

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**FARKLI KISITLI SULAMA KOŞULLARINDAKİ
ZEYTİN AĞAÇLARINDA (cv MEMECİK) BİTKİ SU
POTANSİYELİ VE STOMA İLETKENLİĞİNİN
ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

Tolga ÇAKIR

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erhan AKKUZZU

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 02.09.2015

Bornova-İZMİR

2015

Sayın Tolga ÇAKIR tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “**Farklı kısıtlı sulama koşullarındaki zeytin ağaçlarında (cv Memecik) bitki su potansiyeli ve stoma iletkenliğinin zamansal değışiminin belirlenmesi**” başlıklı bu alışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğı ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değeri bulunmuş ve 02.09.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliğı/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Raportör Üye : Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL

Üye : Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Farklı kısıtlı sulama koşullarındaki zeytin ağaçlarında (cv Memecik) bitki su potansiyeli ve stoma iletkenliğinin zamansal değişiminin 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.

02 / 09 / 2015

Tolga ÇAKIR

ÖZET

FARKLI KISITLI SULAMA KOŞULLARINDAKİ ZEYTİN AĞAÇLARINDA (cv MEMECİK) BİTKİ SU POTANSİYELİ VE STOMA İLETKENLİĞİNİN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Tolga ÇAKIR

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Eylül 2015, 49 sayfa

Bu çalışma, 2013 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bornova Zeytincilik Araştırma İstasyonunda yapılmıştır. Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında kısıtlı sulama koşullarında stoma iletkenliği (g_s), yaprak su potansiyeli (YSP) ve yaprak sıcaklığı-hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a)'nın değişimi izlenmiştir. Çalışmada ayrıca stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli ile solar radyasyon, rüzgar hızı, toprak sıcaklığı, buhar basıncı açığı verileri arasında korelasyon ve regresyon analizleri yapıp aralarındaki ilişki ortaya konmuştur. Konular; K1: Susuz; K2: 5 günde bir 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama yapılması; K3: K2 konusunda uygulanan suyun %33'ünün uygulanması; K4: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması ve K5: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'ini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması şeklinde oluşturulmuştur.

Araştırmada konulara göre sulama suyu ihtiyacı 0 ile 813.9 mm arasında, bitki su tüketimi ise 128 ile 785 mm arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre yaprak su potansiyeli, T_c-T_a ve g_s değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Araştırmada, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İlişkinin korelasyon katsayısı 0.708, $r^2=0.501$ olarak bulunmuştur.

Rüzgar hızı, solar radyasyon, toprak sıcaklığı, buhar basıncı açığı gibi meteorolojik verilerin, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeliyle olan ilişkileri istatistiksel olarak ya kuvvetsiz ya da önemsiz olarak karşımıza çıkmıştır. Bunun nedeni olarak tarla koşullarında bir çok parametrenin aynı anda etki etmesi nedeni ile bağımsız etkisinin belirlenememesi olarak açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, Stoma iletkenliği, Yaprak su potansiyeli, meteorolojik parametreler.

ABSTRACT**TEMPORAL CHANGES OF PLANT WATER POTENTIAL AND
STOMATAL CONDUCTANCE OF OLIVE (cv MEMECİK) TREE
UNDER THE DEFICIT IRRIGATION**

ÇAKIR, Tolga

MSC, Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Erhan AKKUZU

September 2015, 49 pages

This study was conducted in Bornova Olive Research Institute of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, in 2013. In this study, temporal change of the stomatal conductance (g_s), plant water potential (YSP) and canopy-air temperature difference ($T_c - T_a$) under the deficit irrigation conditions was observed in Memecik cultivar. Also regression and correlation analysis between the stomatal conductance and plant water potential and some meteorological parameters was performed and the relationship between them were investigated. Irrigation treatments; K1: non-irrigated (rainfed), K2: soil water deficit in a 90 cm soil depth was refilled to field capacity for every 5 days, K3: application of the 33% of water given at K2, K4: 3 times application of the 50% of the soil water deficit in a 90 cm soil depth concerning 3 growing stages; seed hardening, fruit growth and oil accumulation, K5: 3 times application of the 25% of the soil water deficit in a 90 cm soil depth concerning 3 growing stages; seed hardening, fruit growth and oil accumulation.

