8 arasında olduğundan söz konusu bu sular ile sulama yapılması durumunda zaman zaman damlatıcılardaki tıkanmayı azaltacak tedbirler alınması gerekir.

Sulama sularının sodyum zararı yönünden değerlendirilmesinde ise Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) değeri kullanılır. Çizelge 5.4’ de SAR değerine bakıldığında bu sular toprakta oluşturulabilecek alkalilik zararı yönünden 0–10 değeri arasında olduğundan 1.sınıf sulama sularıdır (S_1) ve topraklarda sodyumluluk zararı söz konusu olamayacaktır. Genel olarak bakıldığında seralarda kullanılan sulama suları T_3S_1 ve T_2S_1 sınıfındadır.

Çizelge 5.4 Seralarda (sulama amaçlı) Kullanılan Sulama Sularının Kalite Özellikleri

İşletmeler	Kaynağın Cinsi	pH	ECx10 ⁶ µmhos/cm	Suda Eriyebilir İyonlar										SAR	Sınıf
				KATYONLAR (meq/l)					ANYONLAR (meq/l)						
				Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	ΣKat	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	ΣAn		
1	Derin Kuyu	7.44	690	0.76	0	6.1	0	6.86	0	5.22	0.95	0.69	6.86	0.43	T ₂ S ₁
2	Kanal	7.59	792	0.9	0	7	0	7.9	0	6.35	0.85	0.7	7.9	0.48	T ₃ S ₁
3	Kanal	7.76	862	0.92	0	7.6	0	8.52	0	7.56	0.9	0.06	8.52	0.47	T ₃ S ₁
4	Kanal	8.11	432	0.1	0	4.2	0	4.3	0	4	0.2	0.1	4.3	0.07	T ₂ S ₁
5	Kuyu (Kaplamasız)	7.52	572	0.24	0	5.4	0	5.64	0	4.35	0.5	0.79	5.64	0.14	T ₂ S ₁
6	Derin Kuyu	7.36	597	0.34	0	5.5	0	5.84	0	4.1	0.65	1.09	5.84	0.2	T ₂ S ₁
7	Kuyu (Kaplamasız)	7.28	696	0.42	0	6.4	0	6.82	0	4.7	0.75	1.37	6.82	0.23	T ₂ S ₁
8	Kuyu (Kaplamalı)	7.59	749	0.86	0	6.6	0	7.46	0	6	1.05	0.41	7.46	0.47	T ₂ S ₁
9	Kuyu (Kaplamalı)	7.24	810	0.42	0.01	7.73	0	7.73	0	5.57	1	1.16	7.73	0.22	T ₃ S ₁
10	Kuyu (Kaplamalı)	7.14	769	0.44	0	7.2	0	7.64	0	5.57	1.2	0.87	7.64	0.23	T ₃ S ₁
11	Derin Kuyu	7.33	866	0.54	0	8.1	0	8.64	0	5.91	0.9	1.83	8.64	0.26	T ₃ S ₁



Şekil 5.2 Çalışma alanında (2 no'lu sera) bir sulama suyu kaynağının görünüşü.

5.3 İncelenen Seraların Genel Özellikleri

İncelenen seraların büyüklükleri, yetiştirilen bitkiler, sera tipleri ve dikim özellikleri Çizelge 5.5' de verilmiştir.

Çizelge 5.5 İncelenen Seraların Genel Özellikleri ile İlgili Bazı Bilgiler

İşletme No	Sera Alanı (m ²)	Sera Tipi	Yetiştirilen Bitki	Sıra aralığı (cm)	Sıra Üzeri (cm)
1	250	Cam	Salatalık	50	45
2	1600	Plastik	Domates	60	50
3	2400	Cam	Patlıcan	75	80
4	1000	Cam	Domates	40	35
5	960	Cam	Domates	50	80
6	1260	Plastik	Domates	60	35
7	700	Plastik	Domates	30	40
8	1920	Cam	Domates	40	70
9	1000	Plastik	Biber	70	60
10	2000	Plastik	Domates	40	70
11	1200	Cam	Patlıcan	80	60



Şekil 5.3 Damla sulamanın domates bitkisinde uygulanışı

Örneğin, 1 no' lu serada 250 m² lik bir alanda salatalık tarımı yapılmaktadır. Yetiştirilen bitkinin sıra arası 50 cm, sıra üzeri ise 45' cm dir.

Çizelge 5.5' de görüldüğü gibi araştırmanın yürütüldüğü seraların % 64' de domates, %18'de patlıcan, % 9'da biber ve % 9'da patlıcan tarımı yapılmaktadır. Bitki sıra arası ve sıra üzeri mesafeler yetiştirilen bitkilere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, 2 no' lu serada yetiştirilen domates bitkisi için sıra aralığı 60cm, sıra üzeri mesafesi 50 cm iken, aynı domates bitkisi için 4 no'lu serada sıra aralığı 40cm ve sıra üzeri mesafesi ise 35 cm' dir. Bitkilerin dikim şekillerinde çiftçi deneyimleri büyük oranda etkili olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü seraların plan ve detayları ölçekli olarak çizilerek Ek-2-....Ek-12' de verilmiştir. Söz konusu planların yeni seracılık yapacak çiftçilere örnek oluşturması beklenmektedir.

