



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİR ÇEVRESİNDE ZEYTİN AĞAÇLARINDA KULLANILAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNDE SU DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Yunus ÇİÇEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Ocak - 2015

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Yunus ÇİÇEK

13.01.2015

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR ÇEVRESİNDE ZEYTİN AĞAÇLARINDA KULLANILAN DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNDE SU DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Yunus ÇİÇEK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bilal ACAR

2015, 54 Sayfa

Jüri
Danışman: Doç. Dr. Bilal ACAR
Üye: Prof. Dr. Ramazan TOPAK
Üye: Yrd. Doç. Dr. Mithat DİREK

Bu çalışma, İzmir-Menemen çevresindeki zeytin bahçelerinde kullanılan damla sulama sistemlerinin eş su dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Üniformite Katsayısı (UC) ve Dağılım Katsayısı (EU) değerleri araştırılmıştır. İncelenen işletmelerin 3 tanesinde UC değeri %80' den daha yüksek hesaplanmış olup buna göre eş su dağılım durumu **İYİ** sınıfındadır. Diğer 2 işletmede **ORTA**; 2 işletmede **ZAYIF** ve 3 işletmede de **ÇOK ZAYIF veya KABUL EDİLEMEZ** sınıfında bulunmuştur. En yüksek EU değeri %82 ile 7 nolu işletme; en düşük ise %23 ile 4 nolu işletmedeki damla sulama sisteminden elde edilmiştir. Bu işletmelerdeki damla sulama sistemlerinde eş su dağılım durumu sırasıyla **İyi-Kabul Edilebilir** ve **Zayıf-Kabul Edilemez** sınıfındadır. İncelenen damla sulama sistemlerinde işletme basıncı 1,2-2 arasında (1 atmosferden daha yüksek) ölçülmüştür. Buna göre, eş su dağılım durumlarındaki zayıflığın temel sebebinin damlatıcılardaki tıkanmalar olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara göre, damlatıcı debileri arasında büyük farklılıklar mevcuttur; dolayısıyla bitkilere homojen bir su uygulandığı söylenemez.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, damlatıcı debisi, eş su dağılımı, zeytinde sulama.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF WATER DISTRIBUTION UNIFORMITY OF DRIP EMITTERS FOR OLIVE TREES IN IZMIR PROVINCE

Yunus ÇİÇEK

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Bilal ACAR

2015, 54 Pages

Jury
Advisor: Assoc. Prof. Dr. Bilal ACAR
Jury: Prof. Dr. Ramazan TOPAK
Jury: Asst. Prof. Dr. Mithat DİREK

This study was performed to determine water distribution uniformities of drip irrigation systems in olive plantations at Izmir - Menemen province. For that purpose, uniformity coefficient, UC and emission uniformity, EU were researched. The UC was calculated as greater than 80% in 3 drip irrigation systems and water distribution class was **Good** in those systems. The water distribution classes were **Moderate**, **Poor** and **Very Poor** or **Unacceptable** for other two, two and three drip irrigation systems, respectively. The highest EU was obtained from drip irrigation system installed at olive garden number 7 as 82% (**Good-Acceptable**) and the lowest one was obtained from drip irrigation system at olive garden number 4 as 23% (**Poor-Unacceptable**). In all drip irrigation systems, working pressure varied from 1,2 to 2 atm (higher than the 1 atm.). In that regard, emitter clogging was main reason of poor water distribution. According to results, there is a great difference between emitter discharges so it is impossible to say uniform water application for olive plants.

Keywords: Drip irrigation, emitter discharge, uniform water distribution, olive irrigation.

ÖNSÖZ

Bu araştırma konusunu belirleyen, tezimin her aşamasında katkılarını benden esirgemeyen ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan danışman hocam Doç. Dr. Bilal ACAR'a, bana olan inancı ve eğitimim konusundaki ısrarı sebebiyle yaşam boyu umut kaynağım olan biricik annem Gülsen ÇİÇEK'e, yorucu ve uzun arazi çalışmalarında bana fiilen ve manevi olarak yardımcı olan kardeşim Gökhan ÇİÇEK'e, bizi yöredeki diğer zeytin yetiştiricisi çiftçilerle buluşturan ve arazi çalışmaları sırasında sıcakkanlılıkla fiilen yardımda bulunan ve dolayısıyla bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği olan çiftçi ağabeylerimiz Oktay ŞEN ve Ali ÇETİN'e ve diğer çiftçi büyüklerimize teşekkürü bir borç bilirim.

Yapılan bu tez çalışmasının başta bölge çiftçileri olmak üzere zeytin yetiştiriciliği yapan tüm çiftçilerimize ve konuyla ilgili araştırmacılara bir katkı sağlamasını temenni ederim.

Yunus ÇİÇEK
KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

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

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **11**

3. MATERYAL VE METOT **21**

3.1. İzmir İli Toprak ve Su Kaynakları Potansiyeli 21
3.2. İklim Özellikleri 21
3.3. Çalışma Alanı 22
3.4. Sulamayı İlgilendiren Bazı Toprak Özelliklerinin Tespiti 24
3.5. Sulama Suyu Kalitesinin Belirlenmesi 25
3.6. Eş Su Dağılım Katsayıları 25

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **30**

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 30
4.1.1. Toprakların bazı fiziksel özellikleri 30
4.1.2. Toprakların bazı kimyasal özellikleri 31
4.2. Araştırma Alanında Kullanılan Sulama Sularının Analizi 33
4.3. Araştırma Alanı Eş Su Dağılım (Yeknesaklık) Katsayıları 35
4.3.1. Üniformite katsayısı (UC) ve su dağılım sınıfları 35
4.3.2. Eş su dağılım türdeşliği (EU) 38
4.4. Araştırma Alanında Eş Su Dağılımını Etkiyen Sebepler 39
4.4.1. Sistem basıncındaki değişimler 39
4.4.2. Damlatıcı performansı 40
4.4.3. Borularda meydana gelen kaçaklar ve yıpranmalar 41

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **43**

KAYNAKLAR **46**

EKLER **52**

ÖZGEÇMİŞ **54**

SİMGELER VE KISALTMALAR

UC: Üniformite Katsayısı

Tmax: Maksimum Sıcaklık

Tmin: Minimum Sıcaklık

EU: Dağılım Üniformitesi

EC: Elektriksel İletkenlik

TK: Tarla Kapasitesi

SN: Solma Noktası

C: Killi

S: Kumlu

L: Tınlı

1. GİRİŞ

Günümüz tarımında en önemli konulardan birisi de suyun tasarruflu bir şekilde kullanılmasıdır. Dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de en fazla tatlı suyun kullanıldığı sektör tarımdır. Tarım dünyada tek başına ortalama %70 ile en yüksek su kullanan sektör konumundadır (Gerbens-Leenes ve Nonhebel, 2004) ve bu oran bazı durumlarda %90'a kadar ulaşmaktadır (Allan, 1998). Bunun için özellikle kurak ve yarı-kurak iklim bölgelerinde tarımda tatlı su kaynaklarının tasarruflu kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Türkiye bulunduğu coğrafi konumun avantajından dolayı tarımsal üretim açısından son derece zengin bir ülkedir. Türkiye'de ticari bakımdan en önemli üretim alanına sahip meyvelerden biri de zeytindir.

Türkiye'de 2011 yılı itibarı ile 798.000 hektar olan zeytin üretim alanında 117.941.000'i meyve veren olmak üzere toplam 155.427.000 adet zeytin ağacı bulunmaktadır. Toplam yıllık zeytin üretimi 1.750.000 ton civarında olup bunun 550.000 ton'u sofralık, 1.200.000 ton'u da yağlık zeytindir (Anonim, 2012).

Bilindiği gibi zeytin yetiştiriciliği yapılan alanların büyük çoğunluğunda uzun yıllardan beri sulama yapılmamaktadır. Oysa sulama zeytinde verim ve kaliteyi artıran teknolojik bir uygulamadır.

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

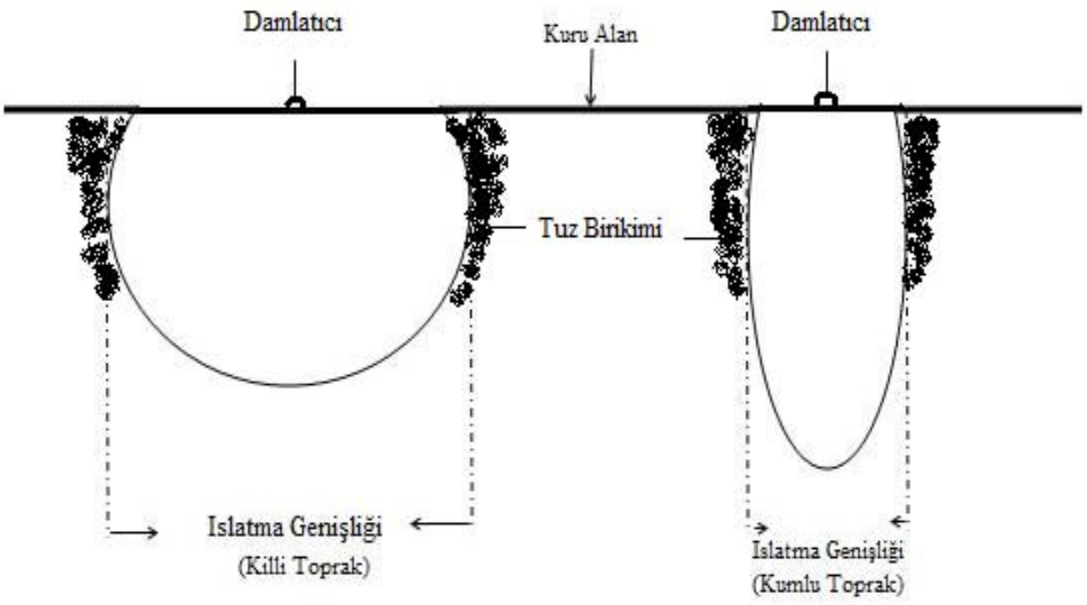
Tarımda verimi artıran faktörlerin başında sulama gelir. Çünkü sulama sadece bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu karşılamaz, aynı zamanda gübre gibi bazı girdilerin de bitkiye faydalılığını artırır. Sulamanın temel amacı, bitki gelişmesi için gerekli olan suyun bitki kök bölgesinde homojen olarak depolanmasıdır.

Sulama yönteminin seçiminde en önemli faktörlerden biri de yöredeki su kaynağının miktarıdır. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda tatlı su kaynaklarının sınırlı olması basınçlı sulama tekniklerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Basınçlı sulama yöntemlerinde iyi bir planlama ve işletmecilik ile yüksek sulama randımanı elde edilir. Zeytin tarımında sulama kolaylığı, yüksek verim ve kaliteli üründen dolayı damla sulama gittikçe yaygın hale gelmektedir.

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

Toprağa basınçsız veya düşük basınçla uygulanan sulama suyu, yer çekimi ve kapilar kuvvetlerin etkisiyle yatay ve düşey yönde hareket ederek elips veya şeker pancarı kök şekline benzer bir ıslak profil ve kesik elips şeklinde ıslatma alanı oluşturur. Islak profilin şekline toprağın cinsi, damlatıcı debisi, sulama suyu miktarı, topraktaki organik madde miktarı vb. faktörler etki etmektedir (Şekil 1.1).

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



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

Damla sulama sisteminin pek çok üstünlüğü vardır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- İyi bir sulama suyu yönetimi ile yüksek sulama randımanı elde edilebilir, dolayısıyla aynı miktar su ile daha fazla alan sulanır,

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

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

Hangi sulama yöntemi seçilirse seçilsin, seçilen sulama yönteminin homojen bir su dağılımı sağlaması, derine sızma ve yüzey akış kayıplarını minimum düzeyde tutması, toprak erozyonuna sebep olmaması ve tarımsal mekanizasyona engel teşkil etmemesi arzu edilir. Kısaca sulama suyunun etkin bir şekilde yönetilmesi gerekir.

Zeytinde kullanılan sulama tekniklerinden biri de damla sulamadır. İşletim kolaylığı, sağlıklı bir şekilde yönetilmesi sonucunda yüksek su uygulama randımanı gibi

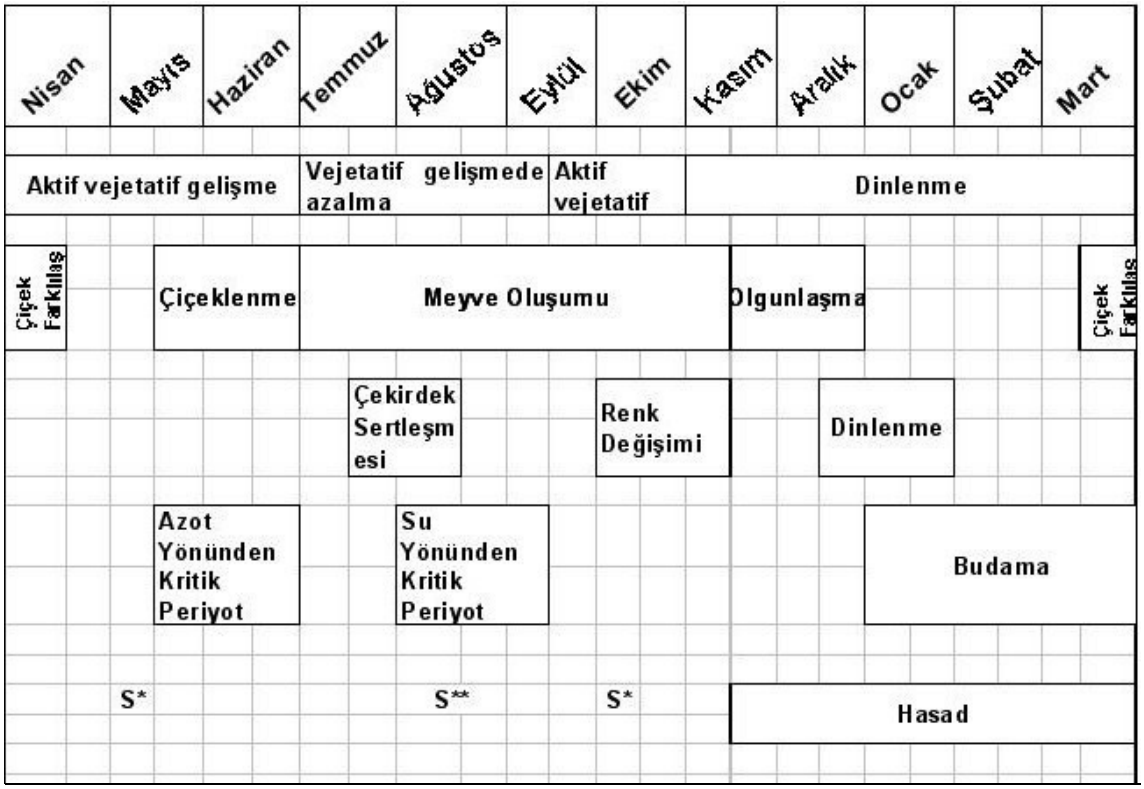
üstünlükleri söz konusu sulama yönteminin zeytin tarımında kullanım alanlarının artmasında etkili olmaktadır.

Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlar genellikle, eğimli ve son derece engebeli alanlar ile su kıtlığının ve yüksek sıcaklığın görüldüğü dağlık alanlardır. Bu alanlarda yetiştiricilik yağışa dayalı olarak yapılmakta ve uzun dönem yağış düşmemesi nedeniyle ağaçlar su stresiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Çok az suyun bile zeytinde verimi artırmasından dolayı, Akdeniz iklim kuşağındaki ülkelerde sulama çalışmalarına ağırlık verilmekte ve bu çalışmalarda, farklı sulama programlarının zeytin verimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesine etkileri araştırılmaktadır. Türkiye'de bu tür çalışmalar henüz yeterli seviyelerde değildir. Yapılacak araştırmalarla uygun sulama programlarının oluşturulması; üreticilerin doğru sulama alışkanlıkları kazanmalarının sağlanması, kıt olan su kaynaklarının korunması, verim ve kalitenin arttırılması yönünden oldukça önemlidir.

Türkiye kurak ve yarı kurak bir iklim kuşağında bulunduğu için zeytinin gereksinim duyduğu dönemlerde yeterli yağış düşmemekte ve bu da sulamanın önemini artırmaktadır. Yetişme dönemi içerisinde bitkinin ne kadar su tükettiğinin ve ne kadar sulama suyuna ihtiyaç duyduğunun bilinmesi bitkisel üretimde sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi açısından son derece önemlidir.

Kuzey yarıkürede zeytinin gelişme safhaları Şekil 1.2'de; farklı yetişme dönemindeki su stresinin zeytinde etkileri ise Çizelge 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.2. Zeytinde gelişme dönemleri (Pansoit ve Rebour, 1961)

Çizelge 1.1. Zeytinin değişik safhalarında su stresinin etkileri

FENOLOJİK SAFHALAR	DÖNEMİ	SU STRESİNİN ETKİSİ
Sürgün büyümesi	Genelde kışın geç dönemde, yaz başlangıcında ve sonbahara kadar	Sürgün büyümesini azaltır
Çiçek tomurcuğunun oluşumu	Şubat-Nisan	Çiçek tomurcuğu azalır
Çiçeklenme	Nisan-Mayıs	Çiçeklenme tamamlanamaz
Meyve tutumu	Mayıs-Haziran	Düşük meyve tutumu ve periyodisitenin artması
Meyve büyümesi	Haziran-Temmuz	Hücre bölünmesi azaldığı için meyve hacminin küçülmesi
Meyve genişlemesi	Ağustos	Hücre uzamasının azalması ve meyvenin küçülmesi
Yağ birikimi	Eylül	Meyvede yağ içeriğinin azalması

Randımanlı bir sulama için, uygun yöntemin seçimi, sağlıklı bir şekilde sistem planlaması ve iyi bir işletmecilik olmazsa olmazlardır (Yıldırım ve Korukçu, 1999).

Damla sulamanın yüksek oranda su tasarrufu sağlaması, çevre dostu olması, pek çok bitkinin sulanmasında kullanılabilmesi, bitkilere eş su uygulaması ve çeşitli bitki ve eğim şartlarında uygulanabilmesinden dolayı yakın gelecekte kullanımı daha da artacaktır (Çetin ve Bilgel, 2002; Du ve ark., 2008).

Üniformite sistem performansının değerlendirilmesinde en önemli göstergelerden biridir (Letey ve ark., 1990). Suyun araziye veya bitkilere eş uygulanması büyük önem taşır. Üniformiteye başka bir ifade ile suyun bitkilere eş dağılımına arazinin eğimi, sistemin hidrolik planlaması ve damlatıcılardaki yerel veya tamamen tıkanmalar etki etmektedir (Mofoke ve ark., 2004; Yıldırım, 2007).

Suyun eş dağılımına pompanın randımanı, kırılmış ve yıpranmış dağıtım borularının kullanılması, damlatıcıların fiziksel, biyolojik ve kimyasal maddeler tarafından tıkanması, sulama sisteminde oluşan paslanmalar, vanalardaki tahribatlar ve yanlış planlama da önemli oranda etki eder (Goyal, 2007; Capra ve Scicolone, 1998).

Yüzey damla sulama sisteminde eş su dağılımını etkileyen faktörler, basınç farklılıkları, damlatıcılarda tıkanma, imalat kalitesindeki değişimler, toprakaltı damla sulamada toprak özelliklerindeki farklılıklar ve lateral boyunca sıcaklık farklılıklarıdır (Burt ve ark., 1997).

Damla sulamada ileri teknoloji kullanılmasına rağmen, söz konusu sulama sisteminin gerek planlama ve gerekse işletilme aşamasında bazı hatalar yapılmaktadır. Damla sulama sistemlerinde karşılaşılan en önemli sorun filtresiz ortamda düşük kaliteli sulama suyu kullanılması durumunda damlatıcılardaki tıkanmalardır. Kısmen veya tamamen damlatıcı tıkanmaları bitkilere suyun homojen olarak dağılımını engeller.

Damla sulama sisteminin en önemli parçalarından biri damlatıcılardır ve sulama suyunu bitkilere uygulayan elemanlardır. Ancak, kesitleri çok küçük olduğundan miktarı ve cinsine bağlı olarak sulama sularındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik materyallerden tıkanabilirler. Fiziksel tıkanma asılı inorganik partiküller (örneğin kum, silt, kil, plastik) ve organik materyallerden (hayvan kalıntıları v.b.) kaynaklanabilir (Bucks ve ark., 1979; Gilbert ve ark., 1981). Kimyasal tıkanma, çökelti maddeleri oluşturmak için birbirleriyle reaksiyona giren çözünmüş maddelerden kaynaklanır. Sulama suyunda kalsiyum ve bikarbonat zengin olursa, kalsiyum karbonat olarak bilinen çökelti maddesi oluşarak damlatıcıları tıkar. Biyolojik tıkanma ise sulama suyundaki alg v.b. maddelerden meydana gelir.

Günümüzde suyun arazi yüzeyine ne homojenlikte dağıldığının belirlenmesi sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde ana kriterlerden biridir (Yavuz ve ark., 2010).

Yüksek verim, etkin bir sulama programı ve suyun homojen olarak bitkilere uygulanmasından geçmektedir. Eş sulama suyu uygulaması kök bölgesinde suyun yeknesak olarak dağılımına imkan verir (Ainechee ve ark., 2009).

Bir damla sulama sisteminde, sulama üniformitesi ile başlangıçta tesis maliyeti arasında doğrudan bir ilişki vardır. Basınç ayarsız damlatıcıların kullanıldığı sistemde, boru hattında su hareket ederken sürtünme kaybından dolayı basıncı düşer ve bundan dolayı sistemin son bölümlerinde damlatıcı debisinin azalmasına sebep olur. Eğer boru çapı büyürse, sürtünme kaybı azalacağından su daha üniform bir şekilde dağılır ancak, sistem maliyeti artar.

Damla sulamanın temel amaçlarından biri, sistemin ekonomik sınırlar dâhilinde sulama suyunu bitkilere üniform olarak dağıtacak şekilde planlanmasıdır. Sulama üniformitesini azaltan faktörler tam olarak bilinemese de belli başlı olanları şunlardır (Goyal, 2007);

1. Sağlıklı çalışmayan pompa kullanımı,
2. Dağıtım boru hattındaki kırılma ve yıpranmalar,
3. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik maddelerden kaynaklanan damlatıcılardaki tıkanmalar,
4. Kullanılan vanaların sağlıksız olması,
5. Sistemin zayıf planlanması.

Goyal (2007) üniformite katsayısına göre eş su dağılım sınıfını Çizelge 1.2'deki gibi tavsiye etmiştir.

Çizelge 1.2. Sulama üniformitesi değerlendirme ölçütleri (Goyal, 2007)

Eş Su Dağılım Sınıfı	**Üniformite Katsayısı, % (UC)**
Mükemmel	95–100
İyi	90–85
Normal	75–80
Zayıf	65–70
Kabul edilemez	<60

Üniformitenin belirlenmesinde ilk ve en yaygın olarak kullanılan ölçüt Christiansen Üniformite (UC) katsayısı'dır. Bu katsayı ilk kez 1942 yılında yağmurlama sulama sistemlerinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş ve halen en yaygın olarak kullanılan ve kabul edilen ölçüdür (Ascough ve Kiker, 2002).

Üniformitenin azalmasında etkili bazı faktörler ve bunların çözüm yolları aşağıda Çizelge 1.3'de verilmiştir.

Çizelge 1.3. Üniformiteyi azaltan bazı faktörler ve çözüm yolları (Goyal, 2007)

Sebepler	Çözüm
Üniformite %60 veya Daha Düşük ise;	
Örnekleme az yapılmıştır	-Örneklemede 18' den fazla damlatıcı kullanılmalı
Filtrelerde, boru hatlarında ve damlatıcılarda tıkanma vardır	-Filtrelerin, boru hatlarının ve damlatıcıların temizlenmesi gerekir
	-Damlatıcıların temizlenmesi veya tıkanmış damlatıcıların yenisi ile değiştirilmesi gerekir.
Tmax ve Tmin arasında önemli oranda farklılık varsa;	
Sistemdeki damlatıcılarda tıkanma veya kırılmalar olabilir	-Kırılmış borular tamir edilmeli ve tıkanmış kısımlar temizlenmelidir.
Boru hatlarında yüksek oranda sürtünmeden dolayı basınç azalması varsa;	
Borular planlama değerinden daha küçük çaplıdır	-Planlama düzeltilmeli ve doğru boru çapı kullanılmalıdır

Basınçlı sulama yöntemlerinden olan damla sulamada sulama yeknesaklığının arazi şartlarında değerlendirilmesi oldukça zordur. Ancak arazi şartlarında yapılan ölçümler daha doğru sonuç verir.

Damla sulama sisteminin değerlendirilmesinde, su uygulama üniformitesini belirlemek için büyüklüğü belli kaplar kullanılır. Üniformiteyi bulmak için bu kapların dolması için gereken süreden veya belirli bir sürede kaplarda biriken suyun ölçümünden yararlanılır.

Yaohu ve ark. (1995), bitkilere homojen bir su uygulama için damla sulama sisteminin planlanmasında, yan boru ve lateral boru uzunluklarının, çap ve işletme basınçlarının sağlıklı olarak belirlenmesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir. Sağlıklı bir şekilde planlanmış ve araziye uygulanmış sulama sistemi kendisinden beklenen faydayı maksimum sağlayabilir. Bitkilere suyu sağlayan asıl kısım damlatıcılardır ve sistemin yanlış planlanması su dağılım düzgünlüğünü olumsuz etkiler. Bunu tespit etmenin yolu ise damlatıcı debi ölçümleridir. Bunun yanında, araziye döşenmiş sistemin zaman zaman bakım ve onarım faaliyetlerinin yapılması su dağılım homojenliğini artırır.

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

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

Damlatıcı debilerindeki değişim birçok etmenden kaynaklanmaktadır. Hidrolik değişim ile damlatıcı performansının değişimi temel etmenlerden ikisidir. Hidrolik değişim, yan boru ve lateral hatlarındaki arazi eğimi, boru çapı ve uzunluğa bağlı olarak damlatıcıların değişik basınçlar altında çalışması sonucu ortaya çıkar. Damlatıcı performansının değişimi, damlatıcılar arasındaki yapımcı farklılıkları, damlatıcılardaki tıkanıklılık, su sıcaklığındaki değişmeler ve damlatıcıların yıpranmaları sonucudur. Bu nedenle, damla sulama sistemlerinde sistem performansının en önemli göstergesi olan sulama yeknesaklığının belirlenmesinde anılan her iki değişimin de bilinmesi gerekmektedir (Tüzel, 1993).

Araziye uygulanan damla sulama sistemlerinin büyük çoğunluğunda planlama hataları mevcuttur. Damla sulama sistemlerinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri de lateral boruların araziye genellikle katalogda belirtilen borunun basınç, damlatıcı aralığı ve damlatıcı debisi gibi faktörleri göz ardı edilerek azami uzatma mesafesinden daha fazla uzatılmasıdır. Bu durum lateral boruların sonuna doğru sürtünmeden dolayı basıncın azalmasına bağlı olarak bitkilere uygulanan suyun da azalmasına sebep olmaktadır. Eğer lateraller gereğinden çok fazla uzatılırsa arazinin bazı bölümleri (sonları) yeterli miktarda su alamayacağından söz konusu bitkiler sudan yeterince faydalanamaz, verim ve kaliteleri önemli oranda azalabilir.

Bir sulama sistemi planlanırken, kullanılacak boruların kaliteli yani yüksek basınca dayanıklı olmasına özen gösterilmelidir.

Damla sulamada ileri teknoloji kullanılmasına rağmen, söz konusu sulama sisteminde gerek planlama ve gerekse işletilme aşamasında bazı hatalar yapılmaktadır. Birkaç yıl kullanılan damla sulama sistemlerinde bazen borulardaki yıpranmalar ve damlatıcılardaki tıkanmalardan dolayı bitkilere homojen su uygulama mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla, söz konusu sistemlerin ne kadar homojenlikte sulama suyu verdikleri arazi şartlarında damlatıcı debi ölçümleri ile net olarak öğrenilebilir.

Bu çalışma ile İzmir-Menemen çevresinde zeytinde kullanılan damlama sistemlerinin su dağılım homojenliği değerlendirilmiştir. Ayrıca, araştırma alanlarında seçilen bazı işletmelerde kullanılan sulama suyu örneklerinde sulama suyu kalitesi için analizler yapılmış ve sulamada kullanılan suların damla sulama sistemi için uygunluğu analiz edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Al-Juneidi ve Isaac (1999), Ürdün'de yapmış oldukları bir araştırmada tarımda mevcut sulama suyunun %97'sinin damla; %2,4'ünün yağmurlama sulama ile uygulandığını belirlemişlerdir. Su uygulama randımanını damla sulamada %85 ve yağmurlama sulamada %78 olarak tespit etmişlerdir.

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

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

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

İzmir-Kemalpaşa koşullarında yürütülen bir çalışmada, zeytin ağaçlarının mevsimlik su tüketimi 616,2 mm olarak belirlenmiştir (Özkara ve Özyılmaz, 1989).

Zeytin ağacının suya en duyarlı olduğu dönemler çekirdek sertleşmesi (Temmuz sonu-Ağustos başı) ve meyve renk dönüşümü (Eylül sonu-Ekim başı) dönemleridir. Bu dönemlerde yapılacak olan sulamalar verim de önemli bir artış sağlayabilir (Özkara ve Özyılmaz, 1989).

