



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**KISITLI SULAMA UYGULANAN ZEYTİN
AĞAÇLARINDA SULAMA ZAMAN
PLANLAMASINDA BAZI BİTKİYE DAYALI
İZLEME TEKNİKLERİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ**

Doktora Tezi

Nima POUYAFARD

Ege Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

İzmir
2019

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**KISITLI SULAMA UYGULANAN ZEYTİN
AĞAÇLARINDA SULAMA ZAMAN
PLANLAMASINDA BAZI BİTKİYE DAYALI
İZLEME TEKNİKLERİNİN
KULLANILABİLİRLİĞİ**

Nima POUYAFARD

Danışman: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Tarımsal Yapılar ve Sulama Doktora Programı

İzmir
2019

Nima POUYAFARD tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Kısıtlı Sulama Uygulanan Zeytin Ağaçlarında Sulama Zaman Planlamasında Bazı Bitkiye Dayalı İzleme Tekniklerinin Kullanılabilirliği” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesinin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 05.09.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Raportör Üye : Dr. Öğr. Üyesi H. Zafer CAN

Üye : Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ

Üye : Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

Üye : Doç. Dr. Selin M. AKÇAY

.....
.....
.....
.....
.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Kısıtlı Sulama Uygulanan Zeytin Ağaçlarında Sulama Zaman Planlamasında Bazı Bitkiye Dayalı İzleme Tekniklerinin Kullanılabilirliği” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

07/08/2019

Nima POUYAFARD

ÖZET**KISITLI SULAMA UYGULANAN ZEYTİN
AĞAÇLARINDA SULAMA ZAMAN PLANLAMASINDA BAZI
BİTKİYE DAYALI İZLEME TEKNİKLERİNİN
KULLANILABİLİRLİĞİ**

POUYAFARD, Nima

Doktora Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Ağustos 2019, 91 sayfa

Bu çalışma 2014 ve 2015 yıllarında Tarım ve Orman Bakanlığı, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında yapılmıştır. Çalışmada; farklı kısıtlı sulama stratejilerinde zeytin ağaçlarında bitki su stres indeksi (CWSI), ksilem su potansiyeli (Ψ_s) ve stoma iletkenliğinin (g_s) mevsim içerisindeki değişimleri incelenmiş; stres koşullarındaki davranışları ve aralarındaki ilişki irdelenmiştir. Ayrıca, olgunluk indeksi, et/çekirdek oranı, nem ve yağ oranı gibi bazı meyve özellikleri belirlenerek, farklı stres koşullarında ağaçların tepkileri analiz edilmiştir.

Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarı 78 mm ile 661 mm; bitki su tüketim değerleri ise 197 mm ile 740 mm arasında değişiklik göstermiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, fizyolojik parametrelerde konular arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Öte yandan meyve özelliklerinde istatistiksel olarak konular arasında önemli fark bulunmamıştır. Bazı fizyolojik parametreler arasındaki ilişkilere bakıldığında, aralarında anlamlı ilişki olduğu gözlemlenmiştir. R^2 değerleri 0.30 ve 0.68 arasında değişmiştir.

Çalışma sonucunda verim değerlerine ilişkin elde edilen bulgular göz önüne alındığında, su kaynağının kısıtlı olduğu durumlarda çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0 – 90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması önerilmiştir. Öte yandan, sulama programının oluşturulmasında, bitki su stres

indeksi (CWSI), ksilem su potansiyeli (Ψ_s), ta sıcaklığı (T_c-T_a) ve stoma iletkenliği (g_s) gibi bazı fizyolojik ölçümler kullanılabilir. Sulama zamanının programlanması açısından, ksilem su potansiyeli için 2.80 MPa, stoma iletkenliği için $348 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve bitki su stres indeksi için 0.18 değerleri eşik değer olarak önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Zeytin, Su stresi, Bitki su tüketimi, Sulama programı, Ksilem su potansiyeli.



ABSTRACT**THE APPLICABILITY OF SOME PLANT-BASED
MONITORING TECHNIQUES IN IRRIGATION TIME PLANNING
IN OLIVE TREES UNDER DEFICIT IRRIGATION**

POUYAFARD, Nima

Ph.D. Thesis, Department of Agricultural Structures and Irrigation

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

August 2019, 91 pages

This study was carried out in the olive trees (cv Memecik) in 2014 and 2015 in the Ministry of Agriculture and Forestry, Bornova Olive Research Institute. In this study, the changes in crop water stress index (CWSI), stem water potential (Ψ_s) and stoma conductivity (g_s) in olive trees under different deficit irrigation strategies were observed and their behavior under stress conditions and the relationship between them were observed. In addition, different reactions of trees under different stress conditions were analyzed by measuring some fruit properties such as ripeness index, meat/seed ratio, and moisture and oil ratio.

The total amount of irrigation water applied to the subjects varied between 78 mm and 661 mm. Also, evapotranspiration values ranged between 197 mm and 740 mm.

According to the data obtained from the study, a statistically significant difference was found between the subjects in physiological parameters. On the other hand, no significant difference was found between the subjects in terms of fruit characteristics. When some physiological parameters were compared, it was observed that there was an important relationship between them. R^2 , in this case, refers to between 0.30 and 0.68.

When the water supply is limited considering the yield results that obtained from the study, irrigation is recommended 3 times, taking into account 50% of the reduced moisture at the soil depth of 0 - 90 cm during the hardening, fruit growth and oil accumulation stages.

On the other hand some physiological measurements such as crop water stress index (CWSI), stem water potential (Ψ_s) and stoma conductivity (g_s) can be used in the formulation of the irrigation program for the cultivars. In terms of programming of irrigation time, 2.80 MPa for stem water potential (Ψ_s), 348 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ for stoma conductivity (g_s) and 0.18 for crop water stress index (CWSI) can be taken as a threshold value.

Keywords: Olive, water stress, evapotranspiration, irrigation program, stem water potential



ÖNSÖZ

Günümüzde kullanılabilir su kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Tarımsal sulamada su kaynaklarının doğru kullanılmaması bu durumu olumsuz etkilemektedir. Toplumun kısıtlı su kaynaklarını bilinçli bir şekilde kullanmaması durumunda önümüzdeki yıllarda doğada ciddi problemlerin yaşanması beklenmektedir. Ege Bölgesinde zeytinin ekonomik değerinin yüksek olmasından dolayı, tez konusu olarak zeytin ağaçlarında kısıtlı su uygulaması ele alınmış, bu koşullar altında bitkinin bazı fizyolojik özellikleri incelenerek söz konusu özelliklerin sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Çalışmanın konuyla ilgili araştırmacılara, üreticilere ve mühendislere faydalı olmasını dilerim.

İZMİR

07/08/2019

Nima POUYAFARD

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	i
KABUL ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xx
1 GİRİŞ	1
2 LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Zeytin Su Stresi ve Bitki Su Tüketimi	5
2.2 Ağaçlarda Su Stresine Yönelik Fizyolojik Çalışmalar.....	7
2.3 Meyve Kalitesine Yönelik Çalışmalar	14

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3 MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 Deneme alanı tanımı.....	16
3.1.2 Deneme alanı.....	17
3.1.3 İklim özellikleri.....	19
3.1.4 Denemede kullanılan bitki özellikleri.....	22
3.1.5 Deneme alanı sulama sistemi.....	23
3.2 Yöntem.....	25
3.2.1 Tarımsal işlemler.....	24
3.2.2 Deneme deseni ve tesisi.....	24
3.2.3 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler.....	26
3.2.4 Bitkide ve meyvede yapılan ölçüm ve analizler.....	27
3.2.5 Zeytin meyve analizleri.....	33
3.2.6 Verilerin işlenmesi ve istatistiksel analizi.....	35
4 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1 Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi.....	36

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2 Verim.....	39
4.3 Fizyolojik Bulgular	42
4.3.1 Ksilem su potansiyeli	42
4.3.2 Stoma iletkenliği	46
4.3.3 Taç ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a)	50
4.3.4 Bitki su stres indeksi (CWSI).....	53
4.3.5 Ölçülen özellikler arasındaki regresyon modelleri.....	58
4.3.6 Meyve kalitesine ilişkin bulgular	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR DİZİNİ	71
TEŞEKKÜR.....	90
ÖZGEÇMİŞ	91

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Bornova Ovası	17
3.2 Memecik çeşidi	22
3.3 Deneme alanına ait sulama sistemi	23
3.4 Deneme deseni	25
3.5 Zeytin hasadı	28
3.6 Alüminyum torbalara alınmış örnekler	29
3.7 Scholander tip basınç odası cihazı	29
3.8 Yaprak Porometresi	30
3.9 Araştırma alanında stoma iletkenliği ölçümü	30
3.10 İnfrared termometre ölçümü	32
3.11 İnfrared termometre	32
3.12 Meyve olgunluğu grupları ve olgunluk dereceleri	34
4.1 2012, 2013, 2014 ve 2015 yılına ait verim değerlerinin değişimi	39
4.2 WUE ve IWUE değişimi	42
4.3 2014 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi	44
4.4 2015 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi	44

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5 2014 sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi	48
4.6 2015 sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi	49
4.7 2014 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değişimi	52
4.8 2015 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değişimi	53
4.9 2014 ve 2015 VPD ve T_c-T_a arasındaki regresyon ilişkisi	54
4.10 2014 yılı için bitki su stres indeksinin zamansal değişimi	56
4.11 2015 yılı için bitki su stres indeksinin zamansal değişimi	56
4.12 Stoma iletkenliği ve T_c-T_a arasındaki regresyon analizi	58
4.13 Stoma iletkenliği ve VPD arasındaki regresyon analizi	59
4.14 Stoma iletkenliği ve KSP arasındaki regresyon analizi	60
4.15 Stoma iletkenliği ve CWSI arasındaki regresyon analizi	60
4.16 KSP ve T_c-T_a arasındaki regresyon analizi	61
4.17 VPD ve KSP arasındaki regresyon analizi	62
4.18 KSP ve CWSI arasındaki regresyon analizi	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri	18
3.2 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık ortalama değerleri.....	20
3.3 Araştırma alanına ait 2014 ve 2015 yılları için bazı iklim elemanlarının aylık ortalama değerleri.....	21
3.4 Kullanılan model ve eşitlik	35
4.1 Zeytin ağaçlarında fenolojik dönemler	36
4.2 Zeytin ağaçlarına konulara göre uygulanan sulama suyu miktarı (I, mm) ve bitki su tüketimi değerleri (ET, mm)	37
4.3 Konulara uygulanan toplam sulama suyunun K2 konusuna uygulanan toplam sulama suyuna oranı	38
4.4 Sulama konularına göre elde edilen verim değerleri	39
4.5 Zeytin ağaçlarında ilişkin su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri	42
4.6 2014 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi	43
4.7 2015 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi	43
4.8 2014 yılı sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi	47
4.9 2015 yılı sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi	47
4.10 2014 yılı zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değerleri	51

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 2015 yılı zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değerleri.....	51
4.12 Sulama konularında göre zeytinlerin olgunluk indeksi değerleri.....	64
4.13 Sulama konularında göre zeytinlerin Et/Çekirdek oranı değerleri	65
4.14 Sulama konularında göre zeytinlerin nem ve yağ oranı değerleri	66



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Ψ_{STEM}	Ksilem su potansiyeli
g_s	Stoma iletkenliği
T_c-T_a	Yaprak ve hava sıcaklığı farkı
mm	Milimetre
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
$^{\circ}C$	Santigrad
cm	Santimetre
%	Yüzde
CO_2	Karbondiyoksit
sn	Saniye
mbar	Milibar
rc	Taç direnci
ra	Hava direnci
$ds\ m^{-1}$	Desisimens
mmol	Milimol

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
gr	gram
d	Derinlik cinsinden toprak nem miktarı
PV	Yüzde cinsinden toprak nem miktarı
r	Korelasyon katsayısı
R ²	Belirtme katsayısı
NS	Önemsiz.
h	Saat
MPa	Megapascal
kg	Kilogram
da	Dekar
I	Sulama suyu
P	Yağış
D	Derine sızma
R	Yüzey akış
Δs	İki örnekleme arasındaki nem değişimi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
CWSI	Bitki su stres indeksi
YSP	Yaprak su potansiyeli
KSP	Ksilem su potansiyeli
VPD	Buhar basıncı açığı
GMT	Greenwich zaman dilimi
ET	Bitki su tüketimi
pH	Çözeltinin asitlik-bazlığını gösteren ölçü birimi
WUE	Su kullanım etkinliği
IWUE	Sulama suyu kullanım etkinliği
Oİ	Olgunluk indeksi
TS	Türk Standardı
SPSS	İstatistiksel hesaplama programı

1. GİRİŞ

Zeytin ağacının anavatanı Güney Ön Asya olarak kabul edilmektedir (Hehn, 2003). M.Ö. 4000'lerde kültür bitkisine dönüştürülen zeytinin yağının çıkarılması ve kullanımının yaygınlaşması ancak 1500-2000 yıl sonra gerçekleşmiştir. Tunç Çağı'nda ve daha sonrası dönemlerde Akdeniz'de zeytinciliğin yaygınlaştığını gösteren arkeolojik bulgular arasında yağ presleri, saklamada kullanılan kaplar, zeytin görselleri olan vazo ve duvar resimleri sayılabilir. Önceleri zeytinyağı ticareti ile başlayan zeytinin yayılma süreci daha sonra zeytin fidelerinin taşınması ile hız kazanmıştır. Fenikelilerin ticareti ile başlamış olan yolda önce Mısır, Kıbrıs, Girit ve Anadolu yoluyla Yunanistan M.Ö. 700'lerde Kuzey Afrika'da Libya ve Tunus'a kadar yayılma sağlanmıştır (Kaplan ve Arıhan, 2012).

Akdeniz kültüründe önemli bir etkiye sahip zeytin bitkisi klorofil özellikli, her-dem yeşil ve uzun ömürlü bir bitkidir. Zeytin meyvesi, *Olea europaea* türü kültür (Sativa) ve yabani (*Oleaster*) olarak iki farklı gruba ayrılmaktadır (IOC, 2018).

Her iki yarım kürede en çok 30° ve 45° enlemlerde yetiştirilen Zeytin ağaçları, kuraklık, kireç ve tuzluluğa karşı yüksek direncinden dolayı, Akdeniz ikliminde kıyı kesimlerde, sulama yapılmadan yetişebilmektedir (Gucci et al., 2012). Bugün giderek artan sağlıklı beslenme bilinci ile, her gün daha fazla insanı Akdeniz tipi beslenme alışkanlıklarına yönlendirmektedir. Akdeniz diyeti olarak tanımlanan diyetle zeytinyağı ağırlıklı olarak kullanılmakta ve zeytinyağının insan sağlığına etkileri bilimsel araştırmalarla kanıtlanmaktadır (Riccardi, 2005). Akdeniz diyetinde yer alan antioksidanlar, flavanoidler ve fenolik bileşikler Alzheimer gibi hastalıklardan korunmada önemli rol oynamaktadır. Araştırmalar bu doğal bileşiklerin zeytin meyvesi ve yağının bazı duyuşal özelliklerini de etkilediğini ve natürel sızma zeytinyağı kalitesinin değerlendirilmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir (Briante et al., 2002).

Dünya'da son verilere göre, 10.2 milyon hektar alanda 20.3 milyon ton tane zeytin üretilmektedir. Dünyada üretilen zeytinlerin %90'ı zeytinyağı olarak değerlendirilmekte, % 10'luk kısmı ise sofralık olarak tüketilmektedir (ZAE, 2016). Dünya'da sofralık zeytin üretiminde birinci ülke İspanya'dır. Türkiye sofralık zeytin üretiminde Mısır'ın ardından üçüncü ülkedir. Yağlık zeytin üretiminde Türkiye İspanya, İtalya, Yunanistan ve Fas'ın ardından beşinci sıradadır (IOC, 2018).

Türkiye’de zeytin farklı bölgelerde yetiştirilmektedir. En önemli bölgeler Ege, Marmara, Akdeniz, Karadeniz ve Güney doğu Anadolu bölgeleridir (Güler ve vd., 2010). Türkiye’nin en önemli zeytin yetiştirme bölgesi, ağaçların %62’sinin yer aldığı ve zeytin üretiminin %53’ünün yapıldığı Ege bölgesidir (TÜİK, 2016).

Zeytin ağaçlarının periyodisite özelliği nedeniyle yıllara göre inişli çıkışlı bir üretim gözlenmekte; üretime bağlı olarak bir yıl düşük bir yıl yüksek ürün alınmaktadır. Ulusal Resmi Rekolte Heyetinin 2017-2018 sezonu için hazırladığı rapora göre;

Toplam Zeytin Ağacı: 178 milyon

Toplam tane zeytin rekoltesi: 2 milyon 31 bin 244 ton

Toplam sofralık zeytin rekoltesi: 455 bin 772 ton

Toplam zeytinyağı rekoltesi: 287 bin 41 ton

Ağaç başı verim: 13.4 kg olarak hesaplanmıştır (UZZK, 2018).

Türkiye’de 2004 yılından itibaren ileriye dönük hedefleri çerçevesinde hem tarım dışı alanların zeytinciliğe açılması hem de sertifikalı fidan kullanımına verilen destekler ile dikim alanlarında yaklaşık %30, ağaç varlığında da %50 oranında artış olmuştur. Türkiye’de artan zeytin ağacı ile birlikte paralel bir şekilde üretim de artmıştır. Son yıllarda dikilen ağaçların verim çağına gelmesiyle birlikte, üretim miktarı daha fazla artacaktır.

Geçtiğimiz dönemin göze çarpan gelişmelerini, sektörde yeniliği (ürün, süreç, teknolojik, organizasyon) teşvik eden politikaları izleyerek daha da ileriye götürmek mümkündür. Sektör, iklim değişikliğinin ortasında yüksek kaliteli, sürdürülebilir zeytin üretimini sağlamak gibi iç zorlukların yanı sıra: sıkı uluslararası standartlara uyum sağlamak, küresel değer zincirinin yukarı ucunda yer alabilmek, bitkisel yağ sektörü ile rekabet edebilmek gibi küresel zorluklarla da yüz yüzedir (Gürkan, 2016).

Yapılan araştırmalarda, küresel ısınmadan dolayı oluşacak iklim değişiklikleriyle, özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalardan Türkiye’nin olumsuz etkileneceği belirtilmektedir. Türkiye küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasında yer almaktadır (Öztürk, 2002).

Nem miktarında geçici dengesizlik yaşanması sonucu ortaya çıkan kuraklık, su eksikliği gibi birçok doğal felaketi de beraberinde getirir. Kuraklığın hem insan hem de ekolojik denge üzerinde olumsuz sonuçları görülmektedir. Kuraklık stresinin etkisi, strese maruz kalan bitkinin genotipine, gelişim dönemlerine, stresin şiddetine ve süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu durumda, kuraklık bitkilerde stres ortamına adaptasyonu sağlayacak birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı tetiklemektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Küresel iklim değişikliğine rağmen, bitkilerin strese adaptasyonu ve bu adaptasyon sürecinde ekonomik olarak ürün verebilmesi önemli konulardandır. Ayrıca artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için, uzun vadeli strese dayanıklı farklı çeşitlerin geliştirilmesi, özelliklerinin saptanması ve bu çeşitlerin genotiplerinin yayılması en önemli başlıklardır.

Diğer taraftan su kaynaklarının kısıtlı olması, araştırmacıları sulama programlamasında yeni yöntemler ve yeni teknolojiler geliştirmesine teşvik etmektedir. Bu yöntemlerden bir tanesi bitkiye dayalı izleme tekniğidir. Bu amaçla, bitki su potansiyeli, taç sıcaklığı, özsu akışı ve gövde çapı değişimi ölçümlerinin hassas bir sulama planlaması için kullanılabileceği belirtilmiştir (Fernandez ve Cuevas, 2010).

Bitkilerin su stresine karşı önemli tepkisi stoma açıklığını ayarlamasıdır. Yani bitkinin su tüketimini azaltmak için bu ayarlamayla birlikte, bünyesindeki suyu kontrol altına alması ve su potansiyelini düzenleyebilmesidir. Toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca suyun hareketi tamamiyle potansiyel evapotranspirasyon (ET)'un kontrolü altındadır. Bitkilerde su hareketinin nedeni transpirasyondur ve toprak – bitki kök yüzeyi ile yapraklar arasında suyun hareket sebebi basınç gradyenidir. Bitkinin evapotranspirasyon için ihtiyaç duyduğu su, toprakta varsa, herhangi bir düzenlemeye gerek duyulmamaktadır. Topraktaki su miktarı az ise, toprak-bitki-atmosfer boyunca su potansiyelinde azalma söz konusudur (Breda et al., 2006).

Toprak suyundaki azalmaya bağlı olarak bitki su alımı azaldığında terleme yavaşlar ve yapraklarda bulunan stomalar yavaş yavaş kapanmaya başlar, yaprak yüzeyi ile atmosfer arasındaki latent ısı değişimi yavaşlar. Bu durumda gelen solar enerji terlemede değil, yaprak yüzeyi sıcaklığının artmasında kullanılır. Yaprak sıcaklığı hava sıcaklığını geçtiğinde ise terleme iyice yavaşlamıştır. Dolayısıyla,

bitki tacı sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki fark, stresin bir göstergesi olarak kök bölgesinde kullanılabilir su miktarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Taç sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkına karşı havanın buhar basıncı açığı arasındaki ilişkiden gidilerek bitki su stres indeksi (CWSI) geliştirilmiştir (Massai et al.2000; Yazar, 2009).

Tüm bunlar ışığında topraktaki nem eksikliğine bitkinin tepkisini gözlemek için, bahsedilen fizyolojik değişimlerin incelenmesi ve bu değişimlerin sulamanın programlanmasında kullanılabilirliğinin araştırılması gerekmektedir.

Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerden biri olan Memecik zeytin çeşidinin ele alındığı çalışmada; farklı kısıtlı sulama stratejilerinde zeytin ağaçlarında ksilem su potansiyeli, taç sıcaklığı ve stoma iletkenliğinin mevsim içerisindeki değişiminin incelenerek stres koşullarındaki davranışlarının ve aralarındaki ilişkinin ortaya konulması, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerinde etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre söz konusu çeşit için en uygun sulama programı oluşturularak üreticilerin doğru sulama alışkanlıkları kazanmasının hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Zeytinde Su Stresi ve Bitki Su Tüketimi

Akdeniz Havzasının karakteristik bitkisi olan zeytin, “Oleaceae” familyasında, “Olea” cinsinin altında yer alan *Olea europaea* türüne ait bir bitkidir (Sebastiani, 2011). *Olea europaea* ile aynı türde bulunan diğer *Olea* bitkileri (*Olea fragrans*, *Olea aquifolium*, *Olea ferruginea*, *Olea laperrini*, *Olea chrysopylla*, *Olea verrucosa* ve *Olea somaliensis*) yeryüzünde Hindistan, Çin ve Tibet’ten Kuzey ve Güney Afrika’ya kadar uzanan geniş bir coğrafyada yer almıştır. Meyvesinden faydalandığımız zeytin olarak tanımladığımız *Olea europaea* türü kültür (*Olea europaea* var. *sativa*) ve yabani (*Olea europaea* var. *Oleaster*) olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Bugün dünyada tanımlanması yapılmış yaklaşık 1200 zeytin çeşidi bulunmaktadır (IOC, 1997).

Akdeniz Havzasında entansif tarım için uygun olmayan toprak tipi ve topoğrafyaya sahip ve suyun bulunmadığı marjinal alanların en önemli bitkisi olan zeytin strese karşı oldukça iyi bir tolerans mekanizmasına sahiptir. Zeytinin anatomik, morfolojik ve fizyolojik özelliklerinden dolayı, su stresine karşı oldukça dayanıklı bir meyve ağacı olduğu bilinmektedir (Lo Gullo and Salleo, 1988).

Zeytin bitkisi su stresine direnç göstermek için, dokularındaki su içeriğini ve potansiyeli düşürür. Bu mekanizma bitkinin yaprakları ile kökleri arasında çok yüksek bir potansiyel oluşmasına yol açmaktadır. Bu durumda bitki toprakta -2.5 MPa’a kadar tutulan sudan yararlanabilir. (Xiloyannis et al., 1999).

Zeytin ağaçları, sığ kök sistemine sahiptir; bu durumda derin topraklarda bile kök derinliği 0.9-1.2 m’nin altına inmez ve köklerinin %70’i ilk 60 cm’lik derinliktedir. Ayrıca zeytin bitkisinin köklerinin 15 m’ye kadar yayılabilmesi söz konusudur (Martin and Sibbett, 2005).

Zeytin yaprakları suyun yetersiz olduğu ortamlara oldukça uyumludur. Yaprakları küçük, sert olup sadece alt yüzeylerinde stoma bulunur. Yaprak yüzeyleri, özellikle alt yüzey tüylerle kapalıdır. Bu tüyler ve mumsu bir katmanın olması, yaprakların alt yüzeyinin daha az yeşil görünmesine neden olur; bu özellik bazı çeşitlerde çok daha belirgindir. Tüm bu morfolojik özellikler zeytin yapraklarında minimum radyasyon yüküne ve maksimum ısı değişimine neden olur (Fernandez et al., 1997). Zeytin ağaçlarında su stresinin ilk gözle görünen belirtisi

yaprakların erken yaşlanması ve dökülmesidir. Ancak zeytin bitkilerinde su stresi gözle görülür hale gelmeden, bitki yaprak dokularındaki su içeriğinin %40'ını kaybeder ve bu durumda oldukça düşük bir yaprak su potansiyeline (-6 hatta -8 MPa) ulaşır (Rhizoupoulou et al., 1991).

Zeytin ağacının en önemli özelliklerinden biri, adaptasyon özelliğidir. Farklı bölge koşullarına göre, sahip oldukları fizyolojik özellikler ve yetiştirme koşulları değişebilir. Adaptasyon özelliklerinden, çeşitlerin kütin tabakasının kalınlığı, gövde ve kökte su depolayabilme yeteneği, hava neminden yararlanabilme yeteneği ile buna benzer bazı fizyolojik ve morfolojik özellikleri sayılabilir (Morettini, 1950; Tubeileh et al., 2004).

Bacelar et al. (2004), arazi şartlarında yaptıkları çalışmada beş farklı zeytin çeşidinin (Manzanilla, Negrinha, Cobrançosa, Arbequina, Blanqueta) yaprak anatomik özelliklerini incelemişler. Yaptıkları çalışmada kurak koşullar altında, stresin üstesinden gelebilmek için farklı yaprak yüzey özellikleri gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Zeytin ağaçlarında verim 1-20 ton ha⁻¹ arasında değişirken, yıllara göre ortalama verim 9 ton ha⁻¹ civarındadır. Genellikle düşük veriminin nedeni, bir önceki yıldaki ağaç gelişimine bağlı olarak zayıf sürgün gelişimidir. Bunun nedeni birlikte yetersiz sulama, yetersiz yağış, yetersiz yabancı ot kontrolü, yanlış budama, bir önceki yıldaki oldukça yüksek verim olabilir. Öte yandan çiçeklenme dönemindeki kötü hava koşulları, soğuklama isteğinin karşılanmaması, don zararı ve yetersiz tozlaşma gibi faktörler verim değerini etkileyebilmektedir (Vossen, 2009).

Yıllık ortalama yağışın 350 – 600 mm arasında olduğu yarı kurak bölgelerde yetişkin zeytin ağaçlarının bitki su tüketimi 700-900 mm arasında, yıllık net sulama suyu gereksinimi ise 300 – 500 mm arasında değişmektedir (Goldhammer et al, 1994; Moriana et al, 2003; Grattan et al, 2006; Hidalgo et al, 2011; Aşık et al., 2014).

