

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**ZEYTİN AĞAÇLARINDA SU STRESİNİN
BELİRLENMESİNDE BİTKİ ÖZSU AKIŞ HIZI VE
STOMA İLETKENLİĞİ TEKNİKLERİNİN
KULLANIMI**

Ongun UÇKAY

Danışman: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tarımsal Yapılar ve Sulama Yüksek Lisans Programı

İZMİR

2019

Ongun UÇKAY tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Zeytin Ağaçlarında Su Stresinin Belirlenmesinde Bitki Özsu Akış Hızı ve Stoma İletkenliği Tekniklerinin Kullanımı” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin 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:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Mehmet Ali UL

Raportör Üye : Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Üye : Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN

İmza



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Zeytin Ağaçlarında Su Stresinin Belirlenmesinde Bitki Özsu Akış Hızı ve Stoma İletkenliği Tekniklerinin Kullanımı” 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.

05/09/2019

Ongun UÇKAY



ÖZET**ZEYTİN AĞAÇLARINDA SU STRESİNİN
BELİRLENMESİNDE BİTKİ ÖZSU AKIŞ HIZI VE STOMA
İLETKENLİĞİ TEKNİKLERİNİN KULLANIMI**

UÇKAY, Ongun

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Eylül 2019, 59 Sayfa

Çalışma, 2018 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, yetişkin Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında yürütülmüştür. Çalışmada, kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında sulama öncesi ve sonrası stoma iletkenliği (g_s) ile bitki özsu akışının mevsim içindeki değişimleri izlenmiştir. Ayrıca, yağışa dayalı (K1) ve kontrol (K2) konularında dönem içerisinde 4 farklı günde iki saat arayla stoma iletkenliği (g_s) ölçümleri yapılmış olup stoma iletkenliğinin gün içerisindeki değişimi gözlemlenmiştir. Sulama konuları K1: Yağışa dayalı, K2: 7 günde bir 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemin tarla kapasitesine getirilmesi, K3: K2 konusuna uygulanan su miktarının %66' sının uygulanması ve K4: K2 konusuna uygulanan su miktarının %33' ünün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Çalışma süresince (01/06/2018-30/09/2018) konulara uygulanan sulama suyu miktarı, 0 ile 911 mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketim değerleri ise 132 ile 894 mm arasında değişiklik göstermiştir.

Çalışmada sulama öncesi stoma iletkenliği verilerinin sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konuları için sırasıyla 179.6, 275.6, 250.2 ve 242.4 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Sulama sonrası stoma iletkenliğinin sezon ortalamaları, K2, K3, K4 konuları için sırasıyla 330.7, 293.3 ve 245.1 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen verilere göre stoma iletkenliği değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki özsu akış ölçümlerinin sezon ortalamaları, K1, K2, K3, K4 konuları için sırasıyla 0.035, 0.080, 0.069 ve 0.054 $\text{ml cm}^{-1} \text{dak.}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bitki özsu akış hızı ile stoma iletkenliği arasında sulama öncesi ve sulama sonrası değerlerinde pozitif doğrusal bir ilişkinin ($R^2= 0.603$), ($R^2= 0.555$) olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmanın sonucu olarak; zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde, stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsu akış hızı ölçüm değerlerinin kullanılabilceği söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Zeytin, Bitki özsu akışı, Stoma iletkenliği, Su stresi, yaprak porometresi



ABSTRACT**USE OF PLANT SAP FLOW RATE AND STOMATAL
CONDUCTANCE TECHNIQUES TO DETERMINE WATER
STRESS IN OLIVE TREES**

UÇKAY, Oğun

MSc in Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

September 2019, 59 pages

The study was carried out in the mature olive trees of Memecik variety in 2018 at the Ministry of Agriculture and Forestry, Bornova Olive Research Institute. In this study, changes in stomatal conductivity (gs) and plant sap flow throughout the season were observed in olive trees under deficit irrigation conditions. In addition, stomatal conductivity (gs) measurements were performed on rainfed (K1) and control (K2) treatments every two hours on 4 different days during the period to monitor changes in stomatal conductivity during the day. Treatments are K1: non-irrigated (rainfed), K2: soil water deficit in a 90 cm soil depth was refilled to field capacity for every 7 days, K3: application of the 66% of water given at K2, K4: application of the 33% of water given at K2.

In this study (01/06/2018-30/09/2018), irrigation water requirement was ranged from 0 to 911 mm, evapotranspiration (ET_a) varied from 132 to 894 mm.

In the study, the seasonal averages of pre-irrigation stomatal conductivity data were found to be 179.6, 275.6, 250.2 and 242.4 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K1, K2, K3 and K4, respectively. The seasonal averages of post-irrigation stomatal conductivity were found to be 330.7, 293.3, and 245.1 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K2, K3 and K4, respectively. According to the data obtained in this study, the difference between the stomatal conductivity values were statistically significant. Seasonal average of plant sap flow measurements were calculated as 0.035, 0.080, 0.069 and 0.054 $\text{ml cm}^{-1} \text{min}^{-1}$ for K1, K2, K3, K4, respectively.

It was observed that there was a positive linear relationship ($R^2= 0.603$), ($R^2= 0.555$) between sapflow and pre and post irrigation stomatal conductance values.

As a result of the study; It can be said that stoma conductivity (gs) and plant sap flow rate measurement values can be used to determine water stress in olive trees.

Keywords: Olive, Sapflow, Stomatal conductance, Water stress, leaf porometer



ÖNSÖZ

Asırlardır barışın simgesi olan zeytinin meyvesinin sofralık ve yağlık olarak tüketilmesinin yanında sağlık, temizlik, enerji ve benzeri çok geniş bir kullanım alanı vardır. Topraklarının büyük bir bölümü Akdeniz iklim kuşağında yer alan Türkiye, kıyı şeridi boyunca antik çağlardan beri zeytin üretilen ve ticareti yapılan bir yer olmuştur. Tarımsal üretimde zeytin yetiştiriciliğinin Türkiye için ekonomik önemi çok büyük olup oluşturduğu iş istihdamı sayesinde birçok aileye geçim kaynağı yaratmaktadır.

Nüfus artışı yanı sıra su kaynaklarının yetersizliği tarımsal üretimde suyun önemini artırmıştır. İklim değişikliği ile birlikte bu önem gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bu nedenle tarımda diğer ürünlerde olduğu gibi zeytin yetiştiriciliğinde de sudan maksimum düzeyde faydalanma zorunlu olmuş bu amaçla sulama programlarının oluşturulması ve optimize edilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır

Bu çalışmada Memecik çeşidi zeytin ağaçlarının sulama programının oluşturulması amacıyla, bitkinin değişen su stresi koşullarında fizyolojik tepkisi ortaya konulmaya çalışılmış ve bulgular ışığında bitkinin bu fizyolojik özelliklerinin sulamanın programlanmasında kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmaların yürütülmesinde destek olan Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Bu çalışma 2016/ZRF/058 projesi kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı Ege Üniversitesi BAP Komisyonuna teşekkürü bir borç bilirim.

İZMİR

Ongun UÇKAY

05/09/2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1 Materyal	17
3.1.1 Bornova Ovasının genel tanımı	17
3.1.2 Araştırma alanı yeri	17
3.1.3 Araştırma alanının iklim özellikleri	18
3.1.4 Araştırmada kullanılan Memecik zeytin çeşidi	20
3.1.5 Sulama sistemi	20
3.2 Yöntem	21
3.2.1 Deneme deseni ve tesisi	21
3.2.2 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler	22

İÇİNDEKİLER (devam)

3.2.3 Fizyolojik ölçümler	22
3.2.4 Meteorolojik ölçümler	26
3.2.5 Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi	26
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1 Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Gereksinimi	27
4.2 Fizyolojik Bulgular	29
4.2.1 Stoma iletkenliği (g_s)	29
4.2.2 Bitki özsu akış hızı.....	37
4.3 Bazı Fizyolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler	43
4.3.1 Stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsu akış hızı arasındaki ilişki	43
4.3.2 Stoma iletkenliği (g_s) ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki.....	45
4.3.3 Bitki özsu akış hızı ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR DİZİNİ	50
TEŞEKKÜR.....	58
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Araştırma alanının yeri	18
3.2 Araştırmadaki sulama konularının yerleşimi.....	21
3.3 Stoma iletkenliği ölçüm cihazı (DECAGON SC-1).....	23
3.4 Stoma iletkenliği ölçümü.....	24
3.5 Bitki özsu akış hızı ölçümü	25
4.1 2018 yılında Memecik türü zeytin ağaçlarında sulama öncesi stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$).....	29
4.2 2018 yılında Memecik türü zeytin ağaçlarında sulama sonrası stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$).....	30
4.3 11.07.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	34
4.4 25.07.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	35
4.5 08.08.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	36
4.6 29.08.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	37
4.7 2018 yılında Haziran ayında konulara göre ortalama bitki özsu akış hızı değişimi ($ml\ cm^{-2}\ dak^{-1}$)	39
4.8 2018 yılında Temmuz ayında konulara göre ortalama bitki özsu akış hızı değişimi ($ml\ cm^{-2}\ dak^{-1}$)	39

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.9 2018 yılında Ağustos ayında konulara göre ortalama bitki özsu akış hızı değişimi ($\text{ml cm}^{-2} \text{ dak}^{-1}$).....	40
4.10 2018 yılında Eylül ayında konulara göre ortalama bitki özsu akış hızı değişimi ($\text{ml cm}^{-2} \text{ dak}^{-1}$).....	40
4.11 Zeytin ağaçlarında sulama düzeyi-transpirasyon arasındaki ilişki	43
4.12 2018 yılı zeytin ağaçlarına ait sulama öncesi bitki özsu akış hızı ($\text{ml cm}^{-2} \text{ dak}^{-1}$) ve stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) arasındaki ilişki	44
4.13 2018 yılı zeytin ağaçlarına ait sulama sonrası bitki özsu akış hızı ($\text{ml cm}^{-2} \text{ dak}^{-1}$) ve stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) arasındaki ilişki.....	44
4.14 2018 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) değerleri ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.	45
4.15 2018 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait bitki özsu akış hızı ($\text{ml cm}^{-2} \text{ dak}^{-1}$) ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Dünyada sofralık zeytin üretimi (1 000 ton) (IOC, 2019).....	2
1.2 Dünyada zeytinyağı üretimi (1 000 ton) (IOC, 2019)	3
3.1 Araştırma alanının fiziksel toprak özellikleri	18
3.2 İzmir iline ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık (1938-2018) ortalama değerleri (MGM, 2019)	19
3.3 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının denemenin gerçekleştiği aylardaki değerleri (MGM,2019)	20
4.1 Zeytin ağaçlarında uygulanan toplam sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi miktarı (mm)	27
4.2 2018 yılında zeytin ağaçlarında sulama öncesi ortalama stoma iletkenliği (gs) değerleri değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	33
4.3 2018 yılında zeytin ağaçlarında sulama sonrası ortalama stoma iletkenliği (gs) değerleri değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	33
4.4 2018 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama özsu akış hızı değerleri ($\text{ml cm}^{-2} \text{dak}^{-1}$)	42
4.5 2018 yılında zeytin ağaçlarında konulara ait özsu akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsu akış hızına oranı (Transpirasyon oranı)	42

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
***	%99.9 Önemli
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
µmol	Mikromol
C	Kontrol Konusu
CDI	Periyodik Kısıtlı Sulama
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
cm ³	Santimetreküp
d	Topraktaki Su Derinliği
dak	Dakika
DI	Kısıtlı Sulama
ET ₀	Referans Bitki Su Tüketimi
ET _a	Bitki Su Tüketimi
FI	Tam Sulama

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
g_s	Stoma İletkenliği
ha	Hektar
I	Sulama Suyu Miktarı
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	metreküp
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mmol	Milimol
n.s	Önemli değil
PRD	Kısmi Kök Bölgesi Sulaması
P_v	Toprak Hacminin Yüzdesi Cinsinden Nem Miktarı (%)
r	Korelasyon
R^2	Regresyon

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
RDI	Düzenlenmiş Kısıtlı Sulama
s	Saniye
VPD	Buhar Basıncı Açığı



1. GİRİŞ

Zeytin, *Oleaceae* familyasından olup adının kökenini Latince *olea*' dan alır. Genellikle 300- 400 yıl gibi uzun ömürlü olan bu bitkinin 2000 yaşında olanları bulunmaktadır. Zeytin, güneş gören killi toprakları çok seven kuraklığa son derece dayanıklı bir türdür. *Oleaceae* familyasındaki *olea* cinsi otuz türden oluşmaktadır (Kaplan ve Arıhan, 2011). En eski tarım ürünlerinden biri olan zeytinin tarihi 8000 yıl öncesine dayanır. Akdeniz iklim ve ülkelerine özgü olup, uygarlık tarihi açısından zeytin insanlar için dini açıdan, ödüllendirilme, beslenme ve sağlık konusunda önemli bir yer tutmuş. Zeytinin meyvesi yağ bakımından zengin, meyvesi ise yeşil ve olgunlukta siyah renklidir. Zeytin meyvesi işleme tabi tutulmadan tüketilememekte genellikle salamura edildikten sonra tüketilmektedir (Küçükkömürler ve Ekmen, 2008).

Kutsal kitaplarda da yer alan zeytin tarih boyunca barışın simgesi olarak kabul edilmiştir. İbranice 'zeyt' sözcüğü Arapçadan 'ez-zeyt' sözcüğüne oradan da Türkçeye zeytin olarak geçmiştir. Zeytin ağacının ilk çıkış yerinin Güney Ön Asya olduğu kabul edilmekle birlikte Anadolu'da asıl yurdunun Güneydoğu Anadolu'daki Mardin, Maraş ve Hatay illerinin bulunduğu bölge kabul edilmektedir (Kaplan ve Arıhan, 2011). Zeytin tarih boyunca farklı uygarlıklar için umudun ve barışın temsilcisi olmuş, zeytin ağacı ve meyvesi kutsal olarak kabul edilmiştir. Zeytin, Osmanlı İmparatorluğunda yemekler yerine daha çok aydınlatma ve ilaç yapımında kullanılmıştır (Küçükkömürler ve Ekmen, 2008).

Türkiye' de 2018 yılı itibariyle zeytin ağaçlarının sayısı 177 843 000, meyve veren zeytin ağacı sayısı ise 151 069 000 dur. Toplam zeytin üretimi 2018 yılında 1 500 467 ton olup, üretilen ürünlerin sofralık olarak kullanılan kısmı 426 995 ton ve yağlık olarak kullanılan kısmı ise 1 073 472 ton dur (TÜİK, 2018).

Dünyada sofralık zeytin üretiminde, İspanya birinci sırada, Türkiye üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1). Yağlık zeytin üretiminde de İspanya en yüksek değerlere sahiptir. Türkiye yağlık zeytin üretiminde ise dördüncü sıradadır (Çizelge 1.2) (IOC, 2019).

Çizelge 1.1 Dünyada sofralık zeytin üretimi (1 000 ton) (IOC,2019).

Ülkeler	Tarih														Ortalama
	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19					
İspanya	492.6	608.6	521.5	491.0	572.2	555.6	601.0	596.1	563.4	613.0	561.5				
Mısır	409.0	350.0	384.5	453.0	400.0	450.5	335.5	550	500.0	450.0	428.2				
Türkiye	390.0	330.0	400.0	410.0	430.0	390.0	397.0	400.5	450.0	420.0	401.7				
Cezayir	136.0	192.5	145.5	175.0	208.0	233.5	221.0	293	318.0	342.5	226.5				
Yunanistan	135.0	135.0	130.0	197.0	130.0	249.0	194.0	180	261.0	190.0	180.1				
Fas	90.0	110.0	100.0	100.0	120.0	100.0	120.0	120	130.0	130.0	112.0				

Çizelge 1.2 Dünyada zeytinyağı üretimi (1 000 ton) (IOC,2019).

Ülkeler	Tarih													Ortalama
	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/2015	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19				
İspanya	1401.5	1391.9	1615.0	618.2	1781.5	842.2	1403.3	1290.6	1260.1	1598.9	1320.3			
İtalya	430.0	440.0	399.2	415.5	463.7	222.0	474.6	182.3	428.9	265.0	372.1			
Yunanistan	320.0	301.0	294.6	357.9	132.0	300.0	320.0	195.0	346.0	225.0	279.1			
Türkiye	147.0	160.0	191.0	195.0	135.0	160.0	150.0	178.0	263.0	183.0	176.2			
Tunus	150.0	120.0	182.0	220.0	70.0	340.0	140.0	100.0	280.0	120.0	172.2			
Fas	140.0	130.0	120.0	100.0	130.0	120.0	130.0	110.0	140.0	200.0	132.0			

Türkiye Dünya' da zeytin dikiliş alanı açısından ise FAO'nun 2014 yılı verilerine göre 6. sıradadır. Türkiye'de 2014 ve 2015 yılında zeytin tarımının yapıldığı bölgelerde zeytin ağaçlarının %48.7'i Gemlik, %20.7'si Ayvalık, %19.1'i Memecik, %7.6'sı Domat ve %3.7'ü diğer çeşit olarak belirlenmiştir (Anonim, 2016).

Zeytin tarımında sulama oranı yaklaşık %44.9 olup, bu alanların %63.2' si basınçlı sulama yöntemi olan damla sulama sistemi ile %36.8'i ise yüzey sulama yöntemi olan salma sulama yöntemiyle sulanmaktadır (Anonim, 2016).

Dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de, zeytin alanlarının önemli bir kısmı sulanmamakta yetiştiricilik yağışa dayalı yapılmaktadır. Bununla birlikte zeytin yetiştiriciliğinde sulama uygulamalarında son dönemde ciddi bir artış görülmektedir. Zeytin tarımında sulamanın önemi gittikçe artmakla birlikte su kıtlığı tüm dünyada olduğu gibi Akdeniz havzasında da önemli bir sorundur. Akdeniz havzasındaki en önemli su kullanıcı sektör hala tarımdır. Kullanılan suyun %80'in den fazlası tarımda kullanılmakta ve bu suyunda yarısından fazlası boşa gitmektedir (Laraus, 2004). Üreticiler suyu gerektiğinden fazla ya da eksik uygulamak suretiyle suyu etkin kullanmamaktadır. Akdeniz tarımında sınırlı su kaynaklarının etkin yönetimi bilimsel olarak kanıtlanmış sulama programlama tekniklerini ve kısıtlı sulamayı zorunlu kılmaktadır.

