

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEKİRDAĞ KOŞULLARINDA CEVİZ AĞAÇLARININ**  
**SU TÜKETİMİNİN BELİRLENMESİ**

**SİNAN AKIN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Tolga ERDEM**

**TEKİRDAĞ**

**2016**

Her hakkı saklıdır

Bu Çalışma NKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından  
NKUBAP 00.24.YL.14.15 Nolu Proje ile Desteklenmiştir.

Prof. Dr. Tolga ERDEM danışmanlığında, Sinan AKIN tarafından hazırlanan "Tekirdağ Koşullarında Ceviz Ağaçlarının Su Tüketiminin Belirlenmesi" isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Selçuk ALBUT

İmza :

Üye : Prof. Dr. Tolga ERDEM (Danışman)

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ersel YILMAZ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına



Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **TEKİRDAĞ KOŞULLARINDA CEVİZ AĞAÇLARININ SU TÜKETİMİNİN BELİRLENMESİ**

**Sinan AKIN**

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tolga ERDEM

Tekirdağ koşullarında farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz ağaçlarının bitki su tüketimine etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada, 7 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75 ve 100' ünün uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 8 kez sulama uygulaması ile birlikte 58.30 ile 116.59 mm arasında sulama suyu uygulanırken, denemenin ikinci yılında ise 15 kez sulama uygulaması ile 95.26 ile 190.47 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme konularında ölçüm periyodu boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2014 yılında 264.41 ile 304.77 mm, 2015 yılında ise 346.49 ile 418.76 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. FAO 56-PM eşitliği ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri ( $ET_0$ ), 2014 yılında 4.42 ile 4.96 mm/gün arasında, 2015 yılında 3.29 ile 5.71 mm/gün arasında değişmiştir. Tekirdağ koşullarında badem ağaçlarının bitki katsayısı ( $k_c$ ) değerleri ortalama olarak Haziran ayı için 0.79, Temmuz ayı için 0.96, Ağustos ayı için 0.73 ve Eylül ayı için 0.63 olarak bulunmuştur. Araştırmada ayrıca farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerine olan etkisi de irdelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Bitki su tüketimi, bitki katsayısı, vegetatif gelişme parametreleri, ceviz

**2016, 55 sayfa**

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **DETERMINATION of WALNUT TREES EVAPOTRANSPIRATION UNDER TEKIRDAG CONDITIONS**

**Sinan AKIN**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Science

Main Science Division of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Tolga ERDEM

The study on the effects of different irrigation practices walnut trees plant water consumption in 2014 and in 2015 was carried out in Tekirdag conditions. The three different irrigation water amounts under 7 days interval applied based on a ratio of Class A pan evaporation as 50, 75 and 100 % were created in the research.

In the first year of the study all treatments when applying irrigation water to 8 times between 58.30 and 116.59 mm with irrigation application, the trial in the second year and 15 times of 95.26 and 190.47 mm of irrigation water irrigation was applied. As a result of this study, the seasonal evapotranspiration in the treatments during the measurement period varied from 264.41 and 304.77 mm in 2014 and from 346.49 and 418.76 mm in 2015 depend on irrigation water applied. The reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) calculated with FAO 56-PM equation ranged from 4.42 to 4.96 mm day<sup>-1</sup> in 2014 and from 3.29 to 5.71 mm day<sup>-1</sup>. The crop coefficient ( $k_c$ ) under Tekirdag conditions was averagely calculated as 0.79 for June, 0.96 for July, 0.73 for August and 0.63 for September. The effect of the vegetative growth parameters of walnut trees of different irrigation practices was also examined.

**Key words:** Evapotranspiration, crop coefficient, vegetative growth parameters, walnut

**2016, 55 pages**

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüzde, dünyada ve ülkemizde nüfusun artmasına paralel olarak, artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak en önemli problemlerimizden biridir. Konuyla ilgili bir başka gerçek de sabit olan tarım alanlarının artmayıp nüfus artışı ve sanayileşme nedeni ile azalmasıdır.

Bu gerçekler doğrultusunda tarımın, artan nüfus karşısında tüm dünyada entansif bir şekilde yapılması gerekmektedir. Entansif tarım uygulamalarında mekanizasyon ile birlikte susuz tarım yapılan alanlarda sulu tarıma geçilmesi ve su kaynağının sınırlı olduğu gerçeği göz önünde bulundurularak basınçlı sulama sistemlerinden yararlanılması önerilmektedir.

Bu çalışma, Tekirdağ il merkezinde bulunan Işıklar köyünde yürütülmüştür. Arazi çalışmaları sonucunda, ceviz bitkisinin bitki su tüketimi, referans bitki su tüketimi, bitki katsayısı ve vegetatif gelişme parametrelerine ilişkin sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bu araştırmanın konumunun belirlenmesi, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasına kadar olan dönemde yakın ilgisi, yönlendirici katkıları ve çok değerli yardımlarından dolayı sayın hocam Prof. Dr. Tolga ERDEM'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde görev yapan saygı değer hocalarıma, bu olanakları sağlayan genel müdürüm Uğur NALTANOĞLU ve mesai arkadaşlarıma, ayrıca her zaman yanımda olan, aldığım kararlarda beni destekleyen ve beni daima başarıya doğru yönlendiren kıymetli aileme de teşekkür ederim.

**Sinan AKIN**

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	viii
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	ix
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	5
2.1. Ceviz Ağaçlarının Su Kullanımı.....	5
2.2. Meyve Ağaçlarında Damla Sulama Uygulamaları .....	8
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Araştırma alanının konumu.....	13
3.1.2. İklim özellikleri.....	13
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya.....	14
3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması.....	17
3.1.5. Sulama sistemi.....	17
3.1.6. A sınıfı buharlaşma kabı.....	18
3.1.7. Bitki özellikleri.....	19
3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	19
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	20
3.2.2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	20
3.2.3. Toprağın su alma hızı ölçümleri.....	21
3.2.4. Buharlaşma miktarının ölçülmesi.....	22
3.2.5. Tarım tekniği.....	22
3.2.6. Sulama suyu uygulamaları.....	22
3.2.7. Damla sulama sisteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi.....	23
3.2.8. Bitki su tüketiminin saptanması.....	24

3.2.9. Referens bitki su tüketiminin tahmin edilmesi ve bitki katsayılarının eldesi.....	24
3.2.10. Ağaç vegetatif gelişme parametrelerinin belirlenmesi.....	25
3.2.11. İstatiksel analizler.....	26
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>27</b>
4.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar.....	27
4.2. Sulama Suyu Analiz Sonuçları.....	28
4.3. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar.....	28
4.4. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	29
4.5. Referens Bitki Su Tüketimi ve Bitki Katsayılarına İlişkin Sonuçlar.....	40
4.6. Vegetatif Gelişim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar.....	43
4.6.1. Bitki boyu.....	43
4.6.2. Sürgün uzunluğu.....	44
4.6.3. Taç hacmi.....	45
4.6.4. Gövde kesit alanı.....	46
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>48</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>50</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>55</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1960 – 2015)	15
Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2014 ve 2015 yılları iklim verileri.....	16
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	27
Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	28
Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.4. Araştırma konularına 2014 yılında uygulanan sulama suyu miktarları.....	30
Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2015 yılında uygulanan sulama suyu miktarları.....	30
Çizelge 4.6. I <sub>1</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı ).....	32
Çizelge 4.7. I <sub>2</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı ).....	33
Çizelge 4.8. I <sub>3</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı ).....	34
Çizelge 4.9. I <sub>1</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı ).....	35
Çizelge 4.10. I <sub>2</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı ).....	36
Çizelge 4.11. I <sub>3</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı ).....	37
Çizelge 4.12. Deneme konularına göre hesaplanan aylık bitki su tüketimi değerleri (mm/90 cm ).....	38
Çizelge 4.13. 2014 ve 2015 yıllarına ilişkin bitki katsayısı değerleri.....	41
Çizelge 4.14. Deneme konularına ilişkin ortalama bitki boyu (m) değerleri.....	43
Çizelge 4.15. Bitki boyuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin sürgün uzunluğu (cm) değerleri.....	44
Çizelge 4.17. Sürgün uzunluğuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.18. Deneme konularına ilişkin taç hacmi (m <sup>3</sup> ) değerleri.....	45
Çizelge 4.19. Taç hacmine ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.20. Deneme konularına ilişkin gövde kesit alanı (m <sup>2</sup> ) değerleri.....	46

Çizelge 4.21. Gövde kesit alanına ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	47
--	----

## ŞEKİL DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1. Deneme alanının konumu.....	13
Şekil 3.2. Deneme alanında yer alan su kaynağı.....	17
Şekil 3.3. Deneme alanında kullanılan sulama sistemi unsurları.....	18
Şekil 3.4. Deneme deseni.....	21
Şekil 4.1. Deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerleri, mm (2014 yılı)....	39
Şekil 4.2. Deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerleri, mm (2015 yılı)....	39
Şekil 4.3. Deneme konularında elde edilen bitki katsayısı değerleri (2014 yılı).....	42
Şekil 4.4. Deneme konularında elde edilen bitki katsayısı değerleri (2015 yılı).....	42
Şekil 4.5. Tekirdağ koşullarında ceviz ağaçları için elde edilen bitki katsayısı eğrisi....	43

## SİMGELER DİZİNİ

atm	: atmosfer
mm	: milimetre
cm	: santimetre
da	: dekar
%	: yüzde
m	: metre
L	: litre
h	: saat
s	: saniye
kg	: kilogram
m <sup>2</sup>	: metrekare
km <sup>2</sup>	: kilometrekare
hm <sup>3</sup>	: hektometreküp
m <sup>3</sup>	: metreküp
ha	: hektar
cm <sup>3</sup>	: santimetreküp
g	: gram
mg	: miligram
PE	: polietilen
°C	: santigrat derece
°	: derece
'	: dakika
dS	: desisiemens
pH	: Hidrojen iyonlarının negatif logaritması
ppm	: milyonda bir kısım

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde ceviz tüketimi özellikle son yıllarda hızla artmaya başlamıştır. Kişi başına tüketim miktarı yıllık 2 – 3 kg arasındadır. Tüketim miktarındaki artışın nedeni olarak ucuz fiyata ithal edilen ürün miktarının artmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Fakat hızla artan döviz fiyatları nedeniyle ithalat değeri arttığı için artan ceviz fiyatlarına bağlı olarak kişi başına düşen ceviz miktarımızın düşeceği tahmin edilmektedir. Ülkemiz 1960'lı yıllarda ceviz ihracatı yapan ülke konumundan, 2000' li yıllarda ceviz ithalatı yapan ülke konumuna gelmiştir. Ceviz ithalat miktarımızın yaklaşık 46 bin ton olduğu dikkate alındığında, ülkemizin, Fransa, İspanya ve Yunanistan gibi ülkelerin ceviz üretim miktarından daha fazla ceviz ithal ettiği görülmektedir. Diğer yandan, ithalatımızın tamamına ABD, Şili, Moldova, Bulgaristan, Kırgızistan, Türkmenistan ve Özbekistan'dan karşılanmaktadır. Ceviz ithal eden ülkemizin öncelikli hedefi iç tüketim miktarının tamamını karşılamak ve bir sonraki adımda ise ihracatı hedeflemektir. Avrupa Birliği toplam ceviz üretimini yaklaşık 200 bin ton ve ithalat pazarı ise yaklaşık 150 bin tondur. Bu değerler dikkate alındığında ülkemizde sağlanacak ceviz üretim artışı ile hem iç pazar hem de ihracat yapabileceğimiz Avrupa pazarı bulunmaktadır (Anonim 2012).

Ceviz ithalatı yapan ülkemizin ceviz üretimini artırmak, ağaçlandırma çalışmalarında katma değeri yüksek meyveli çeşitlere yönelmek, kırsal alanda ekonomik faaliyetlerin çeşitlendirilmesine imkan sağlamak, kırsal alanda yaşayan nüfusun gelir seviyelerini yükseltmek, geniş alanlarda ağaçlandırma çalışmaları yaparak kırsalda yeni iş imkanları ve fırsatları oluşturmak, düzenli ve dengeli beslenme için ceviz tüketimini artırmak gibi nedenlerle Orman ve Su İşleri Bakanlığı son yıllarda ağaçlandırma çalışmalarında cevize ayrı bir önem vermiştir. Ülkemizde bugüne kadar 983 proje dahilinde yaklaşık 110 bin da alanda özel ceviz ağaçlandırma çalışması tamamlanmış ve 2 milyon adedin üzerinde ceviz fidanı dikimi gerçekleştirilmiştir. Özel ağaçlandırma yapılan bu alanların yaklaşık % 83' ü orman arazisi, % 10' u hazine arazisi ve % 7'si tapulu arazidir. Bakanlığın Ceviz Eylem Planına göre 2012 - 2016 yıllarında, ağaçlandırma kapsamında yaklaşık 5 milyon adet ceviz fidanı dikimi planlanmıştır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerini kapsayan Trakya Bölgesinde ise özellikle orman arazilerinde ceviz yetiştiriciliği hızla artmakta ve teşvik edilmektedir. Ayrıca, bölgenin iklim ve toprak koşullarının ceviz bitkisi için uygun olması ve bölgenin Avrupa Pazarına yakın olması gibi nedenlerde yetiştirme alanlarının artmasına neden olmuştur. Ceviz Eylem Planına göre yeni ceviz alanları yaratılırken,

eski alanlardan elde edilen düşük verimler incelenmiş ve bunu giderilmesi için gerekli araştırmaların yapılması gerekliliği belirtilmiştir. Bu araştırmaların, standart ceviz çeşitlerinin eldesi, sulama, gübrelleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi teknik ve kültürel uygulanmaların iyi şekilde yapılması, üreticilerin bilinçlendirilmesi ve hasattaki uygulamaların iyileştirilmesi şeklinde yoğunlaşması önerilmiştir (Ünver ve Sakar 2011, Anonim 2012). Bu uygulamaların içerisinde sulama, hem bitki verimliliği ağıısından hem de doğal kaynakların korunumu ağıısından önem kazanmaktadır.