Zeytin ağaçlarında diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi, sulamanın verimde artışa yol açmasının yanı sıra, zeytin ağacında yaşam süresini arttırması, daha erken ürüne yatması ve etkili bir gübreleme ile ürün kalitesini arttırması gibi faydaları vardır (Fernandez and Moreno, 1999; Gomez vd, 2001; Ramos and Santos, 2009;

Çetin et al, 2004; Martin et al, 1994; Palomo et al, 1999; Patumi et al, 2002; Moriana, 2003; Gomez-Rico et al. 2006; Aşık et al, 2011).

Zeytin bitkisinin fenolojik dönemlere göre suya duyarlılığı da değişebilmektedir (Withers and Vipont, 1983; Beede and Goldhamer, 1994; Fereres, 1995). Zeytinin strese en duyarlı olduğu fenolojik dönemler çekirdek sertleşmesi ve meyve renk dönüşümü dönemleridir. Bu dönemlerde yapılacak sulama veriminde artışa neden olmaktadır (Doorenbos and Kassam, 1979; Güngür, 1985; Özkara ve Özyılmaz, 1989; Yıldırım, 1996; Aşık et al., 2011).

Uygun bir sulama programı, zeytinin gelişimi açısından önemli rol oynamaktadır. Doğru sulama ile verim artmakta ve periyodisite den daha az etkilenmektedir. Buna karşılık bazı araştırmalar sulama suyundaki artış miktarının yağdaki toplam polifenol içeriğini düşürdüğünü bildirmektedir. (Patumi vd, 1999; D'Andria and Morelli, 2002; Gomez-Rico et al., 2006; Criado et al., 2007; Ben-Gal et al., 2008; Dag et al., 2008).

Zeytin ağaçlarında su eksikliği, sürgün büyüme döneminde gerçekleşirse, sürgün gelişimini yavaşlatmaktadır (Xiloyannis et al., 1999; Chartzoulakis et al., 2000). Beede and Goldhamer (1994), ise ağaçların meyve tutma döneminde su stresinin etkisini incelemişler, su stresinin ağaçlarda meyve tutma oranında düşüşe ve periyodisitede artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Lavee et al. (1990), meyve gelişimi dönemlerinde su eksikliğinin meyve büyüklüğünde azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir (Aşık et al, 2011).

2.2 Ağaçlarda Su Stresine Yönelik Fizyolojik Çalışmalar

Toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca suyun hareketi tamamıyla evapotranspirasyon (ET)'un kontrolü altındadır. Bitkideki su hareketinde tahrik eden güç transpirasyondur. Suyun topraktan bitkiye bitkiden atmosfere taşınması basınç gradyeni sonucunda meydana gelmekte, su azalan su potansiyeli doğrultusunda hareket etmektedir. Su potansiyeli negatif basınçla ifade edilir ve serbest suyun potansiyeli sıfırdır (Blum, 2011). Su potansiyeli hücre içerisinde hücre duvarlarında negatif basınç (tansiyon) yaratır, bu oluşan tansiyon suyun ksilemden, köklerden ve topraktan hücreye doğru hareket etmesine yol açar (Boyer, 1995). Toprakta bitkiden meydana gelen evapotranspirasyonu karşılayacak düzeyde su varsa toprak-bitki-atmosfer boyunca suyun hareketi olağan şekilde devam etmekte, herhangi bir düzenlemeye gerek duyulmamaktadır. Yüksek

evaporatif talep ve azalan toprak nem içeriği koşulunda ise, toprak-bitki-atmosfer akış yolu boyunca su potansiyelinde azalma meydana gelmektedir. Ayrıca topraktaki nem azalması sonucu toprakta ve toprak- bitki kök yüzeyinde hidrolik dirençte artış meydana gelmektedir. Bu artış çoğu ağaç türünde stomalarda kapanmaya neden olmaktadır. Bu durum transpirasyonda ve CO₂ asimilasyonunda azalmaya yol açar (Breda et al., 2006).

Su eksikliği çekmeyen, sağlıklı olarak büyüyen bir bitkinin yapraklarının sıcaklığı bitkiyi çevreleyen havanın sıcaklığından daha düşüktür (Taiz and Zeiger, 2008). Bunun nedeni, bitki yüzeylerine gelen enerjinin suyun buharlaştırılmasında kullanılmasıdır. Toprak suyundaki azalmaya bağlı olarak bitki su alımı azaldığında terleme yavaşlar ve yapraklarda bulunan stomalar yavaş yavaş kapanmaya başlar, yaprak yüzeyi ile atmosfer arasındaki gizli ısı değişimi yavaşlar. Bu durumda gelen solar enerji terlemede değil, yaprak yüzeyi sıcaklığının artmasında kullanılır. Yaprak sıcaklığı hava sıcaklığını geçtiğinde, ise terleme iyice yavaşlamıştır. Dolayısıyla, bitki tacı sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki fark, stresin bir göstergesi olarak kök bölgesinde kullanılabilir su miktarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Taç sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkına karşı havanın buhar basıncı açığı arasındaki ilişkiden gidilerek bitki su stres indeksi geliştirilmiştir. Bitki belirli bir stres indeksi değerine ulaştığında sulanması gerekir. Bu eşik değer bitki, iklim ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Massai et al. 2000; Yazar, 2009).

Giorio et al. (1999), zeytin ağaçlarında farklı sulama düzeylerinin stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli (YSP) ve fotosenteze etkisini incelemişlerdir. Çalışmada susuz konusunda toprak neminin hacim yüzdesi olarak %30 dan %21'e; gün ortasında ölçülen yaprak su potansiyelinin (YSP) -1.5 MPa dan -3.4 MPa'a; ve stoma iletkenliğinin ise 0.190 dan 0.023 mol m⁻² s⁻¹ değerine düştüğünü gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar farklı düzeyde strese maruz kalan ağaçlarda da benzer tepkinin gözlendiğini ve stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve toprak nem düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Kırnak ve Demirtaş (2002), Dalbastı kiraz çeşidinin farklı su stresi seviyesinde ortaya koyduğu fizyolojik (yaprak su potansiyeli) ve morfolojik (sürgün uzunluğu, yaprak alanı, gövde çapı) reaksiyonlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar su stresinin, yaprak su potansiyelinin azalmasına yol açtığını ve su stresinin büyüme üzerindeki engelleyici etkisinin en fazla yaprak alanında olduğunu, bunu sırasıyla sürgün ve gövde çapının izlediğini belirtmişlerdir.

Moriana et al. (2002), İspanya’da yaptıkları çalışmada zeytin ağacı yapraklarının su stresine stoma iletkenliği ve fotosentetik açıdan tepkilerini araştırmışlardır. Diğer meyve ağaçlarında olduğu gibi, zeytin yapraklarında stoma iletkenliğinin havanın buharlaşma isteğine göre mevsim boyunca değiştiği gibi gün boyunca da değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, transpirasyon randımanı ve buhar basıncı açığı (VPD) arasında eğrisel bir ilişki bulunduğunu transpirasyon randımanının şiddetli stres koşulları hariç etkilenmediğini, düşük değerlere -4MPa’ın altında karşılaşıldığını ifade etmektedir.

Moriana et al. (2003), Cordoba’da yaptıkları çalışmada 18 yaşındaki zeytin ağaçlarında farklı düzeyde su kısıtı uygulamışlardır. Bu çalışmada, stoma iletkenliği değerinin kontrol konusunda $150-500 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değiştiği ve stoma iletkenliğinin yaz aylarında yükseldiği gözlenmiştir. Araştırmacılar zeytinde maksimum ve minimum stoma iletkenliği değerlerinin mevsime ve ağaçların meyve yüküne göre değişebileceğini belirtmişlerdir.

Boussadia et al. (2008), iki yaşındaki Meşki ve Koreneiki çeşidi zeytin fidanlarına farklı düzeylerde su kısıtı uygulayarak yaprak oransal su içeriğinin değişimini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, yaprak oransal su içeriğini Koreneiki çeşidinde kontrol konusu, orta, hafif ve şiddetli stres konularında sırasıyla %91.5, %89.5, %50.8 ve %45.6 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar Meski zeytin çeşidinde bu değerler kontrol konusunda %92.3, hafif, orta ve şiddetli stres konularında sırasıyla %89.4, %88.8 ve %78.6 bulunmuştur. Aynı çalışmada konulara göre YSP, Koroneiki çeşidi için -1.6 MPa ile -6.53 MPa arasında, Meski çeşidi için ise -1.43 MPa ile -4.3 MPa arasında değişiklik göstermiştir.

Gómez-del-Campo (2013), zeytin üzerinde yaptığı çalışmada, dört farklı sulama düzeyinde ksilem su potansiyeli ve yağ miktarındaki değişimi incelemiştir. Araştırmacı, ksilem su potansiyeli ve yağ üretimi arasında güçlü bir bağ olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı temmuz ayında ksilem su potansiyelinin -2.9 MPa olduğu zaman sulamaya başlanırsa, suyun etkin kullanılabileceğini ve ksilem su potansiyelinin -2.0 MPa altına düşmemesi durumunda, ağustos ayında yağ miktarında da düşüş gözlenmeyeceğini bildirmiştir.

Tognetti et al. (2009), zeytinin kuraklığa adaptasyonunu araştırdıkları çalışmada, yağışa dayalı ve üç farklı sulama düzeyinde (bitki su tüketiminin %33, %66 ve %100’ü), bitkinin vejetatif gelişiminin yanı sıra bitki su potansiyeli ve stoma iletkenliğindeki değişimi incelemiştir. Araştırmacılar yağışa dayalı

koşullardaki ağaçların su kullanımında, sulananlara göre daha sıkı bir strateji uyguladığını belirtmişlerdir.

Torres-Ruiz et al. (2011), yaptıkları çalışmada Manzanilla zeytin çeşidinde farklı sulama düzeylerinde stoma ve hidrolik iletkenlikteki değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar tam sulanan konuda stoma iletkenliğinin 0.20-0.30 mol m⁻²s⁻¹ arasında, sulanmayanda ise 0.10 mol m⁻²s⁻¹ civarında olduğunu, yaprak su potansiyelinin ise sulanan konuda -2.0 ile -1.0 MPa aralığında değiştiğini, sulanmayan konuda ise -4.0 MPa'ın altına düştüğünü belirlemişlerdir.

Pinter et al. (1983), infrared termometre ile taç sıcaklığının belirlenmesinin bitkilerde su stresini belirlemede etkin bir araç olduğunu ve geleneksel yöntemlere göre daha kolay ve hızlı bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Anılan yöntemde ölçümler sırasında bitkiye temas edilmediğinden, bitki zarar görmeden, hızlı ve doğru ölçümler yapılabilmektedir (Zipoli, 1990).

Bitki su stres indeksi (CWSI) deneysel ve teorik olarak iki farklı yöntem ile hesaplanmaktadır. Deneysel yöntemde, taç-hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasında regresyon analizi yapılmaktadır. Teorik yaklaşımda ise bitki tacının özelliğini yansıtan hava direnci (r_a) ve taç direncini (r_c) kullanarak enerji denge eşitliğinden yararlanılmaktadır. Her iki yöntemde de T_c-T_a farkı, bitkinin karakteristik özelliğini yansıtmaktadır (O'Toole and Real, 1986).

Remorini and Massai (2003), şeftali fidanlarında tek yıl gerçekleştirdikleri bir çalışmada bitki su potansiyelini belirlemede kullanılan göstergeleri karşılaştırmak amacıyla yaprak su potansiyelini, ksilem su potansiyelini ve yaprak sıcaklığını beş günde bir ölçülmüştür. Araştırmacılar, bitki su içeriğini belirlemede ksilem su potansiyelinin, yaprak su potansiyeline göre daha hassas ve güvenilir bir gösterge olduğunu ifade etmişlerdir.

Sdoodee and Kaewkong (2006), yaptıkları çalışmada 2 yaşında olan ve saksıda yetiştirilen mandarin fidanlarında farklı sulama düzeylerinde, stoma iletkenliği ve hava sıcaklığı – taç sıcaklığı farkını araştırmışlardır. Bu çalışmada sulama sıklığı azaldıkça yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği azalmıştır. T_c-T_a değeri deneme sonunda farklı sulama aralığına göre, günlük olarak sulanan fidanlarda 1 °C, 3 gün arayla sulanan fidanlarda 2 °C ve 6 gün arayla sulanan fidanlarda ise 3.5 °C olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar stoma iletkenliği ve T_c-

T_a arasında önemli bir polinomial ilişkinin olduğunu ve infrared termometrenin su stresini belirlemede kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Sepulcre-Canto et al. (2006), İspanya'da yaptıkları araştırmada termal görüntüler üzerinden zeytin bahçelerinde stres düzeyini belirlemeye çalışmışlardır. Bu araştırma sonucuna göre yaprak su potansiyeli ve taç sıcaklığı arasındaki ilişki için $R^2 = 0.62$ (07:30 GMT), $R^2 = 0.35$ (09:30 GMT) ve $R^2 = 0.25$ (12:30 GMT) olarak belirlenmiştir.

Möller et al. (2007), Merlot asma çeşidinde uyguladıkları hafif, orta ve şiddetli su stresi düzeyinde termal görüntülerden yararlanarak elde edilen CWSI değerleri ile ksilem su potansiyeli (ψ_{stem}) ve stoma iletkenliği arasındaki ilişkiyi irdelemiştir. Araştırmacılar CWSI ile ksilem su potansiyeli arasında orta, CWSI ile stoma iletkenliği arasında ise oldukça kuvvetli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Masmoudi et al. (2010) zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği, gün ortası yaprak su potansiyeli ve oransal yaprak su içeriğini kısıtlı sulama şartlarında araştırmışlardır. Bu çalışmada yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği ve yaprak oransal su içeriği arasında yakın ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, konuda yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında polinomial bir ilişki olduğu ve optimum stoma iletkenliğinin $450 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve optimum yaprak su potansiyelinin -2.5 MPa olduğu saptanmıştır.

Kaya et al. (2009), farklı kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında yaprak su potansiyeli değişimini incelemiştir. Zeytin ağaçlarında yaprak su potansiyeli değerleri farklı sulama düzeylerinde farklılık göstermiştir. Sulama suyu miktarı arttıkça yaprak su potansiyeli değeri artmıştır. Sabah saatlerindeki yaprak su potansiyeli su stresine maruz kalmayan konuda -0.71 ile -0.92 MPa arasında değişmiştir. Tamamen su stresine maruz kalan ve tamamen yağışa dayalı olan konuda yaprak su potansiyeli -1.72 ile -2.88 MPa arasında değişmiştir. Bu çalışmada T_c-T_a ile yaprak su potansiyeli arasında ters doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Akkuzu et al. (2010), zeytin ağaçlarında yaprak su potansiyeli ve taç sıcaklığının değişimini gözlemlediği araştırmada, bitki su tüketiminin tamamının karşılandığı kontrol konusundaki ağaçlarla, tamamen yağışa dayalı koşullarda yetişen stres konusundaki ağaçlar arasındaki maksimum sıcaklık farkını $2.7 \text{ }^\circ\text{C}$ ve

gün ortasında ölçülen yaprak su potansiyeli değerinin kontrol konusunda -2.5 MPa civarında, stres konusunda ise -4.0 MPa değerinin altında olduğunu belirlemişlerdir.

Wang and Gartung (2010), şeftali ağaçlarında yaptıkları çalışmada hasat öncesi dönemde uyguladıkları su stresini göze alarak, stres konusunda gün ortasında T_c-T_a değerinin 5-7 °C arasında değiştiğini ve kontrol konusuna göre 1.4-2 °C daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca bu çalışmada CWSI incelenmiştir. CWSI'nin stres konusunda kontrol konuna göre daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır.

Sadras et al. (2011), bağda yürüttükleri çalışmada, çalışma başında $630 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olan stoma iletkenliği değerinin meyve olgunlaşma döneminde $56 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ye kadar düştüğünü belirtmiştir.

Akkuzu vd. (2013), A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının 7 farklı düzeyinde sulanan ağaçlarda, CWSI değişimini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, ortalama CWSI değerlerinin 2009 yılında 0 - 0.68; 2010 yılında ise 0.02 - 0.71 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu araştırmada her iki yılda da CWSI için en düşük değerler en çok su uygulanan konuda saptanmış; en yüksek değerler ise susuz konusunda bulunmuştur.

Çamoğlu (2013), yaptığı çalışmada, 2009 ve 2010 yıllarında Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşidinde yaprak sıcaklığını ve bitki su tüketiminin değişimini ve aralarındaki ilişkileri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Gemlik çeşidinin sulama suyu ihtiyacı Ayvalık çeşidine göre daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacı, T_c-T_a için, her iki çeşitte en yüksek değerleri başlangıç dönemi hariç, hiç sulanmayan konuda ve en düşük değerleri ise tam sulama konusunda bulmuştur. Aynı araştırmada regresyon analizlerine göre, T_c-T_a ve ET arasındaki ilişki doğrusal bir ilişki olup, R^2 değeri Ayvalık için 0.72-0.74 ve Gemlik için 0.62 - 0.72 olarak hesaplanmıştır.

Aşık vd. (2010), zeytinde (cv. Memecik) A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarını dikkate alarak uyguladıkları farklı sulama düzeylerinin vejetatif gelişime ve verime etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, uygulanan bu farklı sulama düzeylerine bağlı olarak verimin ve vejetatif gelişim parametrelerinden sürgün uzunluğu, sürgün çapı, sürgündeki somak sayısı, taç

hacmi ve meyve tutum oranının önemli oranda farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Demirtaş vd. (2012), Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde farklı sulama uygulamalarının vejetatif gelişime ve verim üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, sulama suyu bitkiye damla, mini yağmurlama ve tava sulama yöntemleri ile topraktaki faydalı suyun %50'si ve %75'i tüketildiğinde uygulanmıştır. Araştırmacılar, uygulamalardan ortalama en yüksek sürgün çap ve boy gelişimini sırası ile 7.54 mm ve 57.50 cm olarak mini yağmurlama yöntemi ile %50 uygulamasından elde etmiştir. Araştırmacılar, en yüksek gövde gelişimini mini yağmurlama yöntemi ile %50 ve %75 düzeylerinde yapılan sulama uygulamalarında %31.28 ve %30.94 olarak belirlemişlerdir.

Dbara et al. (2016), Tunus'un Mornang Ovasında zeytin ağaçlarında kurak ve yarı kurak ortamlardaki verimliliğinin sulama suyu ile yakın ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, zeytin ağaçlarında verim yıldan yıla değişiklik gösterdiği için 2005 ile 2007 yılları arasında üç yıllık bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada sulama konularına göre verilen su miktarına dayanarak yağışa dayalı koşullardaki ağaçların ölçümleri istatistiksel olarak sulanan ağaçların ölçümlerine göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada stoma iletkenliği $0.080 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ile $0.106 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmektedir.

Hernandes-Santana et al. (2016), İspanya'da iki farklı zeytin çeşidinde yaptıkları çalışmada kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyunun programlanması için stoma iletkenliği değerlerinin değişimini incelemişlerdir. Bitki su tüketiminin %100, %60 ve %30'nu dikkate alarak sulama suyu uyguladıkları çalışmada stoma iletkenliğinin $0.025 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ile $0.350 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmesini makul bulmuşlardır.

Ahumada-Orellana et al. (2019), Şili'nin Maule bölgesinde zeytin ağaçlarında dört farklı sulama konusunu ele almışlardır. Araştırmacılar uygulanan su miktarlarına karşı, stoma iletkenliği değeri $0.18 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ dan yüksek olduğu zaman bitkinin streste olmadığını, ve söz konusu değerden düşük olduğu zaman bitkinin streste olduğunu ifade etmişlerdir.

2.3 Meyve Kalitesine Yönelik Çalışmalar

Zeytin meyvesinde yağ birikimi, çekirdeğin sertleşme süresinin sonuna doğru başlar. Sulama şartları altında birçok çeşitte dış rengin değişimine kadar doğrusal olarak devam eder (Lavee ve Wodner, 1991).

Proitti ve Antognozzi (1996), sofralık zeytinde sulamanın meyve kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmada; sulamanın meyve ağırlığı, büyüklüğü, et/çekirdek oranını artırdığını, hücre büyümesinden çok hücre bölünmesini etkilediğini, meyve şeklini etkilemediği, olgunlaşmada önemli geciktirici etkisi olmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca, meyve sertliğinin ve şeker miktarının hafifçe azaldığını, fakat salamurada muhafazasından sonra meyve su içeriği ve zeytinlerin duysal karakteristiklerinde (tad ve aroma, tekstür ve etin çekirdekten kolay ayrılması gibi) sulanan ya da sulanmayan zeytinler arasında önemli bir farklılık olmadığını, hacim artması, daha yüksek et/çekirdek oranı ve daha yoğun meyve rengi nedeniyle meyvenin ticari değerinin arttığını ifade etmişlerdir.

Rallo (1998), su kısıtının, zeytinde görülen sürgün büyümesindeki gerilemenin ve periyodisitenin temel sebeplerinden birisi olduğunu, sulama ve diğer kültürel işlemlerle düzenli bir verim ve yağ elde etmenin mümkün olacağını ifade etmiştir (Perica et al. 2011).

Nanos et al. (2008), zeytin (cv Konservolea) ağaçlarında kısıtlı sulamanın meyve ve yağ kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar ağustos ayında kısıt konusuna kontrol konusuna göre %10 daha az su uygulamışlardır. Araştırmada eylül ayında hasat edilen yeşil zeytinde kalite parametresi olarak renk, meyve sertliği, kuru madde ve toplam fenol içeriği dikkate alınırken; kasım ayında hasat edilen meyvede ise meyve boyu, şekli, yağ ve su içeriği, havalanma oranı, renk, sertlik ve klorofil içeriği dikkate alınmıştır. Çalışmada, kısıtlı sulama yeşil zeytin kalitesini etkilememiş, daha geç hasat edilen olgunlaşmış meyvelerde ise kısıtlı sulamada yağ oranı kontrol konusuna göre daha düşük bulunmuştur.

Psarras et al. (2011), Girit adasında Koreneiki zeytin çeşidinde farklı sulama uygulamalarının fizyoloji, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar, kontrol konusu ile bitki su tüketiminin %70'inin uygulandığı konu arasında verim açısından anlamlı bir fark bulunmadığını, bununla birlikte yağdaki fenolik bileşikler ve buna bağlı olarak acılığın arttığını belirtmişlerdir.

Zelege et al. (2012), 9 zeytin (cv. 'Arbequina', 'Corregiola', 'Frantoio', 'Koroneiki', 'Leccino', 'Manzanillo', 'Nevadillo', 'Pendolino' ve 'Picual') çeşidi üzerinde düzenlenmiş kısıtlı sulama uygulamaları ve hasat zamanının yağ içeriğine ve meyve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar meyve kalitesi ve yağ içeriği açısından çeşitlerin sulama uygulamalarına farklı tepki verdiklerini bu nedenle maksimum su kullanım randımanını elde etmek için çeşide özgü sulama programlarının zorunlu olduğunu bildirmişlerdir.

Kaya et al. (2017), zeytinde (cv. Memecik) A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarını dikkate alarak uyguladıkları farklı sulama düzeylerinin verime ve meyve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar verim açısından konular arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını, bununla birlikte 100 meyve ağırlığı, et-çekirdek oranı, nem yağ içeriği, şeker içeriği ve acılık değerlerinin ise konular arasında farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sevim vd. (2019), Memecik zeytin çeşidinde farklı kısıtlı sulama stratejilerinin meyve kalitesine ve yağın kimyasal bileşeni ve antioksidan özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar konular arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir.

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

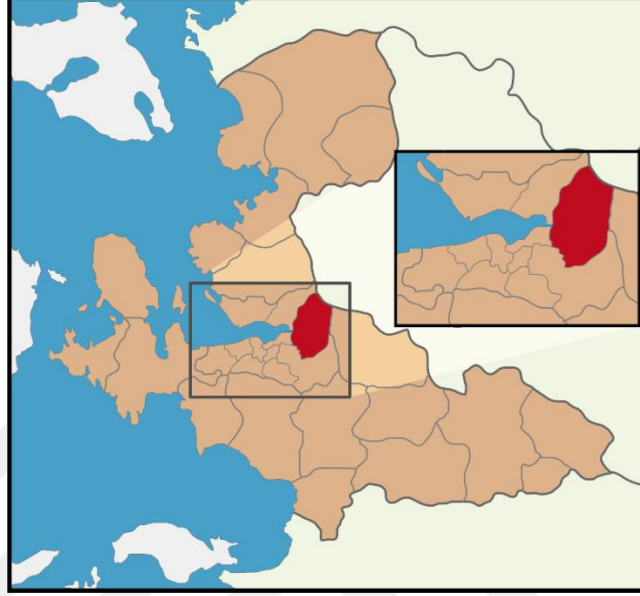
3.1.1 Deneme Alanın tanımı

Ege Denizi'nin Anadolu kıyılarında yer alan İzmir yarımadası Anadolu'dan Ege Denizi'ne doğru uzanan büyük yarımadalardan biridir. Yarımadanın kıyıları güneyden Kuşadası Körfezi, kuzeyden İzmir Körfezi ile çevrenmektedir. Burada İzmir iç körfezinin doğu ucunda yer alan Bornova Ovası bir kıyı ovası olup, doğu-batı doğrultulu bir çöküntü oluşu içinde şekillenmiştir (Şekil 3.1).

Bornova Ovası, çevredeki yüksek kütlelerden ovaya ulaşan kısa, mevsimlik akışa sahip derelerin getirdiği alüvyonların bu çukurluğu doldurmasıyla oluşmuştur. Bu derelerden Manda Çayı ve Koca çay, Bornova Ovası'nda akan ve İzmir Körfezi'ne dökülen en büyük akarsulardır. Bu akarsular Kemalpaşa Dağı'nın kuzey kesiminin ve Yamanlar Dağı'nın güney kesiminin sularını toplayarak ovaya ulaşırlar. Ovaya ulaştıkları kesimde eğim koşullarına uygun olarak batıya doğru akarak denize açılırlar. Ovanın kuzeyinde ve güneyinde dorukları 1000 metreyi aşan dağlık kütleler yer almaktadır. Kuzeyinde volkanik kayalardan yapılmış Yamanlar Dağı (1076 m), güneydoğusunda Üst Kretase flişlerden oluşan Kemalpaşa Dağı (1506 m) ve güneyinde Miyosen göl tortullarının oluşturduğu Kalabak Tepe (379 m) ile çevrenmektedir. Bornova Ovası, doğu bölümünde yükseltisi 500 metreyi geçen Belkahve Eşiği ile sınırlanmaktadır. Yaklaşık 50 km² (5 x 9,5 km) kadar büyüklüğü ile dikdörtgen bir şekli olan Bornova Ovası, çevredeki yüksek kütlelerin eteklerinde gelişmiş birikinti konileri ile çevrenmektedir. Ovada doğuya ve çevredeki dağların yamaçlarına doğru gidildikçe bu konilerin üzerinde yükselti ve eğim değerleri artmaktadır. Ovanın doğuda Belkahve Eşiği 'ne uzanan bölümünde yükselti 100 metrenin üzerine çıkmaktadır. Ova tabanını çevreleyen bu koniler derelerin taşıdığı kaba unsurlu kolüvyonlardan, aşağı kesimdeki ova tabanı dolguları ise siltli, kumlu birikimlerden oluşmaktadır (Karadaş, 2012).

