

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKİRDAĞ KOŞULLARINDA BADEM AĞAÇLARININ
SU TÜKETİMİNİN BELİRLENMESİ

MUSTAFA YUNUS ŞEN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Tolga ERDEM

TEKİRDAĞ

2016

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Tolga ERDEM danışmanlığında, Mustafa Yunus ŞEN tarafından hazırlanan "Tekirdağ Koşullarında Badem 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. Necdet DAĞDELEN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Tolga ERDEM (Danışman)

İmza :

Üye : Doç. Dr. Mehmet ŞENER

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKİRDAĞ KOŞULLARINDA BADEM AĞAÇLARININ SU TÜKETİMİNİN BELİRLENMESİ

Mustafa Yunus ŞEN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tolga ERDEM

Farklı sulama suyu uygulamalarının badem ağaçlarının bitki su tüketimine etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2014 ve 2015 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75 ve 100' ünün uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, deneme konularında ölçüm periyodu boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak 2014 yılında 256.45 ile 299.72 mm, 2015 yılında ise 325.82 ile 396.76 mm arasında değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. 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 0.68, Temmuz ayı için 0.92, Ağustos ayı için 0.74 ve Eylül ayı için 0.56 olarak bulunmuştur. Araştırmada ayrıca farklı sulama suyu uygulamalarının badem ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerine olan etkisi de irdelenmiştir. Bu değerlere göre hazırlanan varyans analiz sonuçlarında, uygulanan sulama suyu miktarlarının badem ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerini istatistiksel olarak etkilemediği sonucuna varılmıştır.

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

2016, 56 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION of ALMOND TREES EVAPOTRANSPIRATION UNDER TEKIRDAG CONDITIONS

Mustafa Yunus ŞEN

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 almond trees evapotranspiration in 2014 and in 2015 was carried out in Tekirdag conditions. The three different irrigation water amounts applied based on a ratio of Class A pan evaporation as 50, 75 and 100 % were created in the research. As a result of this study, the seasonal evapotranspiration in the treatments during the measurement period varied from 256.45 and 299.72 mm in 2014 and from 325.82 and 396.76 mm in 2015 depend on irrigation water applied. The measured evapotranspiration increased with increasing water amounts. The reference evapotranspiration (ET_0) calculated with FAO 56-PM equation ranged from 4.42 to 4.96 mm day⁻¹ in 2014 and from 3.29 to 5.71 mm day⁻¹ in 2015. The crop coefficient (k_c) under Tekirdag conditions was averagely calculated as 0.68 for June, 0.92 for July, 0.74 for August and 0.56 for September. The effect of the vegetative growth parameters of almond trees of different irrigation practices was also examined. These values are based on the results of variance analysis; it concluded that the amount of irrigation water applied to the almond trees vegetative growth parameters that not affect the results statistically.

Key words: Evapotranspiration, crop coefficient, vegetative growth parameters, almond

2016, 56 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüzde dünyada ve ülkemizde nüfusunun artması, küresel ekonominin de aynı şekilde gelişmesi ve genişlemesi sebebiyle doğal kaynakların kullanımı artmaktadır. Böylece, orman alanları azalmakta, yeraltı su seviyeleri düşmekte, toprak erozyonla kaybolmakta, sulak alanlar ortadan kalkmakta, meralar bozulmakta, nehirler kurumakta, ortalama ısı yükselmekte, bitki ve hayvan türlerinin nesli tükenmektedir. Bundan dolayı gelecek yüzyılda acilen tedbir alınması gereken en önemli sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Kuraklık nedeniyle, özellikle suyun yoğun olarak kullanıldığı tarım sektöründe su kaynaklarımızı etkin bir biçimde ve bilinçli olarak kullanmamız gerektiği ortaya çıkmaktadır (Anonim 2012).

Bu çalışma, Tekirdağ il merkezine 20 km uzaklıkta yer alan Işıklar köyünde bulunan arazide yürütülmüştür. Arazi çalışmaları sonucunda, badem bitkisinin bitki su tüketimi, referans bitki su tüketimi, bitki katsayısı ve vegetatif gelişme parametrelerine ilişkin sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Tolga ERDEM' e, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde görev yapan saygı değer hocalarıma, çalıştığım firmada genel müdürüm Uğur NALTANOĞLU ve mesai arkadaşlarıma, bu günlere gelebilmemde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Hasan ŞEN, annem Şükran ŞEN, ağabeyim Süleyman Serdar ŞEN' sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2016

Mustafa Yunus ŞEN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
ŞEKİL DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Badem Ağaçlarının Su Kullanımı.....	5
2.2. Meyve Ağaçlarında Damla Sulama Uygulamaları	10
3.MATERYAL ve YÖNTEM	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.....	14
3.1.5. Sulama sistemi.....	17
3.1.6. A sınıfı buharlaşma kabı.....	18
3.1.7. Bitki özellikleri.....	18
3.1.8. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	19
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	19
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.....	21
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.....	23
3.2.9. Referans bitki su tüketiminin tahmin edilmesi ve bitki katsayılarının eldesi.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	27

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.....	28
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.....	45
4.6.3. Taç hacmi.....	46
4.6.4. Gövde kesit alanı.....	47
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
6.KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1960 - 2015).....	15
Çizelge 3.2. Araştırma alanının ilişkin 2014 ve 2015 yıllarına ait 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.....	29
Çizelge 4.5. Araştırma konularına 2015 yılında uygulanan sulama suyu miktarları.....	30
Çizelge 4.6. I ₁ deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı).....	32
Çizelge 4.7. I ₂ deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı).....	33
Çizelge 4.8. I ₃ deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2014 yılı).....	34
Çizelge 4.9. I ₁ deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı).....	35
Çizelge 4.10. I ₂ deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (2015 yılı).....	36
Çizelge 4.11. I ₃ 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.....	44
Çizelge 4.15. Bitki boyuna ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.16. Bitki boyuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.17. Deneme konularına ilişkin sürgün uzunluğu (cm) değerleri.....	45
Çizelge 4.18. Sürgün uzunluğuna ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.19. Sürgün uzunluğuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.20. Deneme konularına ilişkin taç hacmi (m ³) değerleri.....	46

Çizelge 4.21. Taç hacmine ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.22. Taç hacmine ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.23. Deneme konularına ilişkin gövde kesit alanı (m ²) değerleri.....	48
Çizelge 4.24. Gövde kesit alanına ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.25. Gövde kesit alanına ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları.....	48



ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
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 ele edilen bitki katsayısı değerleri (2014 yılı).....	42
Şekil 4.4. Deneme konularında ele edilen bitki katsayısı değerleri (2015 yılı).....	42
Şekil 4.5. Tekirdağ koşullarında badem 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 ²	: metrekare
km ²	: kilometrekare
hm ³	: hektometreküp
m ³	: metreküp
ha	: hektar
cm ³	: 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

Dünya nüfusunun devamlı artması, küresel ekonominin de aynı şekilde gelişmesi ve genişlemesi sebebiyle doğal kaynaklar üzerindeki baskılar her gün biraz daha artmaktadır. İnsanların aşırı tüketim alışkanlıkları sonucu ormanlık alanlar azalmakta, yeraltı su seviyeleri düşmekte, toprak erozyonla kaybolmakta, sulak alanlar ortadan kalkmakta, meralar bozulmakta, nehirler kurumakta, ortalama ısı yükselmekte, bitki ve hayvan türlerinin nesli tükenmektedir. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, tabii kaynaklar hızla tahrip edilmekte olup, bu kaynakların başında yer alan ormanların korunması ve geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir (Anonim 2012).

Ülkemizde, 20 bin'den fazla orman köyü ve yaklaşık 7.5 milyon orman köylüsü bulunmaktadır. Son zamanlarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarında; meyvesinden, yaprağından, tohumundan, kabuğundan ve çiçeğinden faydalanan cinslerin kullanılmasına önem verilmektedir. Bu çalışmalarda amaç, elde edilecek ürünler ile yöre halkının ekonomik şartlarının iyileştirilmesidir. Bu doğrultuda, gerek Orman Bakanlığının yapacağı ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve rehabilitasyon çalışmalarında, gerekse özel ağaçlandırma çalışmalarında badem türünün daha fazla kullanılması ve yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Bu bağlamda 2013 - 2017 yılları arasında 27 Orman Bölge Müdürlüğünde 18.912 hektar alanda yaklaşık 8 milyon adet fidan dikilmesi 75 milyon TL harcanarak gerçekleştirilecektir. Ayrıca geçmişte yapılan badem ağaçlandırmalarının budama ve bakım suretiyle ekonomik değerinin iyileştirilmesi planlanmaktadır (Anonim 2013).

Bu planlamaların gerçekleştirilebilmesi için, 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.

Badem ağaçlarının yetiştirildiği ormanlık alanlarda, su kaynaklarının azlığı veya suyun uzak noktalardan getirilmesi kullanılacak sulama sisteminin ilk yatırım maliyetlerini artırmakta ve suyu değerli kılmaktadır. Bu sonuç, suyun doğru şekilde işletilmesi ve kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Mevcut badem alanları incelendiğinde genellikle sulama yöntemi olarak damla sulama yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Damla sulama yöntemi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de geniş uygulama alanları bulmaktadır.

Yöntemin özellikle, su kaynaklarının kısıtlı olduğu tarım arazilerinde kullanımı, her türlü topografyada kullanımı, işletme kolaylığı gibi avantajları olmasına karşın ilk yatırım masraflarının yüksekliği ile özellikle projeleme aşamasında “toprak-bitki-atmosfer ve hidrolik” özelliklerinin birlikte irdelenme gerekliliği dezavantajları olarak görülmektedir (Yıldırım 2003).

Damla sulama yönteminin en önemli özelliklerinden biri ise bitki besin elementlerinin sulama ile birlikte bitki kök bölgesine rahatlıkla uygulanmasıdır (Schwankl, 1995, Kanber, 1997, 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 değer elde edilmediği koşullarda bitki sırasının üzerine çift lateral hattı döşenmektedir. Bu koşullarda da gerekli oran sağlanmazsa, salkım tertip biçimi adını verdiğimiz ağaç taç izdüşümü boyunca sulama uygulaması yapılmaktadır (Yıldırım 2003).

Verim çağındaki bir badem bahçesinde yetersiz sulama küçük meyvelere, verim kaybına, iç bademde kalite noksanlığına, hastalık ve zararlı etkilerinin artmasına neden olabilmektedir. Hızlı meyve gelişim dönemlerinde gözlenen uzun süreli ve şiddetli su stresi, verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmaktadır. Özellikle, bitkinin ilk dönemlerinde meydana gelebilecek su stresi, tomurcuk patlamasından meyve oluşumuna kadar etki etmektedir. Gelecek yıl ki meyve oranı ve taç gelişimi için gerekli olan vegetatif aksamın zayıf olmasına neden olacağından dolayı gelecek yılki ürünü de etkilemektedir. Optimum bir sulama ile verim 3 – 4 kat artırılabilir (Schwankl ve ark., 1996, Girona ve ark., 2005).

