



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KISITLI SULAMA KOŞULLARINDA ZEYTİN
AĞAÇLARINDA ÖZSU AKIŞI VE STOMA
İLETKENLİĞİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

Erkal ERTEM

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 16.08.2018

Bornova-İZMİR

2018

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**KISITLI SULAMA KOŞULLARINDA ZEYTİN
AĞAÇLARINDA ÖZSU AKIŞI VE STOMA
İLETKENLİĞİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

Erkal ERTEM

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 16.08.2018

Bornova-İZMİR

2018

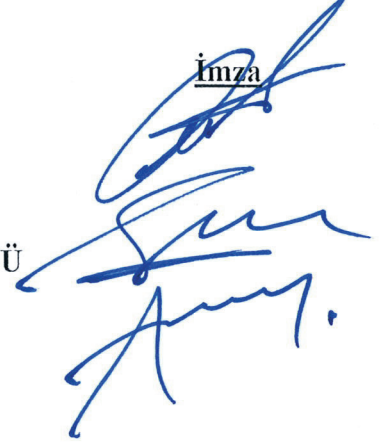
Sayın Erkal ERTEM tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “**Kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında özsu akışı ve stoma iletkenliğindeki değişimin belirlenmesi**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’ nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 16.08.2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Raportör Üye : Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ

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 “Kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında özsu akışı ve stoma iletkenliğindeki değişimin belirlenmesi” 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.

16 / 08 / 2018



Erkal ERTEM

ÖZET**KISITLI SULAMA KOŞULLARINDA ZEYTİN
AĞAÇLARINDA ÖZSU AKIŞI VE STOMA İLETKENLİĞİNDEKİ
DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

ERTEM, Erkal

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Ağustos 2018, 54 sayfa

Çalışma, 2017 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında yürütülmüştür. Çalışmada, kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsu akışı değişimleri izlenmiştir. Bu amaçla; konular, K1: Susuz; 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 (01/06/2017-30/09/2017) konulara uygulanan sulama suyu miktarı, 0 ile 912.3 mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketimi değerleri ise 90.5 ile 850.5 mm arasında değişiklik göstermiştir.

Araştırmada, ortalama stoma iletkenliği (g_s) değerleri K1 konusu için 293.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, K2 konusu için 382.62 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, K3 konusu için 371.50 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, K4 konusu için 293.57 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre stoma iletkenliği değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama bitki özsu akış değerleri ise K1 konusu için 0.054 $\text{ml cm}^{-2} \text{dak.}^{-1}$, K2 konusu için 0.091 $\text{ml cm}^{-2} \text{dak.}^{-1}$, K3 konusu için 0.073 $\text{ml cm}^{-2} \text{dak.}^{-1}$, K4 konusu için 0.065 $\text{ml cm}^{-2} \text{dak.}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Stoma iletkenliği ve bitki özsu akışı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ($r^2= 0.528$) bulunmuştur.

Elde edilen veriler ışığında; zeytin ağaçlarının su stresinin belirlenmesinde, stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsu akışı ölçüm değerlerinin kullanılabileceği ifade edilebilir.

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



ABSTRACT**DETERMINATION OF THE VARIATION IN STOMATAL CONDUCTANCE AND SAPFLOW IN OLIVE TREES UNDER DEFICIT IRRIGATION**

ERTEM, Erkal

MSc in Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

August 2018, 54 pages

This study was carried on olive (cv. Memecik) trees in Bornova Olive Research Institute of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, in 2017. In this study, changes in stomatal conductance (g_s) and sapflow under the deficit irrigation conditions were observed. For this reason, irrigation treatment; 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.

This study (01/06/2017-30/09/2017), irrigation water requirement was ranged from 0 to 912.3 mm, evapotranspiration (ET_a) varied from 90.5 to 850.5 mm. According to the data obtained in this study, the difference between the stomatal conductance values was statistically significant.

The mean stomatal conductance (g_s) values calculated for during the period were 293.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K1, 382.62 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K2, 371.50 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K3 and 293.57 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K4. The mean sapflow values calculated during the period were 0.054 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K1, 0.091 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K2, 0.073 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K3 and 0.065 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K4.

The determination of stomatal conductance (g_s) and sapflow measurements can be used to determine the response of olive trees to water stress. In this study, a statistically significant relationship ($r^2 = 0.528$) was found between stomatal conductance and sapflow.

Keywords: Olive, Sapflow, Stomatal conductance, Water stress.

TEŞEKKÜR

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

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

Yüksek lisans eğitimim süresince hep yanımda olan, beni destekleyen ablam ve enişteme;

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

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

Tezimin yazımı aşamasında yardım, fikir ve önerilerini benden esirgemeyen Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ' ye;

Araştırmada, denemenin kurulumu sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Dr. Emrah ÖZÇAKAL' a ve Dr. Ulaş TUNALI' ya;

Tez çalışması süresi boyunca bana olan yardım ve desteklerinden dolayı arkadaşım Ziraat Yük. Müh. Eray ŞEN' e;

Tez çalışması süresince araştırma alanında sulama sisteminin kurulmasında ve ölçümler sırasındaki yardımlarından dolayı Ziraat Müh. Şeyda SEVİNÇ, Ziraat Yük. Müh. Omar SALEY HAROUNA ve Ziraat Müh. Umut SUZAN' a;

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1.GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ	5
3.MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1 Materyal	17
3.1.1 Bornova ovasının genel tanımı.....	17
3.1.2 Araştırma alanının yeri.....	17
3.1.3 Araştırma alanının iklim özellikleri	18
3.1.4 Araştırmada kullanılan Memecik zeytin çeşidi.....	21
3.1.5 Sulama sistemi.....	21
3.2 Yöntem	21
3.2.1 Deneme deseni	21
3.2.2 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler.....	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.3 Fizyolojik ölçümler.....	23
3.2.4 Meteorolojik ölçümler	25
3.2.5 Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
4.1 Bitki su tüketimi ve sulama suyu gereksinimi.....	27
4.1.1 Uygulanan sulama suyu miktarı	27
4.1.2 Bitki su tüketimi (ET_a).....	28
4.2 Fizyolojik ve Meteorolojik Bulgular	29
4.2.1 Fizyolojik bulgular	29
4.3 Bazı Fizyolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler	39
4.3.1 Stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsu akış hızı arasındaki ilişki.....	39
4.3.2 Stoma iletkenliği (g_s) ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki.....	40
4.3.3 Bitki özsu akış hızı ve buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişki ..	41
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Türkiye zeytin üretim bölgeleri	2
3.1 Araştırma alanının yeri	17
3.2 Deneme deseni planının arazideki görünümü	22
3.3 Araştırma alanında stoma iletkenliği ölçümü	24
3.4 Bitki özsu akış sensörü	25
4.1 2017 yılında zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin değişimi	30
4.2 2017 yılı zeytin ağaçları haziran ayı bitki özsu akış hızı	34
4.3 2017 yılı zeytin ağaçları temmuz ayı bitki özsu akış hızı	34
4.4 2017 yılı zeytin ağaçları ağustos ayı bitki özsu akış hızı	35
4.5 2017 yılı zeytin ağaçları eylül ayı bitki özsu akış hızı	35
4.6 2017 yılı zeytin ağaçları ekim ayı bitki özsu akış hızı	36
4.7 Zeytin ağaçlarında sulama düzeyi- transpirasyon arasındaki ilişki	39
4.8 2017 yılı zeytin ağaçlarına ait bitki özsu akış hızı ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki	40
4.9 2017 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait stoma iletkenliği ve VPD arasındaki ilişki	40
4.10 2017 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait bitki özsu akış hızı ve VPD arasındaki ilişki	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Dünyada sofralık zeytin üretimi.....	2
1.2 Dünyada zeytinyağı üretimi	2
3.1 Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri	18
3.1 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık ortalama değerleri	19
3.2 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının denemenin gerçekleştiği aylardaki değerleri	20
4.1 2017 yılında aylara göre konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları	27
4.2 Zeytin bitkisinin 2017 yılında aylık bitki su tüketimi.....	28
4.3 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama stoma iletkenliği değerleri.....	32
4.4 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama özsu akış hızı değerleri.....	38
4.5 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara ait özsu akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsu akış hızına oranı (Transpirasyon oranı).....	38

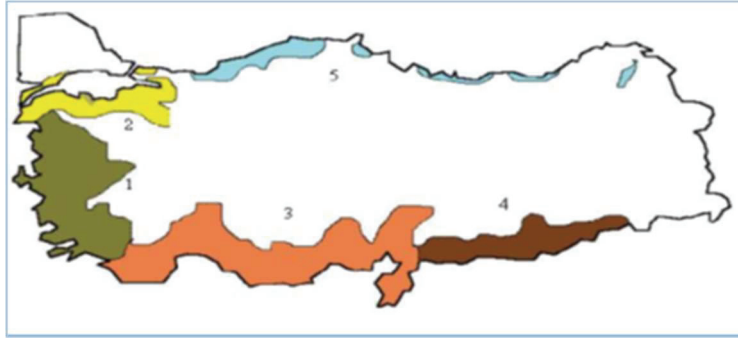
1. GİRİŞ

Oleaceae familyasından olan zeytin isminin kökeni, Yunanca *elaia* ve Latince *olea*'dan gelmektedir. Boyu genellikle 2 - 10 metre arasında değişen ve 15-20 metreye kadar da ulaşabilen bir bitkidir. Meyveleri ilk başlarda yeşil iken ekim-kasım ayları gibi koyulaşarak olgunlaşır. Zeytin ağaçları 2000 yıl kadar yaşayabilen uzun ömürlü dayanıklı bir bitkidir. (Kaplan ve Karagöz Arıhan, 2011). Zeytin (*Olea europaea* L.) her iki yarım kürede de en çok 30 ve 45° enlemlerinde yetiştirilen yaprak dökmeyen bir ağaçtır. Zeytin ağaçları, kuraklık, kireç ve tuzluluğa karşı yüksek direncinden dolayı, Akdeniz ikliminde kıyı kesimlerde, sulama uygulaması yapılmadan yetişebilmektedir (Gucci et al., 2012).

Zeytin ilk olarak Doğu Akdeniz bölgesinde yetiştirilmiş ve sonraki 1000 yılda batıya doğru yayılmıştır. Zeytin yetiştiriciliği Girit'ten Suriye'ye, Filistin'den İsrail'e, Kıbrıs'a, Güney Türkiye'ye ve Mısır'a yayılmıştır. Yunan kolonilerinin genişlemesiyle, M.Ö. 8. yy' da zeytin kültürü Güney İtalya ve Kuzey Afrika'ya daha sonra ise Güney Fransa'ya ulaşmıştır. Birçok din ve kültürde zeytinyağı kullanımı yaygındır. Hz. Muhammed 1400 yıl önce inananlarına, bedenlerine zeytinyağı uygulamalarını tavsiye etmiştir. Yine zeytinyağı kilisede vaftiz sırasında, kutsal yağ olarak kullanılmaktadır (Therios, 2009).

Zeytin ağacı Akdeniz uygarlığının sembolüdür. Tüm dünyadaki 900 milyon ağacın %98'i Akdeniz çanağında yer almaktadır. Dünya genelindeki zeytin yetiştiriciliğinin % 90'lık kısmı Akdeniz havzası, geriye kalan kısmı ise Latin Amerika ülkelerinde yapılmaktadır. Türkiye'de Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri' de önemli zeytin üretilen bölgelerdir (Şekil 1.1) (GTB. 2016).

Türkiye'de 2017 yılındaki meyve vermeyen zeytin ağacı sayısı 26 331 000, meyve veren zeytin ağacı sayısı 148 263 000, toplam zeytin ağacı sayısı 174 594 000 adettir. Toplam sofralık zeytin üretimi 460 000 ton, toplam yağlık zeytin üretimi 1 640 000 ton, toplam üretim de 2 100 000 ton' dur (TÜİK, 2017).



Şekil 1.1 Türkiye zeytin üretim bölgeleri (Güler ve ark. 2010)

Dünya’da sofralık zeytin üretiminde birinci sırada İspanya yer almaktadır. Türkiye uzun yıllar sofralık zeytin üretiminde ikinci ülke iken son yıllarda üçüncü sıraya gerilemiştir (Çizelge 1.1). Türkiye yağlık zeytin üretiminde ise İspanya, İtalya ve Yunanistan’ın ardından dördüncü sıradadır (Çizelge 1.2) (IOC, 2017).

Çizelge 1. 1 Dünyada sofralık zeytin üretimi (1 000 ton) (IOC, 2017).

Yıl Ülke	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	5 yıllık ortalama
İspanya	572.2	555.6	601.0	596.1	521.5	569.3
Mısır	400.0	450.5	335.5	500.0	650.0	467.2
Türkiye	430.0	390.0	397.0	400.0	455.0	414.4
Yunanistan	130.0	249.0	194.0	180.0	235.0	197.6
Fas	120.0	100.0	120.0	110.0	120.0	114.0
Suriye	120.0	75.0	150.0	190.0	100.0	127.0

Çizelge 1. 2 Dünyada zeytinyağı üretimi (1 000 ton) (IOC, 2017).

Yıl Ülke	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	5 yıllık ortalama
İspanya	1 781.5	842.2	1 403.3	1 286.6	1 060.5	1 274.8
İtalya	463.7	222.0	474.6	182.3	320.0	332.5
Yunanistan	132.0	300.0	320.0	195.0	300.0	263.0
Türkiye	135.0	160.0	150.0	177.0	287.0	181.8
Tunus	70.0	340.0	140.0	100.0	220.0	174.0
Fas	130.0	120.0	130.0	110.0	140.0	126.0
Suriye	180.0	105.0	110.0	110.0	100.0	121.0

Zeytinciliğin tarım ekonomisindeki rolü tartışılmayacak derecede büyüktür. Zeytinin yayılmasını sınırlayan en önemli iklim faktörüdür. Zeytin genellikle

yıllık sıcaklık ortalaması 15-20°C olan yerlerde yetişmektedir. Zeytin maksimum 40°C ve üzeri yüksek sıcaklığa iyi sulanmak koşulu ile dayanabilir. Zeytinin dayanabildiği minimum sıcaklık değeri ise -7°C'dir (GTHB, 2016).

2014 ve 2015 yılında Türkiye'nin zeytin üreticisi bölgelerinde zeytin çeşitlerinin dağılımları; %48.7'i Gemlik, %20.66'sı Ayvalık, %19.11'i Memecik, %7.56'sı Domat ve %3.73'ü diğer zeytin çeşitlerinden oluştuğu tespit edilmiştir. (GTHB, 2016).

Zeytinde sulama oranı yaklaşık %44.9 'dur. Bu değer %63,2'sinin damla sulama sistemi ile %36.8'inin ise salma sulama yöntemi ile sulandığı belirlenmiştir (GTHB, 2016).