Bornova Ovası Akdeniz makroklima bölgesi içinde yer almaktadır. Yılın büyük bir bölümünün kurak geçtiği Akdeniz iklim koşulları altında ova ve ovayı çevreleyen alanda büyük ölçüde Akdeniz elemanlarından oluşan bitki örtüsü gelişmiştir. Akdeniz ikliminin klimaks türü olan kızılçamların ve karaçamların alanı, eğimin azaldığı alanlarda bugün son derece daralmıştır. Neolitik'e kadar

uzanan yerleşme tarihi boyunca doğal bitki örtüsü tahrip edilmiş, bu nedenle günümüzde kızılçam ormanlarının yerini büyük ölçüde makiler almıştır. Bitki örtüsünün zayıf ve seyrek olması ve topografyanın da oldukça engebeli olması nedeniyle ovayı çevreleyen alanda erozyon her zaman etkili olmuş dolayısıyla toprakta horizonlaşma gerçekleşmemiştir (Karadaş, 2012).



Şekil 3.1 Bornova Ovası

3.1.2 Deneme alanı

Çalışma, 2014 - 2015 yıllarında Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü zeytin bahçesinde bulunan yetişkin Memecik zeytin ağaçlarında yürütülmüştür. Araştırma alanının denizde yüksekliği yaklaşık 20 m, enlem derecesi 38° 27'N, boylam derecesi ise 27° 12'E dir. Deneme alanı toprakları tınlı bünyeli olup infiltrasyon hızı, elektriksel iletkenliği ve pH değerleri sırasıyla 8 mm h⁻¹, 0.5 dS m⁻¹ ve 8.2'dir.

Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.1 incelendiğinde, toprak katmanlarına bağlı olarak hacim ağırlıklarının 1.33-1.47 gr cm⁻³ arasında ve etkili bitki kök bölgesindeki tarla kapasitesi 260.71 mm, solma noktası 166.30 mm ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerinin ise 94.41 mm olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.1 Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi	
			Pv (%)	d (mm)	Pv (%)	d (mm)	Pv (%)	d (mm)
0-30	Tınlı	1.33	26.76	80.29	15.07	45.20	11.69	35.09
30-60	Tınlı	1.47	28.20	84.59	19.18	57.54	9.02	27.05
60-90	Tınlı	1.41	31.94	95.83	21.19	63.57	10.75	32.26
90-120	Tınlı	1.39	33.60	100.79	22.25	66.75	11.35	34.04
	Toplam 0-90		-	260.71	-	166.30	-	94.41

3.1.3 İklim özellikleri

Araştırma alanı; Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Araştırma alanına ait iklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

İzmir iline ait uzun yıllık (1960-2015) iklim verileri ile deneme yıllarına ilişkin iklim verileri sırasıyla Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilmiştir. İzmir'de yıllık ortalama sıcaklık değerleri 17.9 °C'dir. En soğuk ay ocak, en sıcak ay ise temmuzdur. Yıllık toplam ortalama yağış miktarı 696 mm'dir. Sulama sezonu içinde düşen yağış toplam yağışın yaklaşık %5'ni oluşturmaktadır. Ortalama rüzgâr hızı 3.2 m sn⁻¹ ve ortalama oransal nem yaklaşık %62'dir (Çizelge 3.2). 2014 ve 2015 yıllarında haziran ve eylül ayları arasında gerçekleşen ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri sırasıyla 26.37 °C ve 27.25 °C ile 18.3 mm ve 11.25 mm olmuştur (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık ortalama değerleri (DMİ, 2016)

Aylar	Toplam Buharlaşma (mm)	Güneşlenme Süresi (h)	Rüzgar Hızı (m sn ⁻¹ , 2m)	Yağış (mm)	Oransal Nem (%)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)
Ocak	2.6	4.3	3	121.3	70.4	8.8	12.5	5.8
Şubat	2.1	4.9	3.2	91.8	67.5	9.1	13.2	5.8
Mart	13.8	6.4	3.1	79.2	66.2	11.6	16.3	7.7
Nisan	134.6	7.3	2.9	47.7	63.6	15.9	20.9	11.4
Mayıs	196.7	9.6	3	26.2	60.7	20.8	26	15.6
Haziran	273.8	11.6	3.1	6.5	53.9	25.7	30.9	20.1
Temmuz	310.1	12.1	3.4	2.4	52.4	28.3	33.2	22.7
Ağustos	269.2	11.5	3.2	1.6	54.8	27.4	32.7	22.4
Eylül	199.9	9.8	2.8	19.1	58.8	23.6	29.1	18.7
Ekim	120.5	7.4	2.6	44.1	64.8	18.9	24.1	14.8
Kasım	65.4	5.2	2.7	11.4	69.1	13.6	18.1	10.8
Aralık	26.5	3.8	3	133.7	71.8	10.2	13.8	7

Çizelge 3.3 Araştırma alanına ait 2014 ve 2015 yılları için bazı iklim elemanlarının aylık ortalama değerleri (DMİ, 2016)

YILLAR	İKLİM VERİLERİ/AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
2014	Sıcaklık (°C)	11.4	11.3	13.2	17.1	21.2	25	28.2	28.3	24	19.3	14.3	12.1
	En yüksek Sıcaklık (°C)	16.5	16.9	19.1	23.1	27	31.3	34.3	34.3	29.8	24.8	19.1	16.6
	En düşük Sıcaklık (°C)	1.4	0.7	4.3	5.3	11.9	12.4	18.6	19	12.8	7.4	5.9	1
	Ortalama Nem (%)	77.3	72.5	62	61.7	56.4	52.2	47.7	54	55.5	63.2	70.2	80.6
	Toplam Yağış (mm)	108.5	28	69.2	105.9	6.4	40.3	0.9	21.1	10.9	56	21.6	163.4
	Rüzgar hızı (m/sn)	2.9	3.4	3.8	3.2	3.8	3.8	4.3	4.2	3.9	3.9	3.5	3
	Ortalama Basınç (mbar)	1014.5	1015.3	1011.4	1009.3	1008.7	1007.8	1005.1	1005.0	1008.7	1012.8	1016.0	1014.4
Güneşlenme Süresi (saat)	107.3	172.1	193.5	250.3	291.0	289.3	-	370.2	-	228.2	-	111.7	
2015	Sıcaklık (°C)	8.5	9.5	12	15	22	24.6	28.7	29.3	26.4	19.7	15.2	8.9
	En yüksek Sıcaklık (°C)	13.1	13.8	17.1	21	28.5	30.3	34.7	35.2	31.6	25.2	21.3	14.2
	En düşük Sıcaklık (°C)	-4.7	-1.3	1.1	3.3	11.5	14.1	20.6	20.3	16.9	12.3	4.9	-0.6
	Ortalama Nem (%)	77.2	66.2	69.1	53.8	52.7	55.2	45.4	48.9	57.4	66.7	70	64.4
	Toplam Yağış (mm)	133.3	70.1	57.8	21	96.2	52.2	0.2	35.4	7.1	48.1	80.4	0
	Rüzgar hızı (m/s)	3.8	4.7	3.6	3.9	3.7	4	4.9	4.5	4	4.1	3.2	4
	Ortalama Basınç (mbar)	1014.9	1010.9	1014.2	1013.3	1008.8	1007.9	1006.1	1006.8	1009.0	1012.3	1015.7	1023.6
Güneşlenme Süresi (saat)	152.4	127.2	158.3	254.1	335.2	297.1	383.8	369.5	271.5	241.7	214.9	225.8	

3.1.4 Denemede kullanılan bitkinin özellikleri

Çalışmada Memecik çeşidi zeytin ağaçları kullanılmıştır. Söz konusu çeşit hem yağlık hem de sofralık olarak değerlendirilmektedir. Periyodisite gösterse de zor koşullara adaptasyonu ve yağ oranının yüksekliği nedeniyle üreticinin tercih ettiği, Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir. Zeytin sineğine karşı orta derecede hassastır. Yağ kalitesi yüksektir.

Türkiye’de Güney Ege’de Memecik, ekonomik öneme sahip yağlık zeytin çeşididir (şekil 3.2). Memecik zeytin çeşidinin orijinali Muğla’dır. Meyve boyu iri ve soğuğa duyarlıdır (Sevim, 2011).

Memecik çeşidi Ege bölgesi ağaç varlığının %50’sini teşkil etmektedir. Türkiye genelinde ise %45.5 oranında bulunmaktadır. İzmir, Aydın, Manisa, Denizli, Muğla, Antalya, Sinop, Kahramanmaraş ve Kastamonu’ya kadar geniş bir coğrafi dağılım göstermektedir. Ürünü yağlık ve sofralık olarak değerlendirilmektedir. Ağaçları kuvvetli gelişir, toplu ve yuvarlak bir taç oluşturmaktadır. Sarkık gelişen yan dalları ağacın tacına yayvan bir görünüm kazandırmaktadır. Çiçeklenme dönemi 15 Mayıs - 5 Haziran arasındadır. Somaktaki çiçek sayısı 6-15 adet, ortalama 11 adettir. Meyve bağlama dönemi 20 Mayıs – 10 Haziran arasındadır. Meyve sayısı kg’da 209 adettir. Meyvede et oranı %88.8 yağ oranı ise %24.5’dir. Yeşil olum dönemi ekim ayının ilk yarısı, siyah olum dönemi ise 15 Kasım-15 Aralık tır. Kısmen kendine verimli bir çeşittir. Ayvalık, Çakır, Gemlik, Erkence ve Memeli çeşitleri ile iyi tozlanabilir. Kuvvetli periyodisite gösteren bir çeşittir (Canözer, 1991).



Şekil 3.2 Memecik çeşidi

Yeşil olum döneminde toplanan meyveler İspanyol usulüne göre işlenerek dış pazar isteklerine uygun ürün elde edilir. Meyvelerde et çekirdeğe yapışıktır. Bu çeşidin çekirdeklerinin köklenme oranı orta düzeyde olup aşu veya yeşil dal çeliği ile üretimi yapılmaktadır (Arsel et al, 2006).

3.1.5 Deneme alanı sulama sistemi

Denemede, zeytin ağaçlarının sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Su kaynağından pompayla alınan su, ana kontrol birimden geçtikten sonra deneme alanına ulaşmıştır. Deneme alanının başına filtreden ve manometreden oluşan ikinci bir kontrol birimi daha konulmuştur. Her bir yan ana borunun başına ve sonuna basınçölçer yerleştirilerek, boruların hasar görmemesi adına işletme basıncı sulama süresince kontrol edilmiştir. Deneme parsellerine suyu denetimli verebilmek amacıyla, her parselin başına küresel vana ve su sayacı yerleştirilmiştir (Şekil 3.3).

Denemede su kaynağı olarak derin kuyu kullanılmıştır. Kullanılan suyun pH'ı ve elektriksel iletkenliği sırasıyla 7.5 ve 0.8 dS m⁻¹'dir. Sistemde, 40 mm çaplı ve 6 atm işletme basıncı sert PE malzemedен yapılmış ana ve yan borular ile 16 mm çaplı ve 4 atm işletme basıncı PE malzemedен oluşan lateral borular kullanılmıştır.



Şekil 3.3 Deneme alanına ait sulama sistemi

Denemede her ağaç sırasına 90 cm aralıkla iki adet lateral boru hattı yerleştirilmiş ve her bir hat üzerine de 90 cm aralıkla 8 l h^{-1} hat üstü (on-line) basınç düzenleyici damlatıcılar yerleştirilmiştir. Damla sulama sistemi, Yıldırım ve Korukçu (1999)'nün önerdiği projelendirme kriterlerine göre tesis edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Tarımsal işlemler

3.2.1.1 Toprak hazırlığı

Toprak işleme, hasattan sonra toprak tava geldiği zaman beşli pullukla yapılmış ve sonrasında tırmık çekilmiştir. Yaz aylarında herhangi bir toprak işleme uygulaması yapılmamıştır.

3.2.1.2 Gübreleme

Gübreleme programı, aralık ayında alınan toprak ve yaprak örneklerinin enstitü bünyesinde bulunan laboratuvarında yapılan analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Gübreleme ocak ayı içerisinde taban gübreleme şeklinde yapılmış, kompoze gübre kullanılmıştır. Fertigasyon uygulaması yapılmamıştır.

3.2.1.3 Hastalık ve zararlı takibi

Deneme süresince ağaçlar hasattan sonra budanmış ve budamalardan sonra soğuktan ve hastalıktan etkilenmemeleri için %2'lik bordo bulamacı uygulanmıştır. Hastalık ve zararlı açısından ağaçlar sürekli izlenmiş ve zararlı yönünden eşik sınır aşıldığında ilaçlama yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi için iki veya üç kez herbisit uygulaması yapılmıştır.

3.2.2 Deneme deseni ve tesisi

Denemede, 7×5 m olarak kurulmuş, dikimden itibaren denemenin yapıldığı yıla kadar damla sulama ile sulanmış yetişkin durumdaki Memecik zeytin ağaçları kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 konu 3 tekerrürlü olarak, iki yılda yürütülmüştür. Her parselde 4 adet ağaç değerlendirmeye alınmıştır.

Denemede yer alan sulama konuları;

K1: susuz,

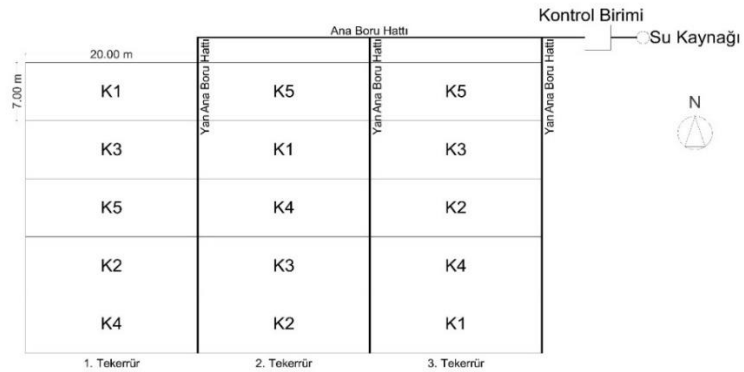
K2: 5 günde bir 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama yapılması,

K3: K2 konusunda uygulanan suyun %33'ünün uygulanması,

K4: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamasında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemi %50'sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması

K5: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamasında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemi %25'ini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması, Şeklinde oluşturulmuştur.

K1 susuz konusu sulamanın verime etkisini ortaya koyabilmek için ele alınmıştır. K2 konusu kontrol konusu olarak değerlendirilmiştir. Ağaçlarda yapılan önceki çalışmalar göz önüne alınarak sulama aralığı 5 gün olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda meyve ağaçlarında sulama aralığı birkaç gün ile birkaç hafta arasında değişebilmektedir (Kanber et al, 1993; Anaç vd., 2009; Toplu vd., 2009; Aşık vd., 2011). K3 konusu Aşık ve ark. (2011) tarafından elde edilen araştırma sonuçları dikkate alınarak oluşturulmuştur. K4 ve K5 konuları ise zeytinin su stresine hassas olduğu dönemler (Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu) dikkate alınarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.4 Deneme deseni

3.2.3 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler

3.2.3.1 Sulama suyu miktarının belirlenmesi

Deneme alanı, su uygulama derinliği 90 cm olarak alınmıştır. K2 ve K3 konularında sulamaya, yağışların sona erdiği tarihten itibaren toprak nem miktarı izlenerek 90 cm toprak katmanındaki elverişli nem %50'ye düştüğünde başlanmıştır. Toprak nemi, gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir.

Sulamalara 5 gün ara ile toprakta eksilen nem miktarı dikkate alınarak devam edilmiştir. K4 ve K5 konularında ise fenolojik dönemler izlenerek sulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu dönemlerde 90 cm derinlikteki toprakta eksilen nem belirlenerek sulama suyu hesaplanmıştır. Konulara uygulanacak sulama suyu miktarları ise, 0-90 cm kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, örtü yüzdesi ve o konuya ilişkin katsayı ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Uygulanacak sulama suyu, parselin hemen yakınına yerleştirilen su sayacı ile ölçülerek verilmiştir. Ayrıca basınç düzenleyici damlatıcılar kullanılacağından su uygulama randımanı %100 kabul edilmiştir.

Her bir konu için mevsimlik sulama suyu ihtiyacı her bir sulamada uygulanan sulama suyu miktarının toplanması ile bulunmuştur.

3.2.3.2 Bitki su tüketimi

Her deneme konusuna ait bitki su tüketim miktarları, su dengesi yöntemine (James, 1988) göre aşağıda yer alan eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Bu amaçla, nem ölçümleri 0-90 cm toprak katmanında gravimetrik yöntem ile 15 günlük dönemlerde yapılmıştır. En fazla suyun uygulandığı K2 konusunda bile 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nem tarla kapasitesine getirildiğinden ve damla sulama yöntemi kullanıldığından derine sızma kaybının olmadığı kabul edilmiştir.

$$ET = I + P - D - R \pm \Delta s$$

Eşitlikte;

ET = Evapotranspirasyon (mm),

I = Sulama suyu (mm),

P = Yağış (mm),

D = Derine sızma (mm),

R = Yüzey akış (mm),

Δs = İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm).

3.2.4 Bitki ve meyvede yapılan ölçüm ve analizler

3.2.4.1 Verim ve su kullanım randımanları

Sulama uygulamalarının ağaç verimlerine etkisini belirlemek amacıyla denemede yer alan ağaçlar ayrı ayrı ve el ile hasat edilerek (Şekil 3.5) tartılmış ve elde edilen ürün miktarları ağaç başına (kg ağaç^{-1}) belirlenmiştir. Çalışmada su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) her bir konu için aşağıda yer alan eşitlikler yardımı ile belirlenmiştir (Howell et al. 1994).

$$WUE = Y_i / ET$$

$$IWUE = (Y_i - Y_o) / I$$

Eşitliklerde;

WUE: Su kullanım etkinliği (kg m^{-3})

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği (kg m^{-3})

Y_i : Sulanan konulardan elde edilen verim (kg da^{-1})

Y_o : Sulanmayan konudan elde edilen verim (kg da^{-1})

I: Uygulanan sulama suyu (mm)

ET: Mevsimlik bitki su tüketimi (mm) 'dir.



Şekil 3.5 Zeytin hasadı

3.2.4.2 Ksilem su potansiyeli (Ψ_s)

Bitkideki su potansiyeli Scholander et al. (1965) tarafından kullanılan ve Goode (1968) tarafından geliştirilen, scholander tip basınç odası yardımıyla ağaç tacının iç kısmında gölgelenen 5 ile 7 yaprağa sahip 3 sürgün alınarak ölçülmüştür (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Ölçümler gün ortasında gerçekleştirilmiştir, Her bir tekerrürden 1 ağaç toplam 3 ağaçtaki 9 ölçümün ortalaması alınarak o konu için ortalama ksilem su potansiyeli bulunmuştur. Ölçümlerden yaklaşık 40 dakika önce ölçümde kullanılacak sürgünler, alüminyum torbaların içerisine alınarak rüzgâr ve solar radyasyon gibi çevresel etkilerden korunmuş ve transpirasyon yapmaları engellenmiştir.



Şekil 3.6 Alüminyum torbalara alınmış örnekler

Ölçümlere K2 ve K3 konusunda sulamaların başlamasından 2 hafta sonra tüm konularda başlanmış, sulamaların bitişine kadar devam edilmiştir. Ölçümler 2 hafta arayla ve çarşamba günleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.7 Scholander tip basınç odası cihazı

3.2.4.3 Stoma iletkenliği (g_s)

Stoma iletkenliğini ölçmek üzere yaprak porometresi (DECAGON SC-1) kullanılmıştır (Bengal et al., 2009). Ölçümlere K2 ve K3 konusunda sulamaların başlanmasında 2 hafta sonra tüm konularda başlanmış, sulamaların bitişine kadar devam edilmiştir. Ölçümler her hafta ve çarşamba günleri saat 11:30-14:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9).

Stoma iletkenliği ölçümleri difüzyon yaprak porometresi yardımıyla her bir tekerrürde 2 ağaçta ve her bir ağacın güney tarafındaki sürgünlerde gelişimini tamamlanmış, güneş gören 4 yaprakta yapılmıştır (Bengal et al, 2009).



Şekil 3.8 Yaprak porometresi



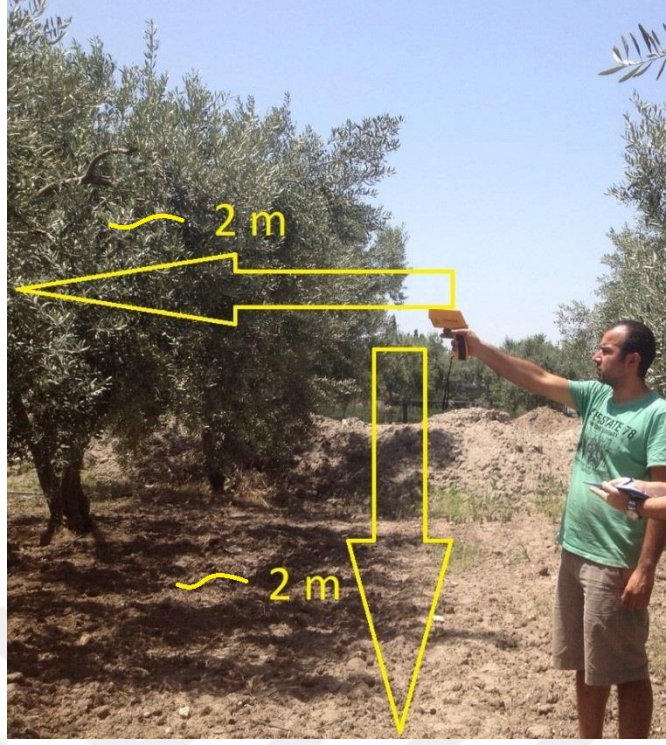
Şekil 3.9 Araştırma alanında stoma iletkenliği ölçümü

3.2.4.4 Bitki ta sıcaklığı ölçümleri ve bitki su stres indeksi (CWSI)

Bitki ta sıcaklığı su eksikliğinin bir göstergesidir. Yaprak sıcaklığındaki artış hava sıcaklığındaki artış ile ilgili olarak azalan terleme ve bunun sonucu kısmi veya tam stoma kapanmasını işaret eder. İnfrared termometre ya da termal görüntüleme meyve ağaçlarında ve bağlarda su stresinin izlenmesinde kullanışlı bir tekniktir.

Çalışmada bitki su stresinin izlenmesi amacıyla çevreden, bitkinin fenolojik durumundan ve topraktaki nem eksikliğinden etkilenen bitki ta sıcaklıkları, elde taşınabilir bir infrared termometre yardımıyla (Şekil 3.10 ve Şekil 3.11) lülmüştür (Fluke 574, Everett WA, USA). Pille alışan taşınabilir infrared termometreler bitki ta sıcaklığının belirlenmesinde son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Orta vd., 2003; Anda, 2009; Erdem vd., 2010; Akkuzu vd., 2011). Ta sıcaklığı (T_c) lümleri, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda saat 11:30-14:00 arasında; her bir tekerrürdeki parsel ortasındaki iki ağaçta gerçekleştirilmiştir. Ölçümler her bir ağacın dört bir yönünden (doğu, batı, kuzey ve güney) ve güney-doğu ve güney-batısından ağaç gövdesinden 2 m ile 3 m mesafede, yerden 2 m yükseklikte, infrared termometre yere paralel olacak şekilde 3 yinelemeli olarak yapılmıştır. Ölçümler esnasında, görüş alanına yalnızca bitki tacının girmesine özen gösterilmiştir. Ölçümlerin ortalaması alınarak o konunun ortalama ta sıcaklığı bulunmuştur (Glen et al., 1989; Andrews et al., 1992; Evsahibioğlu, 1995). Ayrıca lüm anındaki meteorolojik parametreler enstitü içerisindeki Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait otomatik meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir.

lümlere K2 ve K3 konusunda sulamaların başlamasından 2 hafta sonra tüm konularda başlanmış, sulamaların sona ermesine kadar devam etmiştir. Ölçümler her hafta arşamba günleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.10 İnfared termometre ölçümü



Şekil 3.11 İnfared termometre

Bitki su stres indeksi (CWSI)'nin belirlenmesinde ise deneysel yaklaşım olarak bilinen Idso (1981) yönteminden yararlanılmıştır. Bunun için iyi sulanan

konuda (K2), sulamadan 1 gün sonra 10:00-16:00 saatleri arasında saatte bir alınan ölçümlerden belirlenen T_c-T_a ve buhar basıncı açığı (VPD) değerlerinin doğrusal regresyonuyla alt baz çizgisi oluşturulmuştur. Bitkilerin tamamen su stresi altında bulunduğu transpirasyon yapmadığı kabul edilen üst sınırdaki T_c-T_a değeri ise kuru termometre değerine 5°C eklenmesi ile oluşturulmuştur (Möller et al. 2007; Ben Gal et al. 2009; Reinert et al., 2012). CWSI değerleri anılan grafikten yararlanılarak belirlenmiştir. CWSI'yı belirlemede kullanılacak eşitlik aşağıda verilmiştir (Gencoğlan ve Yazar, 1999; Ödemiş ve Baştuğ, 1999). CWSI değeri, stres düzeyine bağlı olarak $\text{CWSI}=0$ (minimum stres) ve $\text{CWSI}=1$ (maksimum stres) arasında değişmektedir (Ödemiş ve Baştuğ, 1999).

$$\text{CWSI} = \frac{[(T_c - T_a) - LL]}{UL - LL}$$

Eşitlikte;

T_c : Taç sıcaklığı, ($^\circ\text{C}$);

T_a : Hava sıcaklığı, ($^\circ\text{C}$);

LL: Bitkide su stresinin olmadığı alt sınır (bitkilerin potansiyel hızda transpirasyon yaptığı sınır değeri);









UL: Bitkilerin tamamen stres altında olduğu üst sınır (bitkinin transpirasyon yapmadığı varsayılan sınır değeri).

Buhar basıncı açığını hesaplamada temel psikrometre eşitliklerinden yararlanılmıştır (Allen et al. 1998). Çalışmada infrared termometre ölçümlerinin başında, ortasında ve sonunda ıslak ve kuru termometre okumaları deneme alanı içerisinde yerden 2 m yükseklikte gölgede yapılmıştır.

3.2.5 Zeytin meyve analizleri

3.2.5.1 Olgunluk indeksi (Oİ)

Hasat edilen zeytinler içinden rastgele alınan 100 adet zeytin Şekil 3.12 verilen kategorilere göre sınıflandırılmış ve her bir sınıfa düşen zeytin adedi sayılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla olgunluk indeksi (Oİ) hesaplanmıştır (Vinha vd., 2005).

	0 – Meyve kabuğu yeşil ya da koyu yeşil
	1 – Meyve kabuğu sarı, ya da sarımsı yeşil
	2 – Meyve kabuğu sarımsı fakat meyvenin yarından azında renk değişimi
	3 – Meyvenin yarından fazlasında renk değişimi (kızarma, morarma)
	4 – Meyve kabuğu siyah eti tamamen beyaz
	5 – Meyve kabuğu siyah, meyve etinin yarından azı mor
	6 – Meyve kabuğu siyah, meyve etinin yarından fazlası mor
	7 – Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen koyu renkli

Şekil 3.12 Meyve olgunluğu grupları ve olgunluk dereceleri (Cebeci, 2007)

$$Oİ = (a \times 0 + b \times 1 + c \times 2 + d \times 3 + e \times 4 + f \times 5 + g \times 6 + h \times 7) / 100$$

Eşitlikte;

a, b, c, ... , h her biri kategorideki zeytin adedidir.

3.2.5.2 Et/çekirdek oranı

Rasgele seçilecek zeytinlerden 100 g tartıldıktan sonra meyve eti çekirdekten ayrılmıştır. Çekirdekler iyice temizlendikten sonra, tartılmış, toplam ağırlıktan çekirdek ağırlığı çıkarılmıştır. Et ağırlığı tespit edilerek çekirdek ağırlığı et ağırlığı ile kıyaslanmıştır (Uylaşer vd., 2008).