Su miktarı azaldıkça ve suyun maliyeti arttıkça sulama daha da önem kazanmaktadır. Ne zaman ve ne miktar su verileceği ve sulamanın verim ve kalite üzerine etkisi oldukça önemli olmaktadır. Su stresi zeytinde meyve oluşumunu ve verimi azaltmakta fakat kritik dönemlerde yapılacak olursa kısıtlı sulama kaliteyi arttırmaktadır. Stres koşullarında yağda keskinliği ve antioksidan özelliklerin artmasına yol açan fenolik bileşikler artmaktadır (Mailer and Arton, 2011).

Sulamanın programlanması çalışmalarında, özellikle sulama zamanı ve miktarını belirlenmesinde kullanılan yöntemler; a) Toprağa, b) Bitkiye ve c) İklimle dayalı izleme teknikleri olmak üzere 3 grupta toplanabilir.

Su kaynağının kıt olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun etkin kullanımı açısından sulamanın doğru bir şekilde yapılmasına olan ihtiyaç, araştırmacıları sulama programlamasında yeni teknolojilerin geliştirilmesi yönünde teşvik etmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, sulama programlamasında bitkiye dayalı yöntemlerin önemli bir potansiyele sahip

olduğu ortaya konulmuştur. Bu amaca yönelik olarak bitki su potansiyeli, taç sıcaklığı, özsu akışı ve gövde çapı değişimi ölçümlerinin hassas bir sulama planlaması için kullanılabileceği belirtilmiştir (Fernandez and Cuevas, 2010).

Özsu akış hızı ölçümlerinin otomatik ve sürekli olarak yapılabilmesi ve verilerin gerçek zamanlı izlenebilmesi, ayrıca ölçümlerin otomasyona uygun olması sulama yönetiminde bu yöntemi ön plana çıkmasına neden olmaktadır.

Bitki özsu akışı madde taşınımında kullanılan temel mekanizmadır ve bu taşınım köklerle alınan suyun terlemeyle atılmasına kadar devam eder. Taşınım hızını, bitki kök bölgesinde bulunan su, bitkinin fizyolojik yapısı, rüzgar, buhar basıncı açığı, radyasyon vb. mikro meteorolojik etmenler etkiler (Sezen, 2015). Bitki özsu akışı terlemeyle yakından ilişkilidir. Bitkide özsu akış hızının belirlenmesinde üç farklı yöntem vardır. Bunlar ısı salınımı, ısı dengesi ve ısı kaybı olarak sıralanabilir (Silva, 2008).

Bu çalışma kapsamında, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerden biri olan Memecik çeşidinin, farklı su kısıtı düzeyinde, su stresine karşı tepkilerinin stoma iletkenliği ve bitki özsu akışı gibi fizyolojik özellikler izlenerek ortaya konulması ve bu ölçümlerin zeytinde sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bitkilerin su stresi koşullarında verdikleri en önemli tepkilerden birisi bitki yapraklarında yer alan stomalarını kapatarak transpirasyonla meydana gelen su kaybını azaltmalarındır. Stoma direncini yada tersi olan stoma iletkenliğini yaprak su içeriğinden daha çok toprağın su içeriği belirler. Bitkiler toprakta nem azaldığında köklerden gelen absisik asite (ABA) tepki vererek stomalarını kapatırlar, bunun sonucunda transpirasyonda azalma ve yine buna bağlı olarak taç sıcaklığında artış meydana gelir (Taiz and Zeiger, 2008).

El Jaouhari et al. (2018), Kuzey batı Fas'taki Imouzzet Kander bölgesinde, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında elma ağaçlarında sulama konularını T1 (%100 ET_c), T2 (%75 ET_c), T3 (%50 ET_c) olarak oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, deneme yıllarında tahmini referans evapotranspirasyon (ET₀) değerlerini, 2015, 2016, 2017 yıllarında sırasıyla; 630, 684, 728 mm bulmuşlar, T3(%50) konusunda bitkilerin su stresine girmediğini ancak T2 (%75) konusunda meyve veriminin önemli derecede arttığını gözlemlemişlerdir. Yine araştırmacılar, T3 konusunda diğer iki konuya göre meyve büyüklüklerinin kabul edilebilir büyüklüğe ulaşmadığını ancak meyve sertliği ve şeker oranı bakımından en iyi sonuçları verdiğini bildirmişlerdir.

Zhou et al. (2017), yarı kurak kuzeybatı Çin' de dört yıllık şeftali ağaçlarını iki yıl boyunca kısıtlı sulama uygulamışlar ve bitki öz suyu akışı ölçümleri yapmışlardır. Yapmış oldukları denemedeki sulama konularını I1 (ET_c' nin %100' ü), I2 (ET_c' nin %75' i), I3 (ET_c' nin %50' si), I4 (ET_c' nin %25' i) olacak şekilde belirlemişlerdir. Araştırmacılar, I1 konusundaki ağaçların 2010 yılında ortalama 332 mm su tükettiğini ancak 2011 yılında taç genişlemesi ve artan yaprak alanı nedeniyle ağaçların ortalama 419 mm su tükettiğini bulmuşlardır. Yine araştırmacılar, büyüme dönemi boyunca bitki öz suyu akışı ortalama değerlerini I1, I2, I3, I4 konularında sırasıyla 11.9, 10.9, 9.5 ve 7.8 $\mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Trentacoste et al.(2018), Arjantin' in Mendoza Bölgesinde saksılardaki üç yaşındaki yedi ayrı zeytin çeşidinde (Arauco, Morchiaio, Villalonga, Arbequina, Nevadillo, Changlot, Selección) üç ayrı sulama dozu uygulamışlardır. Araştırmacılar, sulama konularını CI: kontrol sulaması, SDI: kontrol sulamasının %35' i kadar sulama suyu uygulanması ve CDI: ayda bir döngü ile CI' nın %35' i kadar sulama suyu uygulanması şeklinde belirledikleri çalışmada kontrol

koşullarında Arbequina çeşidinde ortalama stoma iletkenliğini ($451 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) diğer çeşitlerden (ortalama $362 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) daha yüksek ölçmüşlerdir.

Parvazi et al. (2016), İran'da 2011 ve 2012 yıllarında nar ağaçlarında tesadüf blokları deneme desenini kullanarak beş farklı sulama dozu uygulamışlar ve stoma iletkenliği ölçümü yapmışlardır. Sulama dozlarını tam sulama FI (%100 ET_c), kısıtlı sulama DI (%75 ET_c), kısmi ıslatma PRD (%75 ET_c), kısıtlı sulama DI (%50 ET_c) ve kısmi ıslatma PRD (%50 ET_c) olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar 2011 yılında FI, DI(%75), PRD(%75), DI (%50) ve PRD (%50) sulama konuları için ortalama stoma iletkenliği değerini sırasıyla 0.095, 0.083, 0.091, 0.067, 0.098 ve 0,075 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 2012 yılında ise yine sırasıyla 0.075, 0.076, 0.073, 0.058, 0.061 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir.

Fernandez at al. (2006), İspanya' da 'Manzanilla' zeytin ağaçlarında 2003 ve 2004 yıllarında 3 farklı sulama konusunu ele almışlar, konuları ET_c ' nin %100' ü su uygulanan ağaçlar (Kontrol), kısmi ıslatma (PRD) ve düzenlenmiş kısıtlı sulama (RDI, %50 ET_c) şeklinde oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, PRD ve RDI konularını kontrol konusu ile karşılaştırmışlar; PRD konularındaki ağaçlarda kontrol konusundaki ağaçlara göre stoma iletkenliğinin azaldığını, RDI konularındaki ağaçlarda da benzer durumun gözlemlendiğini bulmuşlardır. Yine araştırmacılar, PRD ağaçlarında, her iki tarafında ana kökler tarafından alınan sudan dolayı gövdenin ve ana dalların herhangi bir yerinde bitki özsu akış hızında değişikliğe rastlamamışlar ve PRD ve RDI konularında bitki özsu akış hızı ölçümlerinde belirgin bir fark bulamamışlardır. Araştırmacılar, 2003 yılında yağışa dayalı koşul, kontrol, RDI ve PRD konuları için en yüksek özsu akış hızını sırasıyla 0.218, 0.247, 0.215 ve 0.237 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 2004 yılında ise yine sırasıyla 0.251, 0.260, 0.239 ve 0.261 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir.

Diaz-Espejo et al. (2012), İspanya' nın Sevilla bölgesinde 'Arbequina' cinsi zeytin ağaçlarına iki farklı sulama dozunu damla sulama yöntemiyle uygulamışlardır. Araştırmacılar, bitki su ihtiyacının %100'ünü (kontrol) ve %30'ünü uyguladıkları çalışmada kontrol konuları ile kısıtlı sulama konularını karşılaştırıldıklarında stoma iletkenliği değerlerinin dönem sonu yaklaştıkça RDI konularında üç kat daha düşük olduğunu gözlemişlerdir. Araştırmacılar, 2011 yılında haziran ayından ağustos ayına kadar yaptıkları dört ölçümde kontrol konusunda stoma iletkenliği değerlerini sırasıyla 0.222, 0.193, 0.215 ve 0.229 $\text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$, kısıtlı sulama konusunda ise sırasıyla 0.233, 0.098, 0.069, 0.069 $\text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir.

Fernández et al. (2008a), Şaraplık üzüm bağlarında ve zeytin, elma ve armut bahçelerinde sulamanın programlanması için öz su akış ölçümlerinden yararlanmışlardır. Araştırmacılar gerçek bitki su tüketimi değerlerini sürekli ölçülen özsu akışından belirlemişler ve bu dört bitki arasından üzüm ve zeytinin sulama programlaması için daha başarılı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tognetti et al. (2009), Güney İtalya'daki yetişkin zeytin (*Olea europaea L.*) ağaçlarında bitki su içeriği, verim ve kuraklığa karşı verdiği tepkiyi incelemişlerdir. Sulama dozlarını bitki su tüketiminin %100'ü (T100), %66'sı (T66), %33'ü (T33) ve yağışa dayalı (TO) olacak şekilde belirleyen araştırmacılar, bitki özsuyu akışıyla bitki su kullanımını belirleyip bunun yanında stoma iletkenliği ölçümleri de yapmışlardır. Araştırmacılar, kurak geçen yılda yağışa dayalı koşullardaki ağaçların sulanan ağaçlara göre su kullanım oranının daha düşük olduğunu, ılıman geçen yılda sulama konuları arasında bitki özsuyu akış hızında önemli bir fark olmadığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, kurak yıllarda yağışa dayalı koşullardaki (TO) ağaçlarda, kontrol konusundaki (T100) ağaçlara göre büzülme oranının arttığını ancak kontrol konusundaki ağaçların kendi arasında önemli bir fark olmadığını gözlemlemişlerdir. Yine araştırmacılar, ılıman geçen yılda (2006), kurak geçen yıla (2007) göre ortalama transpirasyon hızının daha yüksek olduğunu, yaz mevsiminden kaynaklı stoma kapanması toprak ve yaprak su potansiyeli arasındaki fark ile doğrudan ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ramos and Santos (2009), Güney Portekiz'de zeytin (*Olea europaea L.*) ağaçlarında sulamanın programlanması amacıyla ağaçların, su alma mekanizmalarını, terleme, toprak suyu durumunu ve stoma tepkisini gözlemek için dört farklı sulama dozu uygulamışlardır. Sulama konularını, bitki su ihtiyacının %100'ü (kontrol), %60 düzeyinde kısıtlı sulama (DI), yağışa dayalı (susuz) ve düzenlenmiş kısıtlı sulama (RDI) olarak belirleyen araştırmacılar, kontrol, DI, yağışa dayalı ve RDI konularına sırasıyla 880, 448, 69 mm sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmacılar, kontrol ile DI konularında ağaçların mevcut su içeriğini korumak için fizyolojik mekanizmalarını yavaşlattıklarını gözlemlemişlerdir.

Asik et al. (2014), Zeytin ağaçlarının (*Olea europaea L. cv. Memecik*) Bornova koşullarında farklı sulama seviyelerinde verim, fizyolojik ve morfolojik gelişimlerini incelemiş ve çalışmanın bulgularına göre en iyi sulama programını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, sulama seviyelerini A sınıfı

buharlaşma kabından kümülatif olarak buharlaşma miktarının %25 (S0.25), %50 (S0.50), %75 (S0.75), %100 (S1.00) ve %125 (S1.25)'i ve bunun yanında sulama miktarının topraktan eksilen nemin tamamının uygulandığı kontrol (SC) konusu olacak şekilde belirlemişlerdir. Araştırmada sulama mevsimi boyunca sulama suyu miktarı 175 ila 874 mm arasında değişmiş, su tüketim değerleri 253 ve 902 mm olarak ölçülmüştür. Araştırmacılar, en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla SO.25 ve S1.25 konularından elde etmişlerdir.

Ballester et al. (2014), İşpanya Valensiya'da on üç yaşındaki narenciye ağaçlarında (*clementina de nules*) bitki su stresini gözlemek için bitki özsuyu ve stoma iletkenliğindeki değerini izlemişlerdir. Araştırmacılar, ağaçlara, kontrol (%100), kısıtlı sulama (RDI, %35) ve susuz (%0) olacak şekilde üç farklı sulama dozu uyguladıkları bu çalışmada, stres altındaki narenciye ağaçlarında bitki özsuyu akış hızı ile bitki su stresinin tespit edilebildiğini gözlemişlerdir. Araştırmacılar kontrol, kısıtlı sulama ve susuz konularında ortalama stoma iletkenliğini sırasıyla 119, 96 ve 77 mmol m⁻² s⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Escalona at el. (2000), saksıda yetişen asma bitkisinde farklı çevre koşullarında ısı dengesi, yaprak gaz değerini ve transpirasyon hızını ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, gün içerisinde farklı saatlerde havanın güneşli ve bulutlu olduğu durumlarda farklı transpirasyon oranları gözlemişlerdir. Yine araştırmacılar, güneşli havalarda transpirasyon oranının bulutlu havalardakinden yüksek olduğunu ifade etmişler ve sulanan konuların transpirasyon hızını 250 g saat⁻¹ m⁻², kısıtlı sulama altındaki konuların transpirasyon hızını ise 15 g saat⁻¹ m⁻² olarak ölçmüşlerdir.

Massai et al. (2000), İtalya'da su stresinin şeftali ağaçlarında gelişme ve verim üzerine etkisini üç büyüme mevsimi (1996-1998) boyunca bitki özsuyu akış hızı ölçümleri ile gözlemişlerdir. Denemede ağaçların yarısına haziran ayından eylül ayına kadar günde 25 L (10 m³ ha⁻¹d⁻¹) su uygulanmış, diğer yarısına aynı dönemde hiç su uygulanmamıştır. Araştırmacılar, sulanmayan ağaçlardaki su tüketim miktarının sulanan konuya kıyasla %50-70 azaldığını gözlemişlerdir.

Juhász et al. (2013), Macaristan'da genç kiraz ağaçlarında transpirasyon değerlerinin değerini 2008 ve 2009 yılları mayıs, ağustos ayları arasında bitki özsuyu akış hızı ölçümleriyle gözlemişlerdir. Araştırmacılar, ölçümleri gece 22:00-06:00, gündüz ise 06:00- 22:00 saatleri arasında yapmışlar, ayrıca gündüz ölçümlerini kendi arasında 06:00- 14:00 ve 14:00- 22:00 saatlerinde olmak üzere

ikiye ayırmışlardır. Araştırmacılar, gece (22:00-06:00) bitki özsuyu akış hızı değerleri ile gecedan önceki (14:00- 22:00) bitki özsuyu hızı değerleri arasında kuadratik bir ilişki olduğunu ve gece su talebi ihtiyacının gece olmadan önceki meydana gelen meteorolojik koşullara bağlı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ahumada-Orellana et al. (2019), Şili'nin Maule bölgesinde zeytin ağaçlarında (*Olea europaea l. cv Arbequina*) dört farklı sulama konusunu ele almışlardır. Araştırmacılar büyüme mevsimi boyunca T1, T2, T3 ve T4 konularına sırasıyla, 245, 240, 180, 160 mm sulama suyu uyguladıkları bu çalışmada, stoma iletkenliğinin $0.18 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ değerinden yüksek olduğunda su stresinin hafif veya olmadığını, düşük olduğunda ise şiddetli bir su stresi olduğunu gözlemlemişlerdir.

Dbara et al. (2016), Tunus'un Mornang Ovasında zeytin ağaçlarının (*Olea europaea 'var. Chetoui'*) kurak ve yarı kurak ortamlardaki verimliliğinin sulama suyu ile yakın ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, 2005 ile 2007 yılları arasında sürdürdükleri bu çalışmada sulama konularını kontrol (%100, ağaçların kök bölgesinin her iki tarafına su uygulanması), PRD100 (kök bölgesinin tek tarafına her on günde bir değişimli olarak su uygulanması), PRD50 (kontrol konusunda uygulanan suyun %50 si kadarının kök bölgesinin tek tarafına her on günde bir değişimli olarak uygulanması) ve susuz konusu olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, stoma iletkenliğini kontrol, PRD100, PRD50 ve susuz konularında sırasıyla 0.106 , 0.099 , 0.087 ve $0.080 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ölçmüşlerdir. Araştırmacılar susuz ve kontrol konusu arasındaki farkın istatikselsel olarak önemli olduğunu, PRD100 ve kontrol arasındaki farkın ise önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Kremer et al. (2018), Şili Cholqui, Melipilla, Metropolitan Bölgesinde zeytin ağaçlarında (cv. Frantoio) yarı kurak Akdeniz koşullarında meyve verimi, yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliğini gözlemek için beş farklı sulama konusunu ele almışlardır. Araştırmacılar, 2011 yılında şubat ayından mayıs ayına kadar bitki su tüketiminin %100'ü (kontrol, T1), %85'i (T2), %75'i (T3), %70'i (T4) ve %65'i (T5) olacak şekilde sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmacılar az su uygulanan konularda su potansiyelinin, stoma iletkenliğinin ve fotosentezin, kontrol konusuna göre azaldığını gözlemlemişlerdir.