Türkiye'de zeytinin sulanmasıyla ilgili çalışmalar oldukça sınırlı sayıda ve yetersizdir. Sulamanın programlanması çalışmalarında, özellikle sulama zamanı ve miktarına yönelik saptamaların yapılmasında kullanılan yöntemler; Toprağa, bitkiye ve iklime dayalı izleme teknikleri olmak üzere genel olarak 3 grupta toplanabilir. Sulamanın programlanmasına yönelik çalışmalar açısından, bu üç ortamdan herhangi birindeki su dengesi izlenerek, optimum sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarı belirlenebilmektedir. Herhangi bir bitkinin ne zaman sulanması gerektiğini, ne toprak su içeriği ne de atmosferik sistem, bitkinin kendi içsel su durumu kadar doğru olarak belirtemez. Bu nedenle, bitkinin içsel su durumunu belirlemeye yönelik yöntemler sulama programlarının hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Yazar, 1993). Sulamanın programlanmasında yaygın olarak kullanılan bitki stres göstergeleri stoma iletkenliği, sürgün ve yaprak su potansiyeli gibi göstergelerdir. Bu yöntemlerin sulamanın programlanmasında kullanımını sınırlayan nedenlerin başında otomasyona uygun olmamaları gelmektedir. Günümüzde otomatik ve sürekli olarak ölçülebilen ve verilerin gerçek zamanlı izlenmesini mümkün kılan özsu akış hızı, gövde çapı değişimi ve yaprak turgor potansiyeli gibi göstergeler sulama yönetiminde önem kazanmıştır (Esteves et al.,2015).

Bitki özsu akışı madde taşınımında kullanılan temel mekanizmadır, bu taşınım köklerle alınan suyun terlemeyle atılmasına kadar devam etmektedir. Taşınım hızını, bitki kök bölgesinde bulunan su, bitkinin fizyolojik yapısı,rüzgar, buhar basıncı açığı, radyasyon vb. mikrometeorolojik etmenler etkilemektedir

(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 yetiştirilen çeşitlerden biri olan Memecik çeşidinin, farklı su kısıtı düzeyinde, su stresine tepkileri stoma iletkenliği ve özsu akışı gibi bitkiye dayalı izleme teknikleri ile ortaya konulmuştur. Söz konusu göstergelerin zeytinin sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabilirliği araştırılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yarı kurak iklim koşullarında yetişkin zeytin ağaçlarının bitki su tüketimi (ETc) 700 mm ile 900 mm arasında değişmektedir (Goldhammer et al., 1994; Moriana et al., 2003; Grattan et al., 2006; Hidalgo et al., 2011; Aşık vd., 2014; Akkuzu vd., 2016).

Su noksanlığı koşullarında farklı bitki türlerinin aynı tepkiyi göstermesi bir yana, türe ait çeşitler arasında dahi kuraklığa dayanım açısından farklılık vardır. Diğer taraftan vejetasyon periyodunun farklı dönemlerinde, aynı bitki türünün veya çeşidinin toprakta oluşan nem eksikliğine karşı dayanımı aynı ölçüde olmamaktadır (Çakır ve Köroğlu, 2003).

Akdeniz orijinli diğer türlerle kıyaslama yaptığımızda zeytinin oldukça iyi bir tolerans mekanizmasına sahip olduğu, su stresine karşı direncini arttıran anatomik, morfolojik ve fizyolojik özelliklerinden dolayı su stresine oldukça dayanıklı bir meyve ağacı olduğu bilinmektedir (Lo Gullo and Salleo, 1988).

Toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca suyun hareketi tamamıyla potansiyel evapotranspirasyon (ET)'un kontrolü altındadır. Bitkideki su hareketinde tahrik eden güç transpirasyondur. Suyun topraktan bitkiye, bitkiden atmosfere taşınımı basınç gradyeni sonucunda meydana gelmekte, su azalan su potansiyeli doğrultusunda hareket etmektedir. Su potansiyeli negatif basınçla ifade edilir ve serbest suyun potansiyeli sıfırdır. Toprak boşluklarında tutulan suyun potansiyeli suyu serbest su haline getirmek için uygulanması gereken basınca eşittir. Bu durum bitki dokularında tutulan su içinde geçerlidir (Blum, 2011). Su potansiyeli hücre içerisinde hücre duvarlarında negatif basınç (tansiyon) yaratır, bu oluşan tansiyon suyun ksilemden, köklerden ve topraktan hücreye doğru hareket etmesine yol açar (Boyer, 1995).

Bitkilerin su stresi koşullarında verdikleri en önemli tepkilerden birisi bitki yapraklarında yer alan stomalarını kapatarak (stoma direncini arttırarak) transpirasyonla meydana gelen su kaybını azaltmalarındır. Stoma direncini ya da tersi olan stoma iletkenliğini yaprak su durumundan 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).

Bitkide özsu akış hızının belirlenmesinde üç farklı yöntem vardır. Bunlar ısı salınımı, ısı dengesi ve ısı kaybı olarak sıralanabilir (Silva, 2008). Isı kaybı yönteminde sensör 10-15 cm mesafe ile üst üste ağaca yerleştirilen iki iğneden oluşmakta, üsteki iğneye bir güç kaynağı ile sabit bir ısı verilmektedir. Üstte yer alan ve özsu akışı ile ısı kaybeden iğne ile alttaki iğne arasındaki sıcaklık farkından yararlanılarak özsu akışı tahmin edilmektedir(Granier,1985).

Fernandez et al. (2015), ısı salınımı tekniği ile özsu akışının belirlenmesinin güvenilirliğini test ettikleri çalışmada yöntemin transpirasyondaki devinimin belirlenmesi için uygun olduğunu belirlemişlerdir. Santos et al.(2005), üzüm bitkisinde ısı salınımı tekniğini uyguladıkları çalışmada oldukça tatmin edici sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Isı dengesi ile özsu akışı ölçümü tekniğinde gövdeye belirli bir ısı kaynağından ısı uygulanmaktadır. Bu yöntemde gövdenin ısıtılan kesimine giren ve çıkan ısı dengesi ile özsu akışı belirlenmektedir (Silva 2008).

Marin et al. (2008), bitki özsu akış hızı tekniğinin kalibrasyon gerektirmemesi, basit ekipmanlardan oluşması, sensörlerin kurulumunun basit ve ucuz olmasının bu tekniği ön plana çıkardığını ifade etmiştir. Diğer taraftan aynı araştırmacılar ölçülen verilerin doğruluğu için ölçüm kalitesinin değerlendirilmesine gerek olduğunu, bununda arazi koşullarında ve büyük bitkilerde oldukça güç olduğunu bildirmiştir.

Ramos and Santos (2009), özsu akış ölçümleri ile meyve bahçelerinde su tüketimini tahminlemişlerdir. Araştırmacılar özsu akış verilerinden elde edilen transpirasyon verileri ile topraktaki su düzeyi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve su stres indisini elde etmişlerdir. Lurbe (2013), özsu akış yönteminin su kısıtı çalışmaları için oldukça uygun bir yöntem olduğunu, anılan yöntemin bitkide transpirasyon azalması ve su stres düzeyini nicel olarak belirlediğini ifade etmiştir.

Fernandez et al. (2007), son yıllarda su stresinin bir göstergesi olarak kabul gören, kısıtlı ve tam sulama konularından elde edilen özsu akış değerleri arasındaki orandan elde edilen oransal transpirasyondan söz etmiştir. Araştırmacılar sık sulanan bağlarda ve diğer meyve ağaçlarında sulama zamanının belirlenmesinde oransal transpirasyonun oldukça iyi bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir.

Ortuna et al. (2006), limonda su stresini inceledikleri çalışmada, stres altındaki bitkilerde su seviyesindeki azalma ile özsu akışının sürekli azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar sulama ile birlikte özsu akış değerlerinin arttığını ve stres uygulanmayan bitkilerde ölçülen değerlere yaklaştığını ifade etmişlerdir. Pons et al. (2008), üzüm bitkisinde akşamları ölçülen özsu akış değerlerinin bitki su düzeyinin oldukça iyi bir göstergesi olduğunu, stoma iletkenliği ile aralarındaki ilişkinin oldukça yüksek olduğunu ve sulama yönetiminde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Fernandez et al. (2008a), özsu akış ölçümlerinin bitki su tüketimini yerinde belirlemede kullanılabileceğini, söz konusu sistemlerin pratik, otomasyona uygun ve transpirasyonu tahmin etmede yeterince tatmin edici sonuçlar verdiğini ifade etmiştir. Fernandez et al. (2008b), meyve bahçeleri için otomatik sulama kontrol sistemi geliştirmiş ve test etmiştir. Söz konusu cihaz her günün sonunda özsu akış ölçümlerinden su ihtiyacını hesaplamaktadır.

Mcculloh et al. (2007), gravimetrik ölçümlerden elde ettikleri su kullanımı tahminlerini bitki özsu akışı değerleri ile karşılaştırmışlardır. *P. septenatum* ağaçları için günlük su kullanımı tahminleri değerlerini bitki özsu akışı ölçümlerinde 4.6 ile 8.7 kg gün⁻¹, gravimetrik ölçümlerde 4.1 ile 10.0 kg gün⁻¹, *C. longifolium* fideleri için günlük su kullanımı tahminlerini bitki özsu akışı değerlerini 7.2 ile 14.3 kg gün⁻¹, gravimetrik ölçümlerde 6.3 ile 14.0 kg gün⁻¹ arasında elde etmişlerdir.

Sérvulo et al. (2017), Afrika Maun ağacında yaptıkları çalışmada transpirasyonu tahmin etmek ve atmosferik su talebi ile ilişkilendirmek için bitki özsu akış modelini kullanmışlardır. Bitki özsu akış değerleri 0.94 ve 15.45 litre gün⁻¹, gün içi buhar basıncı açığı (VPD) değerleri ise 0.47 ile 3.50 kPa arasında elde etmişlerdir.

Masmoudi et al. (2011), genç zeytin ağaçlarında bitki özsu akış hızını ve su tüketimini tahmin etmek için yaptıkları çalışmada, üç zeytin ağacının gövdesine Kuzey, Güneydoğu ve Güneybatı yönlerine olacak şekilde üç sensör yerleştirmişlerdir. Ayrıca bitki özsu akış hızı ile, iklim ve toprak su durumu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar bitki özsu akış hızı değerlerinin sensörün konumuna, toprak su içeriğine ve iklime göre değiştiğini belirlemişlerdir. Transpirasyon hızının günlük ortalama 4.5 litre ile 41 litre

arasında, günlük su tüketiminin ise 0.13 mm ile 1.13 mm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Telander et al. (2015), bitki özsu akış hızını, Granier ısı kaybı yöntemi kullanarak üç farklı nem düzeyinde karadışbudak ağacında karşılaştırmıştır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı yoğunluğu değerlerini çok nemli, nemli ve orta nemli koşullarda sırasıyla 4.59, 2.31 ve 1.62 m³ m⁻² gün⁻¹ olarak elde etmişlerdir. Günlük ortalama transpirasyon tahminlerini çok nemli, nemli ve orta nemli koşullarda sırasıyla 1.62, 1.15 ve 0.90 mm bulmuşlardır. Araştırmacılar toprak nemi doymuş ya da doymuşa yakın olduğunda, bitki özsu akış hızı ile buhar basıncı açığı arasında pozitif; toprak nemi içeriği düşük olduğunda negatif yönde bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Yan et al. (2016), meşe ağacında çevresel faktörlere bağlı olarak transpirasyonu belirlemek için 3 yıl boyunca bitki özsu akış hızını Granier tipi ısı kaybı problemleri ile izlemiştir. Araştırmacılar, günlük ortalama buhar basıncı açığını 2008, 2009 ve 2010 yılları için sırasıyla 1.22, 1,20 ve 0.99 kPa, toplam transpirasyonu ise sırasıyla 63.93, 55.52 ve 46.81 mm olarak hesaplamışlardır.

Saugier et al. (1996), çam ağaçlarında transpirasyonu hesaplamak için bitki özsu akış hızı yöntemini kullanmışlardır. Araştırmacılar, stoma iletkenliğini 40 ile 80 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. VPD 10 hPa'dan 30 hPa'ya yükseldiğinde stoma iletkenliğinin 80 mmol m⁻² sn⁻¹'den 40 mmol m⁻² sn⁻¹'ye düştüğünü, transpirasyon oranının ise 0.8 mmol m⁻² sn⁻¹'den 1.2' mmol m⁻² sn⁻¹' yükseldiği gözlenmiştir.

Jian et al. (2016), Çin Kızılcıması'nın su kullanım stratejisini analiz etmiş ve Çin Kızılcıması ormanlık alanlarındaki çevresel faktörlerle transpirasyon hızı arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir. Transpirasyonu belirlemek için Granier bitki özsu akış hızı yöntemini kullanmışlardır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı değişimini güneşli, bulutlu ve yağmurlu günlerde ölçmüşler; güneşli günlerde, bitki özsu akış hızının saat 06:30'dan sonra kademeli olarak arttığını, 13:00'dan sonra 0.184 cm³cm⁻² cm⁻¹ pik değerine ulaştığını, saat 14:30'dan sonra yavaş yavaş azaldığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, çalışma boyunca transpirasyonun 0.78 ile 2.93 mm gün⁻¹ arasında değiştiğini, ortalama değer ise 1.91 mm gün⁻¹ olduğunu bulmuşlardır. Araştırmada Ortalama günlük transpirasyon mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları için sırasıyla 1.98,

1.63, 2.19, 2.06 ve 1.27 mm gün⁻¹ eklemeli transpirasyon ise 291.4 mm olarak elde etmişlerdir.

Fernández et al. (2006), zeytin ağaçlarında iki yıl süreyle yağmurlama sulama yöntemi ile kontrol, kısıtlı sulama ve kısmi kök kuruluğu uygulanan sulama konularını karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar kısmi kök kuruluğu uygulanan ağaçlar ile kısıtlı sulama uygulanan ağaçları kontrol konusu ile karşılaştırdığında stoma iletkenliği değerlerinde azalma kaydetmişlerdir. Fischer et al. (2013), kavak ağaçlarında kanopi transpirasyonu ve evapotranspirasyonu karşılaştırmış, bitki özsu akış hızı ölçümlerini dört ağaçta yapmış ve kanopi transpirasyonu ile ilişkilendirmiştir. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı ölçümleri Haziran'dan Eylül'e kadar olduğu için yıllık kanopi transpirasyonunu tahmin etmede stoma iletkenliği modelini kullanmışlardır. Araştırmacılar, günlük maksimum kanopi transpirasyonu ve evapotranspirasyonu sırasıyla 4.5 ve 5.7 mm gün⁻¹, toplam yıllık döngü boyunca evapotranspirasyonu 572 mm, kanopi transpirasyonunu ise 347 mm olarak hesaplamışlardır.