California'da yapılan bir çalışmada 232-1016 mm arasında değişen su miktarlarına karşılık zeytin meyve veriminin 10.500-22.100 kg/ha arasında değiştiği tespit edilmiştir (Goldhamer ve ark., 1994).

Moriana ve ark. (2003), İspanya'nın Cordoba şehrinde yer alan CIFA Deneme İstasyonunda 18 yaşındaki zeytin (*Olea europaea* L. cv. Picual) ağaçlarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Yaz ayları (Mayıs-Eylül) normalde kurak geçmektedir. Araştırma alanında üç yıllık deneme süresince ortalama yıllık yağış miktarları 1043, 407 ve 468 mm gerçekleşmiştir. Sulamaları haftada 5 kere damla sulama (Her ağaca 4 L/h debi veren 4 damlatıcı) ile yapmışlardır. Söz konusu denemede 5 farlı sulama muamelesi kullanmışlardır. Bunlar; 1) Kontrol - ETo olan bitkinin tükettiği suyun tamamının karşılandığı tam sulama konusu; 2) Ayarlanmış kısıtlı sulama konusu - ETo'ın %75'inin 4 yaz aylarının dışında (Temmuz-Eylül) kurak dönemde uygulanması; 3) Sürekli kısıtlı sulama - ETo'ın %75'inin yıl boyunca uygulanması; 4) Kısıntılı sulama- sadece yağışın olduğu (meyve oluşum) ve yağışın olmadığı (meyve oluşumu olmadığı) dönemde sulama uygulaması; 5) Kurak - her yıl sadece yağışa dayalı sulama muamelesi. Bu beş uygulama için üç yıllık ortalama uygulanan su miktarı sırasıyla 566, 131, 242, 445 ve 0 mm ve ortalama ETo: 830, 566, 616, 740, 508 mm dir. Bütün muamelelerde meyve verimi yaklaşık, ETo 480 ile 680 mm olması durumunda, 5 t/ha ile 11 t/ha arasında lineer olarak artmıştır. En yüksek verimi elde etmek için maksimum ETo'ın %82 (ortalama 580 mm) su uygulamasının yeterli olduğunu; yağışa dayalı muameleden en düşük; kontrol muamelesinden ise en yüksek verimi elde etmişlerdir.

O'Sullivan (1992), California'nın oldukça sıcak bir bölgesinde olgun formda Manzanillo zeytin çeşidinde farklı sulama seviyelerinin verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla 1990-1992 yılları arasında bir araştırma yapmıştır. Araştırmada bitki dikim şekli 4,57 x 9,14 m (231 ağaç/ha) kullanmıştır. Denemede 8 farklı sulama seviyesi uygulamıştır. Toplam 6 adet parselde söz konusu 8 sulama muamelesini (48 parselde) kullanmıştır. Yıllık uygulanan sulama suyu miktarı 232 mm ile 1016 mm arasındadır. Araştırmada 100 mm yağış üzerine destek olarak 232 mm sulama suyu uygulamasından ortalama 45,5 kg/ağaç (10,5 t/ha) ürün elde ederken, 1016 mm sulama suyunun uygulandığı tam sulama konusundan ise 97,5 kg/ağaç (22,1 t/ha) verim almıştır. İki yıl ortalama olarak uygulanan sulama suyu miktarlarına karşılık elde ettiği ağaç başına verim; 232 mm – 45,5 kg, 338 mm - 53,7 kg, 424 mm – 56,7 kg, 599 mm – 66,7 kg, 729 mm – 75,8 kg, 838 mm – 85,3 kg, 945 mm - 94,8 kg, 1016 mm – 97,5 kg dır.

Wang ve ark. (2005), damla sulamada sulama sıklığının topraktaki nem dağılımına, patates kök dağılımına, patates yumru verimine ve su kullanıma etkisini belirlemek amacıyla 2001-2002 bitki yetiştirme döneminde Çin'de Tarım Ekosistem İstasyonunda (LAES), Hebei yöresinde bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada 6 farklı sulama aralığı; günde bir (N1), 2 günde bir (N2), 3 günde bir (N3), 4 günde bir (N4), 6 günde bir (N6) ve 8 günde bir (N8) kullanmışlardır. Sonuç olarak, sulama sıklığı patatesin yetiştirme safhası, toprak derinliği ve damlatıcıdan uzaklığa bağlı olarak topraktaki nem dağılımını değiştirmemiştir. N1 uygulamasında, topraktaki nem muhtevasında 70 cm ve 90 cm derinliklerde önemli oranda değişim belirlemişlerdir. Patatesin kök gelişiminin sulama aralığından etkilendiğini, sulama sıklığı arttıkça kök yoğunluğunun aşağı doğru arttığını, patates yumru büyüklüğünü ve su kullanım randımanını artırdığını tespit etmişlerdir. Sulama sıklığı azaldıkça, (N1'den N8'e çıktıkça), 2001 ve 2002 yıllarında sırasıyla verimde %33,4 ve %29,1 gibi önemli oranda azalma tespit etmişlerdir.

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

Ainechee ve ark. (2009)' na göre damla sulamada nem dağılımı ile ilgili bilgiler damla sulama sisteminin planlanması ve işletilmesinde çok büyük önem taşımaktadır. Söz konusu bilgiler, suyun ve gübrenin aktif kök bölgesine hassas olarak verilmesine yardımcı olur. Suyun topraktaki dağılımına ise toprak özellikleri ile uygulanan suyun davranışları etkili olmaktadır.

Çetin ve ark. (2013)'e göre damla sulamada derinlik cinsinden belirlenen sulama suyu miktarının sistem kapasitesine göre uygulamaya yani sulama süresine dönüştürülmesinde ıslatılan alan yüzdesi ve örtü yüzdesi gibi parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. Bir damlatıcı altında toprağın ıslatma hacminin boyutları, toprağın hidrolik özelliklerine (toprağın hidrolik iletkenliği, bünye ve yapı), damlatıcı debisi ve uygulanan sulama suyu miktarına bağlıdır. Damla sulamada bir damlatıcıdan çıkan sulama suyu düşük miktarda toprağa verildiğinde toprak içindeki suyun aldığı

ıslatma desenin şekli kesik elipsoittir. Toprakta en fazla ıslanma genişliği ya da çapı toprak bünyesine bağlı olarak toprak yüzeyinin ortalama 10-20 cm altında gerçekleşebilir. Islatılan alan yüzdesi hesabında bu değer kullanılabilir.

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

Bitkinin verimliliği doğrudan almış olduğu suyun miktarı ve zamanlaması ile ilgilidir ve bu yüzden sulama suyunun mümkün olduğu kadar homojen uygulanması gerekir. Homojen yani eş sulama suyu uygulaması bütün sulama yöntemlerinde önemli bir yönetim faktörüdür ve arazinin tamamına suyun ne oranda eş dağıldığını gösterir. Başarılı bir sulama suyu uygulaması kullanılan damlama borularının fiziksel ve hidrolik özelliklerine bağlıdır (Al-Amound, 1995).

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

Ortega ve ark. (2002), damla sulama yönteminde karşılaşılan en önemli problemin düşük basınç uygulamaları olduğunu ve bunun genellikle yan borularda ortaya çıktığını tespit etmişlerdir. Bu sorunun çözümünün sistemin araziye sağlıklı döşenmesi, uygun bir planlama olduğunu bildirmişlerdir.

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

Little ve ark. (1993), düşük dağılım üniformitesinin en büyük sebebinin kullanılan lateralden kaynaklandığını belirterek basınç değişimlerinin homojen olmayan su dağılımına etki payının %52 olduğunu bildirmiştir. Damlatıcı imalat farklılığı,

tıkanma, damlatıcı aralığı ve sistem kapatıldıktan sonra damlatıcı debisindeki değişimin ise %42 oranında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek basınç değişiminin de arazinin dalgalı olması ve aşırı lateral uzatılmasından kaynaklandığını; basınçtaki değişimlerin manifold ve lateral boru çapının artırılması veya manifold ve lateral boru uzunluklarının kısaltılması ve uygun noktalara basınç düzenleyiciler koymak ve basınç düzenleyicili damlatıcı kullanmak suretiyle önlenebileceğini tavsiye etmişlerdir.

Demir ve Yürdem (2002), aynı damlatıcının yer aldığı farklı çaplı damla sulama borularında en uygun lateral uzunluklarını incelemişlerdir. Bu amaçla, içten geçik uzun akış yollu, 20, 25, 33, 40, 50, 60 ve 75 cm damlatıcı aralıklı, 14,8 mm (iç çap: 13,0 mm) ve 15,8 mm (iç çap: 14,0 mm) dış çapa sahip iki farklı damla sulama borusu ele almışlardır. Araştırmada, damlatıcı özelliklerini belirlemiş ve lateral borularda meydana gelen sürtünme kayıplarını ölçmüşlerdir. Elde edilen basınç-debi ve sürtünme kayıp eşitlikleri kullanılarak, hazırlanan bir bilgisayar programı yardımıyla 1,0 ve 1,5 bar çalışma basınçları ile çeşitli eğim koşullarında, eş su dağılımı sağlayan lateral uzunluklarını ortaya koymuşlardır. Her iki çap için, çeşitli çalışma koşullarındaki en uygun lateral uzunluklarındaki sapmaları yüzde olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, aynı tip damlatıcının küçük çaplı boruda kullanılması durumunda çeşitli çalışma koşullarında damlatıcı aralığına bağlı olarak lateral uzunluğu % 3,07-9,92 arasında daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

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

Jarrett (1996), basınç ayarlı damlatıcılarda debinin 0,34-1,4 atm basınç aralığında sabit olduğunu ve söz konusu damlatıcıların bulunduğu laterallerde azami yükseklik farkının lateral boyunca 6 m'yi geçmemesi gerektiğini tavsiye etmiştir. Basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda ise debinin basınçla değiştiğini ve uygun bir bitki gelişimi için lateral boyunca basınç değişiminin <%20'den az olması gerektiğini belirtmiştir.

Acar ve ark. (2009), Antalya ili Serik İlçesi civarındaki 11 adet serada basıncın debi değişimine etkisini araştırmışlardır. Söz konusu işletmelerdeki damla sulama sistemlerinin tamamının elektrik ile çalıştırıldığı, basıncın 1,5-2,0 atm arasında değiştiğini ve ölçülen bu basınçların damla sulamada ideal olarak kabul edilen 1,0 atm

den daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, basınç arttıkça damlatıcı debisinin de arttığını belirlemişlerdir.

Badr ve ark. (2009), damla sulama sisteminde, damlatıcı debi türdeşliğine lateral uzunluğu ve çapı, damlatıcı debisi, işletme basıncı ve damlatıcıların imalat kalitelerinin etki ettiğini bildirmiştir.

Damlatıcı debilerindeki değişim birçok etmenden kaynaklanmaktadır. Hidrolik değişim ile damlatıcı performansının değişimi temel etmenlerden ikisidir. Hidrolik değişim, yan boru ve lateral hatlarındaki arazi eğimi, boru çapı ve uzunluğa bağlı olarak damlatıcıların değişik basınçlar altında çalışması sonucu ortaya çıkar. Damlatıcı performansının değişimi, damlatıcılar arasındaki yapımcı farklılıkları, damlatıcılardaki tıkanıklılık, su sıcaklığındaki değişmeler ve damlatıcıların yıpranmaları sonucudur. Bu nedenle, damla sulama sistemlerinde sistem performansının en önemli göstergesi olan sulama yeknesaklığının belirlenmesinde anılan her iki değişimin de bilinmesi gerekmektedir (Tüzel, 1993).

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

Kırnak ve ark. (2004), damla sulama yönteminde sulama suyu eş dağılımının sadece arazinin topoğrafik yapısı gibi sistemin hidrolik planlamasına bağlı olmadığını bunun yanında damlatıcı yapım farklılığına da bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

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

Damla sistemlerinde yüksek düzeyde su dağıtım türdeşliği elde edebilmek için damlatıcıların hatasız yapılması zorunludur. Ancak, damlatıcıların hatasız yapımı imkansızdır. Aynı fabrikada aynı şartlarda yapılan iki damlatıcı arasında bile imalat kalitesi açısından azda olsa farklılıklar mevcuttur. Üretim sırasındaki sıcaklık değişimleri, şekillendirme hataları ve işlenmemiş materyalin tam karışamaması gibi birçok etken, damlatıcı kalitesini etkileyen etmenler olarak sayılabilir (Madramotto, 1988).

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

Kırnak ve ark. (2004), damla sulama sisteminin etkinliğinin damlatıcıdan çıkan debinin eşdeşliğine bağlı olduğunu, her yönüyle aynı iki damlatıcının üretiminin imkansız olduğunu ve damlatıcılardaki debi değişiminin belirlenmesinde ise yapım farklılık katsayısının kullanılabileceğini önermişlerdir. Araştırıcılar, içten geçmeli damlatıcılardaki yapım farklılıkları ile değişik basınçlardaki debileri, üretici firma ve test sonuçları ile karşılaştırmıştır. Üretici firmalardan alınan 9 farklı damlatıcının 5 işletme basıncında debilerini ölçmüşlerdir. ASAE standartları (1996)'na göre yapım farklılık katsayısını, basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda kabul edilemez sınırları içinde olduğunu tespit etmişlerdir.

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

Çizelge 2.1. Kullanılan sistemin özellikleri ve yapım katsayıları (Capra ve Tamburino, 1995)

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

* mikrojets; diğerleri damlatıcılardır.

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

Sohrabi ve ark. (1999), İran'da 7 tanesi yerli, 2 tanesi de yabancı 9 adet damla sulama lateralini damlatıcı yapım farklılığı katsayısına göre sınıflandırmak amacıyla yapmış oldukları bir çalışmada, 0,5, 0,8, 1,0, 1,2, 1,5 ve 2,0 atm basınçlarını kullanmıştır. Test edilen damlatıcılardan 5 tanesi uzun akış yollu, 2 tanesi basınç ayarlı ve 2 tanesi de orifis tip damlatıcılardır. Sonuçta, damlatıcılardan 3 tanesini mükemmel, 1 tanesini iyi, 1 tanesini orta, 1 tanesini zayıf ve 3 tanesini de kullanılamaz olarak sınıflandırmışlardır.

Damla sulama sistemlerinin performansları kurulu olan sistemin yeknesaklık analizleri yapılarak tespit edilebilir (Özekici ve Sneed, 1995).

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

Anonymous (2005)' a göre üniformitenin belirlenmesinde yan boru üzerinde biri su giriş kısmında, iki tanesi 1/3 ve 2/3, sonuncusu da yan borunun sonuna yakın

kısmında olmak üzere, arazide 4 adet lateral boru seçilmesi; bu dört lateral üzerinde de 4 noktada (1 tanesi lateral başında, 2 si 1/3 ve 2/3, sonuncu da lateral sonuna yakın kısmında) yani 16 adet damlatıcıda debi ölçümü tavsiye edilmektedir.