Doğal kaynakların gün geğıtikçe azalması, her alanda olduğu gibi tarımda da yeni arayışları ortaya çıkarmaktadır. Sanayileşme ve kentleşme nedeniyle tarım alanları azalmakta buna karşın bu alanlardan beslenecek insan sayısı hızlı bir biçimde artmaktadır. Bu nedenle, yürütölen araştırmalar birim alandan elde edilecek verimi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır. Diğer tarımsal işlemlerin yanı sıra maksimum verim eldesinde sulamanın önemi ortadadır. Fakat günümüze kadar uygulanan bilinçsiz sulamalar ve mevcut suyun tarım dışındaki diğer alanlarda kullanımının artması nedeniyle sulama için kullanılacak su miktarında da azalmalar başlamıştır. Böylece, dünyada ve ölkemizde, mevcut kısıtlı su ile birim alandan elde edilecek verimin artırılmasına yönelik çalışmalara hızlı bir şekilde yönelim başlamıştır. Sulama, bitkinin normal gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun bitki kök bölgesine gereken zamanda, gerekli miktarda ve kontrollö olarak verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanımın önemi, özellikle, sulama için ayrılacak suyun azalması nedeniyle günümüzde daha da ön plana çıkmaktadır. Sulama programlaması, bir bitkiye yetişme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağının belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsar. Bu kapsamda, öncelikle yörenin iklim, toprak, topografya ve bitki özelliklerine uygun mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verim azalması yaratmayacak bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır. Günümüzde, İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın % 95'i, Mısır' ın % 62' si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin % 50' si damla sulama yöntemini içerisinde alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır. Ölkemizde ise bu değer tahmini olarak % 10 civarında olduğu varsayılmasına karşın son yıllarda kullanımı giderek artmaktadır. Damla sulama yönteminin en önemli özelliklerinden biri ise bitki besin elementlerinin sulama ile birlikte bitki kök bölgesine rahatlıkla uygulanmasıdır

(Schwankl, 1995, Yıldırım, 2003). Damla sulama yönteminin planlamasında en önemli ilke, kullanılan damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre elde edilen ıslatma alanı yüzdesinin % 30' un üzerinde olmasıdır. Bu değerinde elde edilmediği koşullarda bitki sırası üzerine çift lateral hattı döşenmektedir. Bu koşullarda da gerekli olan sağlanmazsa, salkım tertip biçimi adını verdiğimiz ağaç taç izdüşümü boyunca sulama uygulaması yapılmaktadır (Yıldırım 2003)

Ceviz ağaçları için ne kadar su ve ne zaman su sorularını içeren sulama zamanı planlaması ise farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir. Oysa ki, hem bitki verimliliği için hem de su kaynaklarının korunumu açısından sulama zamanı planlaması önemlidir. Ülkemizde bölgesel bazlı tüm bitkilerin sulama zamanı planlamasına ilişkin bilimsel çalışmalar mevcut iken, ceviz ağaçlarının sulama zamanı planlaması, bitki su tüketimi ve uygun sulama yönteminin belirlenmesine yönelik herhangi bir bilimsel araştırma bulunmamaktadır. Bunun nedeni olarak, ceviz ağaçlarından elde edilecek optimum verim değerlerinin yedinci yıldan sonra başlaması sayılabilir.

Ülkemizde ve dünya da farklı iklim ve bitki koşulları için sulama programlamasına ışık tutacak çok sayıda araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların bir kısmında, bitkilerin sulama zamanı planlaması topraktaki nem miktarının izlenmesi veya A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarı ile ilişkiler kurulması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Fakat topraktaki nem miktarının izlenmesine dayalı yöntemlerin zaman alıcı ve masraflı olmasından dolayı, buharlaşma kaplarının kullanımı pratik yol olarak tercih edilmektedir (Yıldırım ve Madanoğlu, 1985). Özellikle, damla sulama yöntemi ile birlikte bitkiye sık aralıklarla az miktarda sulama suyu uygulanması, A sınıfı kabın bu yöntem ile kullanılmasına yönelik araştırmaların yapılmasını gerektirmiştir. Damla sulama yöntemi ile pan evaporasyon yöntemi olarak anılan A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın farklı düzeyleri dikkate alınarak sulanan brokoli (Erdem ve ark., 2010), havuç, kabak, turp (İmtiyaz ve ark., 2000); domates (Locassio ve Smajstrla, 1996); patates (Ünlü ve ark., 2006) çilek (Yuan ve ark., 2004), kayısı (Abrisqueta ve ark., 2001), mandalina (Panigrahi ve ark., 2012), elma (Küçükyumuk ve ark., 2012), antepfıstığı (Kanber ve ark., 2004) gibi sebze ve meyve grubunda çok sayıda araştırma tamamlanmış ve bu yöntemin çabuk ve uygulanabilir sonuçlar verdiği açıklanmıştır.

Bitki su tüketimi, toprak nem düzeyinin tahmini ve bitki su stresi düzeyinin geniş alanlarda daha kısa sürede ve yüksek duyarlılık düzeyinde elde edilmesi ile sağlanabilmektedir

(Ayan, 1994). Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) doğrudan ölçülebildiği gibi değişik yöntemler ile tahmin edilebilmektedir. Doğrudan ölçüm yöntemleri içerisinde su bütçesi tekniği ile topraktaki nem değişimleri izlenerek bitki su tüketimi hesaplanabilmektedir (Kanber, 1997).

Bu nedenle, iki yıl boyunca arazi çalışmaları şeklinde yürütülecek olan bu proje ülkemiz ve bölgemiz koşullarındaki önemli bir sorunu çözme amacındadır. Araştırma sonucunda elde edilecek değerler, ceviz yetiştiriciliği açısından önemli olduğu kadar azalan su kaynaklarının korunumu açısından da önemlidir. Kullanılacak yöntemler çiftçinin uygulayabilmesi göz önüne alınarak seçilmiştir. Tekirdağ Merkez Işıklar Köyünde seçilen ceviz bahçesi, hem bu projenin yürütülmesi sırasında hem de bundan sonra yürütülecek projelerde uygulayıcılar için bir demonstrasyon merkezi olacaktır.

Giriş ile birlikte beş bölümden oluşan çalışmada, ikinci bölümde konuya ilişkin kaynak araştırması verilmiş, üçüncü bölümde materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar dördüncü bölümde verilmiş ve bunların tartışması ise son bölümde yer almıştır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Ceviz Ağaçlarının Su Kullanımı

Ramos ve ark. (1978), Amerika Birleşik Devletlerinde yürüttükleri araştırmada 8 m aralıklarla dikilen 11 yaşındaki ceviz ağaçlarını iki farklı sulama programları altında yetiştirmişlerdir. Her iki sulama programında da kış sulamaları 150 cm toprak derinliğinde mevcut nemi tarla kapasitesine tamamlanmaya kadar yapılmıştır. Çiçeklenme periyodundan hasada kadar geçen periyotta ise bir deneme konusuna 10 adet desteleme sulama yapılırken, diğer deneme konusunda sulama uygulaması yapılmamıştır. Böylece yaratılan su stressinin ceviz ağaçlarının verim ve kalitesine etkileri belirlenmiştir. Araştırma sonunda ceviz büyüklüklerinin topraktaki nem değişikliklerine duyarlı olduğu sonucu çıkarılmıştır. Diğer yandan hasat zamanına yakın periyotlarda yaratılan su kısıdının ise iç çekirdek kalitesini etkilediği açıklanmıştır.

Cohen ve ark. (1996), 1987 yılında dikilen Serr çeşidi ceviz ağaçlarını 2002 - 2003 yıllarında dört farklı sulama uygulaması altında yetiştirmişlerdir. Sulama uygulamalarının hesaplanan bitki su tüketimi değerlerinin Haziran ve Eylül ayındaki süreçte % 20, 70, 100 ve 130' unun uygulanması şeklinde oluşturmuşlardır. Araştırmada farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz ağaçlarının fiziksel, çevresel ve agronomik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçta, en yüksek ceviz verimleri bitki su tüketiminin % 100 uygulandığı deneme konusundan elde edilirken, % 130' un uygulandığı deneme konusundan sadece daha fazla vegetatif gelişim elde edilmiştir.

Goldhamer (1988), Amerika Birleşik Devletlerinde California' da yürüttüğü araştırma sonucunda ceviz ağaçlarının bitki katsayısı değerlerini Mart ayı için 0.12, Nisan ayı için 0.53 – 0.68, Mayıs ayı için 0.79 – 0.86, Haziran ayı için 0.93 – 1.00, Temmuz ve Ağustos ayları için 1.14, Eylül ayı için 0.97 – 1.08, Ekim ayı için 0.51 – 0.88 ve Kasım ayı için 0.28 olarak önermiştir.

Lampinen ve ark. (2005), 2002 ile 2004 yılları arasında Amerika Birleşik Devletlerinde iki farklı alanda yürüttükleri araştırmada Chander çeşidi ceviz ağaçlarını ağaçaltı yağmurlama sulama yöntemi ile sulamışlardır. Her iki alanda da sulama konularını, yüksek, orta ve düşük sulama uygulamaları şeklinde oluşturmuşlardır. Deneme alanlarının birincisinde yağmurlama başlıklarından uygulanan sulama suyu miktarları 16.7, 14.2 ve 11.9 mm/h şeklinde, diğerinde ise

14.0, 11.7 ve 9.7 mm/h şeklinde oluşturulmuştur. Denemede toprak nem miktarları watermark nem sensörleri ile izlenmiştir. Araştırma sonucunda, her iki deneme alanında uygulanan sulama suyu miktarlarına göre elde edilen ceviz verimleri paralellik göstermiştir. Diğer yandan ceviz kalite parametreleri uygulanan sulama suyu miktarından etkilenmemiştir.

Hu ve ark. (2010), damla ve ağaçaltı yağmurlama sulama yöntemlerinin ceviz ağaçlarının su tüketimi, verim ve kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, damla sulama yöntemi ile ortalama günlük su tüketimi değerleri çiçeklenme döneminde 2.9 mm, meyve oluşumu döneminde 3.97 mm, kabuk oluşumu döneminde 5.55 mm ve olgunlaşma döneminde 3.39 mm olarak ölçülmüştür. Ağaçaltı yağmurlama sulama yöntemi altında ise günlük su tüketimi değerleri daha farklı ölçülmesine karşın toplam mevsimlik bitki su tüketimi aynı olmuştur. İki yöntem arasında su kullanım randımanları incelendiğinde, damla sulama yönteminde % 15 daha fazla değer elde edilmiştir. Aynı şekilde damla sulama yöntemi ile birlikte ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemine göre daha yüksek verim elde edilmiştir.

Zhao ve ark. (2010), 10 yaşındaki ceviz ağaçlarını farklı sulama programları altında ağaç altı yağmurlama sulama yöntemi ile sulamışlardır. Ayrıca, deneme konularından elde edilen sonuçlar salma sulama ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ağaç altı yağmurlama sulama yöntemi uygulamaları altında toplam mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 585.6 mm ile 840.3 mm arasında ölçmüşlerdir. Bu değerler ile salma sulama yöntemi altında elde edilen toplam mevsimlik bitki su tüketimi olan 993.3 mm' nin % 5.4 ile 41' i kadar olmuştur. Ağaç altı yağmurlama sulama yöntemi ile elde edilen ceviz verimleri ise 4204.5 kg/ha ile 5743.5 kg/ha arasında değişmiştir. Bu değerler salma sulama ile elde edilen 5550 kg/ha değerlerinin ortasında kalmıştır. Ayrıca, ağaç altı yağmurlama sulama yöntemi koşullarında elde edilen su kullanım randımanı değerleri (WUE) salma sulama yöntemine göre % 3.5 ile 28.6 arasında artmıştır.

Şen (2011), ceviz ağaçlarının yaygın bir dallanma, geniş bir yaprak yüzeyine sahip olması bakımından suya en fazla ihtiyaç duyan meyve türlerinden olduğunu belirtmiştir. Ceviz ağaçlarının ihtiyaç duydukları suyun bir kısmını doğal yağışlarla karşılamasına karşın, bitki gelişimi açısından sulama uygulamalarının önemli olduğu açıklamıştır. Ayrıca, ülkemiz koşullarında ceviz yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde doğal yağışların bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmadığı ve sulama uygulamalarının kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir. Ceviz ağaçlarının mevsimlik su tüketiminin bölge ve iklim koşulları ile ceviz ağaçlarının yaşı ve

türüne bağılı olarak 750 ile 1500 mm arasında değiştiğini açıklamıştır. Kuraklığı yüksek ve doğal yağışın düşük olduğu yıllarda, sulama uygulamalarının erken ilkbahar ile geç sonbahar arasında yapılması, normal yıllarda ise Haziran – Ekim ayındaki süreçte gerçekleşmesi gerektiği belirtilmiştir. Özellikle hızlı sürgün gelişmesinin ve meyve büyümesinin olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında bitkinin suya ihtiyaının fazla olduğu açıklanmıştır.

Li ve ark. (2013), Çin’ de yürüttükleri araştırmada farklı sulama yöntemlerinin ceviz ağaçlarının su kullanımı, gübre kullanımı, verim ve randıman özelliklerine etkilerini araştırılmışlardır. Araştırmada sulama yöntemi olarak, damla, yağmurlama, karık ve salma sulama yöntemleri seçilmiştir. Araştırma sonunda sulama uygulamasından sonra ceviz ağaçlarının bitki kök bölgesinde ki toprak nem dağılımı için damla ve yağmurlama sulama yöntemlerinin daha uygun olduğu açıklanmıştır. Sulama yöntemleri arasında yaprak sıcaklığı, yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı, yaprak su potansiyeli ve hücre SAP konsantrasyonu gibi değerlerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirtilmiştir. Uygulanan sulama suyu ve ceviz verimi arasındaki ilişkiler incelendiğinde, salma sulama yöntemine göre damla sulama ile birlikte % 54.3 su tasarrufu ve % 7.1 verim artışı, karık sulama ile % 35.0 su tasarrufu ve % 8.4 verim artışı, yağmurla sulama ile % 54.3 su tasarrufu ve % 4.5 verim artışı elde edilmiştir. Tüm değerler birlikte değerlendirildiğinde ceviz ağaçlarının sulanmasında damla sulama yönteminin uygulanması önerilmiştir.

Huabing ve ark. (2014), Çin’ de yürüttükleri araştırmada 8 yaşındaki Lvyling eşidi ceviz ağaçlarını beş farklı sulama programı altında yetiştirmişlerdir. Sulama programı olarak her sulama uygulamasında 0, 15, 30, 45 ve 60 L/ağaç ve kontrol konusu olarak 600 L/ağaç sulama suyu uygulanmıştır. Araştırmada farklı sulama suyu miktarlarının cevizin ağaç özsuyu akışına, su kullanım randımanına, verim ve meyve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek zsu akış miktarı kontrol ve 60 L/ağaç uygulamasından, en yüksek su kullanım randımanı 30 L/ ağaç uygulamasından, en yüksek verim değerinin ise kontrol konusundan elde edildiğini açıklamışlardır.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye’ de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberine (Anonim 2016) göre, ceviz bitkisinin bitki katsayısı değerlerinin Tekirdağ Merkez için 0.52 ile 1.17, Malkara için 0.59 ile 1.11, orlu için 0.54 ile 1.11, Edirne

Merkez için 0.51 ile 0.90, İpsala için 0.50 ile 1.10, Uzunköprü için 0.55 ile 1.10 ve Kırklareli Merkez için 0.47 ile 1.14 ve Lüleburgaz için 0.54 ile 1.13 arasında değiştiği açıklanmıştır.

## 2.2. Meyve Ağaçlarında Damla Sulama Uygulamaları

Köksal ve ark. (1996), Ankara koşullarında farklı sulama yöntemi ve programlarının Starkspur Golden Delicious ve Starkrimson elma ağaçlarının vegetatif gelişmesi, meyve verimi ve meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, damla, ağaçaltı mikro yağmurlama ve göllendirme sulama yöntemlerini uygulamışlardır. Araştırmada sulama uygulamaları, 120 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30 ve 50' si tüketildiğinde başlanması ve bu programlama ilişkin sulama aralıklarında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının % 75 ve 100' ünü uygulanması olarak düzenlenmiştir. Araştırmadan elde edilen vegetatif ve generatif gelişme sonuçlarına göre, elma ağaçlarının sulanmasında her üç sulama yönteminin de kullanılabileceği, damla yöntemi uygulandığında kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30' u tüketildiğinde sulanmaya başlanması önerilmiştir. Ayrıca, ortalama 5 gün ara ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının % 100' ü kadar sulama suyu uygulanması gerektiği açıklanmıştır.

Franco ve ark. (2000), düşük kaliteye sahip ( $EC= 4.26 \text{ dS m}^{-1}$ ) sulama suyunun kullanıldığı araştırmayı İspanya - Murcia' da 3 yaşındaki genç badem ağaçları üzerine yürütmüştür. Çalışmada, uygulanacak sulama suyu miktarları A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen haftalık açık su yüzeyi buharlaşma miktarları göz önüne alınarak, buharlaşma kabı katsayısı  $E_p$  (0.65), bitki katsayısı  $k_c$  (0.75), gölgeleme katsayısı  $k_1$  (0.176), su uygulama randımanı  $E_a$  (0.95) ve damlatıcı katsayısı  $E_u$  (0.9) değerleri kullanılmıştır.