3.2.5.3 Nem ve yağ içeriği

Nem tayini TS 7630'ya göre yapılmıştır (Anonim, 1989). Bu amaçla zeytin örnekleri çekirdekleri ile birlikte havanda iyice ezildikten sonra 5 g kadar örnek tartılarak 105 ± 1 °C'de etüvde 4 saat tutularak % nem miktarı tayini yapılmıştır.

Yağ tayini TS 7630'a göre yapılmıştır (Anonim, 1989). Bu amaçla zeytin numuneleri çekirdekleri ile birlikte havanda iyice ezildikten sonra 10 g kadarı kaba filtre kâğıdı üzerinde tartılmış ve nemi giderilinceye kadar 105 ± 1 °C'de 4 saat kurutulmuştur. Bu örnekler filtre kâğıdıyla birlikte kartuşa konulmuş ve Soxhlet

Ekstraksiyon cihazında Merck marka n-hekzan kullanarak 8 saat ekstraksiyona tabi tutularak % yağ miktarları tayin edilmiştir.

3.2.6 Verilerin işlenmesi ve istatistiksel analizi

Verilerin istatistiksel analizlerinde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır. Veri grupları arandaki farkın önemli olup olmadığı varyans analizi (PROC ANOVA) ile belirlenmiştir. Farkın önemli olması durumunda farklı çıkan gruplar Duncan testi ile belirlenmiştir.

Veriler arasındaki ilişkiler, tek değişkenli regresyon analizleri ile saptanmıştır.

Tek değişkenli regresyon analizinde, önce veri setlerinin saçılma diyagramları oluşturulmuş. Daha sonra bu veri setlerine göre araştırmada tek değişkenli regresyon modeli seçilmiştir. Söz konusu model ilişkin eşitlik Çizelge 3.4'de verilmiştir. Eşitliğin elde edilmesinde en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. En uygun modelin seçimi; korelasyon katsayısı (r) ve belirtme katsayısı (R^2) olmak üzere iki farklı kritere göre yapılmıştır. Söz konusu modelin seçiminde en yüksek R^2 ve r değerleri göz önüne alınmıştır (Demir et al. 2004).

Çizelge 3.4 kullanılan model ve eşitlik (SPSS 21)

MODEL	EŞİTLİK
DOĞRUSAL MODEL	$Y = a + b x$

4 BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi

K2 ve K3 konularında sulama uygulamalarına, toprakta kullanılabilir nem kapasitesinin yaklaşık %50'si tüketildiğinde başlanmış ve yağışların başlamasıyla son verilmiştir. İlbahar yağışlarına bağı olarak sulamalara, 2014 yılında haziran ayının üçüncü haftası, 2015 yılında ise temmuz ayının ilk haftasında başlanmış; 2014 ve 2015 yılında eylül ayının son haftasında son verilmiştir. Deneme yıllarında, K4 ve K5 konularında sulamalar fenolojik dönemler (Çizelge 4.1) göz önüne alınarak çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi dönemleri için sırasıyla temmuz, ağustos ve eylül aylarının ilk on günü içerisinde olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Deneme yıllarında sulama sezonu boyunca konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2 verilmiştir.

Çizelge 4.1 Zeytin ağaçlarında fenolojik dönemler (Tubedileh et al., 2004)

FENOLOJİK OLAY	DONEMİ
Sürgün büyümesi	Kış sonu – yaz başlangıcı, sonbahar
Çiçek tomurcuğu oluşumu	Şubat – Nisan
Çiçeklenme	Nisan – Mayıs
Meyve tutumu	Mayıs – Haziran
Meyve gelişimi – çekirdek sertleşmesi (hücre bölünmesi)	Haziran – Temmuz
Meyve gelişimi (hücre büyümesi)	Ağustos – Hasat

Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarı iki yılın ortalamasına göre 0 ile 661 mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Haziran ayında yeterli yağış düşmesi nedeniyle 2015 yılında sulamalara geç başlanması özellikler K2 konusunda sulama suyu ihtiyacını azaltmıştır.

Çizelge 4.2 Zeytin ağaçlarına konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları (I, mm) ve bitki su tüketimi değerleri (ET,mm)

YIL	SULAMA KONULARI									
	K1		K2		K3		K4		K5	
	I	ET	I	ET	I	ET	I	ET	I	ET
2014	0	166	716	762	237	362	158	288	79	220
2015	0	228	603	719	197	388	151	331	76	282
Ortalama	0	197	661	740	217	375	154	309	78	251

Aşık et al. (2014), Bornova koşullarında farklı sulama konularının Memecik zeytin çeşidinin verimi, fizyolojik ve morfolojik gelişimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar deneme konularını, A sınıfı buharlaşma kabından 5 günde oluşan yığılımlı buharlaşma miktarının %25 (S0.25), %50 (S0.50), %75 (S0.75), %100 (S1.00) ve %125 (S1.25)'i dikkate alınarak; biri de 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde (Sc) oluşturmuşlardır. Araştırmada konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları 175-874 mm arasında değişmiştir.

Gucci et al. (2019) meyve gelişiminin farklı dönemlerinde su kısıtının meyve gelişimi, verim ve yağ kalitesi üzerine etkisini araştırdığı iki yıllık çalışmada kontrol konusuna birinci yıl 2277 m³ ha⁻¹, ikinci yıl ise 1648 m³ ha⁻¹ su uygulamıştır.

Hidalgo et al. (2011), İspanya'da iki farklı bölgede yürüttükleri çalışmada geleneksel ve entansif yetiştiriciliğin yapıldığı iki farklı zeytin bahçesinde Picual zeytin çeşidinin 5 farklı sulama stratejisine tepkisini ortaya koymuşlardır. Geleneksel yetiştiriciliğin yapıldığı La Loma bölgesinde 25 yaşlı (204 ağaç ha⁻¹) zeytin ağaçlarında en yüksek su uygulanan konuda sulama suyu miktarı 2488 m³ ha⁻¹ ile 5540 m³ ha⁻¹ arasında değişmiştir. La Loma Bölgesinde ise söz konusu değer 1848 m³ ha⁻¹ ile 3986 m³ ha⁻¹ arasında değişmiştir.

Konulara ait toplam bitki su tüketimi değerleri her iki yılın ortalamasına göre 197 mm ile 740 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2).

Yarı kurak iklim koşullarında yetişkin zeytin ağaçlarının bitki su tüketimi değerleri 700 mm ile 900 mm arasında değişmektedir (Goldhammer et al, 1994; Moriana et al, 2003; Grattan et al, 2006; Hidalgo et al, 2011).

Aşık et al. (2014), Bornova koşullarında Memecik zeytin ağaçlarında konulara göre bitki su tüketimi değerlerini 253-902 mm arasında bulmuşlardır. Özkara ve Özyılmaz (1989), ise İzmir- Kemalpaşa'da yüzey sulama yöntemi ile sulanan Memecik zeytin ağaçlarının mevsimlik su tüketimini 616 mm, toplam sulama suyu ihtiyacını 235 mm olarak belirlemiştir.

Romana (1988), Akdeniz bölgesi için zeytin ağaçlarının yıllık su gereksiniminin 750 mm olduğunu ve tamamlayıcı sulama için 200-250 mm arasında suya ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Correa-Tedesco et al. (2010) Arjantin'de zeytin ağaçlarında yaptıkları çalışmada sulama konularına göre damla sulama yöntemiyle 334-914 mm arasında değişen sulama suyu uygulamışlardır.

Araştırmacıların buldukları sonuçlarla bu araştırmanın sonuçları arasında farklılıklar ve benzerlikler vardır. Farklılıkların çeşit özelliklerinden ve meteorolojik koşullardaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yıllara ve yılların ortalamasına göre, her bir konuya uygulanan toplam sulama miktarının K2 konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarına oranları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde K4 konusuna, K2 konusuna göre %77, K5 konusuna ise % 89 kısıt uygulandığı görülmektedir.

Çizelge 4.3 konulara uygulanan toplam sulama suyunun K2 konusuna uygulanan toplam sulama suyuna oranı (%)

Sulama konuları	2014	2015	Ortalama
K1	0	0	0
K2	100	100	100
K3	33	33	33
K4	22	23	23
K5	11	11	11

4.2 Verim

Deneme konularında ağaç başına elde edilen ortalama verim değerleri Çizelge 4.4'de ve Şekil 4.1'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede 2014 ve 2015 yıllarının ortalamasına göre konular arasında önemli fark bulunmamıştır. Bunun nedeni zeytin bitkisinin periyodisite özelliği göstermesidir. Bu nedenle bu çalışmanın da uzantısı olduğu Akkuzu vd. (2015), tarafından 2012-2014 yıllarında aynı alanda ve aynı konularda yürütülen TÜBİTAK (112O317) projesine ait 2012 ve 2013 verileri de dikkate alınarak bir değerlendirme yapılmıştır, dört yılın ortalamaları incelendiği zaman, konular arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Çizelge 4.4 verilerine göre K1 ve K2 konuları farklı guruplarda yer almışlardır, diğer taraftan K2, K3 ve K4 konuları aynı grupta yer almaları söz konusudur.

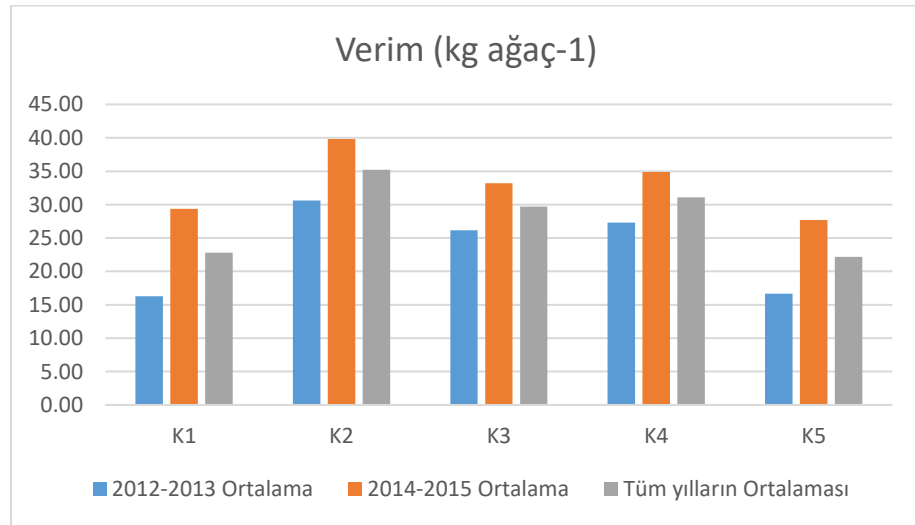
Çizelge 4.4 Sulama konularına göre elde edilen verim değerleri (kg ağaç⁻¹)

Konular	2012 ve 2013 yıllarının ortalaması*	2014 ve 2015 yıllarının ortalaması	Tüm dört yılın ortalaması
K1	16.26	29.35 (NS)	22.80 (b)
K2	30.62	39.80 (NS)	35.21 (a)
K3	26.15	33.22 (NS)	29.68 (ab)
K4	27.29	34.86 (NS)	31.08 (ab)
K5	16.65	27.70 (NS)	22.17 (b)

P ≥ 0.05, NS: önemsiz. P < 0.05 önemli

NOT: Ortalama verim değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

* 2012 ve 2013 yıllarının ortalama verileri TÜBİTAK-112O317 nolu projeden alınmıştır.



Şekil 4.1 2012, 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait verim değerlerinin değişimi (kg ağaç⁻¹)

2014 ve 2015 yıllarına ait verilerine göre ağaç başına en düşük verim 27.70 kg ile K5 konusundan, en yüksek verim ise 39.80 kg ile K2 konusundan elde edilmiştir. Konulardan elde edilen verim değerlerinde yıllar arasında gözlenen önemli farklılıklar zeytinin genetiğinde var olan periyodisiteden kaynaklanmaktadır. Konulara ait dört yıllık ortalama verimler incelendiğinde, en düşük verimin 22.17 kg ile K5 konusunda, en yüksek verimin ise 35.21 kg ile K2 konusunda olduğu görülmektedir. Varyans analizi, periyodisite etkisinden dolayı dört yılın ortalaması dikkate alınarak yapılmıştır.

Gucci et al. (2019) fenolojik dönemlere göre iki farklı su kısıtının meyve gelişimi, verim ve yağ kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmada kısıt konularından elde ettiği verimin kontrol konusunun %70 ve 81'i kadar olduğunu, bununla birlikte verim etkinliği açısından bir fark bulunmadığını bildirmiştir.

Aşık vd. (2011), Bornova koşullarında zeytinde farklı sulama konularında yürüttükleri çalışmada konulara göre verim değerlerinin 24.9 - 37.4 kg ağaç⁻¹ arasında değiştiğini, konular arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığını ifade etmişlerdir. Özkara ve Özyılmaz (1989), yaptıkları çalışmada, Memecik zeytin çeşidinde ortalama en yüksek verim değerini (54.82 kg ağaç⁻¹) çiçeklenme sonu ve çekirdek sertleşmesi dönemlerinde olmak üzere 2 kez sulama yapılan konudan elde etmişlerdir. Bu verim değerlerinin çalışmada bulunan ortalama verim değerlerine göre daha yüksek olmasının nedeninin araştırmacıların ağaçların sadece çok ürün verdikleri yılları dikkate almalarında kaynaklandığı düşünülmektedir (Aşık vd., 2011).

Vossen (2009), zeytin ağaçlarında verimin <1-20 ton ha⁻¹ arasında değişebildiğini, kararlı bir durumda verimin 9 ton ha⁻¹ civarında olduğunu bildirmiştir.

Patumi et al. (1999), Pastor et al. (1999), Sikaoui et al. (2014), sulamanın verimi arttırdığını, ancak sulama düzeylerine bağlı olarak değişiklik göstermediğini belirtmişlerdir. Bunun yanında Correa-Tedesco et al. (2010), tarafından Manzanilla zeytin çeşidinde yapılan bir çalışmada, sulama konularına göre verimler arasında ilk yıl için fark bulunmamıştır ancak ikinci yıl en yüksek verim %75 ve %85 konularından elde edilmiştir. Gomez-Rico et al. (2007), İspanya'da 4 yıl boyunca susuz ve 3 farklı sulama düzeyi olmak üzere toplam 4 konulu olarak yürüttükleri bir çalışmada, sulanan konuların ağaç başına verimleri arasında farklılık olmadığını belirlemişlerdir (Aşık vd., 2011). Goldhamer (1999), Kaliforniya'da Manzanilla

zeytin çeşidinde kritik dönemler dışında uygulanan %50 su kısıtının verimi etkilemediğini belirtmiştir. Alegre et al. (2002); Girona et al. (2000), ağaçlarda kritik dönemlerde meydana gelen stresin verimi etkilediğini ifade etmiştir. Moriana et al. (2002), yaz aylarında ve dönemleri dikkate alarak oluşturulan kısıtlı sulama uygulamalarında verimler arasında fark olmasına rağmen yağ veriminde bir fark bulunmadığını ifade etmiştir.

Perica et al. (2011), Hırvatistan da dört farklı yerel çeşit üzerinde yaptıkları çalışmada susuz, hafif tuzlu ve yüksek tuzlu su uygulanan yetişkin zeytin ağaçlarında verimi karşılaştırmıştır. Araştırmacılar verim açısından sulama uygulamaları arasında fark bulunmadığını bildirmiştir. Ben-Ahmed et al. (2007) Tunus'da Chemlali zeytin çeşidine damla sulama ile bitki su tüketiminin 3 farklı düzeyinde (%0, %33 ve %66) su uygulamışlar ve araştırma sonucunda %33 ve %66 konuları arasında bir fark bulunmadığını, buna karşın susuz konusunun diğer iki konudan istatistiksel olarak farklı olduğunu belirtmişlerdir. Iniesta et al. (2009), İspanya'da Arbequnia zeytin çeşidinde yürüttükleri 3 yıllık bir araştırmada, zeytin ağaçlarına tam ve iki farklı kısıt konusu uygulamışlar ve araştırma sonucunda en yüksek verimin tam konusundan elde edildiğini ve kısıt konuları arasında bir fark gözlenmediğini belirtmişlerdir (Aşık vd., 2011).

Goncalves (2018) Portekiz'de farklı kısıtlı sulama stratejilerinin zeytinde verim ve yağ kalitesini araştırdığı çalışmasında kontrol konusu ile karşılaştırdığında kısıt konularında önemli bir fark bulunmadığını, ancak çiftçi koşullarındaki kısıt konusunda bir fark oluştuğunu bildirmiştir.

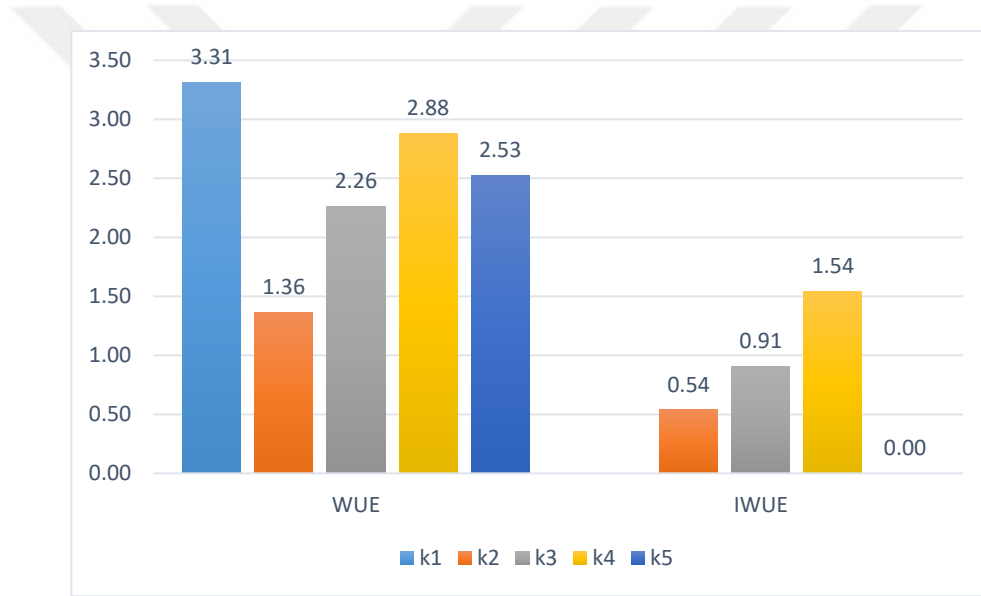
Araştırmanın bulguları bazı araştırmaların bulguları ile benzerlik gösterirken bazıları ile farklılık göstermektedir. Bu farklılık çeşit özelliği ile açıklanabilir. Martin-Vertador and Dodd (2011), zeytinin suya karşı gösterdiği tepkinin kuvvetle çeşide bağımlı olduğunu belirtmiştir. Memecik zeytin ağaçlarında sulama ile ortalama verimde bir artış sağlanmasıyla birlikte, periyodisitenin yok edilememesi nedeniyle verim açısından daha uzun bir sürede konular arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yaratmaktadır.

Çalışmada konulara göre su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) Çizelge 4.5'de ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde en yüksek su kullanım etkinliği 3.31 kg m^{-3} ile K1 konusunda, en düşük ise 1.36 kg m^{-3} ile K2 konusunda bulunmuştur. En düşük sulama suyu

kullanım etkinliği K2 konusunda, en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği ise K5 konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.5 Zeytin ağaçlarında ilişkin su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri (286 ağaç ha⁻¹)

KONU	Ortalama Verim (kg ha ⁻¹)	Ortalama WUE (kg m ⁻³)	Ortalama IWUE (kg m ⁻³)
K1	6 521	3.31	-
K2	10 070	1.36	0.54
K3	8 488	2.26	0.91
K4	8 889	2.88	1.54
K5	6 341	2.53	0



Şekil 4.2 WUE ve IWUE değişimi (kg m⁻³)

4.3 Fizyolojik Bulgular

4.3.1 Ksilem su potansiyeli

Deneme yıllarında sulama konularına göre zeytin ağaçlarında ksilem su potansiyeli değişimi ve ortalamaları 2014 ve 2015 yılları için sırasıyla Çizelge 4.6'de, Çizelge 4.7'de, Şekil 4.3'de ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 2014 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi (Ψ_s , MPa)

Konular/Tarih	25.06.2014	09.07.2014	23.07.2014	06.08.2014	20.08.2014	03.09.2014	10.09.2014	Ortalama
K1	-1.99(ns)	-3.01(c)	-3.48(d)	-4.16(e)	-4.15(e)	-5.42(d)	-4.80(e)	-3.86(c)
K2	-1.56(ns)	-2.14(a)	-2.00(a)	-2.09(a)	-2.06(a)	-2.21(a)	-2.07(a)	-2.02(a)
K3	-1.72(ns)	-2.26(ab)	-2.37(b)	-2.79(b)	-2.38(b)	-2.29(a)	-2.81(b)	-2.37(ab)
K4	-1.99(ns)	-2.21(a)	-2.78(c)	-3.16(c)	-2.83(c)	-2.98(b)	-3.93(c)	-2.84(b)
K5	-1.99(ns)	-2.54(b)	-2.84(c)	-3.56(d)	-3.17(d)	-3.50(c)	-4.39(d)	-3.14(bc)

$P \geq 0.05$, NS: önemsiz. $P < 0.05$ önemli

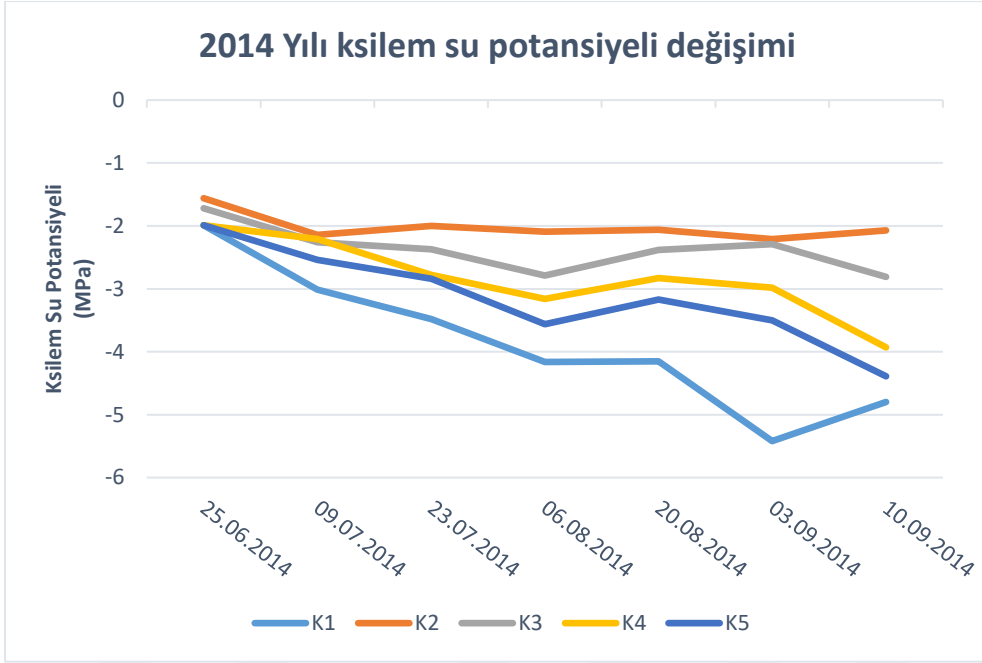
NOT: Ortalama KSP değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.7 2015 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi (Ψ_s , MPa)

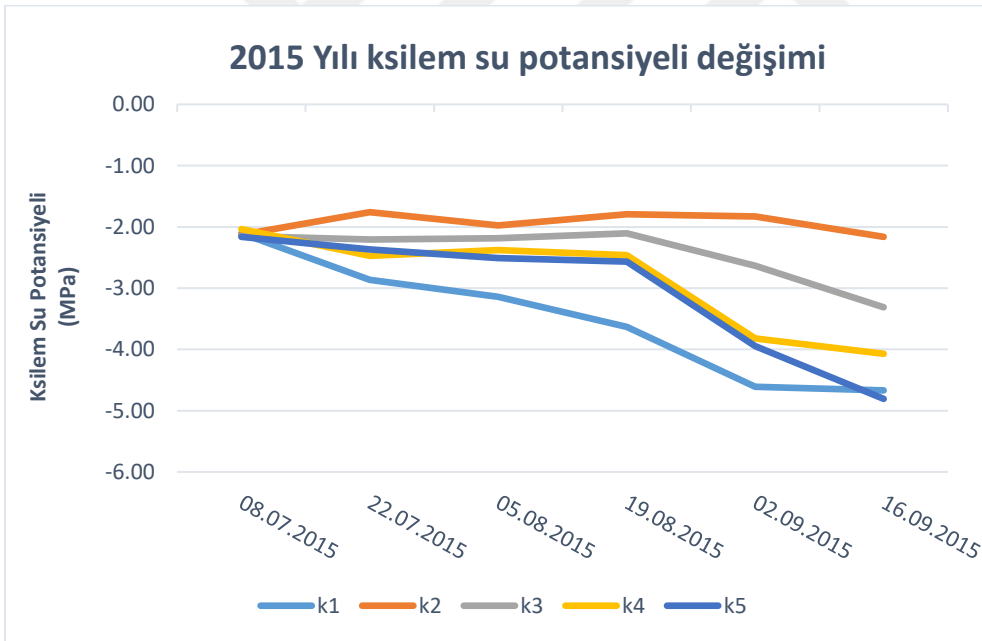
Konular/Tarih	08.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	16.09.2015	Ortalama
K1	-2.10(ns)	-2.86(d)	-3.14(d)	-3.63(d)	-4.61(d)	-4.67(d)	-3.50(d)
K2	-2.13(ns)	-1.76(a)	-1.98(a)	-1.79(a)	-1.83(a)	-2.16(a)	-1.94(a)
K3	-2.15(ns)	-2.21(b)	-2.19(b)	-2.10(b)	-2.63(b)	-3.31(b)	-2.43(b)
K4	-2.04(ns)	-2.47(c)	-2.38(c)	-2.46(c)	-3.82(c)	-4.07(c)	-2.87(bc)
K5	-2.16(ns)	-2.37(bc)	-2.51(c)	-2.56(c)	-3.94(c)	-4.81(d)	-3.06(c)

$P \geq 0.05$, NS: önemsiz. $P < 0.05$ önemli

NOT: Ortalama KSP değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.



şekil 4.3 2014 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi (Ψ_s , MPa)



şekil 4.4 2015 yılı sulama konularına göre ksilem su potansiyelinin değişimi (Ψ_s , MPa)

Çizelge 4.6 incelendiğinde, denemenin ilk yılında en yüksek ve en düşük ksilem su potansiyeli sırasıyla -1.56 MPa ve -5.42 MPa olarak ölçülmüştür. En yüksek değer K2 konusunda elde edilirken, en düşük değer K1 konusunda bulunmuştur. Konulara ait ortalama KSP değerleri ise -2.02 MPa ile -3.86 arasında değişmiştir. Tarihlerle göre yapılan Duncan testine göre dönemin sonlarına doğru

konular arasında önemli fark gözlemlenmiştir. Ortalamalara göre yapılan Duncan testine göre K1 farklı, K3 ve K4 aynı ve K5 ve K1 de aynı grupta yer almışlar.

Aynı şekilde Çizelge 4.7 incelendiğinde, denemenin ikinci yılında en yüksek ve en düşük KSP değerleri -2.04 MPa ile -4.81 MPa olarak belirlenmiştir. En yüksek değer K4 ve düşük değer K5 konusunda ölçülmüştür. Konulara ait ortalama KSP değerleri ise -1.94 MPa ile -3.50 arasında değişmiştir. Ortalamalara göre en yüksek değer K2 ve en düşük değer K1 konusunda elde edilmiştir. Tarihler göre yapılan Duncan testine göre dönemin başında önemli fark görülmemekle birlikte dönemin sonlarına doğru konular arasındaki fark artmıştır. Ortalamalara göre yapılan Duncan testinde göre, K4 ve K5 aynı grupta yer alırken diğer tüm konular farklı gruplarda yer almaktadır.