5.4 Kontrol Birimi Elemanları

Damla sulama sisteminde kontrol ünitesi sistemin kalbidir denebilir ve bütün sistemlerde bulunması gereklidir. İncelenen seraların tamamında pompa için elektrik enerjisi kullanıldığı görülmüştür. Araştırma yapılan seralarda damla sulama

sistemlerinde kullanılan kontrol birimi elemanlarının özellikleri Çizelge 5.6’ de verilmiştir. Kontrol biriminde bulunan elemanlar (+), bulunmayanlar ise (-) ile gösterilmiştir.

Çizelge 5.6 İşletmelerdeki Kontrol Ünitesinin Unsurları

İşletme No	Su Kaynağı	Hidrosiklon	Manometre	Gübre Tankı (L)	Filtre	Basınç (Atm.)
1	Derin Kuyu(80m) (Kaplmalı)	+	+	40	+	1.5
2	D.S.İ Kanalı	-	+	40	+	2
3	D.S.İ Kanalı	-	+	40	+	1.5
4	D.S.İ Kanalı	-	-	100	+	Ölçülemedi
5	Derinkuyu(15m) (Kaplamasız)	-	-	100	+	Ölçülemedi
6	Kuyu(7m) (Kaplamasız)	-	-	150	+	Ölçülemedi
7	Kuyu (27m) (Kaplamasız)	-	-	30	+	Ölçülemedi
8	Derinkuyu(115m) (Kaplmalı)	+	+	300	+	1.5
9	Derinkuyu(75m) (Kaplmalı)	-	+	250	+	1.5
10	Derinkuyu (Kaplamasız)	+	+	150	+	2
11	Derinkuyu(60m) (Kaplamasız)	+	+	200	+	1.5

İncelenen seraların 8 (%73)’ inde sulama suyu farklı derinliğe sahip kuyulardan temin edilmektedir. Bu kuyuların 5 tanesi (%62.5) kaplamasız; 3 tanesi (%37.5) kaplamalıdır. Kaplamasız kuyulardan 2 tanesinde sisteme giren suyun ön süzülmesini sağlayan hidrosiklon mevcuttur. Oysa kaplamasız kuyuların tamamında damlatıcılara temiz bir su ulaşması için hidrosiklon bulundurulması gerekmektedir. Bu kuyulardan sulama yapan çiftçilerin damlatıcılardaki tıkanmadan daha çok şikâyetçi oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 5. 4 Araştırma seralarında kullanılan bir kontrol biriminin görünüşü.

Araştırmanın yürütüldüğü seraların 7 (%63.6)' inde sistemdeki suyun basıncının ölçülmesi amacıyla manometre mevcuttur. Manometre kullanılan seralarının sistem basınçlarının 1.5–2.0 atmosfer arasında değiştiği görülmüştür. Diğer 4 serada ise manometre yoktur. Manometrenin olmadığı seralarda sulama yapan çiftçilerin sisteme verilen suyun basıncını ölçmedikleri ve rasgele basınçta sisteme su uyguladıkları görülmüştür. İşletme sahiplerine sistemin 1 atmosfer basınçta çalıştırılması tavsiye edilmektedir. Basıncın artması damlatıcı debisinin de artmasına sebep olur. Ancak yüksek basınçlarda (3–4 atmosfer) yanboru (manometre) ve lateral borularda patlama olabilir. Özellikle bu durum eski tip boru kullanılan sistemlerde daha sık rastlanmaktadır. Ayrıca yüksek basınç kullanılan enerji maliyetlerinin de artması sebep olacaktır. Bu sebeple, çiftçilere manometre kullanmaları ve sistem basıncını 1 atmosfere ayarlamaları tavsiye edilmiştir.

Söz konusu seraların yerleşim yeri civarında olması elektrik tesisatının ucuz olması maliyeti düşürmüştür. Ayrıca, elektrik kullanımında devletin çiftçilere ucuz enerji sağlamaları da etkili olmuştur. Çiftçilerin 1 dekar sera için ayda ortalama 3–4 YTL gibi çok az elektrik ücreti ödemektedirler.

Gübre tankı olarak sadece 3 serada standart yapıda 30–40 lt' lik metal gübre tankları kullanıldığı; diğer 8 serada ise kapasiteleri 100–200 L arasında değişen plastik

varillerden yararlandıkları görülmüştür. Plastik varillerin çok ucuz olması çiftçileri bu yola teşvik etmiş olabilir.

