KONYA ÇEVRESİNDE SEBZE BAHÇELERİNDE UYGULANAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Muhammed Cüneyt BAĞDATLI

Yüksek Lisans Tezi
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİM DALI

KONYA-2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA ÇEVRESİNDE SEBZE BAHÇELERİNDE UYGULANAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

M. Cüneyt BAĞDATLI

Yüksek Lisans Tezi

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİM DALI

Bu tez 01 /03 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet KARA
(Üye)

Doç Dr. Nuh UĞURLU
(Üye)

Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR
(Danışman)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA ÇEVRESİNDE SEBZE BAHÇELERİNDE UYGULANAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Muhammed Cüneyt BAĞDATLI

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR
2006, Sayfa: 71

Jüri: Prof. Dr. Mehmet KARA
Doç. Dr. Nuh UĞURLU
Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR

Bu çalışma, Konya çevresindeki sebze bahçelerinde kullanılan damla sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma rastgele seçilen 11 adet işletmede yürütülmüştür. Araştırmada sistemlerin ıslatılan alan yüzdeleri(%), Christiansen yeknesaklık katsayıları (Cu) ve lateral basınçları ölçülmüştür. Sonuç olarak, ıslatılan alan yüzdeleri 7 işletmede %30'dan daha düşük; 4 işletmede daha büyük hesaplanmıştır. Cu değerleri %77.9 ile %96 arasında bulunmuştur. Basınç değerleri işletmelerin tamamında 1 atmosferden daha düşük ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, Performans, Sebze, Yeknesaklık katsayısı.

ABSTRACT

Master Thesis

A RESEARCH ON TRICKLE IRRIGATION SYSTEMS USED IN VEGETABLE GARDENS FOR KONYA PROVINCE

Muhammed Cüneyt BAĞDATLI

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structure and Irrigation

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bilal ACAR
2006, Pages: 71

Jury: Prof. Dr. Mehmet KARA
Assoc. Prof. Dr. Nuh UĞURLU
Assist. Prof. Dr. Bilal ACAR

This study was conducted to evaluate the performance of trickle irrigation systems installed in some Konya district vegetable gardens. The study was carried out in 11 trickle irrigation systems selected randomly. The present work covers mainly determinations of percentage of wetted area (%), Christiansen Uniformity Coefficient (Cu) and lateral pressure measurement. The results showed that wetted percentages were lower than 30% in 7 farms and greater than 30% in 4 farms. The Cu values varied from 77.9 % to 96 %. The lateral pressures were lower than system requirement of 1 atmosphere in all test farms.

Key Words: Trickle irrigation, Performance, Vegetable, Uniformity Coefficient

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans ders ve tez aşamalarımda danışmanlığımı yürüterek yol gösteren ve tezin oluşturulmasında büyük yardımlarını gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Bilal ACAR'a sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım. Laboratuar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Dr. Mehmet ŞAHİN ve bölüm Arş Gör. Sinan SÜHERİ'ye ayrıca teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında fiziki desteğini esirgemeyen babam Halit BAĞDATLI'ya ve tez çalışması esnasında manevi desteğini gördüğüm annem Kevser BAĞDATLI'ya sonsuz şükranlarımı sunarım.

M. Cüneyt BAĞDATLI

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No **Sayfa No**

3.1 Konya Bölgesine Ait Bazı İklim Elemanları ve Uzun Yıllar Ortalamaları 18
3.2 Çumra İlçesi Meteorolojik Verileri 18
3.3 Ilgın İlçesi Meteorolojik Verileri 19
3.4 Seydişehir İlçesi Meteorolojik Verileri 19
3.5 İşletmelerde Kullanılan Damlama Borularının Teknik Özellikleri 22
3.6 Damla Sulamada Ortaya Çıkabilecek Sorunlar ile Su Kalitesi İlişkisi 25
3.7 "A" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri(m) 29
3.8 "B" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri(m) 30
3.9 "C" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri(m) 30
3.10 "D" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri(m) 31
4.1 İşletmelere göre toprakların tekstür sınıfları 32
4.2 Yetiştirilen bitkilere ilişkin etkili kök derinlikleri 33
4.3 Toprakların sulamayı ilgilendiren bazı fiziksel özellikleri 34
4.4 Toprakların bazı kimyasal özellikleri 36
4.5 Araştırma alanındaki toprakların su alma hızı değerleri 37
4.6 Araştırma alanında kullanılan sulama sularının kalite özellikleri 39
4.7 İncelenen işletmelerin genel özellikleri 41
4.8 İşletmelerdeki Göre Kontrol Birimi Elemanları 42
4.9 Damla Sulama Sistemlerinin Genel Özellikleri ve Islatılan Alan %'leri 45
4.10 İşletme No 1'deki "A" Yan Borusunda Ölçülen Debi Değerleri 47
4.11 İşletme No 1'deki "D" Yan Borusunda Ölçülen Debi Değerleri 48
4.12 İşletmelere göre sulama yeknesaklığı 49
4.13 Ölçüm Yapılan Yan Borular ve Ortalama Lateral Basınçları 50
4.14 Karşılaşılan teknik sorunlar 52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No		Sayfa No
1.1	Damla Sulama Sisteminin Şematik Görünüşü	3
3.1	İşletmelerin Konya haritasındaki konumları	17
4.1	Arazide çift silindir infiltrometre yönteminin uygulanışı	38
4.2	1nolu işletmede kullanılan kontrol biriminin plan detayı	43
4.3	10 nolu işletmeye ait kontrol birimi elemanları	44
4.4	2 nolu işletmede yan borular üzerinde yapılan basınç ölçümü	51

SEMBOLLER LİSTESİ

l/h: litre/saat

P:Islatma Yüzdesi

TK: Tarla Kapasitesi

SN: Solma Noktası

FSK: Faydalı Su Kapasitesi

Cu: Christiansen Üniformite katsayısı

Ss:standart sapma

q:Damlatıcı Debisi

Δq: Damlatıcı debilerinin ort. Damlatıcı debisinden mutlak değer olarak sapmalarının ortalaması

EC: Elektriksel iletkenlik

SAR: Sodyum Adsorpsiyon Oranı

n:Örnek sayısı

ppm: miligram/lt

atm:atmosfer

PE: Polietilen

PVC: Polivinilklorid

EKLER LİSTESİ

Ek No

Ek-1 Verilerin Tespiti İçin Kullanılan Anket Formu Örneği

Ek-2 1 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-3 2 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-4 3 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-5 4 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-6 5 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-7 6 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-8 7 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-9 8 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-10 9 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-11 10 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

Ek-12 11 nolu işletmede damla sulama sisteminin planı ve detayları

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1 Damla Sulamada Su Tasarrufu ve Verim	6
2.2 Damla Sulamada Planlama Ölçütleri	7
2.3 Damla Sulamada Sulama Yeknesaklığı ve Önemi	9
2.4 Damla Sulamada Damlatıcı Yapım Farklılığı	10
2.5 Damla Sulamada Sulama Suyu Kalitesi	12
2.6 Damla Sulamada Sulama Suyu Miktarı, Sulama Zamanı ve Sulama Aralığı	14
3. MATERYAL VE METOD	16
3.1 Materyal	16
3.1.1 Araştırma Alanı Hakkında Genel Bilgiler	16
3.1.1.1 Araştırma alanının coğrafi konumu	16
3.1.1.2 Genel iklim özellikleri	17
3.1.1..3 Jeolojik durum ve toprak özellikleri	19
3.1.1.4 Toprak ve su kaynakları	20
3.1.1.5 Tarımsal yapı ve üretim	21
3.1.2 İşletmelerde Kullanılan Lateral BorularınTeknik Özellikleri	21
3.2 Metod	23
3.2.1 Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi	23
3.2.2 Su alma hızının (infilitrasyon) belirlenmesi	24
3.2.3 Sulama Suyu Kalitesi	24
3.2.4 Mevcut Sulama Koşulları ve Teknik Verilerin Toplanması	25
3.2.5 Kontrol Birimi Elemanlarının Değerlendirilmesi	25
3.2.6 Basınç Ölçümleri ve Değerlendirilmesi	26
3.2.7 Sulama Yeknesaklığı ve Değerlendirilmesi	26
3.2.8 Damlatıcı Aralığının Değerlendirilmesi	27
3.2.9 Sistemin Tertiplenme Biçimi	28
3.2.10 Planların Çizimi ve Değerlendirilmesi	31
3.2.11 Yetiştirilen Bitkilere İlişkin Kök Derinlikleri	31

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 32
4.1 Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Özellikleri 32
4.1.1 Toprakların bazı fiziksel ve su tutma özellikleri 32
4.1.2 Toprakların bazı kimyasal özellikleri 36
4.1.3 Toprakların su alma hızı değerleri 37
4.2 İşletmelerde kullanılan sulama suyunun kalitesi 38
4.3 İncelenen İşletmelerin Genel Özellikleri ve Değerlendirilmesi 40
4.4 Kontrol Birimi Elemanları 42
4.5 Damla Sulama Sisteminin Tertiplenme Durumu 44
4.6 Damla Sulamada Sulama Yeknesaklığı 46
4.7 Basınç Ölçümleri ve Değerlendirilmesi 50
4.8 Karşılaşılan Teknik Sorunların Değerlendirilmesi 51

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 53
6. KAYNAKLAR 56
EKLER 60

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun beslenmesi için birim alandan daha fazla ürün almak tarım sektörünün en önemli amaçlarından biridir. Birim alandan alınan ürünün arttırılmasında en önemli faktörlerden biri de sulamadır.

Ülkemizin yaklaşık 78 milyon hektarlık arazi varlığının yaklaşık 26.6 milyon hektarını işlenebilir tarım arazileri oluşturmaktadır. İşlenebilir arazilerin 16 milyon hektarında tarla tarımı, 2.6 milyon hektarında bağ-bahçe tarımı yapılmakta ve 8 milyon hektarı ise nadasa bırakılmaktadır. Mevcut tarım alanlarının 16.6 milyon hektarı sulanabilir nitelikte olmasına karşılık halen sulanmakta olan arazi varlığı 4.8 milyon hektardır (Kara, 2005). Ortalama yağışın 643 mm olduğu ülkemizde karasal iklimin hakim olması ve bilhassa yaz aylarında tarım yapılan alanlara yeterli yağışın düşmemesi ve mevsimlere göre yağış dağılımının düzensizliği tarım için sulamayı zorunlu kılmaktadır.

Sulama; bitkilerin ideal gelişmesini sürdürebilmesi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun bitkilere ölçülü ve kontrollü biçimde verilerek bitki kök bölgesinde kontrollü ve dengeli olarak depolanması şeklinde tanımlanır (Kara, 2005).

Sulama uygulamalarında bitkilerin gelişmesi için gerekli olan suyun bitki kök bölgesinin her noktasında eşit olarak depolanması amaçlanır. Su kaynağından tarla başına kadar getirilen sulama suyunun araziye veriliş şekline sulama metodu denir.

Genel olarak sulama metotlarını; salma sulama, sızdırma sulama, yağmurlama sulama ve damla sulama metotları olmak üzere dört ana grup altında toplamak mümkündür. Bunlardan yağmurlama ve damla sulama basınçlı sulama yöntemleri olarak da bilinir.

Sulamada seçilen yöntemin homojen bir su dağılımı sağlaması, derine sızma ve yüzey akış kayıplarını minimum seviyede tutması, tarımsal mekanizasyona engel teşkil etmemesi ve toprak erozyonuna neden olmaması arzu edilir.

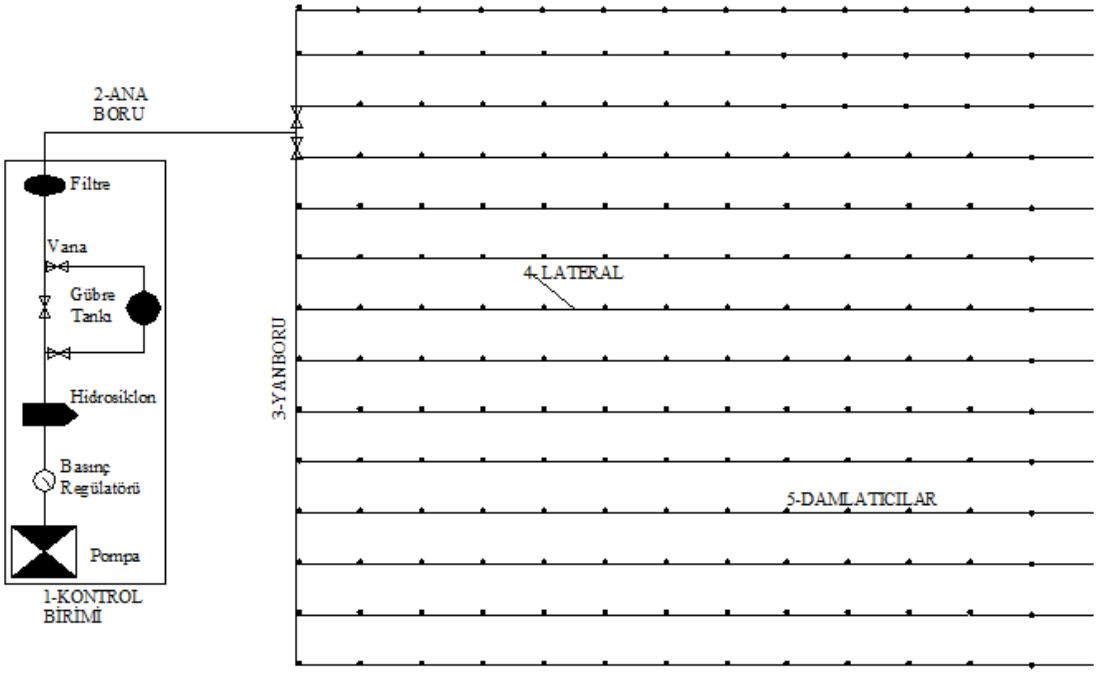
Modern sulama tekniklerinden biri olan damla sulama yöntemi ilk olarak 1964 yılında İsrail'de uygulanmaya başlamış bunu Avustralya, Kuzey Amerika ve Kuzey Afrika izlemiştir. Türkiye'de damla sulama yöntemi 1970'li yıllarda Adana ve Tarsus'ta kullanılmaya başlanmıştır.

Dünyada son yıllarda damla sulama yöntemi ile sulanan tarım alanlarında büyük artış kaydedilmektedir. Bu alan 1981 yılında 413 000 ha iken 1991 yılında 1 800 000 ha' a ulaşmıştır. Bu rakam dünyada sulu tarım yapılan toplam alanların yaklaşık %2'sidir (Bucks, 1995). Damla sulama Türkiye'de de hızlı gelişme gösteren teknolojilerden biri durumundadır. Damla sulama bilhassa Konya gibi su kaynakları açısından sınırlı olan bölgelerde son yıllarda tercih edilen bir sulama sistemi durumuna gelmiştir.

Günümüz sulama yöntemlerinin en yenilerinden biri olan damla sulama yöntemi; bitki gelişmesi için gerekli olan suyun, istenildiğinde bazen de bitki besin elementleri ile beraber, ana boru, yan boru, (manifold) ve lateral boru hatlarından oluşan bir iletim sistemi aracılığıyla düşük basınç altında taşınarak lateral boru hatlarının içerisine (in-line veya hat- içi) veya üzerlerine (on-line veya hat-üstü) yerleştirilen ve damlatıcılar olarak tanımlanan özel bir yapıya sahip araçlarla bitki kök bölgesi çevresine kısa zaman aralıkları ile verilmesi olarak tanımlanabilir.

Bu yöntem özellikle sıra bitkileri, sebze ve meyve bahçeleri için oldukça idealdir. Genellikle yüksek kazanç getiren bitkilerde ve fazla büyük olmayan alanlarda uygulanır. Yöntem hemen hemen bütün toprak ve topoğrafya şartlarında uygulanabilir.

Bir damla sulama sistemi başlıca beş ana birimden oluşur (Şekil 1.1) Bunlar; denetim (kontrol) birimi, ana boru, yan boru, lateraller ve damlatıcılardır.



Şekil 1.1 Damla Sulama Sisteminin Şematik Görünüşü

1- DENETİM (KONTROL) BİRİMİ: Pompa, basınç regülatörü, gübre tankı ve filtrenin bulunduğu bu birimde; verilecek suyun miktarı ile basıncın ayarlanması, suyun süzülmesi ve istenilen besin maddelerinin suya karıştırılması sağlanır. Yer altı suyunun kullanıldığı yerlerde ilk süzmeyi sağlamak amacıyla sisteme hidrosiklon ilave edilir.

2- ANA BORU HATTI: Kontrol biriminden çıkan suyu yan borulara ileten elemanlardır. İhtiyaç duyulan sulama suyu debisine uygun çapta ve su iletim mesafesine yeterli uzunlukta olmalıdır. Genellikle sert PVC'den imal edilirler ve toprak altına gömülürler.

3- YAN BORU HATTI (MANİFOLD): Suyu ana boru hattından alarak laterallere iletirler. Bunlar da genellikle gömülüdür ve sert PVC veya yumuşak PE 'den imal edilirler.

4- LATERALLER: İçlerinde veya üzerlerinde damlatıcıların bulunduğu ve genellikle yumuşak plastikten imal edilen borulardır. Piyasada 16 ve 20 mm çaplı olanları daha yaygındır.

5- DAMLATICILAR: Laterallerin içlerine (in-line) veya üzerlerine (on-line) belirli aralıklarda (0.20m , 0.25m, 0.33m, 0.40m, 0.60m 0.75m ve 1.00m gibi) yerleştirilen ve suyun belirli bir debide akmasını sağlayan elemanlardır.

Son yıllarda damla sulama ile sulanan tarım alanlarındaki artışın en önemli sebebi, yağmurlama ve yüzey sulama yöntemlerine oranla daha yüksek bir su uygulama randımanına sahip olmasıdır. Damla sulama daha çok su kaynaklarının sınırlı ve pahalı olduğu yerlerde tercih edilmektedir. Su tasarrufunun temel sebepleri, iletim, buharlaşma, yüzey akış ve derine sızma kayıplarının yok denecek kadar az olmasıdır. Damla sulama yönteminin pek çok üstünlükleri vardır. Bunlar arasında en önemlisi sulama suyundan büyük oranda tasarruf sağlanmasıdır. Damla sulamanın üstünlükleri:

-Toprakta yeknesak bir su dağılımının söz konusu olması,

-Düşük basınç gereksiniminden dolayı ihtiyaç duyulan enerjinin yağmurlama sulamaya göre daha az olması,

-Bitkilerin ihtiyaç duydukları gübre, sulama suyu ile doğrudan bitki kök bölgesine uygulandığından gübre kullanımından tasarruf sağlanması,

-Kullanılan tarımsal mücadele ilaçlarından tasarruf sağlanması,

-Sulama esnasında bitki sıra araları kuru kaldığından toprak işleme ve diğer tarımsal işlemlerde bir engelle karşılaşılmaması,

-Bitki yapraklarının su ile temas olanağı daha az olduğundan yaprak hastalıklarının az görülmesi,

-Sınırlı miktarda toprak hacmi ıslatıldığından diğer sulama yöntemlerinde görülen yıkanma ile yer altı sularının kirlenmesi riskinin söz konusu olmaması,

-Tarım arazisinin tamamı sulanmadığından sulanan alanlarda çok az yabancı ot filizlenmesi,

-Sulama suyu kapalı borularla iletildiği için diğer yöntemlere göre iletim kayıplarının çok az olması,

-Kök bölgesi altına sızma kayıpları az olduğundan su uygulama randımanının yüksek olması,

-Arazinin tamamı ıslatılmadığından sulama suyundan büyük oranda tasarruf sağlanması,

-Diğer sulama yöntemlerine göre buharlaşma kayıplarının yok denecek kadar az olmasıdır.