Abrisqueta ve ark. (2001), damla sulama yöntemi ile sulanan kayısı ağaçlarının su tüketimini belirledikleri araştırmayı İspanya' da yürütmüşlerdir. Araştırmada kayısı ağaçlarına A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin % 50 ve % 100' ü uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerinin % 50' sinin uygulandığı deneme konusunda % 35 daha az bitki su tüketimi ölçüldüğü açıklanmıştır.

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

Gündüz ve Korkmaz (2003), Menemen Ovası koşullarında yürüttükleri çalışmada damla sulama sistemi ile farklı sulama aralığı ile sulama suyu miktarlarının bağın verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, 3 ve 6 gün sulama aralığı ve A sınıfı buharlaşma kabından olan 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 buharlaşma katsayıları kullanılmıştır. Üç yıllık verilere göre Menemen ovasında bağın, üreticinin isteğine bağlı olarak 3 veya 6 gün arayla sulanması ve toplam buharlaşma miktarı 0.46 katsayısı ile düzeltilerek sulama suyu uygulanması önerilmiştir. Bu durumda 3 ve 6 gün ortalaması yaş üzüm verimi 2201 kg/da, kuru üzüm verimi 610 kg/da, sulama suyu ihtiyacı ve su tüketimi de 260.5 mm ile 505.0 mm olarak belirlenmiştir.

Kanber ve ark. (2004), 1999 – 2002 yılları arasında Gaziantep' de yürüttükleri araştırmada, antepfıstığını farklı sulama aralıkları, azot dozları ve bitki katsayıları kullanarak damla sulama uygulamaları altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada, sulama aralığı olarak 7 ve 14 gün sulama aralığı, azot dozu olarak sulama suyu miktarlarına göre 0, 10, 15 ve 20 ppm ve bitki katsayısı olarak 0.60 ve 0.90 değerlerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda deneme yılları boyunca ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değeri 1083 mm, uygulanan ortalama sulama suyu miktarı 7 günlük sulama aralığında 976.5 mm ve 14 günlük sulama aralığında ise 356 mm olarak ölçülmüştür. Ölçülen bitki su tüketimi değerleri üç yıl ortalamasında deneme konuları için, 377 - 213 mm, 590 - 317 mm, 518 – 345 mm ve 642 – 483 mm arasında hesaplanmıştır. Ayrıca, en yüksek aylık bitki su tüketimi Temmuz ayı için 87 mm ve bu ay için referans bitki su tüketimi

değeri 58.25 mm olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan antepfıstığı için bitki katsayı değerleri Temmuz ayı için 1.51, Kasım ayı için 0.39 olarak belirlenmiştir.

Romero ve ark. (2004), İspanya’da gerçekleştirdikleri araştırmada 7 x 5 m ağaç aralığına sahip 13 yaşındaki badem ağaçlarını damla ve toprakaltı damla sulama yöntemleri ile beş farklı sulama konusu altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada ağaç büyüme periyotlarını, çiçeklenme, vejetatif ve meyve oluşumunu içerisine alan Ocak – Haziran arası, meyve dolum dönemini içerisine alan Haziran – Ağustos arası ve bu süreçten hasada kadarki Haziran –Aralık arası olarak üçe ayırmışlardır. Sulama uygulamalarında bitki su tüketimi değerleri dikkate alınmıştır. Bitki su tüketimi hesabı ( $ET_C$ ) için gerekli referans bitki su tüketimi, A sınıfı kap buharlaşması yöntemi ile hesaplanmıştır. Gerekli bitki katsayısı ( $k_c$ ) değerleri ise, Ocak ayı için 0.22, Şubat ayı için 0.33, Mart ve Nisan ayları için 0.42, Mayıs ayı için 0.52, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için 0.61, Ekim ayı için 0.54, Kasım ayı için 0.38 ve Aralık ayları için 0.23 olarak alınmıştır. Sulama uygulamaları Ocak – Haziran arasındaki periyotlarda  $ET_C$ ’ nin tamamı uygulanırken, diğer periyotlarda  $ET_C$ ’ nin farklı miktarları uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, sulama suyunda tasarruf açısından toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte, bitki gelişimin etkilenmediği birinci periyotta bitki su tüketiminin tamamının, ikinci periyotta % 20’ sinin ve üçüncü periyotta ise 50’ sinin uygulamasının ön plana çıktığı belirtilmiştir.

Yıldırım (2004), 2000 – 2003 yılları arasında Ankara’ da yürüttüğü araştırmada erik ağaçlarına damla sulama yöntemi altında dört farklı sulama programı uygulamıştır. Sulama uygulamalarına tansiyometre kullanılarak, 120 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 20, 30, 40 ve 50’ si tüketildiğinde başlanmıştır. Her üç yılda da, uygulanan sulama programlarının, ağaç başına, birim gövde kesit alanına ve birim taç hacmine düşen meyve verimine ve bunların yanında, taç hacmi, sürgün uzunluğu, gövde kesit alanı ve gövde kesit alanındaki artış miktarı üzerine önemli düzeyde etki yapmadığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, erik ağaçlarını damla sulama yöntemi ile toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 20 ile 50’ si tüketildiğinde sulanmaya başlanması önerilmiştir.

Ünal (2006), 2006 yılında Manisa’da yürüttüğü çalışmada, damla sulama yöntemiyle sulanan Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidi için A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi ve sulama programının oluşturulması araştırmıştır. Sulama suyu uygulamaları dört farklı A sınıfı buharlaşma kabı katsayısından ( $K_{pc1}$ :

0.50,  $K_{pc2}$ : 0.75,  $K_{pc3}$ : 1.00,  $K_{pc4}$ : 1.25) yararlanılarak oluşturulmuş, yedi günde bir sulama uygulaması yapılmıştır. Konulara ilişkin sulama suyu miktarları sırasıyla 73.46, 112.84, 152.23 ve 191.61 mm olarak, bitki su tüketimleri sırasıyla 112 mm, 153 mm, 192 mm, 232 mm olarak ölçülmüştür. Farklı sulama konularına ilişkin uygulanan sulama suyu, bitki su tüketimi, verim-kalite özellikleri ve farklı gider miktarları ele alındığında; bölge ve toprak koşullarında yüksek sistem bağcılıkta yetiştirilen Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi için en uygun sulama konusunun  $K_{pc2}$ : 0.75 olduğu belirlenmiştir.

Gündüz ve ark. (2011), Ege Bölgesinde yürüttükleri araştırmada şeftali ağaçlarını damla sulama yöntemi altında 3 ve 6 gün olmak üzere iki farklı sulama aralığı ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin % 50, 75, 100 ve 125' in uygulandığı dört farklı sulama zamanı planlaması koşullarında yetiştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, deneme konuları için sulama zamanı açısından farklılıklar elde edilmezken, kap katsayılarından % 100 konusunun ön plana çıktığı belirtilmiştir.

Kaya ve ark. (2011), 2004 - 2008 yılları arasında Iğdır'da yürüttükleri araştırmada, genç kayısı ağaçlarını damla sulama yöntemi ile 6 farklı sulama programı altında yetiştirmişlerdir. Sulama programları A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin % 50, 75, 100, 125 ve 150' sinin uygulandığı deneme konularının yanı sıra kontrol konusu olarak hasattan sonrasında da tüm sezon boyunca % 100' ünün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, vegetatif gelişme parametreleri dikkate alındığında, genç kayısı ağaçlarının sulanmasında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin % 125 ve 150' in uygulanması önerilmiştir.

Zhao ve ark. (2012), Çin' de yürüttükleri araştırmada 24 yaşındaki armut ağaçlarını haftalık olarak A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin % 80' ini alarak ıslatma oranının % 16, 32 ve 43 olduğu damla sulama yöntemi altında sulamışlardır. Ayrıca, yüzey sulama yöntemiyle aylık 300 mm sulama suyu uygulandığı deneme konusu kontrol olarak dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda üç farklı ıslatma oranının uygulandığı damla sulama yöntemi konularında kontrol konusuna göre yaklaşık % 50 daha az sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek su kullanım randımanının (WUE) damla sulama yöntemi ile ıslatma oranının % 32 olduğu deneme konusundan elde edildiği belirtilmiştir.

Hijazi ve ark. (2014), Suriye’ de yürüttükleri araştırmada 2006 - 2010 yılları arasındaki beş yıllık süreçte zeytin ağaçlarını farklı sulama yöntemleri altında yetiştirmişlerdir. Sulama yöntemi olarak damla, ağaç altı yağmurlama, tava sulama ve göllendirme metotlarını kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, damla sulama yöntemi altında yetiştirilen zeytin ağaçlarına diğer sulama yöntemlerine göre % 34.4 daha az sulama suyu uygulanırken, % 19.2 daha yüksek verim elde edildiği açıklanmıştır.

Spinelli ve ark. (2016), olgun badem ağaçlarının bitki su tüketiminin belirlenmesine yönelik araştırmalarını Amerika Birleşik Devletlerinde San Joaquin Vadisinde 2008 - 2011 yılları arasında yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda iklim verilerine göre referens bitki su tüketimi değerleri ( $ET_0$ ) tüm ölçüm sezonu boyunca 1274 ile 1488 mm arasında hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, nötronprobe aleti ile toprak - su bütçesi eşitliğine göre hesaplanan gerçek bitki su tüketimi ( $ET_a$ ) 1315 ile 1450 mm arasında değişirken, Eddy Kovaryans tekniğine göre 1278.2 ile 1488 mm arasında değişmiştir. Ölçüm sezonu başlangıcında ölçülen bitki su tüketimi değerlerinin ( $ET_a$ ), referens bitki su tüketimi değerlerinin küçük olmasının bitki katsayısı değerlerinin ( $k_c$ ) 1’ den düşük olmasına neden olurken, ölçüm sezonu ortalarına doğru bu değerin 1’ e yaklaştığı açıklanmıştır.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma alanının konumu

Araştırma, Tekirdağ il merkezine 20 km uzaklıkta yer alan Işıklar köyünde bulunan C-viz Üretim A.Ş.'nin arazisinde yürütülmüştür. Orman vasfında bulunan arazi devletten kiralanmış ve kapama tipi badem ile ceviz alanına dönüştürülmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 166 m, enlem derecesi 40° 51' kuzey, boylam derecesi ise 27° 21' doğudur. Ayrıca araştırma alanının konumu Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. Deneme alanının konumu

##### 3.1.2. İklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alan yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 13.9 °C' dir. Aylık sıcaklık ortalamaları

açısından en soğuk ay 4.9 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 23.6 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 585.1 mm olmasına karşın, bunun büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem % 77.9' dur. Nisan ayında bu değer % 78.5' e yükselmekte ve Ağustos ayında % 72' ye düşmektedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki değeri 2.70 m/s' dir.

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığından sağlanan 1960 - 2015 yıllarına ait uzun yıllar ortalama iklim verileri Çizelge 3.1' de ve denemenin yürütüldüğü 2014 ile 2015 yıllarına bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri Çizelge 3.2' de verilmiştir. Çizelgede verilen açık su yüzeyi buharlaşma değerleri araştırma alanında bulunan A sınıfı buharlaşma kabından elde edilmiştir.

### **3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya**

Araştırmanın yürütüldüğü alan orman vasfını kaybetmiş olduğundan, ceviz ağaçlarının dikiminin yapıldığı 2012 yılından önce yaklaşık 2 yıl süren toprak hazırlığı işlemine tabi tutulmuştur. Alanda öncelikli olarak ağaç, çalı ve kök temizliği yapılmış ve ilkbahar ile sonbahar ayları boyunca derin sürüm yapılarak toprağın havalanması sağlanmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü alan genel olarak tınlı ve killi bünyeye sahip, organik madde içeriği, fosfor ve potasyum düzeyi az topraklardan oluşmaktadır. Alanda taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Alanda eğim oldukça yüksektedir. Fakat deneme alanı, olarak nispeten eğimin az olduğu (% 0 – 5), arazinin en yüksek kotunda, tesviye eğrilerine paralel kısımlar seçilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1960 – 2015)

Uzun Yıllar İklim Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık. (°C)	4.9	5.2	7.4	11.9	16.9	21.4	23.8	23.8	20.0	15.4	11.1	7.2	14.1
Ortalama Max. Sıcaklık. (°C)	8.2	8.8	11.1	15.8	20.6	25.3	27.9	28.1	24.4	19.6	14.9	10.5	17.9
Ortalama Min. Sıcaklık. (°C)	2.1	2.3	4.2	8.2	12.6	16.6	18.9	19.2	15.9	12.0	8.0	4.3	10.4
Ortalama Bağıl Nem. (%)	83.0	81.1	80.7	78.3	76.5	72.9	69.9	70.6	74.4	79.0	82.5	83.0	77.7
Ortalama Rüzgar Hızı*. (m/s)	3.3	3.2	3.0	2.5	2.3	2.5	2.9	3.1	2.9	3.1	2.9	3.3	2.9
Ortalama Güneşlenme Süresi. (h)	2.41	3.18	4.13	5.39	7.44	9.57	9.50	9.00	7.21	4.52	3.24	2.32	5.7
Yağış. (mm)	64.9	55.6	54.7	42.7	37.6	37.5	22.6	14.2	38.6	64.5	69.6	83.8	586.3
Buharlaştırma. (mm)	-	-	0.1	63.6	114.8	142.1	179.8	170.9	114.9	67.6	11.6	0.9	866.3

\* 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanına ilişkin 2014 ve 2015 yılları iklim verileri

Yıllar	Aylar	Ort. sıcaklık (°C)	Ort. bağıl nem (%)	Ort. rüzgar hızı* (m/s)	Güneşlenme süresi (h)	Buharlaşma miktarı** (mm/gün)	Yağış (mm)
2014	29.06 – 05.07	22.9	69.2	3.2	9.1	6.9	-
	06.07 – 12.07	24.7	66.4	2.2	8.7	7.5	17.2
	13.07 – 19.07	24.4	75.4	2.4	7.7	7.7	35.6
	20.07 – 26.07	25.5	74.7	2.4	6.9	7.4	33.1
	27.07 – 02.08	26.0	80.5	2.6	8.9	7.1	-
	03.08 – 09.08	25.7	74.6	2.5	8.8	7.2	0.1
	10.08 – 16.08	26.4	77.2	1.9	10.7	5.5	-
	17.08 – 23.08	24.4	74.9	2.6	9.8	6.9	4.1
	24.08 – 30.08	24.9	70.4	3.6	8.8	6.8	-
2015	29.05 – 04.06	20.5	73.1	2.5	8.9	4.9	-
	05.06 – 11.06	20.4	79.0	3.3	8.1	5.3	22.0
	12.06 – 18.06	22.9	74.3	2.6	9.8	6.1	25.5
	19.06 – 25.06	21.0	71.9	2.8	9.7	4.4	0.3
	26.06 – 02.07	22.1	66.9	2.6	8.3	5.0	6.4
	03.07 – 09.07	23.7	72.5	2.8	8.6	5.1	0.5
	10.07 – 16.07	24.0	70.0	2.9	9.7	6.8	-
	17.07 – 23.07	25.1	67.6	3.9	10.6	7.1	-
	24.07 – 30.07	26.7	73.0	2.2	10.5	6.6	-
	31.07 – 06.08	26.9	72.2	3.4	8.9	6.2	-
	07.08 - 13.08	26.6	70.6	3.4	8.8	6.7	-
	14.08 – 20.08	26.9	72.9	2.9	9.7	6.6	-
	21.08 – 27.08	24.6	63.6	3.9	7.4	6.9	-
	28.08 – 03.09	25.4	66.5	2.6	10.7	6.6	-
	04.09 – 10.09	24.5	69.4	3.4	6.9	6.4	1.4
11.09 – 18.09	22.4	76.9	3.0	6.6	6.1	5.0	

\* : 2 m yükseklikteki değerlerdir

\*\* : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerdir

### 3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

Araştırma alanını için gerekli sulama suyu, Tekirdağ – Işıklar Köyü içerisinde bulunan yüzey sularının arazinin en yüksek noktasında bulunan 300 ton kapasiteli depolama havuzuna basılması ile sağlanmıştır (Şekil 3.2).