Badem üretimi yapılan birçok bölgemizde etkili yağış miktarının su tüketim miktarından daha az olmasından dolayı ilave sulamaya gereksinim kaçınılmazdır. Etkili bir sulama programında bahçenin kullandığı su miktarının hesaplanması ve toprak nem miktarının saptanması önemlidir. Bademde iç badem kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri hızlı gelişim dönemlerinde toprakta bulunan nem miktarıdır. Eğer toprakta bu dönemde yeteri kadar nem bulunmazsa iç badem kabuğu dolduramaz ve iç badem kalitesiz olur. İç badem oranının hızla arttığı bir dönem içerisinde su noksanlığı, bitki besin elementlerinde eksiklik ve dengesizlik, sağlıklı yapraklar ve aşırı ürün gibi faktörler iç badem iriliğinin düşmesine ve kalitesinin azalmasına neden olabilir (Schwankl ve ark., 1996, Girona ve ark., 2005).

Ülkemizde son yıllarda özellikle orman vasfını yitirmiş arazilerde, devlet desteği ile badem yetiştiriciliği özendirilmektedir. Ülkemizin badem ağacı miktarı son yıllarda önemli

bir düzeyde artmasına karşın, ağaç başına düşen meyve verimleri oldukça düşük düzeydedir. Badem bahçelerinin genellikle eğimli topografyalarda kurulması, ilk tesis maliyetlerini oldukça yükseltmektedir. Ayrıca, bu maliyetlere sulama uygulamalarının zorluğu ve maliyetleri de eklendiğinde, çiftçinin badem sulamasına yaklaşımı hep sıkıntılı olmuştur. Bu sonuç, badem ağaçlarından elde edilecek verimi önemli düzeyde etkilemiştir.

Badem yetiştiriciliğinin, dünya kabuklu meyve üretimi içerisinde önemli bir yeri vardır. Dünyadaki toplam badem alanı 2000 yılında 1.7 milyon hektar iken, 2009 yılında % 7' lik artışla 1.8 milyon hektara yükselmiştir. İspanya, dünya badem üretim alanlarında % 34'lük pay ile ilk sırada yer almaktadır. İspanya'yı sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Tunus ve İran izlemektedir. ABD' de badem üretimi yoğunlukla Kaliforniya Bölgesinde gerçekleştirilmektedir (Anonymous 2012).

Badem, ülkemizin iklim yapısına adapte olmuş, önemli sert kabuklular arasında yer almaktadır. Çok değişik tüketim alanları olan badem; geniş bir kullanım alanına sahip olmasının yanı sıra, diğer sert kabuklu meyvelere göre uyum kabiliyetinin daha yüksek olması ve erken verime yatması sebepleriyle, yetiştiriciliğine olan talepler gün geçtikçe artmaktadır.

Ülkemizde 2012 sonu itibarı ile 131 bin dekar alanda badem yetiştiriciliği yapılmakta olup, bölgelere göre sınıflandırma yapıldığında Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu İç Anadolu ve Batı Marmara Bölgeleri sırasıyla badem alanlarının en geniş olduğu bölgelerdir. Ege Bölgesi tek başına toplam badem alanlarının % 48'ine sahiptir. Badem alanlarının iller bazında dağılımında ise, Muğla 30 bin dekar ile toplam badem alanların % 23'ünü kapsamaktadır. Muğla'yı sırasıyla Manisa, Balıkesir, Antalya ve Mersin illeri takip etmektedir. Bu illerin sahip olduğu badem alanları, 60 bin dekar ile toplam badem alanlarının % 47'sini oluşturmaktadır. Ayrıca, Ege ve Akdeniz Bölgeleri, toplam badem üretiminin % 61'ini karşılarken, bu dört bölge toplam badem üretiminin % 78'ini karşılamaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken unsur, Ege Bölgesi toplam badem alanlarının neredeyse yarısına sahipken, toplam üretim miktarının % 38'inin bu bölgede üretilmesidir. Bunun nedeni ise, bu bölgede ağaç başına düşen ortalama verimin, 16 kg ile diğer bazı bölgelere göre düşük olmasıdır (Anonymous 2012).

Trakya Bölgesinde sulama uygulamalarının yapıldığı badem bahçeleri incelendiğinde, çiftçiler, Tarım İl ve İlçe müdürlükleri ile yapılan görüşmelerde, badem sulama uygulamalarının farklı şekillerde ve miktarlarda yapıldığı gözlemlenmiştir. Yapılan sulama uygulamalarının tamamen fidan yetiştiricileri tarafından verilen bilgiler ile farklı miktarlar

göz önüne alınarak gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Diğer yandan ülkemizde yürütülen araştırmalar incelendiğinde, badem bitkisinin su tüketimi ve sulama zamanının planlamasına yönelik çalışmaların bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu araştırma, Tekirdağ Merkez Işıklar Köyünde orman vasfından badem bahçesine dönüştürülmüş üretici arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada, bölgede yoğun olarak tarımı yapılan Nonpareil çeşidi badem fidanları 2012 yılının ilk aylarında dikilmiştir. Araştırmada, bitkinin gelişimi, sulama sisteminin projelenmesi ve özellikle depolanacak su miktarının hesaplanması için gerekli olan bitki su tüketimi değerlerinin eldesi amaçlanmıştır. Elde edilen tüm değerlerin, ülkemizde badem ağaçlarının su kullanımına yönelik ilk çalışma olması açısından önemlidir. Araştırma sonucunda elde edilen değerler, badem yetiştiriciliği açısından önemli olduğu kadar, azalan su kaynaklarının korunumu açısından da önemlidir. Ayrıca, kullanılacak yöntemler çiftçinin uygulayabilmesi göz önüne alınarak belirlenmiştir.

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. Badem Ağaçlarının Su Kullanımı

Fereres ve ark., (1982), California’ da koşulları için yürüttükleri araştırma sonucunda, damla sulama yönteminin badem ağaçlarının sulanması için özellikle 6 yıla kadar kullanılması gerektiğini ve böylece enerji ile su tasarrufunun yüksek boyutlarda olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, badem ağaçlarının sulanmasında olgunluğa ulaştığı 6. yıldan sonra ise ağaç altı yağmurlama sulama yönteminin kullanılabileceği belirtilmiştir. Diğer yandan, sulama sistemlerinin projelenmesi için gerekli mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin badem ağaçlarının olgunluğa ulaşmasından sonra 985 mm değerine kadar ulaşabileceği belirtilirken, maksimum günlük bitki su tüketimi değerlerinin ise Temmuz ayında 6.45 mm değerine ulaştığı açıklanmıştır.

Hutmacher ve ark. (1994), California’ da yürüttükleri araştırmada, damla sulama yöntemi uygulamalarının beş yaşındaki badem ağaçlarının gelişme ve verime etkilerini araştırmışlardır. Üç yıl boyunca yürütülen araştırmada badem ağaçlarına, Şubat – Ekim ayları arasındaki süreçte iki haftalık sulama aralığında iklim verilerine göre hesaplanan bitki su tüketiminin farklı oranları uygulanmıştır. Bu oranlar, hesaplanan ET_c ’ nin % 50, 75, 100, 125, 150 ve 175’ i şeklinde gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda uygulanan sulama suyu miktarları birinci yıl 171 – 597 mm, ikinci yıl 267 - 885 mm ve üçüncü yıl 368 - 1258 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, uygulanan sulama suyu miktarının % 125 oranına kadar artması ile badem ağaçlarının gövde kesit alanlarının, birincil ana dallar, ürün tutma ve badem verimi ile iç badem ağırlığı değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Diğer yandan, deneme konuları için yaprak su potansiyeli değerleri ölçülmüştür. Yaprak gözenek dirençlerinin uygulanan su miktarına paralel olarak azaldığı belirtilmiştir.

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 dikkate alınarak, buharlaşma kapı 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 kullanılarak hesaplanmıştır.

Garcia ve ark., (2004), İspanya’ da 4 yıl boyunca yürüttükleri araştırmada 13 yaşındaki badem ağaçlarını iki farklı sulama programı altında yetiştirmişlerdir. Birinci sulama

programında (T_1) badem ağaçlarını tüm büyüme periyotları boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarına göre sulamışlardır. İkinci sulama programında (T_2) ise; ürün dolum periyoduna kadar birinci program ile aynı olacak şekilde sulama yapılırken, bu periyottan sonra % 20' i kısıtlı su uygulaması yapılmıştır. Araştırma konularına uygulanan sulama suyu miktarları T_1 konusu için dört yıl boyunca 571 – 694 mm arasında değişirken, T_2 konusuna uygulanan sulama suyu miktarları 387 - 475 mm arasında değişmiştir. Elde edilen badem verimleri ise T_1 konusunda 1105 kg/ha, T_2 konusunda ise 1027 kg/ha olmuştur. Uygulanan sulama suyu miktarları ve elde edilen verim değerleri dikkate alınarak hesaplanan su kullanım randımanları ise T_1 konusu için 0.18 kg/m³, T_2 konusu için 0.24 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. Böylece, araştırma sonucunda badem ağaçlarının sulanmasında kısıtlı sulama uygulamalarının dikkate alınması önerilmiştir.

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 döneminin içerisine alan Haziran – Ağustos arası ve bu süreçten hasada kadarki Haziran – Aralık arası olarak üçe ayırmışlardır. Sulama uygulamalarında hesaplama sonucunda elde edilen bitki su tüketimi değerleri dikkate alınmıştır. Bitki su tüketimi hesabı (ET_C) için gerekli referans bitki su tüketimi (ET_0), 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 açıklanmıştır.

Goldhamer ve ark. (2006), California'da 18 yaşındaki badem ağaçları üzerine yürüttükleri araştırmada potansiyel ET_c nin uygulandığı kontrol ve potansiyel ET_c nin farklı dönemlerde farklı oranlarının uygulandığı 9 farklı su kısıdı uygulamalarını incelenmişlerdir. Dört yıl boyunca uygulanan araştırma sonucunda, su kısıdı uygulamasının yapıldığı deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 376 – 694 mm arasında değişirken, kontrol konusunda ise 1073 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kontrol konusunda

badem iç verimi 2099 t/ha olurken, kısıt yapılan uygulamalarda ise 1480 ile 2008 t/ha arasında değişmiştir.