Damla sulama sistemlerinin teknik elemandan yoksun tamamıyla çiftçinin sulama konusundaki becerilerine göre tertiplenmesi, lateral uzatma mesafelerinin rastgele seçimi, damlatıcı aralıklarının toprağın infilitrasyon hızları dikkate alınmadan seçilmesi ve ıslatılan alan yüzdesine göre laterallerin tertipleme biçimlerine dikkat edilmemesi sistemden beklenen faydayı ortaya koyamamaktadır. Sisteminin projelendirilmesinde, bakımında ve işletilmesinde yapılan hatalar, sulama suyunun araziye ve bitki kök bölgesine homojen olmayan dağılımına ve düşük su uygulama randımanının oluşmasına yol açmaktadır. Bu sebeple suyun toprağa üniform olarak uygulanması sulamada büyük önem taşımaktadır.

Damla sulama sistemlerinin mevcut şartlara göre uygun olarak projelenmesi son derece önemlidir. İyi projelenmiş bir sulama sistemi kullanım esaslarına göre işletilemiyorsa, uygulamada sulama sisteminden beklenilen yarar sağlanamayabilir. Sulama sisteminin amacına uygun olarak kullanılıp kullanılmadığı kurulu sistemin test edilmesi ile belirlenebilir. Sistemin değerlendirilmesindeki temel amaç işletme durumunun arazi şartlarında saptanması ve sistemde olması gereken ile mevcut durumun karşılaştırılması ve bu sonuçtan yararlanılarak uygun işletme tekniğinin bulunmasıdır.

Bu araştırma, Konya ili Ilgın, Seydişehir, Meram ve Çumra ilçelerinde yer alan 4'ü sera ve 7'si açık arazi olmak üzere toplam 11 adet damla sulama yöntemi ile sebze üretimi yapan işletmelerde yürütülmüştür. Bu araştırmayla incelenen işletmelerdeki sulama sistemlerinin işletmecilik bakımından değerlendirilmesi ve teknik sorunların ortaya konularak uygun bir işletme tekniğinin bulunması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Damla Sulamada Su Tasarrufu ve Verim

Madanoğlu ve ark. (1990), 1978-80 yıllarında yaptıkları sulama denemesinde şekerpancarı, patates ve mısır bitkilerinde, damla sulama yöntemini karık sulama yöntemi ile karşılaştırmışlar ve sonuçta sırasıyla şeker pancarında 90.89 mm, patateste 84.67 mm ve mısırda 43.5 mm su tasarrufu sağlamışlardır. Damla sulama yöntemiyle karık sulama yöntemine göre şeker pancarında 577.23 kg/da daha fazla kök, mısırda da 324.91 kg/da daha fazla tane verimi elde etmişlerdir.

Yıldırım (1994), Ankara koşullarında tarla fasulyesinde damla sulama yönteminin yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine göre meyve verimini %1.9-2.4 fazla elde etmiştir.

Bhardwaj ve ark. (1995), damla sulama yöntemini diğer yüzey sulama yöntemleri ile su uygulama randımanı açısından karşılaştırmışlar ve sonuçta damla sulamada su kullanım randımanının yüzey sulamaya göre %44 daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Behnia (1999), damla ve yüzey sulama metodlarını narenciyede su tasarrufu ve verime etkisi bakımından karşılaştırmıştır. Sonuç olarak damla sulama yöntemi kullanılan parseldeki verimin yüzey sulama uygulanan parsele göre %21-24.5 arttığını bildirmiştir.

Yuan ve ark. (2003), Japonya'da damla sulamanın patetesde yumru verimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları bir araştırmada sulama suyu olarak A tipi buharlaşma havuzundaki buharlaşmanın 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 kadar su uygulamışlardır. Sulama suyu miktarı arttıkça toplam taze ve pazarlanabilir yumru veriminin de arttığını; en yüksek verimi 1.25 katı su uygulamasından elde etmişlerdir.

Sulama suyu miktarındaki artışın sadece yumru verimini arttırmadığını bunun yanında ortalama yumru ağırlığını da arttırdığını belirlemişlerdir. Sulama suyundaki artışın patates yumru sayısını arttırmasına rağmen, yumrunun kalitesini azalttığını tespit etmişlerdir.

Antony ve ark. (2004), farklı sulama metotlarının biber(*Capsicum annum* L.) bitkisinin dallanma, bitki boyu ve kök gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yüzey sulama metotları ile karşılaştırıldığında damla sulamanın daha fazla dallanma ve daha yüksek bitki boyuna sebep olduğunu gözlemlemişlerdir. Damla sulama yapılan parsellerde daha az su uygulamasından dolayı toplam verimi daha düşük ölçmüşlerdir. Kök yoğunluğunun yüzey sulama yapılan bitkilerde daha fazla olmasına rağmen, toplam kök uzunluğunu damla sulamada daha yüksek belirlemişlerdir. Diğer yandan, sulama suyu miktarı arttıkça kök kalitesinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Malash ve ark. (2005), damla ve karık sulamanın domates verimi üzerine etkisini belirlemek için yapmış oldukları bir çalışmada 6 farklı tuzluluktaki sulama suyunu (0.55 dS/m; 4.2-4.8 dS/m) uygulamışlardır. Nil (Mısır) nehri deltası civarında yapılan bu çalışmada bitki kök bölgesindeki tuz konsantrasyonunu belirli zaman aralıklarında takip etmişlerdir. Sonuç olarak, damla sulamanın karık sulamaya göre domates gelişimini ve verimini daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek verimi (3.2 kg/bitki) damla sulama uygulamalarında %60 tatlı su+%40 tuzlu su uygulamalarından elde etmişlerdir.

2.2 Damla Sulamada Planlama Ölçütleri

Damla sulama siteminden optimum bir fayda sağlayabilmek için sistemin planlama ölçütleri doğrultusunda tesisi ve işletilmesi gerekir. Sistemin planlama ölçütleri olarak toprağın infilitrasyon hızı doğrultusunda uygun bir damlatıcı aralığının seçimi, ıslatılan alan yüzdesine göre lateral tertipleme durumları, yük kayıpları dikkate alınarak yeterli lateral uzatma mesafesi ve sistem kapasitesi doğrultusunda uygun boru çapının seçimi gibi kriterler sayılabilir.

Merriam ve Keller (1978), bir sulamada ıslatılan alanın, bitki ile kaplı tüm alana oranı olarak tanımlanan ıslatılan alan yüzdesinin (P), sulanan toprağın tipi, damlatıcı aralığı ve damlatıcı debisine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır. Kurak bölgeler için yeterli bir projeleme amacıyla, bitki ekili alanının yarısı (P=%50) veya en az üçte birinin (P=%33) ıslanması gerektiğini önermektedirler. Nemli bölgelerde ise, yağış miktarının da etkisi dikkate alınarak, P'nin %20 değerinin de kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Papazafiriou (1980), yaptığı denemelerde lateral boyunca ıslak bir şerit elde edebilmek için seçilecek damlatıcı aralığının, damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızının işlevi olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacıya göre, damlatıcı aralığı damlatıcı debisinin kare köküyle doğru, toprağın su alma hızının karekökü ile ters orantılıdır. Bunun yanında, lateral boyunca bitki kök bölgesinde yeterli düzeyde nem dağılımı elde edebilmek için damlatıcı aralığının, bir damlatıcının ıslattığı alan çapının % 80'i kadar alınması gerektiğini söylemiştir.

Nir (1982), damla sulama sistemlerinin kontrol biriminde bulunan unsurların boyutlandırılması hakkında bilgi vermiştir. Araştırıcıya göre, sulama suyu içerisinde bulunabilecek kum parçacıklarını tutmada kullanılan hidrosiklonlarda oluşan yük kaybının 0.4-0.5 atmosferi geçmeyecek biçimde boyutlandırılması gerektiğini tavsiye etmiştir.

Yazar ve ark. (1990), her damlatıcının bir nokta kaynağı olduğunu, damlatıcı tarafından ıslatılan toprak hacminin suyun toprak içerisindeki yatay hareketince etkilendiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, damla sulamada sistem planlamasında ıslatılacak toprak hacminin, su uygulama hızının ve bitki tarafından kullanılan su miktarının, bitkinin kök gelişiminin, toprağın infilitrasyon hızının ve su tutma kapasitesinin göz önüne alınması gerektiğini bildirmişlerdir

Demir (1991), damla sulama sistemlerinde suyun bitkilere homojen dağılımının sistemin sağlıklı bir şekilde planlanıp işletilmesine ve lateral uzunluklarının lateral ve damlatıcı özellikleri dikkate alınarak seçilmesine bağlı olduğunu bildirmiştir.

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

Hakgören (1996), lateral hattı üzerindeki damlatıcı aralıklarının saptanmasında farklı yaklaşımlar kullanılabileceğini ve damlatıcı aralıklarının, toprak özellikleri dikkate alınarak saptanması gerektiğini tavsiye etmektedir. Buna göre damlatıcı aralıklarının ağır bünyeli topraklar için 60-75 cm, orta bünyeli topraklar için 50 cm ve hafif bünyeli topraklar için 30-40 cm olarak alınabileceğini bildirmiştir.

2.3 Damla Sulamada Sulama Yeknesaklığı ve Önemi

Damla sulamada sistem değerlendirilmesinde genellikle damlatıcı debi yeknesaklığı esas alınmakta ve doğru bir sistem yeknesaklığı tahmininin sistem performansının en önemli göstergesi olduğu kabul edilmektedir (Bralts ve Edwards, 1987).

Wu ve Gitlin (1974), kabul edilebilir düzeyde Christiansen yeknesaklık katsayısı (Cu) elde etmenin damla sulama laterallerinin planlanmasında temel kriter olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar, sulama yeknesaklığının belirlenmesinde Christiansen'in yağmurlama sulama lateralleri için geliştirdiği ve lateral üzerindeki tüm damlatıcı debilerinin, ortalama damlatıcı debisinden sapmalarının değerlendirildiği Cu katsayısının kullanılabileceğini tavsiye etmişlerdir. Cu değerinin %95'ten küçük değerlerinin kabul edilemeyeceğini; %95-98 arasında olanlar için ise kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Solomon (1985), damla sulama yöntemlerinde sulama yeknesaklığına 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 ve büyüklüğü gibi birçok faktörün etkili olduğunu bildirmiştir.

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

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

Tüzel (1993), damla sulama sistemlerinin değerlendirilmesinde kriter olarak kabul edilen yeknesaklık katsayısı (Cu) sınırlarını %90 ve yukarısı için çok iyi; %80-90 için iyi; %70-80 için orta; %60-70 için zayıf ve %60 dan küçük değerler için kabul edilemez olduğunu bildirmiştir

2.4 Damla Sulamada Damlatıcı Yapım Farklılığı

Damlatıcı akış türdeşliğini etkileyen en önemli etkenlerden birisi damlatıcı yapım farklılıklarıdır. Damla sulama sistemlerinde yüksek düzeyde su dağılım türdeşliği elde edebilmek için damlatıcıların hatasız yapılması zorunludur. Ancak üretim esnasında yapılan hatalar damlatıcı türdeşliğini etkileyebilir. Aynı üretim aşamasındaki iki damlatıcı aynı sıcaklık ve basınçta test edildiğinde, farklı debiler verebilirler.

Yapım farklılığı katsayısı damlatıcıların üretimleri sırasında oluşan kaçınılmaz yapım hatalarını ifade etmede ve damlatıcı türdeşliğinin belirlenmesinde kullanılan bir katsayıdır (Bralts ve Wu, 1979).

Bralts ve ark. (1981), damla sulamada damlatıcı yapım farklılığının damlatıcı debisine etkisini araştırmışlar, sonuçta yapım farklılığının su dağılımına önemli düzeyde etki ettiğini; değerlendirmede bu farklılığın da dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Von Bernouth ve Solomon (1986), damlatıcı yapım farklılığı katsayısını 0.05'den küçük değerler için damlatıcının iyi, 0.05-0.10 arası için orta, 0.10-0.15 için ise zayıf tip damlatıcı; ve 0.15'den büyük değerler için damlatıcının kullanılamaz olduğunu bildirmişlerdir.

Howell ve ark. (1986), optimum bir bitki büyüme ve gelişimi için sulama suyunun toprağa yeknesak bir şekilde uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, damlatıcılardaki yapım farklılıkları, tıkanma ve sistemdeki basınç değişimlerinin damlatıcılarda debi değişimlerine sebep olduğunu ve bunun sonucunda da bitkilere üniform olmayan bir su dağılımı meydana getirdiğini söylemişlerdir.

Özekici (1992), damla sulama sisteminde damlatıcı seçerken damlatıcıların çok küçük yapım farklılığı katsayısına sahip olmaları gerektiğini bildirmiştir. Düşük damlatıcı yapım farklılığı katsayısı istenen bir özellik olup yeknesak su dağılımını olumlu yönde etkilemektedir. Araştırıcı, 16 mm çaplı polietilenden imal edilmiş, lateral üzerinde 45 cm aralıklarla 50 adet damlatıcının bulunduğu ve laterallerin altına kova konmak suretiyle yerden 75 cm yukarıda tutulduğu şartlarda yapmış olduğu bir testte 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, ve 3.0 atmosfer basınçta 7 farklı damlatıcıyı test etmiştir.

Sonuçlar ASAE (American Society of Agriculture Engineers) tarafından öngörülen yapım farklılıkları katsayısı ile karşılaştırmıştır. Firmalar tarafından üretilen bu damlatıcıların yüksek damlatıcı yapım farklılıkları katsayılarına sahip olduklarını ve bu durumun bitkilere homojen olmayan su uygulamasına sebep olacağını bildirmiştir.

2.5 Damla Sulamada Sulama Suyu Kalitesi

Sulama projelerinde, toprakların sulamaya uygunluk dereceleri kadar su kaynağının da sulama için uygunluk derecesi oldukça önemli bir etken olmaktadır. Çünkü sulama projesinden sağlanacak yarar ve proje ömrü, sulama suyunun kalite etkenine bağlıdır. Tarımsal açıdan sulama suyu kalite unsurları elektriksel iletkenlik (EC), pH, Mg^{++}, Ca^{++}, Na^{+}, K^{+}, HCO^{-}_{3}, CO^{--}_{3}, Cl^{-} ve SO^{--}_{4} dır. Bu doğrultuda sulama suyundaki % Na ve Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) tespit edilerek sulama suyunun tarımsal açıdan uygunluğu ortaya konulur (Ayyıldız, 1976).

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 gerek olduğunu söylemiştir. Sulama suyunda bikarbonatlar bulunuyorsa bunların kalsiyum karbonat olarak damlatıcı çıkış ağızlarında bloke olmaması için diğer bir çözüm yolunun da suyun havalandırılması ve bikarbonat çökelmesi sağlanıncaya kadar bir havuz da dinlendirilmesi gerektiğini tavsiye etmiştir.

Fry (1985), California civarında mevcut damla sulama sistemlerini incelemiş ve sistemlerin genel olarak homojen su dağılımı sağlayacak biçimde projelendiğini, ancak uygun olmayan işletme koşulları ve sediment yada organik madde içeriği yüksek suların kullanılması durumunda projede öngörülen homojen su dağılımına düzeyine ulaşılamadığını tespit etmiştir.

Bucks ve Nakayama (1985), damla sulamada tıkanmaya neden olan birçok etmen olduğunu ve bunları fiziksel (kum, kil, silt, plastik, su bitkileri, su hayvanları ve bakteriler), kimyasal ($CaCO_3$ veya $MgCO_3$, $CaSO_4$, ağır metaller, karbonatlar, yağlar ve gübreler) ve biyolojik faktörler (lifler ve salyongozlar) olarak sınıflandırmışlardır.

Lopez ve Abreu (1985), Kanarya adalarındaki muz bahçelerinde mevcut damla ve yağmurlama yöntemlerinin performanslarını araştırmışlardır. Damla sulamada su uygulama randımanının düşük olduğunu, bunun da damlatıcılardaki tıkanmalardan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Güngör ve Yıldırım (1989), damla sulama yönteminde her türlü su kaynağından yararlanılabileceğini ancak, suyun sediment ve yüzücü maddeleri içermemesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir. Suyun sediment taşıması durumunda sulama suyunun sulanacak alana getirilmeden önce sedimentinin çökeltilmesi veya altenatif su kaynağının kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Demir ve Uz (1994), damla sulama sistemlerinin çalışması ile ortaya çıkan temel sorunlardan birisinin de damlatıcıların tıkanması olduğunu ve damlatıcı tıkanmasının sulama ve gübrelemenin faydalılığını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Öztürk ve Çakmak (1996), sulama yapılan alanlarda toprağın sulama için uygunluğu kadar sulama suyunun miktar ve kalite bakımından da uygunluğunun önemli olduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılara göre, sulama suyu ile toprağa verilen tuz miktarı, sulama suyu miktarının bir fonksiyonu olduğundan tuzluluk kontrolü açısından kaliteli sulama sularının tercih edilmesini tavsiye etmişlerdir.

Özekici (1996), damlatıcı tıkanmasına neden olan etmenler gözden geçirildiğinde, tıkanma sorununun sulamada kullanılan suyun kalitesine bağlı olduğunu ortaya koymuştur.

Tıkanma sorununun suyun içerdiği maddelerin çeşit ve miktarlarına bağlı olarak değişebileceğini ve bu nedenle sulama suyu kalitesinin belirlenmesi, tıkanma sorununa karşı alınabilecek önlemlerin seçimi için gerekli olabileceğini ifade etmiştir.

2.6 Damla Sulamada Sulama Suyu Miktarı, Sulama Zamanı ve Sulama Aralığı

Diğer sulama yöntemlerinde olduğu gibi damla sulama yönteminde de; her sulamada bitki kök bölgesinde depolanan suya net sulama suyu miktarı, sisteme verilen su miktarına ise sulama suyu miktarı denir. Sulama aralığı her sulamada kök bölgesine verilen net sulama suyu miktarının günlük bitki su tüketimine oranıdır. Sulama süresi ise bir sulamada sisteme verilecek sulama suyu miktarının toplam damlatıcı debisine oranı olarak tanımlanabilir (Kara, 2005).

Meek ve ark. (1983), damla sulamada verilen suyun miktarı kadar, uygulama sıklığı yani sulama aralığı da büyük önem taşımaktadır. Sulama suyunun fazla miktarda bir defada verilmesi yerine, sık aralıklarla düşük miktarlarda verilmesi toprak nem tansiyonunun tarla kapasitesi sınırları içerisinde tutulması açısından büyük önem taşıyacağını belirtmişlerdir.

Gençoğlan (1991), damlatıcı debilerinin ve uygulanan sulama suyu miktarlarının ağır bünyeli topraklarda nem dağılımına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmış ve sonuç olarak damlatıcı debileri ve uygulanan toplam sulama suyu miktarı arttıkça toprak neminin profilde yatay yönde daha fazla ilerlediğini saptamıştır. Araştırmacı, sulama suyu miktarı arttıkça toprak profilinde 90 cm derinliğin altına sızma yoluyla kaybolan su miktarının arttığını belirtmiştir.

Jarret (1996), damla sulamada bitkilerin bulunduğu alanın %25-50'sine yeterli miktarda sulama suyu uygulanması durumunda, bitkilerin optimum bir şekilde büyüdüğünü gözlemlemiştir.

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

Sousa ve ark. (1999), damla sulamada farklı sulama aralığının kavunun verim ve su kullanım randımanı üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada sulama aralığını 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 ve 4.0 gün almışlardır. Sonuçta, sulama aralığının verim üzerine doğrudan etki ettiğini; en yüksek pazarlanabilir kavun verimini 0.5 gün sulama aralığında 79.99 t/ha olarak tespit etmişlerdir. Sulama aralığı 3 ve 4 gün olan parselden elde edilen verimin oldukça düşük olduğunu bulmuşlardır. En yüksek su kullanım randımanını 0.5 (24.40 kg/m^3); en düşük ise 4 gün (14.14 kg/m^3) sulama aralığından belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Bu araştırmada; Konya ili Çumra, Seydişehir, Meram ve Ilgın ilçeleri çevresinde tesadüfi olarak seçilen 4'ü sera ve 7'si açık arazi olmak üzere toplam 11 adet sebze bahçesinde kullanılan damla sulama sistemleri materyal olarak alınmıştır.