According to the treatment, the irrigation water requirement was varied between 0 to 813.9 mm and ET_a is varied between 128 to 785 mm.

The results of experiments showed that the difference of water potential between the treatment were statistically significant. It is also same for stomatal conductance and canopy-air temperature difference.

In this study, the relationship between stomatal conductance and plant water potential were found a statistically significant. The correlation coefficient of the relationship was 0.708 and r^2 was equal with 0.501.

The correlation between meteorological data (such as wind speed, solar radiation, soil temperature and the vapor pressure deficit) and stomatal conductivity and plant water potential has seen to be weak or insignificant. This result is due to the influence of several parameters simultaneously under field conditions, individually the independent effect would not be explainable.

Keywords: Olive, Stomatal conductance, Leaf water potential, Meteorological parameters

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, bilgi ve birikimlerinden yararlandığım, tecrübesinin yanında işlerin üstesinden gelebilmem için sürekli yanımda olan ve yol gösteren kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Erhan AKKUZU' ya;

Benim bu günlere gelmemde ve eğitim hayatımda her türlü desteği sunan, sevgilerini ve şefkatlerini esirgemeyen annem ve ablama;

Tez yazım aşamasında yardım aldığım, moral ve desteğini esirgemeyen dostum ziraat yüksek mühendisi Nima POUYAFARD' e;

Araştırmanın yürütülmesinde gerekli alet ve ekipmanların sağlanmasının yanında moral ve desteğini her zaman hissettiğim Dr. Ünal KAYA' ya;

Hem yüksek lisans eğitimimin tez aşamasında burs (2210-C öncelikli alanlara yönelik yurt içi yüksek lisans bursu) veren hemde tez projemi TÜBİTAK-112O317 nolu proje kapsamında yürütmemi mümkün kılan TÜBİTAK'a;

Tüm “‘Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’” Ailesi' ne;

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1 Zeytin ve Su Stresi	4
2.2 Toprak-Bitki-Atmosfer Uzantısında Su Hareketi	5
2.3 Fizyolojik Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1 Materyal	10
3.1.1 Bornova ovasının genel tanımı	10
3.1.2 Araştırma alanının yeri	10
3.1.3 Araştırma alanının iklim özellikleri	11
3.1.4 Araştırmada kullanılan Memecik zeytin çeşidi	14

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.1.5 Sulama sistemi	15
3.2 Yöntem.....	15
3.2.1 Deneme deseni ve tesisi	15
3.2.2 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler.....	16
3.2.3 Fizyolojik ölçümler	17
3.2.4 Meteorolojik ölçümler.....	20
3.2.5 Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1 Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Gereksinimi	22
4.1.1 Uygulanan sulama suyu miktarları	22
4.1.2 Bitki su tüketimi (ET_a).....	22
4.2 Fizyolojik ve Meteorolojik Bulgular	23
4.2.1 Fizyolojik bulgular	23
4.2.2 Fizyolojik parametreler arasındaki ilişki.....	33
4.2.3 Fizyolojik parametreler ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki.....	35