Tarara (2009), asma bitkisinde bitki özsu akış hızı ile gaz değişimi yöntemini ve gravimetrik yöntemi karşılaştırmıştır. Araştırmacı, transpirasyonu saksıda yetişen asmada günlük maksimum 2100 g saat⁻¹, arazide yetişen asmada ise 2700 g saat⁻¹ bulmuştur. Ayrıca transpirasyon tahmini için, bitki özsu akış hızı ve gaz değişimi ($R= 0.94$; $p < 0.05$) ve bitki özsu akış hızı ve gravimetrik yöntem ($R= 0.88$; $p < 0.05$) arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı asma başına kümülatif su kullanımını 18 ile 22 litre gün⁻¹ arasında değiştiğini, ve tahmin yöntemlerinin ortalama %15 fark gösterdiğini belirlemiştir.

Ballester et al. (2014), narenciye ağaçlarında bitki su stresi göstergesi olarak bitki özsu akış hızı ölçümlerini stoma iletkenliği gibi klasik yöntemle karşılaştırmıştır. Denemeyi kısıtlı (%35), kontrol (%100) ve susuz (%0) konularının bulunduğu üç farklı sulama uygulaması üzerinde uygulamışlardır. Bitki özsu akış hızı göstergeleri ile elde edilen oransal transpirasyonun uygulanan su kısıtı ile uyumlu olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı ölçümleri ile turuncu ağaçlarında şiddetli stres durumunda bitki su stresinin tespit edilebildiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ortalama stoma iletkenliği değerlerini kontrol, kısıtlı sulama ve susuz konu için sırasıyla 119, 96 ve 77 mmol m⁻² saniye⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Massai and Remorini (2000), büyüme mevsimi döneminde şeftalide su gereksinimini tahmin etmek ve su stresinin büyüme ve verim üzerine etkisini değerlendirmek için bitki özsu akış hızı ölçümlerini üç yıl boyunca gerçekleştirmişlerdir. Stres koşullarındaki ağaçların su tüketimi, buhar basıncı ve şafak öncesi yaprak su potansiyeline bağlı olarak, stres altında olmayan ağaçların %80-20'si arasında değişmiştir. Araştırmacılar üç dönem boyunca en yüksek günlük evaporasyon değerlerini sırasıyla 2, 1.5 ve 2 litre m⁻² gün⁻¹ olarak bulmuşlardır. Stres koşullarındaki ağaçlarda denemenin son iki yılı boyunca ölçülen günlük su tüketim değerlerinin 0.5 ile 1.2 litre m⁻² gün⁻¹ arasında değiştiğini, aşırı stresli koşullarda, sulanmayan ağaçlardaki su tüketim değerlerinin, kontrol konusuna oranla yaklaşık % 50-70 oranında azaldığını saptamışlardır.

Juhász et al. (2013), beş yaşındaki kiraz ağaçlarının transpirasyon oranlarını, yaz aylarında gündüz ve gece için bitki özsu akış hızı sensörleri kullanarak ölçmüşlerdir. Araştırmacılar gün içerisindeki su tüketimini analiz etmek için gece ölçümlerini 22:00 – 06:00, gündüz ölçümlerini ise 06:00 – 22:00 saatleri arasında yapmışlardır. Öte yandan gündüz ölçümlerini sabah (06:00 – 14:00) ve öğle (14:00 – 22:00) olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Araştırmacılar su buharı açığı ile gece transpirasyonun arttığını, gece meydana gelen özsu akış hızı oranı ile öğleden sonraki bitki özsu akış hızı arasında kuadratik ilişki olduğunu bulmuşlardır. Ölçümlerle birlikte, gece su talebinin gün batımından önce meydana gelen meteorolojik koşullara bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Massai et al. (2000), İtalya ve Portekiz'de şeftali ağaçlarında, su stresi ve toparlanma döngüleri sırasındaki bitki özsu akış hızı verilerini kaydetmişlerdir. Araştırmacılar İtalya'da orta kil içeriğine sahip derin topraklarda yetiştirilen bahçede, kuraklık döngüsünün başlangıcından 20-30 gün sonrasına kadar bitki özsu akış hızında ve günlük kümülatif bitki özsu akış hızında bir düşüş meydana gelmediğini; Portekiz'de kumlu toprak ve sığ bir kök sistemine sahip olan bahçede ise sulama uygulamasının 1-2 gün sonrasında stres belirtileri görüldüğünü gözlemlemişlerdir.

Nicolás et al. (2006), tarafından yürütülen çalışmada, transpirasyonu gerçek zamanlı olarak belirlemek amacıyla, kayısı ağaçlarında, ısı darbesi tekniğini kullanarak bitki özsu akışı ve transpirasyonla su kaybı arasındaki ilişki incelemiştir. Araştırmacılar bitki özsu akışı ile transpirasyon ölçümleri arasında bazı farklılıklar gözlemlemiş olmalarına rağmen, genellikle bitki özsu akışındaki farklılıkların, hem genç hem de yetişkin kayısı ağaçlarında benzer davranış gösterdiğini saptamışlardır.

Domi et al. (2014), iklim sulama stratejisini doğru bir şekilde belirlemek için elmada anaç/kalem kombinasyonlarının davranışını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar yüksek su stres seviyeleri yaratmak için sulamayı durdurmuşlar ve Golden Delicious / Pajam 2, Fuji / Pajam 2, Idared / Pajam 2 kombinasyonları için ortalama bitki özsu akış hızı değerlerini sırasıyla 0.039, 0.037 ve 0.057 kg saat⁻¹ olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar Pajam 2 anacındaki Fuji çeşidinin, diğer türlere kıyasla daha düşük transpirasyon düzeyine sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Escalona et al. (2000), tarafından yürütülen çalışmada, ısı dengesi ve yaprak gaz değişimi yöntemleri, güneşli ve bulutlu günlerde, iyi sulanan ve su stresi uygulanan saksıdaki asma bitkisinin transpirasyon hızını ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmacılar güneşli ve bulutlu durumlarda, farklı transpirasyon hızı gözlemlenmişler ve bulutlu koşullarda transpirasyon hızını güneşli koşullara göre daha az bulmuşlardır. Sulanan konulardaki transpirasyon hızını yaklaşık 250 g saat⁻¹ m⁻², su stresindeki konularda ise söz konusu değer yaklaşık 15 g saat⁻¹ m⁻² olarak hesaplanmıştır.

Tognetti et al. (2009), zeytin (*Olea europaea L.*) ağaçlarında verimlilik ve kuraklığa uyumu belirlemek amacıyla, bitki su durumu ve su kullanım göstergeleri üzerindeki sınırlamaları incelemişlerdir. Araştırmacılar, sulama konularını bitki evapotranspirasyonunun %100'ü (T100), %66'sı (T66), %33'ü (T33) ve yağışa dayalı olan kontrol (T0) konusu olarak oluşturdukları çalışmada, bitki su kullanımını bitki özsu akış hızı yöntemi ile belirlemişlerdir. Ayrıca stoma iletkenliği ölçümleri de yapmıştır. Araştırmacılar kurak geçen yılda, sulanan ağaçların kontrol konusundaki ağaçlara göre su kullanım oranını daha yüksek bulmuş, ılıman geçen yılda ise sulama konuları arasında bitki özsu akış hızında bir fark olmadığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar kontrol konusundaki ağaçlarda, kuraklık boyunca su uygulanan konularla karşılaştırıldığında, büzülme oranının arttığını, ancak sulanan konular arasında belirgin farklılıklar gözlemlenemediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, günlük ortalama transpirasyon hızının ılıman geçen yılda, kurak geçen yıla göre daha yüksek olduğunu bulmuş, yaz mevsiminde toprak ve yaprak su potansiyeli arasındaki artan farkın stomatal kapanmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir

Marino et al. (2014), tarafından yürütülen çalışmada, yağışa dayalı ve tam sulanan (kontrol) zeytin ağaçlarında, stoma iletkenliği ve transpirasyon değerleri ölçülmüştür. Araştırmacılar, yaz dönemi boyunca, günlük maksimum bitki özsu

akış hızının kontrol konusunda 20 ve 30 g m⁻² sn⁻¹ arasında değiştiğini, yağışa dayalı koşullarda ise, temmuz ve ağustos aylarında yaklaşık 7 g m⁻² sn⁻¹ maksimum değere eriştiğini, haziran ve eylül aylarında (sırasıyla maksimum 2.6 ve 2.1 g m⁻² sn⁻¹) minimum günlük değişimler gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar en düşük günlük stoma iletkenliği değerini haziran, ağustos ve eylül aylarında (yaklaşık maksimum 0.04 mol m⁻² sn⁻¹), en yüksek değeri temmuz ayında (yaklaşık maksimum 0.09 mol m⁻² sn⁻¹) bulmuşlardır. Araştırmacılar, kontrol konusunda ağaçlarda maksimum stoma iletkenliği değerini (yaklaşık 0.15 mol m⁻² sn⁻¹) yaz mevsiminin başlangıcında ve temmuz ayında kaydetmişler, ağustos ayında (yaklaşık 0.10 mol m⁻² sn⁻¹) ve özellikle eylül ayında (yaklaşık 0.08 mol m⁻² sn⁻¹) stoma iletkenliği değerlerinde belirgin bir düşüş gözlemlemişlerdir.

Fernández et al. (2011), yetişkin zeytin ağaçlarında su ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla bitki özsu akış hızı ölçümlerinden yararlanmışlardır. Araştırmacıların, çalışma süresince uyguladıkları toplam sulama suyu miktarı, konulara göre 4427.1 m³ ha⁻¹, 2692.3 ile 1274.2 m³ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Chen et al. (2016), yağışa dayalı koşullardaki hünnap plantasyonlarında dal kırma etkinliğini değerlendirmek için, kontrol konusu (üç ana daldan hiçbirini kırmadan) ile T1 (iki ana dal kırılarak) ve T2 (bir ana dal kırılarak) konularının su kullanımına olan etkilerini analiz etmişlerdir. Araştırmacılar bitki özsu akış hızını, su stresi olan ve su stresi olmayan koşullarda, Granier tipi sensörlerle izlemiştir. Araştırmacılar, büyüme dönemi boyunca evapotranspirasyon değerlerini 2012 yılında, T1, T2 ve kontrol konularında sırasıyla 452, 463 ve 478 mm; 2013 yılında, T1, T2 ve kontrol konularında sırasıyla 408, 426 ve 451 mm; 2014 yılında, T1, T2 ve kontrol konularında sırasıyla 374, 381 ve 392 mm olarak hesaplamışlardır. Su kullanım etkinliği değerleri ise 1.28 ile 2.70 kg m⁻³ arasında değişiklik göstermiştir.

Poblete-Echeverría et al. (2012), asmada transpirasyonu belirlemek için yürüttükleri çalışmada, meyve bağlama döneminde maksimum bitki özsu akış hızı değerlerini ksilemin 5 mm derinliğinde 80 cm saat⁻¹, 10 mm derinliğinde 40 cm saat⁻¹, 15 mm derinliğinde ise 18 cm saat⁻¹ olduğunu ifade etmişlerdir.

Nicolas et al. (2005), toprak su dengesi kullanılarak tahmin edilen transpirasyon ile bitki özsu akış hızından elde edilen transpirasyon ölçümlerinin doğruluğunu değerlendirdikleri çalışmayı, farklı sulama rejimleri altında kayısı

ağaçlarında yapmışlardır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı ölçümlerini denemenin yapıldığı T-1 ağaçlarının gövdesinde ve T-0 (kontrol) ağaçlarının dört tanesinde yapmışlar, bitki özsu akış hızı ölçümlerini gövdenin kuzey ve güney taraflarından ölçmüşlerdir. Araştırmada, anlık bitki özsu akış hızı gün ortasında güney tarafında daha yüksek bulunurken, gece boyunca kuzey tarafında daha yüksek bulunmuş, aralarındaki farkın ise önemli olmadığını gözlemlenmiştir. T-1 konusunda stoma iletkenliği değeri $25 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, T-0 konusunda ise $175 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ olarak elde edilmiştir.

Tognetti et al. (2004), yetiştirme alanında sulanan ve yağışa dayalı koşullarda yetişen zeytin ağaçlarında, bitki su kullanımını bitki özsu akış hızı yöntemi kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar bitki özsu akış hızının haziran ayından ekim ayına kadar belirgin bir düşüş gösterdiğini ve bununla birlikte yağışa dayalı koşuldaki bitkilerin yaz aylarında sulanan bitkilerden daha düşük gündüz bitki özsu akış hızları gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar saatlik bitki özsu akış hızı ölçümlerinin her iki konu için de buhar basıncı açığı (VPD) ile kuvvetli ve pozitif bir korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır. Stoma iletkenliğinin ilkbaharın sonlarında en yüksek değere ulaştığı, sulanan ve yağışa dayalı koşullardaki ağaçlar arasındaki farkın yanı sıra günlük ortalama stoma iletkenliği değerinin de yazın daha da düştüğü gözlemlenmiştir. Araştırmacılar hiç sulanmayan zeytin ağaçlarının yaz kuraklığından sonra, sulanan ağaçlarla benzer fizyolojik davranış gösterdiğini; zeytin ağaçlarının, kuraklık sırasında bile verimli bir ksilem özsu taşınımı ve terlemenin sürdürülmesiyle toprak suyunu ekonomik bir şekilde kullandığını doğrulamışlardır.

Zhou et al. (2017), şeftali ağaçlarında evapotranspirasyonun %100 (I₁), %75 (I₂), %50 (I₃), % 25 (I₄)' inin uygulandığı çalışmada bitki özsu akış hızı, transpirasyon oranı ve stoma iletkenliğini ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, su stresinin stoma iletkenliğini düşürdüğünü, bunda bitki özsu akış hızı ile ölçüldüğünde daha düşük transpirasyon oranına çevrildiğini ifade etmişlerdir. Bitki özsu akış hızı verilerinde en yüksek değerin I₁, en düşük değerin I₂ konusunda olduğunu, bitki özsu akış hızının, günlük olarak yüksek sıcaklıklar ve buhar basıncı açığı (VPD) izlendiğinde, maksimum bitki özsu akış hızına genellikle 14:00 – 16:00 saatleri arasında ulaştığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, gelişme periyodu boyunca I₁, I₂, I₃ ve I₄ konularında ortalama bitki özsu akış hızını (gündüz ve gece) sırasıyla 11.9, 10.9, 9.5 ve 7.8 $\mu\text{g m}^{-2} \text{ saat}^{-1}$ olarak bulmuşlar; en düşük bitki özsu akış hızı farkını I₁ ve I₂ konuları arasında olduğunu, stoma iletkenliği ve transpirasyon hızını sınırlayan toprak su açıkları

nedeniyle konular arasındaki farkın giderek azaldığını gözlemişlerdir. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızının VPD' yi yakından takip ettiğini, benzer eğilim gösterdiğini ve dört sulama uygulaması arasında maksimum farkın 14:00 – 16:00 saatleri arasında olduğunu ifade etmişlerdir.