5.5 Seralarda Karşılaşılan Bazı Sorunlar

5.5.1 Damlatıcıların tıkanması

İncelenen seralarda yapılan debi ölçümlerinde, sadece 2 serada (8 ve 11 no'lu) ortalama debi değerinin firmaların hazırlamış olduğu katalogta verilen 2.6 ve 2 L/h değerinden çok az yüksek olduğu (Çizelge 5.7) tespit edilmiştir.

Çizelge 5.7 Seralarda Kullanılan Damla Sulama Sistemlerinin Ölçülen Ortalama Debi Değerleri ile Katalog Değerlerinin Karşılaştırılması

İşletme No	Katalogda Verilen Damlatıcı Debisi, (L/h)	Ortalama Ölçülen Damlatıcı Debisi, (L/h)
1	4	3.86
2	4	3.01
3	2	1.8
4	4	3.12
5	2	1.68
6	4	2.37
7	4	2.24
8	2.6	2.66
9	2	1.83
10	4	3.55
11	2	2.01

Söz konusu seralarda katalog değerinden çok az yüksek çıkmasının sebebi sisteme 1.5 atmosfer basınç uygulanmasından kaynaklanmış olabilir. Genelde katalogta verilen damlatıcı debisi sistemin 1 atmosfer basınçta çalıştırılması için geçerlidir. Basıncın artması damlatıcı debisinin de artmasına sebep olmuş olabilir. Hatta bazı işletmelerde (1, 2, 3, 9, 10 no'lu) uygulanan basınç 1 atmosferden büyük olmasına karşılık ortalama damlatıcı debisi katalog değerinden düşük (örneğin 2 no'lu işletmede 3,01>4 L/h) ölçülmüştür. Bunun sebebi damlatıcılardaki tıkanma probleminden

kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla çiftçilerin tıkanmanın şiddeti arttığında damlatıcıları açmak için bazı tedbirler aldığı görülmüştür.

Örneğin 2 no'lu serada, çiftçinin Mayıs-Haziran ayında 3 günde 1 defa 40 dakika sulama yaptığı ve her sulamada da 1 dekar seraya sulama suyu ile birlikte 0.5 L fosforik asit (PHO_3) ve 1.5 L Nitrik asit uyguladığı görülmüştür. Bunun yanında her sulamadan sonra basınçlı su ile filtreyi temizlediği tespit edilmiştir.

Bunun yanında 6 no'lu sera sahibi, tıkanmayı önlemek için 2 L/da/ay Nitrik asit (HNO_3) ve 2 L/da/15-20 gün fosforik asit uygulanmaktadır. Nitrik asidi daha az uygulamasının sebebi ise sık aralıklarda uygulandığında bitkide yanma etkisi yapmasıdır. Ayrıca, söz konusu çiftçinin de her sulamadan sonra basınçlı su ile filtreyi temizlediği tespit edilmiştir.

Ayrıca 7 no'lu serada ise, söz konusu problemin çözümü için 2 sulamada bir 0.75 L/da Nitrik asit (HNO_3) ve 0.75 L/da fosforik asit uyguladığı belirlenmiştir. Bu uygulamaların damlatıcı tıkanmalarını önlemede çok büyük önem taşıdığı ortaya konmuştur.

5.5.2 Bakım ve onarım faaliyetlerindeki aksaklıklar

İncelen seralardan 3 tanesi sulama suyunu D.S.İ sulama şebekesine bağlı kanal ve kanaletlerden almaktadır. Söz konusu kanallarda yoğun miktarda otlama problemi görülmüştür. Ayrıca kanalların ulaşım yoluna çok yakın olması ve kenarında herhangi bir koruyucu setin bulunmaması da dikkat çekicidir. Özellikle, 4 no'lu seraya su sağlayan kanalette yoğun miktarda sediment ve yabancı ot birikimine rastlanmıştır. Söz konusu bu kanallarda bulunan yabancı ot ve sedimentler kanal kapasitesinin düşmesine de sebep olmaktadır. Bakım ve onarım faaliyetlerinin düzenli olarak yapılması tavsiye edilebilir.

Ayrıca 5, 6, 7, 10 ve 11 no'lu seralarda kaplamasız kuyulardan sulama suyu temin edilmektedir. Bu kuyuların bazıları ise tehlike arz edecek şekilde çevresi açık durumdadır. İnsanlar ve hayvanlar en küçük bir dikkatsizlikte bu kuyulara düşerek hayati tehlike yaşayabilir. Bu kuyuların üzerleri kapalı tutulmalı ve bakımlarının yapılması tavsiye edilebilir. En azından uyarıcı bir levha yazılabilir.