Zeytin ağaçlarında su stresinin ilk belirtisi yaprakların erken yaşlanması ve dökülmesidir. Su stresi gözle görülür bir hal almadan önce yapraklar dokularındaki su içeriğinin %40'ını kaybetmekte ve oldukça düşük bir yaprak potansiyeline (-6 MPa hatta -8 MPa) ulaşabilmektedirler (Rhizoupoulou et al. 1991). Bu durumda zeytin ağaçlarında bitki yaprakları ile kökleri arasında oldukça yüksek su potansiyeli farkı oluşur. Yapılan çalışmalar zeytinde turgor noktasının -3.5 MPa olduğunu, bununla birlikte zeytinin -6 MPa hatta -7 MPa ya kadar transpirasyon ve fotosentez yeteneğini kaybetmediğini göstermektedir (Lo Gullo ve Salleo 1998, Rieger 1995; Xiloyannis et al. 1988, Angelopoulos et al. 1996 ve Dichio et al. 2005).

Grattan et al. (2006) yaptıkları iki yıllık çalışmada, sık dikilmiş zeytin ağaçlarında farklı sulama konularını ele almışlardır. Çalışmada, sulama düzeyleri ilk yıl için bitki su tüketiminin %15, %25, %40, %57, %71, %89 ve %107'si ve ikinci yıl için bitki su tüketiminin %28, %33, %55, %74, %93, %117 ve %140'ı belirlenmiştir. Araştırmacılar, sulama düzeylerine göre ksilem su potansiyelini -0.2 ile -4.1 MPa arasında bulmuşlardır.

Ben-Gal et al., (2010); Ortega-Farías and López-Olivari, (2012); Marra et al., (2016); Ahumada et al., (2017). Yaz aylarında meydana gelen yüksek buhar basıncı açığı ve yüksek meyve yükü koşullarında iyi sulanan ağaçlarda bile su potansiyelinin -2 MPa' ın altına inebileceğini bildirmiştir.

4.3.2 Stoma iletkenliği

Bitkilerin su stresine karşı gösterdikleri en önemli tepkilerden biri yapraklardaki stomalarını kapatarak transpirasyon yoluyla meydana gelen su kaybını azaltmalarıdır. Deneme yıllarında sulama konularına göre zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği değerlerinin değişimi ve ortalama değerleri 2014 ve 2015 yılları için sırasıyla izelge 4.8 ve izelge 4.9'da, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.



Çizelge 4.8 2014 yılı sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Konular/Tarih	25.06.2014	02.07.2014	09.07.2014	16.07.2014	23.07.2014	30.07.2014	06.08.2014	13.08.2014	20.08.2014	27.08.2014	10.09.2014	17.09.2014	24.09.2014	Ortalama
K1	305(c)	365(b)	255(c)	247(c)	390(c)	288(c)	211(d)	313(c)	299(c)	275(c)	282(c)	187(d)	214(e)	279(c)
K2	443(a)	493(a)	496(a)	493(a)	634(a)	555(a)	387(a)	593(a)	523(a)	506(a)	511(a)	392(a)	411(a)	495(a)
K3	375(b)	404(b)	402(b)	362(b)	453(b)	389(b)	298(bc)	451(b)	398(b)	349(b)	367(b)	297(b)	305(c)	373(b)
K4	305(c)	365(b)	397(b)	491(a)	481(b)	373(b)	311(b)	499(b)	408(b)	362(b)	368(b)	313(b)	331(b)	385(b)
K5	305(c)	365(b)	267(c)	353(b)	351(c)	345(b)	252(c)	355(c)	332(c)	308(c)	308(c)	262(c)	276(d)	314(c)

$P \geq 0.05$, NS: önemsiz. $P < 0.05$ önemli

NOT: Ortalama stoma iletkenliği değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.9 2015 yılı sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Konular/Tarih	01.07.2015	15.07.2015	22.07.2015	29.07.2015	05.08.2015	12.08.2015	19.08.2015	26.08.2015	02.09.2015	09.09.2015	16.09.2015	Ortalama
K1		264(b)	372(c)	323(d)	237(d)	259(d)	228(e)	288(c)	248(c)	257(d)	212(d)	269(c)
K2	365	340(a)	480(a)	443(a)	406(a)	434(a)	419(a)	463(a)	436(a)	461(a)	364(a)	425(a)
K3		322(a)	424(b)	400(b)	346(b)	348(b)	329(b)	337(b)	278(b)	309(b)	278(b)	337(b)
K4		288(b)	398(bc)	319(d)	355(b)	314(c)	298(c)	340(b)	283(b)	265(d)	246(c)	311(bc)
K5		272(b)	381(c)	362(c)	285(c)	297(c)	255(d)	301(c)	253(c)	285(c)	216(c)	291(c)

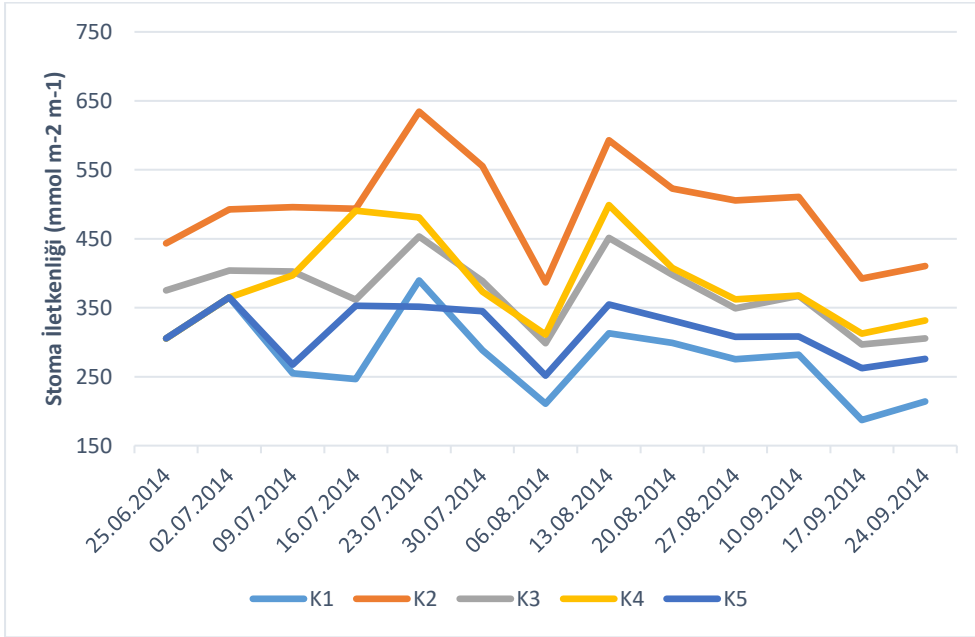
$P \geq 0.05$, NS: önemsiz. $P < 0.05$ önemli

NOT: Ortalama stoma iletkenliği değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

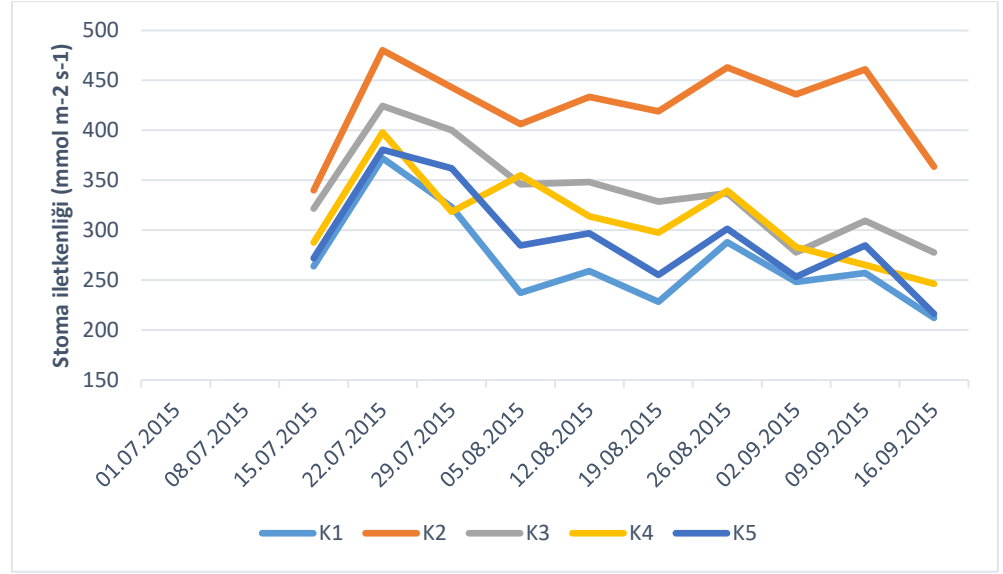
Çizelge 4.8 incelendiğinde, 2014 yılında, stoma iletkenliği değerleri 187 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 634 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiştir. En yüksek stoma iletkenliği değerleri K2 konusunda, en düşük ise K1 konusunda ölçülmüştür. Söz konusu yılda konulara ait ortalama stoma iletkenliği değerleri 279 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 495 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek stoma iletkenliği K2 konusunda, en düşük ise K1 konusunda bulunmuştur. Ortalamalara göre yapılan Duncan testinde tüm konular birbirinden ayrılmıştır.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, 2015 yılında, en yüksek ve en düşük stoma iletkenliği değerleri 212 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 480 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek stoma iletkenliği değerleri K2 konusunda, en düşük ise K1 konusunda ölçülmüştür. Söz konusu yılda konulara ait ortalama stoma iletkenliği değerleri 269 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 425 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiştir. Yine en yüksek stoma iletkenliği K2 konusunda, en düşük ise K1 konusunda bulunmuştur. Ortalamalara göre yapılan Duncan testinde tüm konular birbirinden ayrılmıştır.

2015 yılında teknik sorunlar yüzünden ölçüm ilk hafta gerçekleşmemiştir. 2014 ve 2015 yılları için stoma iletkenliği değişimleri Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'de verilmiştir. Yıl içinde ve yıllar arasında konulara ilişkin stoma iletkenliğinde farklılıklar meydana gelmiştir. Bunun temel nedeninin meteorolojik koşullardaki farklılıkların olduğu söylenebilir.



Şekil 4.5 2014 sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)



Şekil 4.6 2015 sulama konularına göre yaprak stoma iletkenliğinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Moriana et al. (2002), İspanya’da yaptıkları çalışmada, 18 yaşlı zeytin (Cv Picual) ağaçlarında VPD, YSP ve yaprak stoma iletkenliği ilişkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar gün ortasında VPD’nin düşük ve YSP’nin -1.6 MP olduğunda, yaprak stoma iletkenliğinin maksimum değere ulaştığını ($240 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) belirlemişlerdir. Araştırmacılar yaprak su potansiyeli düştüğünde, yaprak stoma iletkenliğinde de bir düşüş gözlemlemişler. Çalışmada farklı YSP düzeylerinde, VPD değerleri arttıkça, yaprak iletkenliğinin düşüş gösterdiğini ama YSP değeri -4 MP ’dan daha küçük olduğu zaman VPD ve yaprak stoma iletkenliği arasında pozitif yönlü bir ilişkinin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Pouyafard (2013), 2011 yılında Bornova Koşullarında saksıda yetiştirilen 2 yaşındaki Ayvalık zeytin fidanlarında yaptığı çalışmada sezon için stoma iletkenliği değerlerinin ortalamasını, I_{100} konusu için $645 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, I_{66} konusu için $431 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, I_{33} konusu için $325 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve susuz konusu için $38 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak hesaplamıştır.

Ben Ahmed et al. (2007), 12 yaşlı zeytin ağaçlarında 3 farklı sulama konusunu ele aldıkları çalışmada stoma iletkenliğini su uygulanmayan konu için $83 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, I_{33} konusu için $161 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve I_{66} konusu için $166 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçmüştür.

Giorio et al. (1999), İtalya’da genç zeytin ağaçlarında kuraklığın etkilerinin araştırıldığı çalışmada, susuz konusunda yaz boyunca stoma iletkenliği 23

mmol m⁻² s⁻¹ olarak bulunmuştur. Sardes et al. (2011) bağda yaptığı araştırmada, başlangıçta 630 mmol m⁻² s⁻¹ olan stoma iletkenliği değerleri meyve olgunlaşma döneminde 56 mmol m⁻² s⁻¹ ye kadar düşmüştür. Moriana et al. (2003) İspanya'nın Cordoba bölgesinde farklı kısıtlı sulama koşullarında 18 yaşlı zeytin ağaçlarında stoma iletkenliğini izledikleri çalışmada kontrol konusunda stoma iletkenliği değerlerinin 150-500 mmol m⁻² s⁻¹ arasında değiştiğini ve yaz aylarında anılan değerlerin yükseldiğini bildirmiştir. Ayrıca, araştırmacılar zeytinde en yüksek ve en düşük stoma iletkenliği değerlerinin mevsimlere göre değişebileceği gibi ağaçların meyve yükü olmasına göre de değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen stoma iletkenliği değerleri ile diğer araştırmacıların çalışma bulguları karşılaştırıldığında, stoma iletkenliği değerlerinde benzerlikler ve farklılıklar göstermiştir. Farklılıklar iklim, tür ve çeşit farklılığı ile açıklanabilir.

4.3.3 Taç ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a)

Zeytin ağaçlarında deneme sürecinde haftada bir ölçülen taç sıcaklıklarından hesaplanan ortalama taç sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) 2014 ve 2015 yılları için sırasıyla Çizelge 4.10'da ve Çizelge 4.11'de verilmiştir. Konulara ait (T_c-T_a) değerlerinin sezon içerisindeki değişimi 2014 ve 2015 yılları için Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de yer almaktadır.

Çizelge 4.10 2014 yılı yılında zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değerleri (°C)

KONU/TARİH	25.06.2014	02.07.2014	09.07.2014	23.07.2014	30.07.2014	06.08.2014	13.08.2014	20.08.2014	27.08.2014	10.09.2014	24.09.2014	ORTALAMA
K1	-0.11(b)	3.30(c)	1.24(d)	-0.69(d)	1.47(d)	2.15(d)	1.95(d)	0.14(c)	-0.24(c)	3.77(d)	0.99(d)	1.27(c)
K2	-1.54(a)	1.46(a)	-0.91(a)	-2.59(a)	-2.21(a)	-1.01(a)	-0.91(a)	-1.26(a)	-1.05(a)	-0.34(a)	-0.84(a)	-1.02(a)
K3	-1.17(a)	2.36(b)	-0.29(b)	-2.14(b)	-0.43(b)	0.34(b)	0.09(b)	-0.84(b)	-1.12(b)	1.72(b)	-0.56(ab)	-0.19(ab)
K4	-0.11(b)	3.30(c)	-0.08(b)	-1.97(bc)	-0.46(b)	0.58(bc)	0.56(bc)	-0.76(b)	-0.88(bc)	2.76(c)	-0.10(bc)	0.26(bc)
K5	-0.11(b)	3.30(c)	0.63(c)	-1.69(c)	0.29(c)	1.03(c)	0.96(c)	-0.06(c)	-0.42(bc)	2.77(c)	0.35(c)	0.64(bc)

P ≥ 0.05, NS: önemsiz. P < 0.05 önemli

NOT: Ortalama T_c-T_a değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.11 yılı 2015 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değerleri (°C)

KONU/TARİH	08.07.2015	15.07.2015	22.07.2015	29.07.2015	05.08.2015	12.08.2015	19.08.2015	26.08.2015	02.09.2015	16.09.2015	16.09.2015	ORTALAMA
K1	-1.80(ns)	0.85(c)	1.46(b)	1.63(d)	0.90(b)	0.92(d)	1.18(e)	0.84(d)	0.71(d)	0.15(c)	0.73(c)	0.75(c)
K2	-2.98(ns)	-1.98(a)	-0.85(a)	0.07(ab)	-0.69(a)	-1.81(a)	-1.20(a)	-2.24(a)	-1.70(a)	-1.34(a)	-1.65(a)	-1.49(a)
K3	-3.31(ns)	-1.38(b)	-0.47(a)	-0.04(a)	-0.27(ab)	-0.60(b)	-0.70(b)	-0.88(b)	-1.14(b)	-1.41(a)	-1.55(b)	-1.07(ab)
K4	-3.16(ns)	-1.39(b)	-0.14(a)	1.01(c)	-0.71(a)	-0.10(c)	-0.14(c)	-0.21(c)	-0.54(c)	-0.60(b)	-1.15(b)	-0.65(b)
K5	-2.90(ns)	-1.02(b)	-0.41(a)	0.40(b)	-0.27(ab)	-0.14(c)	0.59(d)	-0.49(c)	-0.60(c)	-0.17(c)	-1.16(b)	-0.56(b)

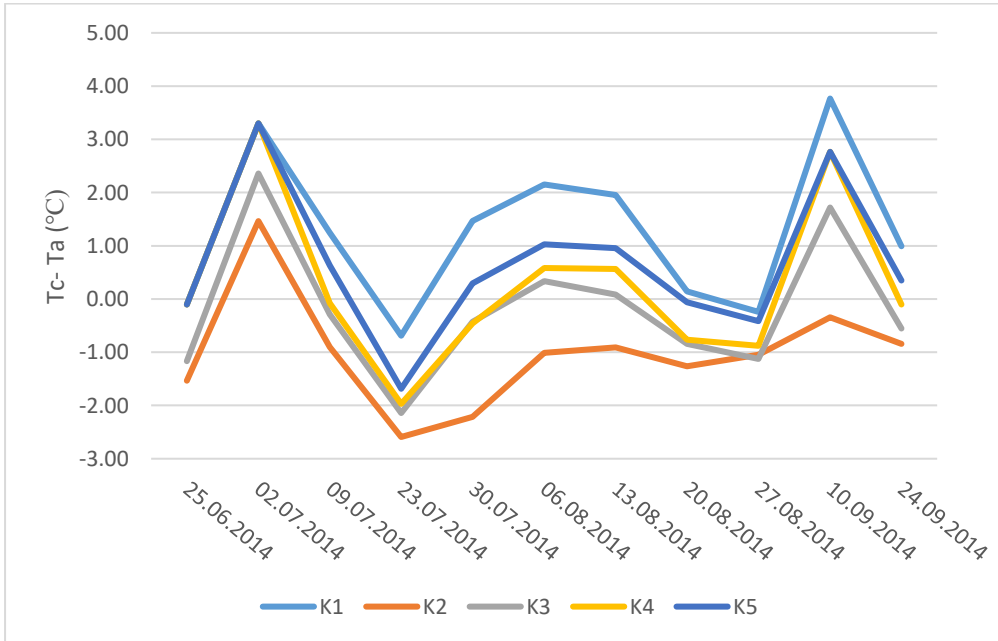
P ≥ 0.05, NS: önemsiz. P < 0.05 önemli

NOT: Ortalama T_c-T_a değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

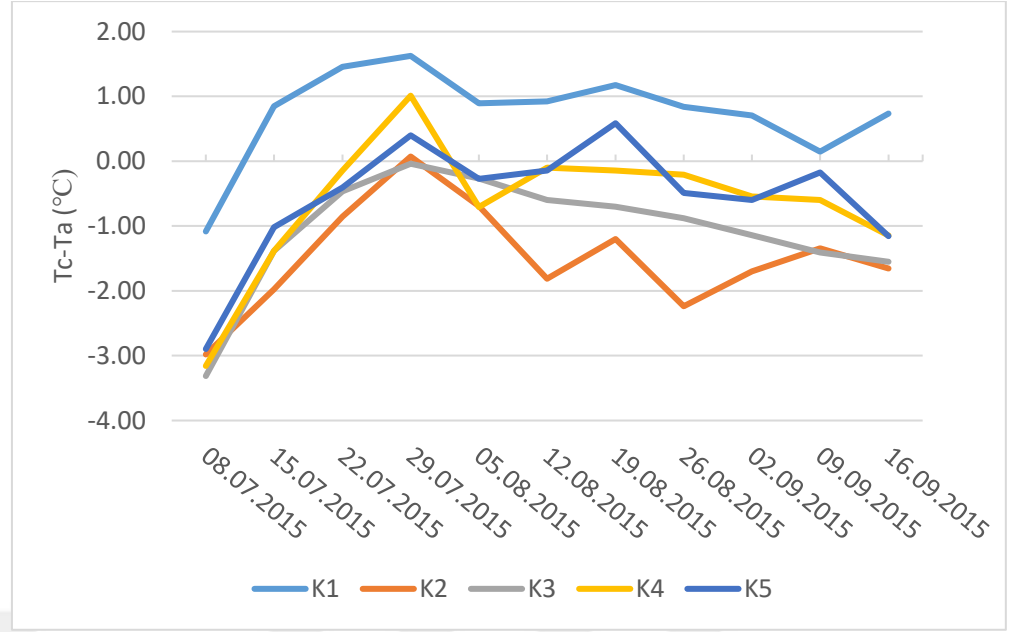
Konulara göre elde edilen T_c-T_a değerleri hava sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çizelge 4.10 incelendiğinde, 2014 yılında en yüksek ve en düşük T_c-T_a değerleri $3.30\text{ }^\circ\text{C}$ ile $-2.59\text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişmiştir. En yüksek T_c-T_a değerleri K1 konusunda, en düşük ise K2 konusunda ölçülmüştür. Söz konusu yılda konulara ait ortalama T_c-T_a değerleri $-1.02\text{ }^\circ\text{C}$ ile $1.27\text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişmiştir. En yüksek T_c-T_a değeri K1 konusunda, en düşük ise K2 konusunda bulunmuştur. Ortalamalara göre yapılan Duncan testinde K1 ve K2 konuları tam olarak ayrılmışlar. K4 ve K5 konuları K1 konusuyla, K3 konusu ise K2 konusuyla aynı grupta yer almaktadır.

Çizelge 4.11 incelendiğinde 2015 yılında en yüksek ve en düşük T_c-T_a değerleri $1.46\text{ }^\circ\text{C}$ ile $-3.31\text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişmiştir. En yüksek T_c-T_a değerleri K1 konusunda, en düşük ise K3 konusunda ölçülmüştür. Söz konusu yılda konulara ait ortalama T_c-T_a değerleri $-1.49\text{ }^\circ\text{C}$ ile $0.75\text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişmiştir. En yüksek T_c-T_a değeri K1 konusunda, en düşük ise K2 konusunda bulunmuştur. Ortalamalara göre yapılan Duncan testine göre K1, K2 ve (K3,K4,K5) olarak üç farklı grup olarak değerlendirilmiştir.

Her iki yılın verilerine bakıldığı zaman istatistiksel olarak T_c-T_a değerleri K1 ve K2 konular arasında önemli fark gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7 2014 yılı zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değişimi ($^\circ\text{C}$)



Şekil 4.8 2015 yılı zeytin ağaçlarında konulara göre T_c-T_a değişimi (°C)

Pouyafard (2013) Bornova koşullarında yaptığı çalışmada saksıda yetiştirilen 2 yaşlı Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarında T_c-T_a 'nın sezon ortalamasını, I_{100} konusu için -1.43 °C, I_{66} konusu için -1.04 °C, I_{33} konusu için -0.34 °C ve I_0 için 1.04 °C hesaplamıştır. Bu çalışmada Duncan testine göre tam konusu, sezon boyunca susuz konusu ile önemli farklılık göstermiştir.

Sdoodee et al. (2006) portakal ağaçlarında farklı sulama düzeyinde T_c-T_a 'nın değişimini inceledikleri çalışmada bu değerlerin uygulanan sulama suyu miktarına göre değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir. Söz konusu değerler 6 gün ara ile sulanan ağaçlar için 3.5 °C, 3 gün ara ile sulanan ağaçlar için 2 °C ve her gün sulanan ağaçlar için 1 °C olarak belirlenmiştir.

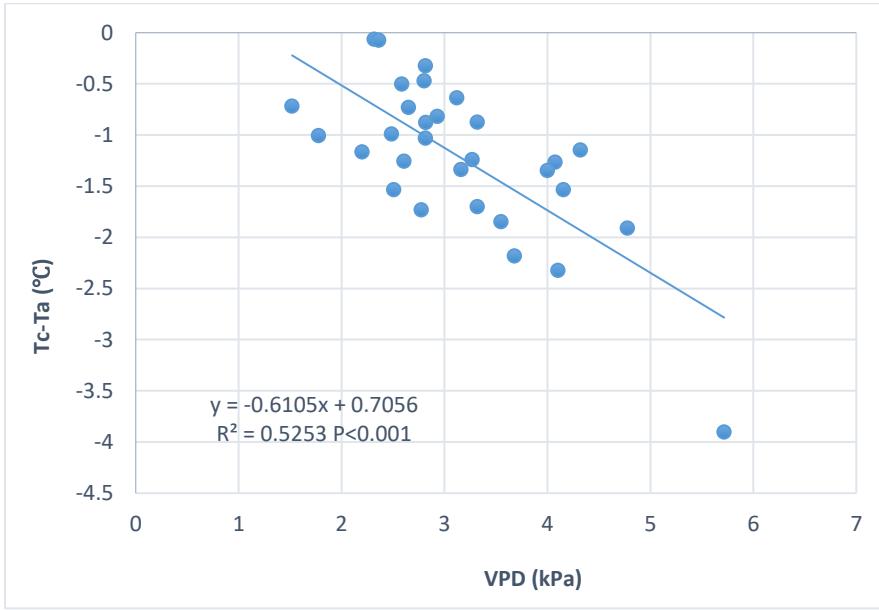
4.3.4 Bitki su stres indeksi (CWSI)

4.3.4.1 Buhar basıncı açığı (VPD)

Buhar basıncı açığı (VPD), kuru termometre sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı ile aynı sıcaklıktaki gerçek basınç, farkı alınarak bulunmaktadır (Idso et al. 1981).

4.3.4.2 Taç – hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki

Alt-baz grafiğini oluşturmak için her iki yılda dönem içerisinde K2 konusunda farklı günlerde üç kez ölçüm yapılmıştır. Aynı anda buhar basınç açığı (VPD) değerleri hesaplanmıştır. Ölçümler sabah saat 10:00'da başlatılmış ve bir saat aralıkla, akşam saat 16:00 kadar devam edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bitki su stres indeksinin hesaplanmasında kullanılan alt-baz eğrisi Şekil 4.9 verilmiştir.