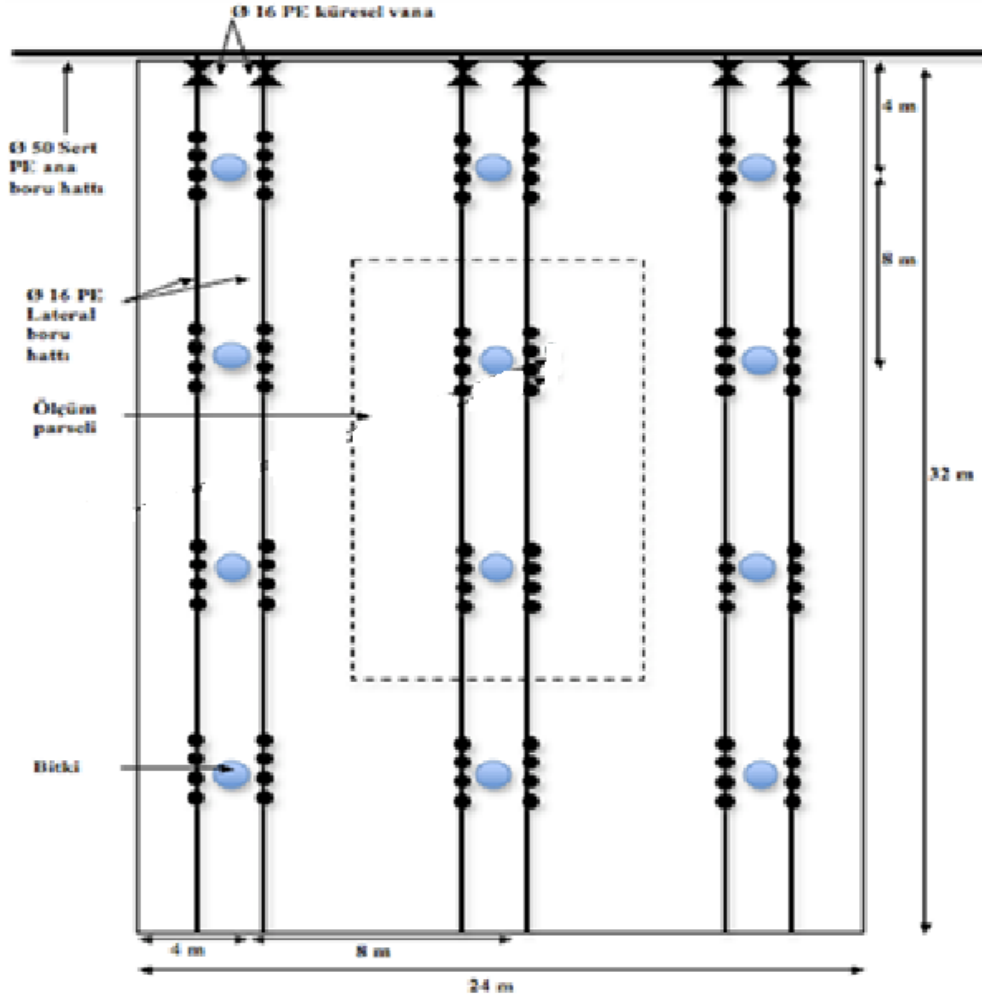


Şekil 3.2. Deneme alanında yer alan su kaynağı

### 3.1.5. Sulama sistemi

Depolama havuzundan santrifüj pompa ile alınan sulama suyu, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve disk elek filtrelerden oluşan kontrol biriminden geçtikten sonra 6 atm işletme basınçlı, 75 mm dış çaplı sert PE borular ile araştırma alanına iletilmiştir. Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek ve düzenlemek amacıyla basınç regülatörü ile manometreler yerleştirilmiştir. Suyun alındığı noktadan itibaren iletimi ve dağıtımı 6 atm işletme basınçlı, 75 mm dış çaplı sert PE borularla yapılmıştır. Her bir deneme parseli için manifold boru hatları 50 mm dış çaplı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Deneme parselleri içerisinde her ağaç sırasına 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan çift sıra lateral boru hatları döşenmiştir. Ceviz ağaçlarının araştırma sırasına 3 ile 4 yaşında olmasından dolayı bitki sıra arası ve üzerinde tam örtme yapmadığından tüm lateral boru hattı ıslatılmamıştır. Bu nedenle her ağaç başına taç genişliği dikkate alınarak karşılıklı olmak üzere 4' er adetten toplam 8

adet basınç regüleli on-line damlatıcı yerleştirilmiştir. Damlatıcı debisi Yıldırım (2003)' de belirtilen esaslara göre toprağın bünyesi ve su alma hızı dikkate alınarak 4 L/h olarak seçilmiştir. Bir deneme parselinin ayrıntısı Şekil 3.3' de verilmiştir.



Şekil 3.3. Deneme alanında kullanılan sulama sistemi unsurları

### 3.1.6. A sınıfı buharlaşma kabı

Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı, 121 cm çapında, 25.5 cm yüksekliğinde, 2 mm galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden oluşmaktadır. Kap içerisindeki suyun hayvanlar tarafından içilmesini önlemek amacıyla kabın üzerine tel bir kafes yerleştirilmiştir. Kaptaki su düzeyi değişimleri 1/100 mm duyarlılıkta mikrometrelili derinlik ölçme aracı ile ölçülmüştür (Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

### **3.1.7. Bitki özellikleri**

Araştırmada Chandler ceviz çeşidi kullanılmıştır. Çeşit, Pedro x 56-224 melezi olup Kaliforniya Üniversitesi tarafından ıslah edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri' nin en önemli ticari ceviz çeşididir. Ağaçları orta derece güçlü ve 12 m bitki boyuna ulaşabilmektedir. Soğuklanma ihtiyacının 700 saat olduğu çeşit geç yapraklanır ve çiçeklenir. Bu nedenle soğuk zararına, ceviz yanıklığı ve iç kurdu zararlarından etkilenmez. Çeşidin dölleyicileri Cisco ve Scharsch Franguettedir. Orta mevsim çeşidi olan Chandler, uç dallarda meyve verdiği gibi, yan dallarda meyve verimi çok iyidir (% 85 - 90). Meyveleri iri (9 – 13 g), oval, kabuğu pürüzsüz, kabuk yapışması iyi, kabukları zayıf ve kırılımandır. Ayrıca, meyve içi 6.5 g, iç oranı % 52 – 55, açık renkli iç oranı % 90 -100'dür (Şen, 2011)

Araştırmada orman arazisinden dönüşen kapama ceviz bahçesine Chandler çeşidi ağaçlar 2012 yılında 8 x 8 m sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinde dikilmiştir. Ceviz ağaçlarının dikiminden itibaren sulama uygulamaları damla sulama yöntemi ile yapılmaya başlanmıştır. Araştırma ceviz ağaçlarının 3. ve 4. yaşlarına geldiği 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür.

### **3.1.9. Kullanılan bilgisayar paket programları**

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve çeşitli denklemlerin elde edilmesinde sırasıyla MSTAT, Tarist ve Excel paket programları kullanılmıştır.

## **3.2. Yöntem**

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alınarak, kullanılacak sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, deneme düzeni ve konuları ile bitki su üretim fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemler yer almaktadır.

### **3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları**

Araştırma, tesadüf bloklarında deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür ve deneme konuları rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Araştırmada deneme konuları, 7 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının farklı oranlarının uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Sulama aralığı, bitki özellikleri ve bölge koşullarında ceviz yetiştiriciliği yapan üreticilerin uygulama koşulları dikkate alınarak 7 gün olarak belirlenmiştir.

Deneme konuları;

I<sub>1</sub> konusu : Toplam buharlaşma miktarının % 50' sinin uygulandığı sulama uygulaması,

I<sub>2</sub> konusu : Toplam buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı sulama uygulaması,

I<sub>3</sub> konusu : Toplam buharlaşma miktarının % 100' nün uygulandığı sulama uygulaması, biçiminde düzenlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü deneme düzeni Şekil 3.4' de verilmiştir. Deneme alanı 72.0 x 96.0 m boyutlarında olup, toplam 6912.00 m<sup>2</sup> dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 3 adet olmak üzere toplam 9 adet parsel bulunmaktadır. Bir deneme parseli 24.0 x 32.0 m boyutlarında olmak üzere toplam 432.00 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Bir deneme parselinde 3 adet ağaç sırası bulunmaktadır. Ağaçların sıra aralığı ve sıra üzeri 8.0 m' dir. Tüm parsellerde birer ağaç sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Her deneme parselindeki ağaç sayısı 12, ölçüm parselinde ise 2 adettir.

### **3.2.2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri**

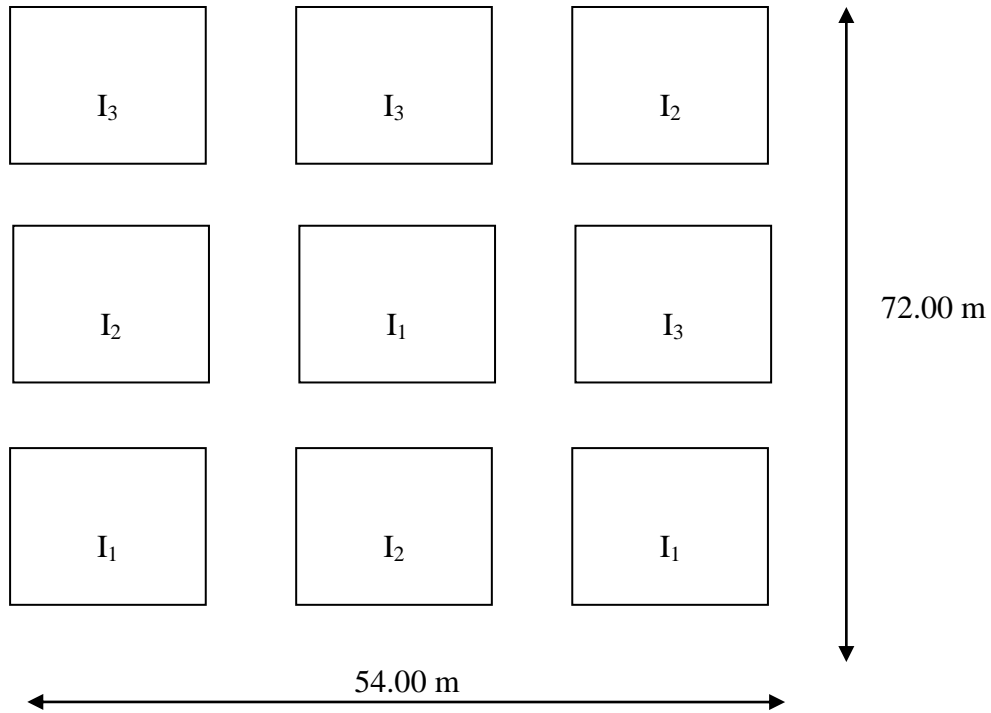
Denemenin kurulacağı alanda toprak ve suya ait fiziksel ve kimyasal analizler ile deneme süresince yapılacak örnekleme için kimyasal ve fiziksel analizler Ayyıldız (1990) ve Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, Biyosistem Mühendisliği Bölüm laboratuvarı ve Kırklareli Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsünde yapılmıştır.

Denemelere başlamadan önce, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ile verimlilik analizlerini belirlemek amacıyla 2 farklı yerde 90 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0 - 30, 30 - 60 ve 60 - 90 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı ve



tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinden ise solma noktası ve bünye sınıfı değerleri Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965)' de belirtilen ilkelere göre belirlenmiştir.

Araştırma alanı topraklarının verimlilik analizleri için ise 0 - 20 ve 20 - 40 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır (Sönmez ve Ayyıldız 1964, Güngör ve Yıldırım 1989). Araştırmada kullanılan sulama suyunun kalite sınıfını belirlemek amacıyla Ayyıldız (1990)' da belirtilen esaslara göre su örnekleri alınmıştır.



Şekil 3.4. Deneme deseni

### 3.2.3. Toprağın su alma hızı ölçümleri

Toprağın su alma hızının saptanmasında, çift silindirli infiltrometre yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında Delibaş (1994) ve Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen ilkelere uygun biçimde ölçümler yapılmış ve değerlendirilmiştir.

### 3.2.4. Buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla, günlük buharlaşma miktarı, mikrometrelili ölçüm kabı kullanılarak, eksik suyun tamamlanması şeklinde, her gün saat 09:00' da ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Her hafta kap içerisindeki su boşaltılarak temizlenmiştir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

### 3.2.5. Tarım tekniği

Deneme alanında gübre analiz raporlarına göre gerektiği zamanlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulamaları yapılmıştır. Denemenin her iki yılında da deneme süresince gerekli olduğu zamanlarda sıra üzerleri elle, sıra araları ise mekanik olarak yabancı ot kontrolü yapılmıştır. Diğer yandan damla sulama uygulamaları ile birlikte hümik asit, amonyum nitrat, potasyum nitrat ve fosforik asit sıvı gübre uygulamaları tüm parsellere eşit olacak şekilde uygulanmıştır.

Deneme parsellerinde bulunan ceviz ağaçları devamlı olarak gözetim altında tutulmuş ve hastalık ile zararlılara karşı kısa sürede önlemler alınmıştır.

### 3.2.6. Sulama suyu uygulamaları

Deneme konularına göre uygulanan net sulama suyu miktarları, açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak hesaplanmıştır. Deneme parsellerinde sulama suyu uygulama aralığının belirlenmesinde, bölge çiftçisinin uygulamaları ve bitki özellikleri dikkate alınarak 7 gün sulama aralığının uygun olabileceğine karar verilmiş ve uygulanacak sulama suyu miktarı 7 günlük yığılımlı buharlaşma değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber ve ark. 2004).

$$I = K_{pc} \times E_p \times P \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

I : Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),

$K_{pc}$  : Buharlaşma kabına bağlı katsayı,

$E_p$  : Yığılımlı buharlaşma miktarı, (mm),

P : Damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi (%), dir.

### 3.2.7. Damla sulama sisteminde projelendirme kriterlerinin belirlenmesi

Deneme parsellerine Güngör ve Yıldırım (1989)' da belirtilen esaslara göre, her ağaç sırasına iki lateral gelecek şekilde lateraller döşenmiştir (Şekil 3.3). Denemede, 1.0 atmosfer basınçta, 4.0 L/h debiye sahip, lateral üzerine geçik (on-line) damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Papazafrou, 1980).

$$S_d = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

$S_d$  : Damlatıcı aralığı (m),

$q$  : Damlatıcı debisi (L/h),

$I$  : Toprağın su alma hızı (mm/h), değerlerini göstermektedir.