Giorio et al. (1999), Güney İtalya'da genç zeytin ağaçlarında (*olea europaea*) farklı sulama düzeylerinin stoma iletkenliğine etkisini incelemek için

ağaçlara yaz mevsimi boyunca bitki su tüketiminin üç farklı düzeyinde (%0, %33 ve %66) su uygulamışlardır. Araştırmacılar sulamalara Mayıs ayından Eylül ayına kadar devam etmiş olup, en düşük stoma iletkenliğini Ağustos ayında $0.023 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ile T0 konusunda ölçmüşlerdir. Yine araştırmacılar, T0 konusunda Mayıs ayındaki stoma iletkenliği değerinin Ağustos ayındaki stoma iletkenliğinden yaklaşık olarak on kat fazla olduğunu, T66 konusunda Ağustos ayındaki stoma iletkenliği değerinin T0 konusundaki stoma iletkenliği değerinin yaklaşık olarak üç katı olduğunu bildirmişlerdir.

Masmoudi et al. (2010), Güney Tunus'ta 2008 yılında genç zeytin ağaçlarında bitki su tüketiminin stoma iletkenliği üzerine etkisini incelemek amacıyla konulara bitki su tüketiminin, %100'ü, %50'si ve %20'si olacak şekilde sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmacılar, %100ET_c, %50 ET_c ve %20 ET_c konularına sırasıyla 445, 240 ve 116 mm sulama suyu uyguladıkları çalışmada optimum stoma iletkenliği değerinin $450 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir.

Guizani et al. (2019), Tunus'ta dört çeşit şeftali ağaçlarında bitki su tüketiminin stoma iletkenliğine etkisini incelemek için üç farklı sulama konusu uygulamışlardır. Sulama konularını bitki su tüketiminin %100'ü (FI), %50'sinin (SDI) verilmesi ve toprak nem kapasitesi %50'ye düştüğünde eksilen suyun tamamının verilmesi (CDI) şeklinde belirlemişlerdir. Araştırmacılar, 2016 yılında FI, SDI, CDI konusunda ortalama stoma iletkenliğini meyve gelişimi aşamasında sırasıyla 10.13 , 6.75 ve $8.2 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, hasat zamanında ise yine sırasıyla 65.33 , 38.8 ve $56.43 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ölçmüşlerdir. Yine araştırmacılar, 2017 yılında FI, SDI, CDI konularında ortalama stoma iletkenliğini meyve gelişimi aşamasında sırasıyla 9.8 , 5.4 ve $6.84 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, hasat zamanında yine sırasıyla 83.5 , 55.11 ve $70.15 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir.

Güney et al. (2019), Antalya Elmalı Sedir Araştırma Ormanında çevre koşullarının bitki özsuyu akışına etkisini gözlemlemek için sedir (*Cedrus libani*) ağaçlarında ölçümler yapmışlardır. Araştırmacılar bitki özsuyu akış değerlerini Haziran ve Ağustos arasında ölçmüşler ve ortalama bitki özsuyu akışını sırasıyla 4.3 ve $10.6 \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, en yüksek bitki özsuyu değerlerini ise sırasıyla 8.0 ve $33 \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir.

Tognetti et al. (2004), Güney İtalya'da sulanan ve yağışa dayalı koşullardaki zeytin (*Olea europaea* L. cv. Kalamata) ağaçlarında bitki özsuyu akışını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, bitki özsuyu akış hızının Haziran ayından Ekim

ayına kadar olan zaman diliminde belirgin bir şekilde düştüğünü bunun yanında yağışa dayalı koşullardaki ağaçlarda yaz mevsiminde sulanan ağaçlara göre, gündüz bitki özsu akış değerlerinin düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar saatlik olarak ölçülen bitki özsu değerleri ile buhar basıncı (VPD) arasında kuvvetli ve pozitif bir korelasyon olduğunu gözlemledikleri çalışma sonucunda, kurak dönemden sonra yağışa dayalı koşullardaki ağaçlarla sulanan ağaçların benzer fizyolojik davranış gösterdiğini, kurak mevsimde verimli bir ksilem özsu taşınımının sürdürülmesiyle topraktaki suyu ekonomik bir şekilde kullandığını bildirmişlerdir.

Fernández, (2014) kurak ve yarı kurak bölgelerde ağaçlarda su stresini izlemede bitki özsu akış yönteminin kullanılabilir olduğunu ama ticari bahçelerde bu yöntemin bazı kısıtlayıcı sebeplerden dolayı nadiren kullanıldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bitki özsu akış yöntemi kurulumunun zor bakımının kolay olduğunu ifade etmişlerdir.

Tognetti et al. (2007), Güney İtalya'da iki ayrı zeytin çeşidinde (cv.Frantoio ve cv. Leccino) su kısıtı ve verim ilişkisini stoma iletkenliği ile gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, konulara bitki su tüketiminin %100'ü, %66 sı ve %0 olacak şekilde su uygulamışlardır. Araştırmacılar, Frantoio çeşidinde %100, %66 ve susuz konularında maksimum stoma iletkenliği değerini sırasıyla 0.307, 0.261 ve 0.138 mol H₂O m⁻² s⁻¹, Leccino çeşidinde ise yine sırasıyla 0.167, 0.159 ve 0.083 mol H₂O m⁻² s⁻¹ olarak ölçmüşlerdir.

Zhou et al. (2017), Kuzeybatı Çin'de dört yaşlı şeftali ağaçlarında farklı sulama düzeyinde bitki özsu akışı ve stoma iletkenliği değerlerindeki değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar ağaçlara dört farklı sulama dozu uygulamış ve bitki su tüketiminin %100 (I₁), %75 (I₂), %50 (I₃) ve % 25 (I₄)' ini dikkate alarak konuları belirlemişlerdir. Araştırmacılar, kuraklığa bağlı olarak stresteki ağaçlarda stoma iletkenliğinin düştüğünü, bitki özsu akış ile ölçüldüğünde daha düşük bir transpirasyon oranına çevrildiğini gözlemişlerdir. Yine araştırmacılar, I₁ konusundaki ağaçların bitki özsu akış hızı değerlerinin en yüksek, I₄ konusundaki ağaçların bitki özsu akış hızı değerlerinin en düşük olduğunu, 14:00 ve 16:00 saatleri arasında bitki özsu akış hızının en yüksek değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, gelişme mevsiminde I₁, I₂, I₃ ve I₄ konularında ortalama bitki özsu akış hızı değerini sırasıyla 11.9, 10.9, 9.5 ve 7.8 µg m⁻² saat⁻¹ olarak ölçmüşlerdir. Araştırmada bitki özsu akış hızı ile buhar basıncı açığının birbirleriyle ilişkili olduğu araştırmacılar tarafından gözlemlenmiştir.

Hernandez-Santana et al. (2016), İspanya’da iki farklı zeytin çeşidinde (cv. Sanabria ve La Hampa) kurak ve yarı kurak bölgede sulama programlanması için stoma iletkenliği değerlerinden faydalanmışlardır. Araştırmacılar ağaçlara bitki su tüketiminin %100 (FI), %60 (60RDI) ve %30 (30RDI)’nu dikkate alarak sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmacılar sulama konularında ölçülen stoma iletkenliği değerleri $0.350 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve $0.025 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında olduğunda makul olduğunu ifade etmişlerdir. Yine araştırmacılar, sabah buhar basıncı açığı değerleri artıkça, bitki özsu akış hızının arttığını, öğlen saatlerinde ise buhar basıncı açığı artmaya devam ederken La hampa çeşidinde bitki özsu akış hızının da arttığını, Sanabria çeşidinde ise azaldığını gözlemlemişlerdir.

Chehab et al. (2014), Tunus’ta bir zeytin bahçesinde, zeytin (*Olea europaea* L, cv. Meski) ağaçlarına bitki özsu akış hızı (T1) ve FAO yöntemi (T2) ni dikkate alarak damla sulama yöntemiyle su uygulamışlardır. Araştırmacılar nisan ve mayıs ayları arasındaki tüm sulama mevsimi boyunca T1 konusuna $7\ 800 \text{ lt ağaç}^{-1}$, T2 konusunda $11\ 300 \text{ lt ağaç}^{-1}$ sulama suyu uyguladıkları araştırmada, stoma iletkenliği değerinin mayıs ve haziran ayı arasında arttığını; ağustos ayı boyunca azaldığını; T1 ve T2 konularındaki en yüksek stoma iletkenliği değerlerinin sırasıyla $0.17 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve $0.24 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ölçüldüğünü bildirmişlerdir.

Oliveras and Llorens (2000), sarıçam ağacının transpirasyonunun izlenmesi için Granier tipi bitki özsu akış hızı ölçüm cihazının kullanılabilirliğini test etmişlerdir. Araştırmacılar araziden 14., 25. ve 33. olmak üzere üç ağaç seçmişler ve bu ağaçlardan günüçi ortalama bitki özsu akış hızı değerlerini 14. ağaç için $0.0039 \text{ mm}^3 \text{ mm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 25. ağaç için $0.0176 \text{ mm}^3 \text{ mm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 33. ağaç için $0.0090 \text{ mm}^3 \text{ mm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ölçmüşlerdir.

Paudel et al. (2013), bitki özsu akış hızı ölçümlerini damla sulama yöntemiyle sulanan 12 yaşlı nektarin ağaçlarında ısı kaybı problemleri ile yapmışlardır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı ve yaprak iletkenliğinin sezon başında yaprak gelişimi ile birlikte arttığını bulmuşlardır. Ayrıca araştırmacılar, susuz parselde bitki özsu akış hızının sulanan ağaçlara göre %35’e kadar düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Lakatos and Bubán (2000), elma ağaçlarındaki gece su kullanımının toplam günlük su ihtiyacına katkısını araştırmışlardır. Bitki özsu akış hızını ısı kaybı (Granier) yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, gece bitki özsu akış hızı ortalamasının havanın VPD’ si ve yaprakların çiğlenme ile ıslandığı süre arasında

yüksek korelasyona sahip olduğunu ancak yağmurlu gecelerde bu ilişkilerin geçersiz olduğunu ve bitki özsuyu akış hızı oranının gündüz bitki özsuyu akış hızı oranıyla karşılaştırıldığında % 15 ila %79 arasında nispeten düşük olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, yağmursuz gecelerde bitki özsuyu akış hızının belirgin bir şekilde değiştiğini ve yağmurlu gecelerden daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Reis et al. (2006), papaya bitkisinde, bitki özsuyu akış hızı ve anlık gaz değişimi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve aralarında ($R^2=0.75$) pozitif bir ilişki yakalamışlardır. Araştırmacılar, maksimum bitki özsuyu akış hızını 0.55 litre saat⁻¹ m⁻² bulmuşlar bu değerinde 15.6 litre m⁻² gün⁻¹'e karşılık geldiğini hesaplamışlardır.

Tekelioğlu vd. (2017), Antalya'da 2016 yılında haziran ve kasım ayları arasında nar ağaçlarında (*Punica granatum L.*) farklı sulama konularının stoma iletkenliğine etkisini gözlemek için A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın sırasıyla %50 (S1), %75 (S2), %100 (S3), %125 (S4) ve %0 (S0)'nı dikkate alarak üç günde bir (D3) ve altı günde bir (D6) olmak üzere konulara su uygulamışlardır. Araştırmacılar, sulama mevsiminde altı günde bir sulanan D6S3 konusu ile D6S1 konusunu karşılaştırdığında, D6S3 konusundaki ağaçların daha az strese girdiğini ve stoma iletkenliği değerinin yüksek olduğunu, D6 konularında uygulanan su miktarı arttıkça stresin azaldığını stoma iletkenliği değerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Yine araştırmacılar, D3S3 ve D6S3 konularını karşılaştırdıklarında ise D3S3 konusundaki stoma iletkenliği değerlerinde azalma görülürken D6S3 konularında stoma iletkenliği değerinin nispeten stabil kaldığını, tam sulanan konularında kısıtlı sulamalara göre stoma iletkenliği değerinin yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir.

Petridis et al. (2012), Kuzey Yunanistan'da dört çeşit zeytin ağacında (*Olea europaea L. cvs.*'Gaidourelia', 'Kalamon', 'Koroneiki' ve 'Megaritiki) farklı sulama konularının stoma iletkenliğine etkisini gözlemek için üç farklı sulama konusu oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, bitki su tüketiminin %100 (C), %66 (FC66) ve %33 (FC33)'ünü dikkate aldıkları çalışmada stoma iletkenliği ölçümlerini 15 Mayıs ve 15 Haziran tarihlerinde yapmışlardır. Araştırmacılar her iki ölçümde de FC33 konularına ait değerlerin C konularına göre, Gaidourelia, Kalamon, Koroneiki, Megaritiki türlerinde sırasıyla, %91.3, %95.8, %94.7 ve 94.7 oranında düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Lopriore et al. (2016), İtalya’da zeytin ağaçlarında (*Olea europaea* L. ‘Arbequina’) farklı sulama uygulamalarında günlük stoma iletkenliği değişimini izlemek için dört farklı sulama konusunu ele almışlar ve konulara bitki su tüketimini dikkate alarak %100 (kök bölgesinde tek lateral hattı (T)), %50 (kök bölgesinde tek lateral hattı (D)), %100 (kısmi kök ıslatması ile (PRD) kök bölgesinde iki lateral hattı (P)), %50 (kısmi kök ıslatması ile (PRD) kök bölgesinde iki lateral hattı (PD)) sulama dozu uygulamışlardır. Araştırmacılar, T ve P konularında öğleden sonraki ölçümlerde, sırasıyla $114.95 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve $117.33 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ istatistiksel olarak farklı olmayan stoma iletkenliği değerleri gözlemlemişlerdir. Yine araştırmacılar tüm sulama konularında en yüksek stoma iletkenliği değerlerinin saat 09:00 ve 12:00 saatleri arasında ve en düşük stoma iletkenliği değerlerini saat 17:00’de olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gao and Li (2015), Çin’de elma ağaçlarında (*Malus domestica* Borkh. Cv. ‘Fuji’) stoma iletkenliğinin, mikro meteorolojik faktörlere ve günlük değişime verdiği tepkiyi gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar bulutlu günlerde stoma iletkenliği değerinin düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yine araştırmacılar en yüksek stoma iletkenliği değerlerini sabah 09:30’da öğleden sonra 15:00’de ölçmüşler, oransal nem azaldıkça stoma iletkenliği değerinin arttığını bildirmişlerdir.

Chater et al.(2018), dört çeşit nar ağaçlarında (‘Eversweet’, ‘Haku Botan’, ‘Parfianka’, ‘Wonderful’) stoma iletkenliği değerlerini izlemişlerdir. Araştırmacılar sabah saat 09:00 ile 12:00 arası, öğleden sonra 15:30 ile 17:00 arası ölçüm yapmışlar ve sabah ölçümlerinde ‘Eversweet’, ‘Haku Botan’, ‘Parfianka’, ‘Wonderful’ için stoma iletkenliğini sırasıyla, 0.10, 0.15, 0.18 ve 0.15 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, öğleden sonraki ölçümlerde ise sırasıyla 0.07, 0.05, 0.07 ve 0.04 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir.

Mcculloh et al. (2007), Panamada saksıda yetiştirilen tropik fidanlarda (*Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand, *Calophyllum longifolium* Willd.) gravimetrik ölçümle ve bitki özsu akış hızı ile yaptıkları su kullanım tahminlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, *P. Septenatum* fidanları için bitki özsu akış hızı ile 4.6 ve 8.7 kg gün^{-1} , gravimetrik ölçüm ile 4.1 ve 10.0 kg gün^{-1} olarak bulmuşlardır. *C.longifolium* fidanları için ise bitki özsu akış hızı ile 7.2 ve 14.3 kg gün^{-1} , gravimetrik ölçüm ile 6.3 ve 14.0 kg gün^{-1} olarak bulmuşlardır.

Telander et al. (2015), Amerika Birleşik Devletleri Chippewa Ulusal Ormanında karadışbudak ağacında bitki özsu akış hızını, Granier yöntemi ile üç farklı toprak nem düzeyinde karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, nem düzeylerini çok nemli, nemli ve orta nemli olarak sınıflandırdıkları alanlarda bitki özsu akış değerlerini sırasıyla 4.59, 2.31 ve 1.62 m³ m⁻² gün⁻¹ olarak ölçmüşler, günlük ortalama transpirasyon değerlerini çok nemli, nemli ve orta nemli koşullarda sırasıyla 1.62, 1.15 ve 0.90 mm olarak bulmuşlardır. Yine araştırmacılar, toprak nem düzeyi doymun ya da doyguna yakın olduğu zamanda bitki özsu akış hızı ile buhar basıncı açığı arasında doğru orantı, toprak nemi düştüğü zamanda ters orantı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Jian et al. (2016), Çin'de Kızılçam ağaçlarının ormanlık alanlardaki su kullanım stratejisini ve çevresel faktörlerin transpirasyon ile ilişkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, Granier yöntemiyle bitki özsu akış hızı ile transpirasyonu hesaplamışlar ve bitki özsu akış hızını havanın güneşli, bulutlu ve yağışlı olduğu günlerde ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, güneşli günlerde saat 06:30'dan sonra bitki özsu akış hızının kademeli olarak arttığını 13:00'dan sonra 0.184 cm⁻³cm⁻² cm⁻¹ ile en yüksek değerine ulaştığını ve saat 14:30'dan sonra bitki özsu akış hızı değerinin yavaş yavaş azaldığını gözlemlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bornova Ovasının genel tanımı

İzmir Körfezi'nin doğusunda bulunan Bornova Ovası'nın kuzeyinde ve güneyinde dorukları 1000 metreyi aşan dağlar bulunmaktadır. Kuzeyinde Yamanlar Dağı (1076 m), güneydoğusunda Kemalpaşa Dağı (1506 m), güneyinde Kalabak tepe (379 m) ve doğu bölümünde yükseltisi 500 metreyi geçen Belkahve Eşiği ile sınırlanmaktadır. Bornova Ovası, çevredeki dağlardan mevsimlik akışa sahip akarsuların alüvyonların bu çukurda birikmesiyle şekillenmiştir. Bu akarsular Manda çayı ve Kocaçay, Bornova Ovasında akan ve İzmir Körfezine dökülen en büyük akarsulardır (Karadaş, 2014). Bornova Ovası ve çevresinde Akdeniz iklimi görülmektedir. İklimin elverişli olması nedeniyle yeryüzü şekillerinin elverişli olduğu yerlerde tarımsal etkinlikler önemli bir yer tutmaktadır (Güçlü, 2010).