Gomes-Laranjo ve ark., (2006) Portekiz’ de 2002 yılında yürüttükleri araştırmada beş farklı badem çeşidini (Masbovera, Ferragnes, Francoli, Glorieta ve Lauranne) susuz ve sulama uygulamasının yapıldığı koşullarda yetiştirmişlerdir. Sulama uygulamaları her ağaç altına konulan 2 adet mikro yağmurlama başlığı ile yapılmış ve haftada 3 kez olmak üzere Haziran başı ile Ağustos ayları arasında toplam 300 mm olarak yapılmıştır. Araştırmada ayrıca her çeşit ve sulama konusu için şafak öncesi ve gün ortası saatlerde yaprak su potansiyeli değerleri ölçülmüştür. Araştırma sonucunda tüm çeşitlerde şafak öncesi yaprak su potansiyeli değerlerinin gün ortası değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Sulama uygulamasının yapıldığı koşullarda, şafak öncesi yaprak su potansiyeli değerleri -0.72 ile -1.03 MPa arasında değişirken, gün ortası değerleri -1.71 MPa ile -2.59 MPa arasında değişmiştir. Sulama suyunun uygulanmadığı koşullarda ise; şafak öncesi yaprak su potansiyeli değerleri -0.91 MPa ile -2.81 MPa arasında değişirken, gün ortası yaprak su potansiyeli değerleri -2.49 MPa ile -3.53 MPa arasında değişmiştir.

Valverde ve ark., (2006), İspanya’ da yürüttükleri araştırmada, 7 – 8 yaşındaki Guana çeşidi badem ağaçlarını 2002 - 2003 yılları arasında farklı su ve gübre uygulaması koşulları altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada sulama uygulamasının yapıldığı ile yapılmadığı koşullar değerlendirirken, gübre uygulamalarında ise inorganik ve organik gübre uygulaması koşulları dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, sulama suyu uygulaması yapılan badem ağaçlarında ağaç başına düşen kabuklu badem verimi 8.88 kg olarak elde edilirken, sulama uygulanmayan koşullarda elde edilen verim 6.16 kg olmuştur. Ayrıca sulu koşullar altında iç verim oranı % 32.07, kuru koşullarda % 29.22 olmuştur. Diğer yandan badem kalite parametrelerinin sulama uygulaması ile azaldığı belirlenmiştir.

Egea ve ark., (2010), İspanya’ da 2003-2006 yılları arasında yürüttükleri araştırmada, 4 yaşındaki badem ağaçlarını 5 farklı sulama programı altında yetiştirmişlerdir. Sulama programları tam sulama, kısıtlı sulama ve üç farklı kısmi kök kuruluğu sulama uygulaması şeklinde oluşturulmuştur. Tam sulama yapılan konuda, deneme alanında bulunan lizimetrelerden ölçülen bitki su tüketiminin % 20 daha fazlası sulama suyu uygulanmıştır. Kısıtlı sulama konusuna ise, sadece ürün dolum periyodu boyunca tam sulama konusuna uygulanan miktarın % 50’ si uygulanırken, diğer periyotlarda ise aynı miktarda uygulanmıştır. Kısmi kök kuruluğu deneme konularında ise tüm büyüme periyotları boyunca tam sulama

konusuna uygulanan su miktarlarının % 70, 50 ve 30' u uygulanmıştır. Araştırmada farklı sulama suyu programlarının bademin su kullanımı ve agronomik gelişimine etkileri incelenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü dört yıl boyunca tam sulama konusunda uygulanan sulama miktarları 403 ile 723 mm arasında değişirken, kısıtlı sulama konusunda 221 ile 402 mm arasında, kısmi kök kuruluğu sulama konularında ise 138 ile 455 mm arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda badem iç verimleri üç yıl boyunca tam sulama konusunda toplam 4318 kg/ha, kısıtlı sulama konusunda 3632 kg/ha, kısmi kök kuruluğu sulama konularında ise 3829 kg/ha, 3538 kg/ha ve 3044 kg/ha olmuştur. Bu değerlere göre hesaplanan su kullanım randımanı değerleri ise ortalama olarak tam sulama konusunda 0.320 kg/m³, kısıtlı sulama konusunda 0.408 kg/m³ ve kısmi kök kuruluğu sulama konularında ise 0.403 kg/m³, 0.540 kg/m³ ve 0.712 kg/m³ olmuştur. Ayrıca, kısıtlı sulama uygulamalarının özellikle gövde gelişim oranını etkilediği belirtilmiştir.

Miarnau ve ark., (2010) İspanya' da yürüttükleri araştırmada altı farklı badem çeşidini (Guara, Ferragnes, Lauranne, Francoli, Glorieta ve Masbovera) kısıtlı sulama uygulamaları altında yetiştirmişlerdir. Badem ağaçlarının 2000 yılında 6 x 6 m aralıklarla dikildiği ve sulama uygulamalarının her yetiştirme sezonu boyunca 2500 m³/ha olacak şekilde 2002 yılından 2007 yılını kapsayan altı yıllık süreçte yapıldığı açıklanmıştır. Altı yıllık süreç boyunca tüm badem çeşitlerinde tam çiçeklenme tarihlerinin 16 ile 20 Mart tarihleri arasında, ortalama olgunlaşma zamanlarının 28 Ağustos ile 15 Eylül arasında olduğu gözlemlenmiştir. Çeşitler arasında gövde kesit alanları incelendiğinde, en yüksek gövde kesit alanının Masbovera çeşidinden elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, altı yıllık süreçte elde edilen toplam iç badem verimleri 20.8 kg/ha ile 30.4 kg/ha arasında değişmiştir. Bu değerler alan bazında incelendiğinde, altı yıllık süreçte 5773 kg/ha ile 8448 kg/ha iç badem verimleri elde edilmiştir. Çeşitler arasındaki verim değerleri incelendiğinde ise Lauranne çeşidinden en yüksek değerlerin elde edildiği açıklanmıştır.

Bitki su tüketimi hesabında gerekli olan bitki katsayısı (k_c) değerleri, badem bitkisi için farklı bölge koşullarında farklı araştırmacılar tarafından elde edilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, badem ağaçlarının bitki katsayısı değerlerinin Mart ayı için 0.28 ile 0.60 arasında, Nisan ayı için 0.48 ile 0.78 arasında, Mayıs ayı için 0.68 ile 0.95 arasında, Haziran ayı için 0.88 ile 1.09 arasında, Temmuz ayı için 0.95 ile 1.15 arasında, Ağustos ayı için 0.95 ile 1.17 arasında, Eylül ayı için 0.85 ile 1.12 arasında, Ekim ayı için 0.60 ile 0.89 arasında ve Kasım ayı için 0.40 ile 0.70 arasında değiştiği görülmüştür (Steduto ve ark., 2012).

Stevens ve ark., (2012), Güney Avusturalya' da 481 ha büyüklüğündeki alanda yürüttükleri araştırmada, yağmurlama sulama uygulaması koşullarında badem ağaçlarının su kullanım özelliklerini incelemişlerdir. Badem ağaçlarının 8 yaşında ve 7 x 5 m aralıklara dikildiği belirtilmiştir. Sulama uygulamalarının, A sınıfı buharlaşma kabı referans bitki su tüketimi eşitliğinden elde edilen değerlerin aylık bitki katsayısı ile düzeltilmesinden elde edilen 40 mm bitki su tüketimi olduğu koşullarda yapılmıştır. Ayrıca, bitki su tüketimi hesapları Eddy Kovaryans tekniğine göre ölçülürken, gerekli toprak nem ölçümleri ise TDR aleti ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda, 8 yaşındaki badem ağaçlarının Ağustos ile Mayıs ayları arasındaki süreçte toplam bitki su tüketimi 1383 mm olarak ölçülmüştür. Diğer yandan, bitki katsayısı değeri ise maksimum 1.1 olarak hesaplanmıştır.

Garcia-Tejero ve ark., (2015), 2013 yılında İspanya' da yürüttükleri araştırmada dört yaşındaki badem ağaçlarının bitki katsayısı değerlerini elde etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada bitki katsayısının (k_c) belirlenmesi için gerekli bitki su tüketimi ölçümleri lizimetrelerde yapılmıştır. Araştırma sonucunda, badem ağaçları için bitki katsayısı değerlerinin sulama başlangıcında 0.4, ürün dolum periyodunda 1.1 ve sulama sezonu sonunda ise 0.4 olarak alınması önerilmiştir. Ayrıca, araştırmada gün ortası yaprak su potansiyeli ve canopy ölçümleri ile bitki katsayısı değerleri arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu 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 referans 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), referans bitki su tüketimi değerlerindeki küçük olmasının bitki katsayısı değerlerinin (k_c) 1' den düşük olmasına neden olurken, ölçüm sezonu ortalarına doğru bu değerin 1' e yaklaştığı 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 araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, damla, ağaçaltı mikro yağmurlama ve göllendirme sulama yöntemlerini kullanmışlardır. 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 belirtilmiştir.

Abrisqueta ve ark. (2001), İspanya' da yürüttükleri araştırmada damla sulama yöntemi ile sulanan kayısı ağaçlarının su tüketimini belirlemişlerdir. 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 ölçülmüştür.

Orta ve ark., (2001), 1997 ve 1999 yıllarında Tekirdağ' da yürüttükleri çalışmada, farklı sulama yöntemi ve programlarının elma ağaçlarının verim ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, deneme konularına sulama suyu yüzey ve damla sulama yöntemleri ile kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40 ve 70'i tüketildiğinde uygulanmıştır. Deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri damla sulama yönteminde yüzey sulama yöntemine göre ortalama olarak sırasıyla % 72.5 ve % 62.7 daha az olduğu açıklanmıştır. Farklı konularda verim ve kalite özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmamasına karşın, bu bulgular sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi ile birlikte değerlendirildiğinde; genel olarak, damla sulama 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.

Yıldırım (2004), 2000 – 2003 yılları arasında Ankara’ da yürüttüğü araştırmada erik ağaçlarına damla sulama yöntemi ile 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 programları, 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 yapmamıştır. 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 çeşidine A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi ve sulama programının oluşturulması araştırılmıştır. 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 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 gerçekleşmiştir. 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 bağcılıкта 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 ağaçlarına 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 açıklanmıştır.

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 sonrası 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 ile 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 açıklanmıştır.

Hijazi ve ark., (2014), Suriye' de yürüttükleri araştırmada 2006 - 2010 yılları arasında 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 edilmiştir.

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, C-viz Üretim A.Ş.' nin Tekirdağ il merkezine 20 km uzaklıkta yer alan Işıklar köyünde bulunan 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 $40^{\circ} 51'$ kuzey, boylam derecesi ise $27^{\circ} 21'$ doğudur. Ayrıca araştırma alanının konumu Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. Deneme alanının konumu

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanı 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 izelge 3.1' de ve denemenin yürütüldüğü 2014 ile 2015 yıllarına bazı iklim elemanlarının onar günlük ortalama değerleri izelge 3.2' de verilmiştir. Çizelgede verilen açık su yüzeyi buharlaşma değerleri araştırma alanında bulunan A sınıfı buharlaşma kabından elde edilmiştir.