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

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

Sharma (2013), hat-üstü basınç ayarsız 2, 4 ve 8 L/h debi veren damlatıcıları arazi şartlarında test etmiştir. Düzgün bir damlatıcı debisi elde etmek için 2, 4 ve 8 L/h debi veren damlatıcıların sırasıyla 40, 70 ve 100 kPa basınçta kullanılmaları durumunda üniformite katsayısının %90'dan daha fazla olduğunu belirtmiştir. Araştırmada 2, 4 ve 8 L/h debi veren damlatıcılar için dağılım yeknesaklığını sırasıyla %86,23, %84,37 ve %91,6 olarak hesaplamıştır.

Konya Havzasında; Karaman, Konya ve Aksaray il merkezi civarında yapılan araştırmalarda (Acar, 2001; Bağdatlı ve Acar, 2009; Düzgün, 2009), ortalama UC değerleri söz konusu çalışma alanları için, sırasıyla %94, %89,9 ve %68,8 tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu sonuçlara göre eş su dağılım durumlarını Tüzel (1993)'e göre **mükemmel**, **iyi** ve **zayıf** olarak sınıflandırmıştır.

Çamoğlu ve Yavuz (2004), Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yerli ve yabancı yapım damlatıcıların sulama performanslarına olan etkisinin belirlenmesi için bir araştırma yapmışlardır. Sonuç olarak; yabancı yapım damlatıcıların ortalama damlama türdeşliğini (EU) %96,04, Christiansen yeknesaklık katsayısını (UC) %97,41; yerli yapım damlatıcılarda ise ortalama damlama türdeşliğini (EU) %96,61, Christiansen yeknesaklık katsayısını (UC) %97,62 olarak bulmuşlardır.

Acar ve ark. (2011), Antalya ili Serik İlçesi civarındaki 11 adet serada eş su dağılım, UC, düzgünlüğünü araştırmışlardır. UC değerini Goyal (2007) tarafından geliştirilen grafiksel yöntemle belirlemişlerdir. Sonuç olarak, UC değerinin %56 ile %90 arasında tespit etmişlerdir. Bu değere göre eş su dağılım düzgünlüğünün **Kabul Edilemez** ile **Mükemmel** arasında sınıflandırmışlardır. Benzer şekilde dağılım

üniformitesini, EU, %41 (**Zayıf-Kabul Edilemez**) ile %92 (**Mükemmel-İyi**) arasında tespit etmişlerdir. Dağılım düzgünlüğündeki düşüklüğün sebepleri olarak su dağıtım borularındaki bakım ve onarım faaliyetlerinin yetersiz olmasını ve sürtünmeden ileri gelebileceğini belirtmişlerdir.

Arshad ve ark. (2014), su dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi amacıyla, kumlu toprakta, daha önceden kurulmuş ve sulamada kullanılmakta olan 60 mm ana boru, 40 mm yan boru, 20 mm lateral boru çaplı, 0,50 m damlatıcı aralıklı hat üstü (düğme tip) damlatıcıların bulunduğu damla sulama sistemini 1,36 atm basınçta Abu Dabi'nin batı kısmında yer alan Liwa Oasis'de mayıs 2014'de sera şartlarında test etmişlerdir. Sonuç olarak, Üniformite (UC) ve Su Dağılım (EU) Katsayılarını sırasıyla yaklaşık %96,5 ve %94 olarak hesaplamışlardır.

Valiahary ve ark. (2014) sulama sistemlerinde özellikle damla sulama sistemlerinde en önemli konulardan birinin sistemin arazi şartlarında değerlendirilmesi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar su dağılım homojenliğini belirlemek amacıyla Sattarkhan- Azerbaijan denilen yerde bulunan sulama alanında 5 farklı sulama sistemini test etmişlerdir. Söz konusu testte, her 5 sistemde de yan boru başı, yan borunun 1/3 'ünde, yan borunun 2/3'ünde ve yan borunun sonunda bulunan laterallerin başında ve sonunda bulunan damlatıcılarda basınç ve debi ölçümlerini yapmışlardır. Su dağılım homojenliğini, EU, %48,13 ile %82,8 arasında hesaplamış ve buna göre de su dağılım düzgünlüğünü **Zayıf** ve **İyi** olarak sınıflandırmışlardır. Sistem basıncındaki büyük farklılıkları, düşük kaliteli damlatıcı kullanımı sonucu damlatıcılardaki tıkanmaları, sulama yapan kişilerin düşük deneyime sahip olmalarını ve sistemin zayıf işletilmesini düşük sistem performansının sebepleri olarak tespit etmişlerdir.

Ashiri ve ark. (2014) İran'ın tarımsal potansiyeli yüksek olan Dezful'da 5 farklı damla sulama sisteminde damlatıcı debileri 2, 4 ve 8 L/h olan basınç düzenleyici özelliğe sahip damlatıcıları üniformite katsayısı UC, ve su dağılım katsayısı EU, açısından araştırmışlardır. Yapılan hesaplamalar sonucunda UC ve EU değerlerini sırasıyla %95,12 ile %91,68 olarak belirlemişlerdir. Bütün test edilen sistemlerde su dağılım düzgünlüğünün '**Mükemmel**' olduğunu ve bununda söz konusu damla sulama sistemlerinin iyi bir şekilde planlanmasından ve yönetilmesinden kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

Araştırma materyali olarak İzmir ili Menemen ilçesi çevresinde zeytin tarımında kullanılan yaklaşık 10 adet işletmedeki damla sulama sistemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın İzmir ili çevresinde yürütülmesinin sebebi, söz konusu yörede zeytin tarımının yaygın olması ve zeytinin sulanmasında damla sulama sistemlerinin kullanım alanlarının her geçen gün artış göstermesidir.

3.1. İzmir İli Toprak ve Su Kaynakları Potansiyeli

İlde, toprak işlemeli tarım yapılan araziler olarak kabul edilen I. ve IV. sınıf arazi miktarı 372.393 ha'dır. Ancak ilde tarım yapılan alan yaklaşık 366.000 ha civarındadır. Ekilebilir arazilerin bir kısmı tarım dışı alanlara kaymaktadır. İlde sulanabilir arazi miktarı 326.304 ha; mevcut sulanan arazi miktarı ise 241.564 ha civarındadır (Anonim, 2006).

2010 yılı tarımsal istatistik verilerimize göre İzmir'in genel arazi varlığının %28' ini tarım arazileri oluşturmakta olup, tarım alanları içerisinde %28,2 oranla zeytin alanları 2. sırayı almaktadır.

İzmir ilinin toplam yer üstü ve yer altı su kaynakları potansiyeli 2,6 milyar m^3/yıl civarındadır. İzmir ilinde Gediz, Küçük Menderes ve Bakırçay olmak üzere üç büyük akarsu mevcuttur. Bu akarsular, isimlerini verdikleri havzalarda tarımsal sulama amaçlı kullanılmakta ve Türkiye'deki akarsu havzaları potansiyelinin %2,8'ini meydana getirmektedir. Ayrıca, ilde Karagöl ve Gölcük gölleri de vardır. Bunlardan Gölcük gölü çevresindeki bulunan tarım arazilerinin sulanması amacıyla da kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

3.2. İklim Özellikleri

İzmir ili Ege Bölgesinde yer alır ve Akdeniz iklimi özelliklerine sahiptir. Yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 17,8 ^oC, nispi nem ise %62 dir. Bölgede sıcaklık sahil şeridi boyunca güneyden kuzeye doğru azalır ve yaz sıcaklıkları ovalarda kıyılara göre daha yüksek seviyelerde seyreder. İzmir ilinde kar yağışlı gün sayısı ise yok denecek kadar azdır (Anonim, 2006).

İzmir ilinde iklim elemanları içerisinde en fazla değişkenliği yağış miktarı göstermektedir. Yıllık ortama yağış miktarı 700 mm civarında olmasına karşılık, bazı yıllarda 1000 mm' ye ulaşırken, bazı yıllarda ise 300 mm civarına bile düşmektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre, yağış miktarı Ekim ayının ortasından sonra artış göstermeye başlar, Mayıs ayına kadar devam eder. Aylık ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu aylar Aralık, Ocak ve Şubat'tır. Sadece Aralık ayında düşen yağışların yıllık yağışa katkısı yaklaşık %20'dir. Yaz aylarındaki yağışın ise yıllık yağışa katkısı yok denecek kadar az olup %2 civarındadır. Bu sebeple, yaz aylarında sulama yapmadan tarım yapmak imkansız görünmektedir.

Çizelge 3.1. İzmir ili uzun yıllar meteorolojik verileri (Aşık ve ark., 2010)

İklim Verileri	**AYLAR**											
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
Sıcaklık (^oC)	8,8	9,1	11,6	15,8	20,8	25,7	28,0	27,4	23,6	18,9	13,6	10,2
Maksimum Sıcaklık (^oC)	12,5	13,2	16,4	20,9	26,0	31,0	33,3	32,8	29,2	24,2	18,1	13,8
Minimum Sıcaklık (^oC)	5,9	5,9	7,7	11,4	15,6	20,2	22,7	22,5	18,7	14,8	10,3	7,5
Nisbi Nem (%)	70,5	67,8	66,3	63,6	60,8	53,9	52,4	54,8	58,9	64,8	69,1	71,9
Yağış (mm/ay)	121,7	97,6	79,4	48,1	26,4	8,6	2,4	1,5	19,4	48,8	110,5	130,6
Rüzgâr Hızı (m/s)	3,0	3,3	3,1	3,0	3,0	3,2	3,4	3,2	2,9	2,6	2,8	3,0
Buharlaşma (mm/ay)	3,5	3,2	14,4	118,6	179,6	240,9	281,7	246,1	175,5	109,7	57,9	23,8

3.3. Çalışma Alanı

Araştırma yeri olan Menemen ilçesi ve çevresi İzmir ili gibi tipik Akdeniz İklimi'nin etkilerine sahiptir. Menemen İzmir iline bağlı olup İzmir il merkezine yaklaşık 35 km uzaklıktadır. Menemen ilçesi 27,40^o boylam ve 38,35^o enlem arasında yer alır. Doğusunda Manisa ili, batısında Foça ve Ege Denizi, kuzeyinde Aliağa, güneyinde Çiğli ilçesi ile çevrilidir. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 20 m'dir. Önceleri 665 km^2 olan yüz ölçümü, Harmandalı beldesinin 29 Mart 2009 Yerel

Seçimleri'nden sonra Çiğli ilçesine bağlanması ile yaklaşık olarak 10 km^2 azalarak mevcut yüz ölçümü 655 km^2 civarındadır.

Araştırma alanında farklı türde zeytin ağaçları mevcut olup tarımı yapılan zeytin ağaçlarının özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanındaki zeytin ağaçlarının özellikleri

İşletme No	Zeytin Çeşit	Alan, da	Dikim, m	Yaş, Yıl
1	Trilya	8,0	6x6	8
2	Trilya	5,0	5,5x5	9
3	Trilya	4,0	6x6	9
4	Domat-Memecik	4,0	7x7	28
5	Trilya	3,0	6x6	28
6	Trilya	3,0	5,5x5,5	10
7	Trilya	9,0	5,5x5,5	10
8	Trilya	10,2	6x6	14
9	Domat	15,0	6x6	38
10	Domat	2,5	5x5	6

Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi zeytin ağaçlarının tamamına yakını optimum meyve verme yaşlarına ulaşmıştır. Söz konusu çeşitler yöreye çok iyi uyum sağlamış çeşitlerdir.



Şekil 3.1. Araştırma alanında zeytin bahçesine kurulmuş bir damla sulama sisteminden görünüş

Araştırma alanında uygulanan damla sulama sisteminde, damlatıcılar genellikle 20 mm lik yuvarlak lateral borulara monte edilmiş 16 mm çaplı yuvarlak lateral içlerinde in-line (içten geçik) tiptedir. Söz konusu lateral borular üzüm salkımı şeklinde bitkinin çevresine yerleştirilmiştir. Damlacılar bitki taç genişliğini sulayacak ve toprak

profilinde birbirini örtecek ıslatma halkaları oluşturacak şekilde planlanmıştır. Araştırma alanında zeytinin ortalama taç genişliğinin zeytinin türü ve yaşına bağlı olarak 2,25 m - 3,65 m arasında olduğu gözlenmiştir. Araştırma alanında incelenen sulama sistemleri ile ilgili özellikler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırma alanında incelenen damla sulama sistemlerinin özellikleri

İşletme No	Maksimum Lateral uzunluğu, m	Lateral çapı, mm	Damlatıcı Debisi, L/saat	Damlatıcı Aralığı, cm	İşletme Basıncı, atm.	Su Kaynağı/Derinliği, m
1	48	16	4	30	2,0	D. Kuyu/100
2	60	16	2	20	1,4	D. Kuyu/100
3	36	16	2	20	1,5	D. Kuyu/100
4	74	16	2	33	1,2	D. Kuyu/225
5	31	16	2	20	1,6	D. Kuyu/225
6	31	16	4	25	1,8	D. Kuyu/120
7	33	16	4	25	1,8	D. Kuyu/120
8	39	16	2	20	1,5	D. Kuyu/148
9	39	16	2	50	1,4	D. Kuyu/76
10	60	16	4	33	1,3	D. Kuyu/100

3.4. Sulamayı İlgilendiren Bazı Toprak Özelliklerinin Tespiti

Toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırma alanındaki işletmeleri temsil etmesi münasebetiyle 3 farklı işletmede (1, 4 ve 5) 0–30 cm ve 30–60 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek laboratuara getirilmiştir. Araştırma alanı topraklarında bu amaçla yapılan analiz ve yöntemler şunlardır:

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

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde ABD Tuzluluk laboratuarına göre belirlenmiştir (Richards, 1954).