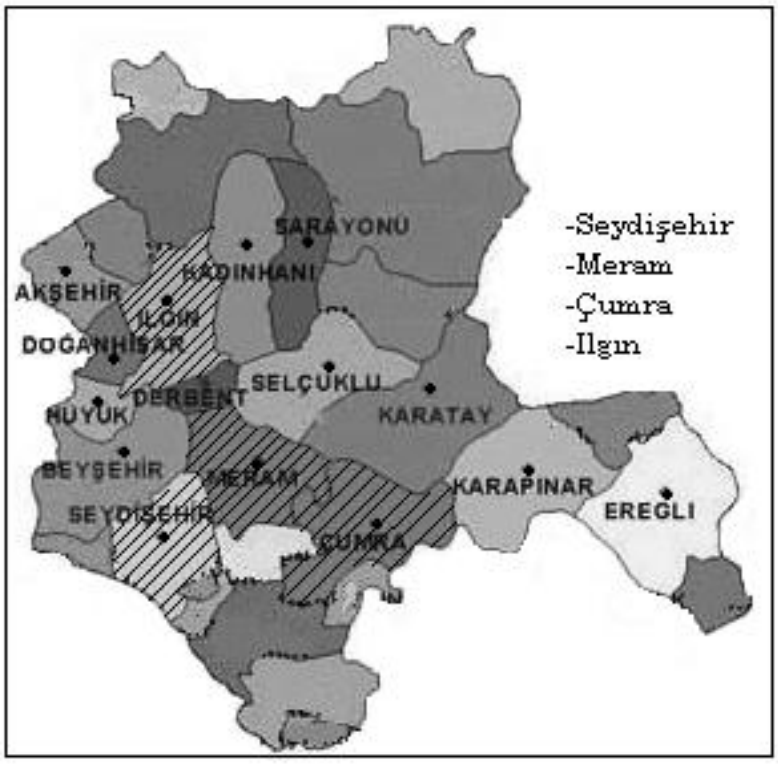
3.1.1 Araştırma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

3.1.1.1 Araştırma alanının coğrafi konumu

Konya ili İç Anadolu bölgesinde coğrafi konum itibarıyla 36^o 41' ve 39^o 16' kuzey enlemleri ile 31^o 14' ve 34^o 26' doğu boylamları arasında yer alır. Konya kuzeyden Ankara, batıdan Isparta, Afyon, Eskişehir, güneyden Mersin, Karaman, Antalya, doğudan Niğde ve Aksaray illeri ile çevrilidir. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1016 m'dir. Konya bölgesi 41 694 km^2'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin en geniş ilidir. Materyal olarak incelenen 11 adet işletmenin yeri ve konumları aşağıda verilmiştir.

1 Nolu şletme: Konya ilinin Meram ilçesine bağlı ve Konya- Karaman karayolunun 20. km'de ve ana yoldan 3 km içeride yer alan Boruktolu köyündedir.
2 Nolu İşletme: Konya ili Çumra ilçesinin Karamankırı mevkiinde yer almaktadır.
3 Nolu işletme: Konya ili Çumra ilçesinin batısında ve ilçe merkezine 15 km uzaklıkta yer alan Güvercinlik köyündedir.
4 Nolu işletme: Çumra ilçesi Alibeyhüyüğü yolu üzerindedir.
5 Nolu işletme: Çumra ilçesinin doğusunda ve merkeze 10 km uzaklıkta Tokmağın Tolu mevkiinde yer almaktadır.
6,7,8,9 Nolu işletmeler: Konya Seydişehir ilçesinin kuzeyinde ve ilçe merkezine 20 km uzaklıktaki Taraşçı kasabasında yer almaktadır.
10,11 Nolu işletmeler: Konya'nın Ilgın ilçesine bağlı ve ilçe merkezine 5 km uzaklıkta yer alan Sivridağı mevkiinde yer almaktadır.

Araştırmaya konu olan 11 işletmenin Konya il haritasındaki yeri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 İşletmelerin Konya il haritasındaki yerleri

3.1.1.2 Genel iklim özellikleri

Türkiye'nin en az yağış alan bölgelerinden biri olan Konya Ovasında yıllık ortalama yağış 321 mm'dir. En yüksek yağış Mayıs ayında; en düşük yağış ise Ağustos ayında görülmektedir. Bölgede karasal iklim şartlarını etkili olup yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Uzun yıllar ortalamasına bakıldığında en yüksek sıcaklığın Temmuz ayında; en düşük sıcaklığın da Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 3.1).

Çumra, Ilgın ve Seydişehir ilçelerine ait son yılların meteorolojik verileri çizelge 3.2, 3.3 ve 3.4'de verilmiştir. Araştırma alanı kapsamındaki Çumra, Ilgın ve Seydişehir'de ortalama yıllık yağış sırasıyla 252 mm, 376 mm ve 616 mm 'dir. En yüksek yağış Çumra'da 72 mm ile Kasım ayında, Ilgın'da 68 mm ile Haziran ayında ve Seydişehir'de ise 210 mm ile Ocak ayında görülmektedir.

Çizelge 3.1 Konya il merkezine ait meteorolojik verileri (Anonymous,2004)

Meteorolojik Değerler	A Y L A R												
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**	**11.**	**12.**	**ORT.**
Ortalama* Sıcaklık (^oC) **	-1.4 -0.3	2.0 1.3	6.2 5.3	10.4 11.0	15.2 15.7	19.8 19.8	22.8 23.2	23.1 22.8	18.6 18.2	14.6 12.3	5.8 6.2	1.0 1.7	11.5 11.4
Bağıl nem* (%) ***	83.1 77	64.1 72	51.1 65	53.7 57	52.0 56	45 49	38.4 41	37.6 42	34.3 47	46.9 60	65.1 70	73 78	53.7 60
Güneşlenme (h)* ****	1.9 3.1	4.7 4.3	6.8 5.57	7.7 6.58	9.2 8.36	9.7 10.2	11.1 11.2	10.8 11.0	10.6 9.37	8.1 7.05	5.2 4.53	3.8 2.56	7.47 7.13
Rüzgar Hızı* (m/s) ****	1.1 1.8	1.8 2.3	1.7 2.5	1.6 2.2	1.7 2.1	1.6 2.4	2.0 2.7	1.5 2.4	1.5 2.0	1.0 1.6	1.3 1.7	0.9 1.9	1.48 2.1
Yağış (mm)*													**TOP.**
	34.1	31.1	3.1	40.6	17.2	56.9	4.0	21.4	0	0	51.3	2.8	262.5
**	37.3	29.3	29.2	31.7	43.3	24.5	6.9	**5.5**	11.2	29.7	31.9	40.4	320.9

(***** 2004 yılı , ******72 yıllık ortalama, *******51 yıllık ortalama , ******** 25 yıllık ortalama)

Çizelge 3.2 Çumra ilçesi meteorolojik verileri (Anonymous, 2004)

Meteorolojik Değerler	A Y L A R												
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**	**11.**	**12.**	**ORT.**
Ortalama Sıcaklık (^oC)	-0.4	2.0	6.3	10.9	15.4	19.8	23.0	23.1	17.8	14.1	5.8	1.3	11.6
Bağıl nem (%)	78.9	66.1	52.2	53.8	57.2	50.6	44.2	48.9	47.4	55.2	70.1	70.5	57.9
Rüzgar Hızı (m/s)	1.4	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.6	1.2	1.0	0.7	1.1	0.7	1.2
Yağış (mm)	51.7	33.9	9.6	38.4	12.2	14.4	12.8	0.0	0.0	1.6	72.3	5.5	**TOP.** **252.4**

Çizelge 3.3 Ilgın ilçesi meteorolojik merileri (Anonymous, 2004)

Meteorolojik Değerler	A Y L A R												
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**	**11.**	**12.**	**ORT.**
Ortalama Sıcaklık (^oC)	-1.2	1.7	5.6	10.0	14.6	18.9	22.3	21.7	16.8	13.5	5.6	1.6	10.9
Bağıl nem (%)	77.3	70.4	61.7	61.9	63.7	62.2	53.3	57.1	55.5	58.1	67.8	72.3	63.4
Rüzgar Hızı (m/s)	2.9	3.3	2.4	2.4	2.0	1.7	1.8	1.3	1.6	1.4	2.1	1.5	2.03
Yağış (mm)	31.7	43.5	26.2	60.1	37.5	68.7	42.0	2.5	0.0	3.9	51.3	8.7	**TOP. 376.1**

Çizelge 3.4 Seydişehir ilçesi meteorolojik verileri (Anonymous, 2004)

Meteorolojik Değerler	A Y L A R												
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**	**11.**	**12.**	**ORT.**
Ortalama Sıcaklık (^oC)	-0.2	1.9	7.5	11.1	15.3	20.3	23.8	23.4	19.0	14.7	6.0	2.1	12.07
Bağıl nem (%)	82.8	74.6	59.6	63.1	62.9	58.0	48.2	54.1	52.1	63.6	74.8	74.0	63.98
Rüzgar Hızı (m/s)	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.8	1.8	1.4	1.2	1.6	1.3	1.7
Yağış (mm)	210.5	108.5	32.6	45.1	42.9	31.9	0.8	0.1	0.0	28.1	99.6	16.1	**TOP. 616.2**

3.1.1.3 Jeolojik durum ve toprak özellikleri

Konya Ovası bir kapalı havza olması münasebetiyle sularını denize boşaltma imkanına sahip değildir. Arazinin topoğrafik yapısından dolayı havzada biriken sular bataklıklara ve göllere boşalabilmektedir.

Konya ovasında sıcaklık, yağış miktarı ve bitki örtüsü gibi birçok etmenin sonucunda çeşitli toprak tipleri ortaya çıkmıştır. Ova toprakları genellikle ağır bünyeli (killi, kumlu-killi, siltli-killi) bir kısmı orta bünyeli (kumlu-killi) ve geri kalan kısmı da hafif (kumlu-tınlı, tınlı) bünyelidir (Çiftçi, 1990).

Bölge tarım topraklarının %78.8'inin ince bünyeye sahip olması organik madde ile birlikte, havasızlık, yetersiz drenaj, kaymak tabakası oluşturma ve düşük mikrobiyolojik aktivite gibi bazı problemlerin oluşmasına neden olmaktadır. Tarım topraklarının büyük bir bölümünde (%69.1) tuzluluk sorunu yoktur; tuzlulaşma eğilimi söz konusudur. Toprakların %90.2'si kireçli olmakla birlikte %65.6'sında çok fazla kireç bulunmaktadır. Diğer yandan tarım topraklarının %88.3'ünde organik madde yetersizdir(Anonymous, 2003).

3.1.1.4 Toprak ve su kaynakları

Konya ilinin yüzölçümü 4 169 400 ha olup bunun %63.8'i işlenen tarım alanları %17'si çayır-mera arazileri, %12.2'si orman arazileri ve %7'si ise ürün getirmeyen araziler oluşturmaktadır**.** Konya bölgesinde işlenen tarım alanlarının 1 648 152 ha'ı sulanabilir nitelikte olmasına karşılık sulanabilir arazilerin henüz %20.70'i sulamaya açılabilmiştir. Sulamaya açılan alanların 197 680 ha'ını DSİ sulamaları, 90.059 ha'ını KHGM sulamaları ve 53 464 ha'ını ise halk sulamaları oluşturmaktadır (Anonymous, 2003).

Konya Ovalarında 0.920 milyar m^3'ü yeraltı, 2.400 milyar m^3'ü yerüstü ve 0.500 milyar m^3'ü Göksu Nehrinin kullanılabilir su potansiyeli olmak üzere toplam yıllık 3.820 milyar m^3 su potansiyeli bulunmaktadır (Anonymous, 2003).

Araştırma kapsamındaki Ilgının sulama suyu büyük oranda Çavuşçu gölünden karşılanmaktadır. Çumra Ovasının sulanmasında ise yerüstü su kaynağı olarak Apa Barajı kullanılmaktadır. Apa Barajının rezervini ise Beyşehir ve Suğla gölleri ile Çarşamba suyu oluşturmaktadır.

Yeraltı su kaynakları olarak ise DSİ ve çiftçilerin açtıkları derin kuyulardan ve sulama kooperatiflerinden yararlanılmaktadır. Seydişehirde tarım alanlarının sulanmasında ise Suğla-Karaviran gölü etkin bir rol oynamaktadır Suğla depolama inşaatının tamamlanmasıyla bölgede 150 00 ha'lık arazi sulanabilecektir

3.1.1.5 Tarımsal yapı ve üretim

Konya bölgesinde 144 505 adet tarım işletmesi mevcuttur. İl genelinde sadece hayvancılık yapan işletmelerin oranı %3, sadece bitkisel üretim yapan işletmelerin oranı %29 ve hem bitkisel hem de hayvansal üretim yapan işletmelerin oranı ise %68'dir (Anonymous 2003).

Konya ilinde toplam tarla alanı 1 393 613 ha'dır. Nadasa bırakılan alan ise 1 184 012 ha'dır. Sebze ekili alan 27 476 ha, meyve ekili alan 36 303 ha, bağ alanı 18 486 ha, kültür alanı 2 659 890 ha'dır. Tarım alanlarının %52.4'ü tarla alanı, %44.5'i nadas alanı, %1'i sebze alanı, %1.4'ü meyve alanı, %0.7'si bağ alanı olarak kullanılmaktadır (Anonymous 2003a).

Konya sebze üretiminde Türkiye üretiminin %4.2'ni gerçekleştirmektedir. En çok üretimi gerçekleştirilen sebzeler sırasıyla; domates, havuç, kavun, karpuz ve fasulyedir. Bölgede en çok üretim endüstriyel bitkilerinde gerçekleşmektedir. Endüstriyel üretimin içinde en büyük paya sahip olan bitki şeker pancarıdır. Türkiye şeker pancarı üretiminin %19'u bu bölgede yapılmaktadır. Tahıllarda ise Türkiye üretiminin %9.7'si Konya'da üretilmektedir (Anonymous 2003a).

3.1.2 İşletmelerde Kullanılan Lateral Boruların Teknik Özellikleri

İşletmelerde kullanılan lateral borularına ilişkin teknik özellikler çizelge 3.5'de verilmiştir. Burada firma isimleri A1, A2, B, C ve D harf karakterleri ile ifade edilmiştir.

Çizelge 3.5 İşletmelerde kullanılan lateral boruların teknik özellikleri

Lateral tipi:		**A -1**	
Boru Çapı(mm): 16 (Yassı)			
İşletme Basıncı (atm) : 1			
Damlatıcı Aralığı(cm:	20	25	30
Damlatıcı Debisi(L/saat):	1.3 - 1.6 -2.6	1.3 -1.6 - 2.6	1.3 -1.6 -2.6
Azami Uzatma mesafesi(m)*:	105 - 95 -70	145 - 137 - 91	157 -150 -110
Kullanan İşletmeler (no): 4 , 10 ve 11			
Lateral tipi:		**A -2**	
Boru Çapı(mm): 20 (Yassı)			
İşletme Basıncı (atm) : 1			
Damlatıcı Aralığı(cm):	20	25	30
Damlatıcı Debisi(L/saat):	1.3 - 1.6 - 2.6	1.3 - 1.6 - 2.6	1.3 - 1.6 - 2.6
Azami Uzatma mesafesi(m)*:	165 - 175 - 105	205 -185 - 135	220 - 192 - 143
Kullanan İşletmeler(no): 3 ve 5			
Lateral tipi:		**B**	
Boru Çapı(mm): 16 (Yassı)			
İşletme Basıncı (atm) : 1			
Damlatıcı Aralığı(cm):	20	25	
Damlatıcı Debisi(L/saat):	1.6 - 2.2	1.6 - 2.2	
Azami Uzatma mesafesi(m)*:	92 - 76	134 - 96	
Kullanan İşletme (no): 2			
Lateral tipi:		**C**	
Boru Çapı(mm): 16 (Yassı)			
İşletme Basıncı (atm) : 1			
Damlatıcı Aralığı(cm):	20	25	33
Damlatıcı Debisi(L/saat):	2 - .4	2 - 4	2 - 4
Azami Uzatma mesafesi(m)*:	38 - 22	45 - 27	56 - 34
Kullanan İşletmeler(no): 1 ve 6			
Lateral tipi:		**D**	
Boru Çapı(mm): 16 (Yassı)			
İşletme Basıncı (atm) : 1			
Damlatıcı Aralığı(cm):	20	25	30
Damlatıcı Debisi(L/saat):	2 - 4	2 - 4	2 - 4
Azami Uzatma mesafesi(m)*:	60 - 38	76 - 46	86 - 52
Kullanan İşletmeler(no): 7, 8 ve 9			

*(Azami uzatma mesafeleri %0 eğimde; %15 debi değişiminde verilmiştir.)

Örneğin 16 mm çapında C tipi bir lateral borunun işletme basıncı 1 atm'dir. Bu borunun 20 cm damlatıcı aralığında ve 2 L/saat debi altındaki maksimum uzatma mesafesi 38m (%0 eğim, %15 debi değişiminde) iken aynı borunun 4 L/saat debi altında ki maksimum uzatma mesafesi ise 22 m 'dir.

3.2 Metod

3.2.1 Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırma alanındaki inceleme yapılan işletmelerde araziyi temsil eden bir yerde yaklaşık (1x1x1) m boyutlarında profil açılarak bozulmamış ve bozulmuş toprak örnekleri açık arazide 3 farklı (0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm); seralarda ise 2 farklı (0-20 cm; 20-40 cm) derinliklerden alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinin alınmasında 100 cm^3'lük silindirler kullanılmıştır. Alınan bozulmuş örneklerde tekstür, tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN), pH, %kireç ve tuzluluk (EC) değerleri belirlenmiştir. Yapılan analizlerde kullanılan metodlar şunlardır;

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

Hacim Ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde fırın kurusu ağırlığın , örnek hacmine bölünmesiyle bulunmuştur (Oğuzer, 1995).

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

Tuzluluk (Elektriksel iletkenlik) : Dijital göstergeli iletken ölçer ile saturasyon ekstraktında ölçülmüştür (Oğuzer, 1995).

Kireç: Kireç tayininde Scheibler Kalsimetre metodu kullanılmıştır (Çağlar 1958).

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

Solma Noktası: 15 atmosfer basınçta basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1977).

3.2.2 Su alma hızının (infiltrasyon) belirlenmesi

İnceleme yapılan işletmelerdeki toprakların infiltrasyon hızları çift silindir infilitrometre yöntemi ile ölçülmüştür. Araziyi temsil eden bir yerde iç silindir çapı 20 cm, dış silindir çap ve yüksekliği 40 cm olan bir silindirin 15 cm'lik kısmının toprağa çakılmasıyla ölçümler yapılmıştır (Kanber,1997).

3.2.3 Sulama Suyu Kalitesi

İncelenen işletmelerdeki sulama suyu kalite özelliklerinin tespiti amacıyla işletmelerde kullanılan su kaynaklarından örnekler alınmıştır. Örneklerde pH, elektriksel iletkenlik, toplam anyon ve katyonlar belirlenmiştir. Sulama suyunda yapılan analiz ve yöntemler şunlardır;

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

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

Suda çözünebilir anyon ve katyonlar: Kalsiyum ve magnezyum, versenat metoduyla; 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 3.6'a göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.6 Damla Sulamada Ortaya Çıkabilecek Sorunlar ile Su Kalitesi İlişkileri (Farouk , 1998a).

Sorunlar ve Sebepleri	**Problemin Şiddeti**		
	Az	**Orta**	**Yüksek**
Tıkanma pH	<7	7-8	>10
Bitkiye Zararlılık EC (micromohos/cm)	<750	750-3000	>3000
Spesifik iyon Zararı Klor (ppm)	<142	142-355	>355
Toprak Geçirgenliğine Etkisi EC (micromohos/cm)	>500	<500	>200

3.2.4 Mevcut Sulama Koşulları ve Teknik Verilerin Toplanması

Arazi şartlarında işletme sahipleri ile görüşülerek kullanılan sistemle ilgili teknik özellikler, yetiştirilen bitki çeşidi ve etkili kök derinliği, kullanılan sistemin tertip biçimi , sistemde kullanılan ekipman özellikleri, sulama aralığı ve sulama süresi ve karşılaşılan teknik sorunlara ilişkin veriler örneği Ek-1'de verilen anket yoluyla tespit edilmiştir.