3.1.3. Toprak zellikleri ve topoğrafya

Araştırmanın yürütüldüğü alan orman vasfını kaybetmiş olduğundan, badem ağaçlarının dikiminin yapıldığı 2012 yılından önce yaklaşık 2 yıl süren toprak hazırlığı işlemine tabi tutulmuştur. Alanda ncelikli 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 düşük topraklardan oluşmaktadır. Alanda taban suyu, tuzluluk ve sodyumluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Alanda eğim oldukça yüksek düzeydedir. Fakat deneme alanı, olarak nispeten eğimin az olduğu (% 0 – 5), arazinin en yüksek kotunda, tesviye eğrilerine paralel kısımlar seçilmiştir.

3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

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

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
Buharlaşıma. (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 yıllarına ait iklim verileri

Yıllar	Ölçüm periyodu	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

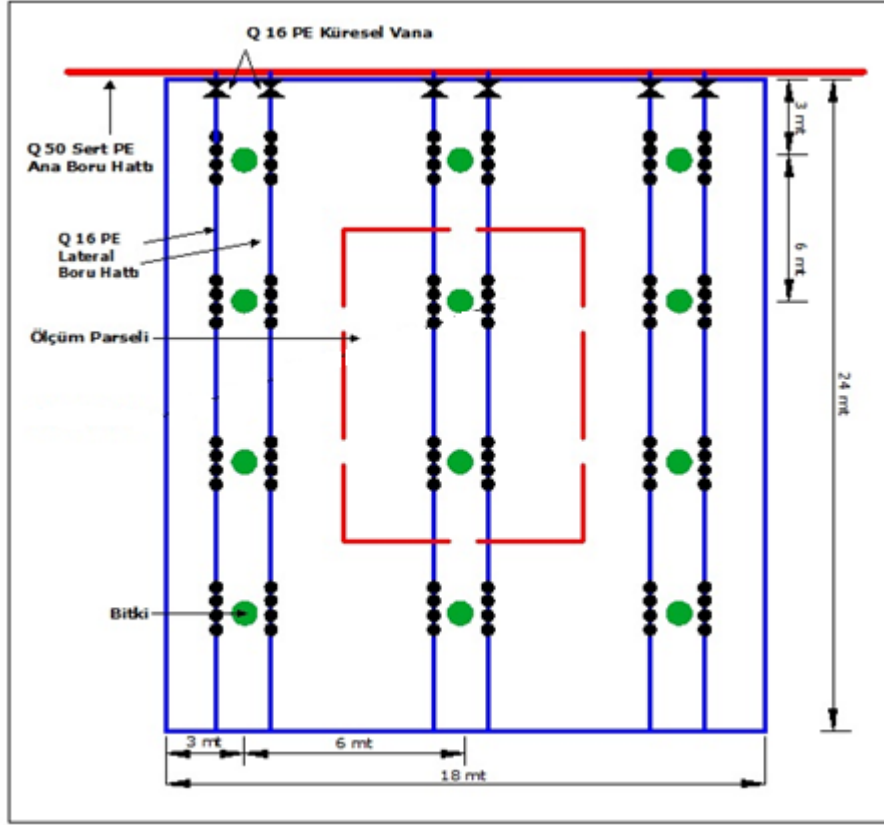
** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen değerdir



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 içersinden her ağaç sırasına 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan çift sıra lateral boru hatları döşenmiştir. 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 mikrometreli derinlik ölçme aracı ile ölçülmüştür (Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

3.1.7. Bitki özellikleri

Araştırmada Nonpareil badem çeşidi kullanılmıştır. Badem çeşitlerinin en önemlilerinden olup ağaçlar yüksek, verimli ve erkencidir. Ayrıca, ince kabuklu olup kuş zararına sıklıkla rastlanmaktadır. Nonpareil, orta büyüklükte meyveye sahiptir ve verim ilk yıllarda düşük olup bitki gelişimine bağlı olarak ileriki yıllarda artış görülmektedir.

Dölleyicileri olan Teksas ve N.P.Ultra ise kendine verimsizdirler. Araştırma alanında Teksas çeşidi dölleyiciler bulunmaktadır. Elde edilen bademlerin ince kabuklu olması nedeniyle muhafazası son derece güçtür ve randımanı % 58 – 63’ tür (Anonim 2013).

Araştırmada orman arazisinden dönüşen kapama badem bahçesine Nonpariel çeşidi ağaçlar 2012 yılında 6 x 6 m sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinde dikilmiştir. Badem ağaçlarının dikiminden itibaren sulama uygulamaları damla sulama yöntemi ile yapılmaya başlanmıştır. Araştırma badem ağaçlarının 3. ve 4. yaşlarına geldiği 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür.

3.1.8. 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 hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.2.1. Deneme düzeni ve araştırma konuları

Araştırma, tesadüf bloklarında deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüş 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 badem yetiştiriciliği yapan üreticilerin uygulama koşulları dikkate alınarak 7 gün olarak belirlenmiştir.

Deneme konuları;

I₁ konusu : Toplam buharlaşma miktarının % 50' inin uygulandığı sulama uygulaması,

I₂ konusu : Toplam buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı sulama uygulaması,

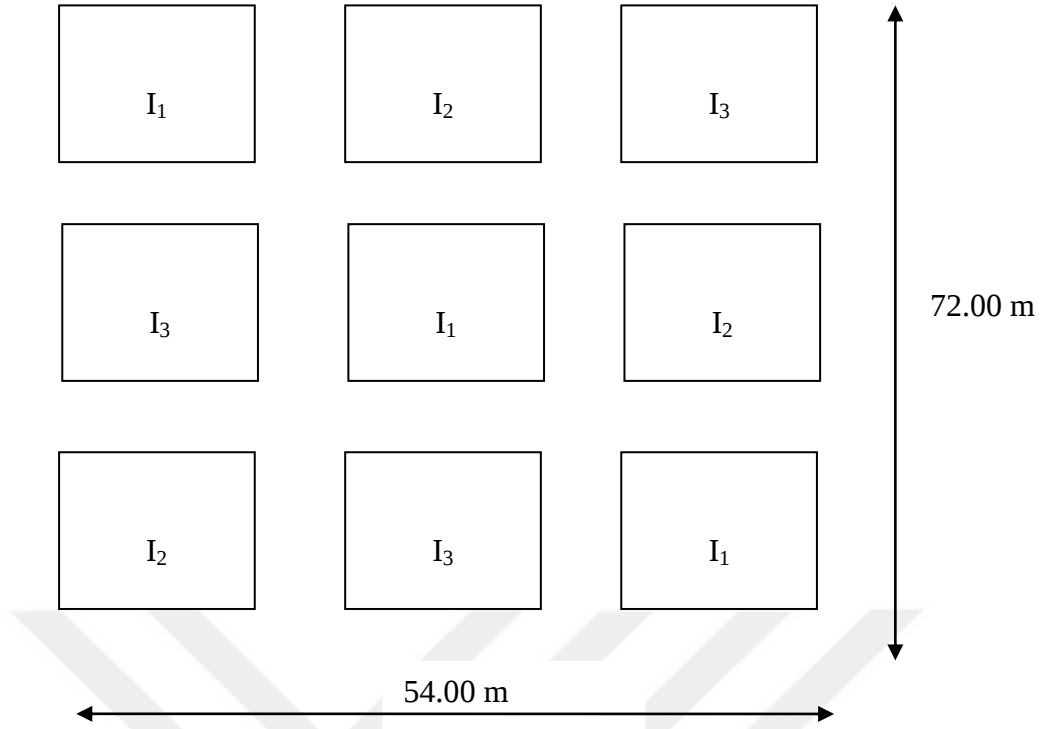
I₃ konusu : Toplam buharlaşma miktarının % 100' nün uygulandığı sulama uygulaması, biçiminde düzenlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü deneme düzeni Şekil 3.4' de verilmiştir. Deneme alanı 54.0 x 72.0 m boyutlarında olup, toplam 3888.00 m² dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 3 adet olmak üzere toplam 9 adet parsel bulunmaktadır. Bir deneme parseli 18.0 x 24.0 m boyutlarında olmak üzere toplam 432.00 m² alana sahiptir. Bir deneme parselinde 3 adet ağaç sırası bulunmaktadır. Ağaçların sıra aralığı ve sıra üzeri 6.0 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 örneklemelere ait 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.



Şekil 3.4. Deneme deseni

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.

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 ölçmeler yapılmış ve değerlendirilmiştir.

3.2.4. Buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla, günlük buharlaşma miktarı, mikrometreli ölçüm kabı kullanılarak, eksik suyun tamamlanması şeklinde, her gün saat 09:00' da ölçüm yapılarak

belirlenmiştir. Her hafta kap içerisindeki su boşaltılarak kap 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 badem 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 verilmiştir ve uygulanacak sulama suyu miktarı 7 günlük yığışimli 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 : Yığışimli 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, laterale 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 1.2 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_p : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm),

D_p : Derine sızma kayıpları (mm),

R_f : 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_p 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;

ET₀ : Referans bitki su tüketimi (mm/gün),

- R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon ($\text{MJ}/\text{m}^2 / \text{gün}$),
- G : Topraktaki ısı akımı ($\text{MJ}/\text{m}^2 / \text{gün}$),
- T : Ortalanma sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$),
- u_2 : 2 metre yükseklikteki rüzgâr hızı (m/s),
- e_a : Doygun buhar basıncı (kPa),
- e_d : Gerçek buhar basıncı (kPa),
- Δ : Doygun buhar basıncı eğrisinin eğimi ($\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$),
- γ : Psikometrik sabite ($\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$) 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.

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 (m³),

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 ölçümü 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 killi-tın, kullanılabilir su tutma kapasitesi 154.49 mm/90 cm olarak bulunmuştur.

Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri ortalama olarak 5.7 mm/h alınmıştır.

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 çıkarılmıştır.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Profil Derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	Killi-tın	18.41	90.02	7.76	37.95	1.63	52.07
30-60	Tın	18.80	98.14	7.59	39.62	1.74	58.52
60-90	Tın	17.10	92.34	8.97	48.44	1.80	43.90
0-90			280.50		126.01		154.49

Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg/da)	Potasyum K ₂ O (kg/da)	Organik Madde (%)
0-20	72	0.060	7.88	9.50	8.93	56.0	1.33
20-40	58	0.060	7.96	9.00	4.01	31.0	1.27

4.2. Sulama Suyu Analiz Sonuçları

Kullanılan sulama suyunun kalite analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Sulama suyu kalite sınıfı T₂S₁’ dir. Çizelgeden izleneceği gibi, sulama suyu analiz sonuçlarının bitki gelişmesini olumsuz etkileyecek özelliklerde olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları

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

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 0.75 m olarak seçilmiştir. Lateraller her ağaç bitki sırasına 2 adet olacak biçimde döşenmiş ve böylece ıslatılan alan yüzdesi 3.3 no’ lu eşitlik ile % 30 olarak bulunmuştur.