Damla sulama sisteminde ıslatılan alan yüzdesi ise;

$$P = k \frac{2 * S_d}{S_s} 100 \quad (3.3)$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Yıldırım, 2003). Eşitlikte;

$P$  : ıslatılan alan yüzdesi (%),

$k$  : Bitki cinsi ve toprak bünyesine bağlı katsayı, (Orta bünyeli topraklar için 1.20 olarak alınmıştır)

$S_d$  : Damlatıcı aralığı (m),

$S_s$  : Ağaç sıra aralığı (m) değerlerini göstermektedir.

### 3.2.8. Bitki su tüketiminin saptanması

Bitki su tüketimi değerleri, bitki etkili kök derinliğine göre aşağıda verilen su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda iki adet parselde 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm' lik toprak katmanı için kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi ölçülmüştür .

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi (mm),

I : Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm),

P : Periyot boyunca düşen yağış (mm),

C<sub>p</sub> : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm),

D<sub>p</sub> : Derine sızma kayıpları, mm,

R<sub>f</sub> : Deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm),

ΔS : Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm), değerlerini göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C<sub>p</sub> değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber 1997).

### 3.2.9. Referens bitki su tüketiminin tahmin edilmesi ve bitki katsayılarının eldesi

İklim verilerinden yararlanılarak referens bitki su tüketiminin tahmin edilmesinde, Allen ve ark. (1994) tarafından Penman-Monteith yönteminin revize edilmesi ile elde edilen ve FAO-56-PM olarak tanımlanan yöntem kullanılmıştır.

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta + (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

- $ET_0$  : Referans bitki su tüketimi (mm/gün),
- $R_n$  : Bitki yüzeyindeki net radyasyon ( $MJ/m^2 /gün$ ),
- $G$  : Topraktaki ısı akımı ( $MJ/m^2 /gün$ ),
- $T$  : Ortalama sıcaklık ( $^{\circ}C$ ),
- $u_2$  : 2 metre yükseklikteki rüzgâr hızı (m/s),
- $e_a$  : Doymuş buhar basıncı (kPa),
- $e_d$  : Gerçek buhar basıncı (kPa),
- $\Delta$  : Doymuş buhar basıncı eğrisinin eğimi ( $kPa/^{\circ}C$ ),
- $\gamma$ : Psikometrik sabite ( $kPa/^{\circ}C$ ) değerlerini göstermektedir.

Bitki katsayıları, Güngör ve Yıldırım' da (1989) verilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$k_c = \frac{ET}{ET_0} 100 \quad (3.6)$$

Eşitlikte;

- $k_c$  : Bitki katsayısı,
- $ET$  : Bitki su tüketimi (mm/gün),
- $ET_0$  : Referans bitki su tüketimi (mm/gün) değerlerini göstermektedir.

### 3.2.10. Ağaç vegetatif gelişme parametrelerinin belirlenmesi

Her bir deneme parseli içerisindeki ölçüm ağaçlarında bitki boyu, sürgün uzunluğu, taç hacmi ve gövde kesit alanı değerleri belirlenmiştir. Bu değerler denemenin sadece ikinci yılında ölçülmüştür.

Bitki boyu değerleri sulama sezonu bittiğinde mira yardımıyla cm cinsinden ölçülmüştür. Sürgün uzunluğu değerleri ağaçların dinlenme sezonunda, budama yapmadan önce her ağaçta seçilen bir dal üzerindeki sürgün uzunlukları şeritmetre yardımı ile cm cinsinden belirlenmiştir (Köksal ve ark., 1996).

Taç genişliği ve taç yüksekliği değerleri ağaçların kış dinlenmesine geçtikleri zaman ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla taç hacimleri hesaplanmıştır (Köksal 1982 ve Çelik 1988).

$$V = \frac{\pi r^2 h}{2} \quad (3.7)$$

Eşitlikte;

V : Taç hacmi (m<sup>3</sup>),

r : Taç yarı çapı (m),

h : Taç yüksekliği (m) değerlerini göstermektedir.

Her bir deneme parselindeki ölçüm ağaçları, aşı yerlerinden 15 - 20 cm kadar yukarıda işaretlenmişlerdir. Denemenin yürütüldüğü yılların sonunda, ağaçlar kış dinlenmesine girdiği zaman işaretli yerlerden iki yönlü gövde çapı ölçümleri yapılmış ve gövde kesit alanı değerleri hesaplanmıştır (Yıldırım, 2004).

### 3.2.11. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen vegetatif gelişme parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler Yurtsever (1984)' de açıklanan esaslara göre değerlendirilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel ve verimlilik analizlerine ilişkin sonuçlar, sulama suyu, bitki su tüketimi, referans bitki su tüketimi, bitki katsayısı ve vegetatif gelişme parametrelerine ilişkin sonuçlar verilmiş ve bulunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

##### 4.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanında iki farklı profilden alınan toprakların fiziksel özellikleri; bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerlerinin ortalaması Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' deki sonuçlara göre, araştırma alanının toprak bünye sınıfı tın veya kumlu killi tın, kullanılabilir su tutma kapasitesi 166.47 mm/90 cm olarak bulunmuştur.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri ortalama olarak 11.0 mm/h olarak hesaplanmıştır.

Deneme parsellerinden 0 - 20 cm ve 20 - 40 cm toprak derinliklerinden verimlilik analizi amacıyla alınan toprak örneklerinin analizine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çizelge 4.2' de yer alan toprak analiz sonuçlarıyla, toprak hazırlığı ve bitki gelişim dönemlerinde uygulanması gereken gübreleme programı elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Profil Derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	Tın	20.71	105.62	9.48	48.35	1.70	57.27
30-60	Tın	18.22	90.19	9.47	46.88	1.65	43.31
60-90	Kumlu- killi-tın	19.88	105.56	7.47	39.67	1.77	65.89
0-90			301.37		134.90		166.47

## 4.2. Sulama Suyu Analiz Sonuçları

Kullanılan sulama suyunun kalite analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3' de verilmiştir. Sulama suyu kalite sınıfı T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> 'dir. Çizelgeden izleneceği gibi, sulama suyu analiz sonuçlarının bitki gelişmesini olumsuz etkileyecek özelliklerde olmadığı görülmektedir.

## 4.3. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L/h, damlatıcı aralığı ise 0.50 m olarak seçilmiştir. Lateraller her ağaç bitki sırasına 2 adet olacak biçimde döşenmiş ve böylece ıslatılan alan yüzdesi 3.3 no' lu eşitlik ile % 15 olarak elde edilmiştir. Fakat Yıldırım (2003)' de belirtildiği gibi ıslatılan alan yüzdesi değeri % 30' dan küçük olmayacağı için bu değer % 30 olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO <sub>3</sub> (%)	Fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	Potasyum K <sub>2</sub> O (kg/da)	Organik Madde (%)
0-20	60	0.050	8.06	10.0	0.39	49.0	0.68
20-40	57	0.060	7.96	10.5	0.39	32.0	0.65

Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları

Sulama suyu sınıfı	EC dS/m	pH	Kasyonlar (ppm)				Anyonlar (ppm)		
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0.54	7.77	19.15	2.82	79.05	26.27	306	17.71	69.6



#### 4.4. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Sulama sezonu boyunca, her bir deneme konusuna ilişkin sulama tarihleri, buharlaşma değerleri ve uygulanan sulama suyu miktarları 2014 yılı için Çizelge 4.4' de, 2015 yılı için ise Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Araştırmanın birinci yılında ölçümlere 29 Haziran tarihinde başlanmış, 31 Ağustos tarihinde bitirilmiştir. Bunun nedeni olarak bahar yağışlarının fazla olması ve deneme yerinin hazırlanmasında yaşanan bir takım sıkıntıların ortaya çıkması olarak açıklanabilir. Denemenin ikinci yılında ise ölçümlere 29 Mayıs tarihinde başlanmış ve 18 Eylül tarihinde sonlandırılmıştır. 2014 yılında toplam ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarı 388.50 mm iken, 2015 yılında 634.9 mm dir. Ayrıca, denemenin birinci yılında 7 günlük ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerleri 38.5 ile 52.5 mm arasında değişirken, denemenin ikinci yılında 30.8 ile 49.7 mm arasında değişmiştir. Bu değerlerin, deneme konularına göre buharlaşma kabı katsayısı ve ıslatılan alan yüzdesi olan % 30 değeri ile düzeltilmesi sonucunda uygulanacak sulama suyu miktarları elde edilmiştir. Deneme konularına ilk yılda 8, ikinci yılda ise 15 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları, 2014 yılında deneme konularına göre 58.30 ile 116.59 mm arasında, 2015 yılında ise 95.26 ile 190.47 mm arasından değişmiştir. İki yıl arasındaki farklılığın nedeni olarak, 2014 yılında sulama uygulamalarına yaklaşık 1 ay daha geç başlanması olarak açıklanabilir. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının % 50' sinin uygulandığı I<sub>1</sub> deneme konusuna uygulanan sulama suyu miktarları 2014 yılında 5.78 ile 7.88 mm, 2015 yılında ise 4.62 ile 7.45 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, açık su yüzeyi buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı I<sub>2</sub> deneme konusuna uygulanan sulama suyu miktarları birinci yıl 8.67 ile 11.82 mm, ikinci yıl 6.93 ile 11.18 mm arasında değişmiştir. Diğer yandan, % 100' ün uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusuna uygulanan sulama suyu miktarları birinci yıl 11.56 ile 15.76 mm, ikinci yıl ise 9.24 ile 14.91 mm arasında değişmiştir.

Tüm deneme konularında 2014 ve 2015 yılı ölçüm periyotları içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları, etkili yağış ve topraktaki nem değişimi değerleri de dikkate alınarak hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.6 ile 4.11 arasında ve Şekil 4.1 ile 4.2' da ayrıntıları ile verilmiştir. Ayrıca, her bir deneme konusu için ölçülen aylık bitki su tüketimi değerleri ise Çizelge 4.12' de verilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca deneme konularından elde edilen bitki su tüketimi değerleri 2014 yılı için 264.41 mm ile 304.77 mm arasında, 2015 yılı için 346.49 mm ile 418.76 mm arasında değişmiştir. Genel olarak, birinci yıl ölçülen

mevsimlik toplam bitki su tüketiminin düşük olmasının nedeni olarak, birinci yıl yağışlı günlerin fazla olması ve sonuçta daha az sulama suyu uygulanması olarak açıklanabilir.

Çizelge 4.4. Araştırma konularına 2014 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm/7 gün)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)		
			I <sub>1</sub> (% 50)	I <sub>2</sub> (% 75)	I <sub>3</sub> (% 100)
1	6 Temmuz	48.3	7.25	10.88	14.50
2	13 Temmuz	52.5	7.88	11.82	15.76
3	20 Temmuz	49.0	7.35	11.03	14.70
4	27 Temmuz	51.8	7.77	11.66	15.54
5	3 Ağustos	49.7	7.46	11.18	14.91
6	10 Ağustos	50.4	7.56	11.34	15.12
7	17 Ağustos	38.5	5.78	8.67	11.56
8	24 Ağustos	48.3	7.25	10.88	14.50
Toplam		388.50	58.30	87.46	116.59

Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2015 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm/7 gün)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)		
			I <sub>1</sub> (% 50)	I <sub>2</sub> (% 75)	I <sub>3</sub> (% 100)
1	5 Haziran	34.3	5.15	7.71	10.29
2	12 Haziran	37.1	5.57	8.34	11.13
3	19 Haziran	42.7	6.41	9.61	12.81
4	26 Haziran	30.8	4.62	6.93	9.24
5	3 Temmuz	35.0	5.25	7.88	10.50
6	10 Temmuz	35.7	5.36	8.04	10.71
7	17 Temmuz	47.6	7.14	10.71	14.28
8	24 Temmuz	49.7	7.45	11.18	14.91
9	31 Temmuz	46.2	6.93	10.40	13.86
10	7 Ağustos	43.4	6.51	9.77	13.02
11	14 Ağustos	46.9	7.04	10.55	14.07
12	21 Ağustos	46.2	6.93	10.40	13.86
13	28 Ağustos	48.3	7.25	10.87	14.49
14	4 Eylül	46.2	6.93	10.40	13.86
15	11 Eylül	44.8	6.72	10.08	13.44
Toplam		634.9	95.26	142.87	190.47

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın % 100' ün uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusundan birinci yıl 304.77 mm, ikinci yıl ise 418.76 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür. Bu deneme konusuna göre % 50 sulama suyu kısıtı yapılan I<sub>1</sub> deneme konusunda ise birinci yıl 264.41 mm ile % 13, ikinci yıl ise 346.49 mm ile % 17 daha düşük bitki su tüketimi ölçülmüştür. Aynı şekilde, % 25 kısıt yapılarak, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı I<sub>2</sub> deneme konusunda ise birinci yıl 282.61 mm ile % 7, ikinci yıl ise 385.18 mm ile % 8 daha düşük bitki su tüketimi hesaplanmıştır.

Deneme konuları arasında aylık bitki su tüketimi değerleri incelendiğinde, denemenin birinci yılında Temmuz ve Ağustos aylarında bitki su tüketimi ölçülmüş ve her üç deneme konusunda da en yüksek bitki su tüketimi Temmuz ayında elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında bitki su tüketimi değerleri Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için ölçülmüş ve en yüksek değerler Temmuz ayında ölçülürken, Haziran ayı da bu ayı takip etmiştir.

Deneme konularına göre hesaplanan ortalama günlük bitki su tüketimleri incelendiğinde, I<sub>1</sub> deneme konusunda 2014 yılında 2.55 ile 6.63 mm arasında, 2015 yılında ise 1.52 ile 4.43 mm/gün arasında değerler elde edilmiştir. I<sub>2</sub> deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 2.55 ile 6.58 mm arasında, ikinci yıl ise 1.98 ile 5.01 mm arasında değişmiştir. Diğer yandan, I<sub>3</sub> deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 2.55 ile 6.55 mm arasında, ikinci yıl ise 2.23 ile 5.43 mm arasında değişmiştir. Her üç deneme konusunda maksimum günlük bitki su tüketimi değerlerini her iki yılda da Temmuz ayı içinde olduğu görülmüştür.

Ülkemizde ceviz ağaçlarının bitki su tüketimine yönelik çalışma olmamasına karşın, uluslararası literatür incelendiğinde elde edilen sonuçların paralellik gösterdiği söylenebilir. Hu ve ark. (2010) Çin' de yürüttükleri çalışmada, damla sulama yöntemi uygulamaları ile ceviz ağaçları için ortalama günlük bitki su tüketimini çiçeklenme dönemi için 2.9 mm, meyve olumu dönemi için 3.97 mm, kabuk oluşumu döneminde 5.55 mm ve olgunlaşma dönemi için 3.39 mm olarak elde etmiştir. Çin' de yürütülen bir başka çalışmada ise ağaç altı yağmurlama sulama yöntemi koşullarında ceviz ağaçlarının toplam mevsimlik bitki su tüketimi değerlerini 585.6 ile 840.3 mm arasında ölçmüşlerdir (Zhao ve ark. 2010).