3.1.2 Araştırma alanı yeri

Çalışma; Mayıs - Ekim 2018 tarihleri arasında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı; Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova Üretim ve Araştırma Sahası içerisindeki açık alanda yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı alanın, enlem derecesi 38° 27'07" N, boylam derecesi 27° 12' 02" E dir (Şekil 3.1). Araştırma alanının fiziksel toprak özellikleri Çizelge 3.1 de verilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanının yeri

Çizelge 3.1 Araştırma alanı toprak 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 Araştırma alanının iklim özellikleri

Araştırma alanı; Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Araştırma alanına ait iklim verileri T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Çizelge 3.2 ve 3.3).

Çizelge 3.2 İzmir iline ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık (1938-2018) ortalama değerleri (MGM 2019).

Aylar	Toplam Buharlaşma (mm)	Rüzgar Hızı (m^{-1})	Yağış (mm)	Oransal Nem (%)	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}C$)
Ocak	51.0	3.3	132.8	70.5	8.8
Şubat	62.3	3.5	102.3	68.2	9.5
Mart	93.9	3.3	76.1	65.2	11.6
Nisan	127.3	3.1	46.0	62.4	15.8
Mayıs	180.4	2.9	31.5	59.0	20.7
Haziran	237.4	3.0	11.4	52.5	25.3
Temmuz	278.9	3.2	4.2	49.8	27.9
Ağustos	261.2	3.1	5.6	51.3	27.6
Eylül	187.3	2.8	15.5	56.1	23.7
Ekim	116.9	2.7	44.9	63.3	18.8
Kasım	66.0	2.9	94.1	69.1	14.2
Aralık	49.5	3.3	144.9	71.3	10.4

Çizelge 3.3 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının denemenin gerçekleştiği aylardaki değerleri (MGM, 2019).

Aylar	Rüzgar Hızı (m^{-1})	Oransal Nem (%)	Sıcaklık ($^{\circ}C$)	Yağış (mm)
Nisan	2.1	63.4	19.3	11.3
Mayıs	2.3	59.3	23.9	67.6
Haziran	2.3	55.6	26.8	29.8
Temmuz	2.4	53.4	29.7	0.3
Ağustos	2.9	55.8	29.5	5.8
Eylül	2.8	58.7	25.4	1.9
Ekim	2.1	70.9	19.4	40.4

Araştırmanın yürütüldüğü nisan ve ekim ayında ortalama sıcaklık $29.7^{\circ}C$ ile $19.3^{\circ}C$ arasında ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri temmuz ayında, en düşük ortalama sıcaklık değeri nisan ayında gerçekleşmiştir. Araştırmanın yapıldığı dönemdeki nisan ve ekim ayları arasındaki ortalama yağış miktarları 0.3

mm ve 45.7 mm arasında en düşük ortalama yağış miktarı ağustos en yüksek yağış miktarı ekim ayında gerçekleşmiştir. Uzun yıllık ortalama sıcaklık nisan ve ekim ayları arasındaki değerler 29.2 ve 17.3 °C arasındadır. Uzun yıllık ortalama yağış değerleri nisan ve ekim ayları arasındaki değerler 0.75 ve 46.58 mm arasındadır.

Araştırmanın yapıldığı dönemde Bornova’da en yüksek oransal nem değeri %70.9 ile ekim ayında, en düşük oransal nem değeri %53.4 ile temmuz ayında kaydedilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yıl boyunca oransal nem değeri %70.9 ile %53.4 arasında değişmiştir.

3.1.4 Araştırmada kullanılan Memecik zeytin çeşidi

Ege Bölgesi’nde en yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinden birisidir. Ege bölgesinde İzmir, Aydın, Manisa, Denizli, Muğla ayrıca Antalya, Sinop, Kahramanmaraş ve Kastamonu civarlarında da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kullanım alanları yağlık zeytin ve sofralık olarak değerlendirilir. Bitkinin çiçeklenme dönemi 15 Mayıs - 5 Haziran tarihleri arasında olmaktadır. Meyve bağlama dönemi ise 20 Mayıs - 10 Haziran tarihleri arasında olmaktadır. Meyve özellikleri olarak, meyveler iri olup 1 kilogramdaki meyve sayısı 209 tanedir. Memecik zeytininde meyve et oranı %88.8, yağ oranı %24.5 dir. Meyvenin yeşil olduğu dönem ekim aylarında, meyve renginin siyah olduğu zamanlar 15 Kasım-15 Aralık tarihleri arasındadır (Canözer, 1991). Kuraklığa dayanıklı, bu nedenle sulama imkânının olmadığı bahçelerde dikilmesi önerilir. Küçük taç yapısına sahip olup yayvan bir gelişim göstermektedir. Çeliklerinin köklenme oranı düşük olduğundan genellikle aşı ile üretilir. Kısmen kendine verimli olup diğer zeytin çeşitleri olan, Ayvalık, Çakır, Erkence, Memeli ve Gemlik çeşitleri ile tozlaşma yapabilir (Anonim, 2015).

3.1.5 Sulama sistemi

Araştırmada damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi pompa, kontrol birimi, ana boru, manifoldlar, lateraller, ve basınç düzenleyici damlatıcılardan meydana gelmektedir. Damla sulama sisteminde kullanılan damlatıcıların debisi 8 litre saat⁻¹’dir. Manifoldların çapı 32 mm, laterallerin çapı 16 mm olarak belirlenmiştir. Lateral ve damlatıcı aralığı 90 cm olup her ağacın iki yanına lateral serilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme deseni ve tesisi

Araştırma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bornova Zeytin Araştırma Enstitüsü'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yerin toprak özellikleri allüviyal toprak grubu içerisinde ve tınlı bünyeye sahiptir. Araştırma 7 x 5 m olarak dikimi yapılmış ve yetişkin durumdaki Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört sulama konusu (K1, K2, K3, K4), üç tekerrürlü ve her sulanan konularda üç ağaç, her bir sulama konusunda ise dokuz ağaç bulunacak şekilde kurulmuştur (Şekil 3.2).

K1: Hiç sulanmayan, yağışa dayalı,

K2: 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin tarla kapasitesine (%100) getirilmesi,

K3: K2 konusunda uygulanan su miktarının %66'sının uygulanması,

K4: K2 konusunda uygulanan su miktarının %33'ünün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.



Şekil 3.2 Araştırmadaki sulama konularının yerleşimi.

3.2.2 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler

3.2.2.1 Bitki su tüketimi ve sulama ihtiyacı

Her deneme konusuna ait bitki su tüketim miktarları, su dengesi yöntemine (James, 1988) göre aşağıda belirtilen 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 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)

Sulama suyu miktarı (K1 konusu hariç), K2 konusunda toprağın 0-90 cm seviyesindeki kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, ıslatma yüzdesi ve konuya ilişkin katsayıların çarpılmasıyla belirlenmiştir. Ağaçlara verilen sulama suyu miktarı her konunun başındaki manifoldlara bağlı su sayaçlarıyla ölçülmüştür. Basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanıldığından kayıplar yok sayılmış su uygulama randımanı %100 kabul edilmiştir.

3.2.3 Fizyolojik ölçümler

3.2.3.1 Stoma iletkenliği

Stoma iletkenliğini ölçmek için Yaprak Porometresi (DECAGON SC-1) kullanılmıştır (Şekil 3.3) (Bengal et al, 2009). Ölçümler tüm konularda olmak üzere temmuz - eylül döneminde her hafta sulama öncesi ve sulama sonrası günde, saat 12:00 ve 14:00 arasında yapılmıştır.

Ayrıca stoma iletkenliğinin gün içerisindeki değişimini ortaya koyabilmek için temmuz ve ağustos ayı içerisinde dört farklı günde K1 ve K2 konularında 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 ve 18:00 saatlerinde ölçümler yapılmıştır.

Stoma iletkenliği ölçümleri; difüzyon yaprak porometresi yardımıyla, bütün konulardan her bir tekerrürde 3 ağaçtan, her ağacın güney tarafına bakan, güneş gören, yerden yaklaşık 2 metre yükseklikte bulunan sürgünlerdeki gelişimini tamamlamış 5 yapraktan yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Stoma iletkenliği ölçüm cihazı (DECAGON SC-1)



Şekil 3.4 Stoma iletkenliği ölçümü.

3.2.3.2 Bitki özsu akış hızı ölçümü

Bitki özsu akış hızı, özsu akış sensörleri (Ecomatik SF-G) yardımıyla her bir konunun tek bir tekerrüründe yer alan 2 ağaçta 24 saat boyunca 15 dakikada bir sürekli olarak ölçülmüştür. Ölçümler haziran-ekim aylarında yapılmıştır. 15 dakikada bir alınan ölçümler veri kaydedici cihaza (Campbell Scientific, CR1000) kaydedilmiştir. Sensörler ağaçlara termal etkiden kaçınmak için yerden yaklaşık 1.2 m yüksekliğe ve ağaç gövdesinin kuzey tarafına, iki tane 2 mm çapında, 23 mm derinliğinde açılan deliklere yerleştirilmiştir. Sensörde bulunan iki iğneden, sürekli ısıtılan iğne üste gelecek şekilde araları 10-15 cm mesafeyle ksilem dokuya dikey olarak ağaç gövdesine yerleştirilmiştir. Sensörleri, yağmur ve radyasyondan korumak için dış yüzeyi alüminyum koruyucularla sensörlere temas etmeyecek şekilde sensörlerin üzeri kaplanmıştır. Sensörlerin çalışması için gerekli olan enerji, güneş panellerinin beslediği akülerden sağlanmış ve bu sayede veriler veri kaydedici tarafından kaydedilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Bitki özsu akış hızı ölçümü.

İki iğne arasındaki sıcaklık farkından yararlanılarak özsu akış hızı aşağıda yer alan eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Granier, 1985).

$$U = 0.714 \times \frac{\Delta T_{\max} - \Delta T}{\Delta T}^{1.231}$$

U = özsu akış hızı ($\text{ml}/\text{cm}^2/\text{dak}^{-1}$).

ΔT = iki iğne arasındaki sıcaklık farkı.

ΔT_{\max} = iğneler arasında her gece ulaşılan maksimum sıcaklık farkı.

3.2.4 Meteorolojik ölçümler

Buhar basıncı açığı (VPD) ölçüm değerlerini hesaplayabilmek için, arazide yerden 2 m yükseklikte gölgede ıslak ve kuru termometre okumaları yapılmıştır. Buhar basıncı açığı Allen et al. (1998)' de verilen temel psikrometre eşitliğinden hesaplanmıştır.

3.2.5 Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada toplanan tüm parametreler, sulama konuları arasında fark olup olmadığını anlamak için varyans analiziyle, eğer farklar önemli ise hangi konular arasında olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak bulunmuştur (Yurtsever, 1984). Bulunan parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla regresyon ve korelasyon analizleri yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Gereksinimi

Çalışmada sulama uygulamaları 14 Haziran 2018 tarihinde başlamış, 28 Eylül 2018 tarihinde ise bitirilmiştir. Konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4. 1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Zeytin ağaçlarında uygulanan toplam sulama suyu miktarı ve bitki su tüketim miktarı (mm)*.

	K1	K2	K3	K4
I	0	911	608	304
ET_a	132	894	638	376

*Değerler 1 Haziran-30 Eylül arasındaki dönem için verilmiştir.

Çalışmada 2018 yılında dört farklı sulama konusuna uygulanan sulama suyu miktarları 0-911 mm arasında değişmiştir. Bu durum bitkilere ihtiyacından fazla su verildiği gibi bir kanı uyandırmaktadır. Aslında bu durumun temel nedeni devreden sulama suyu ihtiyacıdır. Çalışmada bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarları bitki gelişme döneminin sadece 1 Haziran-30 Eylül dönemi için hesaplanmıştır. Eylül ayının sonunda yapılan son sulama ile verilen suyun bir kısmı ekim ayı içerisinde bitki tarafından kullanılmıştır. Bu nedenle fazla gibi görünen sulama suyu miktarı Mayıs ve Ekim aylarında kullanılan suyu da kapsamaktadır (Çizelge 4.1).

Ertem (2018), Bornova Zeytin Araştırma İstasyonu'nda farklı sulama koşullarında Memecik çeşidinin, stoma iletkenliği ve bitki özsu akış hızı üzerindeki etkisini gözlemlemek için dört farklı sulama dozu uygulamıştır. Araştırmacının sulama konularını K1(%0 susuz), K2(kontrol, %100 ETc), K3(%66 ETc) ve K4(%33 ETc) olarak belirlediği çalışmada konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarı 0-912.3 mm arasında değişkenlik göstermiştir.

Çakır (2015), Bornova koşullarında Memecik çeşidinde farklı sulama koşullarında, bitki su tüketimi ve stoma iletkenliği değerinin zamansal olarak değişimini gözlemlemek için beş farklı sulama dozu uygulanmıştır. Sulama konuları K1(%0) susuz, K2(%100) 5 günde bir 0-90 cm toprak derinliğinde

eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama yapılması, K3(%33) K2 konusunun %33'ü, K4 çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50' sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması en son olarak da K5 çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'ini dikkate alarak 3 kez sulanması şeklinde oluşturulan çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı 0-813.9 mm arasında değişkenlik göstermiştir.

Asik et al. (2014), Memecik zeytin çeşidinin Bornova koşullarında farklı sulama koşullarında, verim, fizyolojik ve morfolojik gelişimi, sofralık ve zeytinyağın'daki kalitesini gözlemlemek için 5 farklı sulama dozu uygulamışlardır. Sulama konuları A sınıfı pan kabından kümülatif olarak buharlaşma miktarının %25 (S0.25), %50 (S0.50), %75 (S0.75), %100 (S1.00) ve %125 (S1.25)'i kadar suyun uygulandığı konular ve bunun yanında topraktan eksilen nemin tamamının uygulandığı kontrol (C) konusu şeklinde oluşturulmuştur. Araştırmacıların sulama mevsimi boyunca uyguladıkları sulama suyu miktarı 175 ila 874 mm arasında, su tüketim değerleri ise 253 ve 902 mm arasında değişmiştir.

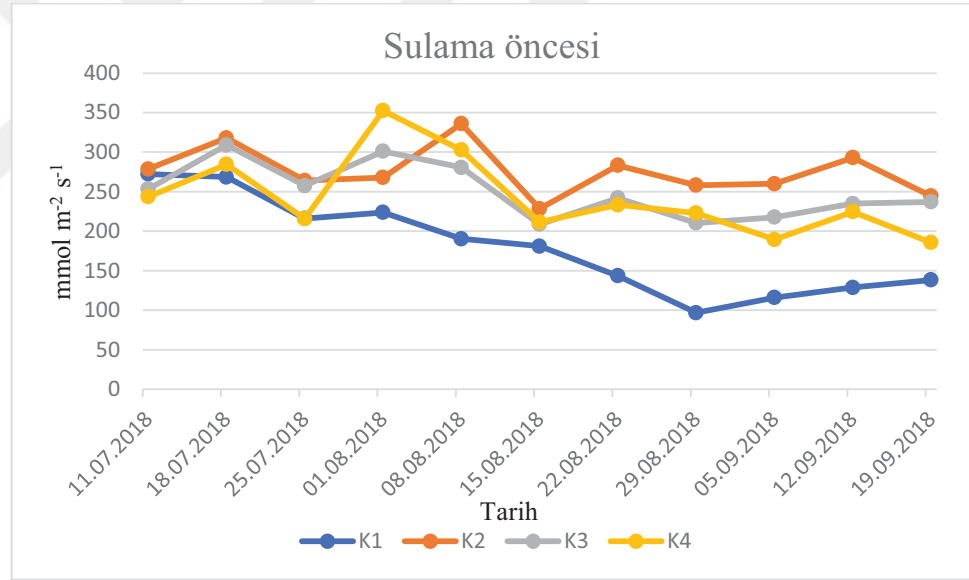
2018 yılındaki denemede sulama konularının toplam bitki su tüketimi miktarları 132-894 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Araştırmacı, sulama konuları arasında bitki su tüketiminin en yüksek olduğu konu K2, en düşük olduğu konu K1 olarak bulunmuştur.

Ertem (2018), Memecik zeytin çeşidinde uyguladığı dört sulama konusunda toplam bitki su tüketimi miktarını 90.5- 850.5 mm arasında bulmuştur. Sulama konularında bitki su tüketiminin en yüksek olduğu konunun K2, en düşük konunun ise K1 konusu olduğunu ifade etmiştir. Çakır (2015), Memecik çeşidinde Bornova koşullarında beş farklı sulama düzeyinde mevsimlik bitki su tüketim değerlerinin 128- 785 mm arasında değiştiğini ifade etmiştir. Araştırmacıların bulduğu sonuçlar bu araştırmanın bulguları ile karşılaştırıldığında benzerlikler göstermektedir.