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.

Çizelgelerden izleneceği gibi sulama uygulamalarına 2014 yılında Temmuz ayının başında, 2015 yılında ise Haziran ayı başında başlanmıştır. 2014 yılında geç başlanmasının sebebi olarak, bahar yağışlarının fazla olması ve deneme yerinin hazırlanmasında yaşanan bir takım sıkıntıların ortaya çıkması olarak açıklanabilir. 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. 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. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının % 50' sinin uygulandığı I₁ 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 I₂ 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 I₃ 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.

Çizelge 4.4. Araştırma konularına 2014 yılında uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama no	Tarih	Buharlaşma (mm/7 gün)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)		
			I ₁ (% 50)	I ₂ (% 75)	I ₃ (% 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	Buharlaşıma (mm/7 gün)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)		
			I ₁ (% 50)	I ₂ (% 75)	I ₃ (% 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

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’ de ayrıntıları ile verilmiştir. Ayrıca, her bir deneme konusu için ölçülen aylık bitki su tüketimi değerleri ise Çizelge 4.12’ de özetlenmiştir. Ölçüm periyodu boyunca deneme konularından elde edilen bitki su tüketimi değerleri 2014 yılı için 256.45 mm ile 299.72 mm arasında, 2015 yılı için 325.82 mm ile 396.76 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 gösterilebilir.

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın % 100’ ün uygulandığı I₃ deneme konusundan birinci yıl 299.72 mm, ikinci yıl ise 396.76 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür. Bu deneme konusuna göre % 50 sulama suyu kısıtı yapılan I₁ deneme konusunda ise birinci yıl 256.45 mm ile % 15, ikinci yıl ise 325.82 mm ile % 18 daha düşük bitki su tüketimi

ölçülmüştür. Aynı şekilde, % 25 kısıt yapılarak, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 75' inin uygulandığı I₂ deneme konusunda ise birinci yıl 264.86 mm ile % 12, ikinci yıl ise 362.10 mm ile % 9 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 ayında bu ayı takip etmiştir.

Deneme konularına göre hesaplanan ortalama günlük bitki su tüketimleri incelendiğinde, I₁ deneme konusunda 2014 yılında 2.46 ile 5.85 mm arasında, 2015 yılında ise 1.50 ile 4.02 mm/gün arasında değerler elde edilmiştir. I₂ deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 3.42 ile 5.12 mm arasında, ikinci yıl ise 1.86 ile 4.74 mm arasında değişmiştir. Diğer yandan, I₃ deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 3.56 ile 6.47 mm arasında, ikinci yıl ise 2.01 ile 6.01 mm arasında değişmiştir. Her üç deneme konusunda da maksimum günlük bitki su tüketimi değerlerini her iki yıl içinde Temmuz ayı içinde olduğu görülmüştür.

Ülkemizde badem ağaçlarının bitki su tüketimine yönelik çalışma olmamasına karşın, uluslararası literatür incelendiğinde elde edilen sonuçların paralellik gösterdiği söylenebilir. Fereres ve ark. (1982) ABD' de yürüttükleri çalışmada, badem ağaçları için maksimum günlük bitki su tüketimi Temmuz ayında 6.45 mm olarak elde etmişlerdir. Ayrıca, Garcia ve ark. (2004) ile Egea ve ark. (2010)' ın İspanya' da, Goldhamer ve ark. (2006) ve Spinelli ve ark (2016)' ın ABD' de yürüttükleri araştırmalarda badem ağaçlarına uygulanan sulama suyu, ölçülen aylık ve günlük bitki su tüketimi değerlerinin de benzer olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. I₁ 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 ₁	29. Haz	273.24				
					26.12	3.73
	6. Tem	247.12				
			17.2	7.25	20.84	2.98
	13. Tem	250.73				
			35.6	7.88	40.92	5.85
	20. Tem	253.29				
			33.1	7.35	30.60	4.37
	27. Tem	263.14				
				7.77	32.50	4.64
	3. Ağu	238.41				
			0.1	7.46	32.91	4.70
	10. Ağu	213.06				
				7.56	29.37	4.20
	17. Ağu	191.25				
			4.1	5.78	25.95	3.71
	24. Ağu	175.18				
				7.25	17.24	2.46
	31. Ağu	165.19				
Toplam		108.05	90.10	58.30	256.45	

Çizelge 4.7. I₂ 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 ₂	29. Haz	273.24				
					26.12	3.73
	6. Tem	247.12				
			17.2	10.88	27.98	4.00
	13. Tem	247.22				
			35.6	11.82	35.85	5.12
	20. Tem	258.79				
			33.1	11.03	32.06	4.58
	27. Tem	270.86				
				11.66	30.54	4.36
	3. Ağu	251.98				
			0.1	11.18	33.50	4.78
	10. Ağu	229.76				
				11.34	30.06	4.29
	17. Ağu	211.04				
			4.1	8.67	24.83	3.55
	24. Ağu	198.98				
				10.88	23.92	3.42
	31. Ağu	185.94				
Toplam		87.30	90.10	87.46	264.86	

Çizelge 4.8. I₃ 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 ₃	29. Haz	273.24				
					26.12	3.73
	6. Tem	247.12				
			17.2	14.50	29.57	4.22
	13. Tem	249.25				
			35.6	15.76	38.83	5.55
	20. Tem	261.78				
			33.1	14.70	45.32	6.47
	27. Tem	264.26				
				15.54	39.32	5.62
	3. Ağu	240.48				
			0.1	14.91	40.12	5.73
	10. Ağu	215.37				
				15.12	29.00	4.14
	17. Ağu	201.49				
			4.1	11.56	26.49	3.78
	24. Ağu	190.66				
				14.50	24.95	3.56
	31. Ağu	180.21				
Toplam		93.03	90.1	116.59	299.72	

Çizelge 4.9. I₁ 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 ₁	29. May	268.79				
					15.02	2.15
	5. Haz	253.77				
			22.0	5.15	17.64	2.52
	12. Haz	263.28				
			25.5	5.57	22.96	3.28
	19. Haz	271.39				
			0.3	6.41	14.07	2.01
	26. Haz	264.03				
			6.4	4.62	22.89	3.27
	03. Tem	252.16				
			0.5	5.25	26.60	3.80
	10. Tem	231.31				
				5.36	24.92	3.56
	17. Tem	211.75				
				7.14	28.14	4.02
	24. Tem	190.75				
				7.45	27.79	3.95
	31. Tem	170.41				
				6.93	22.54	3.22
	7. Ağu	154.80				
				6.51	20.44	2.92
	14. Ağu	140.87				
				7.04	19.04	2.72
	21. Ağu	128.87				
				6.93	18.06	2.58
	28. Ağu	117.74				
				7.25	18.27	2.61
	4. Eyl	106.72				
			1.4	6.93	16.94	2.42
	11. Eyl	98.11				
			5.0	6.72	10.50	1.50
	18. Eyl	99.33				
Toplam		169.46	61.1	95.26	325.82	

Çizelge 4.10. I₂ 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 ₂	29. May	268.79				
					15.02	2.15
	5. Haz	253.77				
			22.0	7.71	24.02	3.43
	12. Haz	259.46				
			25.5	8.34	25.01	3.57
	19. Haz	268.29				
			0.3	9.61	20.04	2.86
	26. Haz	258.16				
			6.4	6.93	22.01	3.14
	03. Tem	249.48				
			0.5	7.88	27.03	3.86
	10. Tem	230.83				
				8.04	30.14	4.31
	17. Tem	208.73				
				10.71	33.21	4.74
	24. Tem	186.23				
				11.18	29.48	4.21
	31. Tem	167.93				
				10.40	22.12	3.16
	7. Ağu	156.21				
				9.77	20.18	2.89
	14. Ağu	145.80				
				10.55	22.04	3.14
	21. Ağu	134.31				
				10.40	20.79	2.97
	28. Ağu	123.92				
				10.87	19.92	2.85
	4. Eyl	114.87				
			1.4	10.40	18.05	2.58
	11. Eyl	108.62				
			5.0	10.08	13.04	1.86
	18. Eyl	110.66				
Toplam		158.13	61.1	142.87	362.10	

Çizelge 4.11. I₃ 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 ₃	29. May	268.79				
					15.02	2.15
	5. Haz	253.77				
			22.0	10.29	20.17	2.88
	12. Haz	265.89				
			25.5	11.13	23.06	3.29
	19. Haz	279.46				
			0.3	12.81	21.39	3.06
	26. Haz	271.18				
			6.4	9.24	25.59	3.66
	03. Tem	261.23				
			0.5	10.50	30.02	4.29
	10. Tem	242.21				
				10.71	35.28	5.04
	17. Tem	217.64				
				14.28	42.07	6.01
	24. Tem	189.85				
				14.91	32.11	4.59
	31. Tem	172.65				
				13.86	30.45	4.35
	7. Ağu	156.06				
				13.02	25.02	3.57
	14. Ağu	144.06				
				14.07	23.01	3.29
	21. Ağu	135.12				
				13.86	21.14	3.02
	28. Ağu	127.84				
				14.49	20.86	2.98
	4. Eyl	121.47				
			1.4	13.86	17.50	2.50
	11. Eyl	119.23				
			5.0	13.44	14.07	2.01
	18. Eyl	123.60				
Toplam		145.19	61.1	190.47	396.76	

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

Deneme konuları		Yetiştiricilik dönemi	
		2014 Yılı	2015 Yılı
I ₁	Haziran	-	92.58 ³
	Temmuz	150.98 ¹	129.99 ⁴
	Ağustos	105.47 ²	75.81 ⁵
	Eylül	-	27.44 ⁶
	Toplam	256.45	325.82
I ₂	Haziran	-	106.10
	Temmuz	152.55	141.98
	Ağustos	112.31	82.93
	Eylül	-	31.09
	Toplam	264.86	362.10
I ₃	Haziran	-	105.23
	Temmuz	179.16	169.93
	Ağustos	120.56	90.03
	Eylül	-	31.57
	Toplam	299.72	396.76