3.2.5 Kontrol Birimi Elemanlarının Değerlendirilmesi

Damla sulama sisteminde kullanılan kontrol birimi elemanları Ek-1'de verilen anket yardımıyla tespit edilmiştir. Kontrol biriminde mevcut sistem unsurlarının incelenen 11 işletmeye göre dağılımları ortaya konmuştur. Sistem unsurlarından birini veya birkaçını kullanmayan işletmelerde kullanılmayan elemanın damla sulama sistemi için önemi vurgulanmış ve bunlara ilişkin gerekli takviyenin yapılması irdelenmiştir.

3.2.6 Basınç Ölçümleri ve Değerlendirilmesi

İncelenen işletmelerde basınç dağılımlarının belirlenmesi amacıyla rastgele seçilen bazı yan boru üzerindeki laterallerde manometre ile basınç ölçümleri yapılmıştır (Acar, 2001). Seçilen yan borularda yan borunun başında, ortasında ve sonundaki laterallerde, lateral başlangıcında ve sonunda olmak üzere toplam 6 ayrı noktada basınç ölçümleri yapılmış ve elde edilen basınç değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Damla sulama sistemleri hidrolik olarak planlanırken yan boru giriş basıncı ile lateral çıkış basıncı arsındaki basınç farkının işletme basıncının %20'sini geçmemesi durumu göz önüne alınarak yapılan planlamanın uygunluğu analiz edilmiştir. (Yıldırım ve ark. 1999).

$$h = 0.20 \cdot h_0$$

Eşitlikte;
h= İşletme biriminde izin verilen yük kayıpları (m),
$\mathbf{h_0}$= Sistemin işletme basıncı (m)'dır.

Proje esaslarına göre planlanan bir damla sulama sisteminde sistemdeki damlatıcıların tıkanmasını önlemek ve işletme masraflarını düşük tutmak amacıyla işletme basıncının 1 atmosfer civarında olması tavsiye edilmektedir (Nir, 1982). Bu itibarla ölçülen basınç değeri bu kritere göre değerlendirilmiştir.

3.2.7 Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi

İdeal şartlarda, bir sulama sisteminin homojen bir su uygulaması gerekir. Homojen olarak su uygulanan sistemlerde sulanan alanın her bölümüne eşit miktarda su uygulanmış olur. Sulama suyunun homojen uygulanması bitki gelişimini olumlu etkileyip elde edilen ürün miktarının önemli bir şekilde artmasına sebep olur.

Araştırmaya konu olan işletmelerde kullanılan damlatıcıların su dağılım yeknesaklığını ortaya koymak amacıyla Christiansen yeknesaklık katsayısı (Cu) hesaplanmıştır. Damlatıcılardan çıkan suyun ölçülmesi için tesadüfi olarak yan boru üzerinde bulunan bazı damlatıcıların altlarına 150 cm^3'lük plastik kutular yerleştirilmiştir. Bu amaçla sistem 5 dakika çalıştırılmış ve toplanan su miktarlarının ölçülmesinde Farouk (1998b) önerdiği 100 ml'lik bölmeli silindirler kullanılmıştır.

.Christiansen yeknesaklık katsayısının hesabında Wu ve Gitlin (1974) tarafından tavsiye edilen aşağıdaki eşitlik kullanılmış ve sonuçlar Tüzel (1993) ve Farouk (1998b)'e göre değerlendirilmiştir. Buna göre yeknesaklık katsayısı şu şekilde hesaplanmıştır;

$$Cu = (1 - \frac{\Delta q}{q^-}).100 \ ,$$

$$\Delta q = \frac{\sum (q - q^-)}{n}$$

Eşitlikte;

Cu: Christiansen yeknesaklık katsayısı (%),

Δq: Damlatıcı debilerinin ortalama damlatıcı debisinden mutlak değer olarak sapmalarının ortalaması (L/saat),

q^-: Ortalama damlatıcı debisi.(L/saat)'dir.

3.2.8 Damlatıcı Aralığının Değerlendirilmesi

Damlatıcı aralığı Papazafiriou (1980) tarafından önerilen eşitlik yardımıyla belirlenmiştir;

$$Sd = 0.9\sqrt{\frac{q}{I}}$$

Eşitlikte;
Sd: Damlatıcı aralığı (m),
q: Damlatıcı debisi (L/saat),
I: Toprağın su alma hızı (mm/saat)'dir.

Hesaplamalar sonucu elde edilen damlatıcı aralıkları piyasa şartlarında üretilen en yakın standart damlatıcı aralığına yuvarlanarak düzeltilmiş ve olması gerekli damlatıcı aralığı tespit edilmiştir.

3.2.9 Sistemin Tertiplenme Durumu

Laterallerin tertiplenmesinde ıslak alan yüzdesinden faydalanılmıştır. Islatma yüzdesi bitki türüne ve yaşına bağlı olarak %30-100 arasında değişir. Damla sulamada planlama yapılırken ıslatma yüzdesinin%30'un üzerinde olması arzu edilir (Kanber, 1997).

Her sıraya bir lateral döşenmesi durumunda ıslatılan alan yüzdesi şu şekilde hesaplanabilir;

$$P = (\frac{Sd}{SL}).100 \qquad \text{SL} \geq \text{Sd}$$

Eşitlikte ;
P: Islatılan alan yüzdesi (%),
Sd: Damlatıcı aralığı (m),
SL: Lateral aralığı (m)'dır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda ıslak alan yüzdesi yukarıda bahsedilen sınır değerleri arasında çıkmadığı durumlarda çift lateral tertiplemesi, yani her bitki sırasına iki lateral önerilmiştir. Çift lateral tertiplemesi sonucunda oluşan ıslak alan yüzdeleri ise şu şekilde bulunabilir.

$$P = (2.\frac{Sd}{SL}).100 \qquad SL \geq Sd$$

Laterallerin uzatma mesafelerinin değerlendirilmesinde ise firmaların öngördüğü katologlarda yer alan bilgilerden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda araştırmaya konu olan işletmelerde kullanılan laterallerin maksimum uzatma mesafelerine ilişkin teknik özellikler çizelge 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10'da verilmiştir. Bu kriterler doğrultusunda, arazideki laterallerin uzatma mesafelerinin uygun olup olmadığı araştırılmıştır.

Çizelge 3.7 "A" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri (m)

Lateral çapı (mm) / tipi	**Damlatıcı Aralığı (cm)**	**20**			**25**			**30**		
16	Damlatıcı Debisi L/saat	1.3	1.6	2.6	1.3	1.6	2.6	1.3	1.6	2.6
A_1 yassı Boru	Uzatma mesafeleri (m)	105	95	70	145	137	91	157	150	110
20 / **A_2 yassı Boru**	Uzatma mesafeleri (m)	165	175	105	205	185	135	220	192	143

Çizelge 3.8 "B" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri(m)

Lateral çapı (mm) / tipi	**Damlatıcı Aralığı (cm)**	**20**		**25**	
16	Damlatıcı Debisi L/saat	1.6	2.2	1.6	2.2
B yassı Boru	Uzatma mesafeleri (m)	92	76	134	96

Çizelge 3.9 "C" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri(m)

Lateral çapı (mm) / tipi	**Damlatıcı Aralığı (cm)**	**20**		**25**		**33**	
16	Damlatıcı Debisi L/saat	2	4	2	4	2	4
C yassı Boru	Uzatma mesafeleri (m)	38	22	45	27	56	34

Çizelge 3.10 "D" tipi laterallerin seçilen debi ve damlatıcı aralığındaki maksimum uzatma mesafeleri (m)

Lateral çapı (mm) / tipi	**Damlatıcı Aralığı (cm)**	**20**		**25**		**30**	
16	Damlatıcı Debisi L/saat	2	4	2	4	2	4
D yuvarlak Boru	Uzatma mesafeleri (m)	60	38	76	46	86	52

3.2.10 Planların Çizimi ve Değerlendirilmesi

Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerde kullanılan damla sulama sistemlerine ait lateral uzunluk ve aralıkları, yan ve ana boru uzunlukları ve boruların birbirlerine göre konumları, bitki sıra arası ve üzeri mesafeleri, kontrol biriminin konumları ölçülerek işletmelerin sistem planları çıkarılmıştır.

3.2.11 Yetiştirilen Bitkilerin Etkili Kök Derinlikleri

Yetiştirilen bitkilerin etkili kök derinlikleri hasat sonrası yapılan ölçümler ile tespit edilmiştir. Bu amaçla her işletmede rastgele seçilen 10 bitkinin kök uzunluğu ölçülmüş. ve tespit edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Özellikleri

4.1.1 Toprakların bazı fiziksel ve su tutma özellikleri

Toprağın sulama ile ilgili en önemli fiziksel özelliklerinden biri de tekstürdür. Tekstür; birim ağırlıkta toprak içindeki mineral maddelerin büyüklüklerine göre dağılım oranına denir. Araştırma yerleri topraklarının tekstür özellikleri ve sınıfları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 İşletmelere göre toprakların tekstür sınıfları

İşletmeler		Derinlik (cm)	%Kum (S)	%Kil (C)	%Silt (Si)	Tekstür Sınıfı
Meram - Boruktolu (1)		0-30	64.72	8.24	27.04	Kumlu-Tın (SL)
		30-60	66.92	9.33	23.75	Kumlu-Tın (SL)
		60-90	63.11	12.51	24.38	Kumlu-Tın (SL)
Çumra (2)		0-30	54.15	22.20	23.65	Kumlu-Killi-Tın(SCL)
		30-60	54.17	21.17	24.66	Kumlu-Killi-Tın(SCL)
		60-90	54.10	20.17	25.73	Kumlu-Killi-Tın(SCL)
Çumra-Güvercinlik (3)		0-30	47.51	11.90	40.59	Tın (L)
		30-60	54.76	11.96	33.28	Kumlu-Tın(SL)
		60-90	53.32	12.05	34.63	Kumlu-Tın(SL)
Çumra (4)		0-30	60.29	10.03	29.68	Kumlu-Tın(SL)
		30-60	64.27	10.10	25.63	Kumlu-Tın(SL)
		60-90	67.29	8.02	24.69	Kumlu-Tın(SL)
Çumra (5)		0-30	55.33	10.78	33.89	Kumlu-Tın(SL)
		30-60	51.14	10.80	38.06	Tın(L)
		60-90	61.45	9.76	28.79	Kumlu-Tın(SL)
Seydişehir - Taraşçı	(6)	0-20	15.81	25.49	58.70	Siltli -Tın(SiL)
		20-40	15.90	29.68	54.42	Siltli-Killi-Tın(SiCL)
	(7)	0-20	16.47	29.74	53.79	Siltli-Killi-Tın(SiCL)
		20-40	16.53	32.43	51.04	Siltli-Killi-Tın(SiCL)
	(8)	0-20	13.78	31.80	54.42	Siltli-Killi-Tın(SiCL)
		20-40	15.90	33.92	50.18	Siltli-Killi-Tın(SiCL)
	(9)	0-20	13.80	31.80	54.40	Siltli-Killi-Tın(SiCL)
		20-40	22.26	21.20	56.54	Siltli -Tın(SiL)
Ilgın	(10)	0-30	24.01	23.56	52.43	Siltli –Tın (SiL)
		30-60	26.50	23.32	50.18	Siltli –Tın (SiL)
		60-90	31.42	23.20	45.38	Tın(L)
	(11)	0-30	33.49	23.29	43.22	Tın(L)
		30-60	22.89	16.96	60.15	Siltli -Tın(SiL)
		60-90	20.77	14.84	64.39	Siltli -Tın(SiL)

Bu sonuçlara göre, incelenen işletme toprakları genellikle kumlu-tın (SL) ve siltli-tın (SiL) tekstüre sahiptir. Profilde tınlı (L), kumlu-killi-tın (SCL) siltli-killi-tınlı (SiCL) tekstürde görülmektedir.

Sulama mühendisliğinde topraktaki nem miktarının hesabında bitkilerin etkili kök derinliği değerine ihtiyaç duyulmaktadır. Hesaplamalarda bitki kök derinliğinin tamamı değil, köklerin yoğun olarak bulunduğu ve bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun yaklaşık % 90'ının alındığı etkili kök derinliği esas alınır. Araştırma alnında bulunan bitkilerin etkili kök derinlikleri çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge4.2 Yetiştirilen bitkilere ilişkin etkili kök derinlikleri

İşletmeler / Yetiştirilme ortamı		**Yetiştirilen Bitki**	**Etkili Kök Derinliğ (cm)**
Meram/ Boruktolu/ (Açık Arazi) (1)		Domates	56
Çumra /(Açık Arazi) (2)		Domates	53
Çumra/Güvercinlik(Açık Arazi) (3)		Domates	55
Çumra / (Açık Arazi) (4)		Fasulye	57
		Karpuz	73
		Lahana	52
		Biber	48
Çumra/ (Açık Arazi) (5)		Domates	54
Seydişehir - Taraşçı /(sera)	(6)	Hıyar	37
	(7)	Fasulye	38
		Hıyar	38
	(8)	Domates	34
		Hıyar	32
	(9)	Domates	38
Ilgın /(Açık arazi)	(10)	Domates	58
	(11)	Biber	45

Yetiştirilen bitkilerin etkili kök derinliği değerlerine bakıldığında 1 nolu işetmede yetiştirilen domates bitkisi için ölçülen etkili kök derinliği değeri 56 cm iken aynı bitki için 8 nolu işletmede ölçülen etkili kök deriliği değeri ise 34 cm olarak tespit edilmiştir. Aynı bitkinin açık arazi şartlarındaki kök derinliği ile sera şartlarındaki kök derinliği seradaki sınırlayıcı toprak derinliğinden dolayı değişkenlik göstermiştir.

Araştırma alanına ait toprakların hacim ağırlığı (γt), tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN) ve yetiştirilen bitkilere ilişkin etkili kök derinlikleri esas alınarak hesaplanan kullanılabilir (faydalı) su tutma kapasitesi (FSK) değerleri çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Toprakların sulamayı ilgilendiren bazı fiziksel özellikleri

İşletmeler		**Toprak Derinliği (cm)**	**Hacim Ağırlığı γt (g/cm^3)**	**Tarla Kapasitesi TK (%)**	**Solma Noktası SN (%)**	**FSK (%)**	**Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (FSK)**		
							mm/30cm		**mm/60cm**
Meram-Boruktolu 1		0-30 30-60 60-90	1.63 1.65 1.60	28.42 28.54 28.51	14.78 14.31 14.84	13.64 14.23 13.67	66.70 70.43 65.61		137.13
Çumra 2		0-30 30-60 60-90	1.58 1.59 1.58	26.93 27.11 28.89	14.49 13.89 14.89	12.44 13.22 14.00	58.96 63.05 60.51		122.01
Çumra-Güvercinlik 3		0-30 30-60 60-90	1.46 1.58 1.56	28.95 28.60 28.39	12.32 15.98 15.46	16.63 12.62 12.93	72.83 59.81 67.55		132.64
Çumra	4	0-30 30-60 60-90	1.60 1.62 1.64	27.75 28.33 27.89	13.97 13.69 14.16	13.78 14.64 13.73	66.14 71.15 67.55	137.29	**mm/90cm** 204.84
	5	0-30 30-60 60-90	1.56 1.48 1.60	26.35 28.29 27.08	13.29 12.01 14.26	13.06 16.28 12.82	61.12 72.28 61.53		133.40
Seydişehir- Taraşçı	6	0-20 20-40	1.45 1.41	22.73 20.55	11.26 10.14	11.47 10.41	**mm/20cm** 33.26 29.35	**mm/40cm** 62.61	-
	7	0-20 20-40	1.40 1.38	24.35 22.68	12.42 11.78	11.93 10.90	33.40 30.08	63.48	-
	8	0-20 20-40	1.42 1.40	20.61 20.25	10.21 10.94	10.40 9.31	29.53 26.06	55.59	-
	9	0-20 20-40	1.41 1.43	19.38 20.10	11.04 10.45	8.34 9.65	23.51 27.59	51.10	-
Ilgın	10	0-30 30-60 60-90	1.42 1.40 1.39	24.60 23.13 28.51	12.45 11.78 11.02	12.15 11.35 17.49	**mm/30cm** 51.75 47.67 72.90		99.42
	11	0-30 30-60 60-90	1.40 1.46 1.48	28.56 23.78 23.90	11.10 11.24 11.74	17.46 12.54 12.16	73.33 54.92 53.99		128.25

Hacim ağırlığı; toprak örneğinin alındığı birim hacimdeki kuru toprağın ağırlığını ifade eder. Araştırmaya konu olan işletmelerdeki toprakların hacim ağırlıkları 1.38-1.65 g/cm^3 arasında değişmektedir (çizelge 4.3).

Bir toprağın tarla kapasitesi teorik olarak higroskobik su ile kapillar su toplamına eşittir. Tarla kapasitesine kumlu toprakların sulama yapıldıktan 1-2, tınlı toprakların 3, killi toprakların ise 4-8 gün sonra ulaştığı kabul edilir (Kara 1983). İncelenen toprakların TK değerleri ağırlık yüzdesi olarak %19.38-%28.95 arasında değişmektedir.

Solma noktası (SN); toprakta bulunan suyun bitkiler tarafından alınamadığı andaki toprakta bulunan nem miktarını ifade eder. SN'da suyun tutulma kuvveti 15 atm'dir. Araştırma topraklarının SN değerleri ağırlık yüzdesi olarak %10.14 -%15.98 arasında değişmektedir.

Sulamada en önemli toprak suyu temel değeri faydalı su kapasitesidir. Faydalı su kapasitesi, toprakta sulama için depolanacak su miktarını ifade eder. Sulama uygulamalarında FSK'nın yüksek olması istenir. Böyle topraklarda daha çok su depo edilebildiği için bitki depolanan suyu daha uzun süre kullanabilir ve dolayısıyla sulama aralığı artar (Acar, 2001).

Çizelgede 4.3'de görüldüğü gibi bitkilerin etkili kök derinlikleri doğrultusunda hesaplanan FSK'nın en yüksek olduğu katmanlar 3 ve 11 nolu işletmelerde sırasıyla 0-30 cm derinlikte (72.83 mm), (73.33 mm), 5 nolu işletmede 30-60 cm derinlikte (72.28 mm), 10 nolu işletmede 60-90 cm derinlikte (72.90 mm)'dir. Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere 4 nolu işletmede yetiştirilen karpuz bitkisinin etkili kök derinliği 73 cm olduğu için bu işletme için FSK 0 -90 cm derinliği içinde hesaplanmış ve 204.84 mm olarak bulunmuştur.

Hesaplanan değerlerde toprak tekstürü Tınlı (L) olup, bu değerler tınlı topraklarda FSK'nın yüksek olduğunu doğrulamaktadır.

4.1.2 Toprakların bazı kimyasal özellikleri

Araştırmanın yapıldığı işletmelerden alınan bozulmuş toprak örneklerinde ölçülen pH, eriyebilir tuz ve kireç(%) değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Ölçülen değerlere göre toprakların pH değerleri 6.22-7.49 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek pH değerine 5 nolu işletme (7.49); en düşük değere ise 9 nolu işletme (6.22) toprakları sahiptir.