4.2 Fizyolojik Bulgular

4.2.1 Stoma iletkenliği (g_s)

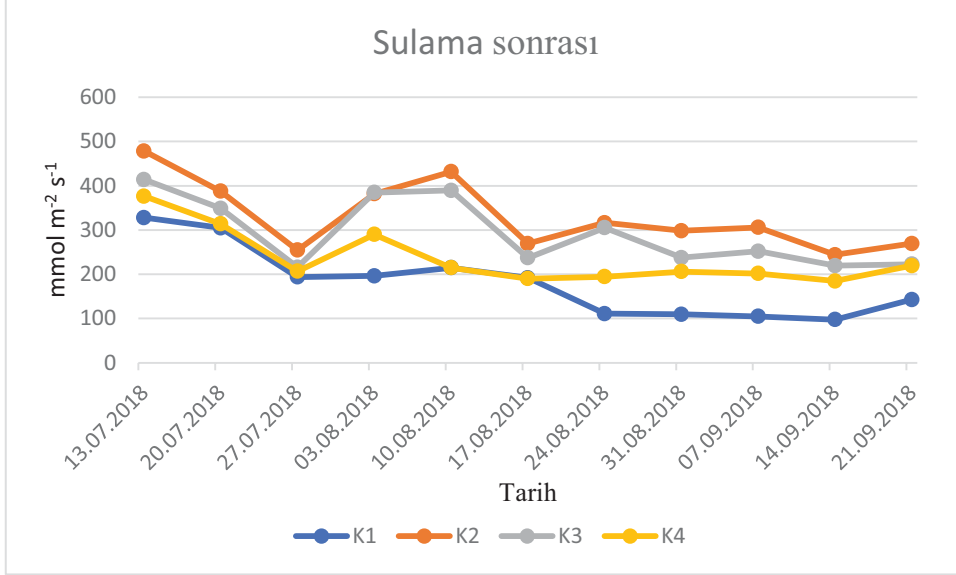
Sulama sezonu boyunca, her konuda her hafta hem sulama öncesi hem de sulama sonrası günde ölçümler yapılmıştır. Çalışmada ayrıca stoma iletkenliğinin gün içerisinde değişimini ortaya koyabilmek için K1 ve K2 konularında dönem içerisinde dört farklı günde saat 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 ve 18:00'de ölçümler yapılmıştır. Sulama öncesi ortalama stoma iletkenliği değerlerinin sezon içerisindeki değişimi Şekil 4.1'de, sulama sonrası ortalama stoma iletkenliği değerlerinin sezon içerisindeki değişimi ise Şekil 4.2' de verilmiştir. Bu ölçülen değgerlere ait ortalamalar ve Duncan sınıfları sulama öncesi için Çizelge 4.2'e sulama sonrası için ise Çizelge 4.3'te verilmiştir. Dört farklı günde gün içerisinde K1 ve K2 konularında stoma iletkenliğinin değişimi ise Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6' da verilmiştir.



Şekil 4.1 2018 yılında Memecik türü zeytin ağaçlarında sulama öncesi stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Memecik türü zeytin ağaçlarında, sulama öncesi ölçülen stoma iletkenliği değerleri konulara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.1). Stoma iletkenliği değerleri, K1 konusunda $96.9- 272.4 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında, K2 konusunda $228.4-335.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında, K3 konusunda $208.8- 308.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında, K4 konusunda $185.7- 352.6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ayrıca tüm konuların stoma iletkenliği değerinin sulama öncesi sezon

ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konularında sırasıyla 179.6, 275.6, 250.2 ve 242.4 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak en düşük değerler K1 ve K4 konusunda, en yüksek değerler ise K2 ve K3 konularında bulunmuştur (Çizelge 4.2).



Şekil 4.2 2018 yılında Memecik türü zeytin ağaçlarında sulama sonrası stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Memecik türü zeytin ağaçlarında, sulama sonrası ölçülen stoma iletkenliği değerleri konulara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.2). Stoma iletkenliği değerleri, K1 konusunda $97.4\text{-}327.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K2 konusunda $244.1\text{-}478.4 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K3 konusunda $215.9\text{-}414 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K4 konusunda $184.7\text{-}376.3 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ayrıca tüm konuların stoma iletkenliği değerinin sulama sonrası sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konularında sırasıyla 181.3, 330.7, 293.4 ve 245.1 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak en düşük değerler K1 ve K4 konusunda, en yüksek değerler ise K2 ve K3 konularında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama öncesi stoma iletkenliği değerleri arasında temmuz ayının ortasından ağustos ayının ortasına kadar istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.2). Ağustos ayının ortasından sezon sonuna kadar konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama sonrası stoma iletkenliği değerleri arasında temmuz ayından sezon sonuna kadar üç ölçüm istisna olmak üzere konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (Çizelge4.3).

Ertem (2018), Memecik çeşidinde farklı sulama konularının stoma iletkenliği üzerine etkisini araştırdığı çalışmada konulara bitki su tüketiminin farklı düzeyinde (K1 %0, K2 %100, K3 %66 ve K4 %33) sulama suyu verilmiştir. K1 konusundaki ağaçların stoma iletkenliği değeri 60.95 ile 428.24 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K2 konusunda 288.11 ile 458.27 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K3 konusunda 264.22 ile 448.44 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K4 konusunda 188.12 ile 385.80 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiştir. Stoma iletkenliği değerlerinin sulama sezonu ortalamaları, K1 konusunda 293.8 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K2 konusunda 382.6 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K3 konusunda 371.5 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K4 konusunda 293.6 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Çakır (2015), Bornova koşullarında Memecik çeşidinde farklı sulama koşullarında, stoma iletkenliği değerinin değişimini gözlemlemek için beş farklı sulama dozu uygulamıştır. Araştırmacı sulama konuları K1(%0) susuz, K2(%100) 5 günde bir 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama yapılması, K3(%33) K2 konusunun %33'ü, K4 çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50' sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması en son olarak da K5 çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'ini dikkate alarak 3 kez sulanması şeklinde oluşturmuştur. Araştırmacı stoma iletkenliğini, K1 konusunda 139.22 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 382.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K2 konusunda 339.23 ile 650.29 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K3 konusunda 261.55 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 454.80 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K4 konusunda 225.63 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 420.04 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında, K5 konusunda 181.82 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile 382.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiştir. Stoma iletkenliği değerleri için sezon ortalaması, K1 konusu için 238.48 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K2 konusu için 500.62 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K3 konusu için 347.36 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K4 konusu için 330.03 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K5 konusu için 281.22 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Pouyafard vd. (2016), Bornova koşullarında Ayvalık zeytin fidanlarında farklı sulama koşullarında stoma iletkenliği değerine etkisini izlemek için sulama konularını bitki su tüketiminin %100 (I_{100}), %66 (I_{66}), %33 (I_{33})'ü ve susuz konusu (I_0) olarak belirlemiştirler. Dört konuda stoma iletkenliği değerlerini, I_{100}

konusunda, 501.61-747.07 mmol m⁻² s⁻¹ arasında, I₆₆ konusunda, 344.95-563.78 mmol m⁻² s⁻¹ arasında, I₃₃ konusunda 235.07-456.41 mmol m⁻² s⁻¹ arasında ve I₀ konusunda, 0-140 mmol m⁻² s⁻¹ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bu konuların sezon boyunca ölçtükleri stoma iletkenliği değerlerinin ortalaması I₁₀₀ konusu için 645.12 mmol m⁻² s⁻¹, I₆₆ konusu için 431.24 mmol m⁻² s⁻¹, I₃₃ konusu için 324.92 mmol m⁻² s⁻¹ ve I₀ konusu için 37.62 mmol m⁻² s⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Masmoudi et al. (2010), Güney Tunus'ta 2008 yılında genç zeytin ağaçlarında bitki su tüketiminin stoma iletkenliği üzerine etkisini incelemek amacıyla konulara bitki su tüketiminin, %100'ü, %50'si ve %20'si olacak şekilde sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmacılar, %100ET_c, %50 ET_c ve %20 ET_c konularına sırasıyla 445, 240 ve 116 mm sulama suyu uyguladıkları çalışmada optimum stoma iletkenliği değerinin 450 mmol m⁻² s⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir.

Trentacoste et al.(2018), Batı Arjantin' in Mendoza Bölgesinde saksılardaki üç yaşındaki yedi ayrı zeytin çeşidinde (Arauco, Morchiaio, Villalonga, Arbequina, Nevadillo, Changlot, Selección) üç ayrı sulama dozu uygulamışlardır. Araştırmacılar, sulama konularını C: kontrol sulaması, SDI: kontrol sulamasının %35' i kadar sulama suyu uygulanması ve CDI: ayda bir döngü ile C' nin %35' i kadar sulama suyu uygulanması şeklinde belirledikleri çalışmada kontrol koşullarında Arbequina çeşidinde ortalama stoma iletkenliğini (451 mmol m⁻² s⁻¹) diğer çeşitlerden (ortalama 362 mmol m⁻² s⁻¹) daha yüksek ölçmüşlerdir.

Araştırmacıların bulduğu sonuçlar bu araştırmanın bulguları ile karşılaştırıldığında benzerlikler göstermektedir.

Çizelge 4.2 2018 yılında zeytin ağaçlarında sulama öncesi ortalama stoma iletkenliği (gs) değerlerinin değişimi (mmol m⁻² s⁻¹).

KONU	TARİHLER													ORT.
	11.07.2018	18.07.2018	25.07.2018	01.08.2018	08.08.2018	15.08.2018	22.08.2018	29.08.2018	05.09.2018	12.09.2018	19.09.2018	ORT.		
K1	272.4 (n.s)	268.4 (n.s)	216.0 (n.s)	223.8 (n.s)	190.4 (n.s)	181.0 (n.s)	143.6 (c)	96.9 (b)	116.0 (c)	128.8 (n.s)	138.4 (b)	179.6		
K2	278.7 (n.s)	317.9 (n.s)	264.0 (n.s)	267.8 (n.s)	335.9 (n.s)	228.4 (n.s)	283.3 (a)	258.2 (a)	260.0 (a)	292.9 (n.s)	244.5 (a)	275.6		
K3	253.3 (n.s)	308.9 (n.s)	257.5 (n.s)	301.0 (n.s)	280.6 (n.s)	208.8 (n.s)	242.0 (ab)	210.4 (a)	217.7 (b)	234.8 (n.s)	237.1 (a)	250.2		
K4	243.6 (n.s)	284.5 (n.s)	215.8 (n.s)	352.6 (n.s)	302.8 (n.s)	211.4 (n.s)	233.2 (b)	222.9 (a)	189.5 (b)	224.6 (n.s)	185.7 (ab)	242.4		

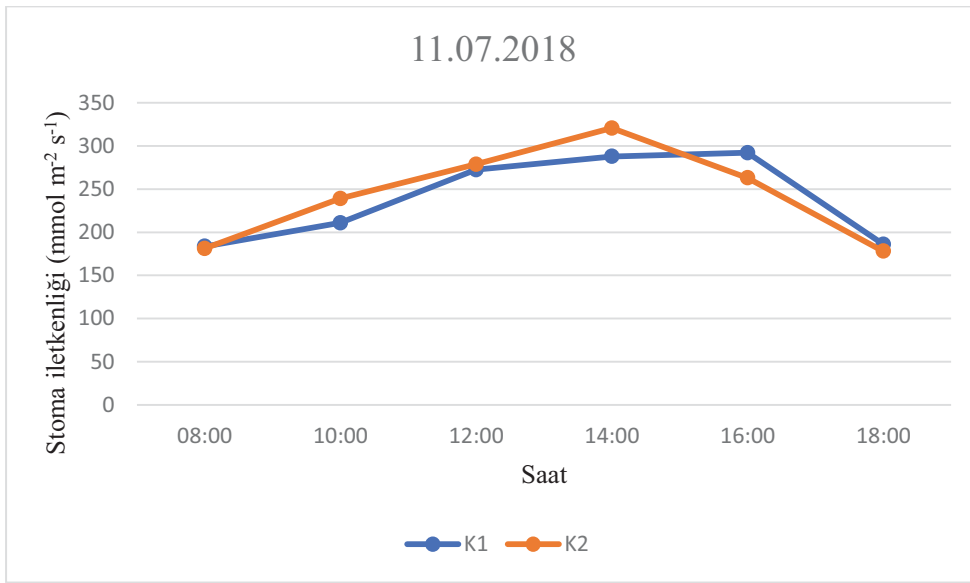
Çizelge 4.3 2018 yılında zeytin ağaçlarında sulama sonrası ortalama stoma iletkenliği (gs) değerlerinin değişimi (mmol m⁻² s⁻¹).

KONU	TARİHLER													ORT.
	13.07.2018	20.07.2018	27.07.2018	03.08.2018	10.08.2018	17.08.2018	24.08.2018	31.08.2018	07.09.2018	14.09.2018	21.09.2018	ORT.		
K1	327.9 (c)	304.8 (n.s)	193.6 (n.s)	196.2 (c)	214.7 (c)	369.9 (n.s)	110.9 (c)	109.4 (c)	104.8 (d)	97.4 (c)	142.6 (c)	197.47		
K2	478.4 (a)	387.6 (n.s)	254.5 (n.s)	381.9 (a)	431.9 (a)	269.2 (n.s)	316.4 (a)	298.3 (a)	306.0 (a)	244.1 (a)	269.2 (a)	330.7		
K3	414.0 (b)	348.9 (n.s)	215.9 (n.s)	384.6 (a)	389.5 (a)	237.3 (n.s)	305.3 (a)	237.4 (b)	252.1 (b)	219.4 (a)	222.6 (b)	293.4		
K4	376.3 (b)	313.8 (n.s)	206.7 (n.s)	290.1 (b)	286.6 (b)	190.0 (n.s)	194.5 (b)	206.1 (b)	201.9 (c)	184.7 (b)	219.4 (b)	245.1		

p ≥ 0.05 ns: önemsiz p < 0.05 önemli

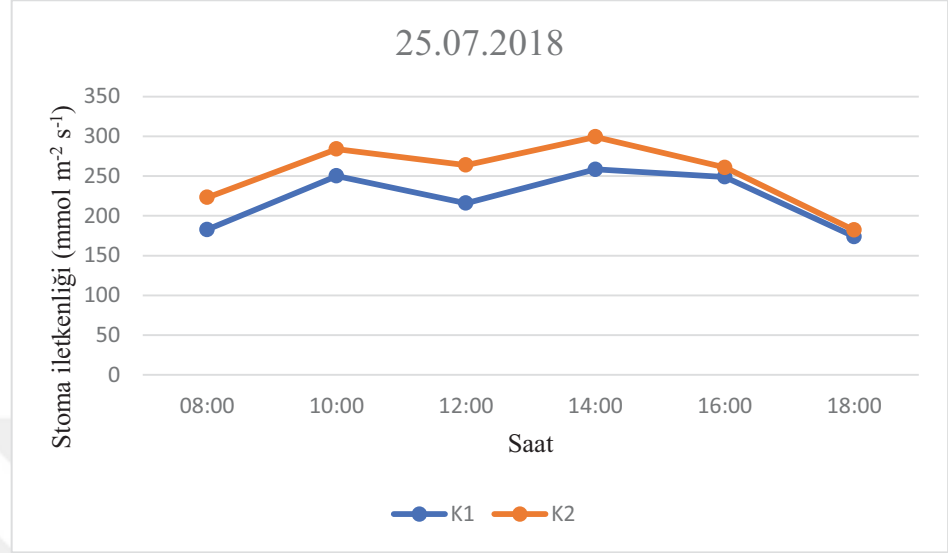
NOT: Stoma iletkenliği değerleri duncan testine göre sınıflandırılıp, ayrı sınıflardaki konular küçük harfle gösterilip, farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmektedir.

Zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konusu için stoma iletkenliği değerlerinin 11 Temmuz 2018 tarihinde gün içerisindeki değişimi Şekil 4.3'de verilmiştir. K1 konusu stoma iletkenliği değerleri 183.55- 291.97 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında ortalama stoma iletkenliği değeri 238.80 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri 178.15- 320.61 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında ve ortalama stoma iletkenliği değeri 243.41 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Her iki konuda da stoma iletkenliği sıcaklık artışına paralel olarak gün ortasına doğru yükselmiş daha sonra ise düşmüştür.



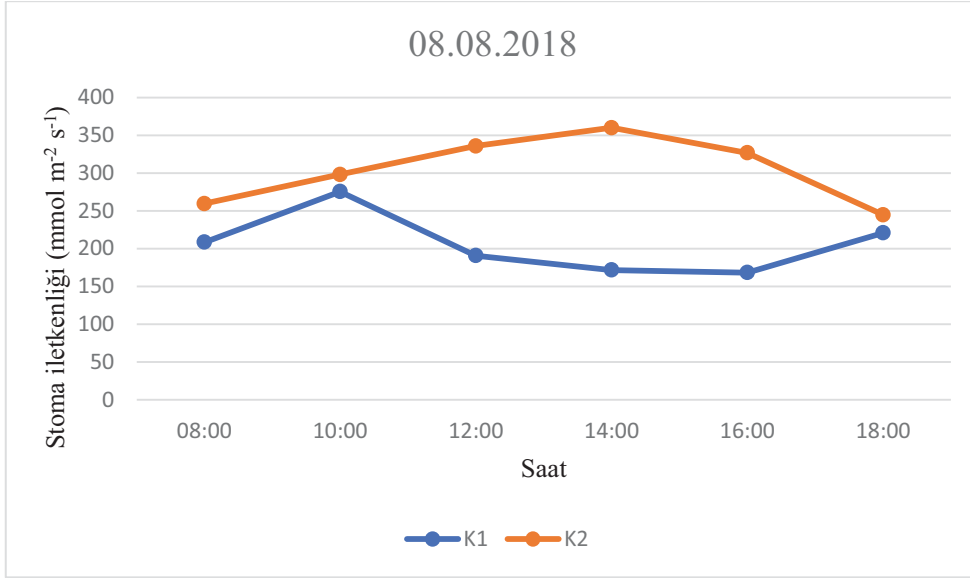
Şekil 4.3 11.07.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konusu için stoma iletkenliği değerlerinin 25 Temmuz 2018 tarihinde gün içi değişimi Şekil 4.4'de verilmiştir. K1 konusunda stoma iletkenliği değerleri 173.98-258.37 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama stoma iletkenliği değeri 221.71 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ bulunmuştur K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri 182.24-299.31 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ortalama stoma iletkenliği değeri 266.26 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Her iki konuda da en yüksek değerler saat 14:00 de en düşük değerler ise 18:00'da ölçülmüştür. Hava sıcaklığındaki artışla paralel transpirasyon artmış, sıcaklıktaki azalışla beraber transpirasyon yani terleme azalmıştır. Bir önceki ölçümle benzerlik göstermektedir.