¹: 29 Haziran – 3 Ağustos 2014

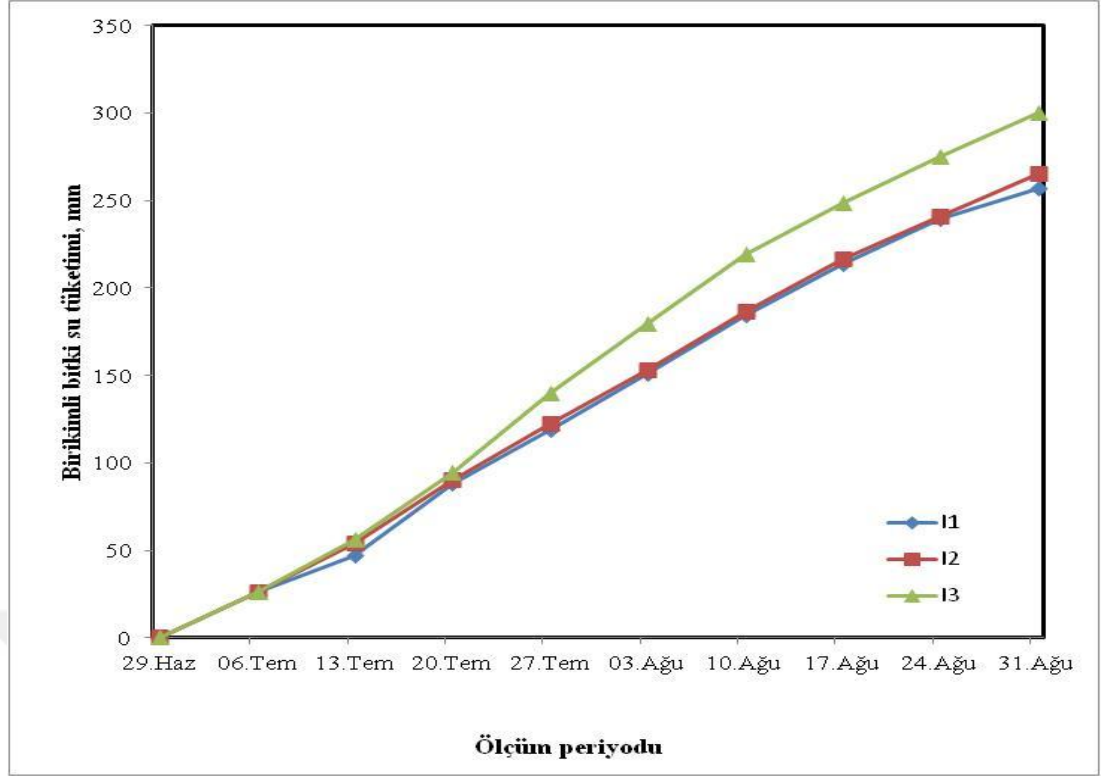
²: 3 Ağustos – 31 Ağustos 2014

³: 29 Mayıs – 3 Temmuz 2015

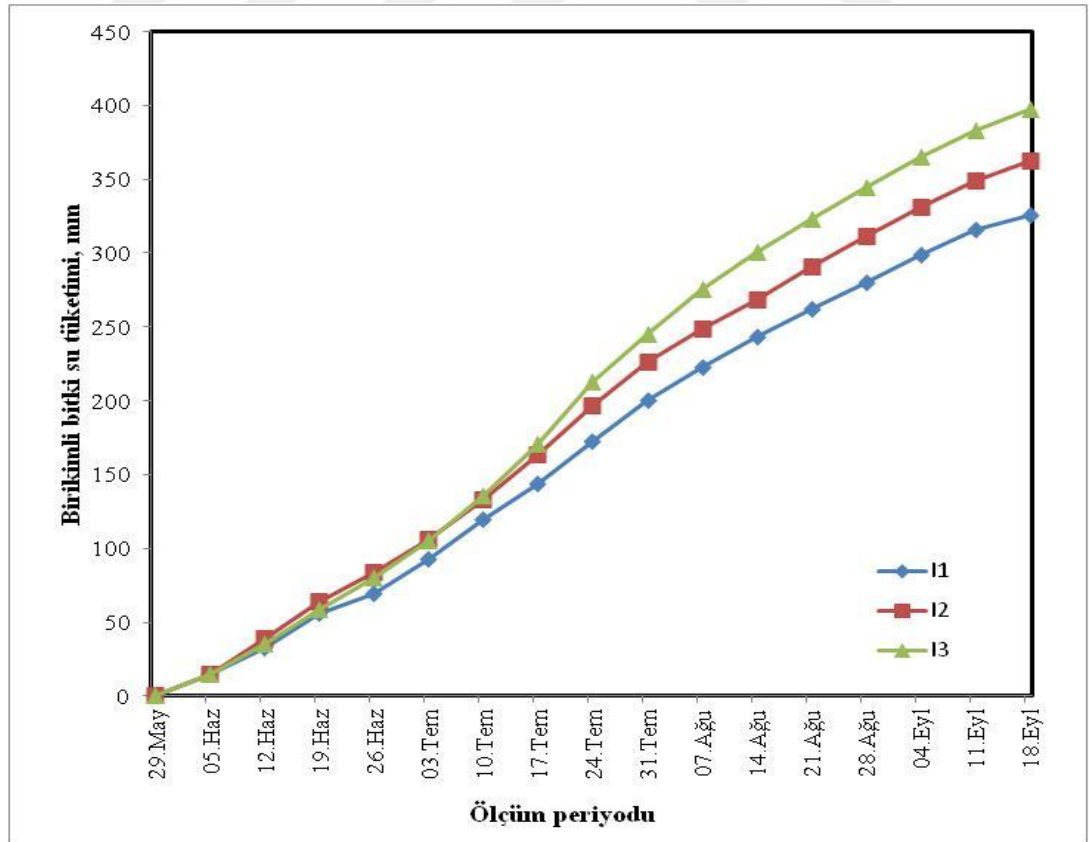
⁴: 3 Temmuz – 7 Ağustos 2015

⁵: 7 Ağustos – 4 Eylül 2015

⁶: 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

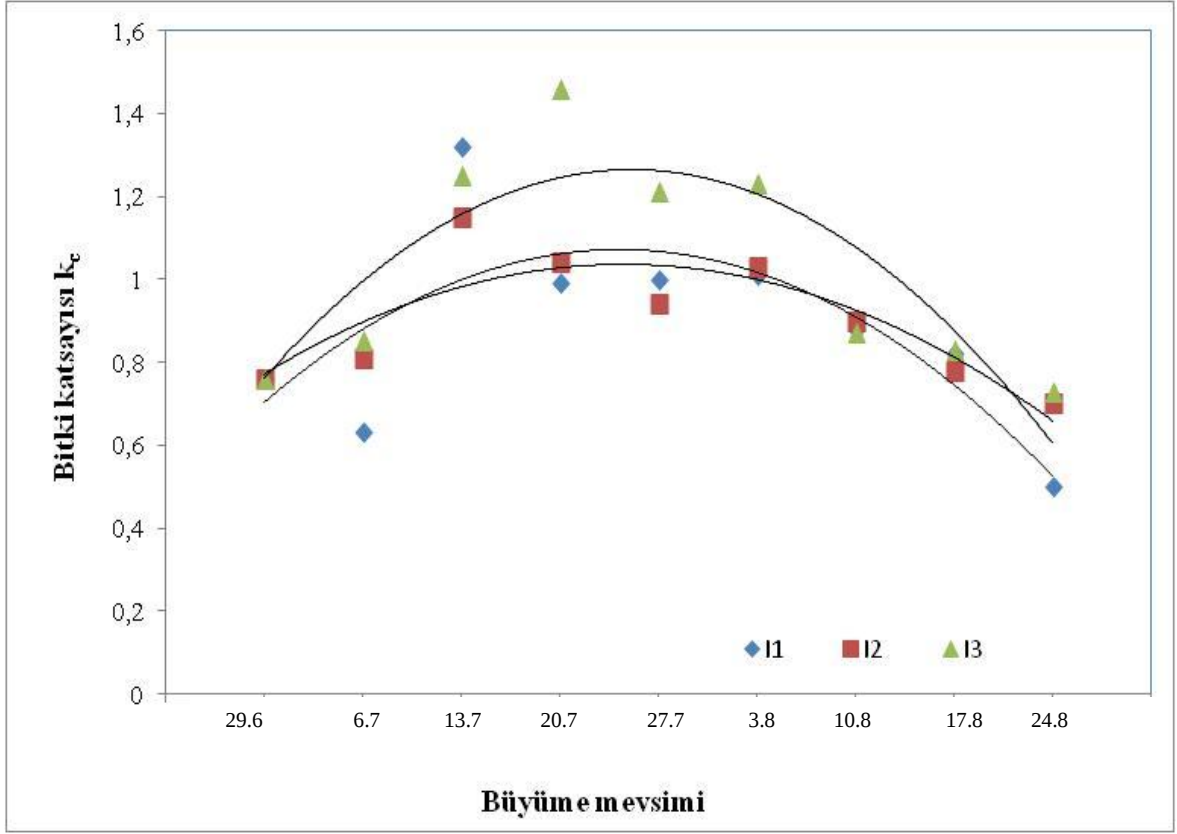
Araştırmanın yürütüldüğü 2014 ve 2015 yılları için ölçüm periyotlarında FAO 56-PM referans bitki su tüketimi değerleri (ET_0), her bir deneme konusu için ölçülen bitki su tüketimi değerleri (ET) ve bu iki değerinin oranlanması ile hesaplanmış bitki katsayısı değerleri (k_c) Çizelge 4.13 ve Şekil 4.3 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 0.50 ile 1.32 arasında, I_2 deneme konusu için 0.70 ile 1.15 ve I_3 deneme konusu için 0.73 ile 1.46 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 0.45 ile 0.82 arasında, I_2 deneme konusu için 0.52 ile 0.85 ve I_3 deneme konusu için 0.52 ile 1.05 arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında da bitki katsayısı değerlerinin özellikle Temmuz ayı ortalarında maksimum değere ulaştığı söylenebilir.