Araştırmanın yürütüldüğü bazı seralarda aşırı su uygulamasından ve özellikle yıpranmış boru kullanımı ile bağlantı noktalarındaki sızmalardan dolayı su

göllenmelerine rastlanmıştır. Göllenmenin olduğu yerlerde bazı bitkilerin aşırı sudan olumsuz olarak etkilendiği gözlenmiştir. Sistemin düzenli olarak bakım ve onarım işlerinin yapılması sistem performansını artıracaktır. Bunun yanında genelde firmaların sistemi kurduktan sonra bir daha seralara gelerek sistemin sağlıklı çalışıp çalışmadığını kontrol etmedikleri belirlenmiştir. Herhangi bir problem karşısında sorunlarını çiftçilerin kendileri çözme yoluna gitmiştir.



Şekil 5.5 Yıpranmış bir Lateral boru üzerinde su sızıntısının görünüşü.

5.6 Bitki Kök Derinliği

Sulamada en önemli hususlardan biri de bitkinin etkili kök derinliğinin sağlıklı olarak bilinmesidir. Sulama suyu hesabında bitkinin etkili kök derinliğinin bilinmesi gerekir. Bitkinin etkili kök derinliği ise sulama suyunun yaklaşık olarak % 90'ının alındığı kök derinliği olarak tanımlanabilir. Etkili kök derinliği bilinmediği takdirde ne kadar toprak derinliğinin ıslatılacağı sağlıklı olarak bilinemez. Buna göre test edilen seraların etkili kök derinlikleri Çizelge. 5.8 'de verilmiştir. Seralarda sürekli olarak tarımsal faaliyetlerin yapılması toprakların fazla sıkışmasına bu da köklerin çok aşağılarına inmesine engel teşkil etmiştir. Çizelge 'de görüldüğü gibi hıyarın etkili kök derinliği 0.40 m; domateste 0.30–0.43 m, biberde 0.40 m ve patlıcanda 0.40–0.50 m arasında değişmektedir. Bağdatlı ve Acar, 2006, Konya çevresinde sera şartlarında hıyar

ve domatesin etkili kök derinliklerini sırasıyla 32–37 cm, 34–38 cm olarak tespit etmişlerdir. Araştırmalardan elde edilen sonuçlar Bağdatlı ve Acar, 2006 sonuçlarına yakın seviyededir. Elde edilen sonuçlar yörede gelecekte yapılacak olan sulama programlamasına rehber teşkil edecektir.

Çizelge 5.8 İncelenen Seralardaki Bitkilerin Etkili Kök Derinlikleri

Sera No	Bitki Cinsi	Sıra Arası (m)	Sıra Üzeri (m)	Etkili Kök Derinliği (m)
1	Sırık Hıyar	0.50	0.45	0.40
2	Domates(Newton)	0.60	0.50	0.40
3	Patlıcan(Facilis)	0.75	0.80	0.50
4	Domates	0.40	0.35	0.42
5	Domates	0.50	0.80	0.43
6	Domates	0.60	0.35	0.30
7	Domates	0.30	0.40	0.30
8	Domates(Newton)	0.70	0.40	0.35
9	Biber(Macar)	0.70	0.60	0.40
10	Domates(Newton)	0.70	0.40	0.38
11	Patlıcan(Lima)	0.80	0.60	0.40

5.7 Sulama Suyu Eş Dağılım (Üniformite) Katsayısı (UC) ve Su Dağılım Sınıfı

İncelenen seralarda kullanılan damla sulama boruları 4 farklı firmadan alınmıştır. Bunların kullanım süreleri 1 ile 17 yıl arasında değişmektedir. Sistemin uzun yıllar kullanılmasının sebebi örtü altında kullanılan boruların açıkta kullanımlarına göre daha az güneş ışığına maruz kalmaları yani daha az yıpranmaları olabilir. Ayrıca, sistemlerin düzenli olarak bakımlarının yapılması da kullanım ömürlerini artırmış olabilir. Bu araştırmada seralardaki eş dağılım katsayısı (UC) ve sulama suyu dağılım sınıfı Goyal (2007)' nin tavsiye ettiği Şekil 4.2' deki grafik kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu katsayı aynı zamanda hesap yöntemi ile de bulunarak grafik ve hesap yöntemleri karşılaştırılmıştır. Seralarda yapılan debi ölçümleri sonucu elde edilen 3 tane en büyük ve 3 tane en küçük debi toplamı ($q_{\max}$ ve $q_{\min}$) elde edilen değerlere göre

Şekil 4.2’ den elde edilen üniformite katsayıları ve buna bağlı olarak da su dağılım sınıfları Çizelge.5.9 de verilmiştir.