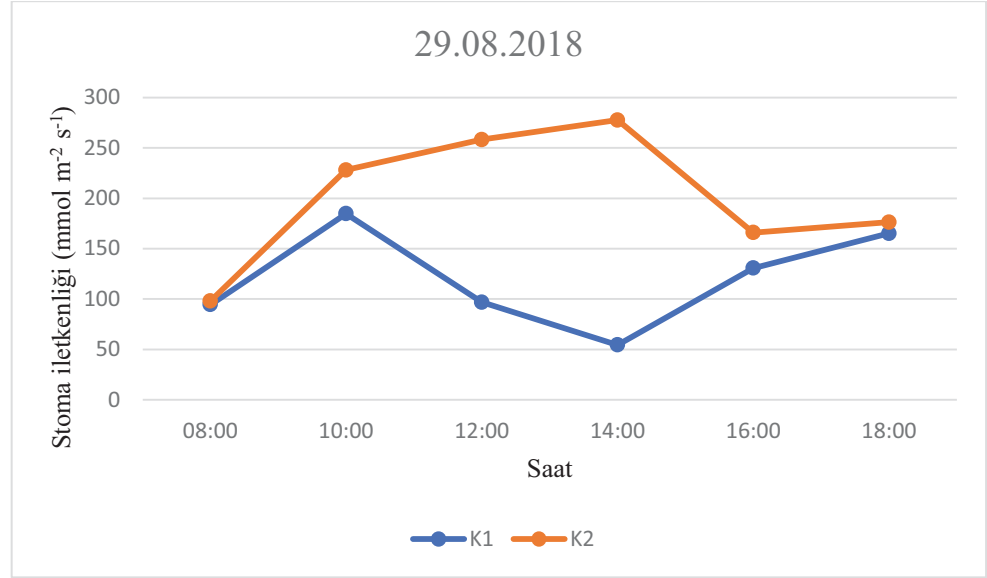
Şekil 4.4 25.07.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konusu için stoma iletkenliği değerlerinin 08 Ağustos 2018 tarihinde gün içi değişimi Şekil 4.5’de verilmiştir. K1 konusu stoma iletkenliği değerleri $168.43\text{-}275.47 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiş ortalama stoma iletkenliği değeri $205.94 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olmuştur. K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri $244.75\text{-}360.05 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama stoma iletkenliği değeri $304.23 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. K2 konusunda stoma iletkenliği gün içerisinde sıcaklık artışına paralel saat 14:00’a kadar artmış daha sonra düşmüştür. K1 konusunda ise gün ortasında stomaların kapanması nedeniyle en düşük değer ölçülmüştür, iki konu arasındaki fark en yüksek değere ulaşmıştır. Bunun temel nedeni olarak toprakta azalan neme karşılık bitkinin tepkisi olarak açıklanabilir.



Şekil 4.5 08.08.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Yine zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konularında için stoma iletkenliği değerlerinin 29 Ağustos 2018 tarihinde gün içi değişimi Şekil 4.6 da verilmiştir. K1 konusu stoma iletkenliği değerleri $54.45\text{-}184.74 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama stoma iletkenliği değeri $121.06 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olmuştur. K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri $98.2\text{-}277.63 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiş ortalama stoma iletkenliği değeri $200.74 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. K2 konusunda stoma iletkenliği sıcaklığında en yüksek düzeye ulaştığı öğle saatlerinde maksimum seviyelere ulaşırken, K1 konusunda ise en düşük seviyelere düşmüştür, Bu ölçümde de bir önceki tam gün ölçümünde olduğu gibi iki konu arasındaki en büyük fark saat 14:00 ölçümünde gözlenmiştir. Buna göre Memecik zeytin ağaçlarında stresin en belirgin olarak gözlemlendiği gün içi saatlerin 14:00 civarı olduğu söylenebilir.



Şekil 4.6 29.08.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$).

Lopriore et al. (2016), İtalya’da zeytin ağaçlarında (*Olea europaea L.* ‘Arbequina’) farklı sulama uygulamalarında günlük stoma iletkenliği değişimini izlemek için dört farklı sulama konusunu ele aldıkları çalışmada en yüksek stoma iletkenliği değerlerinin 09:00 ve 12:00 saatleri arasında olduğunu ve en düşük stoma iletkenliği değerlerini saat 17:00’de olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gao and Li (2015), Çin’de elma ağaçlarında (*Malus domestica Borkh. Cv.* ‘Fuji’) stoma iletkenliğinin, mikro meteorolojik faktörlere ve günlük değişime verdiği tepkiyi gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar bulutlu günlerde stoma iletkenliği değerinin düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yine araştırmacılar en yüksek stoma iletkenliği değerlerini 9:30’da öğleden sonra 15:00’de ölçmüşlerdir.

4.2.2 Bitki özsü akış hızı

Çalışmada, 15 dakikada bir kaydedilen bitki özsü akış hızı verilerinden ortalama günlük değerler hesaplanmıştır. Deneme sürecinde günlük bitki özsü akış hızı verilerinin ay içerisindeki değişimi Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 de verilmiştir.

Haziran ayı boyunca dört farklı konuya ait bitki özsü akış değerlerinin değişimi Şekil 4.7’de verilmiştir. K1 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı $0.046-0.078\ ml\ cm^{-2}\ dak.^{-1}$, K2 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı

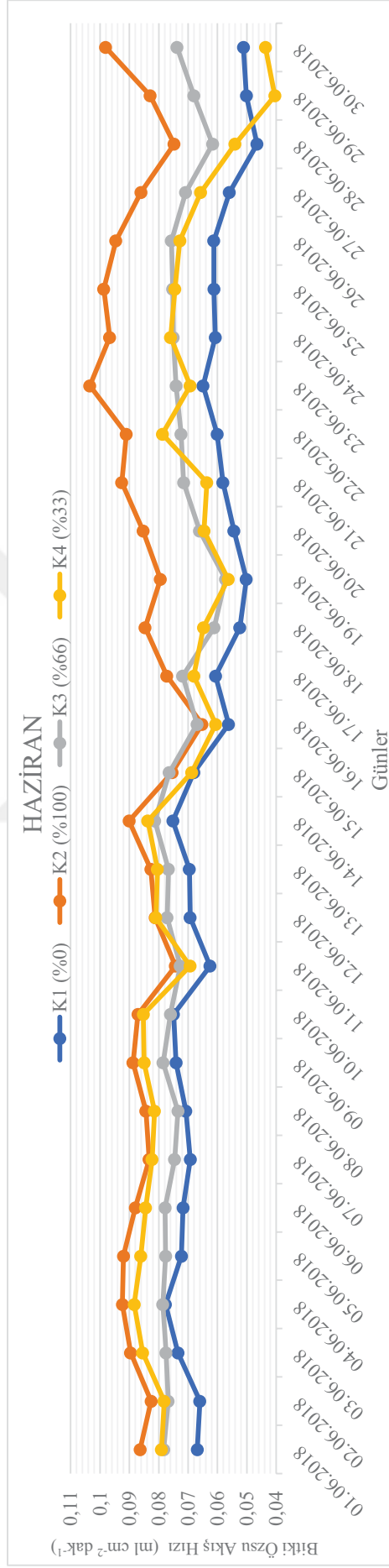
0.065-0.103 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.057-0.081 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.040-0.088 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Haziran ayının ortasına kadar toprakta bitki su tüketimi için yeterli su olduğundan Şekil 4.7’de konular arasında stresi gösterecek belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte konular arasındaki küçük farkın bir önceki yılın etkisi sonucu olabileceği düşünülmektedir. Konulara göre sulamaların başlamasıyla birlikte haziran ayı ortasından itibaren farklar belirginleşmeye başlamıştır.

Temmuz ayı boyunca dört farklı konuya ait bitki özsu akış değerlerinin değişimi Şekil 4.8 de verilmiştir. K1 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.030-0.057 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.075-0.102 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.067-0.079 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.044-0.070 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. En yüksek değerler K2 konusunda en düşük değerler ise K1 konusunda gözlenmiştir.

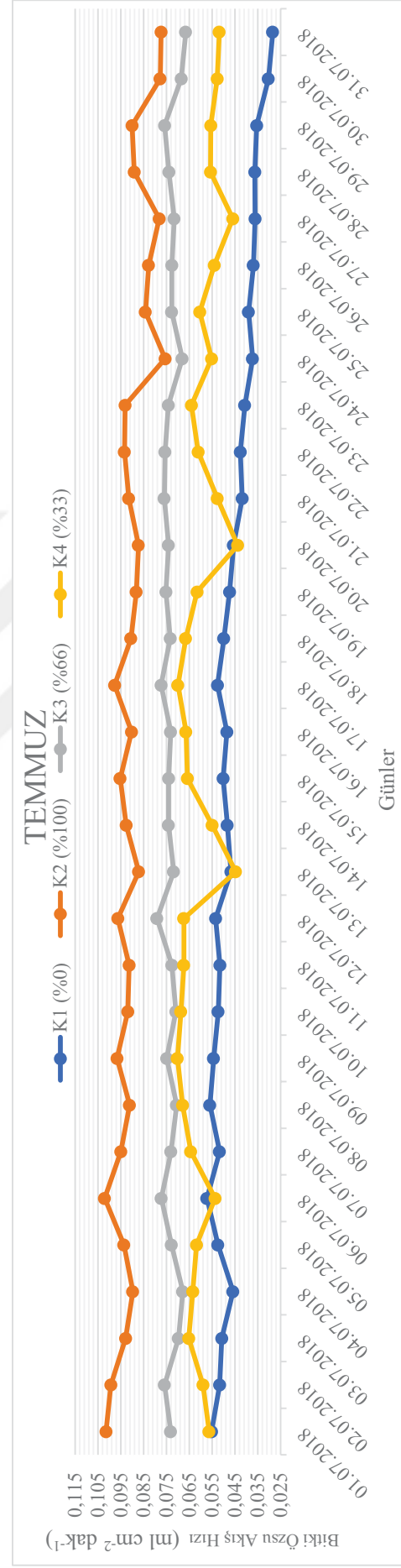
Ağustos ayı boyunca dört farklı konuya ait bitki özsu akış değerlerinin değişimi Şekil 4.9’da verilmiştir. K1 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.012-0.031 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.066-0.086 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.054-0.076 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.035-0.058 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ağustos ayının sonuna kadar K1 konusunda toprak nemi oldukça düştüğü için özsu akışı oldukça düşük seviyeye ulaşmıştır.

Eylül ayı boyunca dört farklı konuya ait bitki özsu akış değerlerinin değişimi Şekil 4.9’da verilmiştir. K1 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.004-0.016 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.046-0.078 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.030-0.072 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda, minimum ile maksimum akış hızı 0.011-0.046 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

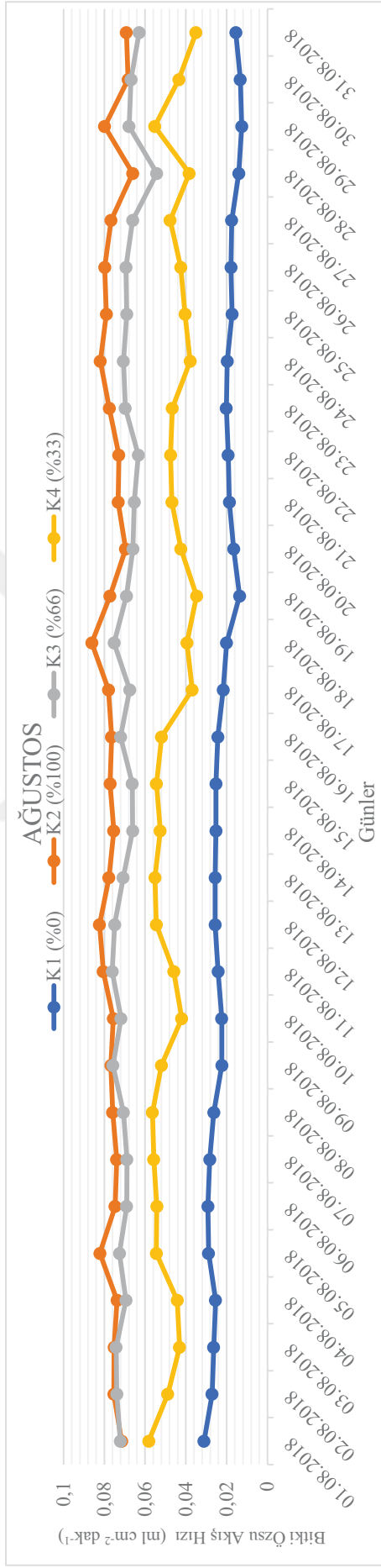
Çalışmada sezon sonuna doğru stres konuları ile kontrol konusu arasındaki farkın oldukça belirginleştiği görülmektedir.



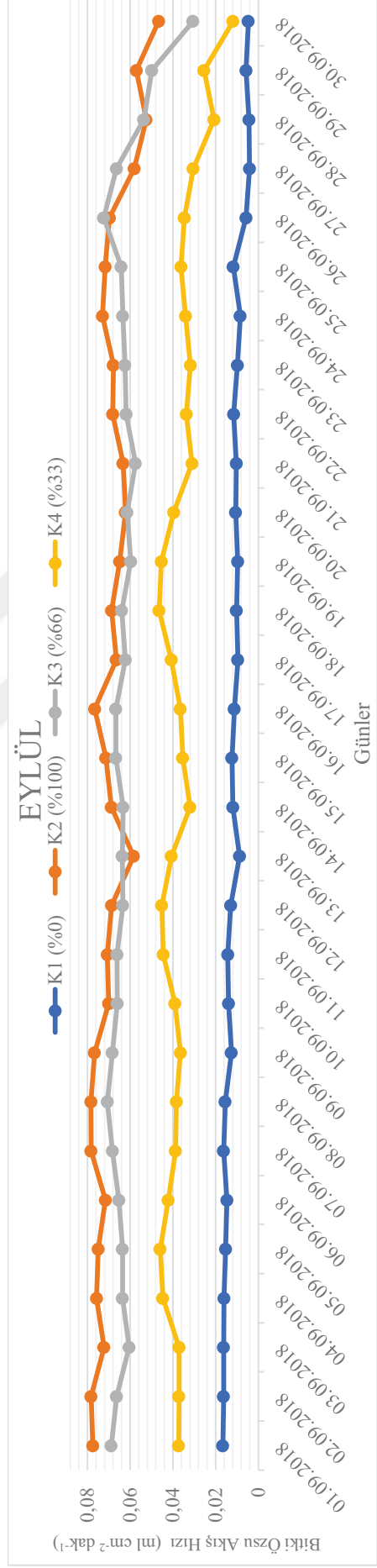
Şekil 4.7 2018 yılında Haziran ayında konulara göre ortalama bitki özsü akış hızı değişimi (ml cm² dak⁻¹).



Şekil 4.8 2018 yılında Temmuz ayında konulara göre ortalama bitki özsü akış hızı değişimi (ml cm² dak⁻¹).



Şekil 4.9 2018 yılında Ağustos ayında konulara göre ortalama bitki özsu akış hızı değişimi (ml cm⁻² dak⁻¹).



Şekil 4.10 2018 yılında Eylül ayında konulara göre ortalama bitki özsu akış hızı değişimi (ml cm⁻² dak⁻¹).

Ertem (2018), Memecik çeşidinde farklı sulama konularının bitki özsu akış hızı üzerine etkisini incelediği çalışmada, konulara bitki su tüketiminin %0 (K1), %100 (K2), %66 (K3) ve %33 (K4) düzeylerinde sulama suyu uygulamıştır. Sezon boyunca yapılan ölçümlerde en yüksek değerler K2 konusundan, en düşük değerler ise K1 konusundan elde edilmiştir. Araştırmacı K2 konusu sezon sonundaki düşüşün nedeninin sulamanın eylül ayının sonunda kesilmesi ve ayrıca mevsim olarak sıcaklıkların düşmesine bağlı transpirasyondaki azalmayla bir ilişkisi olduğunu açıklamıştır. Araştırmacı K2 konusuna göre transpirasyondaki azalmayı sezon boyunca K1 için ortalama %41, K4 için %28 ve K3 için %20 olarak bulmuştur. Zhou et al. (2017), Kuzeybatı Çin'de dört yaşlı şeftali ağaçlarında farklı sulama düzeyinde bitki özsu akışı ve stoma iletkenliği değerlerindeki değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar ağaçlara dört farklı sulama dozu uygulamış ve bitki su tüketiminin %100 (I₁), %75 (I₂), %50 (I₃) ve %25 (I₄)' ini dikkate alarak konuları belirlemişlerdir. Araştırmacılar, kuraklığa bağlı olarak stresdeki ağaçlarda stoma iletkenliğinin düştüğünü, bitki özsu akış ile ölçüldüğünde daha düşük bir transpirasyon oranına çevrildiğini gözlemişlerdir. Yine araştırmacılar, I₁ konusundaki ağaçların bitki özsu akış hızı değerlerinin en yüksek, I₄ konusundaki ağaçların bitki özsu akış hızı değerlerinin en düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Paudel et al. (2013), bitki özsu akış hızı ölçümlerini damla sulama yöntemiyle sulanan 12 yaşlı nektarin ağaçlarında ısı kaybı problemleri ile yapmışlardır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı ve yaprak iletkenliğinin sezon başında yaprak gelişimi ile birlikte arttığını bulmuşlardır. Yine araştırmacılar, susuz parselde bitki özsu akış hızının sulanan ağaçlara göre %35'e kadar düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Bitki özsu akış hızı değerlerinin deneme yılı için aylık ve sezonluk ortalamaları Çizelge 4.4'de, konularına ait özsu akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsu akış hızına oranını gösteren transpirasyon oranı ise Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 de verilen 2018 yılına ait aylık ve sezonluk ortalama bitki özsu akış hızlarında en yüksek değerler K2 konusunda, en düşük değerler ise K1 konusunda elde edilmiştir. Sezon boyunca bitki özsu akış hızlarında azalma görülmüştür. Eylül ayındaki azalmalar sıcaklıkların düşmesiyle birlikte transpirasyondaki azalma ile açıklanabilir. Konulara ait bitki özsu akış hızlarının K2 konusuna ait olan bitki özsu akış hızına oranını gösteren transpirasyon oranı

değerlerinin değişimi incelendiğinde benzer durumlar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5). Transpirasyonda en yüksek azalma %56 ile K1 konusunda bulunmuştur, üçte bir su kısıtının uygulandığı K3 konusu %13, üçte iki su kısıtının uygulandığı K4 konusunda %33 olarak bulunmuştur.