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

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

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

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

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

3.5. Sulama Suyu Kalitesinin Belirlenmesi

Bu araştırma toplam 10 adet işletmede yürütülmesine rağmen, işletmelerin bazılarının aynı su kaynağından sulama yapmaları münasebetiyle sulamalarda 7 farklı derin kuyudan su temin edilmektedir. Kuyulardan su örneklerinin alınmasında kuyunun daha önce en az 15-20 dakika çalışıyor olması göz önünde tutulmuştur. Alınan sulama suyu örneklerinde yapılan analiz ve yöntemler şunlardır:

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

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

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

Sonuçlar Farouk (1998b) tarafından önerilen Çizelge 3.4'e göre değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

Çizelge 3.4. Damla sulamada ortaya çıkabilecek muhtemel sorunlar

Sorunlar ve Sebepleri	**Problemin şiddeti**		
	Az	**Orta**	**Yüksek**
Tıkanma, pH	<7	7–8	>10
Bitkiye Zararlılık, EC (µmhos/cm)	<750	750–3000	>3000

3.6. Eş Su Dağılım Katsayıları

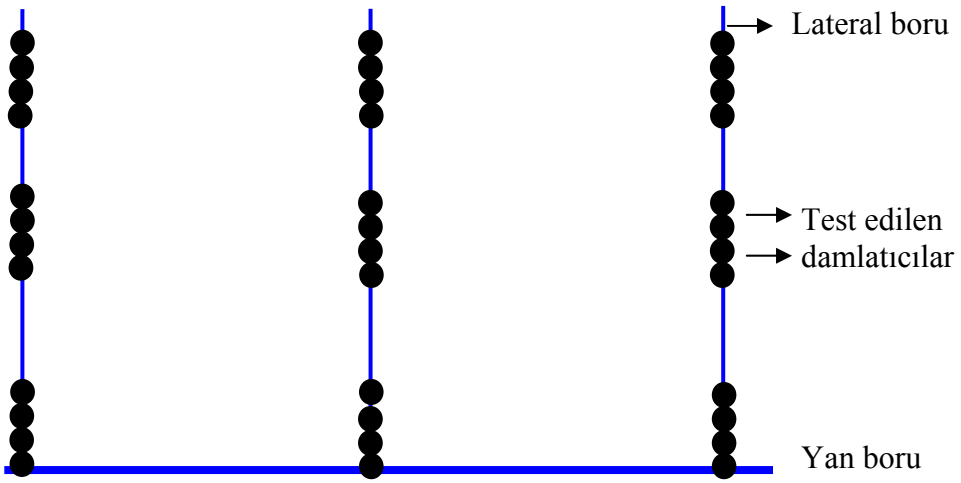
Damla sulama sisteminde performans değerlendirmesinde en basit yöntem su uygulama oranlarının su tutma kapları ile ölçülmesidir. Su tutma kapları belirli bir

zamanda damlatıcıdan çıkan suyun hacminin ölçülmesinde kullanılır. Tutulan suyun hacmi kutularda toplanan suyun ölçülmesi veya tartılması (1 kg su = 1 L) ile belirlenebilir. Tutulan su hacminin ölçüm zamanına bölünmesi ile damlatıcı debisi hesaplanır (Keller ve Karmeli, 1975; Capra ve Tamburino, 1995; Hornbuckle ve ark., 2007).

Damla sulama sisteminde suyun dengeli (homojen) dağılımı büyük önem taşır. Suyun sistem içerisinde dengeli dağılıp dağılmadığını değerlendirmek amacıyla Christiansen Üniformite (yeknesaklık, homojenlik, eş su dağılım) Katsayısı (UC) ile Dağılım Katsayısı (debi eş dağılım türdeşliği veya dağılım üniformitesi) (EU) geliştirilmiştir. Bu araştırmada her iki katsayı da incelenmiştir.

Araştırma arazi şartlarında yapılmış ve zeytin bahçelerinde mevcut kurulu olan damla sulama sistemlerinde debi ve basınç ölçümleri yapılarak eş su dağılım katsayıları hesaplanmıştır.

Araştırmada, eş su dağılım katsayılarını belirlemek amacıyla 10 farklı işletmede, her işletmede bir yan boru üzerindeki 3 adet lateralde (manifold baş, orta ve son bölümlerinde); her lateral üzerinde de 12 adet damlatıcıda (lateral başında, ortasında ve sonunda 4‘er adet) olmak üzere toplam 36 adet damlatıcıda debi ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Damla sulama sistemi üzerinde debi ölçüm noktaları

Bu amaçla söz konusu damlatıcıların altlarına 300 ml hacimli plastik kaplar yerleştirilmiştir. Daha sonra damla sulama sistemi yaklaşık 5-6 dakika çalıştırılmış, damlatıcılardan damlatma işlemi sona erince kaplarda biriken su dereceli mezürler ile ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Kaplarda toplanan suyun mezür ile ölçümü

UC değerinin hesaplanmasında Christiansen (1942) tarafından tavsiye edilen aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$UC = \left[(1 - (\frac{\Delta q}{q_{ort}}) \right] \times 100 \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

UC: Sulama suyu eş su dağılım katsayısı, %

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

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

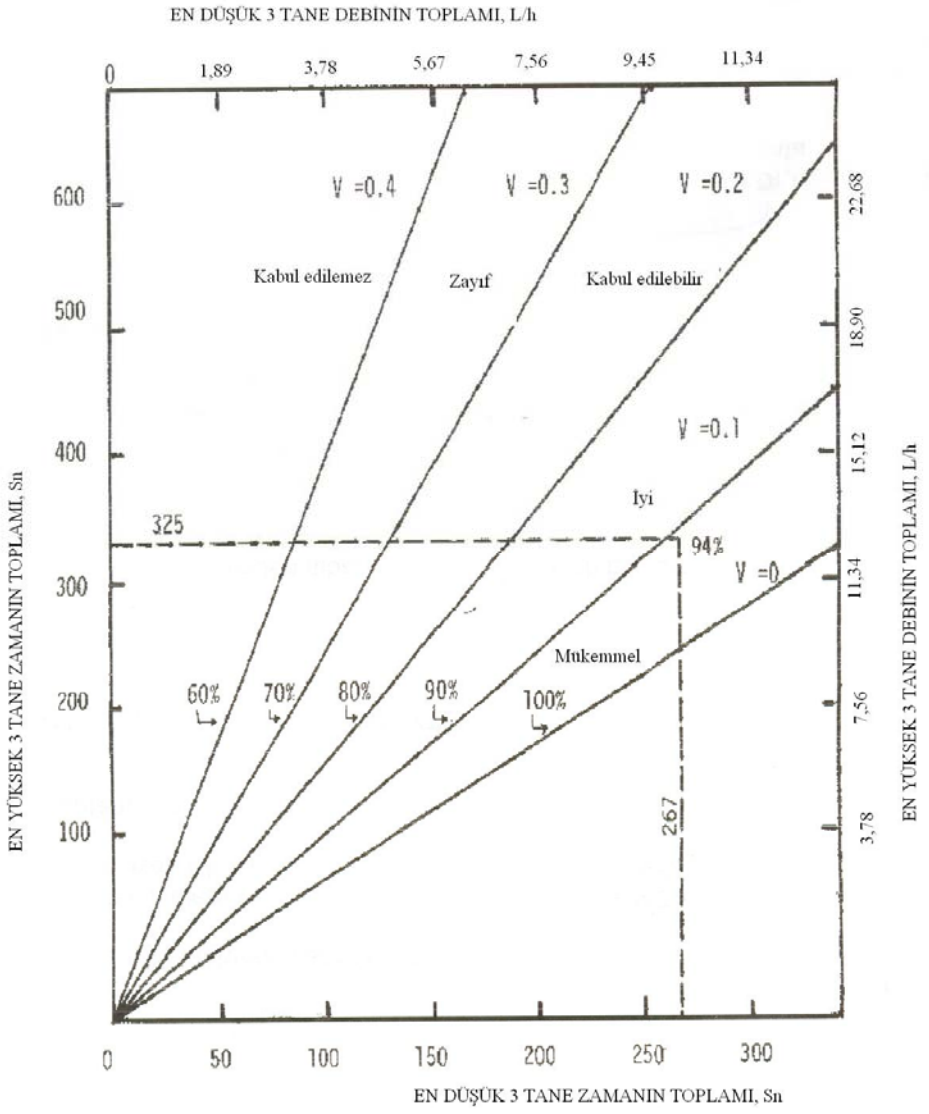
Sonuçlar Tüzel (1993) tarafından tavsiye edilen Çizelge 3.5'e göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.5. UC değerlerine göre eş su dağılım sınıfları (Tüzel, 1993)

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

UC değerinin hesap yöntemi ile belirlenmesi oldukça karmaşık ve zaman alıcıdır. Bu çalışmada daha hızlı ve pratik sonuç vermesinden dolayı UC değeri ayrıca Grafiksel Yöntem ile de belirlenmiştir.

Bu amaçla en büyük ve en düşük 3 debi toplamından yararlanılarak Şekil 3.4'den, eş su dağılım katsayısı ve buna göre su dağılım sınıfları belirlenmiştir (Goyal, 2007).



Şekil 3.4. Üniformite katsayısı-su dağılım ilişkileri (Goyal, 2007)

Dağılım Katsayısı veya damlatıcı türdeşliği (EU) sabit basınçta damlatıcılar arasındaki debi değişimlerinin bir ifadesi olup aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Kruse, 1978):

$$\%EU = \frac{q_{\%25}}{qort} x100 \qquad (3.2)$$

Eşitlikte;

EU: Dağılım katsayısı (%),

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

q_{ort}: Tüm damlatıcı debilerinin ortalaması, L /h.

Sonuçlar, Merriam ve Keller (1978) ve Anonymous (1983) tarafından önerilen Çizelge 3.6'ya göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.6. EU değerlerine göre su dağılım sınıfları

EU, %	**Merriam ve Keller (1978)' a Göre Sınıflandırma**	**Anonymous (1983)' a Göre Sınıflandırma**
<70	Zayıf	Kabul edilemez
70–80	Kabul edilebilir	Zayıf
80–86	İyi	Kabul edilebilir
86–90	İyi	İyi
90–94	Mükemmel	İyi
>94	Mükemmel	Mükemmel

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.1.1. Toprakların bazı fiziksel özellikleri

Araştırma alanı topraklarının sulamayı ilgilendiren bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırma alanını temsilen üç adet işletmeden (1, 4 ve 5) 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikten alınan bozulmuş toprak örneklerinde; tekstür, tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) ölçülmüştür. Ayrıca, 100 cm^3 lük silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Toprakların tekstür ve hacim ağırlıkları

İşletme No	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Toprak Bünyesi			Bünye Sınıfı
			%Kum, S	%Kil, C	%Silt, Si	
1	0-30	1,45	48,80	19,20	32,00	Tın, L
	30-60	1,42	38,80	23,20	38,00	Tın, L
4	0-30	1,58	72,80	10,48	16,72	Kumlu-Tın, SL
	30-60	1,62	86,80	6,48	6,72	Tınlı-Kum, LS
5	0-30	1,51	62,80	19,20	18,00	Kumlu-Tın, SL
	30-60	1,52	56,80	22,48	20,72	Kumlu-Killi-Tın, SCL

Çizelge 4.1'de görülebileceği gibi, 1, 4 ve 5 nolu işletmelerde topraklarının tekstür sınıfları sırasıyla Tınlı (L), Kumlu-Tın (SL) ve Tınlı-Kum (LS) ile Kumlu-Killi-Tın (SCL) arasında değişim göstermektedir. Söz konusu işletmelerde toprakların ortalama hacim ağırlığı sırasıyla 1,43, 1,60 ve 1,52 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, toprakların tekstür özellikleri ile hacim ağırlığının uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

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

Çizelge 4.2. Toprakların Tarla kapasitesi, Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi değerleri

İşletme No	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Tarla Kapasitesi (Ağırlık %' si)	Solma Noktası (Ağırlık %' si)	FSK, (Ağırlık %' si)	FSK, (mm/30 cm)
1	0-30	1,45	20,31	10,18	10,13	44,07
	30-60	1,42	24,10	10,43	13,67	58,23
4	0-30	1,58	14,40	7,11	7,79	34,55
	30-60	1,62	9,49	4,86	4,54	22,06
5	0-30	1,51	20,62	10,41	10,21	46,25
	30-60	1,52	23,73	12,40	11,33	51,66

Gerek toprağın bünyesi ve gerekse faydalı su kapasiteleri dikkate alındığında, özellikle 4 ve 5 no'lu işletmelerde damla sulama sisteminin kullanılması oldukça doğru bir uygulamadır. Çünkü söz konusu işletme toprakları kum ağırlıklı olduğundan faydalı su tutma kapasiteleri düşüktür. Salma sulama tekniğinin kullanılması durumunda akış uzunluğunun kısa tutulma zorunluluğu veya uzun tutulması durumunda ise arazinin başında aşırı miktarda derine sızma kayıplarının olması kaçınılmazdır. Oysa damla sulama ile sık aralıklarla düşük debide sulama suyu uygulaması kök bölgesinde daima tarla kapasitesine yakın nem seviyesi oluşturacağından derine sızma ile su kaybı söz konusu değildir. Bunun yanında, toprakların kumlu ağırlıklı olmasının avantajları ise havadar, kolay işlenebilir ve drenaj sorununa pek rastlanmamasıdır. Damla sulama uygulaması söz konusu toprakların bitkisel verimini de önemli oranda artıran modern bir sulama tekniğidir.

4.1.2. Toprakların bazı kimyasal özellikleri

Toprak verimliğine sadece toprağın fiziksel özellikleri etki etmez bunun yanında kimyasal özellikler de etkili olabilir. Araştırmanın yürütüldüğü araziden alınan toprak örneklerinde tuz, pH, kireç, bitkilere yarayışlı fosfor, potasyum ile organik madde muhtevaları tayin edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Araştırma alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

İşletme No	Derinlik (cm)	Saturasyon, %	Tuz, %	pH	Kireç ($CaCO_3$), %	Bitkilere Yarayışlı		Organik Madde, %
						Fosfor, P_2O_5 kg/da	Potasyum, K_2O kg/da	
1	0-30	50	0,047	7,68	14,7	25,0	146,6	1,7
	30-60	50	0,049	7,58	25,5	13,3	111,9	1,2
4	0-30	37	0,046	7,26	0,4	37,5	100,2	2,0
	30-60	26	--	7,48	0,4	14,1	48,5	1,2
5	0-30	51	0,047	7,60	3,1	10,9	121,0	1,8
	30-60	44	0,054	7,53	3,9	12,1	91,7	1,6

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi toprakların pH değerleri 7,26-7,68 arasında değişmektedir. Bu değerlere bakıldığında toprakların çok hafif alkali karakterde oldukları görülmektedir.

Söz konusu Çizelge 4.3'den, örnek olması açısından 1 ve 5 nolu işletmeler için şu sonuca varmak mümkündür;

1 nolu işletme: 0-30 cm derinlik için tuzluluk problemi olmayan çok hafif alkali, orta seviyede kireçli ve organik madde içeriğinin az olduğu söylenebilir. Toprağın bitkiye yarayışlı fosfor içeriği çok yüksek, potasyum içeriği ise yüksek seviyededir.

30-60 cm derinlik için ise tuzluluk problemi olmayan, çok hafif alkali, çok fazla kireçli ve organik madde içeriğinin az olduğu söylenebilir. Toprağın bitkiye yarayışlı fosfor içeriği çok yüksek, potasyum içeriği ise yüksek seviyededir.

5 nolu işletme: 0-30 cm derinlik için ise tuzluluk problemi olmayan, çok hafif alkali, kireç ve organik madde içeriğinin az olduğu söylenebilir. Toprağın bitkiye yarayışlı fosfor ve potasyum içeriği yüksek seviyededir.

Söz konusu bu iki işletme için gübre önerisi şu şekilde olabilir:

Ocak-Şubat aylarında 600 g/ağaç olacak şekilde Amonyum Sülfat (%21 N) ağaç tacı altına gövdeden yaklaşık 25 cm çapındaki alan dışına toprak yüzeyine serpilebilir ve tırmık veya çapa ile toprak altına karıştırılabilir.