Çizelge 4.4 Toprakların bazı kimyasal özellikleri

İşletmeler		Derinlik (cm)	PH	Tuz dS/m	Kireç (%)	Kireç Sınıfı
Meram-Boruktolu (1)		0-30 30-60 60-90	7.12 7.02 7.04	0.54 0.56 0.75	12.96 14.09 17.09	Orta Kireçli Orta Kireçli Fazla Kireçli
Çumra (2)		0-30 30-60 60-90	7.21 7.22 7.36	0.44 0.45 0.47	21.04 21.41 21.79	Fazla Kireçli Fazla Kireçli Fazla Kireçli
Çumra-Güvercinlik (3)		0-30 30-60 60-90	6.93 6.96 6.99	0.66 0.89 0.90	10.52 10.70 10.89	Orta Kireçli Orta Kireçli Orta Kireçli
Çumra	(4)	0-30 30-60 60-90	7.11 7.17 7.18	0.51 0.69 0.89	10.89 12.96 14.27	Orta Kireçli Orta Kireçli Orta Kireçli
	(5)	0-30 30-60 60-90	7.46 7.47 7.49	0.64 0.66 0.73	10.89 11.08 14.96	Orta Kireçli Orta Kireçli Fazla Kireçli
Seydişehir - Taraşçı	(6)	0-20 20-40	6.76 6.84	0.52 0.42	3.69 3.86	Kireçli Kireçli
	(7)	0-20 20-40	6.84 6.92	1.21 1.44	2.95 3.01	Kireçli Kireçli
	(8)	0-20 20-40	6.79 6.82	1.22 1.33	0.74 0.81	Az Kireçli Az Kireçli
	(9)	0-20 20-40	6.40 6.22	1.15 1.20	0.73 0.78	Az Kireçli Az Kireçli
Ilgın	(10)	0-30 30-60 60-90	7.24 7.10 7.13	1.12 1.17 1.35	3.46 3.93 3.72	Aşırı Kireçli Aşırı Kireçli Aşırı Kireçli
	(11)	0-30 30-60 60-90	7.14 7.12 7.24	1.19 1.25 1.48	3.25 3.72 4.07	Aşırı Kireçli Aşırı Kireçli Aşırı Kireçli

İncelenen toprakların kireç değerleri %0.73 - 21.79 arasında değişmektedir. Kireç bakımından 10 ve 11 nolu işletme topraklarının aşırı kireçli olduğu söylenebilir.

Tarım topraklarının saturasyon ekstratındaki tuzluluk değeri 4 dS/m'den daha düşük olanları bitkiye tuzluluk zararı yönünden tarıma elverişli topraklar olarak nitelendirilebilir (Kanber ve ark. 1997). İncelenen bütün işletme topraklarının tuzluluğu 4 dS/m'den daha düşük olduğundan söz konusu toprakların tuzluluk zararı yönünden tarımsal faaliyete uygun olduğu söylenebilir.

4.1.3 Toprakların su alma hızı değerleri

Sulama suyunun toprak yüzeyinden toprak içerisine girme hızına toprağın su alma hızı (infiltrasyon) denir. İnfiltrasyon hızı toprağın tekstür özelliği ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin; kumlu toprakların infiltrasyon hızı killi topraklara oranla daha yüksektir (Kara,2005).

Damla sulamada damlatıcı aralığının seçiminde toprağın su alma hızı değerleri ile damlatıcı debisi etkili olmaktadır (Papazafiriou, 1980). Bu itibarla, uygun damlatıcı aralığının seçiminde etkili olan infiltrasyon değerleri incelenen işletme toprakları için arazi şartlarında yapılan çift silindir infiltrometre ölçümleri ile belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5 verilmiştir.

Çizelge 4.5 Araştırma alanındaki toprakların su alma hızı değerleri

İşletme No	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
İnfiltrasyon Hızı (mm/saat)	26	24	23	25	25	20	21	21	20	19	18

Çizelgede bölge topraklarının su alma hızı değerleri işletme topraklarının özelliklerine göre 18-26 mm/saat arasında değişmektedir. Söz konusu değerler toprakların tekstür özellikleri ile uyum içerisindedir. Çift silindir inflometre yönteminin arazi şartlarında uygulanışına bir örnek şekil 4.1' deki verilmiştir.



Şekil 4.1 Arazi şartlarında çift silindir infiltrometre yönteminin uygulanışı

4.2 İşletmelerde Kullanılan Sulama Suyunun Kalitesi

Araştırmaya konu olan alanlarda sulama amaçlı kullanılan kaynaklardan sulama suyunun sulama açısından kalitesinin belirlenmesi amacıyla su örnekleri alınmış ve örneklerde pH, elektriksel iletkenlik (EC), katyon ve anyon değerleri ölçülmüştür. Elde edilen değerler kullanılarak sulama suyunun sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge'den de görüldüğü üzere incelenen işletmelerdeki sulama sularının EC değerleri 285-1956 µmhos/cm arasında ölçülmüştür. Farouk (1998a) göre 3, 10 ve 11 nolu işletmelerdeki sulama sularının EC değerleri 750-3000 µmhos/cm arasında olduğundan söz konusu sulama suları tuzluluk zararı yönünden 3.sınıf (T_3) sulama suları olarak sınıflandırılır. Bu suların drenajı yetersiz tarım alanlarında kullanılması tavsiye edilmez. İşletmelerde kullanılan sulama suları genellikle tuzluluk zararı yönünden 2. ve 3. sınıf (T_2,T_3)'dır.

Çizelge 4.6 Araştırma alanında kullanılan sulama sularının kalite özellikleri

İşletmeler		Kaynağın Cinsi	pH	ECx10^6 µmhos/cm	Suda Eriyebilir İyonlar										% Na	SAR	Sınıfı
					KATYONLAR (ppm)					ANYONLAR (ppm)							
					Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	∑Kat	CO_3^{--}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	∑An			
Meram-Boruktolu 1		Derin Kuyu	7.9	592	32.03	5.84	44	40.80	122.67	----	2.43	35.04	90.06	122.67	27.41	4.91	T_2S_1
Çumra 2		Derin Kuyu	7.6	580	35.0	4.26	56	30.0	125.26	----	7.21	68.05	50.0	125.26	28.92	5.33	T_2S_1
Çumra-Güvercinlik 3		Derin Kuyu	8.0	1269	55.33	1.91	72	98.40	227.64	----	12.45	160.26	54.93	227.64	24.51	5.99	T_3S_1
Çumra 4		Derin Kuyu	7.7	439	18.78	3.86	32	38.40	93.04	----	7.71	25.03	60.30	93.04	21.05	3.16	T_2S_1
Çumra 5		Derin Kuyu	7.5	500	19.27	4.35	44	31.20	98.82	----	21.90	20.02	56.90	98.82	20.39	3.14	T_2S_1
Seydişehir- Taraşçı	6	Havuz (Kanal)	7.7	410	4.28	0.49	40	36.0	80.77	----	17.16	10.01	53.60	80.77	5.33	0.69	T_2S_1
	7	Havuz (Kanal)	7.5	484	8.04	2.39	64	26.40	100.83	----	19.19	15.02	66.62	100.83	8.16	1.19	T_2S_1
	8	Havuz (Kanal)	7.9	285	3.20	0.49	40	16.80	60.49	----	8.73	10.01	41.75	60.49	5.33	0.60	T_2S_1
	9	Havuz (Kanal)	7.6	304	6.86	0.96	28	24.0	59.82	----	9.45	10.01	40. 36	59.82	11.65	1.34	T_2S_1
Ilgın	10	Derin Kuyu	7.4	1095	45.78	2.88	96	55.20	199.86	----	10.05	90.10	99. 26	199.86	23.24	5.26	T_3S_1
	11	Derin Kuyu	7.4	1956	86.27	4.36	64	100.80	255.43	----	22 . 92	123.31	109.20	255.43	33.77	9.50	T_3S_1

İncelenen işletmelerdeki sulama sularının pH değerleri 7.4-8.0 arasında değişmektedir. Farouk (1998a) göre, pH değerleri 7-8 arasında olduğundan söz konusu bu sular damlatıcılarda orta derecede tıkanmalara sebep olabilir.

Sulama sularının sodyum zararı yönünden değerlendirilmesinde genellikle Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) kullanılır. Çizelge 4.6'da görülen SAR değerlerine bakıldığında bu sular toprakta oluşturabilecekleri alkalilik zararı yönünden 1. sınıf sulama (S_1) sularıdır. SAR değerinin düşük çıkması toprak strüktürünün bozulmaması açısından istenen bir özelliktir. Genel olarak bakıldığında ise araştırma alanındaki sular T_2S_1 sınıfında; 3, 10 ve 11 nolu işletme suları ise T_3S_1 sınıfındadır.

4.3 İncelenen İşletmelerin Genel Özellikleri ve Değerlendirilmesi

İncelenen işletmelerin büyüklükleri ,yetiştirilen bitkiler, yetiştirilme ortamları ve dikim özellikleri çizelge 4.7'de verilmiştir. Örneğin 1 nolu işletmede açık arazi şartlarında 27.3 dekar'lık bir alanda domates tarımı yapılmaktadır. Yetiştirilen bitkinin sıra arası 150 cm , sıra üzeri ise 40 cm'dir.

Çizelge 4.7'den anlaşılacağı üzere işletmelerin %63'de domates, %18'de tarla fasulyesi, %27'de hıyar, %18'de biber ve çok azda olsa lahana ve karpuz tarımı yapılmaktadır. Bitki sıra arası ve sıra üzeri mesafesi yetiştirilen bitkilere göre farklılık göstermiştir. Diğer yandan bitkilerin ekiliş durumları aynı bitki için diğer bir işletmede farklılık göstermektedir. Örneğin 1 nolu işletmede yetiştirilen domates bitkisi için sıra aralığı 150 cm, sıra üzeri mesafesi 40 cm iken aynı domates bitkisi için 2 nolu işletmede sıra aralığı 180 cm, ve sıra üzeri mesafesi 40 cm'dir. Burada bitkilerin ekiliş durumları çiftçi deneyimlerine ve insiyatifine göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.7 İncelenen işletmelerin genel özellikleri

İşletmeler		İşletme Alanı (da)	Yetiştirilme Ortamı	Yetiştirilen Bitki	Bitki	
					Sıra aralığı (cm)	Sıra Üzeri (cm)
Meram-Boruktolu (1)		27.3	Açık Arazi	Domates	150	40
Çumra (2)		45.0	Açık Arazi	Domates	180	50
Çumra-Güvercinlik(3)		75.0	Açık Arazi	Domates	170	30
Çumra (4)		17.0	Açık Arazi	Fasulye	135	12
				Karpuz	135	70
				Lahana	45	30
				Biber	135	30
Çumra	(5)	15.0	Açık Arazi	Domates	180	50
Seydişehir - Taraşçı	(6)	1.80	Sera	Hıyar	45	30
	(7)	0.74	Sera	Fasulye	55	40
				Hıyar	55	40
	(8)	2.00	Sera	Domates	40	30
				Hıyar	40	50
	(9)	0.552	Sera	Domates	55	40
Ilgın	(10)	21.0	Açık Arazi	Domates	140	60
	(11)	40.0	Açık Arazi	Biber	20	30

Araştırmanın yapıldığı işletmelerin arazi şartlarındaki plan ve detayları ölçekli olarak çizilerek Ek-2,……..ve 12'de verilmiştir.

Örneğin 1 nolu işletmenin plan detayına bakıldığında sulama suyu arazinin güney kısmında bulunan bir derin kuyudan alınmaktadır. Sulama suyunun yetersiz olmasından dolayı söz konusu işletmede diğer bazı işletmelerde de olduğu gibi sulama uygulamaları rotasyon yöntemiyle yapılmaktadır. Örneğin önce plan üzerinde görülen I nolu parsel ve daha sonra II nolu parseldeki bitkiler sulanmaktadır.

Söz konusu bu işletmede sulama suyu miktarı aynı anda I ve II nolu parselleri sulamada yetersizdir. Planda arazinin her iki kısmından ve arazinin uzun kenarına paralel olacak şekilde ana borular tertiplenmiştir. Yan borular ise yük kayıplarını azaltmak amacıyla sistemde 4 ayrı noktada ve ana boruya dik olacak şekilde araziye döşenmiştir.

4.4 Kontrol Birimi Elemanları

Araştırma yapılan işletmelerde damla sulama sistemlerinde kullanılan kontrol birimi elemanlarının özellikleri ve kullanılma durumları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Kontrol biriminde bulunan elemanlar (+), bulunmayanlar ise (-) ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 İşletmelere Göre Kontrol Birimi Elemanlarının Dağılımı

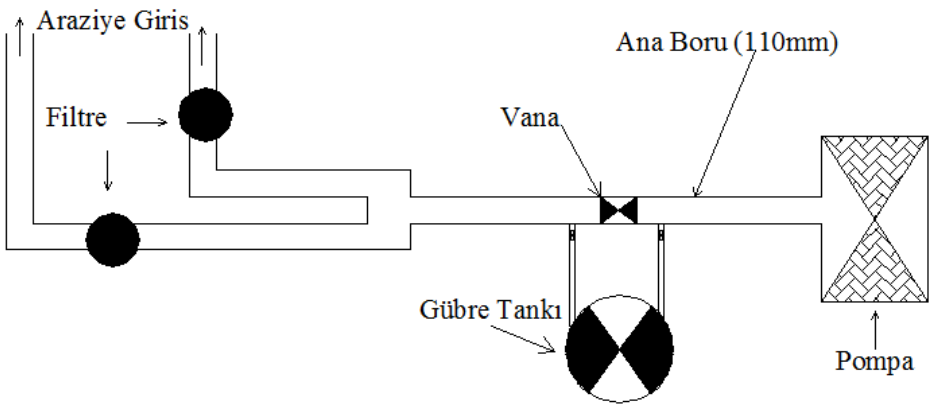
İşletmeler		**Kontrol birimi elemanları**			
		Manometre	Hidrosiklon	Filtre	Gübre Tankı (Lt)
Meram-Boruktolu (1)		-	-	+	140
Çumra (2)		+	-	+	100
Çumra/ Güvercinlik(3)		+	+	+	100
Çumra	(4)	+	-	+	100
	(5)	+	+	+	200
Seydişehir - Taraşçı	(6)	-	-	+	220
	(7)	+	-	+	175
	(8)	-	-	+	200
	(9)	-	-	-	200
Ilgın	(10)	+	+	+	500
	(11)	+	+	+	140

Çizelgeden görüldüğü üzere basınç ölçümünde kullanılan ve kontrol birimi elemanlarından olan manometrenin 1, 6, 8 ve 9 nolu işletmelerde kullanılmadığı görülmektedir.

Kontrol biriminde önemli bir görev üstlenen ve filitresiz derin kuyulardan sulama suyu alan işletmelerde sulama suyundaki siltasyonun çökeltilmesini sağlayan hidrosiklonun 1, 2, 4, 6, 7, 8 ve 9 nolu işletmelerde kullanılmadığı gözlenmiştir. Bu durum sistemdeki tıkanmaların temel sebeplerinden biri olarak nitelendirilebilir.

Özellikle 6, 7, 8 ve 9 nolu işletmelerde sulama suyu havuz yardımıyla dinlendirilerek sisteme verildiği işletmelerde hidrosiklonun kullanılmayışı büyük bir sorun olarak görülmezken, sulama suyunu filitresiz derin kuyudan alan 1, 2 ve 4 nolu işletmelerde hidrosiklonun kullanılmayışı sistemin tıkanmasında rol oynamaktadır. Bu tür işletmelerde sisteme hidrosiklonun tesisi damlatıcılardaki tıkanma riskinin azaltılması için tavsiye edilebilir.

Sistem unsurlarından olan filtrelerin sadece 9 nolu işletmede kullanılmadığı görülmüştür. Ancak, bu işletmede filtre yerine ana boru giriş ağzına ince bir kumaş parçasının geçirilmesi suretiyle süzme işlemi yapılmaktadır. İşletmelerin tamamında sulamayla birlikte ilaçlama ve gübrelemenin yapılabilmesi için yeterli büyüklükte gübre tankı bulunmaktadır. Örnek bir kontrol birimi elemanlarının plan detayı şekil 4.2'de görülmektedir. Şekil 4.3'de ise örnek olarak arazi şartlarında 10 nolu işletmede kullanılan kontrol birimi verilmiştir.



Şekil 4.2 1 nolu işletmede kullanılan kontrol biriminin plan ve detayı



Şekil 4.3 10 nolu işletmeye ait kontrol birimi elemanları

4.5 Damla Sulama Sisteminin Tertiplenme Durumu

Araştırma alanında bulunan damla sulama sisteminin tertiplenme durumları; seçilen lateral tipine göre damlatıcı aralığı ve lateral uzunlukları ile mevcut tertiplenme durumlarına göre ıslatılan alan %'leri çizelge 4.9'da verilmiştir

Çizelgede görüldüğü gibi işletmelerde farklı damlatıcı debisi veren borular kullanılmaktadır (1, 6, 7, 8 ve 9 nolu işletmelerde 4L/saat; 3 ve 4 nolu işletmede 1.6L/saat; 5 ve 10 nolu işletmelerde 2.6 L/saat; 11 nolu işletmede 1.3 L/saat ve 2 nolu işletmede ise 2.2 L/saat).

Bir sistemde damlatıcı debisinin yüksek seçilmesi sulama süresinin azalmasında önemli rol oynamaktadır. Burada farklı tip damlatıcı debisi teknik mühendislik bilgisinden ziyade tamamen çiftçi insiyatifine göre seçilmiştir.

Çizelge 4.9 Damla Sulama Sistemlerinin Genel Özellikleri ve Islatılan Alan %'leri

İşletmeler		**Damlatıcı Debisi (L/saat)**	**Damlatıcı Aralığı (cm)**	**Lateral Çapı (mm)/ Cinsi**	**Lateral Uzunluğu (m)**	**Lateral Aralığı (cm)**	**Lateral Tertip Biçimi**	**Islatılan Alan Yüzdesi P, (%)**
Meram-Boruktolu (1)		4	20	16/ Yassı C	30	150	Her bitki sırasına bir	13
Çumra (2)		2.2	25	16/ Yassı B	75	180	İki bitki sırasına bir	14
Çumra-Güvercinlik (3)		1.6	30	20/ Yassı A2	85	170	Her bitki sırasına bir	18
Çumra (4)		1.6	30	16 / Yassı A1	100	135	İki bitki sırasına bir	22
						135	Her bitki sırasına bir	22
						135	İki bitki sırasına bir	22
						90	İki bitki sırasına bir	33
Çumra (5)		2.6	20	20/ Yassı A2	65	180	Her bitki sırasına bir	11
Seydişehir – Taraşçı	(6)	4	25	16/ Yassı C	11	45	Her bitki sırasına bir	55
	(7)	4	20	16/ Yuvarlak D	12	55	Her bitki sırasına bir	36
	(8)	4	20	16/ Yuvarlak D	10	30	Her bitki sırasına bir	66
						20		100
	(9)	4	20	16/ Yuvarlak D	11	20	Her bitki sırasına bir	100
Ilgın	(10)	2.6	30	16/ Yassı A1	50	140	Her bitki sırasına bir	21
	(11)	1.3	30	16/ Yassı A1	120	140	İki bitki sırasına bir	21

Sistemlerin damlatıcı aralıkları 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 nolu işletmelerde gereğinden daha kısa mesafede seçilmiştir. Damlatıcı aralığının uygun değerden daha kısa mesafede tutulması sistem maliyetini arttırır. Ayrıca damlatıcı aralığı azaldıkça aynı lateral uzunluğunda uygulanan sulama suyu miktarı artacaktır.Yapılan hesaplamalar doğrultusunda 3, 4 ve 11 nolu işletmelerdeki mevcut damlatıcı aralıkları olması gereken değerlerden daha uzun mesafede seçilmiştir.

İncelenen işletmelerdeki mevcut Lateral uzatma mesafeleri işletmelere göre farklılık göstermektedir. Sadece 1 nolu işletmede lateral uzunluğu 30 m olup bu değer metod kısmında belirtilen (çizelge 3.9'da verilen ve 22 m olan) maksimum uzatma mesafesinden daha yüksek olduğundan uygun değildir. Diğer 10 işletmede lateral uzunlukları firmaların verdiği katolog değerlerinden daha düşük mesafede oldukları için uygundur. Lateral uzunluğunun maksimum uzatma mesafesinden fazla seçilmesi (1 nolu işletmede olduğu gibi) laterallerdeki su dağılım homojenliğini olumsuz yönde etkileyecektir.