Şekil 4.9 2014 ve 2015 yılları VPD ve T_c-T_a (°C) arasındaki regresyon ilişkisi

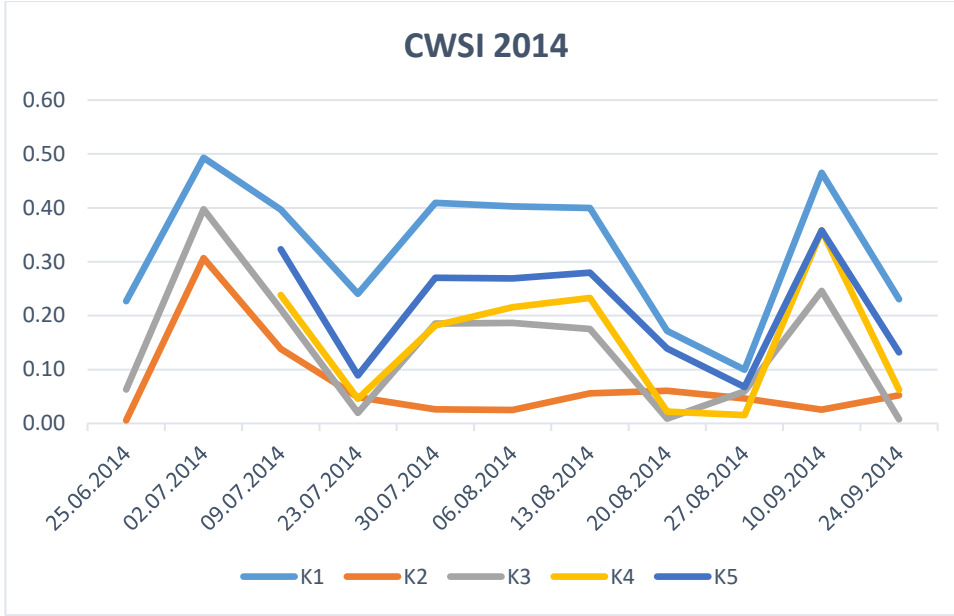
Alt baz grafiği üzerine iklim koşulları, toprak, bitki tür ve çeşidi etkilidir. Belli bir yöre için geliştirilen alt baz grafiğinin bir başka yörede kullanımını genellikle buhar basıncı açığı (VPD) sınır değerleri belirler (Gardner et al. 1992). VPD ile T_c-T_a arasında yapılan regresyon analizi sonucunda doğrusal bir ilişki ($R^2 = 0.52$) elde edilmiştir. Şekil 4.9 de görüldüğü gibi, VPD değeri arttıkça, T_c ve T_a arasındaki fark artmaktadır. Bu durumda, havanın buhar basınç açığı arttıkça transpirasyon artmakta ve yaprak sıcaklığı hava sıcaklığının altına düşmektedir. Elde edilen sonuç, bitki su stres indeksi (CWSI) hesaplamalarında maksimum transpirasyon gerçekleştiği koşullardaki T_c-T_a değerini veren alt baz grafiği olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen eşitlik $T_c-T_a = 0.7056 - 0.6105 (VPD) +$ olarak belirlenmiştir. Bu eşitlik diğer çalışmaların eşitlikleri ile benzerlik göstermektedir.

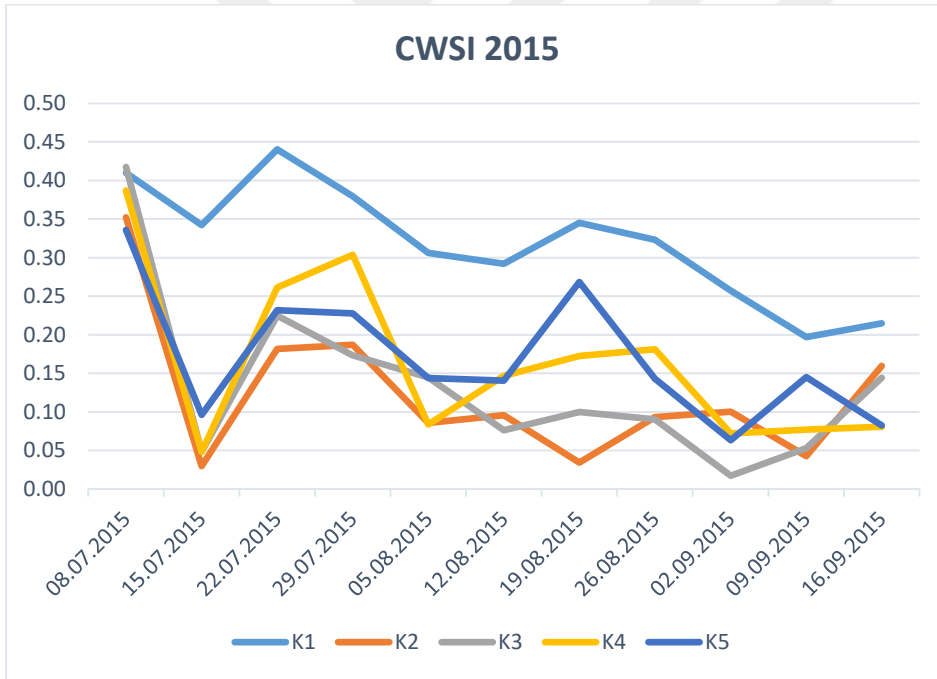
Glenn et al. (1989), şeftalide yaptıkları çalışmada buhar basıncı açığının 2.1 kPa'dan küçük olduğu durumda ($T_c - T_a = 1.48 - 3.04(\text{VPD})$; $R^2 = 0.67$), $\text{VPD} \geq 2.1$ kPa olduğu durumda ise stoma direncinin artması nedeniyle $T_c - T_a$ ile VPD arasında kürvilinear bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. Andrews et al. (1992) $T_c - T_a$ değişimini hesaplamak için Yeni Zelanda'da elma üzerine yaptığı çalışmada tam ve susuz konuları olarak 2 farklı sulama konusunu ele almış ve tam konusunda $T_c - T_a$ ve VPD arasındaki ilişkiyi linear regresyonla $R^2 = 0.17$ olarak hesaplamıştır. Sepaskhah and Kashefipour (1994), buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının farklı düzeylerinde sulama suyu uygulanan ve damla sulama ile sulanan tatlı limonda (Citrus Limetta) verim, kalite, CWSI ve yaprak su potansiyeli arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu çalışmada CWSI için alt baz grafiğini $T_c - T_a = 3.61 - 1.76(\text{VPD})$ olarak elde etmişlerdir. Köksal vd. (2010), Kiraz'da yaptıkları çalışmada $T_c - T_a$ ve VPD arasındaki doğrusal ilişkiyi iki farklı gün için bulmuşlardır. Eşitlikler $T_c - T_a = 0.3678 - 1.1(\text{VPD})$ ve $T_c - T_a = -0.058 - 1.1(\text{VPD})$ olarak verilmiştir. Pouyafard (2013) yaptığı çalışmada, $T_c - T_a$ ile VPD arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ($T_c - T_a = 2.6802 - 1.329(\text{VPD})$) belirtmiştir. Akkuzu et al. (2013), Bornova koşullarında Memecik zeytin ağaçlarında farklı kısıtlı sulama koşullarında bitki su stres indeksinin değişimini araştırdıkları çalışmada alt baz grafiği denklemini 2009 yılı için $T_c - T_a = 1.7827 - 0.8026(\text{VPD})$ ve 2010 yılı için $T_c - T_a = 1.2032 - 0.5601(\text{VPD})$ bulmuşlardır.

4.3.4.3 Bitki su stres indeksi (CWSI)'nin değişimi

Idso et al. (1981) yöntemine göre hesaplanan bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin konulara göre zamansal değişimi, 2014 ve 2015 yılları için sırasıyla, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekil 4.10 ve Şekil 4.11 incelendiğinde, denemenin ilk yılında en düşük ve en yüksek CWSI değerleri 0.01 ve 0.49 olarak bulunmuştur. En yüksek CWSI değeri K1 konusunda elde edilirken, en düşük değer K2 konusunda elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek ve en düşük CWSI değerleri 0.44 ve 0.03 olarak bulunmuştur. En yüksek CWSI değeri K1 konusunda ve en düşük değer ise K2 konusunda elde edilmiştir. Elde edilen CWSI değerleri 2014 yılı için ortalama olarak 0.07 ile 0.32 arasında değişmektedir. Bu değerler 2015 yılı için ise 0.12 ile 0.32 arasında değişmektedir.



Şekil 4.10 2014 yılı için bitki su stres indeksinin zamansal değişimi



Şekil 4.11 2015 yılı için bitki su stres indeksinin zamansal değişimi

Garcia et al. (2000), nektarın ağaçlarında CWSI'nin mevsimlik ve günlük değişimini inceledikleri çalışmamda, CWSI için alt baz eşitliğini $T_c - T_a = -1.3197 \text{ VPD} + 4.422$ olarak belirlemiştir. Çalışmada sulamaya CWSI-0.5 olduğunda başlanması önerilmiştir.

Gençel (2009), Adana’da mısır bitkisi üzerinde yaptığı iki yıllık çalışmada, CWSI indeks değerlerinin konulara göre zamansal değişimlerini incelemiştir. En sık sulanan konuda sulamadan hemen önce 0.35 ile 0.40 arasında olan değerlerin sulamadan sonra sıfıra kadar düştüğünü; hafif derecede su stresini oluşturan konuda ise 0.50 ile 0.55 değerlerine ulaştığı ve sulamadan sonra sıfıra yaklaştığı ifade edilmiştir.

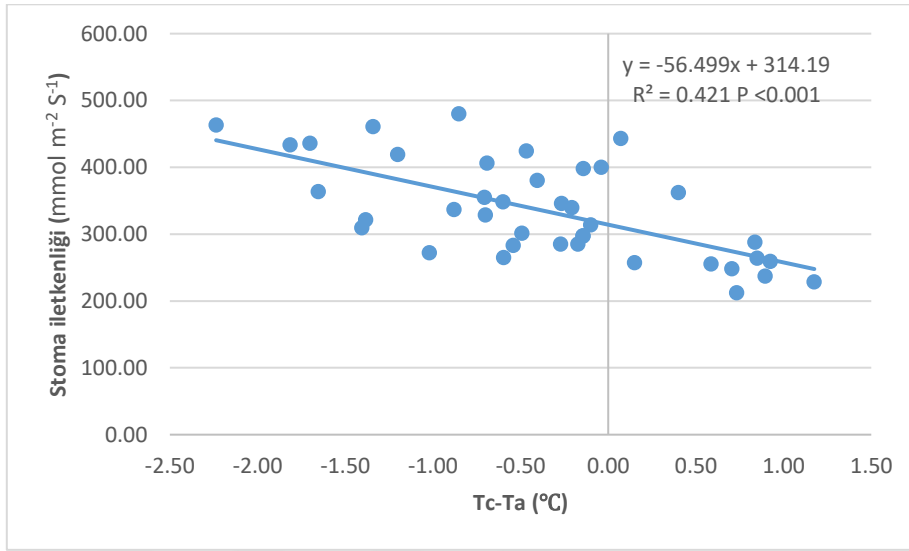
Testi et al. (2008), Kaliforniya’da yetişkin fıstık ağaçlarında tam ve kısıtlı su uygulanan iki farklı sulama konusunda bitki su stres indeksinin değişimini incelemiştir. Çalışmada eksilen suyun tamamının uygulandığı kontrol konusunda CWSI değerleri nadiren 0.2 değerini geçerken, kabuk sertleşmesi döneminde eksilen suyun %40’ının uygulandığı kısıt konusunda CWSI değeri sezon sonunda 0.8-0.9 değerine ulaşmıştır.

Akkuzu vd. (2013), A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının 7 farklı düzeyine (%0 ile %125 arasında) su uygulanan zeytin ağaçlarında CWSI değişimini incelemiştir. Araştırmacılar 2009 yılı için alt baz eşitliğini $T_c - T_a = 1.2032 - 0.5601(VPD)$ olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, ortalama CWSI değerlerinin 2009 yılında 0 ile 0.68, 2010 yılında ise 0.02 ile 0.71 arasında değiştiğini, her iki yılda da en düşük değerin en fazla suyun uygulandığı konudan, en yüksek değerin ise susuz konusunda elde edildiğini ifade etmişlerdir.

4.3.5 Ölçülen özellikler arasındaki regresyon modelleri

4.3.5.1 Stoma iletkenliği ve taç – hava sıcaklık farkı ($T_c - T_a$) arasındaki regresyon modeli

Yapraktaki stoma iletkenliği değerleri ile $T_c - T_a$ arasındaki ilişkiyi bulmak için K2 konusundaki veriler üzerinden regresyon analizleri yapılmış ve bulgular grafik olarak Şekil 4.12 de gösterilmiştir.



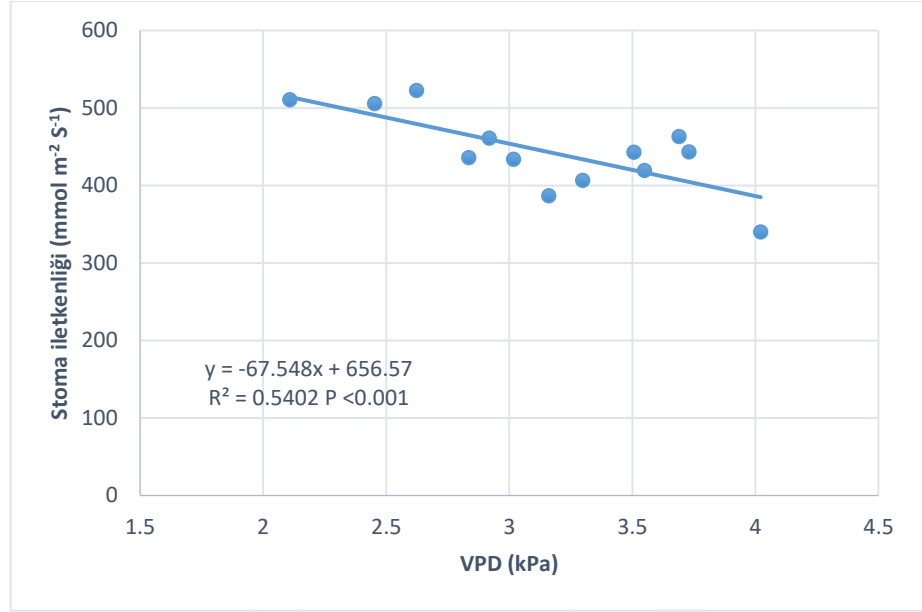
Şekil 4.12 Stoma iletkenliği ve $T_c - T_a$ arasındaki regresyon analizi

Şekil 4.12 incelendiğinde stoma iletkenliği va $T_c - T_a$ arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki vardır. Korelasyon katsayısı -0.65'dir ve R^2 değeri 0.421 olarak bulunmuştur. Aralarında istatistiksel olarak yarı güçlü bir bağlantı tespit edilmiştir. Yaprakta stoma iletkenliği arttıkça yani transpirasyon arttıkça, transpirasyonun serinletici etkisi nedeniyle yaprak sıcaklığı azalmaktadır.

Ballester et al (2012), stoma iletkenliği ile $T_c - T_a$ verileri arasında yaptıkları regresyon analizi sonucunda R^2 değerini 0.46 olarak belirlemiştir.

4.3.5.2 Stoma iletkenliği ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki regresyon modeli

Stoma iletkenliği değerleri ile ölçüm anındaki VPD değerleri arasında yapılmış regresyon analizi Şekil 4.13 verilmiştir.



Şekil 4.13 Stoma iletkenliği ve VPD arasındaki regresyon analizi

Çalışmada VPD ve kontrol konusuna (K2) ait stoma iletkenliği değerleri arasında doğrusal negatif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.13). Korelasyon kat sayısı 0.73 ve R^2 değeri 0.5402 olarak belirlenmiştir. Aralarındaki ilişki istatistiksel olarak zayıf bile olsa anlamlı bir bağ olduğunu göstermektedir. Zeytin ağaçları su stresine karşı hem stoma açıklığını ayarlayarak hem de yapraklarını dökerek tepki vermektedir. Artan VPD değerlerine karşılık zeytin stoma iletkenliğini azaltarak su kaybını azaltmaktadır.

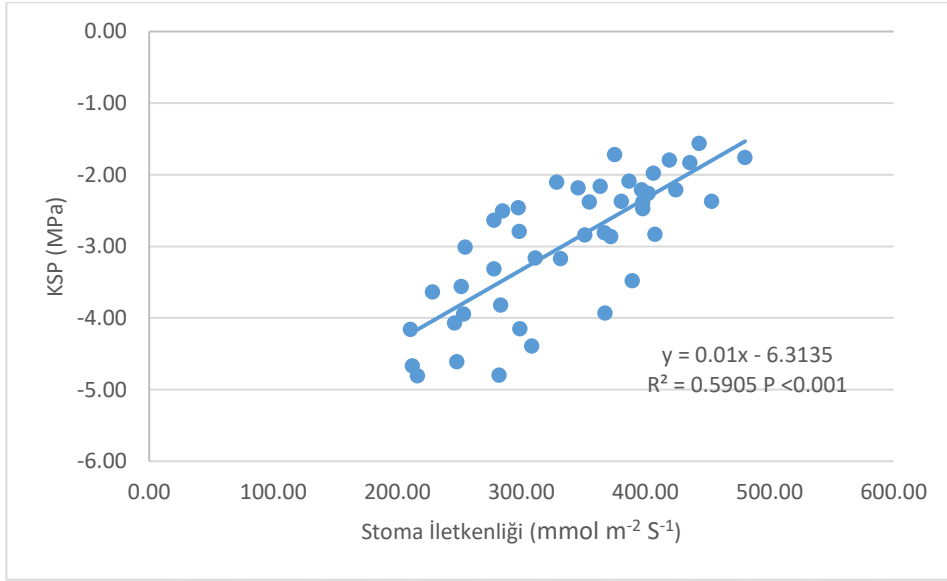
Oren et al. (2001), stoma iletkenliği ve VPD arasındaki ilişkiyi değerlendirdiği çalışmada stoma iletkenliği ve VPD arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirtmiştir ($R^2 = 0.81$).

4.3.5.3 Stoma iletkenliği ve ksilem su potansiyeli (KSP) arasındaki regresyon modeli

Çalışmada ksilem su potansiyeli (KSP) ve stoma iletkenliği arasında pozitif doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon katsayısı 0.77 ve R^2 değeri 0.59 olarak bulunmuştur (Şekil 4.14). Aralarında istatistiksel olarak güçlü sayılabilecek anlamlı bir bağ vardır. Yaprakların su içeriği arttıkça stomalardan meydana gelen transpirasyon da artmaktadır.

Masmoudi et al. (2010) zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği, gün ortası yaprak su potansiyeli ve oransal yaprak su içeriğini kısıtlı sulama şartlarında

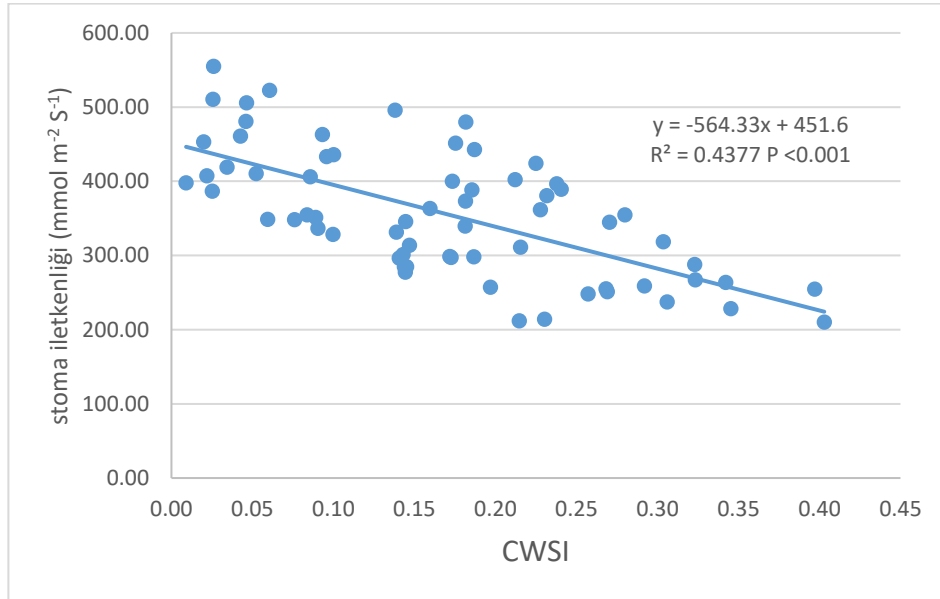
araştırmışlardır. Araştırmacılar, yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında polinomiyal bir ilişki olduğunu saptamışlardır



Şekil 4.14 Stoma iletkenliği ve KSP arasındaki regresyon analizi

4.3.5.4 Stoma iletkenliği ve bitki su stres indeksi (CWSI) arasındaki regresyon modeli

Stoma iletkenliği ile bitki su stres indeksi (CWSI) arasındaki ilişki Şekil 4.15'de verilmiştir.



Şekil 4.15 Stoma iletkenliği ve CWSI arasındaki regresyon analizi

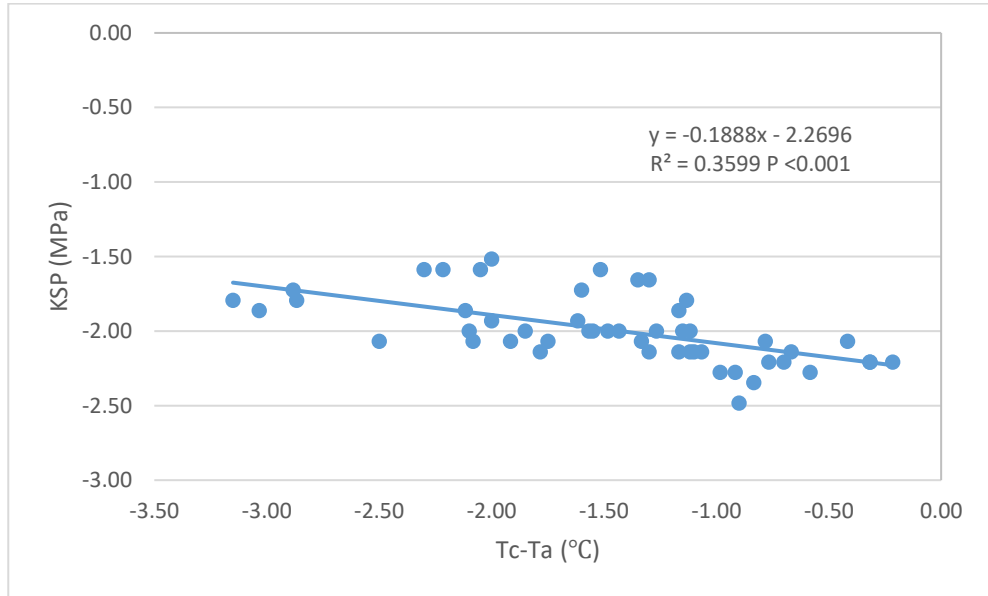
Şekil 4.15 incelendiğinde, stoma iletkenliği ve CWSI arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Korelasyon kat sayısı -0.66 ve R^2 değeri 0.44 olarak belirlenmiştir. Su stresi arttıkça stoma iletkenliği azalmakta ve buna karşın CWSI değeri bire yaklaşmaktadır.

Möller et al. (2007), Merlot asma çeşidinde uyguladıkları hafif, orta ve şiddetli su stresi düzeyinde termal görüntülerden yararlanarak elde edilen CWSI değerleri ile ksilem su potansiyeli (ψ_{stem}) ve stoma iletkenliği arasındaki ilişkiyi irdelemiştir. Araştırmacılar CWSI ile ksilem su potansiyeli arasında orta, CWSI ile stoma iletkenliği arasında ise oldukça kuvvetli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Zarco-Tejada et al. (2013), İspanya’da yaptıkları çalışmada stoma iletkenliği ve CWSI arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Bu çalışmada $R^2 = 0.74$ olarak belirlenmiştir.

4.3.5.5 Ksilem su potansiyeli (KSP, Ψ_s) ve T_c-T_a arasındaki ilişki

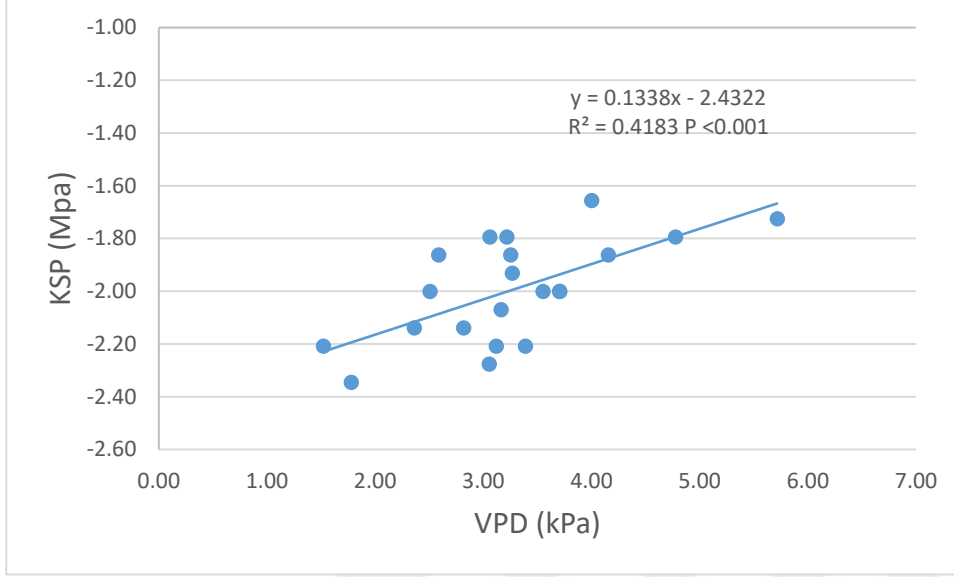
Çalışmada ksilem su potansiyeli (KSP) ve T_c-T_a arasındaki ilişki Şekil 4.16 verilmiştir. KSP ve T_c-T_a arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. İlişkinin korelasyon kat sayısı -0.60 ve R^2 değeri 0.36 ’dır. Aralarında istatistiksel olarak yarı güçlü bağlantı görülmektedir. Yapraklarda su içeriği azaldıkça transpirasyon azalmakta. Bu durumda yaprak sıcaklığı artmaktadır.



Şekil 4.16 KSP ve T_c-T_a arasındaki regresyon analizi

4.3.5.6 Ksilem su potansiyeli (KSP, Ψ_s) ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki

K2 konusuna ait KSP ile VPD arasındaki ilişki Şekil 4.17'de verilmiştir.

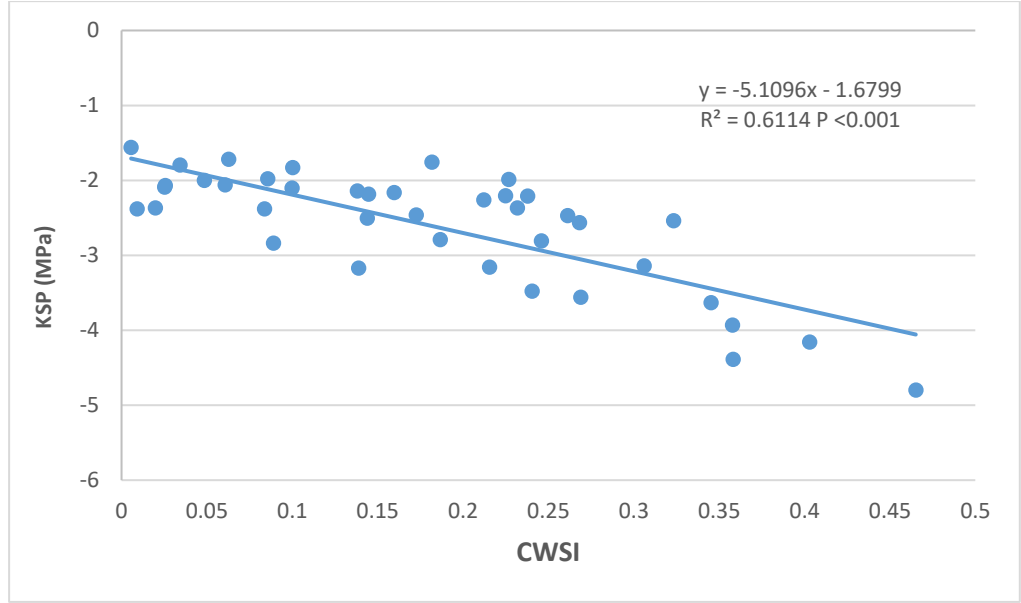


Şekil 4.17 VPD ve KSP arasındaki regresyon analizi

Şekil 4.17'de de görüldüğü gibi VPD ve KSP arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiş, ilişkide Korelasyon kat sayısı 0.64 ve R^2 değeri 0.41 olarak bulunmuştur. Buhar basıncı açığı arttıkça bitkinin stomalarını kapatarak transpirasyonu düzenlediği ve bitki su potansiyelinin düşmesini engellediği söylenebilir. Bu duruma göre VPD ve KSP arasında pozitif ve doğrusal bir ilişki elde edilmiştir.