Çizelge 4.6. I<sub>1</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90 cm)	Yağış (mm)	Sulama suyu (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm/7 gün)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I <sub>1</sub>	29. Haz	268.29				
					17.82	2.55
	6. Tem	250.47				
			17.2	7.25	26.20	3.74
	13. Tem	248.72				
			35.6	7.88	45.05	6.43
	20. Tem	247.15				
			33.1	7.35	46.39	6.63
	27. Tem	241.21				
				7.77	33.50	4.79
	3. Ağu	215.48				
			0.1	7.46	22.27	3.18
	10. Ağu	200.77				
				7.56	23.14	3.31
	17. Ağu	185.19				
			4.1	5.78	29.78	4.25
24. Ağu	165.29					
			7.25	20.26	2.89	
31. Ağu	152.28					
<b>Toplam</b>		<b>116.01</b>	<b>90.10</b>	<b>58.30</b>	<b>264.41</b>	

Çizelge 4.7. I<sub>2</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90 cm)	Yağış (mm)	Sulama suyu (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm/7 gün)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I <sub>2</sub>	29. Haz	268.29				
					17.82	2.55
	6. Tem	250.47				
			17.2	10.88	32.82	4.69
	13. Tem	245.73				
			35.6	11.82	35.91	5.13
	20. Tem	257.24				
			33.1	11.03	46.09	6.58
	27. Tem	255.28				
				11.66	34.51	4.93
	3. Ağu	232.43				
			0.1	11.18	26.46	3.78
	10. Ağu	217.25				
				11.34	36.11	5.15
	17. Ağu	192.48				
			4.1	8.67	35.04	5.00
24. Ağu	170.21					
			10.88	17.85	2.55	
31. Ağu	163.24					
<b>Toplam</b>		<b>105.05</b>	<b>90.10</b>	<b>87.46</b>	<b>282.61</b>	

Çizelge 4.8. I<sub>3</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90 cm)	Yağış (mm)	Sulama suyu (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm/7 gün)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I <sub>3</sub>	29. Haz	268.29				
					17.82	2.55
	6. Tem	250.47				
			17.2	14.50	30.88	4.41
	13. Tem	251.29				
			35.6	15.76	42.47	6.07
	20. Tem	260.18				
			33.1	14.70	45.87	6.55
	27. Tem	262.11				
				15.54	34.91	4.99
	3. Ağu	242.74				
			0.1	14.91	39.67	5.67
	10. Ağu	218.08				
				15.12	32.92	4.70
	17. Ağu	200.28				
			4.1	11.56	30.15	4.31
24. Ağu	185.79					
			14.50	30.08	4.30	
31. Ağu	170.21					
<b>Toplam</b>		<b>98.08</b>	<b>90.1</b>	<b>116.59</b>	<b>304.77</b>	

Çizelge 4.9. I<sub>1</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90 cm)	Yağış (mm)	Sulama suyu (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm/7 gün)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I <sub>1</sub>	29. May	285.42				
					15.59	2.23
	5. Haz	269.83				
			22.0	5.15	24.80	3.54
	12. Haz	272.18				
			25.5	5.57	22.10	3.16
	19. Haz	281.15				
			0.3	6.41	19.57	2.79
	26. Haz	268.29				
			6.4	4.62	29.13	4.16
	03. Tem	250.18				
			0.5	5.25	25.40	3.63
	10. Tem	230.53				
				5.36	27.02	3.86
	17. Tem	208.87				
				7.14	30.25	4.32
	24. Tem	185.76				
				7.45	31.02	4.43
	31. Tem	162.19				
				6.93	25.01	3.57
	7. Ağu	144.11				
				6.51	20.34	2.91
	14. Ağu	130.28				
				7.04	18.83	2.69
	21. Ağu	118.49				
				6.93	17.13	2.45
28. Ağu	108.29					
			7.25	16.84	2.41	
4. Eyl	98.70					
		1.4	6.93	12.82	1.83	
11. Eyl	94.21					
		5.0	6.72	10.64	1.52	
18. Eyl	95.29					
<b>Toplam</b>		<b>190.13</b>	<b>61.1</b>	<b>95.26</b>	<b>346.49</b>	

Çizelge 4.10. I<sub>2</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90 cm)	Yağış (mm)	Sulama suyu (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm/7 gün)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I <sub>2</sub>	29. May	285.42				
					15.59	2.23
	5. Haz	269.83				
			22.0	7.71	29.06	4.15
	12. Haz	270.48				
			25.5	8.34	21.11	3.02
	19. Haz	283.21				
			0.3	9.61	20.90	2.99
	26. Haz	272.22				
			6.4	6.93	27.29	3.90
	03. Tem	258.26				
			0.5	7.88	29.16	4.17
	10. Tem	237.48				
				8.04	33.03	4.72
	17. Tem	212.49				
				10.71	29.02	4.15
	24. Tem	194.18				
				11.18	35.08	5.01
	31. Tem	170.28				
				10.40	28.54	4.08
	7. Ağu	152.14				
				9.77	23.72	3.39
	14. Ağu	138.19				
				10.55	21.29	3.04
21. Ağu	127.45					
			10.40	20.61	2.94	
28. Ağu	117.24					
			10.87	19.63	2.80	
4. Eyl	108.48					
		1.4	10.40	17.34	2.48	
11. Eyl	102.94					
		5.0	10.08	13.81	1.98	
18. Eyl	104.21					
<b>Toplam</b>		<b>181.21</b>	<b>61.1</b>	<b>142.87</b>	<b>385.18</b>	



Çizelge 4.11. I<sub>3</sub> deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90 cm)	Yağış (mm)	Sulama suyu (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm/7 gün)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I <sub>3</sub>	29. May	285.42				
					15.59	2.23
	5. Haz	269.83				
			22.0	10.29	31.86	4.55
	12. Haz	270.26				
			25.5	11.13	24.71	3.53
	19. Haz	282.18				
			0.3	12.81	24.51	3.50
	26. Haz	270.78				
			6.4	9.24	31.21	4.46
	03. Tem	255.21				
			0.5	10.50	26.17	3.74
	10. Tem	240.04				
				10.71	30.91	4.42
	17. Tem	219.84				
				14.28	28.84	4.12
	24. Tem	205.28				
				14.91	38.02	5.43
	31. Tem	182.17				
				13.86	28.89	4.13
	7. Ağu	167.14				
				13.02	24.97	3.57
	14. Ağu	155.19				
				14.07	26.98	3.85
21. Ağu	142.28					
			13.86	25.67	3.67	
28. Ağu	130.47					
			14.49	16.55	2.36	
4. Eyl	128.41					
		1.4	13.86	23.53	3.36	
11. Eyl	120.14					
		5.0	13.44	20.35	2.91	
18. Eyl	118.23					
<b>Toplam</b>		<b>167.19</b>	<b>61.1</b>	<b>190.47</b>	<b>418.76</b>	

Çizelge 4.12. Deneme konularına göre hesaplanan aylık bitki su tüketimi değerleri  
(mm/90cm)

Deneme konuları		Yetiştiricilik dönemi	
		2014 Yılı	2015 Yılı
I <sub>1</sub>	Haziran	-	82.06
	Temmuz	168.96	142.82
	Ağustos	95.45	81.31
	Eylül	-	40.30
	<b>Toplam</b>	<b>264.41</b>	<b>346.49</b>
I <sub>2</sub>	Haziran	-	86.66
	Temmuz	167.15	153.58
	Ağustos	115.46	94.16
	Eylül	-	<b>50.78</b>
	<b>Toplam</b>	<b>282.61</b>	<b>385.18</b>
I <sub>3</sub>	Haziran	-	96.67
	Temmuz	171.95	155.15
	Ağustos	132.82	106.51
	Eylül	-	60.43
	<b>Toplam</b>	<b>304.77</b>	<b>418.76</b>

<sup>1</sup>: 29 Haziran – 3 Ağustos 2014

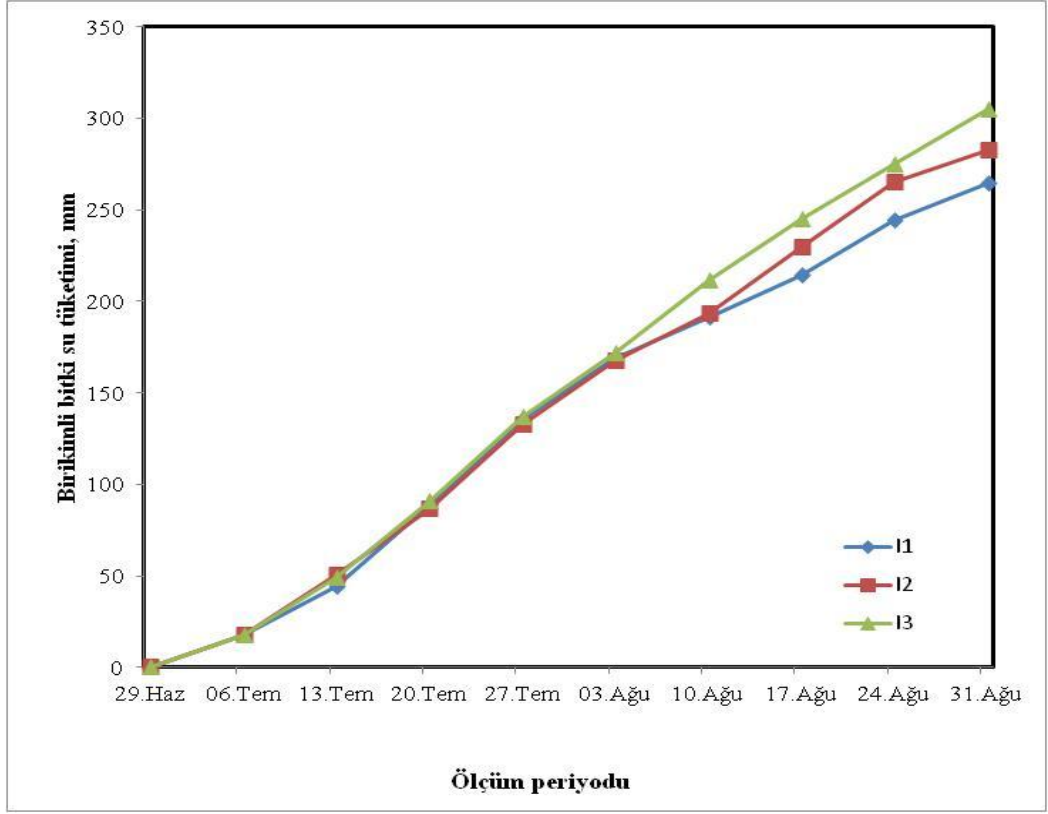
<sup>2</sup>: 3 Ağustos – 31 Ağustos 2014

<sup>3</sup>: 29 Mayıs – 3 Temmuz 2015

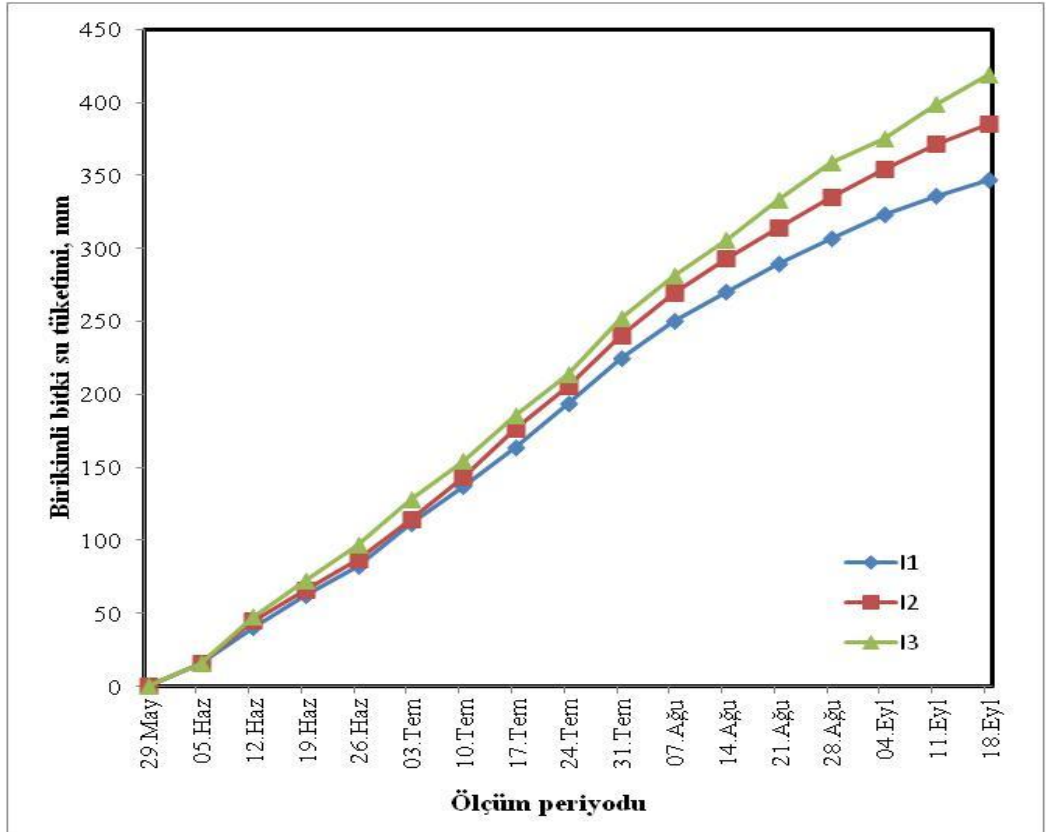
<sup>4</sup>: 3 Temmuz – 7 Ağustos 2015

<sup>5</sup>: 7 Ağustos – 4 Eylül 2015

<sup>6</sup>: 4 Eylül – 18 Eylül 2015



Şekil 4.1. Deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi değerleri, mm (2014 yılı)



Şekil 4.2. Deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi değerleri, mm (2015 yılı)

#### 4.5. Referens Bitki Su Tüketimi ve Bitki Katsayılarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın yürütüldüğü 2014 ve 2015 yılları için ölçüm periyotlarında FAO 56-PM yöntemi ile hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri ( $ET_0$ ), her bir deneme konusu için ölçülen bitki su tüketimi değerleri (ET) ve bu iki değer oranlanması ile hesaplanmış bitki katsayısı değerleri ( $k_c$ ) Çizelge 4.13 ve Şekil 4.3 ile 4.4' de verilmiştir. Çizelge ve şekillerden görüleceği gibi 2014 yılında hesaplanan günlük referans bitki su tüketimi değerleri 4.42 ile 4.96 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan bitki katsayı değerleri ( $k_c$ ) ise  $I_1$  deneme konusu için 0.52 ile 1.50 arasında,  $I_2$  deneme konusu için 0.52 ile 1.49 ve  $I_3$  deneme konusu için 0.52 ile 1.48 arasında değişmiştir. Denemenin ilk yılında bitki katsayısı değerlerinin özellikle Temmuz ayı ortalarında maksimum değere ulaştığı söylenebilir.