Damla sulamada yeterli bir sulama için ıslatılan alan yüzdesinin en az %30 olması gerekir (Kanber, 1997). İncelenen 1, 2, 3, 4, 5, 10 ve 11 nolu işletmelerde mevcut damlatıcı aralığı ve lateral aralığında hesaplanan ıslatılan alan %'si öngörülen sınır değerinden düşük; 6, 7, 8 ve 9 nolu işletmelerde ise daha büyük bulunmuştur. Islatılan alan yüzdesi % 30'dan düşük olan işletmelerde bu değeri %30 ve daha yukarı çıkarabilmek için lateral sayısını 2, bazen de 3 kat arttırmak gerekir.

4.6 Damla Sulamada Sulama Yeknesaklığı

Arazi denemelerinde 11 işletmede kullanılan damla sulama sistemlerindeki sulama yeknesaklığını ortaya koymak amacıyla sistem üzerinde rastgele seçilen yan borular üzerinde debi ölçümleri yapılmıştır. Örneğin 1 nolu işletmedeki A ve D yan borularındaki lateraller üzerinde ölçülen ve çizelge 4.10 ve 4.11'de verilen damlatıcı debi ölçüm değerlerini kullanarak sulama yeknesaklığı değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10 İşletme No 1'deki "A" Yan Borusunda Ölçülen Debi Değerleri

Damlatıcı Debileri, q (L/h)	Ortalamadan Sapma $(q-q^-)$	Ort. Sap. Karesi $(q-q^-)^2$
3.70	0.659	0.4341
3.68	0.639	0.4082
3.64	0.599	0.3587
3.62	0.579	0.3351
3.60	0.559	0.3124
3.58	0.539	0.2904
3.56	0.519	0.2692
3.54	0.499	0.2489
3.52	0.479	0.2293
3.48	0.439	0.1926
3.10	0.059	0.0035
2.80	0.241	0.0581
2.60	0.441	0.1946
2.38	0.661	0.4371
2.36	0.681	0.4639
1.98	1.061	1.1260
1.90	1.141	1.3021
1.70	1.341	1.7986
$\sum q=54.74$ $q^-=3.041$	$\sum(q-q^-)=11.136$	$\sum(q-q^-)^2=8.4628$

Sulama yeknesaklığı;

$$\Delta q = \frac{\sum(q-q^-)}{n} = \frac{11.136}{18} = 0.619,$$

$$Cu = (1-\frac{\Delta q}{q^-}).100 = (1-\frac{0.619}{3.041}).100 = \%79.7 \text{ bulunur.}$$

Çizelge 4.11 İşletme No 1'deki "D" Yan Borusunda Ölçülen Debi Değerleri

Damlatıcı Debileri, q (L/h)	Ortalamadan Sapma $(q-q^-)$	Ort. Sap. Karesi $(q-q^-)^2$
3.65	0.793	0.628
3.62	0.763	0.582
3.54	0.683	0.466
3.50	0.643	0.413
3.44	0.583	0.340
3.38	0.523	0.273
3.30	0.443	0.196
3.24	0.383	0.147
3.20	0.343	0.117
2.80	0.057	0.003
2.50	0.357	0.128
2.38	0.477	0.228
2.30	0.557	0.310
2.24	0.617	0.381
2.20	0.657	0.432
2.10	0.757	0.573
2.04	0.817	0.668
2.00	0.857	0.735
$\sum q=51.43$ $q^-=2.857$	$\sum(q-q^-)=10.310$	$\sum(q-q^-)^2=6.621$

Sulama yeknesaklığı;

$$\Delta q = \frac{\sum (q - q^-)}{n} = \frac{10.310}{18} = 0.57$$

$$Cu = (1 - \frac{\Delta q}{q^-}).100 = (1 - \frac{0.573}{2.857}).100 = \%80.0 \text{ bulunur.}$$

Sulama yeknesaklığına bakıldığında her iki yan boru üzerindeki laterallerin su dağılımı homojenliğinin orta düzeyde olduğu söylenebilir. İşletmelerin tamamında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen sulama yeknesaklığı katsayıları ve su dağılım durumları çizelge 4.12'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12 İşletmelere Göre Sulama Yeknesaklığı

İşletmeler		**Debi Ölçümü Yapılan Yan Boru**	**Yeknesaklık Katsayısı Cu %**	**Su Dağılımı**
Meram - Boruktolu (1)		A	79.7	Orta
		B	82.5	İyi
		C	87.5	İyi
		D	80.0	Orta
Çumra (2)		A	94.9	Çok İyi
		B	89.2	İyi
Çumra - Güvercinlk (3)		A	95.5	Çok İyi
		B	88.6	İyi
Çumra	(4)	A	87.6	İyi
	(5)	A	88.4	İyi
		B	86.9	
Seydişehir - Taraşçı	(6)	A	95.1	Çok İyi
		B	93.5	
		C	89.7	İyi
	(7)	A	95.5	Çok İyi
		B	92.4	
	(8)	A	96.0	Çok İyi
		B	89.9	
		C	94.0	
		D	93.5	
	(9)	A	94.5	Çok İyi
Ilgın	(10)	A	89.5	İyi
	(11)	A	77.9	Orta
		B	80.4	İyi

Çizelge'den anlaşılacağı üzere işletmelerin genelinde Cu değerine göre su dağılımlarının "çok iyi" ve "iyi" olduğu belirlenmiştir. 1 ve 11 nolu işletmelerdeki bazı yan borulardaki su dağılımı ise orta düzeyde bulunmuştur. İncelenen işletmelerin tamamına yakınında su dağılımı kabul edilebilir düzeyde çıkmasına rağmen ortalama debi değerleri firmaların verdiği değerlerden daha düşük ölçülmüştür.

4.7 Basınç Ölçümleri ve Değerlendirilmesi

Araştırmanın yürütüldüğü 11 işletmedeki damla sulama sistemlerinin basınç dağılımları rastgele seçilen yan boru üzerindeki laterallerde manometrelerle ölçülmüş ve elde edilen ortalama lateral basınçları çizelge 4.13'de verilmiştir.

Bu değerler doğrultusunda test edilen işletmelerin tamamına yakınında ölçülen basınç değeri 1 atmosferden daha düşüktür. Sadece 3 nolu işletmede her iki yan boru için basınç değerlerinin 1 atmosfere yakın olduğu ölçülmüştür.

Çizelge 4.13 Ölçüm Yapılan Yan Borular ve Ortalama Lateral Basınçları

İşletmeler		**Ölçüm Yapılan Yan Borular**	**Ortalama Lateral Basınçları (atm)**
Meram-Boruktolu (1)		A	**0.3**
		B	**0.2**
Çumra (2)		A	**0.7**
		B	**0.5**
Çumra-Güvercinlik (3)		A	**0.8**
		B	**0.9**
Çumra	(4)	A	**0.7**
		B	**0.5**
	(5)	A	**0.7**
		B	**0.6**
Seydişehir - Taraşçı	(6)	A	**0.7**
		B	**0.6**
		C	**0.4**
	(7)	A	**0.5**
		B	**0.4**
	(8)	A	**0.5**
		B	**0.4**
		C	**0.6**
		D	**0.7**
	(9)	A	**0.6**
Ilgın	(10)	A	**0.7**
	(11)	A	**0.4**
		B	**0.5**

Şekil 4.4'de arazi şartlarında 2 nolu işletmede manometreler yardımıyla yan boru üzerinde yapılan basınç ölçümleri yer almaktadır.



Şekil 4.4 2 nolu işletmede yan borular üzerinde yapılan basınç ölçümü

4.8 Karşılaşılan Teknik Sorunların Değerlendirilmesi

Araştırma yapılan işletmelerde karşılaşılan teknik sorunlar, damlatıcı tıkanması, basınç düzensizliği, ana ve yan borulardaki sızma kayıpları, gübre uygulamalarının yeterliliği çizelge 4.14'de verilmiştir. Çizelge'de olumsuz durumlar (-), olumlu durumlar ise (+) ile gösterilmiştir.

İncelenen işletmelerin tamamında araziye uygulanan gübre miktarı herhangi bir hesaplama ile yapılmamakta yani rastgele verilmektedir. Gübre miktarının rastgele verilmesi gübrenin etkin kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

İşletmelerin tamamında yan ve ana borularının bağlantı noktalarında sızma kayıpları görülmektedir. Ana ve yan boruların aynı cins malzemeden yapılmaması boruların birbirine geçiş noktalarında sıkıntılara yol açmıştır. Bağlantı noktalarındaki sızma kayıplarına karşı çiftçilerin yeterli bir önlem almadıkları görülmüştür. Sistemde sızma kayıplarının oluşması su iletim randımanın düşmesine sebep oluşturur.

Çizelge 4.14 Karşılaşılan teknik sorunlar

İşletmeler		Damlatıcı		Basınç Düzensizliği	Yan ve Ana Borularda Sızma Kayıpları	Gübre uygulamaları
		Tıkanma Seviyesi	Kimyasal Madde uygulaması			
Meram – Boruktolu (1)		Orta	-	+	-	-
Çumra (2)		Orta	-	-	-	-
Çumra-Güvercinlik(3)		Orta	-	+	-	-
Çumra	(4)	Orta	-	+	-	-
	(5)	Orta	-	+	-	-
Seydişehir - Taraşçı	(6)	Orta	-	+	-	-
	(7)	Orta	+	+	-	-
	(8)	Orta	+	+	-	-
	(9)	Orta	+	+	-	-
Ilgın	(10)	Orta	-	-	-	-
	(11)	Orta	-	-	-	-

Sulama suyunda pH düzeyinin 7-8 arasında olması damlatıcılarda orta seviyede tıkanmaya sebep olmaktadır. İşletmelerde kullanılan suların kalite özellikleri dikkate alındığında pH'nın 7'den büyük olduğu işletmelerde damlatıcılarda orta düzeyde tıkanmalar görülmüştür.

Çizelge 4.14'de görüldüğü gibi işletmelerin tamamında belli aralıklarla oluşmuş orta derecede damlatıcı tıkanmalarıyla karşılaşılmıştır. Damlatıcı tıkanmasının giderilebilmesi ve minimum düzeye indirilmesi için sisteme belli zaman aralıklarında HCL ve fosforik asit uygulamaları yapılabilir (James, 1988). İncelenen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10 ve 11 nolu işletmelerde damlatıcı tıkanmasını önlemek amacıyla HCL ve fosforik asit uygulamalarının yapılmadığı görülmüştür.

Araştırmada sulama suyunu derin kuyudan alan bazı işletmelerde sulama suyunun yüksek basınçla sisteme verildiği görülmüştür. Sulama suyunun yüksek basınçla verilmesi yan boru bağlantı kısımlarından laterallerin çıkmasına neden olmaktadır.

Araştırmadaki 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 nolu işletmelerde basınç değişimlerinden kaynaklanan bu tür problemlerle karşılaşılmazken; 2, 10 ve 11 nolu işletmelerde karşılaşılmıştır. Bu problemi önlemek için kontrol birimine basınç regülatörünün monte edilmesi tavsiye edilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma ile elde edilen değerler göz önüne alındığında, elde edilen sonuçlar ve bunlara dayalı olarak bazı öneriler aşağıda özetlenmiştir.

1- İncelenen 11 işletmede bulunan damla sulama sistemlerinin bazıları yeterli bilgi ve teknik destek yardımıyla araziye döşenmişken bir kısmında ise fazla bir teknik desteğin alınmadığı görülmüştür.

2- Sulama suyunu filitresiz derin kuyudan alan işletmelerin büyük çoğunluğunda kontrol biriminde katı parçacıkların ön süzülmesini sağlayan hidrosiklonun kullanılmadığı görülmüştür. Bunun sonucunda, damlatıcılarda yer yer tıkanmalara rastlanmıştır. Yöredeki çiftçilerin sulama suyunu kaplamasız derin kuyudan almaları durumunda suyu daha homojen uygulayabilmeleri için sistemde hidrosiklon bulundurmaları gerekir.

3- İncelenen işletmelerde toprakların kimyasal analiz sonuçlarına göre tespit edilen pH değerleri 1,2, 4, 5, 10 ve 11 nolu işletmelerde 7 ‘den büyük çıkmıştır. Bitkilerin topraktan besin maddelerini kolay alabilmeleri için pH değerinin 7’den küçük olması arzu edilir. pH değerinin 7’nin altına indirgenebilmesi için bitki ekiminden 15-20 gün önce toprağa 17kg/da kükürt uygulamaları yapılabilir (Anonymous, 1999).

4- İşletmelerin tamamına yakınında (9 nolu işletme hariç) kontrol biriminde sulama suyunun süzülmesini sağlayan filtrelerin kullanıldığı, ancak bakım ve temizliğine dikkat edilmediği tespit edilmiştir. Bu işletmelerde her sulamadan önce filtrelerin basınçlı su ile temizlenmesi önerilebilir.

5- İncelenen işletmelerde damlatıcı aralığı seçilirken sadece bitki çeşidi göz önüne alınmış; asıl belirleyici faktörlerden olan toprağın su alma hızları göz ardı edilmiştir. İşletmelerin çoğunda (3, 4 ve 11 hariç) damlatıcı aralıkları olması gereken mesafeden daha kısa seçilmiştir. Gerekenden daha kısa tutulan damlatıcı aralığı su kullanım etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum Konya gibi su kaynaklarının son derece sınırlı olduğu alanlarda su israfına sebep olur. Su israfının artması ise sulanan tarım alanlarının azalmasına neden olur.

6- İşletmelerin büyük çoğunluğunda (10 adet işletmede) lateral uzunlukları firmaların katolog değerlerinde belirtilen maksimum uzatma mesafesine uygun olarak tertiplenmiştir. Bu işletmelerde uzatma mesafelerinin uygun seçilmesi su dağılım homojenliğini olumlu yönde etkilemiştir.

7- Araştırma yapılan işletmelerin tamamında yan borular üzerinde yapılan basınç ölçümleri 1 atmosferden daha düşük ölçülmüştür. Ölçülen ortalama debi değerlerinin düşük çıkması her nekadar su dağılım düzeyi iyi olsa da laterallerde ölçülen basınç değerlerinin düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.

8- Yeterli ana ve yan boru büyüklüğünün seçilmemesi, yan ve ana boru bağlantı noktalarında oluşan su kayıpları ve bir defada mevcut su kaynağının sulayabileceği alandan fazla alanda sulamanın yapılması basıncın azalmasına sebep olmuştur. Bu tür işletmelerde basıncı arttırmak için sulamaların rotasyonla yapılması veya mevcut rotasyon sayılarının arttırılması tavsiye edilebilir.

9- İşletmelerin %63'ünde ıslatılan alan yüzdesi %30 değerinden düşük bulunmuştur. Islatılan alan yüzdesinin düşük çıkması damla sulamada istenen bir durum değildir. Islatılan alan %'sinin arttırılması için her bitki sırasına iki lateral tertiplemesi tavsiye edilmektedir.

10- İncelenen sistemlerin tamamına yakınında damlatıcı tıkanmalarının giderilmesi açısından sisteme herhangi bir kimyasal madde uygulaması yoluna gidilmemiştir. Damlatıcılarda tıkanmayı gidermek için sisteme HCL ve fosforik asit uygulamaları yapılabilir.

11- İşletmelerin tamamında ilaçlama ve gübrelemenin yapılması açısından kullanılan gübre tankının kontrol biriminde yer aldığı görülmüştür. Ancak uygulanan gübre miktarının rastgele seçildiği yani herhangi bir hesaplamanın yapılmadığı görülmüştür. Gübre miktarının kontrolsüz uygulanması gübrenin etkin kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

12- Damla sulama sisteminin bazı işletmelerde araziye döşenmesinin rastgele yapıldığı tertiplemeye ilişkin herhangi bir teknik desteğin alınmadığı gözlenmiştir. Rastgele yapılan bu tür uygulamaların bitki gelişimi ve gerekse su tasarrufu açısından beklenen faydayı sağlayamayacağı ortadadır.

13- Konya gibi su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerde damla sulama sisteminin teşvik edilmesi gerekmektedir. Sistemin uygulanmasına ilişkin teknik eleman desteği alınmalı ve bu konuda yetişmiş sulama mühendislerinin bölge çiftçisine gerekli teknik destek sağlaması gerekmektedir. Damla sulama konusunda bölge çiftçiler dahada bilinçlendirilmeli, bu konuda gerekli eğitim ve seminerler verilmelidir.

6. KAYNAKLAR

Acar, B., 2001. Damla Sulamada Farklı Damlatıcı Debilerinin Toprak Profilinde Nem Dağılımına Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Ün. Konya.

Antony, E., Singandhupe, R.B., 2004. Impact of Drip and Surface Irrigation on Growth, Yield and WUE of capsicum (Capsicum annum L.) Sicience Direct, 65(2), 121-132.

Anonymous, 2003. Ulusal I. Konya Ekonomi Sempozyumu. 392, Konya.

Anonymous, 2003a. Tarım il Müdürlüğü verileri, Konya.

Anonymous, 1999. Bitkilerin Su ve Gübre İstekleri. Hasad yayıncılık, Istanbul .

Anonymous, 2004. T.C. Devlet Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Konya.

Aybak, Ç.H., Kaygısız, H., 1999. Damla Sulama ile Gübre Uygulamalarında Dikkat Edilecek Hususlar ve Ülkemiz Gerçekleri. Hasad Dergisi (Bitkilerin Su ve Gübre İstekleri), Temmuz, 86-89, İstanbul.

Ayyıldız, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları. No. 636. Ders Kitabı. No.199, Ankara**.**

Bralts, V.F., Edwards, D. M., 1987. Drip Irrigation Design and Evaluating Based on the statistical Uniformity Concept. In: Advances in Irrigation, 4. (ed. Daniel Hillel), Academic 67-117.

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

Behnia, A., 1999. Comparison of Different Irrigation Methods for Pomegranate Orchards in Iran. Irrigation Under Condition of Water Scarcity. 17 th. ICID International Congress on Irrigation and Drainage, Granada, Spain, 13-17 September. 207-217.

Bhardwaj, S.K., Sharma, I.P., Bhandari, A.R., Sharma, J.C., Tripathi, D., 1995. Soil Water Distribution and Growth of Apple Plants Under Drip Irrigation, Journal of the Indian Society of Soil Science. 43(3), 323-327.

Bralts, V.F., Wu, I., Gitlin, H.M., 1981. Drip Irrigation Uniformity Considering Emitter Plugging. Transactions of the ASAE, 24(5): 1234-1240

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

Bucks, D.A., Nakayama, F.S., 1985. Guidelines for Maintenance of a Trickle Irrigation System. Proc. Third İnternational Drip/Trickle Irrig. Cong., Drip Trickle Irrigation in Action, ASAE St. Joseph, Michigan, 119-126.

Bucks,D.A. , 1995. Historical Developments in Micro-irrigation. Proceedings of the Fifth Internatinal Micro-irrigation Congress. April 2-6, 1995. 1-5, Orlando, Florida.

Çağlar, K.Ö., 1958. Toprak İlmi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No.10, Ders Kitabı No.2, Ankara.

Çakmak, B., Beyribey, M., 1996. Damla Sulama Sisteminin Tasarım, İşletme ve Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar. Topraksu (ISSN) 1300-4409), 2, 14-22.

Çiftçi, N.,1990. Konya-Çumra Ovası Marnlı-Kalkerli Topraklarının Drenaj Sorunları ile Uygun Dren Derinlik ve Aralığının Tesbiti Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi., Bornova-İzmir.

Demir, V., 1991. Türkiye'de Kullanımı Yaygın Olan Damla Sulama Boruları ve Damlatıcıların İşletme Karakteristikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bornova-İzmir.

Demir, V., Uz, E., 1994. Damla Sulama Sistemlerinde Kullanılan Filtreler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(2-3): 177-184.

Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği Uygulaması. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum.

Farouk, H.A., 1998a. Water Quality for Microirrigation, Irrigation and Soils Consultant with Agro-Industrial Management, Fresno, California. Part of Microirrigation MaintenanceProgram, AIM, U.S.A

Farouk, H.A., 1998b. Evaluation of Emission Uniformity for Microirrigation. Irrigation and Soils Consultant with Agro Industrial Management, Fresno, California. Part of Microirrigation Maintenance Program, AIM, U.S.A

Fry, R.A., 1985. Trickle System Evaluation Findings In the San Joaquin Valley, California. Drip/Trickle Irrigation In Action. 1; 288-293, Michigan, USA.