Çizelge 5.9 Grafik ve Hesap Yöntemiyle Bulunan Seralarda Üniformite Katsayıları ve Su Dağılım Sınıfları

Sera No	Grafiksel yöntemle bulunan (UC) değerleri		Hesap yöntemiyle bulunan (UC) değerleri	
	UC, %	Su Dağılım Sınıfı	UC, %	Su Dağılım Sınıfı
1	88	İyi	93.8	Mükemmel
2	77	Kabul Edilebilir	83.7	İyi
3	86	İyi	95.1	Mükemmel
4	85	İyi	90.50	Mükemmel
5	82	İyi	91.1	Mükemmel
6	82	İyi	83.1	İyi
7	85	İyi	93.3	Mükemmel
8	90	Mükemmel	91.8	Mükemmel
9	56(60<)	Kabul Edilemez	62.2	Zayıf
10	86	İyi	88.6	İyi
11	87	İyi	95	Mükemmel

Çizelgeden görüldüğü gibi grafiksel yöntem ile en yüksek üniformite katsayısı 8 no’lu serada %90 olarak elde edilmiş olup, söz konusu sistemin su dağılım sınıfı “mükemmel” dir. Seraların büyük çoğunluğunda (8 tanesinde) UC değeri % 80-% 90 arasında olup söz konusu seralarda su dağılımı “iyi” sınıfındadır. Bir serada UC değeri % 77, bir serada UC<% 60 olarak tespit edilmiştir. Buna göre 9 no’lu seradaki sistemin değiştirilmesi veya çok iyi bir bakım ve onarım yapılması gerekmektedir.

Aynı Çizelge’ de hesapla bulunan UC değerlerine bakıldığında ise 7 işletmede (%63.6) su dağılım durumu mükemmel, 3 işletmede (%27.3) iyi ve bir işletmede de zayıf olarak tespit edilmiştir (Tüzel, 1993). Genel olarak bakıldığında işletmelerin tamamında hesapla bulunan UC değerlerinin grafiksel yöntem ile bulunanlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebepleri grafiksel yöntemde UC değerinin yerinin tahmini olarak okunması ve grafik yönteminde sadece 6 değer (3 adet en küçük ve 3 adet en büyük debi değerinin toplanması) kullanılması söylenebilir.

Bu sonuçlara göre biraz daha zor olmasına rağmen UC' nin belirlenmesinde öncelikle hesap yönteminin kullanılması tavsiye edilebilir. Grafiksel yöntemde bir miktar hata yapma olasılığı mevcuttur.

Örnek teşkil etmesi açısından 5 no' lu seradaki lateraller üzerinde ölçülen damlatıcı debi ölçüm değerleri kullanılarak UC değerinin hesapla bulunması Çizelge 5.10 da verilmiştir. Toplam 18 adet damlatıcı debisi ölçülmüş olduğundan n=18' dir.

Çizelge 5.10 UC Değerinin 5 no'lu Sera İçin Hesapla Bulunması

Damlatıcı Ölçüm Noktası	Ölçülen Damlatıcı Debisi, q	Ortalama Damlatıcı Debisi, q _{ort} , L/h	Ortalamadan sapma (q-q _{ort})
1	2.1	1.68	0.42
2	1.92	1.68	0.24
3	1.8	1.68	0.12
4	1.79	1.68	0.11
5	1.79	1.68	0.11
6	1.78	1.68	0.1
7	1.78	1.68	0.1
8	1.78	1.68	0.1
9	1.74	1.68	0.06
10	1.68	1.68	0
11	1.68	1.68	0
12	1.62	1.68	0.06
13	1.62	1.68	0.06
14	1.58	1.68	0.1
15	1.56	1.68	0.12
16	1.56	1.68	0.12
17	1.5	1.68	0.18
18	1.02	1.68	0.66
TOPLAM	30.3	-	2.66

Çizelge değerleri kullanılarak;

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

$$\Delta q = 2.66/n = 2.66/18 = 0.148$$

$$UC = \left[1 - \left(\frac{0.148}{1.68} \right) \right] \times 100$$

$$UC = \%91.1$$

Diğer seralar için de UC değerleri benzer şekilde hesaplanarak Çizelge 5.10' da verilmiştir.

5.8 Sulama Üniformitesi (UC) ve Güven Sınırları Aralıkları

UC' yi tam olarak belirlemek için sistemde kullanılan tüm damlatıcı debilerinin ölçülmesi gerekir. Özellikle çok büyük sistemlerde tüm damlatıcı debilerinin tek tek ölçülmesi oldukça zor ve zaman aldığından literatürlerde (Goyal, 2007) sistemin büyüklüğüne bağlı olarak 18, 36 veya 72 damlatıcıda debi ölçümü yapılması tavsiye edilmiştir. Burada dikkat edilecek husus seçilen damlatıcıların sistemi temsil etmesine özen gösterilmesidir. Araştırma alanındaki seraların büyüklüğü 0.75–2.0 da arasında yani büyük olmadığından 18 damlatıcıda debi ölçümü yapılmıştır. Bu sebeple, ölçüm sonuçlarının tam olarak sistemi temsil ettiğini söylemek mümkün değildir. Yapılan debi ölçüm sonuçlarından grafiksel yöntemle göre belirli orandaki hata payları aşağıdaki Çizelge 5.11' deki gibidir (Goyal, 2007).