Giorio and Giorio (2003), zeytin ağacında iyi sulanan (T100) ve yağışa dayalı (T0) konularında bitki özsu akış hızını tahmin etmişlerdir. Araştırmacılar, T100 konusunda daha yüksek bitki özsu akış hızı değerleri gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, çalışmanın sonuçlarına göre bitki özsu akış hızı tekniğinin zeytin ve diğer ağaç türleri için sulama planlaması için yararlı ve güçlü bir yöntem olabileceğini belirtmişlerdir.

Huang et al. (2011), bitki özsu akış hızı yöntemini kullanarak Mavi Japon meşesi ağaçlarında transpirasyon ve kanopi iletkenliğini ölçtükleri çalışmada, günlük transpirasyonu ocak ayında 2.1 mm gün⁻¹, temmuz ayında 5.1 mm gün⁻¹ bulmuşlardır. Araştırmacılar, en yüksek stoma açıklığının sabah erken saatlerde meydana geldiğini ve gün boyunca azaldığını gözlemlemişlerdir. Kanopi stoma iletkenliği ve transpirasyon arasındaki ilişkinin, VPD 1.0 kPa'dan fazla olduğunda yüksek, 0.5 kPa <VPD< 1.0 kPa olduğunda orta, VPD'nin 0.5 kPa'dan az olduğunda ise düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Diaz-Espejo et al. (2012), zeytin ağaçlarında transpirasyonun değişimini incelemek için, bitki su ihtiyacının %100'ünü (kontrol) ve %30'unu (30RDI) damla sulama yöntemi ile uygulamışlardır. Stoma iletkenliğinin mevsim boyunca kontrol konusundaki ağaçlarda neredeyse sabit maksimum değerler gösterdiğini, 30RDI konusundaki ağaçlarda ise dönemin sonunda 3 kat daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar stoma iletkenliği değerlerini yılın 165., 181., 209., 223. günlerinde kontrol ağaçlarında sırasıyla 0.222, 0.193, 0.215, 0.229 mol m⁻¹ sn⁻¹; 30RDI ağaçlarında ise sırasıyla 0.233, 0.098, 0.069, 0.069 mol m⁻¹ sn⁻¹ olarak ölçmüşlerdir.

Hernandez-Santana et al. (2016), Sanabria ve La Hampa olmak üzere iki farklı bölgede zeytin ağaçlarında bitki özsu akış hızı değişimini inceledikleri çalışmada, sulama ihtiyacının tamamının sağlandığı %100 (FI) ve sulama ihtiyacının %60 (60RDI) ile %30 (30RDI)' unun sağlandığı iki farklı kısıtlı sulama uygulamışlardır. Araştırmacılar üç farklı sulama rejimi altındaki bitki özsu akış hızı ölçümlerinden türetilen tahmini stoma iletkenliği değerlerini 0.350-0.025 mol m⁻² sn⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, sabah erken

saatlerde (8:00-11:00) VPD değerlerinin arttıkça, bitki özsu akış hızı değerlerinin arttığını, saat 11:00-15:00 arasında VPD' nin artmaya devam ederken La Hampa' da ki bitki özsu akış hızı değerlerinin arttığını, Sanabria' da bitki özsu akış hızı ölçümlerinin ise azaldığını gözlemişlerdir.

Greven et al. (2009), zeytin ağaçlarında kısa süreli su stresinin, bitki fizyolojisi, verimi ve yağ kalitesi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, 64 gün boyunca iki ağaca su uygulamamışlardır. Araştırmacılar, bitki özsu akış hızı ölçümlerinin 20 mm saat⁻¹'den 5 mm saat⁻¹'e, transpirasyonun 1.5 mmol m⁻² sn⁻¹'ten 1.0 mmol m⁻² sn⁻¹'e düştüğünü gözlemlemişlerdir. Sulamaya yeniden başladıktan 10 gün içerisinde bu verilerin kuraklık öncesindeki seviyeye geri döndüğünü görmüşlerdir. Sıcak güneşli günlerde, sulanan ağaçlarda maksimum bitki özsu akış hızının yaklaşık 3 litre saat⁻¹ olduğunu ve bunun 30 litre ağaç⁻¹ gün⁻¹'e karşılık geldiğini, sulanmayan ağaçlarda ise bitki özsu akış hızı değerinin 0.4 litre saat⁻¹ değerine ulaştığını; sulanmayan ağaçların stoma iletkenliği ile bitki özsu akış hızı arasında (R²=52.2) bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Fernández et al. (2006), olgun 'Manzanilla' zeytin ağaçlarının kısmi kök kuruluğu (PRD) ve kısıtlı sulama (RDI) konularına verdikleri tepkiyi karşılaştırmışlardır. Sulamayı günlük bitki su tüketiminin % 50'si şeklinde bölgesel olarak uygulamışlardır. Araştırmada her iki uygulamanın yanı sıra ET_c'nin %100'ü (kontrol) ve yağışa dayalı koşullardaki ağaçlarda stoma iletkenliği ve bitki özsu akış hızı ölçümleri yapılmıştır. Araştırmacılar, PRD ağaçlarında; kontrol ağaçları ile karşılaştırıldığında, stoma iletkenliğinin azaldığını, benzer azalmanın RDI ağaçlarında da olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar PRD ağaçlarında, ağaçların her iki tarafında ana kökler tarafından alınan suda veya her iki gövdenin ve her iki yanının ana dallarının bitki özsu akış hızında bir değişikliğe neden olmadığını gözlemişlerdir.

Ramos and Santos (2010), farklı sulama uygulamalarının zeytinyağı miktarı ve kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, zeytinlerde tam sulama (A), ET_c'nin %60' ının uygulandığı sürekli kısıtlı sulama (SDI) (B), üç kritik aşamada; çiçeklenmeden önce, çekirdek sertleşmesi ve hasattan önce uygulanan düzenli kısıtlı sulama (RDI) (C) ve yağışla beslenen (D) olmak üzere dört farklı sulama konusu uygulamışlardır. Araştırmacılar, gün ortası stoma iletkenliğinin farklı sulama rejimlerinden etkilendiğini, 2006 yılında A konusundaki ağaçlarda yılın 137. gününde en düşük stoma iletkenliği değeri olan 0.079 mol m⁻² sn⁻¹

düştüğünü, yılın 233. ve 262. gününde yapılan ölçümlerde ise $0.176 \text{ mol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ 'ye kadar yükseldiğini gözlemişlerdir.

Chehab et al. (2014), Tunus'ta zeytin ağaçlarında bitki özsu akış hızı ve FAO yöntemini karşılaştırdıkları çalışmada T1: ET_c 'yi bitki özsu akış hızından, T2: ET_c 'yi FAO metodundan tahmin ederek iki sulama konusu uygulamışlardır. Araştırmacılar sulama mevsimi boyunca bitki özsu akış hızı, stoma iletkenliği ve transpirasyon hızını ölçtükleri çalışmada, sulama mevsimi boyunca T1 ve T2 konusu için toplam sulama suyu miktarını sırasıyla 7800 ve 11300 lt ağaç⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Yine araştırmacılar stoma iletkenliği değerlerinin nisan ayından haziran ayına kadar yükseldiğini, ağustos ayı boyunca ise düştüğünü gözlemişler, en yüksek stoma iletkenliği değerlerini T1 ve T2 konuları için sırasıyla 0.17 ve $0.24 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ olarak elde etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bornova Ovasının genel tanımı

İzmir Körfezi'nin doğusunda yer alan Bornova Ovası'nı üç yönden çevreleyen dağlar; Yamanlar (1346 m), Kemalpaşa (1502 m) ve kısmen Manisa (1500 m) dağlarıdır. Söz konusu çerçeveyi oluşturan kütleleri derince yarıp gelen ve ovaya açılan Melez, Halkapınar, Manda Çayı ve Koca Çay gibi akarsular taşıdıkları malzemeleri ova kenarına bırakarak birikinti kolonileri oluşturmuşlardır. Bornova Ovası ve çevresinde Akdeniz iklimi hâkimdir. Elverişli iklim koşulları nedeniyle jeomorfolojik koşulların uygun olduğu alanlarda tarımsal etkinlikler önemli yer tutmaktadır (Güçlü, 2010).

3.1.2 Araştırma alanının yeri

Çalışma; Nisan 2017- Ekim 2017 döneminde T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova Üretim ve Araştırma Sahası içerisindeki açık alanda yürütülmüştür. Denemenin kurulduğu alanın çevresinde yüksek ağaç ve bina gibi güneşlenmeyi ve doğal hava akımını engelleyecek herhangi bir engel bulunmamaktadır. Araştırma alanının, enlem derecesi $38^{\circ} 27'08.7''$ N, boylam derecesi $27^{\circ} 12' 01.5''$ E dir (Şekil 3.1). Deneme alanı topraklarına ilişkin bazı fiziksel özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanının yeri.

Çizelge 3.1 Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri.

Toprak Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi	
			P _v (%)	d (mm)	P _v (%)	d (mm)	P _v (%)	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. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Çizelge 3.2 ve 3.3).

Araştırmanın yürütüldüğü dönemde (mayıs – ekim) Bornova'ya ait aylık ortalama sıcaklık değerleri 18.8 °C ile 29.5 °C arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek ortalama sıcaklık değeri 29.5 °C ile ağustos ayında; en düşük ortalama sıcaklık değeri de 18.8 °C ile ekim ayında kaydedilmiştir. Uzun yıllık ortalama yağış miktarı ise en yüksek ekim ayında (44.9 mm), en düşük temmuz ayında (4.4 mm) gerçekleşmiştir.

Söz konusu dönemde Bornova'da en yüksek oransal nem değeri %60.7 ile ekim ayında, en düşük oransal nem değeri %46.5 ile temmuz ayında kaydedilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yıl boyunca oransal nem değeri %76.7 ile %46.5 arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 3. 2 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık (1938-2017) ortalama değerleri (DMI, 2018).

Aylar	Toplam Buharlaşma (mm)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Yağış (mm)	Oransal Nem (%)	Ortalama Sıcaklık (°C)
Ocak	54.2	3.3	133.2	70.5	8.8
Şubat	67.8	3.5	101.8	68.1	9.5
Mart	97.1	3.3	76.4	65.3	11.6
Nisan	127.2	3.1	46.5	62.5	15.8
Mayıs	180.2	2.9	31.6	59.1	20.7
Haziran	237.7	3.0	11.4	52.5	25.3
Temmuz	279.0	3.2	4.4	49.8	27.9
Ağustos	261.5	3.1	5.8	51.4	27.6
Eylül	187.3	2.8	15.7	56.1	23.6
Ekim	117.3	2.7	44.9	63.3	18.8
Kasım	66.3	2.9	94.3	69.1	14.2
Aralık	50.1	3.3	145.2	71.3	10.5

Çizelge 3. 3 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının denemenin gerçekleştiği aylardaki değerleri (DMI, 2018).

Aylar	Rüzgar Hızı (m/sn)	Oransal Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Buharlaşma (mm)	Yağış (mm)
Nisan	2.1	59.3	16.6	129.2	15.7
Mayıs	2.3	57.4	21.7	185.6	27.0
Haziran	2.2	56.2	26.5	213.3	1.8
Temmuz	3.0	46.5	28.4	284.2	1.4
Ağustos	3.3	49.4	29.5	242.9	0.3
Eylül	1.9	56.8	24.6	182.2	0.9
Ekim	2.3	60.7	18.8	123.1	45.7

3.1.4 Araştırmada kullanılan Memecik zeytin eşidi

Ege Bölgesi'nde en yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinden birisidir. Memecik eşidi, Manisa, Denizli, İzmir, Kemalpaşa, Bayındır, Aydın, Söke, Muğla, Milas, Marmaris, Data, Antalya ve Kahramanmaraş civarına kadar yayılan geniş bir alanda yetiştirilir. Genellikle periyodisitesi yüksek ve kendine verimli bir çeşittir. Yağ oranı %24 civarındadır. Meyve et oranı %88, çekirdek oranı %25'tir. Meyve orta büyüklükte, yuvarlağa yakın meyvenin u kısmında ufak, bir tarafa doğru eğik meme çıkıntısı vardır. Meyveler siyaha yakın parlak koyu renklidir. Ege Bölgesi'ndeki ağaç varlığının %50'den fazlasını Memecik eşidi oluşturur. Türkiye'deki toplam zeytin ağaçlarının yaklaşık %45'ini oluşturur. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilir. Yağı koyu yeşilimi-sarı renkli ve kuvvetli meyve kokuludur. Kimyasal ve duysal kalite ltlerine göre Ayvalık ve Edremit eşidinin yağlarından sonra gelmektedir (Efe vd., 2016).

3.1.5 Sulama sistemi

Araştırmada damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sistem; pompa, kontrol birimi, ana boru, manifoldlar, lateraller ve basınç düzenleyici damlatıcılardan oluşmaktadır. Damla sulama sisteminde kullanılan damlatıcılardan debisi 8 litre saat⁻¹'dir. Manifoldların apı 32 mm, laterallerin çapı 16 mm olarak belirlenmiştir. Her ağaç arasına iki lateral yerleştirilmiş olup lateral ve damlatıcı aralığı 90 cm'dir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme deseni

Denemede, 7 x 5 m olarak kurulmuş ve yaklaşık 35 yaşındaki Memecik zeytin çeşidi kullanılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 sulama konusu, 3 tekerrürlü ve her bir sulama parselinde 3 ağaç, her bir sulama konusunda ise 9 ağaç bulunmaktadır (şekil 3.2).

Konulara göre sulama uygulamalarına haziran ayı başında başlanmış ve eylül ayı sonunda bitirilmiştir. Sulamalar 7 günde bir gerçekleştirilmiştir. Deneme konuları;



Şekil 3.2 Deneme deseninin planının arazideki görünümü.

K1: Susuz, yağmur suyu ile beslenen,

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.

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 bile 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nem tarla kapasitesine getirildiğinden ve damla sulama yöntemi kullanıldığından derine sızma kaybının olmadığı kabul edilmiştir.

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

Eşitlikte;

ET = Evapotranspirasyon (mm)

I = Sulama suyu (mm)

P = Yağış (mm)

D = Derine sızma (mm)

R = Yüzey akış (mm)

Δs = İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm)

Konulara uygulanacak sulama suyu miktarları (K1 konusu hariç), 0-90 cm kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, ıslatma yüzdesi ve konuya ilişkin katsayı ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu, her konu parselinin başındaki su sayacı ile ölçülmüştür. Ayrıca basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanıldığından 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 (Bengal et al, 2009). Ölçümlere sulamaların başlangıcından 1 hafta sonra tüm konularda başlanmıştır. Ölçümler her hafta çarşamba günleri 11:30-14:00 saatleri arasında yapılmıştır.