Gençoğlan, C., 1991. Ağır Bünyeli Topraklarda Farklı Damlatıcı Debileri ve Uygulanan Toplam Sulama Suyu Miktarlarının Etkileri Üzerine Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniv. Adana, 143s.

Güngör, Y., Yıldırım, O., 1989. Tarla Sulama Sistemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın no: 1022, Ankara, 371s.

Hakgören, F., 1996. Sulama (Planlama ve Projeleme ilkeleri). Akdeniz Üniv. Yay. 67, Antalya, 229,239 s.

Howell, A., Bucks., D.A., Lima, J.M., 1986. Trickle Irrigation for Crop Production. Management Principles. 241-279.

Jarret, A., 1996. Designing a Trickle Irrigation System. No. 28701128, July 16.

Kara, M., 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Ün. Ziraat Fak. Tarımsal Yap. ve Sulama, Konya

Kanber, R., 1997. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No.174, Ders Kitapları Yayın No.52, Adana.

Lopez, J.R., Abreu, J.M.H., 1985. Localized Banana Irrigation System Evaluation In the Canary Islands, Drip/Trickle Irrigation In Action. 1; 281-287, Michigan, USA.

Letey, J., Dinar, A., Woodring, C., Oster, D.J., 1990. An Economic Analysis of İrrigation System. Irrigation Science, 11, 37-43.

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

Madanoğlu, F.K., Korukçu, A., Ayla, Ç., 1990. Kavun, Hıyar, Şekerpancarı, Patates ve Mısır Bitkilerinin Damla Yöntemi ile Sulanması. Köy Hiz. Gen. Müd. Ankara Arş.Ens.Müd. Yayını, 164, 54-56.

Malash, N., Flowers, T.J., Ragab, R., 2005. Effect of Irrigation Systems and WaterManagement Practices Using Saline and Non-Saline Water on Tomato Production. Agricultural Water Management (Science Direct) 78 (1-2) 25-38.

Merriam, J.L., Keller, J., 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Managament. Agric. And Irrig. Engin. Dept., Utah State Univ., Logan, Utah, 125-143.

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 İrrigation Systems. Transsactions of the ASAE, (July-August), 32, No.4, 1223-1228.

Nir, D., 1982. Drip Irrigation. CRC, Handbook of Irrigation Technology (1) : 247-298, Editor; Herman J.Finkel, Boca Raton, Florida.

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

Öztürk, A., Çakmak, B., 1996. Tarım Topraklarının Korunması Açısından Sulama Suyunun Kalitesinin Önemi. Topraksu Dergisi, 3, 17-23, Ankara.

Özekici, B., 1996. Damla Sulama Sistemlerinde Tıkanıklığa Neden Olan Etmenler . Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi.

Özekici, B., 1992. Damlatıcı Yapım Farklılıklarının Eş Su Dağılımına Olan Etkileri. IV.Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Bildirileri. 24-26, Haziran 1992. 70-80, Erzurum.

Papazafırıou, Z.G., 1980. A Compact Procedure for Trickle Irrigation System Design. ICID Bulletin, 29(1); 28-45.

Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils. Dept. of Agriculture, No. 60, U.S.A

Sausa, V.F.de., Coelho, E .F., Sousa, VAB-de., de-Sousa, VF., De Sousa, VAB., 1999. Irrigation Frequency in Melons Cultivated in Sandy Soil. Pesquisa-Agropecuaria-Brasileria. 34:4, 659-664.

Solomon. K.H., 1985. Global Uniformity of Trickle irrigation Systems. Transactions of the ASAE. 28(4):1151-1158.

Tuncay, H., 1994. Su Kalitesi (I.Bölüm). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:512. Bornova- İzmir

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

Von Bernouth, D., Solomon, K.H., 1986. Trickle Irrigation for Crop Production.Design Principles (Emitter Construction). Edited by F.S Nakayama and D.A Bucks. Elsevier, 27-51.

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

Yazar, A., Gençoğlan, C., Diker, K., 1990. Sulama Sistemlerindeki Son Gelişmeler. Ç.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, Cilt.5(2), s.61-72, Adana.

Yıldırım, O., 1994. Meyve Ağaçlarının Sulanmasında Damla, Karık ve Yağmurlama Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları, 1347, Ankara.

Yıldırım, O., Korukçu, A., 1999. Damla Sulama Sistemlerinin Projelendirilmesi Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları. Ankara.

Yuan, B.Z., Nishiyama, S., Kang, K., 2003. Effect of Different Irrigation Regimes on the Growth and Yield of Drip Irrigated Potato. Sicience Direct, 63,(3), 153-157.

Ek-1 Verilerin Tespiti İçin Kullanılan Anket Formu Örneği

Tarih :	**ANKET FORMU**	**İşletme No:**

Çiftçinin Adı:……..
İşletmenin Yeri:……..
İşletmenin Büyüklüğü(da):…….
Su Kaynağının Cinsi:……..
Su Kaynağının Derinliği(m):……..
Suyun Debisi (ton):…….

Yetiştirilen Bitki:……
Bitki Sıra aralığı(m):……...
Bitki Sıra Üzeri Aralığı(m):……
Bitki Etkili Kök Derinliği(m):……

Hidrosiklon var mı:……
Kum-Çakıl filtre tankı var mı:……
Gübre tankı var mı / hacmi (lt):……..
Manometre var mı:……..

Ana Boru çapı (mm):……..
Yan Boru çapı (mm):……..
Lateral Boru çapı (mm) / cinsi:……...
Damlatıcı debisi (lt/saat) / Basıncı (atm):……
Damlatıcı Aralığı (m):…….
Lateral Tertip Biçimi:…….
Lateral aralığı (m):……..
Lateral Uzunluğu (m):……

Sulama aralığı:……
Sulama süresi:……
Sulama süresi ve aralığı neye göre belirleniyor:……
Gübre uygulamalarının yeterliliği……...
Damlatıcı tıkanmasına karşı kimyasal madde uygulamaları:…….

Sistemde karşılaşılan teknik sorunlar:……

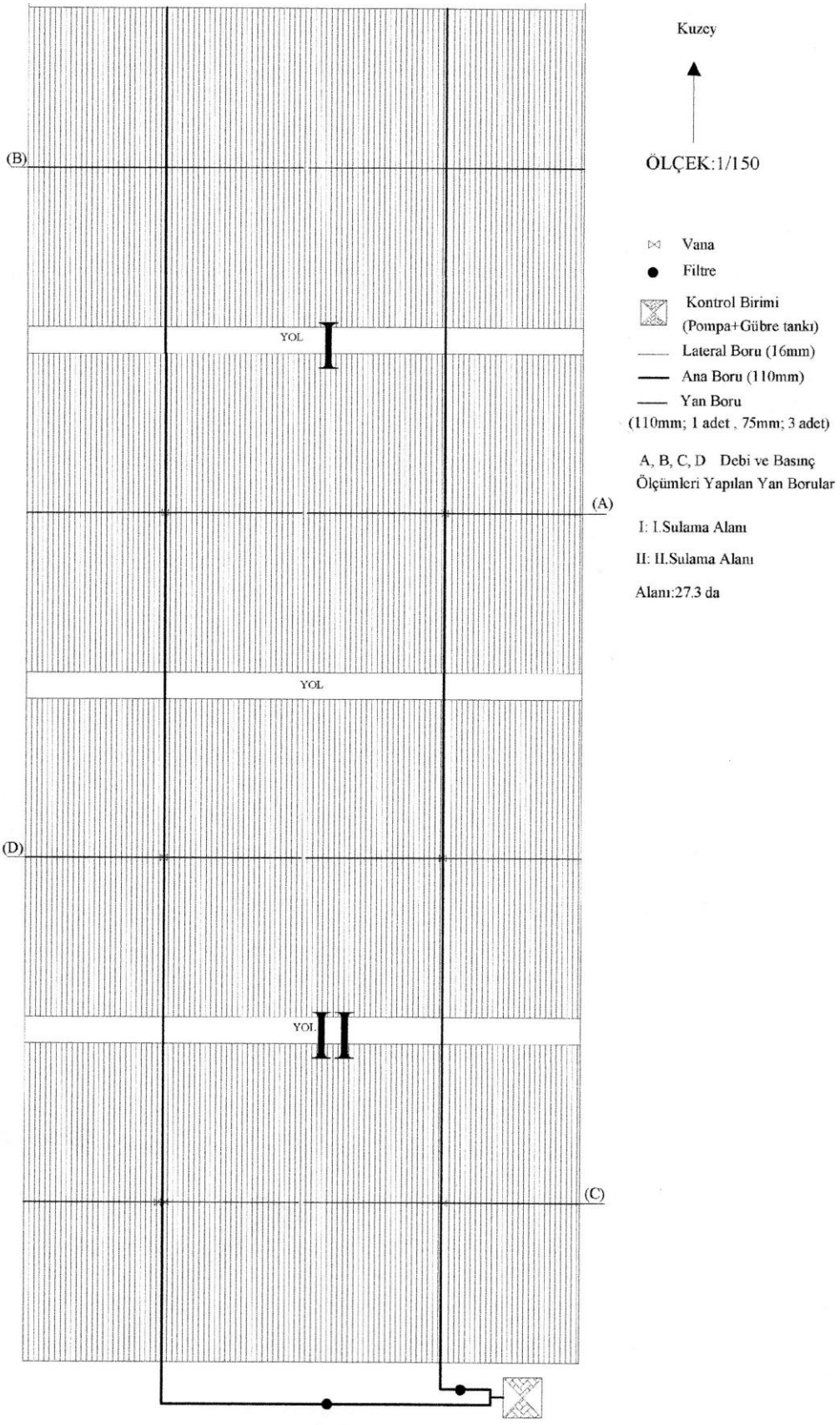
Basınç Ölçümleri: Yan Boru Adı…….	1-	2-	3-	4-	5-	6-
Yan Boru Adı…….	1-	2-	3-	4-	5-	6-

Debi Ölçümler:	1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-
Yan Boru Adı……	10-	11-	12-	13-	14-	15-	16-	17-	18-

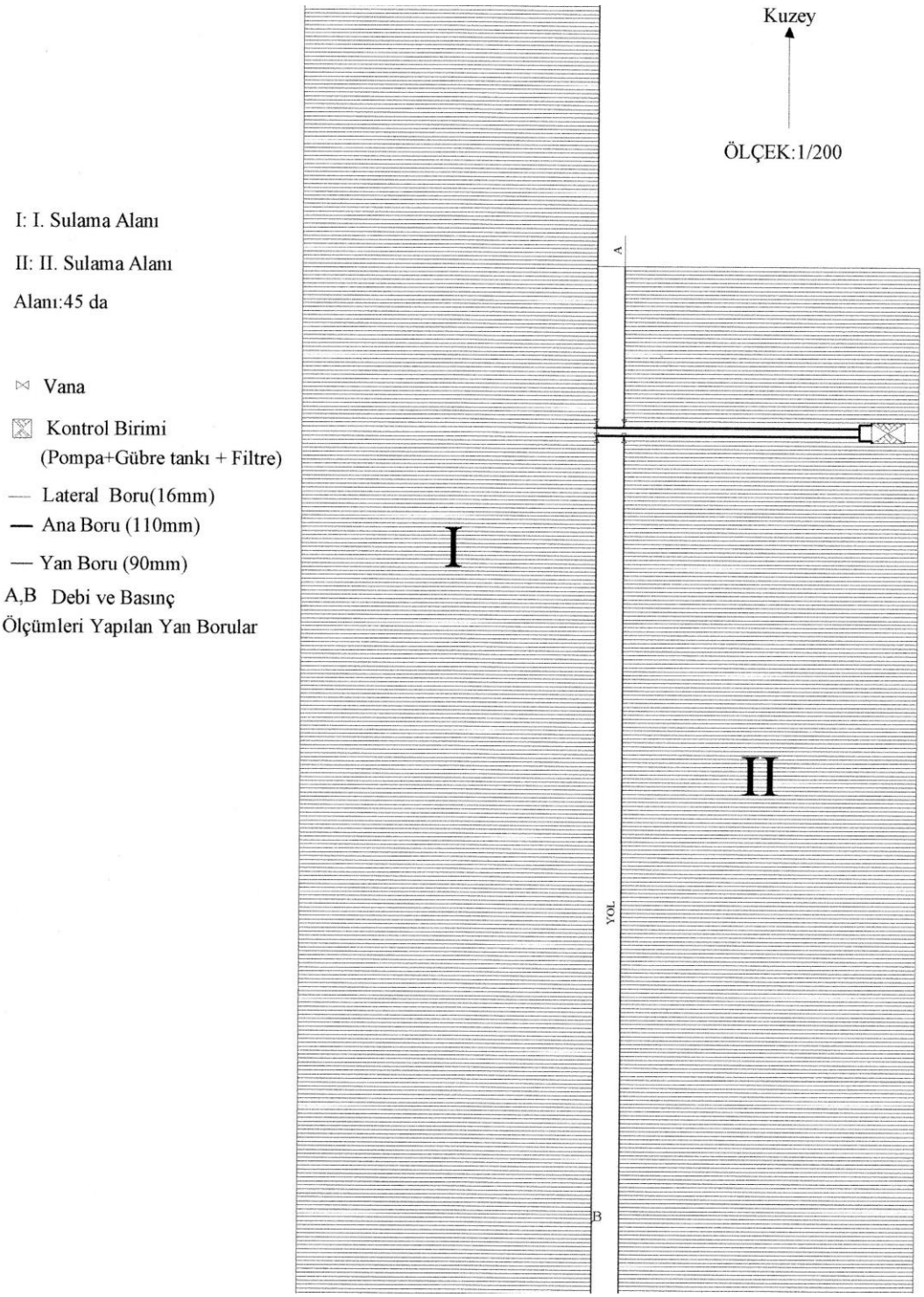
Toprak Örneklerinin alınması(no):……
Su Örneklerinin Alınması(no):……...

İşletme Krokisinin Çizimi:……..

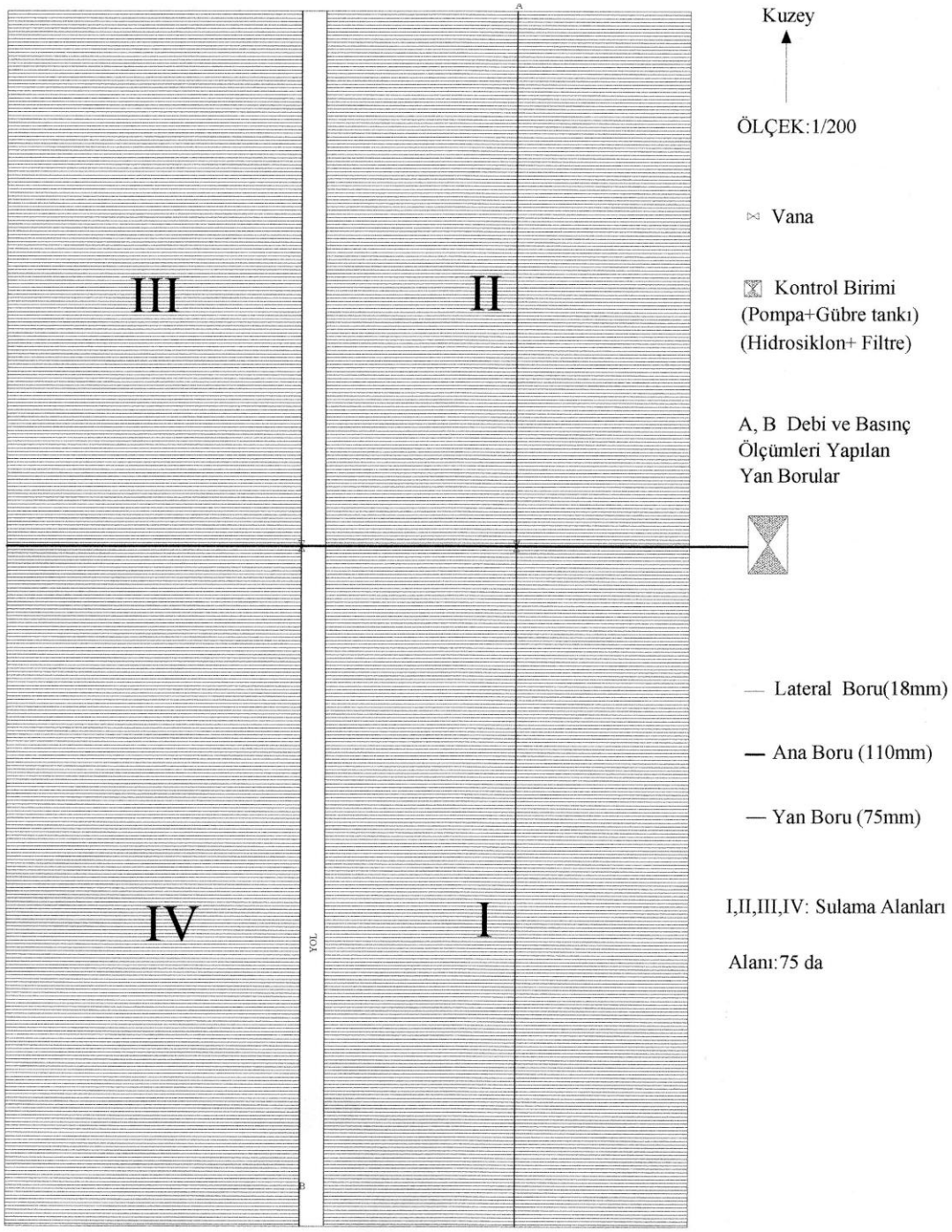
Ek-2 1 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



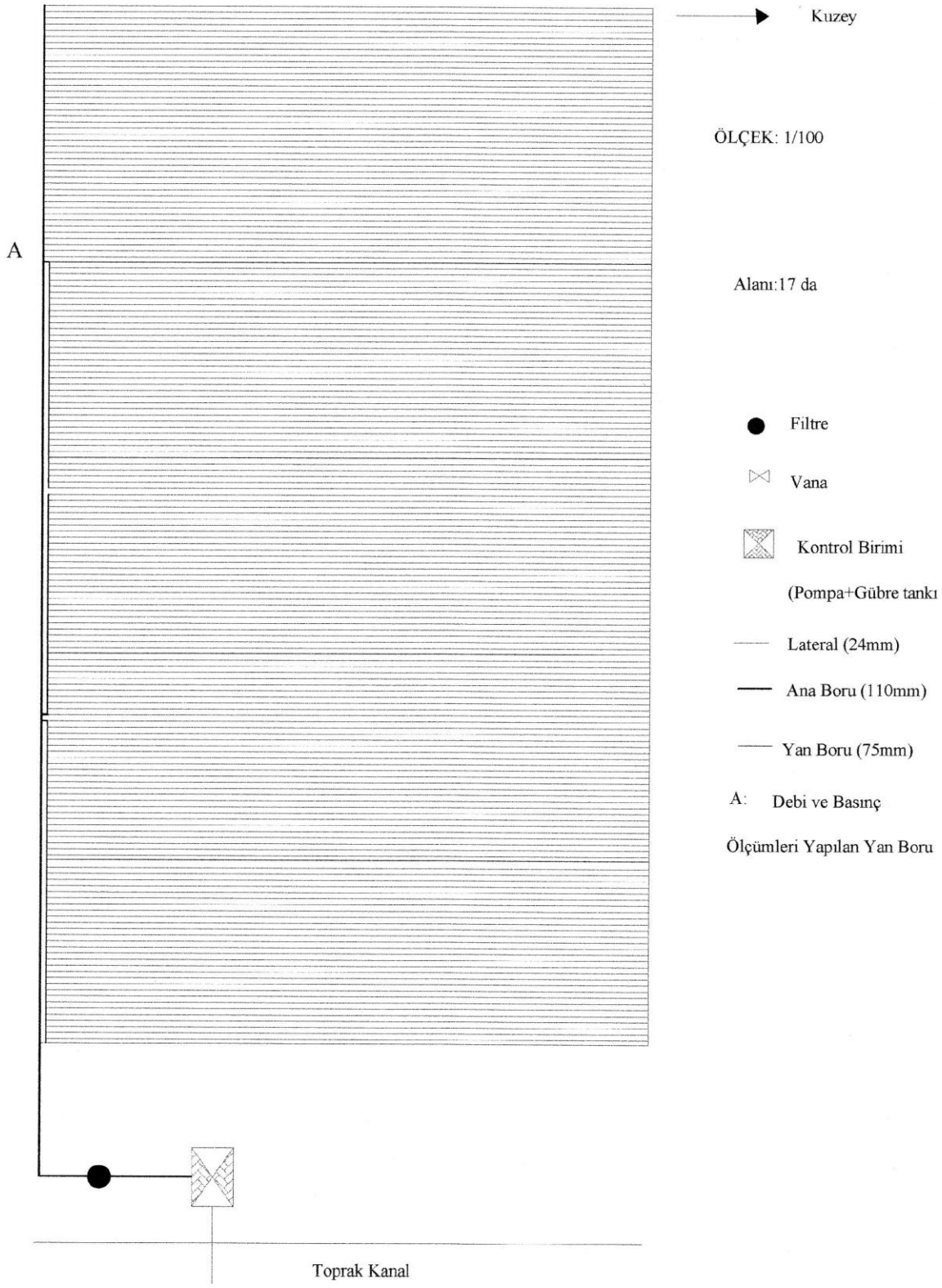
Ek-3 2 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