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR DİZİNİ	42
ÖZGEÇMİŞ	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Türkiye’de zeytin üretim alanları	2
2.1 Toprak-bitki-atmosfer uzantısında su hareketi	5
2.2 Toprak-bitki-atmosfer uzantısında su hareketinin ohm yasasına göre şematik gösterimi, dirençler arasındaki oklar dirençlerin değişiklik gösterebileceğini belirtmektedir	6
3.1 Araştırma alanının görüntüsü.....	11
3.2 Memecik çeşidi hasat yapılırken bir görüntü	14
3.3 Scholander tip basınç odası	17
3.4 Araştırma alanında stoma iletkenliği ölçümü	18
3.5 Yaprak sıcaklığı ölçümü	20
3.6 2. Bölge Meteoroloji Genel Müdürlüğüne bağlı meteoroloji istasyonu	21
4.1 2013 yılında zeytin ağaçlarında yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı (Tc-Ta) değerlerinin değişimi (°C)	24
4.2 2013 yılı zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği(g_s) değerlerinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).....	27
4.3 Konulara göre zeytin (Memecik) bitkisinin YSP değerleri değişimi.....	30
4.4 Stoma iletkenliği ile YSP değerlerinin arasındaki regresyon analizi	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5 Stoma iletkenliği ile Tc-Ta değerlerinin arasındaki regresyon analizi	34
4.6 YSP ile Tc-Ta değerlerinin arasındaki regresyon analizi.....	35
4.7 2013 yılındaki meteorolojik parametrelerinin zamansal değişimi	35-36
4.8 Stoma iletkenliği ile VPD değerlerinin arasındaki regresyon analizi	37
4.9 Stoma iletkenliği ile solar radyasyon değerlerinin arasındaki regresyon analizi	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık ortalama değerleri	12
3.2 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının denemenin gerçekleştiği aylardaki değerleri	13
4.1 2013 yılında aylara göre konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları.....	22
4.2 2013 yılında aylara göre zeytin bitkisinin bitki su tüketimi	23
4.3 2013 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama Tc-Ta değeri	26
4.4 2013 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama stoma iletkenliği değeri	29
4.5 2013 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama yaprak su potansiyeli değeri	32

1.GİRİŞ

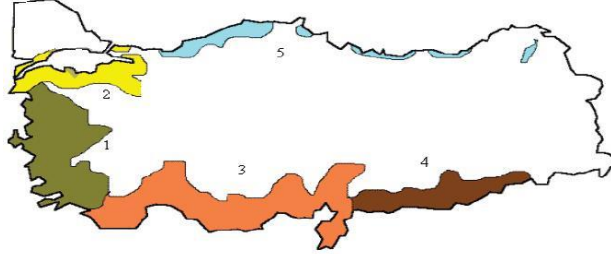
Tarihi çok eskilere dayanan dünyanın en sağlıklı ve doğal bitkisel yağ kaynağı olan zeytin, tarih içerisinde pek çok efsaneye kaynaklık yapmış, eski uygarlıkların yazıtlarında ve kutsal kitaplarda yer almıştır. Nitekim Nuh tufanından sonra beyaz bir güvercin, tufanın bitişini belirtisi olarak ağzında bir zeytin dalıyla dönmüştür. İnsanların sağlıklı beslenmesinde önemi her geçen gün artan zeytin, tarih öncesi devirlerden itibaren kullanılan ve bilinen en eski üründür (Özkaya ve ark., 2004).

Akdeniz bölgesinde yaşayan insanların kültür ve geleneklerinde derin etkisi görülen zeytin ağacı klorofil özellikli, her dem yeşil ve uzun ömürlü subtropikal karakterli bir bitkidir. Küçük tam kenarlı karşılıklı yaprakları olan bitkinin meyvesi eriksi tiptedir. Zeytin (*Olea*), *Oleaceae* ailesinden, yaklaşık 20 kadar türü olan bircinstir. Zeytinin (*Olea*) en önemli türü Akdeniz bölgesinin doğal bitkisi olan *Olea europea* L.dir. Dünya üzerinde yaşı 1000 ile 2000 arasında değişen zeytin ağaçları bulunmaktadır. Yetiştiricilik diğer enlemlerde mümkünse de yaygın olarak 45° Kuzey ile 30° Güney enlemler arasında, yüksekliğin fazla olduğu durumlarda ise daha düşük enlem derecelerinde yapılmaktadır. Bilinen 2000'nin üzerindeki çeşit ve klondan yaygın olarak birkaçı yetiştirilmekte, yetiştirilen çeşitler ülkeden ülkeye yada bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir (Connor and Ferreres, 2010).

Dünya'da 37 ülkede ekonomik anlamda zeytin üretimi yapılmaktadır. 9.8 milyon hektar dünya zeytin üretim alanının %95'i kuzeyde Akdeniz bölgesinde yer almaktadır. Yaklaşık 13 milyon ton olan Dünya dane zeytin üretiminin %86'sı 6 tipik Akdeniz ülkesinde yoğunlaşmıştır. Sırasıyla üretimin %26'sı İspanya, %23'ü İtalya, %15'i Yunanistan, %9'u Türkiye, %8'i Tunus ve %5'i Fas tarafından sağlanmaktadır. Türkiye gerek iklimsel koşulları, gerekse coğrafi konumu ve arazi yapısı ile zeytin tarımına oldukça elverişli tarımsal alanlara sahiptir (Öztürk, 2006).