Çizelge 5.11 Sulama Üniformitesinde Güven Sınırları

Sera No	UC %	18 Damlatıcı Debi Ölçümü İçin Güven Sınırları
1	88	$U \pm 3.48$ (88 ± 3.48)
2	77	$UC \pm 6.88$
3	86	$UC \pm 4.16$
4	85	$UC \pm 4.35$
5	82	$UC \pm 5.22$
6	82	$UC \pm 5.22$
7	85	$UC \pm 4.35$
8	90	$UC \pm 2.90$
9	56	$UC \pm > 13.3$
10	86	$UC \pm 4.16$
11	87	$UC \pm 3.77$

Çizelge.5.11’ da görüldüğü gibi 18 adet damlatıcı debi ölçümü için UC değeri 1 no’lu serada % 88 olarak bulunmuştur. Güven sınırı ise eneterpolasyon yardımıyla $UC \pm 3.48$ ’ dir. Bu durumda, gerçek UC değeri $\% 88 \pm 3.48$ ’ dir. Böylece UC’ nin alt ve üst sınır olarak % 84.52 - % 91.48 arasında değişecektir. Yani UC’ nin tam olarak % kaç olduğunu bilmek mümkün olmamakla beraber bu aralıkta olduğu tahmin edilebilmektedir. Aynı Çizelge’ye bakıldığında UC küçüldükçe (Örneğin, 9 no’lu işletme) UC’ nin alt ve üst sınırları arasındaki fark da artmaktadır. Bu, 9 no’lu işletmede UC % 45.70 - % 69.3 arasında değişmektedir. Alt ile üst sınır arasında % 26.60’lık bir değişim söz konusudur. Diğer yandan 8 no’lu serada bu değer % 87.10 - % 92.90 arasında olup, alt ve üst değer arasındaki fark % 5.80’dir. Yapılan planlama ve işletmecilik açısından sistemdeki üniformite katsayısının yüksek; yani hata oranının düşük olması arzu edilmektedir.

6. ÖNERİLER

Sulamada önemli oranda su tasarrufu sağlayan damla sulama yöntemi sıraya ekilen tarla bitkileri, sebzeler ve ağaç türü gibi çok yıllık bitkilerin sulanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzey sulama yöntemlerine göre daha randımanlı ve su tasarrufu yönünden daha ekonomik olan bu sistem sayesinde sulanan tarım arazilerini artırmak mümkündür.

Diğer yandan, damla sulamada sulama suyu eş dağılımını yani üniformiteyi artırmak için sistemin doğru bir şekilde planlanması, işletilmesi ve bakım ve onarım işlemlerinin periyodik olarak yapılması gerekir. Damla sulama sisteminin uzun ömürlü olarak kullanılabilmesi için işletmecilikte de şu hususlara dikkat edilmesi tavsiye edilebilir:

1) Damla sulama sistemi öncelikle toprak ve bitki özellikleri göz önünde bulundurularak uygun bir şekilde projelendirilmelidir.

2) Damlatıcılarda tıkanma riskini azaltmak için kullanılan sulama suyunun iyi bir şekilde filtre edilmesine özen gösterilmelidir. Kontrol birimi kullanılması tavsiye edilebilir.

3) Damla sulamada karşılaşılan en önemli sorunlarından biri de su kalitesinin uygun olmadığı şartlarda (1. sınıf sular hariç) toprakta tuz birikimine neden olmasıdır. Bunu önlemek için arazide topraktaki tuzu yıkayacak tedbirler alınmalıdır. Kış veya bahar yağışlarının bir kısmı seraya uygulanarak topraktaki tuz konsantrasyonu düşürülebilir.

4) Önemli bir sebep olmadığı sürece işletme basıncının 1 atmosferi geçmemesine özen gösterilmelidir. Basıncın artması kullanılan enerji giderlerinin de artmasına sebep olacaktır. Türkiye gibi enerjinin pahalı olduğu ülkelerde bu husus daha da büyük önem arz etmektedir.

5) Üniformite katsayısının hesap yöntemi ile belirlenmesi daha sağlıklı sonuç verdiğinden mümkünse hesap yöntemi kullanılmalıdır. Hızlı ve pratik sonuç alınması istendiği şartlarda ise grafiksel yöntem kullanılabilir.