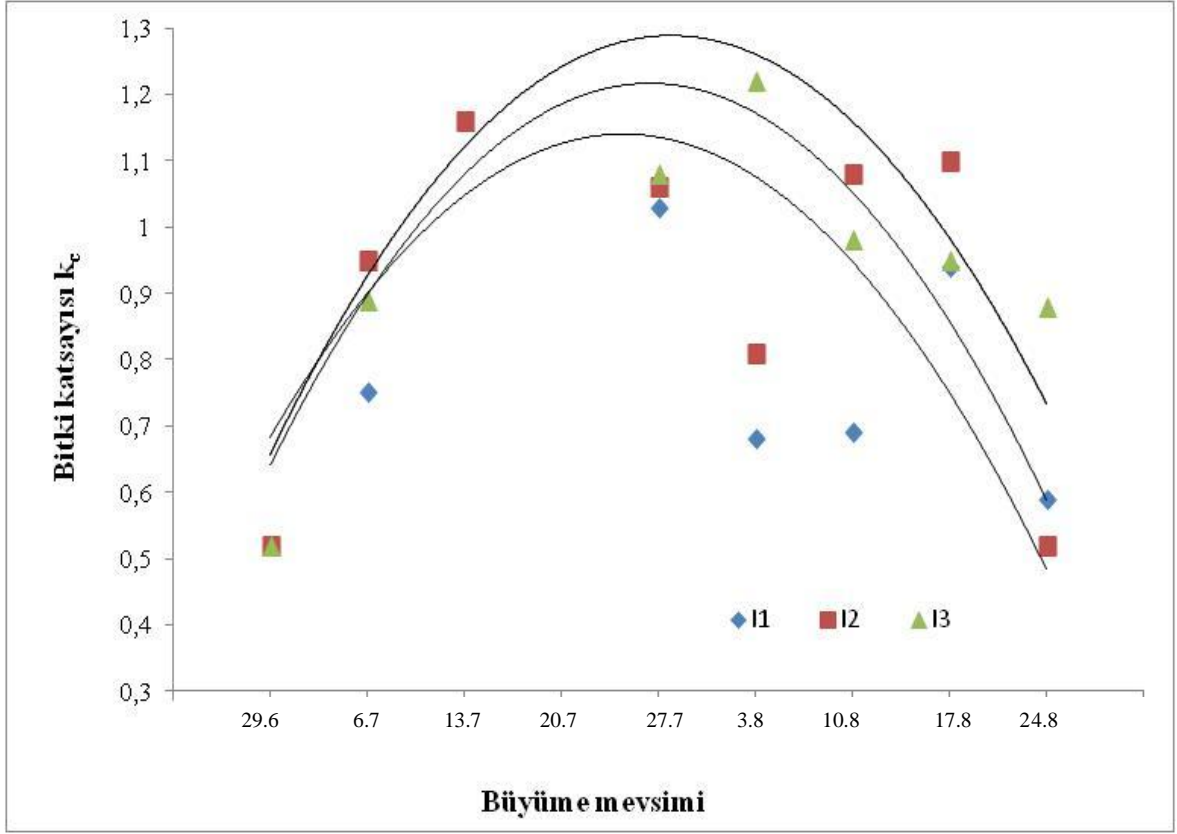
Araştırmanın ikinci yılında ise hesaplanan günlük referans bitki su tüketimi değerleri 3.29 ile 5.71 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan bitki katsayı değerleri ( $k_c$ ) ise  $I_1$  deneme konusu için 0.44 ile 0.93 arasında,  $I_2$  deneme konusu için 0.53 ile 1.09 ve  $I_3$  deneme konusu için 0.45 ile 1.19 arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında da bitki katsayısı değerlerinin özellikle Temmuz ayı ortalarında maksimum değere ulaştığı görülmüştür.

Araştırma sonucunda, her yıl ve farklı deneme konuları için elde edilen bitki katsayısı değerlerinin ortalaması alınarak bölge koşullarında uygulayıcıların rahatlıkla kullanabilmesi için aylık bitki katsayı grafiği Şekil 4.5' de hazırlanmıştır. Şekil incelendiğinde Tekirdağ koşullarında ceviz ağaçlarının bitki katsayısı değerleri ortalama olarak Haziran ayı için 0.79, Temmuz ayı için 0.96, Ağustos ayı için 0.73 ve Eylül ayı için 0.63 olarak bulunmuştur. Ülkemiz koşullarında ceviz ağaçlarının su tüketimi ve bitki katsayısına yönelik araştırmalar bulunmamaktadır. Fakat diğer ülkelerde yapılan araştırmalar sonucunda ceviz ağaçlarının bitki katsayısı değerleri benzer şekilde elde edilmiştir. Goldhamer (1988), Amerika Birleşik Devletlerinde California' da yürüttüğü araştırma sonucunda ceviz ağaçlarının bitki katsayısı değerlerini Mart ayı için 0.12, Nisan ayı için 0.53 – 0.68, Mayıs ayı için 0.79 – 0.86, Haziran ayı için 0.93 – 1.00, Temmuz ve Ağustos ayları için 1.14, Eylül ayı için 0.97 – 1.08, Ekim ayı için 0.51 – 0.88 ve Kasım ayı için 0.28 olarak önermiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye' de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberine (Anonim 2016) göre, ceviz bitkisinin bitki katsayısı değerlerinin Tekirdağ Merkez için 0.52 ile 1.17, Malkara için 0.59 ile 1.11, Çorlu için 0.54 ile 1.11, Edirne Merkez için 0.51 ile 0.90,

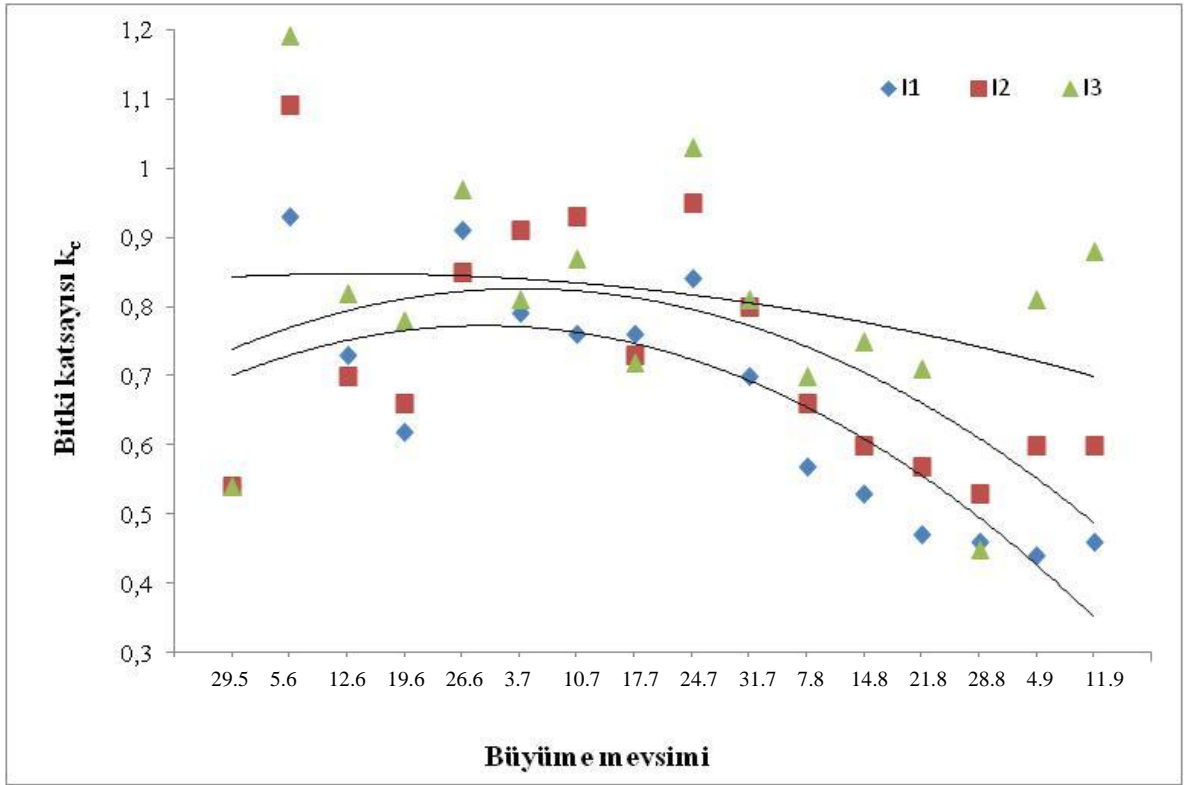
İpsala için 0.50 ile 1.10, Uzunköprü için 0.55 ile 1.10 ve Kırklareli Merkez için 0.47 ile 1.14 ve Lüleburgaz için 0.54 ile 1.13 arasında hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. 2014 ve 2015 yıllarına ilişkin bitki katsayısı değerleri

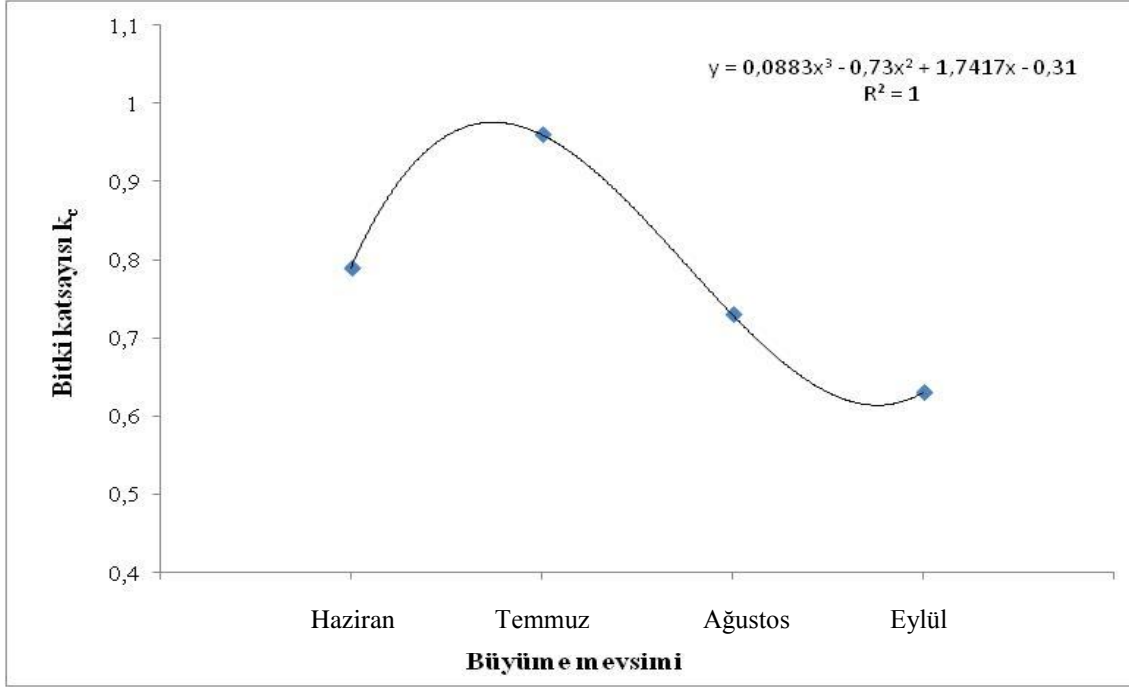
Yıl	Periyot	ET <sub>0</sub> mm/gün	I <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>		I <sub>3</sub>	
			ET	k <sub>c</sub>	ET	k <sub>c</sub>	ET	k <sub>c</sub>
			mm/gün		mm/gün		mm/gün	
2014	29.06 – 05.07	4.91	2.55	0.52	2.55	0.52	2.55	0.52
	06.07 – 12.07	4.96	3.74	0.75	4.69	0.95	4.41	0.89
	13.07 – 19.07	4.44	6.43	1.45	5.13	1.16	6.07	1.37
	20.07 – 26.07	4.42	6.63	1.50	6.58	1.49	6.55	1.48
	27.07 – 02.08	4.64	4.79	1.03	4.93	1.06	4.99	1.08
	03.08 – 09.08	4.65	3.18	0.68	3.78	0.81	5.67	1.22
	10.08 – 16.08	4.78	3.31	0.69	5.15	1.08	4.70	0.98
	17.08 – 23.08	4.54	4.25	0.94	5.00	1.10	4.31	0.95
	24.08 – 30.08	4.90	2.89	0.59	2.55	0.52	4.30	0.88
2015	29.05 – 04.06	4.15	2.23	0.54	2.23	0.54	2.23	0.54
	05.06 – 11.06	3.82	3.54	0.93	4.15	1.09	4.55	1.19
	12.06 – 18.06	4.33	3.16	0.73	3.02	0.70	3.53	0.82
	19.06 – 25.06	4.50	2.79	0.62	2.99	0.66	3.50	0.78
	26.06 – 02.07	4.58	4.16	0.91	3.90	0.85	4.46	0.97
	03.07 – 09.07	4.66	3.63	0.79	4.17	0.91	3.74	0.81
	10.07 – 16.07	5.06	3.86	0.76	4.72	0.93	4.42	0.87
	17.07 – 23.07	5.71	4.32	0.76	4.15	0.73	4.12	0.72
	24.07 – 30.07	5.29	4.43	0.84	5.01	0.95	5.43	1.03
	31.07 – 06.08	5.12	3.57	0.70	4.08	0.80	4.13	0.81
	07.08 - 13.08	5.12	2.91	0.57	3.39	0.66	3.57	0.70
	14.08 – 20.08	5.10	2.69	0.53	3.04	0.60	3.85	0.75
	21.08 – 27.08	5.16	2.45	0.47	2.94	0.57	3.67	0.71
	28.08 – 03.09	5.25	2.41	0.46	2.80	0.53	2.36	0.45
	04.09 – 10.09	4.13	1.83	0.44	2.48	0.60	3.36	0.81
11.09 – 18.09	3.29	1.52	0.46	1.98	0.60	2.91	0.88	



Şekil 4.3. Deneme konularından elde edilen bitki katsayısı değerleri (2014 yılı)



Şekil 4.4. Deneme konularından elde edilen bitki katsayısı değerleri (2015 yılı)



Şekil 4.5. Tekirdağ koşullarında ceviz ağaçları için elde edilen bitki katsayısı eğrisi

#### 4.6. Vegetatif Gelişim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

##### 4.6.1. Bitki boyu

Araştırmanın yürütüldüğü ikinci yıla ilişkin ortalama bitki boyları Çizelge 4.14’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’ de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konularında elde edilen bitki boyları 2015 yılında 3.40 ile 4.30 m arasında değişmiştir.