Stoma iletkenliği ölçümleri; difüzyon yaprak porometresi yardımıyla, her bir konuda her bir tekerrürde 3 ağaçta, her bir ağacın güney tarafındaki sürgünlerde, gelişimini tamamlamış, yaklaşık 2 metre yükseklikteki güneş gören 5 yaprakta yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Araştırma alanında stoma iletkenliği ölçümü.

3.2.3.2 Bitki özsu akış hızı ölçümü

Bitki özsu akış hızı ölçümleri, özsu akış sensörleri (Ecomatik, SF-G) yardımıyla her bir konunun tek bir tekrüründe yer alan 2 ağaçta sürekli olarak ölçülmüştür (Şekil 3.4). Ölçümlere haziran ayının başında başlanmış, ekim ayının sonunda son verilmiştir. Bitki özsu akış verileri 15 dakikada bir ölçülüp datalogger (Campbell Scientific, CR1000) yardımıyla kaydedilmiştir. Ağaçlara sensörler termal etkiden kaçınmak amacıyla yerden yaklaşık 1.5 m mesafeye ve ağaç gövdesinin kuzey tarafına, iki tane 2 mm çapında, 23 mm derinliğinde açılan deliklere yerleştirilmiştir. Sensör iki iğneden oluşmaktadır, ısıtıcı iğne üstte kalacak şekilde iki iğne arasında 10-15 cm arayla ağaç gövdesine ksilem dokuya dikey olarak yerleştirilmiştir. Sensörlerin üzeri, yağmurdan ve radyasyondan korumak için dış yüzeyi alüminyum olan koruma kalkanı ile sensörlere temas etmeyecek şekilde kaplanmıştır. Sensörler için gerekli olan 12 Volt'luk akım, güneş panellerinin beslediği 2 adet akü ile elde edilmiş ve bu sayede veriler datalogger tarafından kaydedilmiştir.



Şekil 3.4 Bitki özsu akış sensörü.

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

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

U = özsu akış hızı (ml/cm²/dakika).

ΔT = iki iğne arasındaki sıcaklık farkı.

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

3.2.4 Meteorolojik ölçümler

Stoma iletkenliği ölçümleri ile birlikte buhar basıncı açığı (VPD)' nin hesaplanabilmesi amacıyla ıslak ve kuru termometre sıcaklığı ölçümü arazide yapılmıştır. Buhar basıncı açığı Allen et al. (1998)' de verilen temel psikrometre eşitliğinden hesaplanmıştır.

3.2.5 Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi

Ölçüm yapılan parametrelerde, sulama konularına göre fark olup olmadığı varyans analiziyle, farkların önemli olması durumunda ise hangi konular arasında fark olduğu Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak saptanmıştır (Yurtsever, 1984). Parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla regresyon ve korelasyon analizleri yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Gereksinimi

4.1.1 Uygulanan sulama suyu miktarı

Çalışmada sulama uygulamaları 10 Haziran 2017 tarihinde başlanmış, 28 Eylül 2017 tarihinde ise bitirilmiştir. Konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4. 1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 2017 yılı konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (mm).

SULAMA KONULARI	AYLAR				TOPLAM
	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	
K1	0	0	0	0	0
K2	192.6	226.2	302.5	187.0	912.3
K3	131.2	150.8	201.7	124.6	608.2
K4	65.5	75.4	100.8	62.3	304.1

2017 yılındaki çalışma konularına göre sulama sezonu boyunca uygulanan toplam sulama suyu miktarları 0-912.3 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Uygulanan sulama suyu miktarları ağustos ayında tüm konularda en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Aşık vd. (2011), Bornova koşullarında farklı sulama konularının Memecik zeytin çeşidinin verimi, fizyolojik ve morfolojik gelişimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar deneme konularını, A sınıfı buharlaşma kabından 5 günde oluşan yığılımlı buharlaşma miktarının %25 (S0.25), %50 (S0.50), %75 (S0.75), %100 (S1.00) ve %125 (S1.25)’i dikkate alınarak; biri de 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde (Sc) oluşturmuşlardır. Araştırmada konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları 175-874 mm değişkenlik göstermiştir.

Çakır (2015), Bornova koşullarında Memecik zeytin çeşidinde farklı sulama dozları uygulamıştır. Araştırmacı 5 günde bir 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemi tarla kapasitesine getirerek, K1 (susuz), K2 (%100), K3 (%33), K4 (çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi, yağ dolumu aşamalarında 0-90 cm toprak

derinliğindeki eksilen nemin %50'sine göre 3 kez), K5 (çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi, yağ dolumu aşamalarında 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'ine göre 3 kez) olmak üzere 5 konuda sulama yapmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı 0-813.9 mm arasında değişkenlik göstermiştir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile çalışmada elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

Özkara ve Özyılmaz, (1989) tarafından İzmir-Kemalpaşa'da Memecik zeytin çeşidinde yürütülen çalışmada, yüzey sulama yöntemi ile sulanan zeytin ağaçlarının toplam sulama suyu ihtiyacı 235 mm olarak belirlenmiştir. Araştırmacıların elde ettikleri sonuç, araştırmanın bulgularından daha düşüktür. Bu durumun temel nedeninin iklim koşulları ile uygulanan sulama programı olduğu düşünülmektedir.

4.1.2 Bitki su tüketimi (ET_a)

Çalışmanın yürütüldüğü 2017 yılına ait bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Zeytin bitkisinin 2017 yılında aylık bitki su tüketimi (mm).

SULAMA KONULARI	AYLAR				TOPLAM
	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	
K1	51.5	35.1	2.5	1.4	90.5
K2	158.5	266.5	287.9	137.8	850.5
K3	132.2	174.3	188.0	90.7	585.3
K4	73.8	126.1	112.8	45.7	393.4

2017 yılındaki çalışma konularına göre sulama sezonu boyunca toplam bitki su tüketimi miktarları 90.5-850.5 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Bitki su tüketiminin en yüksek olduğu konu K2, en düşük olduğu konuda K1 olarak bulunmuştur. K2 konusunda sulama suyu ihtiyacı, bitki su tüketiminden yüksek çıkmıştır. Bu durum bitkilere ihtiyacından fazla su verildiği gibi bir kanı uyandırmaktadır. Aslında bu durumun temel nedeni mayıs ayından devreden sulama suyu ihtiyacıdır. Çalışmada bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarları bitki gelişme döneminin sadece 1 Haziran-30 Eylül dönemi için hesaplanmıştır. Bitki tarafından kullanılan ve mayıs ayındaki yağışlarla karşılanamayan bitki kök

bölgesindeki eksik su, haziran ayının ilk günlerinde yapılan ilk sulama ile karşılanmıştır.

Yarı kurak iklim koşullarında yetişkin zeytin ağaçlarının bitki su tüketimi değerleri 700 mm ile 900 mm arasında değişmektedir (Goldhammer et al., 1994; Moriana et al., 2003; Grattan et al., 2006; Hidalgo et al., 2011). Çakır (2015), Bornova koşullarında Memecik zeytin çeşidinde 5 farklı sulama konusunu ele aldığı çalışmada, aylık ET değerlerini 7-216 mm arasında ve en yüksek bitki su tüketiminin temmuz ayında meydana geldiğini ifade etmiştir. Araştırmacı mevsimlik ET değerlerini ise 128-785 mm arasında değiştiğini saptamıştır. Aşık vd. (2011) Bornova koşullarında farklı sulama konularının Memecik zeytin çeşidinin verimi, fizyolojik ve morfolojik gelişimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar deneme konularını, A sınıfı buharlaşma kabından 5 günde oluşan yığışimli buharlaşma miktarının %25 (S0.25), %50 (S0.50), %75 (S0.75), %100 (S1.00) ve %125 (S1.25)'i dikkate alarak; birini ise 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde (Sc) oluşturmuşlardır. Araştırmada konulara göre bitki su tüketimi değerleri 253-902 mm arasında değişim göstermiştir. Araştırmacıların bulguları ile bu çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir.

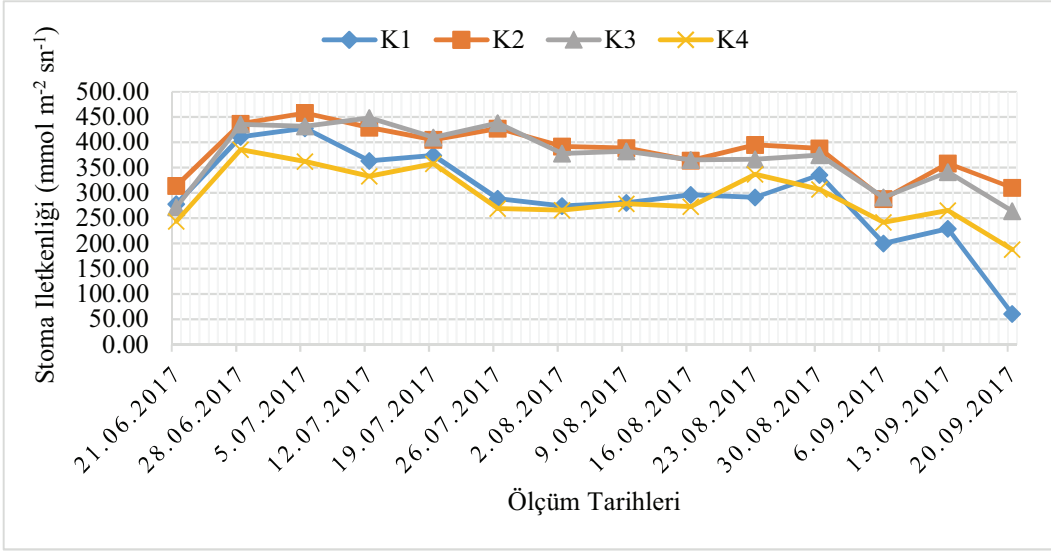
Özkara ve Özyılmaz, (1989) tarafından İzmir-Kemalpaşa'da Memecik zeytin çeşidinde yürütülen bir çalışmada, zeytin ağaçlarının mevsimlik su tüketimi 616 mm olarak saptanmıştır. Araştırmacıların elde ettiği sonuç, çalışmadan elde edilen sonuçlardan daha düşüktür. Bu durum, uygulanan sulama suyu miktarında olduğu gibi, farklı iklim koşulları ve sulama programı ile açıklanabilir.

4.2 Fizyolojik ve Meteorolojik Bulgular

4.2.1 Fizyolojik bulgular

4.2.1.1 Stoma iletkenliği (g_s)

Sulama sezonu boyunca, haftada bir, gün ortasında yapraklardan ölçülen stoma iletkenliği değerleri ve bunlara ait Duncan sınıfları Çizelge 4.3'te ortalama stoma iletkenliği değerlerinin sezon içerisindeki değişimi ise Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 2017 yılında zeytin ağaçlarındaki stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin değişimi (mmol m⁻² saniye⁻¹).

Zeytin ağaçlarında ölçülen stoma iletkenliği değerleri konulara bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Stoma iletkenliği değerleri, K1 konusunda 60.95 ile 428.24 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, K2 konusunda 288.11 ile 458.27 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, K3 konusunda 264.22 ile 448.44 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, K4 konusunda 188.12 ile 385.80 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında değişmiştir. Stoma iletkenliği değerlerinin sulama sezonu ortalamaları, K1 konusunda 293.8 mmol m⁻² sn⁻¹, K2 konusunda 382.6 mmol m⁻² sn⁻¹, K3 konusunda 371.5 mmol m⁻² sn⁻¹, K4 konusunda 293.6 mmol m⁻² sn⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3.) Genel olarak en düşük değerler K1 ve K4 konusunda, en yüksek değerler ise K2 ve K3 konularında bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre, haziran ayı sonundan temmuz ayı sonuna kadar yaklaşık bir aylık bir süre içerisinde konular arasında stoma iletkenliği değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Temmuz ayı ortasından itibaren sezon sonuna kadar bazı haftalar istisna olmak üzere konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Pouyafard vd. (2016), 2011 yılında Ayvalık zeytin fidanlarında stoma iletkenliği ölçümleri yapmışlardır. Sulama konularını bitki su tüketiminin %100 (I₁₀₀), %66 (I₆₆), %33 (I₃₃)'ü ve su uygulaması yapılmayan konu (I₀) olarak belirlemişlerdir. Stoma iletkenliği değerlerini, I₁₀₀ konusunda, 501.61-747.07 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, I₆₆ konusunda, 344.95-563.78 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, I₃₃ konusunda 235.07-456.41 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında ve I₀ konusunda, 0-140 mmol m⁻²

sn^{-1} arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Sezon boyunca ölçtükleri stoma iletkenliği değerlerinin ortalamasını I_{100} , I_{66} , I_{33} ve I_0 konuları için sırasıyla; 645.12, 431.24, 324.92, 37.62 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ olarak hesaplamışlardır.

Parlak (2014), 2012 yılında 3 yaşındaki Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarında stoma iletkenliği ölçümleri yapmıştır. Çalışmadaki sulama konularını, bitki su tüketiminin %100 (I_{100}), %66 (I_{66}), %33 (I_{33})'ü kadar su uygulanacak şekilde oluşturmuştur. Stoma iletkenliği değerleri, I_{100} konusunda 520.55-266.27 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ arasında, I_{66} konusunda 442.90-165.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ arasında, I_{33} konusunda 369.94-114.46 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ arasında değişiklik göstermiştir. Stoma iletkenliği değerlerinin sezon ortalaması ise I_{100} konusunda 399.13 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, I_{66} konusunda 305.09 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, I_{33} konusunda 196.03 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ olarak hesaplamıştır. Araştırmacıların bulguları ile çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir.

Diaz-Espejo et al. (2012), tarafından zeytin ağaçlarında yürütölen çalışmada; stoma iletkenliği değerleri 0.222, 0.193, 0.215, 0.229 $\text{mol m}^{-1} \text{sn}^{-1}$ ile 0.233, 0.098, 0.069, 0.069 $\text{mol m}^{-1} \text{sn}^{-1}$ arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.3 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama stoma iletkenliği değerleri ($\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$).