6) İncelenen seralarda yapılan debi ölçümlerinde, sadece 2 serada (8 ve 11 no'lu) ortalama debi değerinin firmalar tarafından hazırlanmış olan ve katalogta verilen debi değerlerinden çok az yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu iki serada debi değerinin çok azda olsa yüksek çıkmasının sebebi sistemlerinin 1 atmosferden daha yüksek basınçta (1.5 atmosfer) işletilmesinden kaynaklanmış olabilir. Seraların büyük çoğunluğunda

ölçülen debi değerleri katalog değerinden daha düşüktür. Bazı seralarda kullanılan boruların 17 yıldır kullanıldığı göz önüne alındığında bazı sistemlerin artık yenilenmesi gerektiği tavsiye edilebilir. Katalog debi değerini yakalamaları için sistemlerin iyi bir şekilde planlanması ve bakım-onarım işlemlerine daha çok önem verilmesi önerilir. Sulama programlamasında bu seralarda katalog debi değerleri göz önünde bulundurulursa bitkilere genelde gereğinden daha az sulama suyu uygulanmış olacaktır. Bunun için bu tip çalışmalarda mutlaka sistemde debi ölçümleri yapılarak ortalama gerçek debi belirlenmelidir.

7) Yürütülen bu araştırma sonucunda çiftçilerin tamamının sulama zamanı ve süresine kendi gözlemlerine göre karar verdikleri, bu konuda herhangi bir teknik bilgi desteğinden yararlanmadıkları gözlenmiştir. Söz konusu çiftçilere sulama konusunda pratik bilgi vermek maksadıyla seminer ve toplantı gibi aktivitelerin yapılması çiftçileri bu konuda bilgilendirmek bakımından yararlı olacaktır.

8) Sonuç olarak, üniformiteyi azaltan bazı faktörler ve bunların çözüm yolları şu şekilde özet olarak verilebilir (Goyal, 2007);

Eğer üniformite katsayısı -UC, **%60 veya Daha Düşük ise**; bunun **sebepleri**, ya az damlatıcıda ölçüm yapılmış veya filtrelerde, boru hatlarında ve damlatıcılarda tıkanma vardır. Bunların **çözümü** ise örneklemede 18' den fazla damlatıcı kullanılmalı ve filtrelerin, boru hatlarının ve damlatıcıların temizlenmesi gerekir.

-Eğer **q_{max} ve q_{min} arasında önemli oranda farklılık varsa**; bunun **sebebi** sistemdeki damlatıcılarda tıkanma veya kırılmalar olabilir. **Çözümü** ise kırılmış borular tamir edilmeli ve tıkanmış kısımlar temizlenmelidir.

-Eğer **Boru hatlarında yüksek oranda sürtünmeden dolayı basınç azalması varsa**; **sebebi sistemdeki kullanılan** boruların çapları uygun değildir. **Çözümü** ise planlama düzeltilmeli ve doğru boru çapı kullanılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Al-Juneidi, F., and Isaac, J., 1999.** An Assessment of Irrigation Efficiency in the Palestinian West Bank, Irrigation Management and Saline Conditions. Proceedings of Regional Symposium, JUST, Irbid, Jordan, June 1999, 26–39.
- Anonymous, 2004.** Tarımsal Sulama Yöntemleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi.7, Ankara.
- Anonymous, 2007.** T.C. Devlet Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Antalya.
- Arroyo, J.M., Urbano, P., Rojo, C., and Gonzalez, F., 1999.** Irrigation of sugarbeet: comparative study between drip and sprinklers. Agricultura, Revista, *Agropecuaria*, **68(803)**, 490-493.
- Aybak, Ç.H., Kaygısız, H., 1999.** Damla Sulama ile Gübre Uygulamalarında Dikkat Edilecek Hususlar ve Ülkemiz Gerçekleri. Hasad Dergisi, Temmuz: 86-89, İstanbul.
- Ayyıldız, M., 1976.** Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları. No. 636, Ders Kitabı No. 199, Ankara.
- 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.
- Behnia, A., 1999.** Comparison of Different Irrigation Methods for Pomegranate Orchards in Iran. Irrigation under Conditions of Water Scarcity. V.1C, 17 th ICID Int. Congress on Irrigation and Drainage, Granada, Spain, 13-17 September, pp. 207-217.
- Bouyoucos, G.L., 1951.** A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil. Argon. J. 43: 434-438.
- 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, Gilbert, R.G., 1979.** Trickle irrigation water quality and preventive maintenance, *Agricultural water management*, **(2)**, 149-162.
- Bucks, D.A., Nakayama, F.S., 1985.** Guidelines for Maintenance of a Trickle Irrigation System. Proc. Third Inter. Drip/Trickle Irri. Cong. Drip/Trickle Irrigation in Action, ASAE St. Joseph, Michigan: 119-126.