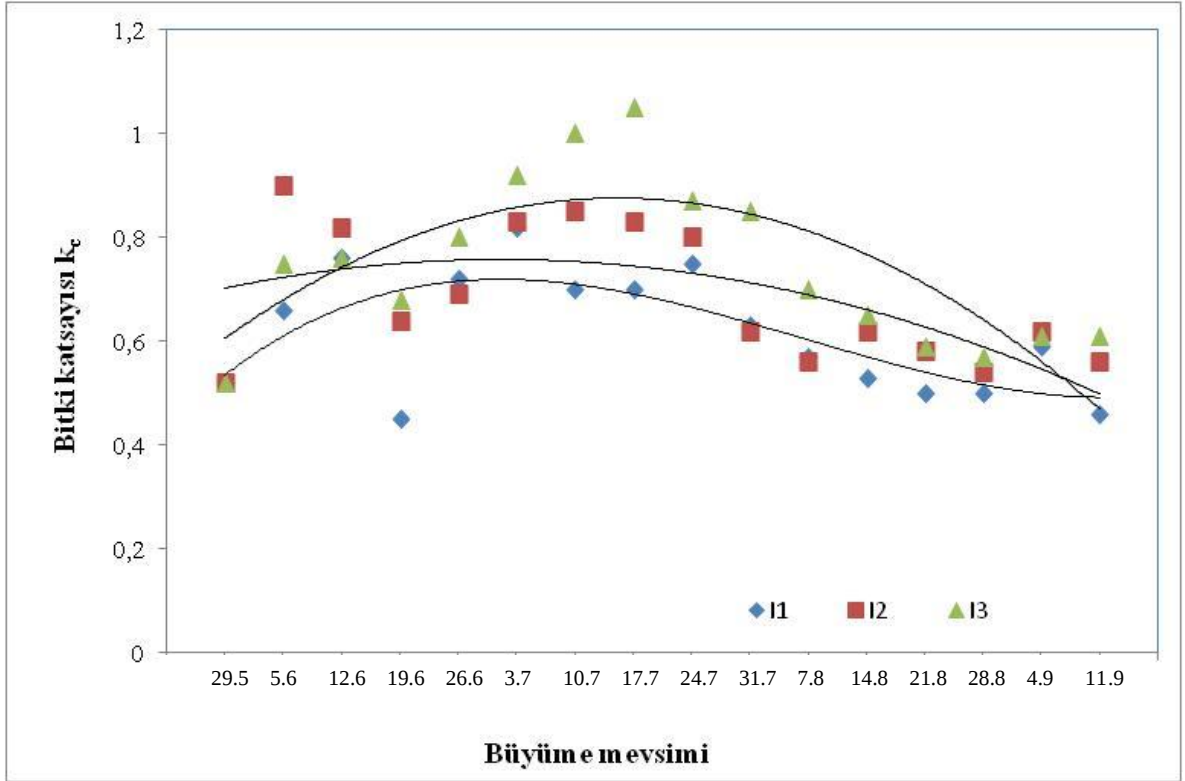
Araştırma sonucunda, her yıl ve farklı deneme konuları için elde edilen bitki katsayısı değerlerinin ortalaması alınarak bölge koşullarında uygulayıcıların rahatlıkla kullanabilmesi için aylık bitki katsayı grafiği Şekil 4.5’ de hazırlanmıştır. Şekil incelediğinde Tekirdağ koşullarında badem ağaçlarının bitki katsayısı değerleri ortalama olarak Haziran ayı için 0.68, Temmuz ayı için 0.92, Ağustos ayı için 0.74 ve Eylül ayı için 0.56 olarak bulunmuştur. Ülkemiz koşullarında badem ağaçlarının su tüketimi ve bitki katsayısına yönelik araştırmalar bulunmamaktadır. Fakat diğer ülkelerde yapılan araştırmalar sonucunda badem ağaçlarının bitki katsayısı değerleri benzer şekilde elde edilmiştir. Özellikle, Romero ve ark. (2004) ile Garcia-Tejere ve ark. (2015) tarafından İspanya’ da, Spinelli ve ark. (2016) tarafından ABD’ de ve Stevens ve ark. (2012) tarafından Güney Avustralya’ da yürüttükleri araştırmalarda badem ağaçları için bitki katsayısı değerlerini 0.40 ile 1.05 arasında elde etmişlerdir. Ayrıca, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye’ de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberine (Anonim 2016) göre, badem bitkisinin bitki katsayısı değerleri Tekirdağ için 0.46 ile 0.95, Edirne için 0.51 ile 0.90 ve Kırklareli için 0.45 ile 0.94 arasında olduğu açıklanmıştır.

Çizelge 4.13. 2014 ve 2015 yıllarına ilişkin bitki katsayısı değerleri

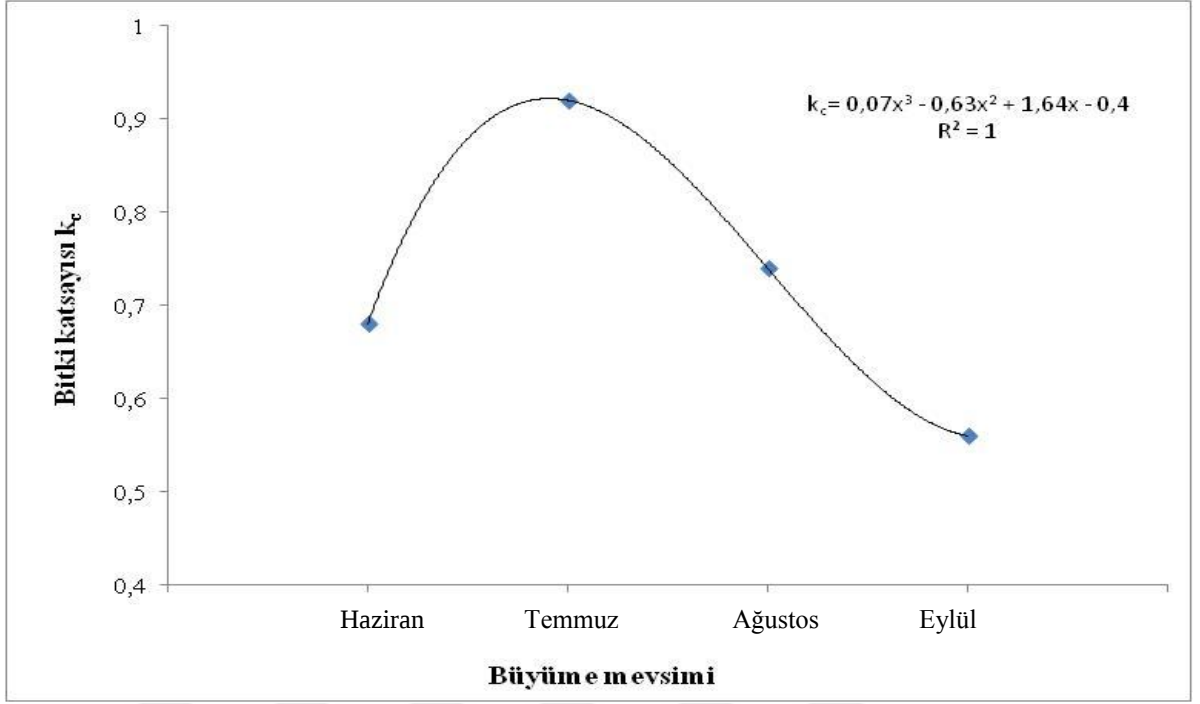
Yıl	Periyot	ET _o mm/gün	I ₁		I ₂		I ₃	
			ET	k _c	ET	k _c	ET	k _c
			mm/gün		mm/gün		mm/gün	
2014	29.06 – 05.07	4.91	3.73	0.76	3.73	0.76	3.73	0.76
	06.07 – 12.07	4.96	2.98	0.63	4.00	0.81	4.22	0.85
	13.07 – 19.07	4.44	5.85	1.32	5.12	1.15	5.55	1.25
	20.07 – 26.07	4.42	4.37	0.99	4.58	1.04	6.47	1.46
	27.07 – 02.08	4.64	4.64	1.00	4.36	0.94	5.62	1.21
	03.08 – 09.08	4.65	4.70	1.01	4.78	1.03	5.73	1.23
	10.08 – 16.08	4.78	4.20	0.88	4.29	0.90	4.14	0.87
	17.08 – 23.08	4.54	3.71	0.82	3.55	0.78	3.78	0.83
	24.08 – 30.08	4.90	2.46	0.50	3.42	0.70	3.56	0.73
2015	29.05 – 04.06	4.15	2.15	0.52	2.15	0.52	2.15	0.52
	05.06 – 11.06	3.82	2.52	0.66	3.43	0.90	2.88	0.75
	12.06 – 18.06	4.33	3.28	0.76	3.57	0.82	3.29	0.76
	19.06 – 25.06	4.50	2.01	0.45	2.86	0.64	3.06	0.68
	26.06 – 02.07	4.58	3.27	0.72	3.14	0.69	3.66	0.80
	03.07 – 09.07	4.66	3.80	0.82	3.86	0.83	4.29	0.92
	10.07 – 16.07	5.06	3.56	0.70	4.31	0.85	5.04	1.00
	17.07 – 23.07	5.71	4.02	0.70	4.74	0.83	6.01	1.05
	24.07 – 30.07	5.29	3.95	0.75	4.21	0.80	4.59	0.87
	31.07 – 06.08	5.12	3.22	0.63	3.16	0.62	4.35	0.85
	07.08 - 13.08	5.12	2.92	0.57	2.89	0.56	3.57	0.70
	14.08 – 20.08	5.10	2.72	0.53	3.14	0.62	3.29	0.65
	21.08 – 27.08	5.16	2.58	0.50	2.97	0.58	3.02	0.59
	28.08 – 03.09	5.25	2.61	0.50	2.85	0.54	2.98	0.57
	04.09 – 10.09	4.13	2.42	0.59	2.58	0.62	2.50	0.61
	11.09 – 18.09	3.29	1.50	0.46	1.86	0.56	2.01	0.61



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 badem ağaçları için elde edilen bitki katsayısı eğrisi

4.6. Vegetatif Gelişim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.6.1. Bitki boyu

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yıla ilişkin ortalama bitki boyları Çizelge 4.14’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’ da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konularında elde edilen bitki boyları 2014 yılı için 3.00 ile 3.55 m arasında değişirken, 2015 yılında ise 3.65 ile 4.60 m arasında değişmiştir.

Bitki boyu değerlerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları incelediğinde, denemenin yürütüldüğü her iki yıl içinde, tekerrürler arasında ve farklı sulama suyu uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır.

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

Deneme konuları	2014 Yılı				2015 Yılı			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁	3.55	3.45	3.22	3.41	3.65	4.35	4.05	4.02
I ₂	3.25	3.05	3.35	3.22	3.90	4.45	4.60	4.33
I ₃	3.40	3.00	3.25	3.28	4.35	3.65	4.25	4.08

Çizelge 4.15. Bitki boyuna ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.082	0.041	1.578 ns
Sulama uygulamaları	2	0.072	0.036	1.392 ns
Hata	4	0.104	0.026	
Genel	8	0.250	0.032	

ns : önemsiz

Çizelge 4.16. Bitki boyuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	0.167	0.084	0.524 ns
Sulama uygulamaları	2	0.149	0.074	0.467 ns
Hata	4	0.638	0.159	
Genel	8	0.954	0.119	

ns : önemsiz

4.6.2. Sürgün uzunluğu

Deneme konularından 2014 ve 2015 yıllarında elde edilen sürgün uzunluğu değerleri Çizelge 4.17’ de, bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.18 ve 4.19’ da verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında ortalama sürgün uzunlukları 65 ile 83 cm, ikinci yılında ise 61 ile 87 cm arasında değişmiştir. Sulama uygulamaları arasında sürgün uzunluğu değerleri denemenin ilk yılında I_1 konusunda, denemenin ikinci yılında ise I_3 deneme konusunda en yüksek olmuştur. Bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları incelediğinde, denemenin yürütüldüğü her iki yıl içinde, tekerrürler arasında ve farklı sulama suyu uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır.