Nisan ayında üst gübre olarak 500 g/ağaç Amonyum Nitrat (%33 N) ağaç tacı altına gövdeden yaklaşık 25 cm çapındaki alan dışına toprak yüzeyine serpilebilir ve tırmık veya çapa ile toprak altına karıştırılabilir.

Çiftlik Gübresi: 25 kg/ağaç olacak miktarda ağaç tacı altına yüzeye serpildikten sonra bekletilmeden 10-15 cm toprak derinliğine karıştırılır.

Yaprak Gübresi: İçerisinde Bor da ihtiva eden kombine yaprak gübreleri ile gübreleme yapılması tavsiye edilebilir.

Araştırma alanı topraklarında organik madde muhtevaları tüm katmanlarda %1,2 ile %2 arasında değişmektedir.

4.2. Araştırma Alanında Kullanılan Sulama Sularının Analizi

Araştırma alanındaki 10 işletmeye ait 7 ayrı su kaynağından alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde pH değerinin 6,71 ile 7,32 arasında değişmektedir. İşletmelerin %50'sinde pH değeri 7,0'den daha küçük olduğundan damlatıcılarda tıkanmaya sebep olacak özellikte değildir. Diğer işletmelerde de pH değeri 7-8 aralığında olduğundan söz konusu sulama suları damlatıcılarda orta seviyede tıkanma riski oluşturacak özelliktedir.

Tuzluluk açısından değerlendirildiğinde ise 4 işletmede kullanılan sulama suyu EC değerleri 750 micromhos/cm'den daha düşük; diğer 6 işletmede ise 750-3000 arasındadır. Buna göre 4 işletmede (1, 4, 7, 8) sulama suyu tuzluluğu bitkilere az veya hiç zarar oluşturmayacak miktarlardadır. Bunun yanında diğer 6 işletmede kullanılan sulama sularının tuzluluk seviyesi ise bitkilere orta seviyede zarar oluşturacak niteliktedir.

Çizelge 4.4. Araştırma alanında kullanılan sulama sularının analiz değerleri

İşletme No	pH	EC (µmhos/cm)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										SAR	Tuzluluk Sınıfı	Bor (ppm)
			Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)							
			$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	$SO_4^{=}$	Top.	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Top.			
1	6,96	670	-	5,80	0,20	0,80	6,80	0,90	0,30	1,90	3,70	6,80	0,54	T_2S_1	0,36
2-3	7,27	770	-	4,30	0,30	4,99	9,59	1,25	0,09	2,70	5,55	9,59	0,62	T_3S_1	0,23
4-7	6,71	555	-	5,30	0,20	0,82	6,32	1,75	0,07	1,80	2,70	6,32	1,17	T_2S_1	0,28
5-6	7,32	956	-	4,40	0,15	6,02	10,57	1,49	0,08	2,75	6,25	10,57	0,70	T_3S_1	0,19
8	6,88	717	-	6,30	0,20	1,14	7,64	2,26	0,08	1,70	3,60	7,64	1,39	T_2S_1	0,27
9	6,99	1030	-	2,60	0,55	6,18	9,33	0,80	0,03	5,85	2,65	9,33	0,39	T_3S_1	0,24
10	7,22	890	-	7,00	0,40	1,65	9,05	1,75	0,10	2,10	5,10	9,05	0,92	T_3S_1	0,65

Sonuç olarak işletmelerde kullanılan sulama suları tuzluluk açısından 4 işletmede 2.sınıf (T_2) (kullanılabilir); diğer 6 işletme için ise 3.sınıf (T_3) (kullanılabilir)'dır. İncelenen işletmelerin tamamında kullanılan sulama sularının SAR değeri 10'dan daha küçük olarak ölçülmüş ve sodyum zararı yönünden de birinci sınıf (S_1) sulama suları olarak nitelendirilmiştir. Sonuç olarak 4 işletmede su kalitesi T_2S_1; diğer 6 işletme de ise T_3S_1 sınıfındadır.

4.3. Araştırma Alanı Eş Su Dağılım (Yeknesaklık) Katsayıları

Arazi testleri sonucunda ölçülen damlatıcı debileri kullanılarak hesaplanan eş su dağılım katsayıları ve temsil ettikleri eş su dağılım sınıfları aşağıda Üniformite katsayısı (UC) ve Eş su dağılım türdeşliği (EU) olmak üzere iki başlık halinde verilmiştir.

4.3.1. Üniformite katsayısı (UC) ve su dağılım sınıfları

UC değerinin hesaplanmasında hem Hesap Yöntemi hem de daha hızlı ve pratik sonuç vermesinden dolayı Grafiksel Yöntem'den yararlanılarak oluşturulan değerler ve eş su dağılım sınıfları aşağıdadır.

4.3.1.1. UC değerinin hesap yöntemine göre belirlenmesi

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

Çizelge 4.5. Hesap yöntemine göre UC ve eş su dağılım sınıfları

İşletme No	UC, %	Sınıfı (Tüzel, 1993)
1	73,0	Orta
2	83,0	İyi
3	55,4	Çok zayıf / Kabul edilemez
4	52,0	Çok zayıf / Kabul edilemez
5	51,5	Çok zayıf / Kabul edilemez
6	86,5	İyi
7	88,5	İyi
8	62,2	Zayıf
9	60,0	Zayıf
10	74,3	Orta

İncelenen işletmelerin 3 tanesinde UC değeri % 80' den daha yüksek bulunmuş olup bunlardaki eş su dağılım durumu **İYİ** sınıfındadır. Diğer 2 işletmede **ORTA**; 2 işletmede **ZAYIF** ve 3 işletmede de **ÇOK ZAYIF veya KABUL EDİLEMEZ** sınıfındadır. UC değeri en yüksek 7 nolu işletmede %88,5; en düşük ise %51,5 ve %52,0 ile 5 ve 4 nolu işletmelerden elde edilmiştir.

Arazi testleri esnasında da görüldüğü üzere yan boru su giriş kısmına yakın laterallerde ölçülen damlatıcı debileri arazi sonundaki laterallerdeki damlatıcılara göre daha yüksek ölçülmüştür. Hatta bazı laterallerin sonundaki damlatıcılarda debi ölçümü gerçekleştirilememiştir. Eş su dağılım durumlarındaki bu zayıflığın temel sebepleri lateral borulardaki yüksek basınç değişimleri ve özellikle de damlatıcı tıkanmalarıdır.

Eş su dağılım durumunun yükseltilmesi için bazı önlemler alınması gerekir. Damlatıcılarda fiziksel tıkanmanın önlenmesi için filtre kullanılması; kimyasal tıkanmaların önlenmesi için sisteme zaman zaman bitkilere faydası da bulunan fosforik asit gibi kimyasalların uygulanması tavsiye edilebilir. Buna ilave olarak boru hatlarının bakım ve onarım faaliyetlerinin düzenli yapılması yerinde uygulamalar olarak gösterilebilir.

Düzgün (2009), Aksaray ili merkezinde iki farklı elma bahçesinde bulunan damla sulama sisteminin performansını değerlendirmek amacıyla hesap yöntemine göre UC değerlerini belirlemiştir. Söz konusu değerler 1 ve 2 nolu işletmede sırasıyla %44,2 - %77,1 ve %75,4- %82,6 arasında bulunmuştur. UC değerinin düşük çıkmasının sebebi olarak boruların eski-yıpranmış olması, işletmelerde düşük basınç kullanımı, damlatıcılardaki tıkanmaları ve sistemdeki planlama hatalarını göstermiştir. Araştırmamızda elde edilen sonuçlar Düzgün (2009) ile yaklaşık olarak benzer niteliktedir.

4.3.1.2. UC değerinin grafiksel yönteme göre belirlenmesi

Grafiksel yöntem ile su dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde asıl amaç daha hızlı sonuç vermesi ve kullanım kolaylığıdır. Söz konusu UC değerleri Goyal (2007) tarafından geliştirilen grafikten tahmini olarak okunduğu için hesap yöntemine göre hassasiyeti biraz daha düşüktür. Çünkü her kullanıcı kendisine göre yaklaşık okuma yapacağından bir miktar hata payı olabilir.

Arazi şartlarında su tutma kutuları ile belirlenen debi değerlerinden yararlanarak grafikten elde edilen okuma değerleri ve buna karşılık su dağılım sınıfları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Grafiksel yönteme göre UC ve eş su dağılım sınıfları

İşletme No	UC, %	Sınıfı (Goyal, 2007)
1	65	Zayıf
2	66	Zayıf
3	<60	Kabul Edilemez
4	<60	Kabul Edilemez
5	<60	Kabul Edilemez
6	70-80	Kabul Edilebilir
7	70-80	Kabul Edilebilir
8	<60	Kabul Edilemez
9	<60	Kabul Edilemez
10	70-80	Kabul Edilebilir

Söz konusu Çizelge 4.6 incelendiğinde, arazide kullanılan damla sulama sistemlerinin tamamına yakınının zayıf planlandığı veya işletildiği söylenebilir. Çünkü iyi bir şekilde planlanan damla sulama sistemi iyi bir şekilde işletilirse damlatıcı debileri arasında büyük farklılıklar oluşmaz; su dağılım düzgünlüğü yüksek seviyede olur. Bu sonuçlara göre, sistemdeki damlatıcı debileri arasında büyük farklılıklar mevcuttur; dolayısıyla bitkilere homojen bir sulama suyu uygulandığı söylenemez.

Arazideki debi ölçüm testlerinde bazı damlatıcılarda ölçülen debi değerlerinin firmaların kataloglarında verilen değerlerden oldukça düşük olduğu tespit edilmiş; hatta bazı damlatıcılarda hiç debi ölçümü bile yapılamamıştır. Dolayısıyla bu eş su dağılım düzgünlüğün azalmasına sebep olmuştur. Kısaca özetlemek gerekirse, eş su dağılımının bütün işletmelerde beklenen değerden düşük çıkmasının temel nedeni olarak, arazi şartlarında yapılan gözlemlerin yardımıyla, sistemin hidrolik planlamasından ziyade lateral borulardaki aşırı basınç değişimleri, damlatıcılarda kısmen veya tamamen tıkanmalardan ve yıpranmış lateral boru kullanımından kaynaklandığı söylenebilir. Bu şartlarda damla sulama sisteminin bakım-onarım faaliyetlerinin düzenli olarak yapılması önerilebilir.

Acar ve ark. (2011), Antalya ili Serik İlçesi civarındaki 11 adet serada UC değerini Goyal (2007) tarafından geliştirilen grafiksel yöntemle belirlemişlerdir. Sonuç olarak, UC değerinin %56 ile %90 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu değere göre eş su dağılım düzgünlüğünü '**Kabul Edilemez**' ile '**Mükemmel**' arasında sınıflandırmışlardır. Araştırmamızda elde edilen sonuçlar Acar ve ark. (2011)'nın bulguları ile kısmen uyum içerisindedir.

4.3.2. Eş su dağılım türdeşliği (EU)

Araştırma alanında debi ölçümleri sonucunda elde edilen dağılım üniformitesi, EU, değerleri ve buna göre belirlenen su dağılım sınıfları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. EU değerleri - su dağılım sınıfları

İşletme No	EU, %	Sınıflandırma; (Merriam ve Keller, 1978)	Sınıflandırma; (Anonymous, 1983)
1	56	Zayıf	Kabul Edilmez
2	71	Kabul Edilebilir	Zayıf
3	41	Zayıf	Kabul Edilmez
4	23	Zayıf	Kabul Edilmez
5	30	Zayıf	Kabul Edilmez
6	77	Kabul Edilebilir	Zayıf
7	82	İyi	Kabul Edilebilir
8	50	Zayıf	Kabul Edilmez
9	27	Zayıf	Kabul Edilmez
10	53	Zayıf	Kabul Edilmez

Çizelge 4.7 incelendiğinde, en yüksek EU değeri %82 ile 7; en düşük ise %23 ile 4 nolu işletmede ölçülmüştür. Burada 7 nolu işletmede araziye homojen su dağılımı **İyi-Kabul Edilebilir** iken 4 nolu işletmede **Zayıf-Kabul Edilemez** sınıfındadır. Araştırma yapılan işletmelerin 3 tanesinde EU değeri %70'den daha yüksek hesaplanmıştır. Diğer 7 adet işletmede ise EU değeri %70'den daha düşüktür. Bunun anlamı, özellikle bu 7 işletmede ölçülen debiler arasında oldukça büyük farklılıklar bulunmaktadır. Yukarıda da bahsedildiği gibi bazı damlatıcılarda debi o kadar düşük ölçülmüş ki hatta yok denecek miktardadır. Bu düşük debilerin ölçüldüğü damlatıcı sayısının artması EU değerinin azalmasına neden olmuş; dolayısıyla işletmelerde kullanılan damla sulama sistemlerinin performanslarının zayıf olduğunu ortaya koymuştur. Bu sistemlerin eş su dağılım düzgünlüğünün artırılması için yukarıda da belirtildiği gibi filtrelerin, boru hatlarının ve damlatıcıların düzenli olarak temizlenmesi veya bakımlarının yapılması gerekir.

Acar ve ark. (2011), Antalya ili Serik ilçesi çevresindeki 11 adet serada dağılım üniformitesini (EU), %41 (**Zayıf-Kabul Edilemez**) ile %92 (**Mükemmel-İyi**) arasında tespit etmişlerdir. Bu mevcut araştırmada, su dağılım düzgünlüğündeki düşüklüğün sebepleri olarak bakım ve onarım faaliyetlerinin zayıf olması ve sistemin hidrolik

planlamasındaki hatalar gösterilmiştir. Araştırmamızda elde edilen sonuçlar Acar ve ark. (2011)'nın bulguları ile kısmen uyum içerisindedir.

Düzgün (2009), Aksaray il merkezinde iki farklı elma bahçesinde bulunan damla sulama sistemlerinin performansını değerlendirmek amacıyla eş su dağılım düzgünlüğü (EU) belirlemiştir. Söz konusu değerleri 1 ve 2 nolu işletmede sırasıyla %44,14-%78,15 ve %76,60- %83,45 arasında bulmuştur. Bizim sonuçlarımız Düzgün (2009)'e göre daha düşüktür. Bunun en önemli sebebi olarak eski ve yıpranmış boruların su dağıtımında kullanılması ile bakım-onarım faaliyetlerinin periyodik olarak yapılmaması gösterilebilir.