- Capra, A and Tamburina, V. ,1995.** Evalution and Control Of Distribution Uniformity in farm Irrigation Systems. Proceedings of 46 th International Executive Council Meeting ICID,CIID special Technical session,Roma,Italy.
- Çağlar, K.Ö., 1958.** Toprak İlmî. Ankara Üniversitesi, Zir. Fak. Yayınları, No.10. Dera Kitabı No.2, Ankara.
- Gayol, M.R., 2007.** Management of Drip/ Micro or Trickle Irrigation. Chapter XV. Professor in Agricultural and Biomedical Engineering, University of Puerto Rico-Mayo güez<Campus, P.O Box 5984, Nayagüez- PR-00681-5984.
- Gilbert,R.G.,Nakamaya,F.S., Bucks,D.A.,French O.F.,Adamson,K.C.,1981.** Trickle irrigation emitter clogging and flow problems. *Agricultural water Management*, (3),159-178.
- Farouk, H.A., 1998a.** Water Quality for Microirrigation. Irrigation and Soils Consultant with Agro-Industrial Management. Fresno, California. Part of Microirrigation maintenance Program, AIM, USA.
- Farouk, H.A., 1998b.** Evaluation of Emission. U for Microirrigation. Irrigation and Soils Consultant with Agro-Industrial Management. Fresno, California. Part of Microirrigation maintenance Program, AIM, USA.
- Hassan, A.A., Sarkar, A.A., Ali, M.H., Karim, N.N., 2002.** Effect of deficit irrigation at different growth stages on the yield of potato. *Pakistan Journal of Biological Sci.* 5(2), 128-134.
- Kara, M., 2005.** Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Ün. Ziraat Fak. Tarımsal Yap. ve Sulama, Konya.
- Keller,I and Karmeli, D.,1975.** Trickle Irrigation Desing. Glendora,U.S.A.,Rain Bird sprinks Mfg.Corporation.
- Latey, J., Dinar, A., Woodring, C., Oster, D.J., 1990.** An Economic Analysis of Irrigation Sytem. *Irrig. Sci.* 11:37-43.
- Madanoğlu, F.K., 1983.** Damla Sulama. Topraksu Araştırma Ana Projesi, No. 4323, Ankara.
- Malash, N., Flowers, T.J., Ragab, R., 2005.** Effectof Irrigation Systems and Water Management Practices Using Saline and Non-SalineWater on Tomato Production. *Agricultural Water Management*, 78 (1-2): 25-38.

- Meek, B.D., Enlig, C.F., Stolzy, L.H., Graham, L.E., 1983.** Furrow and Trickle Irrigation: Effects on Soil Oxygen and Ethylene and Tomato Yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47:631-635.
- Mizyed, N., Kruse, G.E., 1989.** Emitter Discharge Evaluation of Subsurface Trickle Irrigation Systems. *Transactions of the ASAE*, 32 (4):1223-1228.
- Oğuzer, V., 1995.** Drenaj ve Arazi Islahı. Ç.Ü. Zir. Fak, Genel Yayın No.106, Ders Kitapları Yayın No.26, Adana.
- Pan, H.Y., Fisher, K.J., and Nichols, M.A., 1999.** Fruit yield and maturity characteristics of processing tomatoes in response to drip irrigation. *Journal of Vegetable Crop Production*, 5(1), 13-24.
- Prabhat, S., Chauhan, H.S., and Srivistava, P., 1999.** Comparative performance of cabbage (*Brassica Oleracea* var. *Capitata*) under different irrigation methods. *Journal of Applied Horticulture*, 1 (2), 137-138.
- Rajput, T.B.S., Patel, N., 2005.** Water and nitrate movement in drip-irrigated onion under fertigation and irrigation treatments. *Agricultural wat. Man.*, 79:293-311.
- Richards, L.A., 1954.** Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils. Dept. of Agric., No.60, USA.
- Segal, E., Ben-Gal, A., Shani, U., 2000.** Water availability and gield response to high-frequency micro-irrigation in sunflowers. In: Proceedings of the sixht intertaional micro irrigation congress on micro-irrigation, Technology for Devolving Agriculture, Conference Papers, 22-27 October, South Africa.
- Sohrabi, T., Akramnya, F., and Mirabzadeh, M., 1999.** Evaluating hydraulic characteristics of emitters. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 30(2), 263–276.
- Solomon, K.H., 1985.** Global Uniformity of Trickle Irrigation Systems. *Transactions of the ASAE*, 28 (4):1151-1158.
- ŞehirAli, S., Erdem, T., Erdem, Y., Kenar, D., 2005.** Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Fasülyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Su Kullanım Özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2):212-216.
- Şimşek, M., Kacira, M., 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.

- Tuncay, H., 1994.** Su Kalitesi (I. Bölüm). Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları No.512, İzmir.
- Tüzel, İ.H., 1993.** Damla Sulama Sistemlerinde Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi. E.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 30 (1-2): 119-126.
- Ülgen,N., Yurtsever, N., 1984.** Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Topraksu genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Yayın No. 47, Ankara
- Wang, F.X., Kang, Y., Liu, S. P., 2005.** Effect of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain. Agri. wat. Man., 79 (2006):248-264
- Wu, A.P., Gitlin, H.M., 1974.** Drip Irrigation Design Based on Uniformity. Transactions of the ASAE, 17 (3): 429-432.