Çizelge 4.17. Deneme konularına ilişkin sürgün uzunluğu (cm) değerleri

Deneme konuları	2014 Yılı				2015 Yılı			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I_1	76	82	77	78.3	61	69	72	67.3
I_2	65	72	66	67.7	74	65	77	72.0
I_3	83	66	78	75.7	87	68	76	77.0

Çizelge 4.18. Sürgün uzunluğuna ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	2.889	1.444	0.029 ns
Sulama uygulamaları	2	184.889	92.444	1.857 ns
Hata	4	199.111	49.778	
Genel	8	386.889	48.361	

ns : önemsiz

Çizelge 4.19. Sürgün uzunluğuna ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	104.222	52.111	0.946 ns
Sulama uygulamaları	2	140.222	70.111	1.272 ns
Hata	4	220.444	55.111	
Genel	8	464.889	58.111	

ns : önemsiz

4.6.3. Taç hacmi

Deneme konularından 2014 ve 2015 yıllarında elde edilen ortalama taç hacmi değerleri Çizelge 4.20’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22’ de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında deneme konuları arasında ortalama taç hacimleri 9.58 ile 34.13 m³, ikinci yılında ise 33.14 ile 88.81 m³ arasında değişmiştir. Her iki araştırma yılında da en yüksek taç hacmi değerleri I₁ deneme konusundan elde edilmesine karşın, deneme konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir. Bu sonuç farklı sulama suyu uygulamalarının badem ağaçlarının taç hacmi üzerinde önemli bir fark oluşturmadağını göstermektedir.

Çizelge 4.20. Deneme konularına ilişkin taç hacmi (m³) değerleri

Deneme konuları	2014 Yılı				2015 Yılı			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁	34.13	27.73	17.28	26.4	71.63	88.81	60.24	73.6
I ₂	15.94	9.58	18.45	14.7	54.09	42.79	65.19	54.0
I ₃	10.67	14.71	17.17	14.2	63.12	33.14	66.45	54.2

Çizelge 4.21. Taç hacmine ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	15.364	7.682	0.159 ns
Sulama uygulamaları	2	268.419	143.210	2.973 ns
Hata	4	192.681	48.170	
Genel	8	494.464	61.808	

ns : önemsiz

Çizelge 4.22. Taç hacmine ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	147.403	73.702	0.248 ns
Sulama uygulamaları	2	755.118	377.559	1.269 ns
Hata	4	1190.341	297.585	
Genel	8	2092.863	261.608	

ns : önemsiz

4.6.4. Gövde kesit alanı

Deneme konularından 2014 ve 2015 yıllarında elde edilen ortalama gövde kesit alanı değerleri Çizelge 4.23’ de ve bu değerlere göre yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24 ve 4.25’ de verilmiştir.

Çizelgelerden izleneceği gibi, denemenin ilk yılında deneme konuları arasında ortalama gövde kesit alanı 22.05 ile 98.25 cm², ikinci yılında ise 40.69 ile 103.82 cm² arasında değişmiştir. Denemenin ilk yılında en yüksek gövde kesit alanı değerleri 65.11 cm² ile I₂ deneme konusundan elde edilmesine karşın, denemenin ikinci yılında 88.54 cm² ile I₁ deneme konusundan elde edilmiştir. Ayrıca, deneme konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir. Bu sonuç farklı sulama suyu uygulamalarının badem ağaçlarının gövde kesit alanı üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.23. Deneme konularına ilişkin gövde kesit alanı (cm²) değerleri

Deneme konuları	2014 Yılı				2015 Yılı			
	Bloklar				Bloklar			
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.
I ₁	66.44	80.08	45.28	63.93	86.55	103.82	75.26	88.54
I ₂	60.79	36.30	98.25	65.11	98.47	59.42	100.25	86.04
I ₃	33.16	22.05	40.28	31.83	84.91	40.69	86.48	70.69

Çizelge 4.24. Gövde kesit alanına ilişkin 2014 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	343.342	171.671	0.288 ns
Sulama uygulamaları	2	2139.797	1069.898	1.793 ns
Hata	4	2387.360	596.840	
Genel	8	4870.500	608.812	

ns : önemsiz

Çizelge 4.25. Gövde kesit alanına ilişkin 2015 yılı varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Tekerrür	2	865.556	432.778	0.881 ns
Sulama uygulamaları	2	560.581	280.290	0.571 ns
Hata	4	1964.826	491.207	
Genel	8	3390.963	423.870	

ns : önemsiz

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tekirdağ koşullarında badem ağaçlarının su tüketiminin belirlenmesi 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 256.45 ile 299.72 mm, 2015 yılında ise 325.82 ile 396.76 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 I₃ deneme konusundan birinci yıl 299.72 mm, ikinci yıl ise 396.76 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür.

Deneme konuları arasında, sulama zamanı planlaması açısından önemli bir parametre olan günlük bitki su tüketimi değerleri ise I₁ deneme konusunda 2014 yılında 2.46 ile 5.85 mm arasında, 2015 yılında ise 1.50 ile 4.02 mm/gün arasında değerler elde edilmiştir. I₂ deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 3.42 ile 5.12 mm arasında, ikinci yıl ise 1.86 ile 4.74 mm/gün arasında değişmiştir. Diğer yandan, I₃ deneme konusunda ise günlük bitki su tüketimi değerleri ise birinci yıl 3.56 ile 6.47 mm/gün arasında, ikinci yıl ise 2.01 ile 6.01 mm/gün arasında değişmiştir.

Dikkate alınan ölçüm periyotlarında FAO 56-PM eşitliği ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri (ET₀), 2014 yılında 4.42 ile 4.96 mm/gün arasında değişmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan bitki katsayı değerleri (k_c) ise I₁ deneme konusu için 0.50 ile 1.32 arasında, I₂ deneme konusu için 0.70 ile 1.15 ve I₃ deneme konusu için 0.73 ile 1.46 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 0.45 ile 0.82 arasında, I_2 deneme konusu için 0.52 ile 0.85 ve I_3 deneme konusu için 0.52 ile 1.05 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 badem ağaçlarının bitki katsayısı değerleri ortalama olarak Haziran ayı için 0.68, Temmuz ayı için 0.92, Ağustos ayı için 0.74 ve Eylül ayı için 0.56 olarak bulunmuştur.

Araştırmada ayrıca farklı sulama suyu uygulamalarının badem ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerine olan etkisi de irdelenmiştir. Bu amaçla, denemenin yürütüldüğü 2014 ve 2015 yıllarında 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 badem ağaçlarının vegetatif gelişme parametrelerini istatistiksel olarak etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Sonuçta, ülkemizde ve Trakya Bölgesinde badem yetiştiriciliğinin özellikle orman vasfını kaybetmiş alanlarda devlet desteği ile hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Elde edilecek verim değerlerinin istenilen noktalara ulaşabilmesi için uygulanacak tarım girdilerin dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Bu tarımsal girdilerden birisi olan sulama uygulamaları hem bitkinin gelişimi ile verimi hem de doğal bir kaynak olan suyun etkin kullanımı için önemlidir. Bu bağlamda badem ağaçlarının su kullanımına yönelik yapılan çalışmalar uygulayıcılar açısından gereklidir. Yürüttüğümüz bu araştırma, badem ağaçlarının su kullanımına yönelik yürütülen ilk çalışmalardan birisidir. Özellikle araştırma sonucunda elde edilen bitki katsayısı değerlerinin, ülke ve bölge koşullarında badem 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.
- 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
- 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.

- Egea G. Nortes PA. Gonzalez-Real MM. Baille A. Domingo R. (2010). Agronomic response and water productivity of almond trees under contrasted deficit irrigation regimes. *Agric. Water Manag.* 97: 171-183.
- Fereres E. Martinich DA. Aldrich TM. Castel JR. Holzaphel E. Schulbach H. (1982). Drip irrigation saves money in young almond orchards. *California Agriculture Service*
- 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.
- Garcia J. Romero P. Botia P. Garcia F. (2004). Cost-benefit analysis of almond orchard under regulated deficit irrigation (RDI) in SE Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2: 157-165.
- Garcia-Tejero IF. Hernandez A. Rodriguez VM. Ponce JR. Ramos V. Muriel JL. Duran-Zuazi VH. (2015). Estimating almond crop coefficients and physiological response to water stress in semiarid environments (SW Spain). *J. Agr. Sci.Tech.* 17 : 1255-1266.
- Girona J. Mata M. Marsal J. (2005). Regulated deficit irrigation during the kernel-filling period and optimal irrigation rates in almond. *Agric. Water. Manag.* 75: 152-167.
- Goldhamer DA. Viveros M. Salinas M. (2006). Regulated deficit irrigation in almonds: effects of variations in applied water and stress timing on yield and yield components. *Irrig. Sci.* 24: 101-114.
- Gomes-Laranjo J. Coutinho JP. Galhano V. Cordeiro V. (2006). Responses of five almond cultivars to irrigation: Photosynthesis and leaf water potential. *Agric. Water. Manag.* 83: 261-265.
- 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.
- Hutmacher RB. Nightingale HI. Rolston DE. Biggar JW. Dale F. Vail SS. Peters D. (1994). Growth and yield responses of almond (*Prunus amygdalus*) to trickle irrigation. Irrig. Sci. 14: 117-126.
- 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. Dumanoglu 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.
- Miarnau X. Alegre S. Vargas. F. (2010). Productive potential of siz almond cultivars under regulated deficit irrigation. Options Mediterraneenes: Serie A. Seminares Mediterraneeens; No: 94: 267-271.
- 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.
- Papazafiriou ZG. (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. ICID Bulletin 19(1): 28-45.

- 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.
- Schwankl LJ. Edstrom JP. Hopmans JW. (1996). Performance of micro-irrigation systems in almond.
- Spinelli GM. Synder RL. Sanden BL. Shackel KA. (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.
- Steduto P. Hsiao T.C. Fereres E. Raes D. (2012). Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 66.
- Stevens RM. Ewenz CM. Grigson G. Conner SM. (2012). Water use by an irrigated almond orchard. *Irrig. Sci.* 30: 189-200.
- Ünal A. (2006). Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Bağda A Sınıfı Buharlaşma Kabından Yararlanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi ve Sulama Programlarının Oluşturulması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Aydın.
- Valverde M. Madrid R. Garcia A.L. (2006). Effect of the irrigation regime, type of fertilization, and culture year on the physical properties of almond (cv. Guara). *J. of Food Engineering* 76: 584-593.
- 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 Buharlaşıma 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 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. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Karaman da tamamladıktan sonra 2009 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde başlayıp 2013 yılında mezun olup lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl içerisinde Namık Kemal Üniversitesinin açmış olduğu yüksek lisans sınavlarını kazanarak Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği bölümünün Arazi ve Su Kaynakları Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Şu an Tekirdağ da C-viz Üretim ve Pazarlama A.Ş. firmasında saha sorumlusu mühendis olarak çalışmaktadır.