K O N U	TARİH														ORT.
	21.06.2017	28.06.2017	05.07.2017	12.07.2017	19.07.2017	26.07.2017	02.08.2017	09.08.2017	16.08.2017	23.08.2017	30.08.2017	06.09.2017	13.09.2017	20.09.2017	
K1	278.4 (n.s)	411.1 (n.s)	428.2 (n.s)	363.8 (b)	374.2 (n.s)	288.9 (b)	274.2 (b)	280.8 (b)	296.7 (b)	291.5 (n.s)	335.5 (n.s)	200.0 (n.s)	229.5 (b)	60.9 (c)	293.8
K2	314.3 (n.s)	436.8 (n.s)	458.3 (n.s)	429.2 (a)	405.1 (n.s)	427.4 (a)	391.9 (a)	388.6 (a)	364.4 (a)	394.9 (n.s)	388.5 (n.s)	288.1 (n.s)	358.5 (a)	310.6 (a)	382.6
K3	271.5 (n.s)	436.1 (n.s)	431.7 (n.s)	448.4 (a)	409.6 (n.s)	438.6 (a)	378.4 (a)	382.6 (a)	365.4 (a)	366.6 (n.s)	374.8 (n.s)	291.6 (n.s)	341.7 (ab)	264.2 (ab)	371.5
K4	243.7 (n.s)	385.8 (n.s)	362.2 (n.s)	333.5 (b)	357.9 (n.s)	269.4 (b)	265.8 (b)	278.8 (b)	272.9 (b)	336.8 (n.s)	307.4 (n.s)	242.0 (n.s)	265.5 (ab)	188.1 (b)	293.6

$p \geq 0.05$ 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.

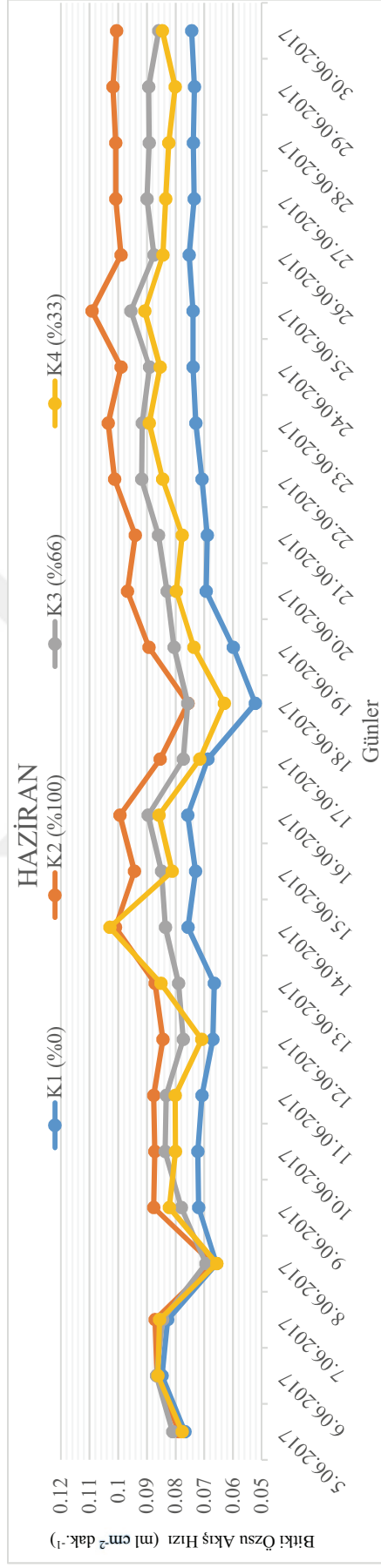
4.2.1.2 Bitki özsü akış hızı

Sezon boyunca ve gün içerisinde her 15 dakikada bir kaydedilen verilerden günlük ortalama bitki özsü akış hızı değerleri hesaplanmıştır. Sezon boyunca hesaplanan günlük bitki özsü akış hızı verileri, aylık olarak Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

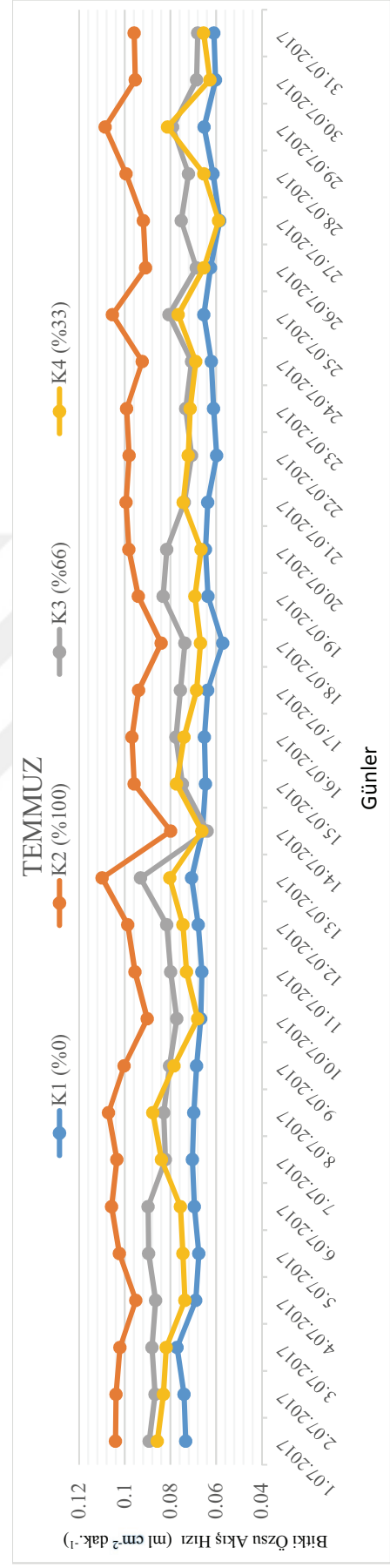
Haziran ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümlerinde, K1 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı $0.052-0.085 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K2 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı $0.067-0.110 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K3 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı $0.069-0.096 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K4 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı $0.063-0.103 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Haziran ayının ortasına kadar toprakta bitki su tüketimi için yeterli su olduğundan Şekil 4.2'de de konular arasında stresi gösterecek belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Haziran ayı ortasından itibaren farklar belirginleşmeye başlamıştır.

Temmuz ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümlerinde, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.057-0.077 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.080-0.110 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.064-0.093 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K4 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.059-0.088 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Konular arasındaki fark, temmuz ayında Şekil 4.3'te de görüldüğü gibi özellikle K2 konusunda belirginleşmiştir.

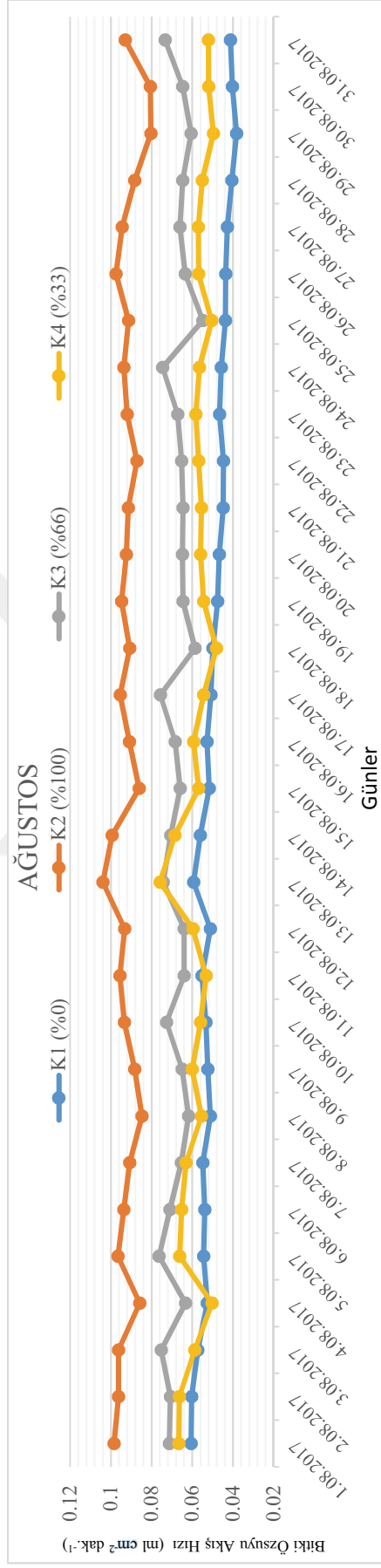
Ağustos ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümlerinde, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.038-0.061 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.080-0.104 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.055-0.076 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K4 konusunda $0.048-0.076 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Ağustos ayının sonlarına doğru K1 konusu Şekil 4.4'te görüldüğü gibi, toprakta nem kalmadığı için diğer konulardan ayrılmaya başlamıştır.



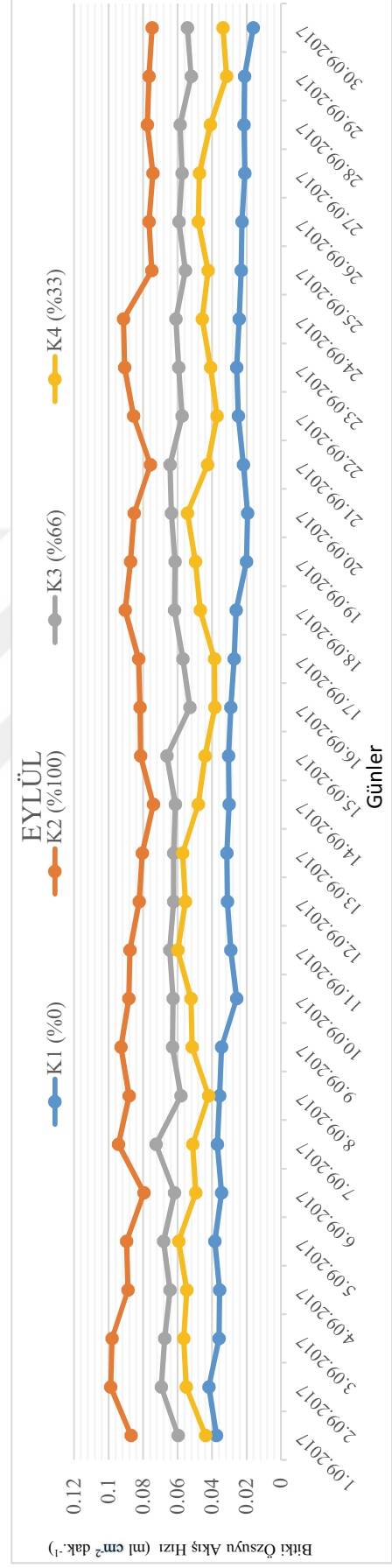
Şekil 4.2 2017 yılı zeytin ağaçları haziran ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹).



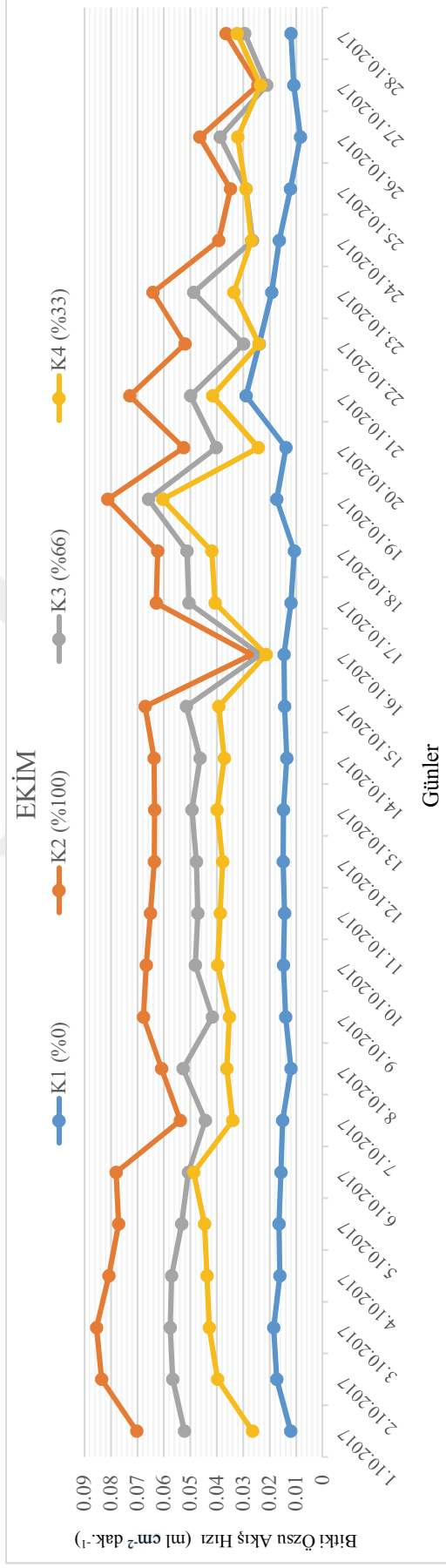
Şekil 4.3 2017 yılı zeytin ağaçları temmuz ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹).



Şekil 4.4 2017 yılı zeytin ağaçları ağustos ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm² dak⁻¹).



Şekil 4.5 2017 yılı zeytin ağaçları eylül ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm² dak⁻¹).



Şekil 4.6 2017 yılı zeytin ağaçları ekim ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹).

Eylül ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümleri, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.016-0.042 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.074-0.099 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.052-0.073 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K4 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.032-0.060 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5). Eylül ayında tüm konular arasında belirgin farklar ortaya çıkmıştır.

Ekim ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı hızı, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.008-0.029 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.025-0.085 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.021-0.066 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$, K4 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı $0.021-0.061 \text{ ml cm}^{-2} \text{ dak.}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Sulama sezonu boyunca en düşük bitki özsü akış hızı tüm konularda ekim ayında kaydedilmiştir. Şekil 4.6'da da görüldüğü gibi tüm konularda bitki özsü akış hızının günlere göre en düzensiz olarak dağıldığı ay ekim ayı olmuştur.

Marino et al. (2014), yağışa dayalı ve tam sulama (kontrol) konularında zeytin ağaçlarında, yaz dönemi boyunca, günlük maksimum bitki özsü akış yoğunluğunu kontrol konusunda 20 ve $30 \text{ g m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ arasında kaydetmişlerdir. Yağışa dayalı koşullarda, bitki özsü akış yoğunluğunu, temmuz ve ağustos aylarında yaklaşık $7 \text{ g m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ maksimum değerine eriştiğini, haziran ve eylül aylarında sırasıyla maksimum 2.6 ve minimum $2.1 \text{ g m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ günlük değişimler gözlemlendiğini gözlemlemişlerdir.

Cocozza et al. (2015), İtalya'da yağışa dayalı koşullarda ve sulama yapılan yetişkin zeytin ağaçlarında bitki özsü akış hızını izlemişlerdir. Yaz mevsimi boyunca ve sonbaharın başlangıcında yağışa dayalı koşullarda yetişen bitkilere kıyasla sulanan bitkilerin bitki özsü akış hızını daha yüksek bulmuşlardır. Yaz döneminde günlük maksimum bitki özsü akış hızı 20 ile $30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Bitki özsü akış hızı verilerinin aylık ve sezonluk ortalamaları Çizelge 4.4'de, konulara ait özsü akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsü akış hızına oranını gösteren transpirasyon oranı ise Çizelge 4.5'de verilmiştir.