Çizelge 4.14. Deneme konularına ilişkin ortalama bitki boyu (m) değerleri

Deneme konuları	2015 Yılı			
	Bloklar			
	I	II	III	Ort.
I <sub>1</sub>	3.55	3.85	4.05	3.82
I <sub>2</sub>	4.30	3.90	3.85	4.02
I <sub>3</sub>	3.40	4.05	3.95	3.80

Bitki boyu değerlerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları incelediğinde, denemenin yurütüldüğü ikinci yıl için, tekerrürler arasında ve farklı sulama suyu uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.15. Bitki boyuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.074	0.037	0.352 ns
Sulama uygulamaları	2	0.087	0.044	0.416 ns
Hata	4	0.419	0.105	
Genel	8	0.581	0.073	

ns : önemsiz

#### 4.6.2. Sürgün uzunluğu

Deneme konularından 2015 yıllarında elde edilen sürgün uzunluğu değerleri izelge 4.16' da, bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları ise izelge 4.17' de verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ikinci yılında ortalama sürgün uzunlukları 95 ile 140 cm arasında değişmiştir. Sulama uygulamaları arasında sürgün uzunluğu değerleri denemenin ikinci yılında I<sub>2</sub> deneme konusunda en yüksek olmuştur. Bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları incelediğinde, denemenin ikinci yılında sürgün uzunlukları bakımından tekerrürler arasında ve farklı sulama suyu uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin sürgün uzunluğu (cm) değerleri

Deneme konuları	2015 Yılı			
	Bloklar			
	I	II	III	Ort.
I <sub>1</sub>	115	135	120	123.3
I <sub>2</sub>	140	125	135	133.3
I <sub>3</sub>	95	100	125	106.7



Çizelge 4.17. Sürgün uzunluğuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	155.556	77.778	0.448 ns
Sulama uygulamaları	2	1088.889	544.444	3.136 ns
Hata	4	694.444	173.611	
Genel	8	1938.889	242.361	

ns : önemsiz

#### 4.6.3. Taç hacmi

Deneme konularından 2015 yılında elde edilen ortalama taç hacmi değerleri Çizelge 4.18' de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19' da verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ikinci yılında deneme konuları arasında ortalama taç hacimleri 24.54 ile 48.74 m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Araştırma yılında en yüksek taç hacmi değerleri I<sub>2</sub> deneme konusundan elde edilmesine karşın, deneme konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir. Bu sonuç farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz ağaçlarının taç hacmi üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.18. Deneme konularına ilişkin taç hacmi (m<sup>3</sup>) değerleri

Deneme konuları	2015 Yılı			
	Bloklar			
	I	II	III	Ort.
I <sub>1</sub>	25.08	24.54	28.65	26.08
I <sub>2</sub>	48.74	37.50	30.20	38.81
I <sub>3</sub>	28.26	28.61	27.90	28.26

Çizelge 4.19. Taç hacmine ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	42.318	21.159	0.595 ns
Sulama uygulamaları	2	278.021	139.010	3.906 ns
Hata	4	142.363	35.591	
Genel	8	462.702	57.838	

ns : önemsiz

#### 4.6.4. Gövde kesit alanı

Deneme konularından 2015 yıllarında elde edilen ortalama gövde kesit alanı değerleri Çizelge 4.20' de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21' de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ikinci yılında deneme konuları arasında ortalama gövde kesit alanı 94.99 ile 176.63 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek gövde kesit alanı değerleri 148.50 cm<sup>2</sup> ile I<sub>2</sub> deneme konusundan elde edilmiştir. Ayrıca, deneme konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir. Bu sonuç farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz ağaçlarının gövde kesit alanı üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.20. Deneme konularına ilişkin gövde kesit alanı (cm<sup>2</sup>) değerleri

Deneme konuları	2015 Yılı			
	Bloklar			
	I	II	III	Ort.
I <sub>1</sub>	132.25	165.04	142.22	146.51
I <sub>2</sub>	176.63	143.07	125.80	148.50
I <sub>3</sub>	132.67	94.99	112.25	113.30

Çizelge 4.21. Gövde kesit alanına ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	639.428	319.714	0.648 ns
Sulama uygulamaları	2	2345.032	1172.516	2.377 ns
Hata	4	1973.312	493.328	
Genel	8	4957.772	619.721	

ns : önemsiz

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tekirdağ koşullarında ceviz ağaçlarının su tüketiminin belirlenmesine yönelik araştırma, 2014 ve 2015 yıllarında üretici arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75 ve 100' ünün uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Denemelerinin yürütüldüğü 2014 ve 2015 yıllarında uygulanan sulama sayıları, sulama suyu miktarı ve ölçülen bitki su tüketimleri, toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 8 kez sulama uygulaması ile 58.30 ile 116.59 mm arasında sulama suyu uygulanırken, ikinci yılda ise 15 kez sulama uygulaması ile 95.26 ile 190.47 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarları, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin uygulama yüzdesine göre değişmiştir. En yüksek sulama suyu uygulamaları A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin % 100' ün uygulandığı deneme konusuna gerçekleştirilmiştir.

Tüm büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçüm periyodu boyunca bitki su tüketimi değerleri 2014 yılında 264.41 ile 304.77 mm, 2015 yılında ise 346.49 ile 418.76 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın % 100' ün uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusundan birinci yıl 304.77 mm, ikinci yıl ise 418.76 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür.

Deneme konuları arasında, sulama zamanı planlaması açısından önemli bir parametre olan günlük bitki su tüketimi değerleri ise I<sub>1</sub> deneme konusunda 2014 yılında 2.55 ile 6.63 mm arasında, 2015 yılında ise 1.52 ile 4.43 mm/gün arasında değerler elde edilmiştir. I<sub>2</sub> deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 2.55 ile 6.58 mm arasında, ikinci yıl ise 1.98 ile 5.01 mm/gün arasında değişmiştir. Diğer yandan, I<sub>3</sub> deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 2.55 ile 6.55 mm/gün arasında, ikinci yıl ise 2.23 ile 5.43 mm/gün arasında değişmiştir.

Dikkate alınan ölçüm periyotlarında FAO 56-PM eşitliği ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri (ET<sub>0</sub>), 2014 yılında 4.42 ile 4.96 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan bitki katsayı değerleri (k<sub>c</sub>) ise I<sub>1</sub> deneme konusu için 0.52 ile 1.50 arasında, I<sub>2</sub> deneme konusu için 0.52 ile 1.49 ve I<sub>3</sub> deneme konusu için 0.52 ile 1.48 arasında

değişmiştir. Denemenin ilk yılında bitki katsayısı değerlerinin özellikle Temmuz ayı ortalarında maksimum değere ulaşmıştır. Araştırmanın ikinci yılında ise hesaplanan günlük referans bitki su tüketimi değerleri 3.29 ile 5.71 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan bitki katsayı değerleri ( $k_c$ ) ise  $I_1$  deneme konusu için 0.44 ile 0.93 arasında,  $I_2$  deneme konusu için 0.53 ile 1.09 ve  $I_3$  deneme konusu için 0.45 ile 1.19 arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında da bitki katsayısı değerlerinin özellikle Temmuz ayı ortalarında maksimum değere ulaştığı söylenebilir. Araştırma sonucunda, her yıl ve farklı deneme konuları için elde edilen bitki katsayısı değerlerinin ortalaması alınarak bölge koşullarında uygulayıcıların rahatlıkla kullanabilmesi için aylık bitki katsayı değerleri elde edilmiştir. Böylece, Tekirdağ koşullarında ceviz ağaçlarının bitki katsayısı değerleri ortalama olarak Haziran ayı için 0.79, Temmuz ayı için 0.96, Ağustos ayı için 0.73 ve Eylül ayı için 0.63 olarak bulunmuştur.

Araştırmada ayrıca farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerine olan etkisi de değerlendirilmiştir. Bu nedenle, denemenin yürütüldüğü 2015 yılında sulama uygulamaları tamamlanıp, bitkiler kış dinlenmesine girdiğinde bitki boyu, sürgün uzunluğu, taç hacmi ve gövde kesit alanı parametreleri ölçülmüştür. Bu değerlere göre varyans analiz sonuçlarında, uygulanan sulama suyu miktarlarının ceviz ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerini istatistiksel olarak etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Sonuçta yürüttüğümüz bu araştırma, ceviz ağaçlarının su kullanımına yönelik yürütülen ilk çalışmalardan birisidir. Özellikle araştırma sonucunda elde edilen bitki katsayısı değerlerinin, ülke ve bölge koşullarında ceviz ağaçları üzerine yetiştiricilik yapan uygulayıcılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abrisqueta JM. Ruiz A. Franco JA. (2001). Water balance of apricot trees (*Prunus armenia* L. cv. Buldia) under drip irrigation. *Agric. Water. Manag.* 50: 211-227.
- Allen RG. Pereira LS. Raes D. Smith M. (1994). *Crop Evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 56, Italy.
- Anonim (2012). *Ceviz Eylem Planı 2012 - 2016*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim (2013). *Badem Eylem Planı 2013 - 2017*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim (2016). *Türkiye’ de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi*. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Ayan B. (1994). *Uzaktan Algılama Tekniklerinin Bitki Su Tüketimi ve Toprak Nem Düzeyi Tahminlerinde Kullanılması*, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Seminer Notları, Ankara.
- Ayyıldız M. (1990). *Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1196, Ankara.
- Benami A. Diskin MH. (1965). *Design of Sprinkling Irrigation*. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1-165, Haifa, Israel.
- Blake GR. (1965). *Bulk density methods of soil analysis. Part I*. *Am. Soc. Agron.* 9: 374-390. Soil Science Society of America, Madison
- Cohen M. Valancogne C. Dayau S. Ameglio T. Cruiziat P. Archer P. (1996). *Yield and physiological responses of walnut trees in semi – arid conditions application to irrigation scheduling. II. International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, 273-280.

- Çelik M. (1988). Ankara Koşullarında Williams, Ankara Akça ve Şeker Armut Çeşitleri İçin En Uygun S.Ö. Ayva Anaçlarının Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1075 (578), Ankara.
- Delibaş L. (1994). Sulama. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No.213, Ders Kitabı No. 24, Tekirdağ.
- Doorenbos J. Pruitt WO. (1977). Crop Water Requeriments. Rome: FAO, 179 p. Irrigation and Drainage Paper, 24.
- Erdem T. Arın L. Erdem Y. Polat S. Deveci M. Okursoy H. Gültas HT. (2010). Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea L. var. italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods. Agric. Water Manag. 64, 169-181.
- Franco JA. Abrisqueta JM. Hernansaez A. Moreno F. (2000). Water balance in a young almond orchard under drip irrigation with water of low quality. Agric. Water. Manag. 43: 75-98.
- Goldhamer D.A. (1998). Irrigation scheduling for walnut orchards. In: Walnut production manual. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Publication No. 3373, p. 159-166.
- Gündüz M. Korkmaz N. (2003). Gediz Havzası Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Bağın Sulama Programı. 2002 Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Yayın No: 21, 220-234.
- Gündüz M. Korkmaz N. Aşık Ş. Ünal HB. Avcı M. (2011). Effects of various irrigation regimes on soil water balance, yield and fruit quality of drip-irrigated peach trees. J. of Irrig and Drainage Engineering. 137 (7) : 426-434.
- Güngör Y. Yıldırım O. (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1155. 371s. Ankara.
- Hijazi A. Droghoze M. Jouni N. Nangia V. Karrou M. Owesis T. (2014). Water requirement and water-use efficiency for olive trees under different irrigation systems. 7th International Conf. on Water Resources in the Mediterranean Basin. October 10-12, Morocco.

- Hu Q. Ma Y. He J. Zhang Q. Hong M. (2010). Effect of drip irrigation and micro –sprinkler irrigation on water consumption, yields and quality of walnut. *Journal of Water Resources and Water Engineering*,1: 020.
- Huabing M. Meimei L. Junjie R. Baoguo L. Guohoi Q. (2014). Effects of different irrigation amounts on water use of precocious walnuts. *Applied Mechanics and Materials*. Vol: 651- 653, 1423-1431.
- Imtiyaz M. Mgdla NP. Chepete B. Manase SK. (2000). Response of six vegetable crops to irrigation schedules. *Agric. Water Manag.* 45, 331-342.
- Kanber R. (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s, Adana.
- Kanber R. Steduto P. Aydın Y. Ünlü M. Özmen S. Çetinkökü Ö. Özekici B. Diker K. Sezen MS. (2004). Damla sulama sistemiyle fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi. Tübitak, TARP 1825.
- Kaya S. Evren S. Dascı E. Adıgüzel MC. Yılmaz H. (2011). Evapotranspiration, irrigation water applied, and vegetative growth relations of young apricot trees under different irrigation regimes. *Scientific Res. and Essays*. 6(4) : 738-747.
- Köksal AI. (1982). Bazı Elma ve Armut Anaçları ile Bunların Üzerine Aşılı Önemli Kültür Çeşitleri Arasındaki GA ve ABA Benzeri Maddelerin Değişimleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları : 800 (473), Ankara.
- Köksal AI. Yıldırım O. Dumanoğlu H. Güneş N. Kadayıfçı A. (1996). Bodur Elma Çeşitlerinde Farklı Sulama Yöntemi ve Sulama Suyu Miktarlarının Gelişme Verim ve Kaliteye Etkisi. TÜBİTAK Proje No: TOAG-901.
- Küçükyumuk C. Kaçal E. Ertek A. Öztürk G. Kurttaş YS. (2012). Pomological and vegetative changes during transtition from flood irrigation to drip irrigation: Starkrimpson Delicious apple variety. *Scientia Horticulturae* 136: 17-23.
- Lampinen B. Buchner R. Fulton A. Grant J. Mills N. Prichard T. Schwankl L. Shackel K. Gilles C. Little C. Metcalf S. Rivers D. Gamble V. (2005). Irrigation management in walnut using evapotranspiration, soil and plant data. *California Agriculture Bulletin*.



- Li HB. Mu ZX. Hong M. Zheng B. (2013). Optimization of irrigation methods for grown walnut in arid and semi arid regions. *Water Saving Irrigation*, 6, 010.
- Locassio SJ. Smajstrla AG. (1996). Water application scheduling by pan evaporation for drip-irrigated tomato. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 121(1), 63–68.
- Orta AH. Yüksel AN. Akçay ME. Erdem T. Balcı B. (2001). Elma ağaçlarının farklı sulama yöntemi ve programları altında üretim özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 15: 99-106.
- Panigrahi P. Srivastava AK. Huchche, AD. (2012). Effects of drip irrigation regimes and basin irrigation on Nagpur mandarin agronomical and physiological performance. *Agric. Water Manag.* 104, 79-88.
- Papazafiriou ZG. (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin* 19(1): 28-45.
- Ramos DE. Bromn LC. Uriu K. Marangoni B. (1978). *California Agriculture*.
- Romero P. Botia P. Garcia F. (2004). Effects of regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. *Plant and Soil*, 260: 155-168.
- Schwankl LJ. (1995). *Irrigation Systems, California Pistachio Industry. Annual Report*, 26 – 36. Proc. 7th Int. Conf. Water Irrigation. Tel Aviv, Israel, May 13-16.
- Spinelli G.M. Synder R.L. Sanden B.L. Shackel K.A. (2016). Water stres causes stomatal closure but does not reduce canopy evapotranspiration in almond. *Agric. Water. Manag.* 168: 11-22.
- Sönmez N. Ayyıldız M. (1964). *Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 229, Ankara.
- Şen SM. (2011). *Ceviz*. ÜÇM Yayıncılık, 220 s, Ankara.
- Ünal A. (2006). *Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Bağda A Sınıfı Buharlaştırma Kabından Yararlanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi ve Sulama Programlarının Oluşturulması*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Aydın.

- Ünlü M. Kanber R. Şenyiğit U. Onaran H. Diker K. (2006). Trickle and sprinkler irrigation of potato (*Solanum Tuberosum L.*) in The Middle Anatolian Region in Turkey. *Agric Water Manag.* 79, 43-71.
- Ünver H. Sakar E. (2011). “Türkiye’ de ceviz yetiştiriciliğın durumu ve yapılan seleksiyon çalışmaları”. *Harran Üniv. Zir. Fak. Dergisi* 15 (3): 61-69.
- Walker WR. Skogerboe GV. (1987). *Surface Irrigation. Theory and Practice.* Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Yıldırım M. (2004). *Damla Yöntemiyle Sulanan Erik Ağaçlarında Farklı Sulama Programlarının Ağaç Gelişmesi, Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri.* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara.
- Yıldırım O. (2003). *Sulama Sistemlerinin Tasarımı.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1536, Ders Kitabı: 489, Ankara.
- Yıldırım O. Madanoğlu K. (1985). *A - Sınıfı Buharlaşma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması.* Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No.433, Ankara.
- Yurtsever N. (1984). *Deneysel İstatistik Metotları.* Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56, Ankara.
- Zhao J. Hong M. Ma Y. Wang C. Zhang O. Zheng B. (2010). Matured walnut water consume under different micro – irrigation method. *Journal of Irrigation and Drainage.* 05.
- Zhao Z. Wang W. Yang W. Huang X. (2012). Yield and water use efficiency of pear trees under drip irrigation with different surface wetted percentages. *International J. of Agric. & Biology.* 14: 887-993.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1991 yılında Karaman ilinde doğdu. İlk ve ortaokul eğitimini Karaman ilinde tamamladıktan sonra lise programından mezun oldu. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünden mezun oldu. Aynı yıl içerisinde Namık Kemal Üniversitesi'nin açmış olduğu yüksek lisans sınavlarını kazanarak Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Şu anda Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren önemli bir ceviz üretim firmasında yönetici mühendis olarak çalışmaktadır.

**Sinan AKIN**