Türkiye'de zeytin Ege, Marmara, Akdeniz, Karadeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilmektedir (Şekil 1.1) (Güler ve ark, 2010). Türkiye'de 753.000 ha alanda, 106.139 bin adedi meyve veren yaşıta (% 70), geri kalan 45.491 bin adedi (% 30) meyve vermeyen yaşıta olmak üzere toplam 151.630 bin adet zeytin ağacı bulunmaktadır (Özkaya ve ark., 2010). Bu zeytin ağaçlarının % 67.7' sinin yer aldığı ve zeytin üretiminin ise % 75'inin gerçekleştirildiği Ege

Bölgesi, Türkiye'nin en önemli zeytin yetiştiricilik bölgesidir. Ege Bölgesinde 454.290 ha'lık alanda, toplam 760.000 ton zeytin üretilmektedir. Bu üretimin yaklaşık % 76'sı yağlık olarak değerlendirilmektedir. Yani Türkiye'deki zeytin-yacı üretiminin büyük bir kısmı Ege Bölgesi tarafından karşılanmaktadır (Öztürk ve ark., 2009).



Şekil 1.1 Türkiye'de Zeytin Üretim Alanları (Güler ve ark. 2010)

Türkiye dünya sofralık zeytin üretiminin %9.2'sini gerçekleştirerek bu alanda 3., ihracatında %6.2 ile 5., zeytinyacı üretiminde %2.7 ile 5. ve ihracatında %5 ile 4. sırada olup; bu ürünlerden önemli miktarda döviz girdisi sağlamaktadır (TÜİK, 2014).

Gerek dünya gündemini gerekse ülkemiz gündemini oldukça meşgul eden iklim değişikliği, günümüzün en önemli çevre ve ekonomik problemleri arasında en ön sıralarda yerini almaya devam etmektedir. Küresel ısınmanın çevresel etkisinin dünyanın her yerinde aynı şekilde meydana gelmeyeceği, bazı yerlerde taşkınlar meydana gelirken başka bölgelerde de ciddi kuraklığın yaşanacağı ön görülmektedir (Yürekli ve Anlı 2008). Özellikle Kuzey yarım kürede kuraklık olayının şiddetinde ve meydana geliş sıklığında önemli artışlar beklenmektedir.

Kuraklık; bitkide metabolik, mekanik ve oksidatif birçok değişikliğe neden olup, büyümeyi ve verimi etkileyen yaygın çevresel streslerden birisidir. Kuraklık stresinin etkisi, strese maruz kalan bitkinin genotipi, gelişim dönemlerine, stresin şiddet ve süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu kapsamda, kuraklık bitkilerde stres ortamına adaptasyonu sağlayacak birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı tetiklemektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi., 2005).

Bitkilerde yaprak alanının azaltılması su stresi altında geliştirilen adaptasyonlardan ilkidir. Yaprak absisyonu, köklerin toprağın derinliklerindeki nemli bölgeye doğru uzaması, absisik asite tepki olarak stomaların kapanması, hücrelerde osmotik düzenleme, yaprak yüzeyindeki mum birikimindeki artış, su stresi

durumunda yapraktan enerji dağılımındaki değişim bitkiler tarafından su stresine karşı verilen diğer tepkiler olarak sayılabilir(Taiz and Zeiger,2008).

Bitkilerin su stresine karşı geliştirdikleri önemli bir strateji bitki su tüketimini azaltmak için stoma açıklığını ayarlayarak, bünyelerindeki suyu koruyabilmeleri yani su potansiyelini düzenleyebilmeleridir.

Toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca suyun hareketi tamamiyle potansiyel evapotranspirasyon (ET)'un kontrolü altındadır. Bitkideki su hareketinde tahrik eden güç transpirasyondur. Bitkide toprak-bitki kök yüzeyi ile yapraklar arasında suyun iletimi basınç gradyeni ile meydana gelir. Toprakta bitkiden meydana gelen evapotranspirasyonu karşılayacak düzeyde su varsa toprak-bitki-atmosfer boyunca suyun hareketi olağan şekilde devam etmekte, herhangi bir düzenlemeye gerek duyulmamaktadır. Yüksek evaporatif talep ve azalan toprak nem içeriği koşulunda ise, toprak-bitki-atmosfer akış yolu boyunca su potansiyelinde azalma meydana gelmektedir. Ayrıca topraktaki nem azalması sonucu toprakta ve toprak-bitki kök yüzeyinde hidrolik dirençte bir artış meydana gelmektedir. Bu artış çoğu ağaç türünde stomalarda kapanmaya ve bunun sonucunda transpirasyonda ve CO₂ asimilasyonunda azalmaya yol açar (Breda et al., 2006).

Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerden biri olan Memecik zeytin çeşidinin ele alındığı bu çalışmada, farklı kısıtlı sulama stratejilerinde zeytin ağaçlarında bitki su potansiyeli, taç sıcaklığı ve stoma iletkenliğinin mevsim içerisinde değişiminin incelenerek stres koşullarındaki davranışlarının ve aralarındaki ilişkinin ortaya konulması ve bu iki gösterge üzerine meteorolojik parametrelerin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Zeytin ve Su Stresi

Kuraklığa dayanıklı olarak bilinen zeytin Akdeniz Havzasında entansif tarım için uygun olmayan toprak tipi ve topoğrafyaya sahip ve suyun bulunmadığı marjinal alanların en önemli bitkisidir. Zeytin ağaçları günümüzde sulama, gübreleme ve budama gibi tarımsal faaliyetlerle birlikte kapama bahçeler halinde de yetiştirilmeye başlanmıştır.

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 et al. 2014). Zeytin ağacının bitki su tüketimine yönelik ilk çalışma yaklaşık olarak 60 yıl önce California’da yapılmıştır. Araştırmacılar, zeytin ağacından meydana gelen transpirasyon (T) miktarının aynı bölgede yetiştirilen yaprağını döken meyve ağaçlarından çok daha düşük olduğunu belirlemişlerdir (Feres et al., 2011).

Yazları sıcak ve kurak bir iklime sahip Akdeniz ikliminde bitki gelişimi ve verimliliğini etkileyen temel sınırlayıcı faktörlerin başında bitkide strese yol açan su kısıtı gelmektedir (Sebastiani, 2011). Bitki stresi, bitkinin olağan işlevlerini aksaklığa uğratan etmenleri tanımlamak için kullanılan anlaşılması zor bir terimdir. Bitki stresinin yaygın nedeni, bitkilerin atmosferik buharlaşma isteminden daha az bir hızda transpirasyon yapmasına neden olacak biçimde, topraktaki suyun yetersiz kalışdır (Reginato, 1983; Ödemiş ve Baştuğ, 1999).

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).

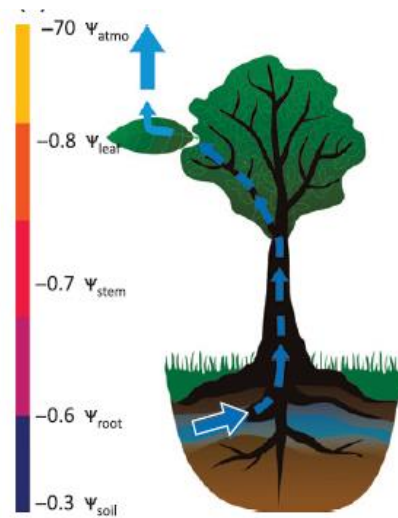
Zeytin yaprakları suyun yetersiz olduğu koşullara oldukça uyum göstermiştir. Yapraklar küçük, sert olup sadece alt yüzeylerinde stoma bulunur. Yaprak yüzeyleri özellikle alt yüzey mumsu bir katman ve tüylerle kaplıdır. Bu tüyler alt yüzeyin daha az yeşil görülmesine neden olur, bu özellik bazı çeşitlerde çok daha belirgindir. Zeytinde yaprakların morfolojik özellikleri minimum radyasyon yüküne ve maksimum ısı değişimine yol açar, özellikle su stresi altında paraheliotropik hareket özelliği ve yaprakların küçük olması radyasyon yükünü minimum

kılar. Yoğun mesofil katman, yüksek yansıtma özelliği bulunan kalın kütikula ve mumsu katman gibi morfolojik özellikler stomaların kapanması nedeniyle latent ısı değişiminin minimum olduğu durumda bile yaprak sıcaklığının artışı engeller (Fernandez et al.1997).