Ek-4 3 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



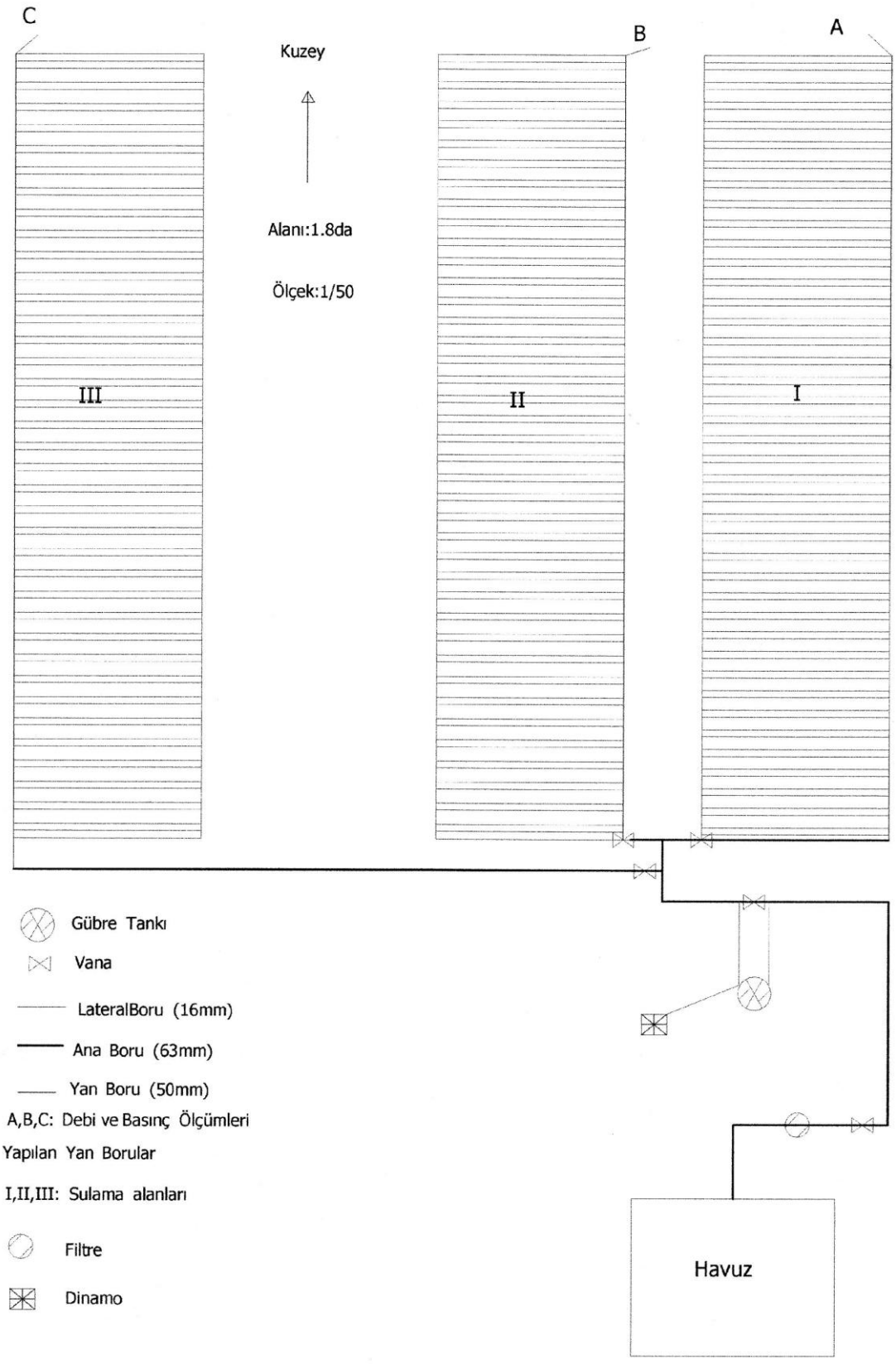
Ek-5 4 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



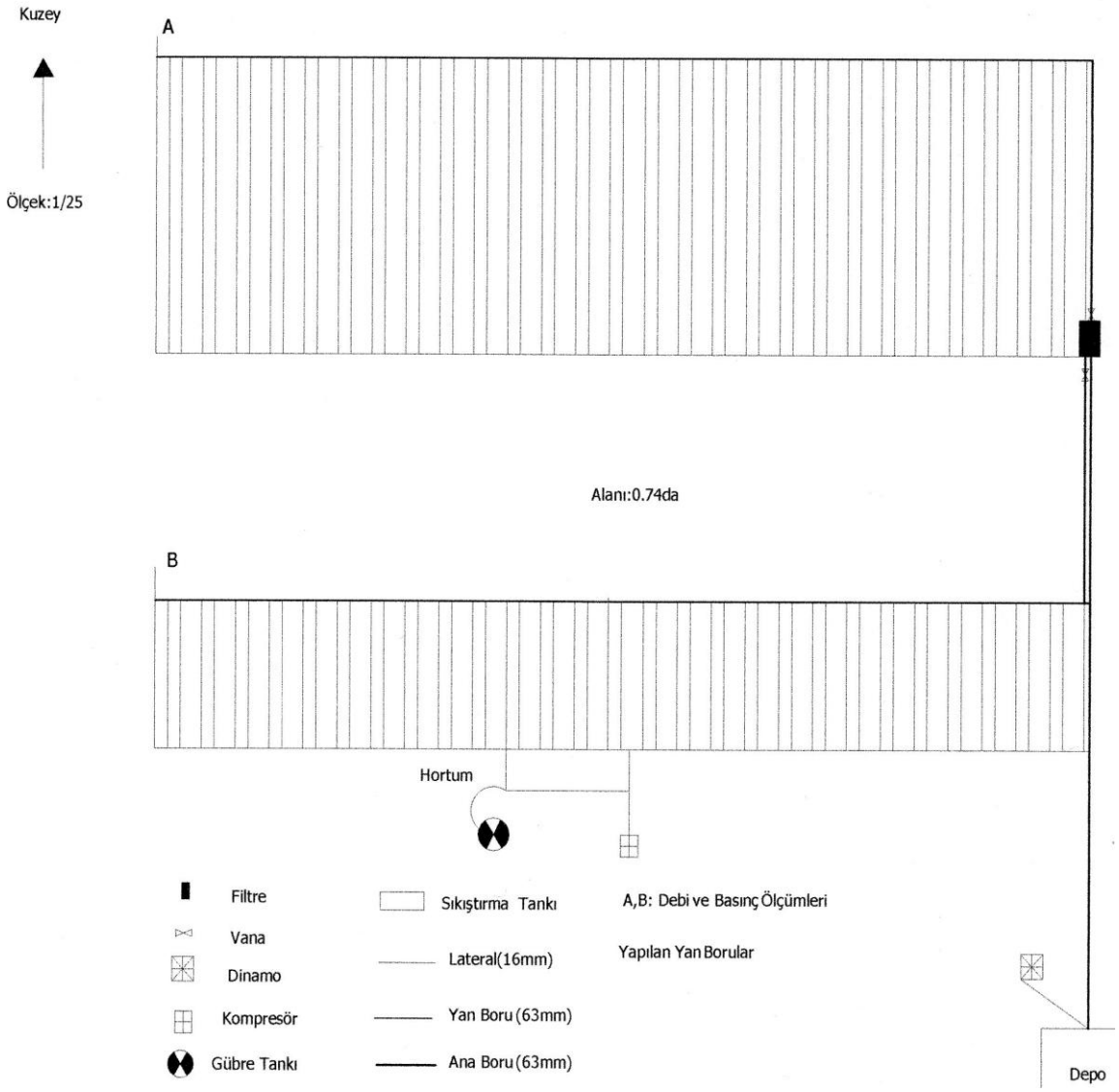
Ek-6 5 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



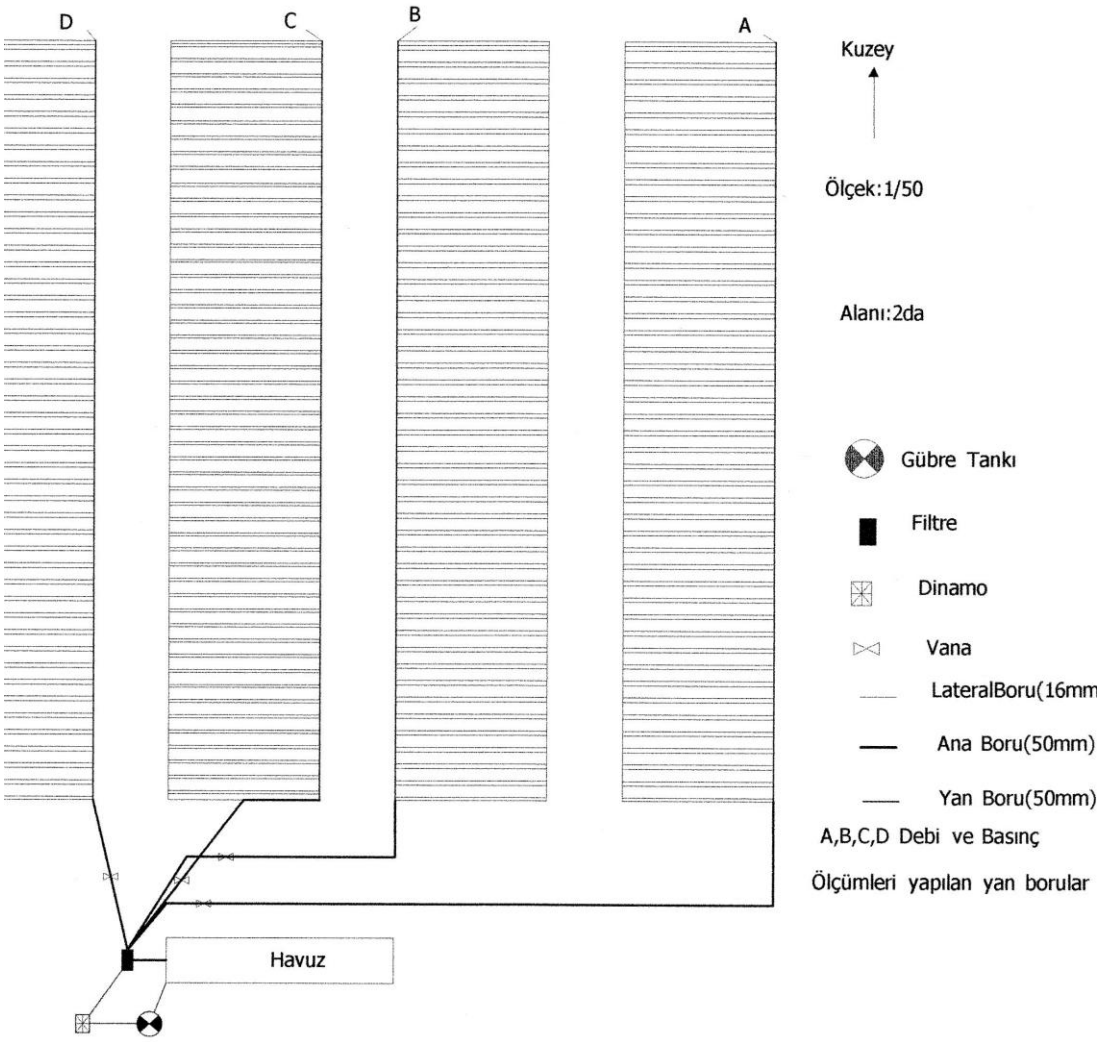
Ek-7 6 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



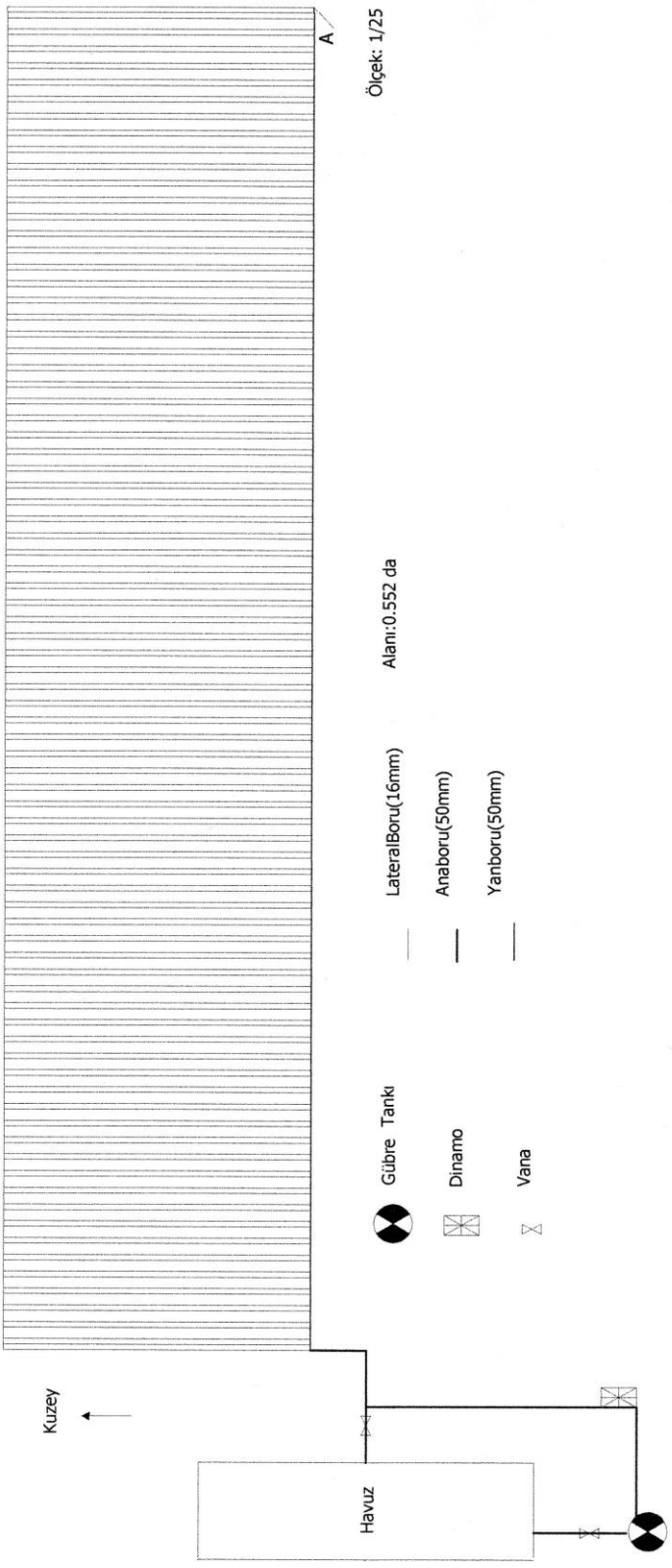
Ek-8 7 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



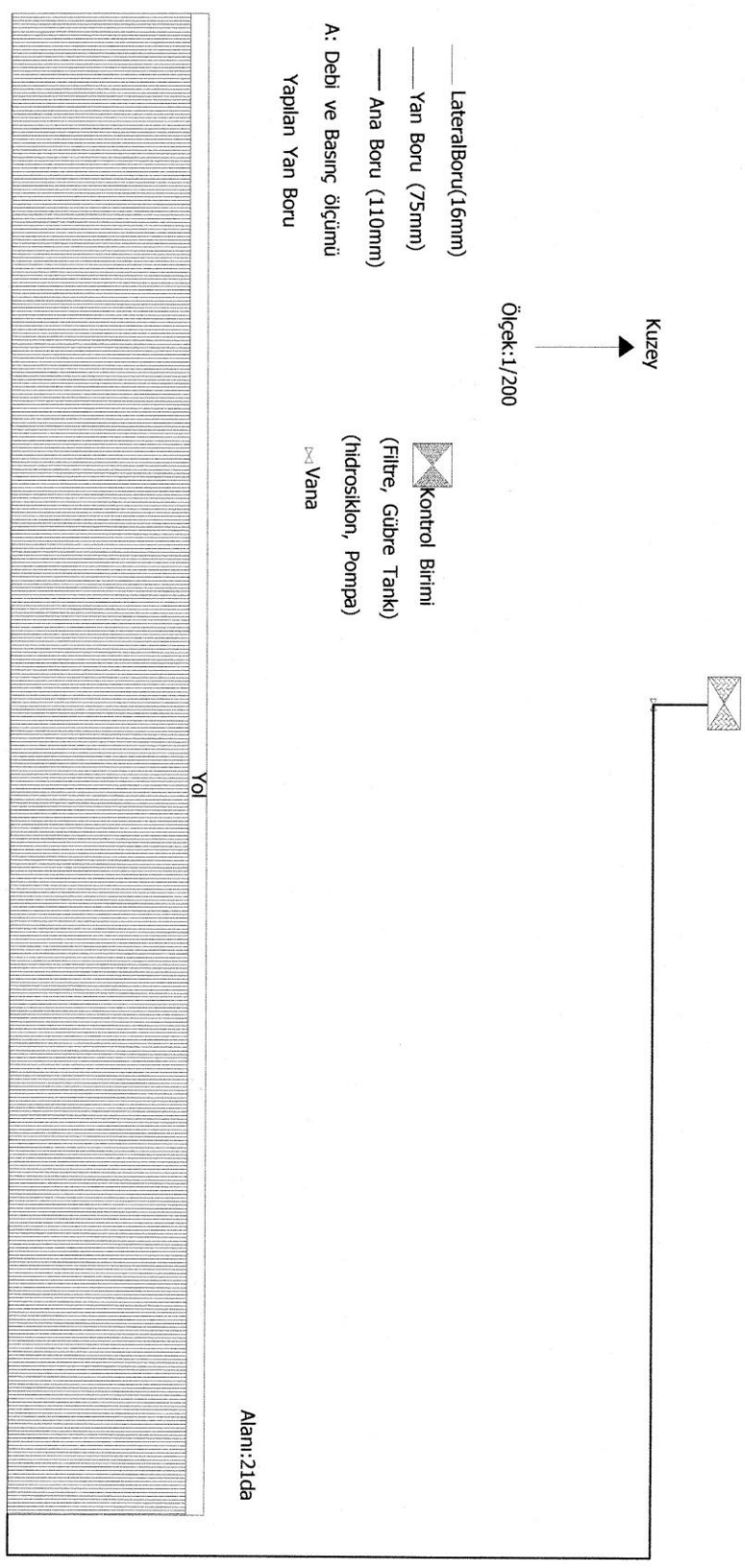
Ek-9 8 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



Ek-10 9 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



Ek-11 10 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları



Ek-12 11 Nolu İşletmede Damla Sulama Sisteminin Planı ve Detayları