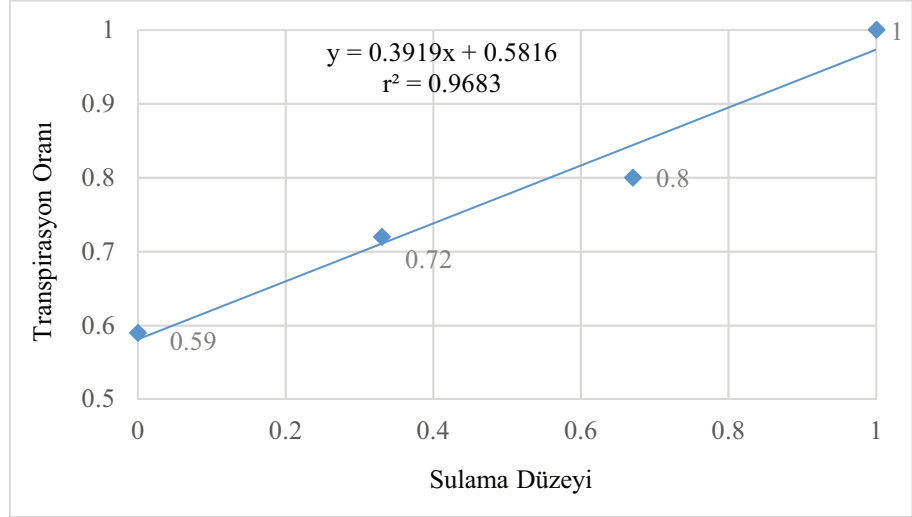
Çizelge 4.4 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama özsu akış hızı değerleri (ml cm⁻² dak.⁻¹).

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Sezon
K1	0.072	0.066	0.050	0.029	0.015	0.054
K2	0.090	0.098	0.092	0.085	0.061	0.091
K3	0.084	0.079	0.067	0.061	0.045	0.073
K4	0.083	0.073	0.058	0.047	0.036	0.065

Çizelge 4.4 incelendiğinde aylık ve sezonluk ortalama özsu akış hızlarında en yüksek değerler K2 konusunda, en düşük değerler ise K1 konusunda elde edilmiştir. K2 konusu dışındaki tüm konularda sezon boyunca özsu akış hızlarında azalma gözlenmiştir. Ekim ayında K2 konusunda gözlenen azalma sulamaların eylül sonu itibariyle kesilmesinin yanısıra mevsim itibariyle sıcaklıkların düşmesiyle birlikte transpirasyondaki azalma ile açıklanabilir. Konulara ait özsu akış hızlarının K2 konusuna ait özsu akış hızına oranını gösteren transpirasyon oranı değerlerinin değişimi incelendiğinde ise benzer durum gözlenmiştir (Çizelge 4.5). Transpirasyonda en yüksek azalma % 41 sezon ortalaması ile K1 konusunda meydana gelmiştir. Transpirasyondaki azalma üçte bir düzeyinde su kısıtının uygulandığı K3 konusunda %20, üçte iki düzeyinde su kısıtı uygulanan K4 konusunda %28 olarak bulunmuştur. Sulama düzeyi ve transpirasyon arasındaki ilişki Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara ait özsu akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsu akış hızına oranı (Transpirasyon oranı).

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Sezon
K1	0.80	0.67	0.54	0.34	0.25	0.59
K2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
K3	0.93	0.80	0.73	0.73	0.74	0.80
K4	0.92	0.75	0.63	0.56	0.60	0.72



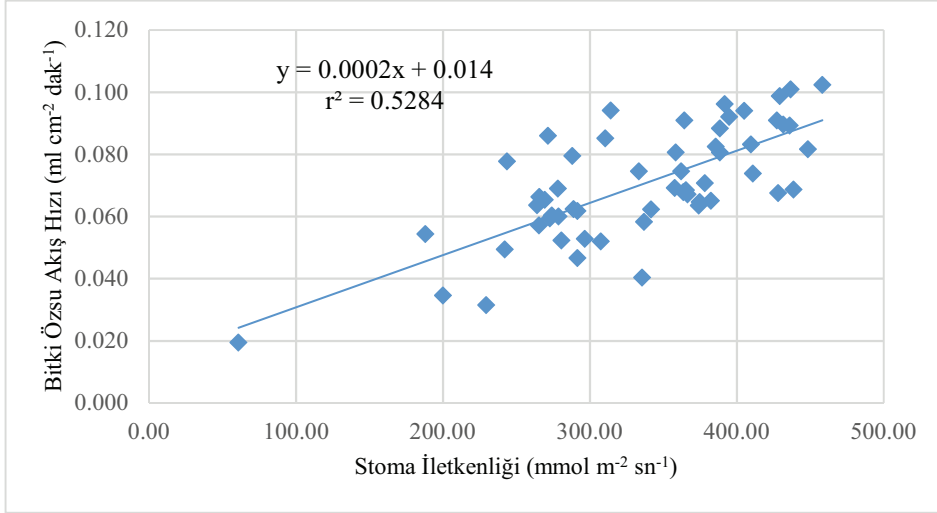
Şekil 4.7 Zeytin ağaçlarında sulama düzeyi- transpirasyon arasındaki ilişki.

Çalışmada, transpirasyon oranı ile sulama düzeyi arasında regresyon analizi sonucunda doğrusal ve pozitif bir ilişki ($r^2 = 0.968$) bulunmuştur (Şekil 4.7). İki parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü bir bağ olduğunu göstermiştir. Bitkiye uygulanan sulama düzeyi arttıkça bitkide oluşan transpirasyon miktarında doğrusal olarak artmıştır.

4.3 Bazı Fizyolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler

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

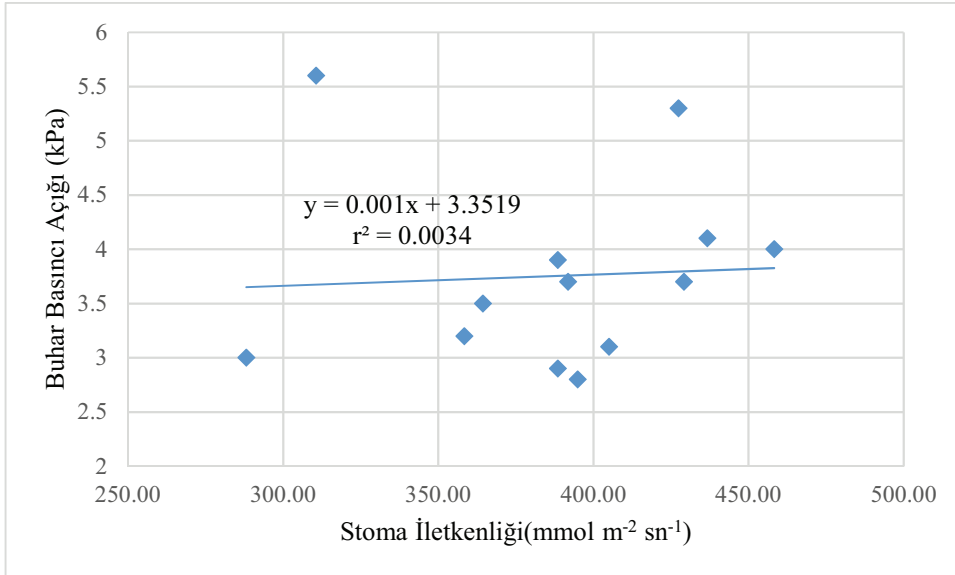
Çalışmada, günlük bitki özsu akış hızı ile stoma iletkenliği arasında regresyon analizi sonucunda pozitif doğrusal bir ilişki ($r^2 = 0.528$) bulunmuştur (Şekil 4.8). İki parametre arasında istatistiksel olarak güçlü sayılabilecek anlamlı bir bağ olduğunu göstermiştir. Ksilemden geçen bitki özsu akışı hızı arttıkça stomalardan oluşan transpirasyon hızı da artmıştır.



Şekil 4.8 2017 yılı zeytin ağaçlarına ait bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak.⁻¹) ve stoma iletkenliği (mmol m⁻² sn⁻¹) arasındaki ilişki.

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

Kontrol konusu (K2)'na ait stoma iletkenliği değerleri ile VPD arasında yapılan regresyon analizi sonucunda önemsiz sayılabilecek bir ilişki ($r^2 = 0.003$) tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

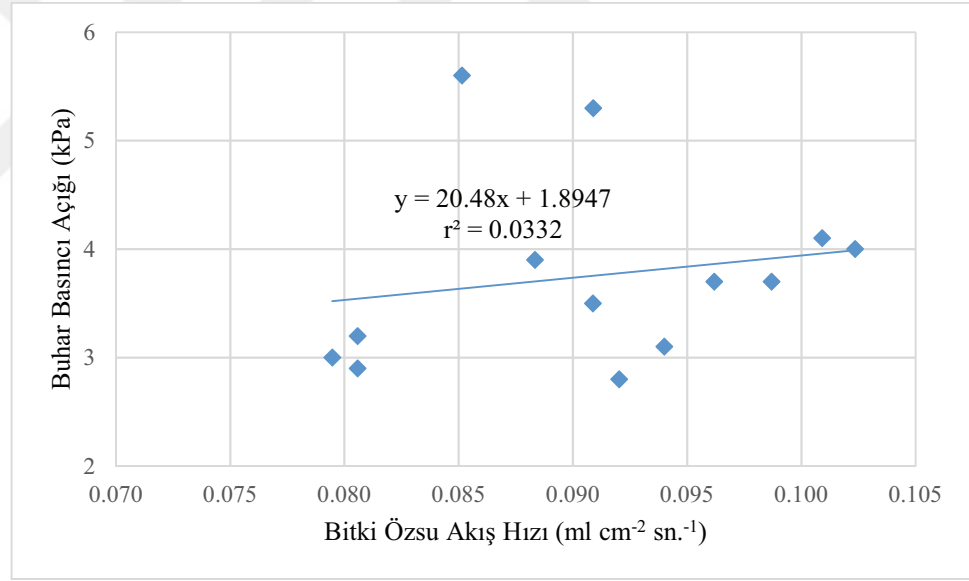


Şekil 4.9 2017 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait stoma iletkenliği (mmol m⁻² sn⁻¹) ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.

Çakır (2015) Memecik zeytin ağaçlarında yaptığı çalışmada VPD ve kontrol konusuna ait stoma iletkenliği değerleri arasında doğrusal negatif bir ilişki bulmuştur ($r^2=0.463$). Parlak (2014) Ayvalık zeytin fidanlarında yaptığı çalışmada ise VPD ve kontrol konusuna ait stoma iletkenliği değerleri arasında önemsiz sayılabilecek bir ilişki bulmuştur ($r^2=0.003$). Tüm bu çalışmaların sonucu birlikte ele alındığında, stoma iletkenliği üzerine VPD dışındaki diğer parametrelerinde etkili olduğu söylenebilir.

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

Bitki özsu akış hızı ve VPD arasında yapılan regresyon analizi sonucunda önemsiz sayılabilecek bir ilişki ($r^2 = 0.033$) gözlenmiştir (Şekil 4.10). Elde edilen sonuç, bitki özsu akış hızı üzerine VPD dışındaki diğer parametrelerinde etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.10 2017 yılı zeytin ağaçlarında K2 konusuna ait bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² sn⁻¹) ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Memecik zeytin ağaçlarında kısıtlı sulamaya bağlı olarak stoma iletkenliği ve bitki özsu akışının zamansal değişimi incelenmiştir.

Konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları 0 ile 912.3 mm arasında, mevsimlik ET_a değerleri ise 90.5 ile 850.5 mm arasında değişkenlik göstermiştir. Burada en düşük değeri K1 ve en yüksek değeri K2 konusu almıştır.

Su stresinin artışına bağlı olarak fizyolojik özellikler değerlendirildiğinde,

Stoma iletkenliği verilerinin sezon içi ortalamaları, K1 konusunda $293.83 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, K2 konusunda $382.62 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, K3 konusunda $371.50 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, K4 konusunda $293.57 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre, konular arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmiştir. Söz konusu fark stoma iletkenliğinin, bitkideki su stresinin saptanmasında kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Bitki özsu akış ölçümlerinin sezon ortalamaları; K1 konusunda $0.054 \text{ ml cm}^{-1} \text{ dak}^{-1}$, K2 konusunda $0.091 \text{ ml cm}^{-1} \text{ dak}^{-1}$, K3 konusunda $0.073 \text{ ml cm}^{-1} \text{ dak}^{-1}$, K4 konusunda $0.065 \text{ ml cm}^{-1} \text{ dak}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bitki özsu akışı ölçümlerinde bitki su stresine bağlı olarak konular arasında değişimler olmuştur. Ölçümlerde en düşük konu tüm aylarda K1 konusu olurken, en yüksek konu K2 konusu olmuştur. Konular arasındaki farklar; bitki özsu akışının, bitki su stresinin saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir.

Çalışmanın önemli bir bulgusu zeytin ağaçlarında günlük bitki özsu akış hızı ile stoma iletkenliği arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin ($r^2 = 0.528$) varlığıdır. Stoma iletkenliği değerlerinden yararlanarak bitki özsu akış hızı tahmin edilebilmektedir.

Çalışmanın bir diğer önemli bir bulgusu ise sulama düzeyi ve transpirasyon oranı arasındaki pozitif doğrusal bir ilişkinin ($r^2 = 0.97$) belirlenmiş olmasıdır.

Hem stoma iletkenliği, hem de bitki özsu akış hızının zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde başarılı olduğu, bu yüzden sulamanın programlanmasında her iki yönteminde başarıyla kullanılabileceği ifade edilebilir.