Zeytin ağaçlarında su stresinin ilk belirtisi yaprakların erken yaşlanması ve dökülmesidir. Su stresi gözle görülür bir hal almadan önce yapraklar dokularındaki su içeriğinin %40'ını kaybeder ve oldukça düşük bir yaprak su potansiyeline (-6 hatta -8 MPa) ulaşırlar (Rhizoupoulou et al., 1991). Bu adaptasyon mekanizması bitkinin yaprakları ile kökleri arasında çok yüksek bir potansiyel eğimin oluşmasına yol açar, bu sayede bitki toprakta -2.5 MPa'a kadar tutulan sudan yararlanabilir (Xiloyannis et al. 1999).

2.2 Toprak-Bitki-Atmosfer Uzantısında Su Hareketi

Bitkideki su hareketinde tahrik edici güç transpirasyondur. Suyun topraktan bitkiye bitkiden atmosfere taşınımı basınç gradyeni sonucunda meydana gelmekte, su azalan su potansiyeli doğrultusunda hareket etmektedir (Şekil 2.1). 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).

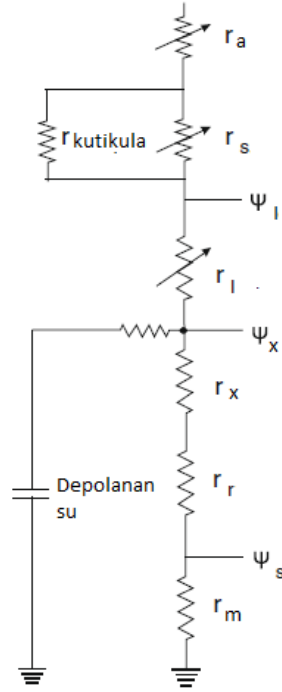


Şekil 2.1 Toprak-Bitki-Atmosfer uzantısında su hareketi (Goldsmith, 2013)

Bitkilerde suyun hareketi Ohm' yasası ile açıklanabilir. Yani akım potansiyel farkı ile doğru, iki nokta arasındaki dirençle ters orantılıdır. Bu durumda su potansiyeli farkına karşılık ortamın akışa direnci akış büyüklüğünü belirler (Şekil 2.2.). Denge koşullarında toprak-bitki-atmosfer uzantısının her bir bölümünde meydana gelen akış aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir (Blum, 2011).

$$Su\ akışı = \frac{\psi_s - \psi_r}{r_m} = \frac{\psi_r - \psi_l}{r_r + r_x} = \frac{\psi_l - \psi_a}{r_s + r_a}$$

Eşitlikte, r_m toprak matriksinden kaynaklanan direnç, r_r kök direnci, r_x ksilem direnci, r_s stoma direnci ve r_a hava direnci dir. $\psi_s, \psi_r, \psi_l, \psi_a$ sırasıyla toprak, kök, yaprak ve hava su potansiyelini ifade eder.



Şekil 2.2. Toprak-Bitki-Atmosfer uzantısında su hareketinin Ohm yasasına göre şematik gösterimi, dirençler üzerindeki oklar dirençlerin değişkenlik gösterebileceğini belirtmektedir (Blum, 2011).

Toprak ile yaprak arasındaki su potansiyeli farkı gün ortasında maksimum değere ulaşırken, gün doğumu öncesinde ise toprak nem düzeyinin solma noktasında yada yakın olmadığı durumlarda ise toprak ile yaprak su potansiyelinin eşit olduğu kabul edilir (Blum, 2011).

Bitkilerin su stresi koşullarında verdikleri en önemli tepkilerden birisi bitki yapraklarında yer alan stomalarını kapatarak (stoma direncini arttırarak)transpirasyonla meydana gelen su kaybını azaltmalarıdır. 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).