4.4. Araştırma Alanında Eş Su Dağılımını Etkiyen Sebepler

Bu çalışma toplam 10 adet işletmede damla sulama sistemlerinde su dağılım homojenliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu işletmelerden örnek olması açısından 2 ve 8 no'lu işletmeye ait plan detayları EK-1 ve EK-2'de verilmiştir. Su dağılım düzgünlüğünü etkileyen faktörler kısaca üç ana başlıkta aşağıda verilmiştir. Bunlar;

4.4.1. Sistem basıncındaki değişimler

Araştırma alanındaki damla sulama sistemlerinin tamamında basınç değeri damla sulama için ideal kabul edilen 1,0 atmosferden daha yüksek ölçülmüştür. İncelenen işletmelerde basınç 1,2 ile 2,0 atm arasındadır. İşletmelerin sadece 3 tanesinde ölçülen ortalama damlatıcı debileri (sırasıyla 1,09 L/h, 1,67 L/h ve 0,73 L/h) boru üretici firmaların katalog değeri 2 L/h olması gerekli damlatıcı debilerinden daha düşük ölçülmüştür. Söz konusu işletmelerde daha fazla noktalarda ölçüm yapılabilseydi, bu işlemelerde de belki firmaların katalog değerine yakın damlatıcı debileri ölçülebilecektir. Diğer işletmelerin tamamında ortalama ölçülen damlatıcı debileri firmaların katalog değerlerinden daha yüksek ölçülmüştür. Genel olarak basınç değerinin 1 atm den daha fazla olması damlatıcı debisinin artmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla, bu araştırma alanında kurulmuş olan mevcut damla sulama sistemlerinde eş su dağılım düzgünlüğündeki düşüklüğün genelde basınçtan değil, yan boru üzerindeki damlatıcı debileri arasındaki büyük farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Eş su dağılım düzgünlüğündeki düşüklüğün optimum lateral uzunluğunun aşılması sebebiyle oluşmadığı arazilerdeki mevcut maksimum lateral uzunlukları (74-31 m aralığında) dikkate alınınca ortaya çıkmaktadır.

Yine arazi topoğrafik koşullarının lateral hattı boyunca izin verilen sınırlar dahilinde olduğu, eş su dağılım düzgünlüğünün düşüklüğüne sebebiyet verecek düzeyde farklılık yaratmadığı arazi çalışmaları sırasında gözlenmiştir.

Dolayısıyla araştırma alanında eş su dağılım düzgünlüğünün düşüklüğüne kısmen veya tamamen oluşan damlatıcı tıkanmaları ve damlatıcı imalat kalitesindeki farklılıkların yarattığı basınç değişimleri, sebep olarak sıralanabilir.

4.4.2. Damlatıcı performansı

Damlatıcı performansının değişimi, damlatıcılardaki tıkanıklılık, damlatıcıların yıpranmaları ve damlatıcılar arasındaki yapımcı farklılıkları sonucudur.

Araştırma alanında bazı damlatıcılarda ciddi oranda damlatıcı tıkanması tespit edilmiş, hatta bazı damlatıcılarda hiç debi ölçümü bile yapılamamıştır (Şekil 4.1). Damlatıcılarda meydana gelen tıkanmaların asıl kaynağının damlatıcı su çıkış noktasında meydana gelen kireç birikmesi olduğu gözlenmiştir. Bu durumda yan boru üzerindeki damlatıcı debilerinin değişimine sebep olmuştur. Bu da kullanılan sulama suyu kalitesiyle ilişkilendirilmiştir. Bununla beraber damlatıcılarda kuyu suyundan kaynaklanan kum ve kil gibi inorganik partiküllerden ve salyangoz kabuğu gibi organik materyallerden kaynaklı fiziksel tıkanma da gözlenmiştir.

Arazideki debi ölçüm testlerinde bazı damlatıcılarda ölçülen debi değerlerinin firmaların kataloglarında verilen değerlerden oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir. Buna sebep olarak muhtemel damlatıcı imalat farklılığı ve kalitesiz lateral boru kullanımı ileri sürülebilir.

Ayrıca arazi testlerinde gözlemlenen bir diğer problem yüksek basıncın uygulandığı sistemlerde kalitesiz on-line (düğme veya hat üstü) tip damlatıcıların yüksek basıncın etkisi ile lateral bağlantı noktalarından ayrılmalarıdır.



Şekil 4.1. Damlatıcılarda tıkanma ve laterallerde yıpranma

4.4.3. Borularda meydana gelen kaçaklar ve yıpranmalar

Araştırma alanında ana dağıtıcı boruların genellikle yağmurlama sulama sisteminde kullanılan sert PVC borular olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, çiftçilerin ellerinde bulunan boruları değerlendirerek sistem maliyetini düşürmek istemesidir. PVC borular, polietilen PE, borulara göre daha az dayanıklı olup PE' lere göre kolayca kırılabilir özelliktedir. Söz konusu borular birbirlerine bir conta sistemi vasıtasıyla pratik olarak bağlanmaktadır. Ancak, söz konusu contanın yıpranması veya boru içerisinde tam olarak yerleştirilememesi hatta bu boruların arazide yeterince gergin tutulamaması gibi sebepler önemli oranda su kayıplarına sebep olmakta; bu durum arazide damlatıcılarda sağlıklı olarak su dağıtımını olumsuz olarak etkileyebilmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Lateral borularda bağlantı noktasında oluşan su kayıplarından bir görüntü

Ayrıca üretici katalog değerlerinde verilen debi ve basınç değerlerini karşılamayan kalitesiz lateral boru kullanımı, uzun yıllar kullanıma bağlı laterallerde oluşan yıpranmalar, arazi şartlarında kuş ve kemirgen türü canlıların laterallere verdiği zarar ve bakım onarımın ihmali sistemde basınç farklılıkları oluşturarak araziye eş su dağılımını imkansız kılmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İzmir ve çevresi Türkiye'nin en önemli zeytin tarımı yapılan bölgelerinden birisinde, Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Ege bölgesi bilindiği üzere Akdeniz iklimi etkisi altında yarı-kurak bir iklime sahiptir. Bu iklim şartlarında İzmir'e yıllık ortalama 700 mm civarı yağış düşmekte ve bu yağışın büyük bir kısmı zeytinin gereksinim duyduğu dönemler dışında kalmaktadır. Uzun yıllardan beri yağışa dayalı yapılan zeytin tarımında, çok az miktarda suyun bile zeytinde verimi ve ürün kalitesini artırdığının anlaşılması üzerine sulama uygulamaları artış göstermiştir. Ulusal ve özellikle küresel bazda zeytin ve zeytinyağına olan talep, üreticileri bilimsel ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda basınçlı sulama sistemlerini uygulamaya itmiştir. Basınçlı sulama sistemlerinden özellikle damla sulama sisteminin yüksek su uygulama randımanı, kolay işletim, bitkilere homojene yakın su uygulaması ve daha birçok üstünlükleri sebebiyle zeytin ekimi yapılan alanlarda kullanımı her geçen gün artış göstermektedir.

Damla sulama ve diğer basınçlı sulama sistemlerinin tarımla uğraşan kesimler tarafından ehemmiyetinin anlaşılması ve kullanımının artışıyla beraber, günümüzde özellikle kıt olan su kaynaklarının korunması, sulama sistemlerinin etkinliği ve üretim maliyetleri bakımından su kullanım etkinliğinin araştırılması sonucu doğmaktadır. Bu çalışmada bu amaçla İzmir bölgesinde 10 ayrı zeytin bahçesinde tesis edilmiş damla sulama sistemleri su dağılım performansı yönünden analiz edilmiştir.

Günümüzde suyun arazi yüzeyine ne homojenlikte dağıldığının belirlenmesi sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde ana kriterlerden biridir. Üniformite (eş su dağılımı) sistem performansının değerlendirilmesinde en önemli göstergelerden biridir ve bu da ancak arazi testleri yani debi ölçümleri ve sonrasındaki hesaplamalar ile belirlenebilir.

Genel olarak bakıldığında ölçülen damlatıcı debileri firmaların katalog değerinden daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi olarak lateral borulardaki basıncın 1,0 atm den daha yüksek olması ve lateral uzunluklarının firmaların bu basınçlar için tavsiye ettikleri optimum uzunluktan daha kısa olması olabilir. Diğer yandan, ortalama ölçülen damlatıcı debileri yüksek olmasına rağmen, damla sulama sisteminde diğer damlatıcılarda ölçülen damlatıcı debileri bu ortalamadan oldukça fazla sapma göstermiştir. Diğer debi değerlerinin ortalama damlatıcı debisinden uzaklaşması suyun eş dağılımının azalmasına sebep olmuştur.

Eş su dağılımının daha hassas belirlenmesi için yan boru üzerinde bulunan lateral borularda daha fazla damlatıcılarda debi ölçümleri yapılabilir.

Sonuç olarak araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, araştırma alanındaki sulama sistemlerinin büyük çoğunluğunun (6 ve 7 nolu işletmeler hariç) eş su dağılım katsayıları bakımından değerlendirildiğinde, arazide homojen (yeknesak) bir su dağılımı sağlayamadığı dolayısıyla sistem performanslarının zayıf olduğu ortaya konmuştur.

Düşük basınçlı sulama sistemlerinden olan damla sulama sisteminde bakım ve onarım faaliyetleri düzenli yapılmazsa sistemlerin performansları düşer. Dolayısı ile arazide eş su dağılımı mümkün olmaz. Bunun oluşmaması için çiftçilere aşağıdaki uygulamalar tavsiye edilebilir:

1) Mutlaka sulama suyunun analiz edilmesi, damla sulama için uygunluğunun araştırılması,
2) Kaçakların veya sızmaların öncelikle kontrol edilmesi, bakım ve onarımın ihmal edilmemesi,
3) Yıpranan ve sızdıran boruların yerine daha iyi randımanlı su dağıtımı sağlayan boruların tercih edilmesi,
4) Ana ve yan boruların birbirlerine maşon ile bağlanması ve lateral boruların da ana/yan borulara priz kolye ile bağlantılarının yapılması,
5) Damlatıcılarda oluşan fiziksel tıkanmanın önlenmesi için filtre kullanılması,
6) Filtrelerin düzenli olarak temizlenmesi,
7) Damlatıcılarda oluşan kimyasal tıkanmanın önlenmesi için sisteme bazı sulama uygulamalarında fosforik asit gibi bitkiye aynı zamanda fayda sağlayan sıvı formunda kimyasallar uygulanması suretiyle damlatıcı ve boruların düzenli olarak temizlenmesi,
8) Arazide eğimin yüksek olması durumunda sistemde basınç düzenleyicili kaliteli damlatıcıların kullanılması,
9) Uygun noktalara basınç düzenleyiciler konması,
10) Pompanın sağlıklı çalışıp çalışmadığının belirlenmesi amacıyla pompanın aşırı gürültü veya titreşim yapıp yapmadığına, su kaçağı oluşturup oluşturmadığına, istenen miktarda su pompalayıp pompalamadığına ve çeperinde yıpranma olup olmadığına bakılması ve
11) Sistem performansının belirli aralıklarla değerlendirilmesi yerinde uygulamalar olarak gösterilebilir.

Arazi şartlarında edinilen bilgiler ve çiftçilerin sulama alışkanlıklarına dair gözlemler;

1. Damla sulama sistem planlaması ve araziye uygulanması çoğu zaman tesisatçılar tarafından yahut yöredeki önder çiftçilerin yardımıyla yapılmakta, ortaya çıkan birçok işletme sorunu bundan kaynaklanmaktadır. Çiftçiler söz gelimi bir bitki koruma ilacı veya gübre alırken Ziraat Mühendislerine danışmakta fakat sulama yaparken bir sulama mühendisine danışma ihtiyacı duymamaktalar; bu da sulama biliminin öneminin henüz çiftçiler tarafından yeterince anlaşılamadığını düşündürmektedir.
2. Tesis edilmiş ve işletilen damla sulama sistemlerinin çoğunluğunda Kontrol Birimi Unsurları bulunmamakta, bazılarında manometreler dahi çalışmamaktadır.
3. Araştırmaya konu olan işletmelerin hepsinde işletme basıncı yüksek (2 atm'ye kadar) ölçülmüş; çiftçilerde yüksek işletme basıncının etkin bir sulama sağladığına dair bir inanış olduğu gözlenmiştir.
4. Araştırma alanında zeytin tarımıyla uğraşan çiftçilerden çoğunun ikinci bir işle uğraşmaları dolayısıyla, damla sulamada temel düstur olan 'az ama sık su uygulama' ilkesini, fırsat buldukça, uzun aralıklarla ve çok su uygulama olarak hayata geçirdikleri gözlenmiştir.

Üreticilerin yapacağı yanlış sulama uygulamaları zamanla alışkanlık haline gelebilmekte ve bundan geriye dönüş de oldukça zor olabilmektedir. Türkiye'de zeytinde sulama-verim ilişkileri ile ilgili çalışmalar yeterli sayıda değildir. Yapılacak araştırmalarla uygun sulama programlarının oluşturulması; üreticilerin doğru sulama alışkanlıkları kazanmalarının sağlanması, kıt olan su kaynaklarının korunması, verim ve kalitenin arttırılması yönünden oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

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

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

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

Acar, B., Yavuz, F.Ç. and Topak, R., 2011, Research on Drip irrigation system performance under greenhouse conditions, *Bulletin UASVM Agriculture*, 68 (1), 21-27.

Ainechee, G., Boromand-Nasb, S. and Behazd, M., 2009, Simulation of Soil Wetting Pattern Under Point Source Trickle Irrigation, *Journal of Applied Science*, 9 (6), 1170-1174.

Al-Amound, A.I., 1995, Significance of energy losses due to emitter connections in trickle irrigation lines, *J. Agric. Eng. Res.*, 60, 1- 5.

Al-Juneidi, F. and Isaac, J., 1999, An Assessment of Irrigation Efficiency in the Palestinian West Bank, Irrigation Management and Saline Conditions, *Proceedings of Regional Symposium*, *JUST, Irbid, Jordan*, June 1999, 26–39.

Allan, J.A., 1998, Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional deficits, *Ground Water*, 36, 545–546.

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

Anonim, 2006, TR3 Ege Bölgesi Tarım Master Planı, TKB, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara, 312.

Anonim, 2012, Bitkisel Üretim İstatistikleri, TÜİK.

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

Anonymous, 2005, Introduction to Irrigation Management, Evaluating Your Pressurised System, System 8, Drip (Trickle) Systems, The State of New South Wales, 34 ps.

Arshad, I., Savano, P., Khan, ZA. 2014. Analysis of Trickle/Drip Irrigation Uniformity by IRRIPSO Simulations. International Journal of Research (IJR), 1 (8): 635-649.

Ascough, G.W. and Kiker, G.A., 2002, The effect of irrigation uniformity on irrigation water requirements, *Water SA*, 28 (2), 235-241.

Ashiri, M., Boromand-Nasab, S., Hooshmand, A., 2014, Technical Evaluation of Drip Irrigation Sytems (Case Study of Shahid Rajaayi Agro Industry-Dezful), World Rural Observations, 6 (3): 36-43.

Aşık, Ş., Çamoğlu, G., Akkuzu, E., Kaya, Ü. ve Şahin, M. 2010, Zeytinde (Olea europaea L., cv. Memecik) farklı sulama düzeylerinin vejetatif gelişime ve verime etkisi, *TABAD Tarım Bilimleri ve Araştırma Dergisi* 3 (2):33–39.