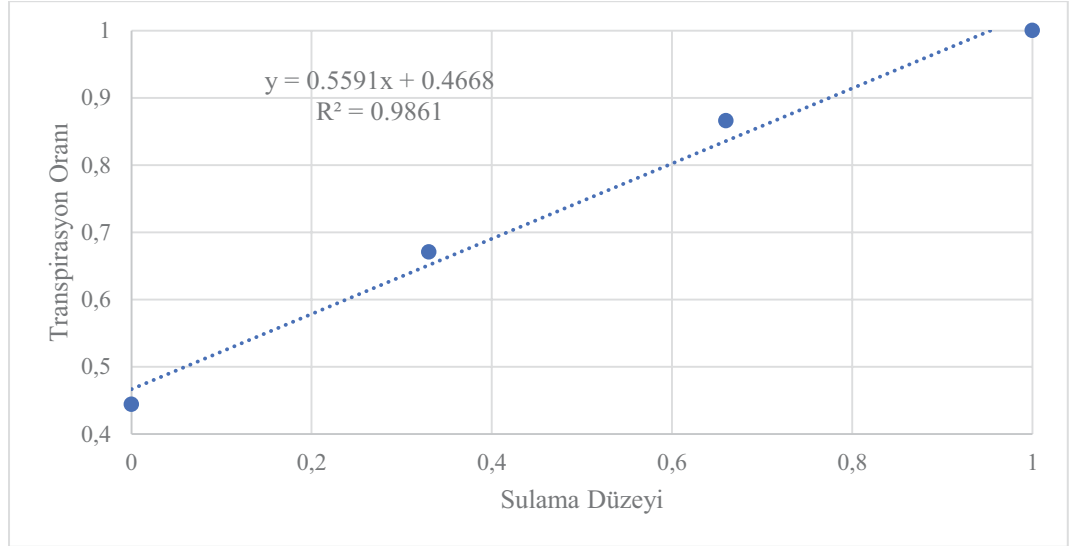
Çizelge 4.4 2018 yılında zeytin ağaçlarında konularına göre ortalama özsu akış hızı değerleri ($\text{ml cm}^{-2} \text{dak.}^{-1}$).

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
K1	0.064	0.046	0.022	0.011	0.035
K2	0.086	0.090	0.076	0.069	0.080
K3	0.073	0.073	0.069	0.062	0.069
K4	0.072	0.060	0.047	0.036	0.054

Çizelge 4.5 2018 yılında zeytin ağaçlarında konulara ait özsu akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsu akış hızına oranı (Transpirasyon oranı).

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
K1	0.74	0.50	0.29	0.17	0.44
K2	1	1	1	1	1
K3	0.84	0.81	0.91	0.91	0.87
K4	0.84	0.66	0.62	0.53	0.67

Sulama düzeyi ve transpirasyon arasındaki ilişki Şekil 4.11’de verilmiştir. Çalışmada, transpirasyon oranı ile sulama düzeyi arasındaki regresyon analizi sonucunda doğrusal ve pozitif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.11). İki parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü bir bağ olduğunu göstermiştir. Uygulanan sulama düzeyi arttıkça bitkide transpirasyon miktarında doğrusal olarak artmıştır.

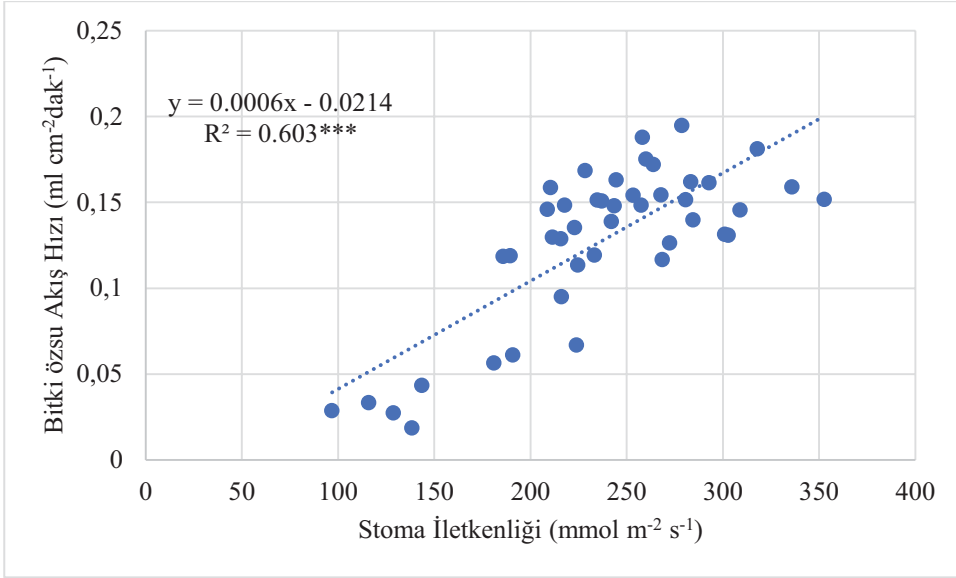


Şekil 4.11 Zeytin ağaçlarında sulama düzeyi-transpirasyon arasındaki ilişki.

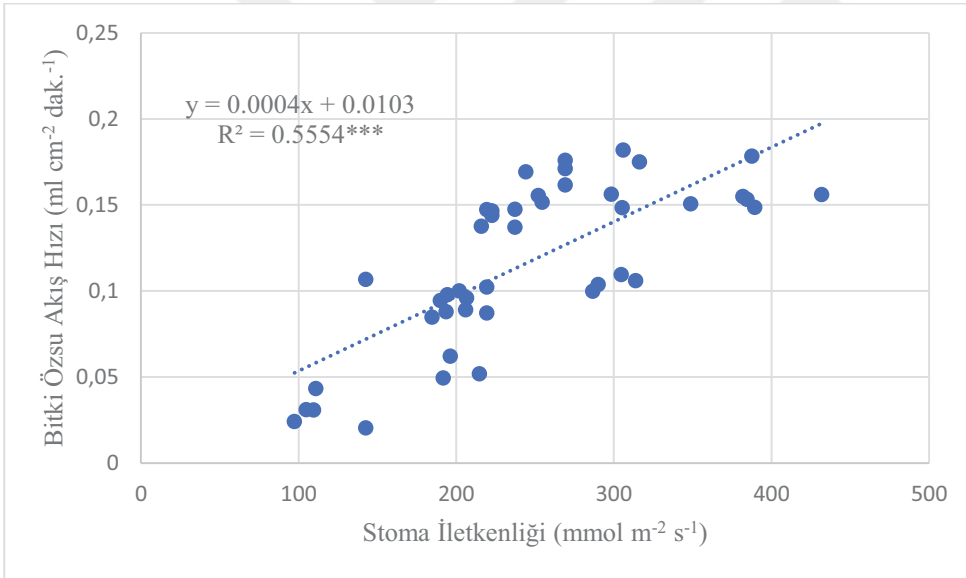
4.3 Bazı Fizyolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler

4.3.1 Stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsu akış hızı arasındaki ilişki

Yapılan çalışmada, günlük bitki özsu akış hızı ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki sulama öncesi ve sulama sonrası için ayrı ayrı yapılan regresyon, korelasyon analizi sonucunda sulama öncesi için ($r = 0.77$), sulama sonrası için ($r = 0.74$) aralarında pozitif doğrusal bir ilişki gözlenmiştir (Şekil 4.12, Şekil 4.13). İki parametre arasında istatistiksel olarak güçlü sayılabilecek anlamlı bir bağ bulunmaktadır. Ksilemden geçen bitki özsu akış hızı arttıkça stomalardan oluşan transpirasyon hızıda artmaktadır.



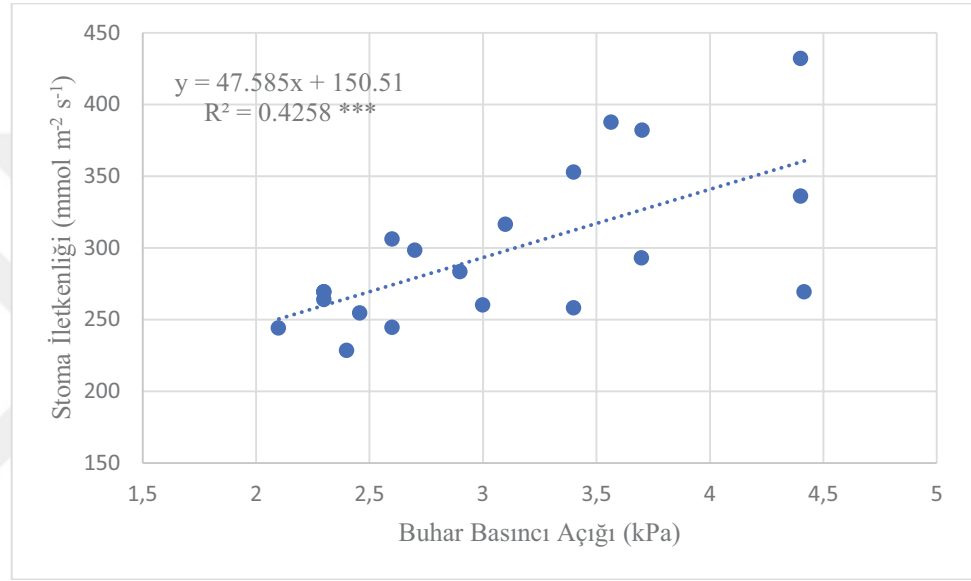
Şekil 4.12 2018 yılı zeytin ağaçlarına ait sulama öncesi bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹) ve stoma iletkenliği (mmol m⁻² s⁻¹) arasındaki ilişki



Şekil 4.13 2018 yılı zeytin ağaçlarına ait sulama sonrası bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹) ve stoma iletkenliği (mmol m⁻² s⁻¹) arasındaki ilişki.

4.3.2 Stoma iletkenliği (g_s) ve buhar basıncı ağığı (VPD) arasındaki ilişki

Kontrol konusu (K2)' na ait stoma iletkenliği değerleri ile VPD arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda ($r = 0.65$) aralarında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (şekil 4.14). Buhar basıncı ağığı arttıkça stoma iletkenliği de artmıştır.

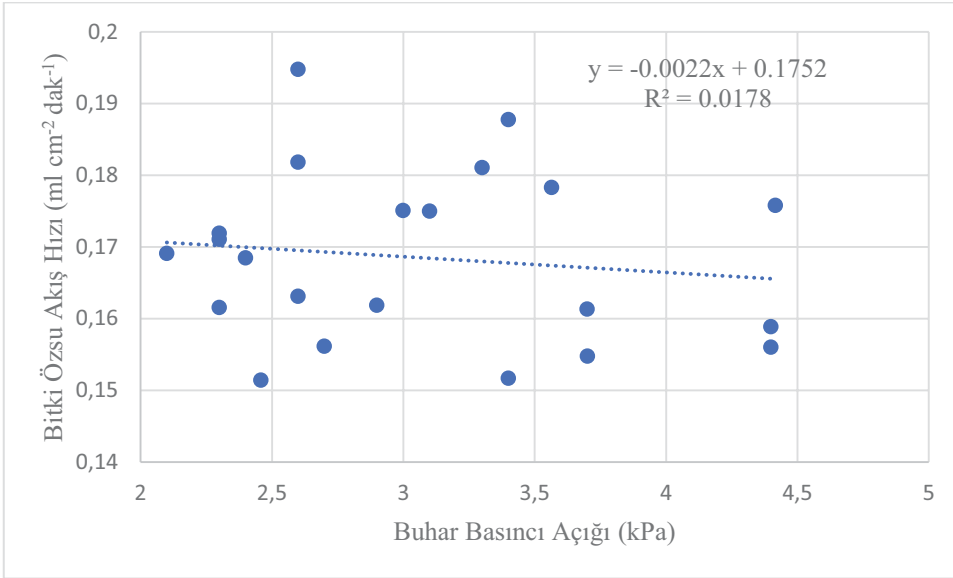


şekil 4.14 2018 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait stoma iletkenliği (mmol m⁻² s⁻¹) değerleri ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.

Ertem (2018), Bornova’da Memecik zeytin ağaçlarında yaptığı çalışmada VPD ve kontrol konusuna ait stoma iletkenliği değerleri arasında önemsiz sayılabilecek bir ilişki bulmuştur ($R^2= 0.003$). Çakır (2015) Memecik zeytin ağaçlarında yaptığı çalışmada VPD ve kontrol konusuna ait stoma iletkenliği değerleri arasında doğrusal negatif bir ilişki bulmuştur ($R^2= 0.463$).

4.3.3 Bitki özsu akış hızı ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki

Bitki özsu akış hızı ve VPD arasında yapılan regresyon, korelasyon analizi sonucunda ($r = 0.13$) önemsiz sayılabilecek bir ilişki gözlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 2018 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹) ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.

Telander et al. (2015), Amerika Birleşik Devletleri Chippewa Ulusal Ormanında karadışbudak ağacında bitki özsu akış hızını, Granier yöntemi ile üç farklı toprak nem düzeyinde karşılaştırdıkları çalışmada nem düzeyi doygun ya da doyguna yakın olduğu zamanda bitki özsu akış hızı ile buhar basıncı açığı arasında doğru orantı, toprak nemi düştüğü zamanda ters orantı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tognetti et al. (2004), Güney İtalya’da sulanan ve yağışa dayalı koşullardaki zeytin (*Olea europaea* L. cv. Kalamata) ağaçlarında bitki özsu akışını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar saatlik olarak ölçülen bitki özsu değerleri ile

buhar basıncı (VPD) arasında kuvvetli ve pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Zhou et al. (2017), Kuzeybatı Çin'de dört yaşlı şeftali ağaçlarında farklı sulama düzeyinde bitki özsu akışı ve stoma iletkenliği değerlerindeki değişimini inceledikleri çalışmada bitki özsu akış hızı ile buhar basıncı açığının birbirleriyle ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Memecik zeytin ağaçlarında kısıtlı sulamaya bağlı olarak sulama öncesi, sulama sonrası stoma iletkenliği değerlerinin ve bitki özsu akışının zamansal değişimi ve bu iki fizyolojik parametrenin birbirleriyle olan ilişkileri incelenmiştir. Çalışmada ayrıca stoma iletkenliğinin gün içerisindeki değişimi ortaya konulmuştur.

Konularına göre uygulanan toplam sulama suyu miktarı 0 ile 911 mm arasında, mevsimlik ET_a değerleri ise 132 ile 894 mm arasında değişkenlik göstermiştir. Burada en düşük değeri K1 ve en yüksek değeri K2 konusunda almıştır.

Su stresinin artışına bağlı olarak fizyolojik özellikler değerlendirildiğinde,

Stoma iletkenliği verilerinin sezon içi sulama öncesi ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konusunda sırasıyla 179.6, 275.6, 250.2 ve 242.4 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ olarak bulunmuştur. Sulama sonrası stoma iletkenliği sezon içi ortalamaları ise, K1, K2, K3 ve K4 konusunda sırasıyla 181.3, 330.7, 293.3 ve 245.1 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre, konular arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmiştir. Bu fark bitkideki su stresinin saptanmasında stoma iletkenliğinin kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Stoma iletkenliğinin gün içerisinde değişimi izlendiğinde stoma iletkenliği değerleri toprak nemine bağlı olarak tam sulama konusunda sıcaklık artışı ile paralel olarak artmakta, stres konusunda ise azalmaktadır. Gün içerisinde stresin en belirgin olarak gözlemlendiği saatler 14:00 civarındadır. Yani gün içerisinde bu saatlerde yapılacak stoma iletkenliği ölçümlerinin stresi belirlemede daha başarılı olacağı söylenebilir.

Bitki özsu akış ölçümlerinin sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 için sırasıyla 0.035, 0.080, 0.069 ve 0.054 $ml\ cm^{-1}\ dak.^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bitki özsu akış hızı değerlerinde bitki su stresine bağlı olarak konular arasında değişimler olmuştur. Tüm aylarda en düşük değerler K1 konusunda en yüksek değerler ise K2 konusunda ölçülmüştür. Konular arasındaki farklar, bitki özsu akışının, bitki su stresinin saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir.

Denemede, zeytin ağaçlarında günlük bitki özsu akış hızı ile stoma iletkenliği arasında sulama öncesi ve sulama sonrası değerlerinde pozitif doğrusal

bir ilişkinin ($r^2= 0.603$), ($r^2= 0.555$) olduğu gözlemlenmiştir. Stoma iletkenliği değerlerinden yararlanılarak bitki özsu akış hızı tahmin edilebilmektedir.

Denemenin diğer bir önemli bulgusu ise sulama düzeyi ve transpirasyon oranı arasındaki pozitif doğrusal bir ilişkinin ($r^2= 0.986$) olduğu gözlenmektedir.