2.3 Fizyolojik Çalışmalar

Mariscal et al. (2000) yaptıkları çalışmada 3 farklı zeytin çeşidinde yaprakların alt ve üst yüzeylerinden meydana gelen yansımayı ölçmüş ve birbirleri ile karşılaştırmıştır. Çalışmada alt ve üst yüzeyden en yüksek yansıma, ‘Hojiblanca’da (0.063, 0.13) ölçülmüştür, ikinci sırada ‘Picual’ (0.06, 0.12), üçüncü sırada ise ‘Arbequina’ (0.06, 0.10) yer almıştır. Yüksek yansıtma özelliği ile birlikte küçük yapraklılık ve yapraktan ısı dağılımı hava ve yaprak arasındaki sıcaklık farkını düşürmektedir. Bu özellik ise su stresi koşullarında oldukça önem kazanmaktadır (Connor and Fereres, 2010).

Farklı sulama konularında ‘Manzanilla’ zeytin çeşidinin stoma ve hidrolik iletkenliğindeki değişimini incelendiği bir çalışmada araştırmacılar, sulanan konuda stoma iletkenliğini $0.20-0.30 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında, sulanmayan konuda ise $0.10 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ civarında bulmuşlardır. Araştırmacılar, yaprak su potansiyelinin sulanan konuda -2 ile -1 MPa aralığında değiştiğini, sulanmayan konuda -4 MPa in altına düştüğünü belirtmişlerdir (Torres-Ruiz et al., 2011).

Masmoudi et al. (2010) kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında yaptıkları çalışmada stoma iletkenliği, gün ortası yaprak su potansiyelini incelemişlerdir. Araştırmacılar yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Kontrol konusunda yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında polinomiyal bir ilişki olduğunu ve optimum stoma iletkenliğinin $450 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve optimum yaprak su potansiyelinin -2.5 MPa olduğunu açıklamışlardır.

Giorio et al. (1999) zeytinde farklı sulama düzeyinin fotosentez, yaprak su potansiyeli (YSP) ve stoma iletkenliği üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, yaz aylarında uzun süreli kuraklığın toprak nem içeriği, yaprak su potansiyeli, stoma

iletkenliği üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar su uygulanmayan konuda toprak neminin hacim yüzdesi cinsinden %30 dan %21'e; gün ortasında ölçülen yaprak su potansiyelinin -1.5 MPa dan -3.4 MPa'a; ve stoma iletkenliğinin de 0.190 dan 0.023 mol m⁻² s⁻¹ değerine düştüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacılar benzer tepkilerin daha düşük stres uygulanan ağaçlarda da görüldüğünü ve stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve toprak nem düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Zeytin ağaçlarında gövdedeki özsu akışı ile yaprak su potansiyeli üzerine sulamanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sulanan ağaçlarda yaprak su potansiyelindeki düşüş nispeten az olurken, çalışmada sulanan konuda sabah ölçülen yaprak su potansiyeli her zaman -0.5 MPa'ın üzerinde gerçekleşmiştir. Öğle saatlerinde ölçülen yaprak su potansiyeli ise -2.5 MPa'ın altına düşmemiştir (Tognetti et al., 2004).

Boussadia et al. (2008) iki farklı zeytin çeşidinin su stresine karşı tepkisini araştırdıkları çalışmada yaprak su potansiyeli, oransal su içeriği ve stoma iletkenliği değerlerinin stres düzeyi arttıkça azaldığını belirlemişlerdir. Çalışmada 'Koroneki' çeşidinde YSP değerı tam sulama konusunda -1.6 MPa değerindeyken hafif, orta ve şiddetli stres koşullarında sırasıyla -1.67, -2.66 ve -6.53 MPa'a düşmüştür. Araştırmacılar, 'Meski' çeşidinde ise tam sulama konusunda -1.47 MPa olan değerin hafif, orta ve şiddetli stres koşullarında sırasıyla -1.43, -1.83 ve -4.3 MPa'a düştüğünü belirlemişlerdir.