4.3.5.7 Ksilem su potansiyeli (KSP, Ψ_s) ve bitki su stres indeksi (CWSI) arasındaki ilişki

Ksilem su potansiyeli ile bitki su stres indeksi (CWSI) arasındaki ilişki Şekil 4.18'de verilmiştir. Şekil 4.18 incelendiğinde, KSP ve CWSI arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Korelasyon kat sayısı -0.78 ve R^2 değeri 0.61 olarak belirlenmiştir. Bitkideki su içeriği azaldığı zaman bitkinin direnci artmakta ve buna karşın CWSI değeri yükselmektedir.



Şekil 4.18 KSP ve CWSI arasındaki regresyon analizi

Möller et al. (2007), Merlot asma çeşidinde uyguladıkları hafif, orta ve şiddetli su stresi düzeyinde termal görüntülerden yararlanarak elde edilen CWSI değerleri ile ksilem su potansiyeli (ψ_{stem}) ve stoma iletkenliği arasındaki ilişkiyi irdelemiştir. Araştırmacılar CWSI ile ksilem su potansiyeli arasında orta kuvvetli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Poblete-Echeverría et al. (2017), yaptıkları çalışmada CWSI ve ksilem su potansiyeli arasındaki ilişkiyi inceleyerek söz konusu ilişkinin istatistik olarak önemli olduğunu belirlemiştir ($R^2 = 0.88$).

4.3.6 Meyve kalitesine ilişkin bulgular

4.3.6.1 Olgunluk indeksi

Deneme konularından elde edilen zeytinlerin olgunluk indeksi değerleri yıllara göre Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelge 4.12 incelendiğinde, en düşük değer 1.72 ile K3 konusunda, en yüksek değer ise 4.03 ile sulama yapılmayan K1 konusunda 2015 yılında gerçekleştiği görülmüştür.

Çizelge 4.12 Sulama konularında göre zeytinlerin olgunluk indeksi değerleri

Yıllar/Konula	K1	K2	K3	K4	K5
2014	3.57	2.35	3.2	3.09	3.74
2015	4.03	2.91	1.72	3.05	3.52
Ortalama	3.80(ns)	2.63(ns)	2.46(ns)	3.07(ns)	3.63(ns)

P \geq 0.05, NS: önemsiz. P < 0.05 önemli

NOT: Ortalama Olgunluk değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

Araştırma bulgularına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre zeytinin ortalama olgunluk indeksi değerlerine uygulanan sulama konularının etkisi önemsiz bulunmuştur. Buna göre konular arasında önemli fark bulunmamıştır.

Verilen sulama suyu miktarının artışıyla olgunluk indeksi değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu durum tam sulama konusundaki zeytinlerin daha geç, susuz ve diğer konulardaki zeytinlerin ise daha erken kararması anlamına gelmektedir. Bir başka ifade ile sulama, meyvenin olgunlaşmasını geciktirmiş ve K2 ve K3 konuları geç kararmıştır.

Bergenguer et al. (2006), Gomez Rico et al. (2007), Toplu vd. (2009), Aşık vd. (2011) ve Fernandes-Silva et al. (2013), da yaptıkları çalışmalarda, araştırma bulgularına paralel olarak, ağaçlara verilen su miktarının artmasıyla olgunluk indeksi değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Proitti ve Antognozzi (1996), ise sulamanın olgunlaşmada önemli geciktirici etkisi olmadığını vurgulamıştır. Nanos et al. (2008), kısıtlı sulamanın hasat olgunluğunu geliştirdiğini ifade etmiştir.

4.3.6.2 Et/çekirdek oranı

Et/çekirdek oranı, zeytin meyvesinin yenilebilir oranını tanımlamakta ve bu oranın 5'ten büyük olması istenmektedir (Balatsouras, 1988).

Deneme konularına göre elde edilen zeytinlerin et/çekirdek oranı yıllara göre çizelge 4.13 verilmiştir.

Çizelge 4.13 Sulama konularında göre zeytinlerin Et/Çekirdek oranı değerleri

Yıllar/Konular	K1	K2	K3	K4	K5
2014	4.94	7.62	6.89	6.14	5.65
2015	4.92	7.33	5.67	6.80	7.29
Ortalama	4.93(ns)	7.64(ns)	6.28(ns)	6.47(ns)	6.47(ns)

P ≥ 0.05, NS: önemsiz. P < 0.05 önemli

NOT: Ortalama et/çekirdek değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

Et/çekirdek oranı yıllara bağlı olarak 4.92 ile 7.62 arasında değişmiştir. En yüksek değer 2014 yılında K2 konusunda ve düşük değer 2015 yılında K1 konusunda gerçekleşmiştir.

Verilen sulama suyu miktarı artıça et/çekirdek oranı artmıştır. Yıllar ortalamasını ele aldığımızda, konular arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Sulama miktarı değişse bile et/çekirdek oranı üzerinde önemli etkisi yoktur. Ortalamalara göre en düşük değer 4.93 ile K1 konusunda, en yüksek değer 7.64 ile K2 konusunda gerçekleştiği ifade edilebilir.

Grijalva-Contreas et al. (2013), Manzanilla çeşidi ile yaptıkları çalışmada araştırma bulguları ile uyumlu olarak kısıtlı sulamanın et/çekirdek oranını etkilemediğini bildirirken, araştırma bulgularının aksine, Proitti and Antognozzi (1996), sulamanın et/çekirdek oranını artırdığını bildirmişlerdir.

Sofralık zeytin işlemede et/çekirdek oranının 5'ten büyük olması istenmektedir. Bu durum her iki yılda da K1 konusu hariç tüm konularda görülmektedir. Bir diğer ifadeyle K1 konusunun sofralık zeytin teknolojisi açısından uygun olmadığı söylenebilir.

4.3.6.3 Nem ve yağ oranı

Zeytin etinin kimyasal bileşimi karmaşıktır (Kailis ve Harris, 2007). Zeytin tanesinin kimyasal bileşiminin önemli kısmını su ve yağ oluşturmaktadır (Turan ve Keçeli, 2005).

Deneme konularından elde edilen zeytinlerin yıllara ve yılların ortalamasına göre nem ve yağ içerikleri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Sulama konularında göre zeytinlerin nem ve yağ oranı değerleri (%)

Parametre	Yıllar/Konu	K1	K2	K3	K4	K5
Nem (%)	2014	56.58	57.3	51.63	51.57	50.99
	2015	56.75	60.16	63.98	63.31	55.32
	Ortalama	56.66(ns)	58.73(ns)	57.80(ns)	57.44(ns)	53.16(ns)
Yağ (%)	2014	15.91	17.26	21.42	21.32	20.06
	2015	22.69	21.87	19.85	22.69	25.90
	Ortalama	19.30(ns)	19.56(ns)	20.64(ns)	22.01(ns)	22.98(ns)

P ≥ 0.05, NS: önemsiz. P < 0.05 önemli

NOT: Ortalama nem ve yağ oranı değerleri arasındaki farklar küçük harflerle gösterilip, farkların önemli olduğunu belirtmektedir.

Yıllara göre bir değerlendirme yapıldığında, en düşük nem içeriği %50.99 ile 2014 yılında K5 konusunda; en yüksek nem içeriği ise %63.98 ile 2015 yılında K3 konusunda gözlenmiştir. En düşük yağ içeriği %15.91 ile 2014 yılında K1 konusunda; en yüksek yağ içeriği ise %25.90 ile 2015 yılında K5 konusunda gerçekleşmiştir.

Yıllar arasında meydana gelen bu farklılıkların deneme yıllarına ilişkin iklim parametrelerindeki özellikle de yağış miktarlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ortalama nem ve yağ oranları (%) sulama konularına göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ortalama değerlere göre bir değerlendirme yapıldığında ise, en düşük nem içeriğinin %53.16 ile K5 konusunda, en yüksek değer %58.73 ile K2 konusunda gerçekleştiği görülmektedir. En düşük yağ içeriği %19.30 ile K1 konusunda, en yüksek ise %22.98 ile K5 konusunda gerçekleşmiştir.

Nikbakth et al. (2011) Koronaiki çeşidi ile yaptıkları çalışmada meyvedeki nem içeriği arttıkça ekstrakte edilebilir yağ miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Patumi et al. (2002) yaptıkları çalışmada farklı sulama uygulamasının, meyvedeki yağ birikimini etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma 2014 - 2015 yıllarında Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Araştırma ve Üretim Sahasında yapılmıştır. Araştırmada Memecik çeşidi zeytin ağaçlarının farklı kısıtlı sulama stratejilerinde bazı fizyolojik parametreleri, verim ve bazı meyve özellikleri ele alınarak kısıtlı sulama programının etkileri gözlemlenmiş, bu özelliklerin sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabilirliği incelenmiştir.

İlkbahar yağışlarını dikkate alarak sulamalar 2014 ve 2015 yıllarında, sırasıyla haziran ve temmuz aylarının ilk haftasında başlanmış ve eylül ayının son haftasında bitirilmiştir. Deneme yıllarında, K4 ve K5 konularında sulama, çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi dönemlerini dikkate alarak sırasıyla temmuz, ağustos ve eylül aylarının ilk haftasında gerçekleşmiştir. Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarı iki yılın ortalamalarına göre 78 - 661 mm arasında değişmiştir. En düşük sulama suyu K5 konusunda ve yüksek sulama suyu K2 konusunda uygulanmıştır. Konulara göre elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 197-740 mm arasında değişmiştir. En düşük mevsimlik bitki su tüketimi değerleri K1 konusunda, en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi K2 konusunda gerçekleşmiştir.

Sulama konularından elde edilen verim değerleri ağaç başına verim olarak hesaplanmıştır. 2014 ve 2015 yıllarında konulardan elde edilen ortalama verim değerlerine bakıldığında, aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. 2012 ve 2013 verilerini de dikkate alarak tüm dört yıla ait ortalama verim değerleri değerlendirmeye alındığında ise konular arasında istatistiksel olarak önemli fark saptanmıştır. Dört yıllık ortalama verim değerleri incelendiğinde en düşük verimin 22.17 kg ile K5 konusundan, en yüksek verimin ise 35.21 kg ile K2 konusundan elde edildiği görülmektedir. Zeytin ağaçlarının periyodisite özelliği nedeniyle yıllara göre inişli çıkışlı bir üretim gözlenmektedir.

Çalışmada ortalama verim değerlerine göre su kullanım etkinliği 1.36 – 3.31 kg m⁻³ arasında bulunmuştur. En düşük su kullanım etkinliği değeri K2 konusunda, en yüksek su kullanım etkinliği değeri ise K1 konusuna aittir. Sulama suyu kullanım etkinliği ise 0 – 1.54 kg m⁻³ arasında değişmiştir. En düşük sulama suyu kullanım etkinliği değeri K5, en yüksek ise K4 konusunda görülmüştür.

Fizyolojik parametrelerden ksilem su potansiyeli ele alındığında iki yılın değerlerine göre, 2014 ve 2015 yıllarında en düşük değerler K1 ve en yüksek değerler K2 konusunda elde edilmiştir. Ortalamalarına göre konular arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Stoma iletkenliği değerleri verilen sulama suyun miktarına göre artış göstermiştir. Her iki yılda da en yüksek ortalama stoma iletkenliği K2 konusundan elde edilmiştir. Aynı şekilde her iki yılda da en düşük ortalama stoma iletkenliği K1 konusunda bulunmuştur. Ortalamalara göre konular arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çalışmada bir diğer parametre, yaprak ve hava sıcaklığı farkıdır. Verilen sulama suyu miktarına göre yaprak ve hava sıcaklığı farkı 2014 yılı için -1.02 ve 1.27 °C arasında değişmiştir. Bu değerler 2015 yılı için -1.49 ve 0.75 °C arasında bulunmuştur. Her iki yılda da en düşük değer K2 konusunda ve en yüksek değer K1 konusunda elde edilmiştir. İstatistiksel olarak ortalamalara göre konular arasında önemli fark gözlemlenmiştir.

Transpirasyon düzeyinin bir göstergesi olan bitki su stres indeksinin hesaplamasında kullanılan alt baz grafiğinin denklemi $T_c - T_a = -0.6105 \text{ VPD} + 0.7056$ ($R^2=0.52$) olarak elde edilmiştir. Ortalama bitki su stres indeksi değeri yıllara göre 0.01 ve 0.49 arasında değişmiştir. Her iki yılda da en yüksek değer K1 ve en düşük değer K2 konusunda bulunmuştur.

Stoma iletkenliği ile taç ve hava sıcaklığı farkı parametreleri arasındaki ilişki incelendiğinde, söz konusu parametreler arasındaki ilişkinin negatif ve doğrusal bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. İki yılın verilerine göre R^2 miktarı 0.42 olarak değerlendirilmiştir. Öte yandan, stoma iletkenliği ve buhar basıncı açığı arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu ilişkide K2 konusuna ait veriler dikkate alınmıştır. Bu iki parametre arasında doğrusal ve negatif bir ilişki saptanmıştır ($R^2 = 0.54$). Aralarındaki ilişki anlamlı bir bağ olduğunu göstermektedir.

Bir diğer incelenen ilişki stoma iletkenliği ve ksilem su potansiyeli arasındaki ilişki olmuştur. Her iki yılın verileri dikkate alındığında, stoma iletkenliği ve ksilem su potansiyeli arasındaki ilişki pozitif doğrusal bir ilişki olarak belirlenmiştir. Bu parametreler arasındaki ilişki denklemi $KSP = 0.0055 g_s + 4.0791$ ($R^2 = 0.60$) olarak elde edilmiştir. Aralarında istatistiksel olarak güçlü sayılabilecek bir ilişki vardır.

Yine stoma iletkenliği ve bitki su stres indeksi arasındaki ilişki ele alındığında, aralarında önemli bir ilişkinin varlığı görölmektedir. Tüm veriler ele alındığında $R^2=0.44$ olarak hesaplanmıştır. Su stresi arttıkça stoma iletkenliği azalmakta ve buna göre bitki su stresi değer artmaktadır. Aralarındaki ilişkinin eşitliği $g_s = -564.33 \text{ CWSI} + 451.6$ olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ksilem su potansiyeli ve taç ve hava sıcaklığı farkı arasındaki ilişki doğrusal bir ilişki olarak belirlenmiştir. Aralarında yarı güçlü bir ilişki ($R^2 = 0.36$) bulunmaktadır.

Ksilem su potansiyeli ve buhar basıncı ağığı arasındaki ilişki pozitif ve doğrusal bir ilişki olup yarı güçlü bir ilişkidir ($R^2=0.41$).incelenmiştir.

Çalışmanın önemli bir bulgusu zeytin ağaçlarında ksilem su potansiyeli ve bitki su stres indeksi arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin ($R^2 = 0.61$) varlığıdır. Bitkideki su içeriği azaldığı zaman bitkinin direnci artmakta ve buna karşın CWSI değer 1'e yaklaşmaktadır.

Araştırma bulgularına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre meyve kalite parametrelerinden ortalama olgunluk indeksine sulama konularının etkisi önemli bulunmamıştır. Veriler incelendiğinde sulama suyu miktarı artıkça olgunluk indeksinin azaldığı görölmüştür. En yüksek olgunluk indeksi K1 konusunda ve düşük değerler K2 konusunda elde edilmiştir. Bu durum K2 konusunda zeytinlerin diğer konulardaki zeytinlere göre daha geç karardığını göstermektedir. Bir diğer ifade ile sulama zeytin olgunlaşmasını geciktirmektedir.

Verilen sulama suyu miktarı artıkça et/çekirdek oranı artmıştır. Ortalama et/çekirdek verilerine göre en düşük değer K1 konusunda ve en yüksek değer K2 konusunda elde edilmiştir. İstatistiksel olarak et/çekirdek değerleri arasındaki ilişki önemli bulunmamıştır.

Meyvede ortalama nem ve yağ oranları sulama konularına göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En düşük yağ içeriği %19.30 ile K1 konusu ve en yüksek yağ içeriği %22.98 ile K5 konusunda bulunmuştur. En düşük nem içeriği %53.16 ile K5 konusu ve en yüksek nem içeriği %58.73 ile K2 konusunda saptanmıştır.

Sonuç olarak;

Su stresi, Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında meyve kalite parametreleri açısından istatistiksel olarak önemli fark yaratmamaktadır. Diğer taraftan fizyolojik parametreler açısından istatistiksel olarak önemli fark görülmektedir.

Bu bilgiler ışığında Memecik zeytin ağaçlarında kısıtlı sulama stratejilerinin uygulanmasının meyve ve yağ kalitesinde önemli değişikliklere yol açmaksızın su tasarrufunu mümkün kılacağı görülmüştür. Verim ve verime ilişkin elde edilen bulgular göz önüne alındığında, su kaynağının kısıtlı ve sulama suyu maliyetinin çok yüksek olduğu yerlerde çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0 – 90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sini dikkate alarak 3 kez sulamanın yapıldığı K4 konusu önerilebilir. Söz konusu öneri uygulandığı durumda K2 konusuna göre %78 daha az su uygulanmaktadır.

Öte yandan sulamanın zaman programlanması açısından iki yılın ortalaması olan ksilem su potansiyeli için 2.80 MPa, stoma iletkenliği için 348 mmol m⁻²s⁻¹ ve bitki su stres indeksi için 0.18 değerleri eşik değer olarak alınabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahumada-Orellana, L., ortega-Ferías, S., Poblete-Echeverria, C., and Searles, P. S.**, 2019, Estimation of stomatal conductance and stem water potential thershold values for water stress in olive trees (cv. Arbequina), *Irrigation Science* 37(4), 461-467 pp.
- Ahumada-Orellana LE, Ortega-Farías S, Searles PS and Retamales JB** ,2017, Yield and Water Productivity Responses to Irrigation Cut-off Strategies after Fruit Set Using Stem Water Potential Thresholds in a Super-High Density Olive Orchard. *Front. Plant Sci.* 8:1280.
- Akkuzu, E., Kaya, Ü., Çamoğlu, G., P., Mengü, G., ve Aşık, Ş.**, 2013, Determination of crop water stress index and irrigation timing on olive trees using a handheld infrared thermometer, *J. Irrig. Drain Eng.*, 139(9), 728–737 pp.
- Akkuzu, E., Aşık, Ş., Mengü, G.P., Çamoğlu, G. ve Kaya, Ü.**, 2011, Zeytin Ağaçlarında İnfrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. Ege Üni. Bilimsel Araştırma Projesi 2009ZRF023 nolu proje sonuç raporu.
- Akkuzu, E., Çamoğlu, G., and Kaya, Ü.**, 2010, Diurnal Variation of Canopy Temperature Differences and Leaf Water Potential of Field-Grown Olive (*Olea europaea* L. cv. Memecik) Trees. *Philipp Agric Scientist* 93 (4): 399-405 pp.
- Alegre, S., Marsal, J., Mata, M., Arbones, A., Girona, J., and Tovar, M.J.**, 2002, Regulated deficit irrigation in olive trees (*Olea europaea* L. cv Arbequina) for oil production. In: *Proceedings of the 4th International Symposium on Olive Growing*, Vols. 1-2, 259-262 pp.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M.**, 1998, Crop evapotranspiration FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome. p 299.
- Anaç, S., vd.**, 2009, Tuzluluğun Satsuma Mandarinini Yaprak Su Potansiyeli ve Bazı Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, 2005-ZRF-052 nolu BAP Projesi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anda, A.**, 2009, Irrigation Timing in Maize by using the crop water stress index (CWSI), *Cereal research communications* 37(4), 613-620 pp.
- Andrews, P.K., Chalmers, D.J., and Moremong, M.**, 1992, Canopy-air temperature differences and soil water as predictors of water stress of apple trees grown in a humid, temperate climate, *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117(3), 453-458 pp.
- Angelopoulos, K., Dichio, B., and Xiloyannis, C.**, 1996, Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering, *J. Exp. Bot.* 301:1093-1100 pp.
- Anonim**, 1989, TS 7630, Zeytin ezmesi.
- Arsel, H., Hepdurgun, B., Çelikler, M.**, 2006, Zeytin yetiştiriciliği, 45-46 pp.
- Aşık, Ş., Kaya, Ü., Çamoğlu, G., Akkuzu, E., Ölmez, H., and Avcı, M.**, 2014, Effect of Different Irrigation Levels on the Yield and Traits of Memecik Olive Trees (*Olea europaea* L.) in the Aegean Coastal Region of Turkey., *J. Irrig. Drain Eng.*, 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000741, 04014025.
- Aşık, Ş., vd.**, 2011, Zeytin Yetiştiriciliğinde Farklı Sulama Programlarının Zeytin Verimi, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Kalitesi Üzerine Etkisi. Tübitak Projesi, TOVAG-108O135 nolu Araştırma Projesi Sonuç Raporu. Ankara.
- Ataol Ölmez, H., Akkuzu, E., Çamoğlu, G. and Aşık, Ş.**, 2009, Changes of leaf water potential in olive trees under different Irrigation Levels, DOI: 10.17660/ActaHortic. 2011.888.21
- Aurora, G-R., Salvador, M.D., Moriana, A., Perez, D., Olmedilla, N., Raibas, F., and Fregapane, G.**, 2007, Influence of different irrigation strategies in a traditional olive orchard on virgin olive oil composition and quality, *Food Chemistry* 100(2), 568-578 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bacelar, E.A., Correia, C.M., Moutinho-Pereira, J.M., Gonçalves, B.C., Lopes, J.I. and Torres-Pereira, J.M.G.**, 2004, Sclerophylly and leaf anatomical traits of five field-grown olive cultivars growing under drought conditions. *Tree Physiology*, 233-239 pp.
- Ballester, C., Castel, J., Intrigliolo, D.S., and Castel, J.R.**, 2012, Response of Navel Lane Late citrus trees to regulated deficit irrigation, Yield components and fruit composition, *Irrig. Sci.* DOI 10.1007/s00271-011-0311-3.
- Beede, R. H., and Goldhamer, D.A.**, 1994, Olive Irrigation Management, In Olive Production Manual. (Edit: Sibbet, G.S. Ferguson, L.), Univ. Of California, Publication 3353, 61-68 pp.
- Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B., And Boukhris, M.**, 2007, Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia, *Scientia Horticulturae*, 113(3), 267-277 pp.
- Ben-Gal, A., Agam, N., Alchanatis, V., Cohen, Y., Yermiyahu, U., Zipori, I., Presnov, E., Sprintsin, M., Dag, A.**, 2009, Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery, *Irrigation Science* 27, 367-376 pp.
- Ben-Gal, A., Dag, A., Yermiyahu, U., Zipori Y., Presnov, E., Fangold, I., and Kerem, Z.**, 2008, Evaluation of irrigation levels in a converted, rain fed olive orchard: the transition year, *Acta Horticulturae*. 792: 99-106 pp.
- Ben-Gal, A., Kool, D., Agam, N., van Halsema, G. E., Yermiyahu, U., Yafe, A., et al. (2010).** Whole-tree water balance and indicators for short-term drought stress in non-bearing “Barnea” olives. *Agric. Water Manag.* 98, 124–133. doi: 10.1016/j.agwat.2010.08.008
- Berenguer, M.J., Vossen, P. M., Grattan, SR., Connell, J. H., Polito, V.S.**, 2006, The irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil, *Hort. Sci.* 41 (2), 427-432 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Blum, A.**, 2011, Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer, New York.
- Boussadia, O., Ben Mariem, F., Mechri B., Boussetta, W., Braham, M. and Ben El Hadj, S.**, 2008, Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski), *Sci Horti* 116, 388–393 pp.
- Boyer, J.S.**, 1995, Measuring the water status of plants and soils, Academic Press, Inc. (erişim tarihi 01/08/2015) <http://udspace.udel.edu/handle/19716/2828>
- Breda, N., Huc, R., Granier, A., and Dreyer. E.**, 2006, Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, daptation processes and long- term consequences. *Annals of Forest Science*, Springer Verlag (Germany), 63 (6):625-644 pp.
- Briante, R., Patumi, M., Terenziani, S., Bismuto, E., Febbraio, F., and Nucci, A.**, 2002, Olea europaea L. leaf extract and derivatives: Antioxidant Properties, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4934-4940 pp.
- Çamoğlu, G., Akkuzu, E., Kaya, Ü., ve Şahin, M.**, 2010, Zeytinde (Olea europaea L., cv. Memecik) Farklı Sulama Düzeylerinin Vejetatif Gelişime ve Verime Etkisi. *TABAD-Agriculture*, 3 (2): 33-39.
- Çamoğlu, G.**, 2013, The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive cultivars. *Žemdirbystê-Agriculture*, Vol. 100 (1), 91-98 pp.
- Canözer, Ö.**, 1991, Standart zeytin çeşitleri kataloğu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Çetin, B., Yazgan, S., and Tıpi, T.**, 2004, Economics of drip irrigation of olives in Turkey, *Agricultural Water Management* 66, 145-151pp.
- Chartzoulakis, K., Patakas, A., Kofidis, G., Bosabalidis, A., and Nastou, A.**, 2002, Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, w ater relations and grow th of tw o avocado cultivars, *Scientia Horticulturae*, 95, 39-50 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chartzoulakis, K., Bosabalidis, A., Patakas, A., And Vemmos, A.,** 2000, Effects of water stress on water relations, gas exchange and leaf structure of olive tree, *Acta Horticulturae*, 537: 241-247 pp.
- Correa-Tedesco, G., Cecilia Rousseaux, M., Searles, P. S.,** 2010, Plant growth and yield responses in olive (*Olea europaea*) to different irrigation levels in an arid region of Argentina, *Agricultural Water Management*, 97:1829-1837 pp.
- Criado, M.N, Romero, M.P., and Motilva, M.J.,** 2007, Effect of the technological and agronomical factors on pigment transfer during olive oil extraction, *J. Agric. Food Chem.*, 55: 5681-5688 pp.
- D’Andria, R., and Morelli, G.,** 2002, Irrigation regime affects yield and oil quality of olive trees, *Acta Hort.* 586, 273–276 pp.
- Dbara, S., Haworth, M., Emiliani, G., Mimoun, M. B., Gomez-Cadenas, A., and Centritto, M.,** 2016, Partail root-zone draying of olive (*olea europaea* var. Chetoui) induces reduced yield under field conditios, *plos one* 11(6), DOI:10.1371/journal.pone.0157089
- Dag, A., Ben-Gal A., Yermiyahu U., Basheer L., Nir Y., Kerem Z.,** 2008, The effect of irrigation level and harvest mechanization on virgin olive oil quality in a traditional rainfed ‘Souri’ olive orchard converted to irrigation, *J. Sci. of Food and Agric.* 88 1524-1528 pp.
- Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A.K., and Degirmencioglu, A.,** 2004, Mathematical Modelling and the Determination of Some Quality Parameters of Air-dried Bay Leaves, *Biosystems Engineering*, 88(3):325335.
- Demirtaş, M.N., Kırnak, H., Bolat, İ., Taner, O., Çolak, S., Şahin, S. ve Doğan, E.,** 2012, Farklı Sulama Uygulamalarının Hacihaliloğlu Kayısı Çeşidinde Vejetatif Gelişme ve Verim Üzerine Etkileri. *Alatırım*, 11 (1): 7-12 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dichio, B., Xiloyannis, C., Sofo, A., and Montanaro, G.**, 2005, Osmotic regulation in leaves and roots of olives trees during a water deficit and rewatering, *Tree Physiol.* 26, 179-185 pp.
- Didar, S., Köseoğlu, O., Öztürk Güngör, F., Kaya, Ü., Kadiroğlu, P., Pamuk Mengü, G., Akkuzu, E.**, 2019, Determination of deficit irrigation treatments on olive fruit quality and olive oil (Memecik cv.) chemical composition and antioxidant properties. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 96(2): 1-16 pp.
- Doorenbos, J., and Kassam, A. J.**, 1979, Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, Roma.
- Erdem, Y., Arin, L., Erdem, T., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., Gültaş, H. T.**, 2010, Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*), *Agricultural water management*, Vol 98 (1), 148-156 PP.
- Evsahibioğlu, A.N.**, 1995, Infrared Termometre Teknikleri ile Armut Ağaçlarında Su Tüketimi Tahminleri. 5. Kültürteknik Kongresi Bildirileri 30 Mart - 2 Nisan 1995, *Kültürteknik Derneği*, s. 247-261, Kemer, Antalya.
- Fereres, E.**, 1995, El Regio Del Olivar, Proceedings of The VII Simposio Cientifico-Tecnico Expoliva, 18p.
- Fernandes-Silva, A.A., Gouveia, J.B., Vasconcelos, P., Ferreira, T.C., Villalobos, F.J.**, 2013, Effect of different irrigation regimes on the quality attributes of monovarietal virgin olive oil from cv. "Cobrançosa", *Grasas Y Aceites*, 64, 41-49 pp.
- Fernández, J.E., and Cuevas, M.V.**, 2010, Irrigation scheduling from stem diameter variations: a review, *Agric. For. Meteorol.* 150p ,135-151 pp.
- Fernández, J.E., and Moreno, F.**, 1999, Water use by the olive tree. Water use in crop production, (Edt: Kirkham M.B). *Haw orth Press*.101-162 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fernández, J.E., Moreno, F., Giron, I.F. and Blazquez, O.M.**, 1997, Stomatal control of water use in olive tree leaves. *Plant and Soil*, Vol. 190, No. 2, pp. 179-192, (Mar 1997), ISSN,0032-079 pp.
- Garcia, A., Andre, RGB., Ferreira, M. I., and Do Paco, T.**, 2000, Diurnal and seasonal variations of CWSI and non-water stressed baseline with nectarine trees. Proc. 3rd IS on Irrigations Hort. Crops. *Acta Hort*, 537 p.
- Gardner, B.R., Nielsen, D.C., and Shock, C.C.**, 1992, Infrared thermometry and the Crop Water Stress Index, II. Sampling procedures and interpretation, *J. Prod. Agric.* 5, 466-475 pp.
- Gençel, B.**, 2009, İkinci ürün mısır bitkisinde bitki su stres indeksini (CWSI) kullanarak uygulanacak sulama suyu miktarının kestirimi (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. ADANA.
- Gençoğlan, C., Yazar, A.**, 1999, The Effects of Deficit Irrigations on Corn Yield and Water Use Efficiency, *Turk. J. Agric. For.*, 23, 233-242 pp.
- Giorio, P., Sorrentino, G., and Andria, RG.**, 1999, Stomatal behavior, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit *Env. Exp. Bot.*, 42, 95–104 pp.
- Girona, J., Luna, M., Arbones, A., Mata, M., Rufat, J., and Marsal, J.**, 2000, Young olive trees responses (*Olea europea*, cv “Arbequina”) to different water supplies. Water function determination. In: Vitagliano, C., Martelli, G.P. (Eds.), 4th International Symposium on Olive Growing. Valenzano, Italy, 277-280 pp.
- Glenn, D.M., Worthington, J.W., Welker, W.V., and McFarland, M.J.**, 1989, Estimation of peach tree water use using infrared thermometry, *J. Am. Soc.Hort. Sci.* 114.
- Goldhamer, D.A.**, 1999, Regulated deficit irrigation for California canning olives. In: Metzidakis, I. (Ed.), 3rd International Symposium on Olive Growing. *International Society Horticultural Science*, Leuven, 369–372 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Goldhammer, D. A., Dunai, J., and Ferguson, L.**, 1994, Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation, *Acta Horticulturae* 356, 172-176 pp.
- Gomez, J.A., Giraldez, J.V., and Fereres, E.**, 2001, Rainfall interception by olive trees in relation to leaf area, *Agricultural Water Management* 49, 65-76 pp.
- Gomez-del-Campo, M.**, 2013, Summer deficit irrigation in a hedgerow olive orchard cv. Arbequina: relationship between soil and tree water status, and growth and yield components, *Spanish Journal of Agricultural Research* 1(2), 547-557 pp.
- Gomez-Rico A., Salvador M.D, La Greca M., and Fregapane G.**, 2006, Phenolic and volatile compounds of extra virgin olive oil (*olea europaea* L. Cv. Cornicabra) with regards to fruit ripening and irrigation management, *J Agric Food Chem* 54, 7130–7136 pp.
- Gomez-Rico, A., Salvador, M. D., Moriana, A., Perez, D., Olmedilla, N., Ribas, F., Fregapane, G.**, 2007, Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality, *Food Chemistry* 100, 568-578 pp.
- Gonçalves, et al. (2018)**. Fruit yield and quality of olives under different deficit irrigation strategies. In II Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias (SASGEO). Vila Real
- Goode, J. E.**, 1968, The measurement of sap tension in the petioles of apple, raspberry and black currant leaves, *J. Hortic. Sci.* 43:231-233 pp.
- Grattan, S.R., Berenguer, M.J., Connell, J.H., Polito, V.S., and Vossen, P.M.**, 2006, Olive Oil Production as Influenced by Different Quantities of Applied water, *Agricultural Water Management* 85, 133-140 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Grijalva-Contreras, R.L., Macias-Duarte, R., Martinez-Diaz, G., Robles-Contreras, F., Valenzuela-Ruiz, M.J., and Nunez-Ramirez, F., 2013,** Effect of regulated deficit irrigation on productivity, quality and water use in olive cv. “Manzanilla”, *American Journal of PlantSciences*, 4, 109-113 pp.
- Gucci, R., Fereres, E., and Goldhamer, D. A., 2012,** Fruit Trees and Vines. In P. Steduto, T. C. Hsiao, E. Fereres, and D. Raes, *Crop Yield Response to Water* (p. 300p). Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Gucci, R., Caruso, G., Gennai, C., Esposito S., Urbani, S. 2019.** Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development. *Agricultural Water Management*, 212:88-98.
- Güler, M., Cesur, R. ve Sarı, N., 2010,** ‘Zeytinde Bakım İşlemleri’, T.C. Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, Adana.
- Güngör, H., 1985.,** 1985 Yılı Raporu, Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir.
- Gürkan, N. P., 2016,** Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı Sektörünün Temel Aktörleri: Bir Yenilik Sistemi Çerçevesi, *OLIVAE*, 123, 9-17 pp.
- Hehn, V., 2000,** Zeytin Üzüm ve İncir- Kültür Tarihi ve Eskizleri. çev. Necati Aça Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.
- Hernandez-Santana, V., Fernandez, J., Rodriguez-Dominguez, C., Romero, R., and Diaz-Espejo, A., 2016,** The dynamics of radial sap flux density reflects changes in stomatal conductance in response to soil and air water deficit, *Agricultural and Forest Meteorology*, 218(219), 92-101 pp.
- Hidalgo, J., Vega, V., Hidalgo, J.C., Pastor, M., Orgaz, F., and Fereres, E., 2011,** Responses to Different Irrigation Strategies of a Traditional and an Intensive Olive Orchard Cultivar cv. Picual in Andalusia, Spain, *Acta Hort.* (ISHS) 888: 53-62 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Howell, T., Yazar, A., Schneider, A., Dusek, D., and Copeland, K.**, 1994, LEPA Irrigation management for corn, *ASAE* paper no:94-2098. pp 23.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J., and Hatfield, J.L.**, 1981, Normalizing the stress–degree–day parameter for environmental variability, *Agric. Meteorol.* 24, 45-55 pp.
- Iniesta, F., Testi, L., Orgaz, F., and Villalobos, F.J.**, 2009, The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees, *European Journal of Agronomy*, 30(4), 258-265 pp.
- IOC.**, 1997, World Olive Encyclopedia. International Olive Council. Madrid. ISBN 8401619440.
- IOC.**, 2018, Kasım 2018 tarihinde International Olive Oil: <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures> adresinden alındı.
- James, L.G.**, 1988, Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley & Sons, New York, 260-299 pp.
- Jensen, M. E., Burman, R. D., and Allen, R. G.**, 1990, Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE manuals and reports on engineering practice No. 70. ASCE, New York.
- Kalefetoğlu and Ekmekçi, Y.**, 2005, The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740 pp.
- Kılıç, S. and Harris, D.**, 2007, Table Olive Processing, <http://books.google.com.tr> (Erişim tarihi: 13 Nisan 2015)
- Kanber, R., Yazar, A., Önder S., ve Köksal, H.**, 1993, Irrigation response of pistachi (*Pistacia vera* L.), *Irrigation Science*, 14 (1) 7-14 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaplan, M. ve K. Arihan, S.**, 2012, Antikçağdan günümüzde bir şifa kaynağı: Zeytin ve zeytinyağının halk tıbbında kullanımı, *Ankara Üniv. Dil ve Tarih – Coğrafya Fak. Derg.*, No 52, 2s.
- Karadaş, A.**, 2012, Bornova Ovası ve Çevresinin Fiziki Coğrafyası, Doktora Tezi, E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bornova.
- Kaya, Ü., Öztürk F.G., Çamoğlu, G., Akkuzu, E., Aşık, Ş., Köseoğlu, O.**, 2017, Effect of deficit irrigation regimes on yield and fruit quality of olive tree (cv.Memecik) in the Aegean Coast of Turkey. *Irrigation and Drainage* 66(5): 820-827 pp.
- Kırnak, H., ve Demirtaş, M.N.**, 2002, Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 33 (3), 265-270 pp.
- Köksal, E.S., Üstün, H., İlbeyi, A.**, 2010, Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri, *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (1): 25-36 ss.
- Lavee, S., Wodner, M.**, 1991, Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive, *J. Hort. Sci.* 66, 583-591 pp.
- Lavee, S., Nashef, M., Wodner, M., and Harshemesh, H.**, 1990, The effect of complementary irrigation added to old olive trees (olea europaea l.) Cv. Souri on fruit characteristics, yield, and oil production, *Advances in Horticultural Science*, 4, 135-138 pp.
- Lo Gullo, M.A., and Salleo, S.**, 1988, Different strategies of drought resistance in three Mediterranean sclerophyllous trees grow ing in the same environmental conditions, *New Phytol.* 108, 267–276 pp.
- Marra, F. P., Marino, G., Marchese, A., and Caruso, T. (2016).** Effects of different irrigation regimes on a super-high-density olive grove cv. “Arbequina ”: vegetative growth, productivity and polyphenol content of the oil. *Irrig. Sci.* 34, 313–325. doi: 10.1007/s00271-016-0505-9