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



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akkuzu, E., Kaya, Ü., Köseoğlu, O., Sevim, D., Mengü, G. P., Güngör, F. Ö., Veral, M. G., Kaptan., S.** 2016, “Zeytin Yetiştiriciliğinde Kısıtlı Sulama Stratejilerinin Zeytin Verimine, Fizyolojik Parametrelerine, Zeytin ve Zeytinyağının Minör ve Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikleri Üzerine Etkisi”, TUBİTAK Proje No: 112O317.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M.** 1998, Crop evapotranspiration, FAO 56, Rome.
- Aşık, Ş., Kaya, Ü., Çamoğlu, G., Köseoğlu, O., Atal Ölmez, H., Akkuzu, E., Şahin., M., Öztürk Güngör, F., Avcı, M., Nergiz, C.** 2011, “Zeytin Yetiştiriciliğinde Farklı Sulama Programlarının Zeytin Verimi, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Kalitesi Üzerine Etkisi”, TUBİTAK Proje No: 108O135.
- Aşık, Ş., Kaya, U., Camoğlu, G., Akkuzu, E., Ölmez, H., and Avcı, M.** 2014, ”Effect of Different Irrigation Levels on the Yield and Traits of Memecik Olive Trees (*Olea europaea* L.) in the Aegean Coastal Region of Turkey.” *J. Irrig. Drain Eng.*, 140(8), 04014025.
- Ballester, C., Castel, J., Jiménez-Bello, M. A., 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*, 51-57pp.
- Ben-Gal, A., Agam, N., Alchanatis, V., Cohen, Y., Yermiyahu, U., Zipori, I., Presnov, E., Sprintsin, M., and Dag, A.** 2009, Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery. *Irrig Sci.* :DOI 10.1007/s00271-009-0150-7
- Blum, A.** 2011, “Plant Breeding for Water-Limited Environments”. Springer, New York.
- Boyer, J.S.** 1995, “Measuring the water status of plants and soils. Academic Press”. University of Dalavare Library. <http://udspace.udel.edu/handle/19716/2828> Son erişim tarihi 01 Ağustos 2015.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- 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.
- Chen, D., Wang, Y., Nie, Z., Gao, Z., and Zhang, L.** 2016, Effects of Branch Removal on Water Use of Rain-Fed Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) Plantations in Chinese Semiarid Loess Plateau Region. *Agricultural Water Management*, 178, 258-270pp.
- Cocozza, C., Marino, G., Giovannelli, A., Cantini, C., Centritto, M., and Tognetti, R.** 2015, Simultaneous Measurements of Stem Radius Variation and Sap Flux Density Reveal Synchronisation of Water Storage and Transpiration Dynamics in Olive Trees. *Ecohydrology*(8), 33-45pp.
- 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.
- Çakır, R., ve Koroğlu M.** 2003, “Sulu Tarımın Fizyolojik Esasları. Sulama ve Drenaj Mühendisliği (Ed: Rıza Kanber, Recep Çakır ve A. Fuat Tarı)”, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 122, 47-59s.
- Diaz-Espejo, A., Buckley, T., Sperry, J., Cuevas, M., Cires, A. d., Elsayed-Farag, S., J.E.Fernández.** 2012, Steps toward an improvement in process-based models of water use by fruit trees: A case study in olive. *Agricultural Water Management*(114), 37-49pp.
- Domi, H., Kullaj, E., Spahiu, T., and Thomaj, F.** 2014, Xylem Dynamics of Different Rootstock/Scion Combinations of Apple under a Hot, Semi-Arid Mediterranean Climate. *VII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, 387-392pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S.** 2016, Türkiye'de Yetişen Zeytin Çeşitlerinin Özellikleri ve Coğrafi Dağılışı. E. G. Naskali içinde, *Zeytin Kitabı* (s. 37-80s). Kitabevi.
- Escalona, L., Frexas, J., and Medrano, 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*, 145-156pp.
- Esteves ,B. S., Lousada , L. L. Sousa, E. Campostrini F. E.** 2015, “Advanced techniques using the plant as indicator of irrigation management”, *Ciência Rural*, Santa Maria, 45(5), 821-827pp.
- Fernández, J.E.** 2007, The use of sapflow measurements for scheduling irrigation in olive, apple and Asian pear trees and in grapevines. *Plant and Soil*, 8, 1104-1107pp.
- Fernández, J. E.** 2008a, “The use of sap flow measurements for scheduling irrigation in olive, apple and Asian pear trees and in grapevines”, *Plant and Soil*, 305, 91-104pp.
- Fernández, J. E. et al.** 2008b, “Design and testing of an automatic irrigation controller for fruit tree orchards, based on sap flow measurements”, *Australian Journal Agricultural Research*, 59, 589-598pp.
- Fernández, J. E., Diaz-Espejo, A., Infante, J. M., Durán, P., Palomo, M. J., Chamorro, V., Villagarcia, L.** 2006, Water relations and gas exchange in olive trees under regulated deficit irrigation and partial rootzone drying. *Plant Soil*(284), 273-291pp.
- Fernández, J. E., Moreno, F., Martín-Palomo, M. J., Cuevas, M. V., Torres-Ruiz, J. M., and Moriana, A.** 2011, Combining Sap Flow and Trunk Diameter Measurements to Assess Water Needs in Mature Olive Orchards. *Environmental and Experimental Botany*, 72, 330-338pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Fischer, M., Orsag, M., Trnka, M., Pohankova, E., Hlavinka, P., Tripathi, A. M., and Zalud, Z.** 2013, Annual and Intra-Annual Water Balance Components of a Short Rotation Poplar Coppice Based on Sap Flow and Micrometeorological and Hydrological Approaches. *9th International Workshop on Sap Flow*, 401-408pp.
- Giorio, P., and Giorio, G.** 2003, Sap flow of several olive trees estimated with the heat-pulse technique by continuous monitoring of a single gauge. *Environmental and Experimental Botany*(49), 9-20pp.
- Goldhamer, D. A., Dunai, J. and Ferguson, L.** 1994, "Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation", *Acta Horticulturae* 356, 172-176pp.
- Granier, A.** 1985, Une nouvelle methode pour la mesure du flux de seve brute dans le tronc des arbres. *Annales Des Sciences Forestieres*, 2(42), 193-200pp.
- Grattan, S. R., Berenguer, M. J., Connell, J. H., Polito, V. S. and Vossen, P. M.** 2006, "Olive Oil Production as Influenced by Different Quantities of Applied water", *Agricultural Water Management*, 85, 133-140pp.
- Greven, M., Neal, S., Green, S., Dichio, B., and Clothier, B.** 2009, The effects of drought on the water use, fruit development and oil yield from young olive trees. *Agricultural Water Management*(96), 1525-1531pp.
- GTB.** 2016, *2015 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu*. T.C. Gumruk ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifilik Genel Mudurluğu.
- GTHB.** 2016, *Turkiye Zeytincilik Sektor Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Mudurluğu. İzmir: Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Mudurluğu.
- Gucci, R., Fereres, E., and Goldhamer, D. A.** 2012, Fruit Trees and Vines. In P. Steduto, T. C. Hsiao, E. Fereres, and D. Raes, *Crop Yield Response to*

KAYNAKLAR DİZİNİ

Water (p. 300p). Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.

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.

Güler, M., Cesur, R. ve Sarı, N., 2010, ‘Zeytinde Bakım İşlemleri’, T.C. Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, Adana.

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), 92-101pp.

Hidalgo, J., Vega, V., Hidalgo, J.C., Pastor, M., Orgaz, F. and Fereres, E. 2011, “Responses to Different Irrigation Strategies of a Traditional and an Intensive Olive Orchard Cultivar 'Picual' in Andalusia”, Spain . *Acta Hort.* (ISHS) 888: 53-62pp. http://www.actahort.org/books/888/888_5.htm (Son erişim tarihi: 23 Temmuz 2014).

Huang, Y., Li, X., Zhang, Z., He, C., Zhao, P., You, Y., and Mo, L. 2011, Seasonal changes in *Cyclobalanopsis glauca* transpiration and canopy stomatal conductance and their dependence on subterranean water and climatic factors in rocky karst terrain. *Journal of Hydrology*(402), 135-143pp.

IOC. 2017, Kasım. Mayıs 10, 2018 tarihinde International Olive Oil: <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures> adresinden alındı.

James, L. 1988, *Principles of Farm Irrigation System Design*. New York: John Wiley and Sons Limited.

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*.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Juhász, Á., Sepsi, P., Tókei, L., and Hrotkó, K.** 2013, Night-Time Sap Flow Rate of Sweet Cherry Trees. *2nd Balkan Symposium on Fruit Growing*, 591-596pp.
- Kaplan, M., ve Karagöz Arihan, S.** 2011, Antik Çağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin ve Zeytin Yağının Halk Tıbbında Kullanımı. *VIII. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi*, (s. 2). İzmir.
- Lo Gullo, M. A. and Salleo, S.** 1988, “Different strategies of drought resistance in three Mediterranean sclerophyllous trees growing in the same environmental conditions”, *The New Phytologist*, 108, 267–276pp.
- Lurbe, C.B.** 2013, Regulated deficit irrigation in citrus: agronomic response and water stress indicators. 176f.(Thesis) - Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, València.
- Marin, F. R., Ribeiro, R. V., Angelocci, L. R., Righi, E. Z.** 2008, “Fluxo de seiva pelo método do balanço de calor: base teórica, qualidade das medidas e aspectos práticos”, *Bragantia*, 67, 1-14pp.
- Marino, G., Pallozzi, E., Coccozza, C., Tognetti, R., Giovannelli, A., Cantini, C., and Centritto, M.** 2014, Assessing Gas Exchange, Sap flow and Water Relations Using Tree Canopy Spectral Reflectance Indices in Irrigated and Rainfed *Olea europaea* L. *Environmental and Experimental Botany*, 99, 43-52pp.
- Masmoudi, C. C., Masmoudi, M., Abid-Karray, J., and Mechlia, N. B.** 2011, Sap flow measurements in young olive trees (*Olea europaea* L.) cv. Chétoui under Tunisian conditions. *Scientia Horticulturae*, 520-527pp.
- Massai, R., and Remorini, D.** 2000, Estimation Of Water Requirements In A Young Peach Orchard Under Irrigated and Stressed Conditions. *3rd International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, 77-86pp.
- Massai, R., Remorini, D., Ferreira, M. I., and Paço, T. A.** 2000, Sap Flow in Peach Trees During Water Stress and Recovery in Two Environmental

KAYNAKLAR DİZİNİ

Conditions. *3rd International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, 351-358pp.

Mccluloh, 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*, 1355-1360pp.

Moriana, A., Orgaz, F., Fereres, E. and Pastor, M. 2003, "Yield Responses of Mature Olive Orchard to Water Deficit", *Journal of American Society Horticulturæ Science*, 425-431pp.

Nicolás, E., Torrecillas, A., and Alarcón, J. J. 2006, Using Sap Flow Measurements to Quantify Water Consumption in Apricot Trees. *XIII International Symposium on Apricot Breeding and Culture*, 37-40pp.

Nicolas, E., Torrecillas, A., Ortuño, M., Domingo, R., and Alarcón, J. 2005, Evaluation of transpiration in adult apricot. *Agricultural Water Management*(72), 131-145pp.

Ortuño, M. F., Garcia-Orellana, Y., Conejero, W., Ruiz-Sanchez R. C., Alarcon, J. J. and Torrecillas, A. 2006, Stem and leaf water potentials, gas exchange, sap flow, and trunk diameter fluctuations for detecting water stress in lemon trees", *Trees*, 20, 1-8pp.

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

Parlak, M. 2014, Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Olarak Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)'nin Değişimi ve CWSI ile Stoma İletkenliği Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı*, 42s.

Poblete-Echeverría, C., Ortega-Farias, S., Zuñiga, M., and Fuentes, S. 2012, Evaluation of compensated heat-pulse velocity method to determine vine transpiration using combined measurements of eddy covariance system and microlysimeters. *Agricultural Water Management*(109), 11-19pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Pons, P. J.** 2008, "Sap flow technique as a tool for irrigation schedule in grapevines: Control of the plant physiological status", LÓPEZFRAN cos A. (ed.). Drought management: scientific and technological innovations, CIHEAM, 375-378pp.
- Pouyafard, N., Akkuzu, E., ve Kaya, Ü.** 2016, Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 88-98s.
- Ramos, A. F., Santos, F. L.** 2009, "Water use, transpiration, and crop coefficients for olives (cv. Cordovil), grown in orchards in Southern Portugal", *Biosyst. Eng.*, 102, 321–333pp.
- Ramos, A. F., and Santos, F. L.** 2010, Yield and olive oil characteristics of a low-density orchard (cv. Cordovil) subjected to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*(97), 363-373pp.
- Santos, A.O. et al.** 2005, Determinação do fluxo de seiva em videira através da técnica do pulso de calor. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 13, n.2, 262-272pp.
- Saugier, B., Granier, A., Pontailler, J. Y., Dufrêne, E., and Baldocchi, D. D.** 1996, Transpiration of a boreal pine forest measured by branch bag, sap flow and micrometeorological methods. *Tree Physiology*, 511-519pp.
- Sérvulo, A. C., Vellame, L. M., Casaroli, D., Júnior, J. A., and Souza, P. H.** 2017, African Mahogany transpiration with Granier method and water table lysimeter. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 322-326pp.
- Sezen, S.M.** 2012, "Sulama" sunum notu. Mersin. https://www.msmeturkey.com/fileadmin/msme/upload/pdf/03._GENEL_SU_LAMA_BANKACILIK__Do%C3%A7.Dr._M.Metin_Sezen_01.pdf
- Silva, M.G.** 2008, "Desenvolvimento de sensor de fluxo de seiva e de coeficiente indicador de estresse hídrico para plantas de cafeeiro arábica", Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ., 114p.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Taiz, L. and Zeiger, E.** 2008, “Bitki Fizyolojisi (Edit. Prof. Dr. İsmail Türkan)”, Palme Yayıncılık.
- Tarara, J. M.** 2009, Apparent Errors in Sap Flow Measurements at High Transpiration Rates by Modified Heat-Balance Gauges on Woody Vine (*Vitis*) Stems. *7th International Workshop on Sap Flow*, 193-200pp.
- 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 implications of tree mortality due to emerald ash borer. *Agricultural and Forest Meteorology*, 4-11pp.
- Therios, I.** 2009, *Olives*. CABI.
- 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), 249-264pp.
- 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, 1229-1243pp.
- TÜİK.** 2017, *Zeytin Üretimi, 1988-2017*. 05 14, 2017 tarihinde Türkiye İstatistik Kurumu: www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1073 adresinden alındı
- Yan, M.-J., Zhang, J.-G., He, Q.-Y., Shi, W.-Y., Otsuki, K., Yamanaka, N., and Du, S.** 2016, Sapflow-Based Stand Transpiration in a Semiarid Natural Oak Forest on China's Loess Plateau. *Forests*.
- Yazar, A.** 1993, “Infrared termometre ile bitki su stresi indeksinin ölçülmesi”, Editör: Şener, S., Sulama Teknolojilerinde Yeni Gelişmeler. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Genel Müdürlüğü. Yayın No:76. Tarsus.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Yurtsever, N. 1984, *Deneyisel 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), 1173-1183pp.



ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Edirne’de doğan Erkal ERTEM, ilkokulu Havsa Cumhuriyet İlköğretim okulunda, lise öğrenimini Havsa Melahat Kilimci Lisesinde tamamlamıştır. 2010 yılında kazandığı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü 2014 yılında başarıyla bitirmiştir. Erkal ERTEM 2015 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