Badr, A.A., Gomaa, A.H., Amer, K.H., Hamza, A.S., 2009, Design and Evaluation of trickle irrigation laterals with single and varying pipe sizes, *Misr J. Ag. Eng.*, 26 (4), 1836- 1854.

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

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

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

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

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

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

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

Burt, C.M., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S., Solomon, K.H., Bliesner, R.D., Hardy, L.A., Howell, T.A. and Eisenhauer, D.E., 1997, Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 123 (6), 423-442.

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

Capra, A. and Scicolone, B., 1998, Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems, *J. Agric. Eng. Res.*, 70, 355-365.

Christiansean, J.E., 1942, Hyraulics of sprinkling system for irrigation, *Trans. ASCE*, 107, 221–239.

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

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

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

Çetin, O. and Bilgel, L., 2002, Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton, *Agric. Water Manag.*, 54, 1–15.

Çetin, Ö., Köksal, E.S., Tarı, A.F., 2013, Damla Sulamada Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Hesabına İlişkin Temel Yaklaşımlar, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırmaları Daire Başkanlığı, Yayın No: TAGEM 2013-22, Ankara, 43.

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

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

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

Du, T., Kang, S., Zhang, J. and Li, F., 2008, Water use and yield responses of cotton to alternate partial root-zone drip irrigation in the arid area of north-west China, *Irrig. Sci*., 26, 147–159.

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

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

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

Gerbens-Leenes, P.W., Nonhebel, S., 2004, Critical water requirements for food, methodology and policy consequences for food security, *Food Policy*, 29, 547–564.

Gilbert, R.G., Nakayama, F.S., Bucks, D.A., French, O.F., Adamson, K.C., 1981, Trickle irrigation emitter clogging and flow problems, *Agricultural water Management*, 3, 159-178.

Goldhamer, D.A., Duani, J., Ferguson, L.F., 1994, Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irragation, *Proceedings of the Second International Symposium on Olive Growing*, Acta Horticulturae, 356, 172–175.

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

Hassan, A.A., Sarkar, A.A., Ali, M.H., Karim, N.N., 2002, Effect of deficit irrigation at different growth stages on the yield of potato, *Pakistan Journal of Biological Sci.*, 5 (2), 128-134.

Hornbuckle, J., Smith, D., Lanyon, D., Goodwin, I., McClaymont, L., Zandona, R., Christen, E, 2007, Drip Irrigation Variability: How well is your vineyard drip system performing?, *IREC Farmers Newsletter*, No. 176, Spring 2007, 51-53.

Jarrett, A., 1996, Designing A Trickle Irrigation System, No:28701128, July 16.

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

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

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

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

Kruse, E.G., 1978, Describing efficiency and Uniformity, *J. Irrig. Drain. Div. ASCE*, 104 (IR), 35-41.

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

Little, G.E., Hills, D.J. and Hanson, B.R., 1993, Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design, installation, California Agriculture, May June 1993, 47 (3), 18-21.

Madramotto, C.A., 1988, Effect of pressure changes characteristics on the discharge characteristics of pressure compensating emitters, *J. Agri. Engg. Res*, 40, 159-164.

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

Mofoke, A.L.E., Adewumi, J.K., Mudiare, O.J., Ramalan, A.A., 2004, Design, construction and evaluation of an affordable continuous flow drip irrigation system, *J Appl Irrig. Sci.*, 39 (2), 253–269.

Morina, A., Orgaz, F., Pastor, M. and Fereres, E., 2003, Yield response of a mature olive orchard to water deficit, *American Society of Horticultural Science*, 128, 425-431.

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

Ortega, J.F., Tarjuelo, J.M., De Juan, J.A., 2002, Evaluation of irrigation performance in localized irrigation systems of semiarid regions (Castilla-La Mancha, Spain), *Agricultural Engineering International: the Cigr Journal of Scientific Research and Development*, Manuscript LW 01 007, IV, 17p.

O'Sullivan, G., 1992, Water requirements for olive orchards, Olive Agencies Information Services, http://www.oliveaustralia.com.au/Olifax_Topics/Water_Requirements/water_requirements.html

Özekici, B. and Sneed, R.E., 1995, Manufacturing variation for various trickle irrigation on-line emitters, ASAE paper, No. 0883-8452/95/1102-0235.

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

Özkara, M.M. ve Özyılmaz, H., 1989, İzmir Kemalpaşa Koşullarında Zeytinin Su Tüketimi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müd. Yayınları, Genel Yayın No:156, Rapor Serisi No:100, Menemen, 38s.

Pansoit, F.P. and Rebour, H., 1961, Improvement in Olive Cultivation, *FAO*, Rome.

Pitchford, J., 1980, Drip system emission uniformity evaluation by mathematical model. *ASAE and CSAE national meeting on trickle (drip) irrigation*, 79-2098, Winnipeg, Canada.

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

Sharma, P., 2013, Hyraulic performance of drip emitters under field condition, *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2, 15-20.

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

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

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

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

Valiahary, S., Sadraddini, AS., Nazemi, AH., Majnooni-Heris, A., 2014, Field Evaluation of Emission Uniformity for Trickle Irrigation Systems (Case Study: Sattarkhan Irrigation Network). Agric. Sci. Dev., 3 (6): 205-208.

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

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

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

Yaohu, K., Nishiyama, S. and Kawano, H., 1995, A Simple Method of Designing Uniform Water Application Drip Irrigation System, *Transactions Of The Japanese Society of Irrigation*, *Drainage And Reclamation Engineering, 176*, 33-41.

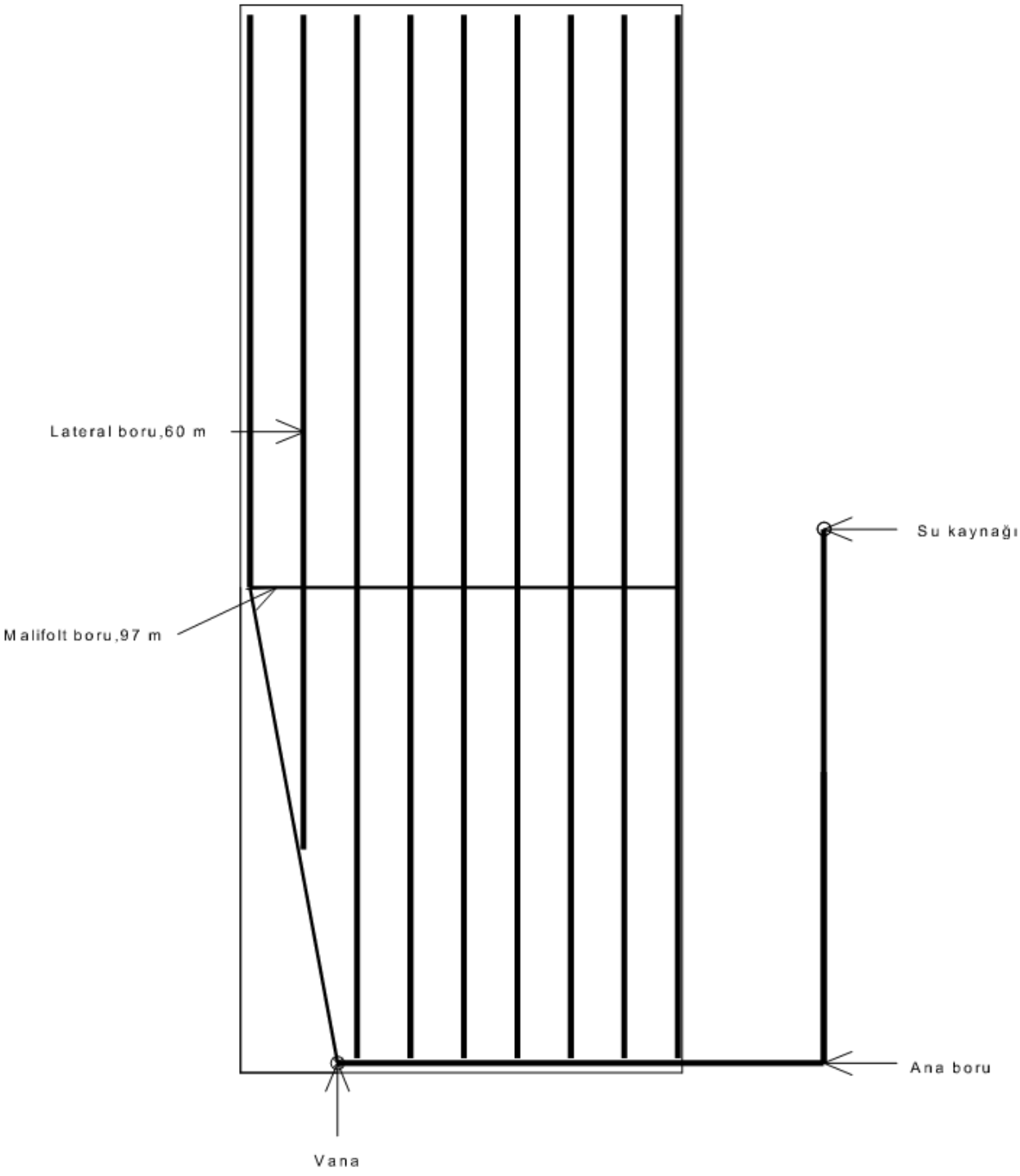
Yavuz, M.Y., Demirel, K., Erken, O., Bahar, E. and Deveciler, M., 2010, Emitter clogging and effects on drip irrigation systems performances, *Afr. J. Agric. Res*., 5, 532-538.

Yıldırım, G., 2007, An assessment of hydraulic design of trickle laterals considering effect of minor losses, *Irrig. Drain.*, 56 (4), 399–421.

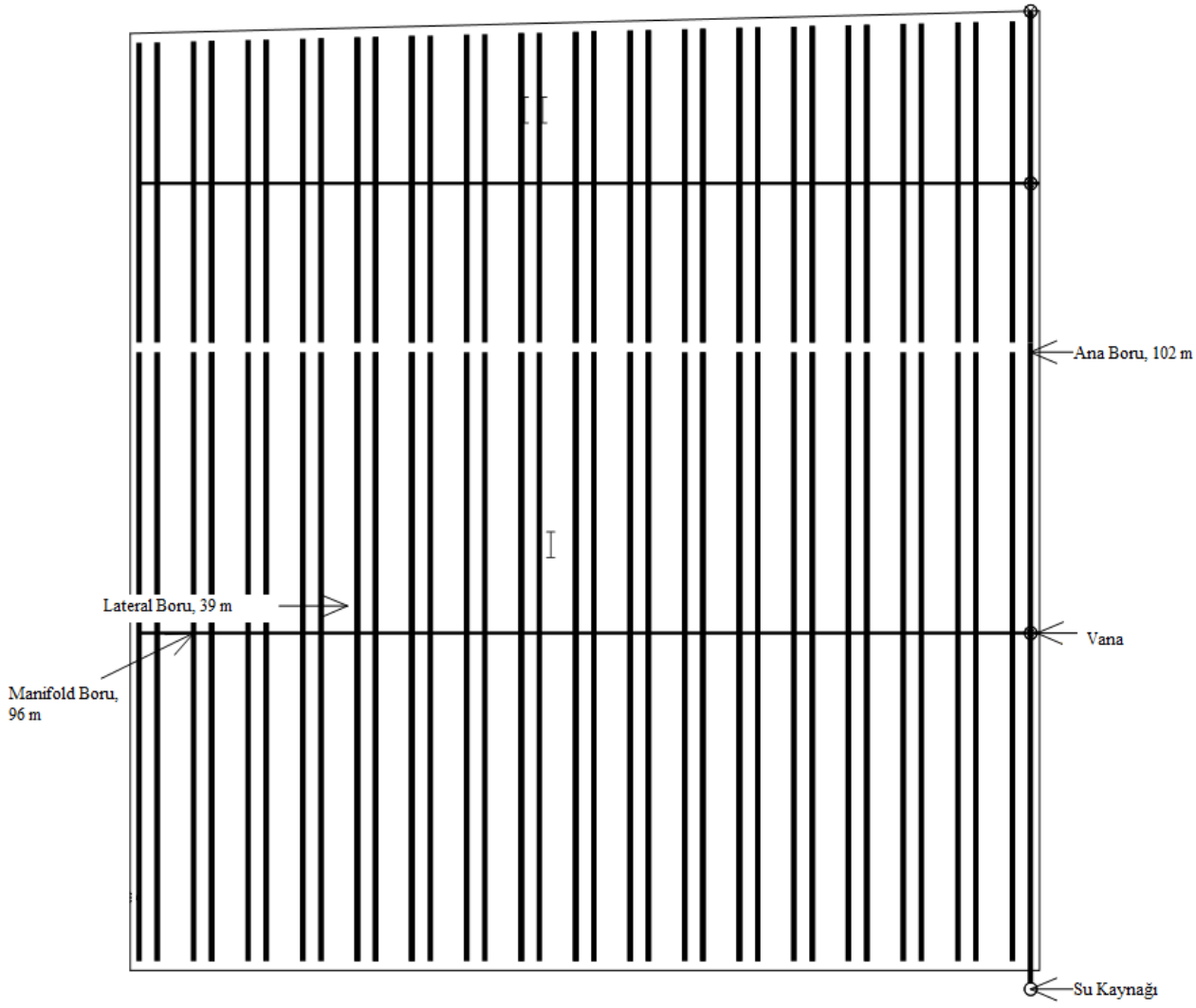
Yıldırım, O. ve Korukçu, A., 1999, Damla sulama sistemlerinin tasarımı, Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara, 272.

EKLER

EK-1 Arazi Testlerinde Kullanılan 2 Nolu İşletmeye ait Damla Sulama Sistemi Plan Detayı (5 da)



EK-2 Arazi Testlerinde Kullanılan 8 Nolu İşletmeye ait Damla Sulama Sistemi Plan Detayı (10,2 da)



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yunus ÇİÇEK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Diyarbakır, 21.12.1985
Telefon : 0546 498 47 47
Faks : -
e-mail : yunuscicek85@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Şehit Mehmet Gönenç Lisesi, Bandırma/Balıkesir	2003
Üniversite	:	Akdeniz Üniversitesi, Antalya	2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Konya	Devam Ediyor
Doktora	:	-	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2009	İZTA Tarımsal Sulama A.Ş, Antalya	Stajer

UZMANLIK ALANI

Tarımsal Sulama

YABANCI DİLLER

İngilizce (Orta Seviye)

YAYINLAR

Zeytinde Sulama ve Sulama Teknikleri: İzmir İçin Önemi, Yüksek Lisans Semineri, Selçuk Üni., Konya, 2013.

Sulamada Otomasyon Çalışmaları, Lisans Bitirme Çalışması, Akdeniz Üni., Antalya, 2010.