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Martin, G.C. and Sibbett G.S.**, 2005, Botany of olive. Olive production Manual. University of California. Publication no:3355.
- Martin, G.C., Ferguson, L., And Palto, V. S.**, 1994, Flowering, pollination, fruting, alternate bearing and abscission. In: Ferguson, L., Sibbett, G, C., And Martin, G, C.,(Eds.), Olive Production Manual, No.3354. Division Of Agiculture And Natural Resources, University Of California, California.
- Martin-Vertedor, A. I., and Dodd, I. C.**, 2011, Root-to-shoot signalling when soil moisture is heterogeneous: increasing the proportion of root biomass in drying soil inhibits leaf growth and increases leaf abscisic acid concentration, *Plant, Cell & Environment*, 34 (7), 1164-1175 pp.
- Masmoudi, C. C., Ayachi, M. M., Gouia, M., Laabidi, E. F., Reguaya, S., Amor, A. Q., and Bousnina, M.**, 2010, Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes. *Scientia Horticulturae* 125: 573-578 pp.
- Massai, R., Remorini, D., and Casula, F.**, 2000, Leaf temperature measured on peach trees in different climatic conditions and soil water contents, *Acta Horti.*, 537: 399-406 pp.
- Metheney, P. D., Ferguson, L., Golghamer, A., And Duani, J.**, 1994, Effects of irrigation on manzanillo olive flow ering and shoot growth”, *Acta Horticulturae*, 356, 168-171 pp.
- Möller, M., Alchanatis, V., Cohen, Y., Meron, M., Tsipris, M.J., Naor, A., Ostrovsky, V., Sprintsin, M., and Cohen, S.**, 2007, Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 827-838 pp.
- Morettini, A.**, 1950, Olivicoltura. Ramo Editoriale degli Agricoltori, Rome, Italy. 550 p.
- Moriana, A., Orgaz, F., Fereres, E. and Pastor, M.**, 2003, Yield responses of mature olive orchard to w ater deficit, *Journal of American Society Horticulturae Science*, 425-431 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Moriana, A., Villalobos, F.J., and Fereres, E.,** 2002, Stomatal and photosynthetic responses of olive (*Olea europaea* L.) leaves to water deficits, *Plant Cell Environ.* 395–405 pp.
- Nanos, G.D., Pliakoni, E., Daenas, D., Amodio, M.L., Colelli, G.,** 2008, Effect of deficit irrigation on olive and olive oil quality during fruit storage. In: Santini A. (ed.), Lamaddalena N. (ed.), Severino G. (ed.), Palladino M. (ed.), *Irrigation in Mediterranean agriculture: challenges and innovation for the next decades.* Bari: CIHEAM, 77-83 pp. (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 84)
- Nikbakh, J., Taheri, M., and Sakkaki, M.,** 2011, Effect of continuous deficit irrigation on yield and quality of Koronaiki olive (*Olea Europaea* L.) cultivar. ICID 21ST International Congress on Irrigation and Drainage 15-23 October 2011, Tehran, Iran.
- Oren, R., Sperry, J. S., Ewers, B. E., Pataki, D. E., Philips, N., and Megoniagal, J. P.,** 2001, Sensitivity of mean canopy stomatal conductance to vapor pressure deficit in a flooded *Taxodium distichum* L. Forest: hydraulic and non-hydraulic effects, *Oecologia*, 126: 21-29 pp.
- Ortega-Farías, S., and López-Olivari, R. (2012).** Validation of a two-layer model to estimate latent heat flux and evapotranspiration in a drip-irrigated olive orchard. *Am. Soc. Agric. Biol. Eng.* 55, 1169–1178. doi: 10.13031/2013.42237
- O`Toole, J.C and Real, J.G.,** 1986, Estimation of aerodynamic and crop resistances from canopy temperature. *Agron. J.* 78:305-310 pp.
- Ödemiş, B. and Baştuğ, R.,** 1999, Infrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması *Turkish Jour. of Agr. and Forestry*, 23, 31-37 pp.
- Orta, A.H., Erdem, Y., Erdem, T.,** 2003, Crop water stress index for watermelon. *Scientia Hort.* 98, 121-130 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özkara, M. M., Ve Özyılmaz, H.**, 1989, İzmir Kemalpaşa Koşullarında Zeytinin Su Tüketimi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 156, Rapor Serisi No:100, Menemen, 38s.
- Palomo, M.J., Moreno, F., Fernandez, J.E., Diaz-Espejo, A., And Giron, I.F.**, 1999, Determining water consumption in olive orchards using the water balance approach, *Agricultural Water Management*, 55(1), 15-35 pp.
- Pastor, M., Castro, J., Mariscal, M.J., Vega, V., Orgaz, F., Fereres, and E., Hidalgo, J.**, 1999, Respuesta del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal*, 14, 393-404 pp.
- Patumi M., d'Andria R., Marsilio V., Fontanazza G., Morelli G., and Lanza B.**, 2002, Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes, *Food Chemistry*, 77, 27-34 pp.
- Patumi, M., D'andria, R., Fontanazza, G., Morelli, G., Giorio, P., and Sorrentino, G.**, 1999, Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (*olea europaea*) under different irrigation regimes, *J. Amer. Soc. Hort. Sci. And Biotech.*, 74, 729737.
- Perica, S., Goreta Ban, S., Vuletin Selak, G., Miloš, B. and Romić, D.**, 2011, Transition to Irrigation of an Old Rain Fed Olive Orchard in Croatia, *Acta Hort.* 888, 41-46 pp.
- Pinter, P.J., Fry, Jr., Guñón, K.E.G. and Mauney, J.R.**, 1983, Infrared Thermometry: A Remote Sensing Technique for predicting Yield in WaterStressed Cotton, *Agric. Water Management*, 6: 385-395 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Poblete-Echeverría, C., Espinace, D., Sepúlveda-Reyes, D., Zúñiga, M., and Sanchez, M., 2017**, Analysis of crop water stress index (CWSI) for estimating stem water potential in grapevines: comparison between natural reference and baseline approaches, VIII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, cta Hortic. 1150. ISHS 2017, 189-193 pp.
- Pouyafard, N., 2013**, Kıyı ege koşullarında yetiştirilen ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bornova.
- Protti A., and Antognozzi R., 1996**, Effect of irrigation on fruit quality of table olives, cultivar ‘Ascolena Tenera’, *New Zealand J.of Crop and Horticultural Science*, 24, 175-181 pp.
- Psarras, G., Kasapakis, I., Stefanoudaki, E., Papadakis I., and Chartzoulakis K.S., 2011**, Effect of different irrigation regimes on olive tree (*Olea Europaea L.*, Koroneik,) physiology, yield and fruit quality. *Acta Hortic.* 888, 89-94 pp.
- Rallo, L., 1998**, Fructification y produccion, Junta de Andalucia y Grupo Mundi-Prensa, *El cultivo del olivo*, 107-136 pp.
- Ramos, A.F., Santos, F.L., 2009**, Water Use, transpiration, and crop coefficients for olives (Cv. Cordovil), grow n in orchards in Southern Portugal. *Biosyst. Eng.* 102, 321–333 pp.
- Remorini, D., and Massai, R., 2003**, Comparison of water status indicators for young peach trees, *Irrig Sci*, 22, 39-46 pp.
- Rhizopoulou, S., Meletiou-Christou, M. S., and Diamantoglou, S., 1991**, Water relations for sun and shade leaves of four mediterranean evergreen sclerophylls, *J. Exp. Bot.* 42 (5), 627-635 pp.
- Riccardi, G., 2005**, “The Mediterranean diet and the prevention of diabetes”, *Health Delivery*, 50, 3

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Reinert, S., Bögelein R., and Thomas, F.M. 2012.** Use of thermal imaging to determine leaf conductance along a canopy gradient in European beech (*Fagus sylvatica*). *Tree Physiology* 32, 294–302
- Rieger, M., 1995,** Offsetting effects of reduced root hydraulic conductivity and osmotic adjustment following drought, *Tree Physiol.* 15, 379-38pp.
- Romana, E., 1989,** Zeytin Yetiştiriciliği (Tercüme: A. Çavuşoğlu), Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Yayınları, İzmir, 111s.
- Sadras, V.O., Montoro, A., Moran, M.A., and Aphalo, P.J., 2011,** Elevated temperature altered the reaction norms of stomatal conductance in field-grown grapevine, *Agricultural and Forest Meteorology*, 165, 35-42 pp.
- Scholander, P.F, Hammel, H.T, Bradstreet, E.D, Hemmingsen, E.A., 1965,** Sap pressure in vascular plants, *Science*, 148, 339–346 pp.
- Sdoodee, S., and Kaewkong, P., 2006,** Use of an infrared thermometer for assessment of plant water stress in neck orange (*Citrus reticulata* Blanco). *Songklanakarın J. Sci. Technol.*, 28(6): 1161-1167 pp.
- Sebastiani, L., 2011,** Physiological response of olive (*Olea Europaea* L.) to water deficit, *Acta Hort. (ISHS)* 888:137-147 pp.
- Sepaskhah, AR. and Kashefipour SM., 1994,** Relationships between leaf water potential, CWSI, yield and fruit quality of sweet lime under drip irrigation. *Agric Water Manag.*, 25, 13-22 pp.
- Sepulcre-Canto, G., Zarco-Tejada, P., Jimenez-Munoz, J., Sobrino, Ja., De Miguel, E., and Villalobos, FJ., 2006,** Detection Of Water Stress In An Olive Orchard With Thermal Remote Sensing Imagery. *Agricultural and Forest Meteorology*, 136: 31-44 pp.
- Sevim, D., 2011,** Zeytin yaprağı ilave edilerek elde edilen zeytinyağının bazı temel kalite kriterleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi FBE.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sikaoui, L., Bouizgaren, A., Karrou, M., Boulal, H., Boulouha, B., Karama, M., Nangia, V., and Oweis, T.**, 2014, Effect of deficit irrigation on vegetative growth and fruit yield parameters of young olive trees (*Olea europaea* L.) in semi-arid area of Morocco, *7th International Conf. on Water Resources in the Mediterranean Basin*, Oct 10-12, Marrakech, Morocco.
- Taiz, L. and Zeiger, E.**, 2008, Bitki Fizyolojisi (Edit. Prof. Dr. İsmail Türkan). Palme Yayıncılık. Ankara.
- Testi, L., Goldhamer, D. A., Iniesta, F., and Salinas, M.**, 2008, Crop water stress index is a sensitive water stress indicator in pistachio trees, *Irrigation Science*, Vol. 26 (5), 395-405 pp.
- Tognetti, R., Giovannelli, A., Lavini, A., Morelli, G., Fragnito, F., D'Andria, R.**, 2009, Assessing environmental controls over conductances through the soil–plant–atmosphere continuum in an experimental olive tree plantation of southern Italy, *Agricultural and Forest Meteorology*, 149, 1229–1243 pp.
- Tognetti, R., d'Andria R., Morelli G., Alvino A.**, 2005, The effect of deficit irrigation on seasonal variations of plant water use in *Olea europaea*, *Plant And Soil*, 273, 139-155.
- Toplu, C., Önder, D., Önder S., and Yıldız, E.**, 2009, Determination of fruit and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L. cv. Gemlik) in different irrigation and fertilization regimes, *African Journal of Agricultural Research*, 4(7): 649-658 pp.
- Torres-Ruiz, J.M., Fernández, J.E., Diaz-Espejo, A., Muriel, J.L., Romero, R., MartínPalomo, M.J., and Morales-Sillero, A.**, 2011, Stomatal control and hydraulic conductivity in cv. Manzanilla olive trees under different water regimes, *Acta Hort.* (ISHS) 888, 149-155 pp.
- Tubeileh, A., Adriana, B., and Turkelboom, F.**, 2004, Growing Olives and Other Tree Species in Marginal Dry Environments. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria. vi + 106 p. En.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Turan, E., ve Keçeli, T.**, 2005, Sarı ulak zeytini ve siyah çaydan elde edilen fenolik ekstraktların antioksidan etkilerinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana, 48s.
- TÜİK**, 2016, Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> adresinde alındı.
- UZZK**, 2018, Ulusal Zeytin ve Zeytinyağıl Konseyi Raporu, http://www.uzzk.org/Belgeler/TURKIYE_REKOLTE_RAPOR_2017_2018.pdf adresinden alındı.
- Uylaşer, V., Tamer, C. E., İncedayı, B., Vural, H., and Copur, U.**, 2008, The quantitative analysis of some quality criteria of gemlik variety olives, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6, 26-30 pp.
- Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Valentao, P., Gonçaves, A., Pereira, J.A., Olivera, M.B., Seabra, R.M., and Andrade, P.B.**, 2005, Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europea* L.) Influences of cultivar and geographical origin, *Food Chemistry*, 89: 561-568 pp.
- Vossen, P.**, 2009, Olive cultivar comparisons from around the World. Olivebioteq2009. Sfax, Tunisia.
- Wang, D. and Gartung, J.**, 2010, Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees under postharvest deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 97 1787-1794 pp.
- Withers, B.S., and Vipond, S.**, 1983, Irrigation, Design and Practice. Batsford Academic And Educational Limited, London, 287p.
- Xiloyannis, C., Dichio, B., Nuzzo, V., and Celano, G.**, 1999, Defense strategies of olive against water stress, *Acta Horticulturae*, 474, 423-426.
- Xiloyannis, C., Pezzarossa, B., Jorba, J., and Angelini, P.**, 1988, Effects of soil water content on gas exchange in olive trees, *Adv. Hortic. Sci.* 2, 58-63 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yazar, A.**, 2009, Sulama ve drenaj ders notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Yazar, A., Gençel, B., Ülger, A. C., Sezen, S. M., ve Bozkurt, Y.**, 2007, Bitki su stres indeksini kullanarak uygulanacak sulama suyu miktarının kestirimi, TÜBİTAK proje No: TOGTAG-3305
- Yıldırım, O., Korukçu, A.**, 1999, Damla sulama sistemlerinin projelenmesi, TOPRAKSU yayını.
- Yıldırım, O.**, 1996, Bahçe Bitkilerinin Sulanması. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1438, 420s, Ankara.
- ZAE**, 2016, Türkiyede Zeytincilik Sektör Raporu, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir
<http://www.nto.org.tr/download/raporlar/10060/T%C3%BCrkiyezeytinciliksektorraporu2016.pdf> adresinden alındı.
- Zarco-Tejada, P. J., Gonzalez-Dugo, V., Williams, L. E., Suarez, L., Berni, J. A. J., Goldhamer, D., and Fereres, E.**, 2013, A PRI-based water stress index combining structural and chlorophyll effects: assessment using diurnal narrow-band airborne imagery and the CWSI thermal index, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 138, 38-50 pp.
- Zeke, K., Mailer, R., Eberbach, P., and Wünsche, J.**, 2012, Oil content and fruit quality of nine olive (*Olea europaea*L.) varieties affected by irrigation and harvest times, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 40:4, 241-252 pp.
- Zipoli, G.**, 1990, Remote Sensing for Scheduling Irrigation: Review of Thermal Infrared Approach. *Acta Horticulture*, 281-288 pp.

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesinde görüş ve önerilerini esirgemeyen, araştırmanın yürütülebilmesi için her türlü olanağı sağlayan, her aşamasında yardımlarını aldığım, deneyim ve öngörüsü ile çalışmalarına yön veren, her zaman desteğini hissettiğim danışmanım, Prof. Dr. Erhan AKKUZU' ya;

Bana bugüne kadar her zaman destek olan, sonsuz sevgi ve şefkat sunan bana güvenen çok değerli annem ve babama;

Doktora eğitimim süresince hep yanımda olan, beni destekleyen eşime;

Araştırmanın yürütülmesi, gerekli teknik altyapı, alet ve ekipmanların sağlanmasının yanında moral ve desteğini her zaman hissettiğim Dr. Ünal KAYA' ya;

Araştırma verilerinin analizi aşamasında yardım, fikir ve önerilerini benden esirgemeyen Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL' e ve Dr. Öğr. Üyesi Hakkı Zafer CAN'a;

Tezimin yazımı aşamasında yardımını benden esirgemeyen Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ' ye, Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU' na ve Dr. Abdullah KAPAR' a;

Tez çalışması süresi boyunca bana olan yardım ve desteklerinden dolayı arkadaşlarım Ziraat Yük. Müh. Tolga ÇAKIR' a, Dr. Ulaş Tunalı' ya ve Ziraat Yük. Müh. Şeyda SEVİNÇ' e;

Tez projemi TÜBİTAK-1120317 nolu proje kapsamında yürütmemi mümkün kılan TÜBİTAK'a;

Teşekkürlerimi sunarım.

07 / 08 / 2019

Nima POUYAFARD

ÖZGEÇMİŞ

Nima POUYAFARD, 08.04.1987 tarihinde İran’da doğdu. İlkokulu Tebriz Şahed İlkokulunda, orta eğitimini Tebriz Azadegan Ortaokulunda tamamladı.2001 yılında başladığı Saadi Lise’den 2005 yılında mezun oldu. 2006 yılında kayıt yaptırdığı Tebriz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sulama ve Drenaj programından 2010 yılında mezun oldu. Nima POUYAFARD aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başladı ve 2013 yılında mezun oldu. 2013 yılında aynı dal’ da Doktora eğitimine başladı ve halen devam ediyor.