Çalışma sonucunda, stoma iletkenliği ve bitki özsu akış hızının zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde başarılı olduğu ve sulama programlanmasında her iki yönteminde başarıyla kullanılabileceği söylenebilir.

Bu yöntemlerden bitki özsu akış hızının otomasyona da uygun olması yöntemin kullanım olanağını arttırmaktadır.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahumada-Orellana, L., Ortega-Farías, S., Poblete-Echeverría, C., and Searles, P. S.** (2019). Estimation of Stomatal Conductance and Stem Water Potential Threshold Values for Water Stress in Olive Trees (cv. Arbequina). *Irrigation Science*, 37(4), 461-467 pp.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M.** 1998, Crop Evapotranspiration, FAO 56, Rome.
- Anlı, A. S., and Yürekli, K.** (2008). Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Karaman İli Kuraklığının Analizi. V. Su Forumu, Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı Bildiriler Kitabı.
- Anonim.** (2015). Türkiye Zeytin Çeşit Kataloğu. İzmir: Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Anonim.** (2016). Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. İzmir:
- Asik, S., Kaya, U., Camoglu, G., Akkuzu, E., Olmez, H. A., 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.
- Ballester, C., Castel, J., Jiménez-Bello, M., Intrigliolo, D., and Castel, J.** (2014). Are Sap Flow and Canopy Temperature Measurements Useful Alternatives to Stem Water Potential for Detecting Plant Water Stress in Citrus Trees? 7th International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, 51-57 pp.
- Bengal, A., Agam, N., Alchanatis, V., Cohen, Y., Yermiyahu, U., Zipori, I., Presnov, Eugene., 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(5), 367-376 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Blanco, V., Torres-Sánchez, R., Blaya-Ros, P. J., Pérez-Pastor, A., and Domingo, R.** (2019). Vegetative and Reproductive Response of 'Prime Giant' Sweet Cherry Trees to Regulated Deficit Irrigation. *Scientia Horticulturae*(249), 478-489 pp.
- Canözer, Ö.**, 1991, Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı, Mesleki Yayınlar, Seri:16, No:334, Ankara, 41-43 s.
- Chater, J. M., Santiago, L. S., Merhaut, D. J., Preece, J. E., and Jia, Z.** (2018). Diurnal Patterns of Photosynthesis and Water Relations for Four Orchard-Grown Pomegranate (*Prunica granatum L.*) Cultivars. *Journal of the American Pomological Society*, 72(3), 157-165 pp.
- Chehab, H., Mechri, B., Haouari, A., Mahjoub, Z., Braham, M., and Boujnah, D.** (2014). Effects of Two Drip-Irrigation Regimes on Sap Flow, Water Potential and Leaf Photosynthetic Activity of Mature Olive Trees. *African Journal of Agricultural*, 9(31), 2443-2452 pp.
- Cristián Kremer, L. R., Fichet, T., Cortázar, V. G., and Haberland, J.** (2018). Physiological and Production Responses of Olive (*Olea Europaea L.*) Cv. Frantoio Under Regulated Deficit Irrigation on A Semiarid Mediterranean Weather Irrigation on A Semiarid Mediterranean Weather Irrigation on A Semiarid Mediterranean Weather. *FCA UNCUYO*, 1(50), 73-83 pp.
- Çakır, T.** (2015). Farklı Kısıtlı Sulama Koşullarındaki Zeytin Ağaçlarında (cv. Memecik) Bitki Su Potansiyeli ve Stoma İletkenliğinin Zamansal Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 22s.
- Dbara, S., Haworth, M., Emiliani, G., Mimoun, M. B., Gómez-Cadenas, A., and Centritto, M.** (2016). Partial Root-Zone Drying of Olive (*Olea europaea* var. 'Chetoui') Induces Reduced Yield under Field Conditions. *plos one*. doi:10.1371/journal.pone.0157089

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Diaz-Espejo, A., Buckley, T., Sperry, J., Cuevas, M., Cires, A. d., Elsayed-Farag, S., . . . Fernández, J.** (2012). Steps Toward an Improvement in Process-Based Models of Water Use By Fruit Trees: A Case Study in Olive. *Agricultural Water Management*(114), 37-49 pp.
- Ertem, E.** (2018). Kısıtlı Sulama Koşullarında Zeytin Ağaçlarında Özsü Akışı ve Stoma İletkenliğindeki Değişimin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 27s.
- Escalona, L., Flexas, j., Medrano, and h.** (2000). Comparison of Heat Balance and Gas Exchange Methods to Measure Transpiration in Irrigated and Water Stressed Grapevines. *V International Symposium on Grapevine Physiology*, 145-156 pp.
- Fernandez, J., Cueva, M.** 2010. Irrigation Scheduling From Stem Diameter Variations: A Review. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(2), 135-151 pp.
- Fernaández, J. E., Dí'az-Espejo, A., Infante, J. M., Dura'n, P., Palomo, M. J., Chamorro, V., . . . Villagarci'a, L.** (2006). Water Relations and Gas Exchange in Olive Trees Under Regulated Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying. *Plant Soil*(284), 273-291 pp.
- Fernández, J.** (2014). Plant-Based Sensing to Monitor Water Stress: Applicability to Commercial Orchards. *Agricultural Water Management*(142), 99-109 pp.
- Fernández, J. E., Green, S. R., Diaz-Espejo, A., and Cuevas, M. V.** (2008). The Use of Sap Flow Measurements for Scheduling Irrigation in Olive, Apple and Asian Pear Trees and in Grapevines. (305), 91-104 pp.
- Gao, Z., and Li, Z.** (2015). Dynamic Simulation of Conductance in Apple Tree Canopy. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 8(2), 146-149 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Giorio, P., Sorrentino, G., and d'Andria, R.** (1999). Stomatal Behaviour, Leaf Water Status and Photosynthetic Response in Field-Grown Olive Trees Under Water Deficit. *Environmental and Experimental Botany*(42), 95-104 pp.
- Granier, A.** (1985). Une Nouvelle Méthode Pour La Mesure Du Flux De Sève Brute Dans Le Tronc Des Arbres. *Annales Des Sciences Forestières*, 2(42), 193-200 pp.
- Guizani, M., Dabbou, S., Maatallah, S., Montevicchi, G., Hajlaoui, H., Rezig, M., . . . Kilani-Jaziri, S.** (2019). Physiological Responses and Fruit Quality of Four Peach Cultivars Under Sustained and Cyclic Deficit Irrigation in Center-West Of Tunisia. *Agricultural Water Management*(217), 81-97 pp.
- Güçlü, A.** (2010). Bornova Koşullarında Organik Olarak Yetiştirilen Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Bitki Su Tüketimi ve Yaprak Su Potansiyeli – Verim İlişkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 22s.
- Güney, A., Reiner Zimmermann, K. H.** (2019). Sap Flux and Stem Radius Variations in Mature Cedrus Libani Trees During the Growing Season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*(43), 36-47 pp.
- Hernandez-Santana, V., Fernández, 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.
- Oliveras I.,and P., Llorens.** (2000). Medium-Term Sap Flux Monitoring in A Scots Pine Stand: Analysis of The Operability of The Heat Dissipation Method for Hydrological Purposes. *Tree Physiology*, 21(7), 473-480 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- IOC.** (2019). INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL.
<http://www.internationaloliveoil.org/>:
<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>; <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures> adresinden alındı
- James, L.** (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. New York: John Wiley and Sons Limited.
- Jaouhari, N. E., Abouabdillah, A., Bouabid, R., Bourioug, M., Aleya, L., and Chaoui, M.** (2018). Assessment of Sustainable Deficit Irrigation in A Moroccan Apple Orchard Assessment of Sustainable Deficit Irrigation in A Moroccan Apple Orchard. Science of the Total Environment(642), 574-581 pp.
- Jian, S., Zhang, X., Wu, Z., and Hu, C.** (2016). Water Use Pattern of Pinus Tabulaeformis in the Semiarid Region of Loess Plateau, China. Forest Systems, 25(3). doi:10.5424/fs/2016253-09838
- Juhász, Á., Sepsi, P., and Hrotkó, L. T.** (2013). Night-Time Sap Flow Rate of Sweet Cherry Trees. 2nd Balkan Symposium on Fruit Growing, 591-596 pp.
- Kaplan, M., and Arıhan, S. K.** (2011). Antik Çağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin Ve Zeytinyağının Halk Tıbbında Kullanımı. VIII.Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi, 2s.
- Karadaş, A.** (2014). Bornova Ovası (İzmir) Holosen Paleocoğrafyası ve Kıyı Çizgisi Değişmeleri. Ege Coğrafya Dergisi, 23(2), 37-52 ss.
- Küçükkömürler, S., and Ekmen, Z.** (2008). Barışın Simgesi Zeytin ve Anadolu Kültürü. 38. Icanas (Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi), 2, s. 809-820ss. Ankara.
- Lakatos, T., and Bubán, T.** (2000). Night-Time Water Use of Apple Trees: Results of Sap Flow Rate Measurements. III International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, 345-349 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Laraus, J.L.** 2004 The Problems of Sustainable Water Use in the Mediterranean and Research Requirements for Agriculture. *Annals of Applied Biology* 144(3):259 - 272 pp.
- Lopriore, G., Gatta, G., Scelsa, D., Storto, M. L., Abatantuono, I., and Pati, S.** (2016). Water Stress, Yield and Oil Characteristics of Partial Rootzone Drying and Deficit Irrigated Very-High Density Olive Orchard (*Olea europaea* L. 'Arbequina'). *Acta horticulturae*(1112), 87-94 pp.
- Mailer, R. and J. Ayton** (2011). Effect Of Irrigation and Water Stress on Olive Oil Quality and Yield Based on A Four Year Study. *Acta Hortic.* 888, 63-72 pp.
- Masmoudi, C. C., Ayachi, M. M., Gouia, M., Laabidi, F., Reguaya, S. B., Amor, A. O., and Bousnina, M.** (2010). Water Relations of Olive Trees Cultivated Under Deficit Irrigation Regimes. *Scientia Horticulturae*(125), 573-578 pp.
- Massai, R., and remorini, D.** (2000). Estimation of Water Requirements in A Young Peach Orchard Under Irrigated and Stressed Conditions. *International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops.*, 77-86 pp.
- Mcculloh, K. A., Winter, K., Meinzer, F. C., Garcia, M., Aranda, J., and Lachenbruch, B.** (2007). A Comparison of Daily Water Use Estimates Derived From Constant-Heat Sap-Flow Probe Values and Gravimetric Measurements in Pot-Grown Saplings. *Tree Physiology*(27), 1355-1360 pp.
- Paudel, I., Noar, A., Gal, Y., and Cohen, S.** (2013). Quantifying Sap Flow Responses to Soil and Plant Water Status and Climate in Nectarine Trees. *9th International Workshop on Sap Flow*, 433-440 pp.
- Petridis, A., Therios, I., Samouris, G., Koundouras, S., and Giannakoula, A.** (2012). Effect of Water Deficit on Leaf Phenolic Composition, Gas Exchange, Oxidative Damage and Antioxidant Activity of Four Greek Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*(60), 1-11 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pouyafard, N., Akkuzu, E., and Kaya, Ü.** (2016). Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 88-98s.
- Ramos, A. F., and Santos, F. L.** (2009). Water Use, Transpiration, and Crop Coefficients for Olives (Cv. Cordovil), Grown in Orchards in Southern Portugal. Biosystems Engineering(102), 321-333 pp.
- Reis, F.´., Campostrini, E., Sousab, E. F., and Silva, M. G.** (2006). Sap Flow in Papaya Plants: Laboratory Calibrations and Relationships With Gas Exchanges Under Field Conditions. Scientia Horticulturae(110), 254-259 pp.
- Sezen, S. M., Yazar, A., and Tekin, S.** (2019). Physiological Response of Red Pepper to Different Irrigation Regimes Under Drip Irrigation in The Mediterranean Region of Turkey. Scientia Horticulturae(245), 280-288 pp.
- Silva, M.G.** 2008, 'Desenvolvimento de Sensor de Fluxo de Seiva e de Coeficiente Indicador de Estresse Hidrico Para Plantas de Cafeeiro Arabica', Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ., 114 pp.
- Taiz, L. ve Zeiger, E.,** 2008, Bitki Fizyolojisi (Edit. Prof. Dr. İsmail Türkan). Palme Yayıncılık. Ankara.
- Tekelioğlu, B., Büyüктаş, D., Karaca, C., Baştuğ, R., Dinç, N., and Aydinşakir, K.** (2017). Infrared Termometre Tekniğinin Nar (Punica Granatum L.) Ağaçlarında Sulama Programlaması Amacıyla Kullanım Olanakları. Derim, 34(1), 61-71 pp.
- Telander, A. C., Slesak, R. A., D'Amato, A. W., Palik, B. J., Brooks, K. N., and Lenhart, C. F.** (2015). Sap Flow of Black Ash in Wetland Forests Of Northern Minnesota, USA: Hydrologic İmplications of Tree Mortality Due to Emerald Ash Borer. Agricultural and Forest Meteorology(206), 4-11 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tognetti, R., d'Andria, R., Morelli, G., Calandrelli, D., and Fragnito, F.** (2004). Irrigation Effects on Daily and Seasonal Variations of Trunk Sap Flow and Leaf Water Relations in Olive Trees. *Plant and Soil*(263), 249-264 pp.
- Tognetti, R., d'Andria, R., Sacchi, R., Lavini, A., Morelli, G., and Alvino, A.** (2007). Deficit Irrigation Affects Seasonal Changes in Leaf Physiology and Oil Quality of *Olea Europaea* (Cultivars Frantoio and Leccino). *Water Use Efficiency*(150), 169-186 pp.
- Tognetti, R., Giovannelli, A., Lavini, A., Morelli, G., Fragnito, F. and 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.
- Trentacoste, E., Contreras-Zanessi, O., Beyá-Marshall, V., and Puertasa, C.** (2018). Genotypic Variation of Physiological and Morphological Traits Of Seven Olive Cultivars Under Sustained and Cyclic Drought in Mendoza, Argentina. E.R. Trentacoste*, O. Contreras-Zanessia, V. Beyá-Marshallb, C.M. Puertasa(196), 48-56 pp.
- TÜİK.** (2018). TEMMUZ 2019 Tarihinde Türkiye İstatistik Kurumu: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 adresinden alındı
- Yurtsever, N.** (1984). *DeneySEL İstatik Metotlar*. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Zhou, H.-m., Zhang, F.-c., Kjelgren, R., Wu, L.-f., Gong, D.-z., Zhao, N., . . . Li, Z.-j.** (2017). Peach Yield and Fruit Quality is Maintained Under Mild Deficit Irrigation in Semi-Arid China. *Journal of Integrative Agriculture*, 5(16), 1173-1183 pp.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, araştırma konusunda fikir veren, çalışmalarımda bana yol gösteren, tez yazım sürecinde deneyimlerini ve öngörülerini her zaman paylaşan saygı değer danışmanım, Prof. Dr. Erhan AKKUZU' ya ;

Tezimin yazım aşamasında fikirlerini paylaşan, yol gösteren her zaman desteğini hissettiğim sayın Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ' ye;

Arazide deneme kurulumunda yardımlarından dolayı sayın Dr. Emrah ÖZÇAKAL' a ;

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan sevgilerini hep hissettiğim sevgili babam, sevgili annem ve sevgili kız kardeşime;

Yüksek lisans boyunca her zaman bana yardımcı olan arkadaşım Zir. Yük. Müh. Erkal ERTEM' e;

Tez yazım sürecinde fikirlerini ve yardımlarını esirgemeyen, desteklerini her zaman hissettiğim sevgili arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Umut SUZAN, Zir. Yük. Müh. Şeyda ŞEVİNÇ, Zir. Yük. Müh. Eray ŞEN, Zir. Yük. Müh. Omar SALEY HAROUNA' ya;

Araştırma için gerekli olan alanı sağlayan bunun yanında çalışma için gerekli olan alet, ekipman ve teknik altyapıyı sağlayan, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim saygı değer Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Ünal KAYA'ya ve çalışanlarına;

Teşekkürlerimi sunarım.

Ongun UÇKAY

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, araştırma konusunda fikir veren, çalışmalarında bana yol gösteren, tez yazım sürecinde deneyimlerini ve öngörülerini her zaman paylaşan saygı değer danışmanım, Prof. Dr. Erhan AKKUZU' ya ;

Tezimin yazım aşamasında fikirlerini paylaşan, yol gösteren her zaman desteğini hissettiğim sayın Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ' ye;

Arazide deneme kurulumunda yardımlarından dolayı sayın Dr. Emrah ÖZÇAKAL' a ;

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan sevgilerini hep hissettiğim sevgili babam, sevgili annem ve sevgili kız kardeşime;

Yüksek lisans boyunca her zaman bana yardımcı olan arkadaşım Zir. Yük. Müh. Erkal ERTEM' e;

Tez yazım sürecinde fikirlerini ve yardımlarını esirgemeyen, desteklerini her zaman hissettiğim sevgili arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Umut SUZAN, Zir. Yük. Müh. Şeyda ŞEVİNÇ, Zir. Yük. Müh. Eray ŞEN, Zir. Yük. Müh. Omar SALEY HAROUNA'ya;

Araştırma için gerekli olan alanı sağlayan bunun yanında çalışma için gerekli olan alet, ekipman ve teknik altyapıyı sağlayan, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim saygı değer Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Ünal KAYA'ya ve çalışanlarına;

Teşekkürlerimi sunarım.

Ongun UÇKAY

ÖZGEÇMİŞ

Ongun UÇKAY, 14.01.1991 tarihinde Aydın Söke’de doğdu. İlkokulu Kocagözoğlu İlk Öğretim Okulunda ve Orta öğrenimini Atatürk ilk Öğretim okulunda tamamladı. 2005 yılında Söke Hilmi Fırat Anadolu Lisesinde başladı, Söke Cumhuriyet Anadolu Lisesi ’den 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılında bir yıl İngilizce hazırlık okuyarak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında’ da yüksek lisans eğitimine başladı.