Ölmez ve ark. (2003) kayısıda yaptıkları çalışmada, bitkinin kuraklığa dayanımını en belirgin şekilde ifade eden YSP' nin, çalışmalarda ele alınması gereken en güvenilir verilerden biri olduğu ve bu konudaki çalışmalarda dikkate alınması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Romorini and Massai (2003) şeftali fidanlarında tek yıllık çalışmada bitki su içeriğini belirlemek için kullanılan göstergeleri karşılaştırarak en hassas ve güvenilir göstergenin belirlenmesini amaçlamışlardır. Şeftali fidanlarında yaprak su potansiyeli, sürgün su potansiyeli ve yaprak sıcaklıkları 5 gün arayla ölçülmüştür. Çalışma sonucunda araştırmacılar ağaçlardaki su düzeyini belirlemede sürgün su potansiyelinin yaprak su potansiyeline göre daha güvenilir olduğunu ifade etmiştir.

Kaya et al. (2009) farklı sulama düzeyinde zeytin ağaçlarında yaprak su potansiyelinin değişimini inceledikleri çalışmada uygulanan sulama suyunun düzeyi arttıkça yaprak su potansiyelinin değeri de artmıştır. Sabah saatlerindeki yaprak su potansiyeli tam sulanan konuda -0.71 ile -0.92 MPa arasında değişirken, sulanmayan tamamen yağışa dayalı yetiştirilen konuda ise -1.72 ile -2.88 MPa arasında değişmiştir. Çalışmada ($T_c - T_a$) ile yaprak su potansiyeli arasındaki ilişki analiz edildiğinde aralarında ters doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Möller et al. (2007), Merlot asma bağlarında sulama konularını hafif, orta ve şiddetli stres düzeyine göre belirlemişlerdir. Çalışmada termal görüntülerden yararlanarak elde edilen CWSI değerleri ile sürgün su potansiyeli (ψ_{stem}) ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki irdelenmiştir. Araştırmacılar CWSI ile ksilem su potansiyeli arasında orta, CWSI ile stoma iletkenliği arasında ise oldukça kuvvetli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Berni et al. (2009), yaptıkları çalışmada zeytin bahçesine ait yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarından elde ettikleri taç sıcaklıklarını, ağaç taç iletkenliğini ve CWSI hesaplamasında kullanmışlar, kısıtlı ve tam sulanan konulardaki ağaçlar için hesaplanan CWSI değerleri ile bu ağaçlarda ölçülen bitki su potansiyelini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar heterojen özellik gösteren meyve bahçelerinde su kullanımının mekansal analizinin gerçekleştirilmesinde ve meyve bahçelerinde su yönetiminin geliştirilmesinde hava fotoğraflarının oldukça yararlı olacağını ifade etmişlerdir.

Bitki su stresi indeksi, iki farklı yaklaşımla bulunmaktadır. Bunlardan birincisi deneysel, ikincisi ise teorik olanıdır. Deneysel yaklaşımda, taç-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasında regresyon analizi yapılmaktadır. Teorik yaklaşımda ise bitki tacının özelliğini yansıtan hava direnci (r_a) ve taç direncini (r_c) kullanarak enerji denge eşitliğinden yararlanılmaktadır. Her iki yaklaşımda da ($T_c - T_a$) farkı, bitkinin karakteristik özelliğini yansıtmaktadır (O'Toole and Real, 1986).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bornova ovasının genel tanımı

İzmir Körfezinin 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 konileri oluşturmuşlardır. Bornova Ovası ve çevresinde Akdeniz iklimi hakimdir. Elverişli iklim koşulları nedeniyle jeomorfolojik koşulların uygun olduğu alanlarda tarımsal etkinlikler önemli yer tutmaktadır (Güçlü, 2010).

3.1.2 Araştırma alanının yeri

Bu çalışma; Nisan 2013- Eylül 2013 döneminde T.C. Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bornova Zeytincilik Araştırma İstasyonu, Bornova Üretim ve Araştırma Sahası içerisinde açık alanda yürütülmüştür (Şekil 3.1). Araştırma alanının denizde yüksekliği yaklaşık 20 m, enlem derecesi 38° 43'N, boylam derecesi ise 27° 25' E dir. Denemenin yürütüleceği alanda her türlü kültürel uygulama (budama, bitki koruma, gübreleme, toprak işleme) yapılmaktadır. Araştırma alanında yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Deneme alanı toprakları alüvyal toprak grubu içerisinde yer alıp tınlı bünyeye sahiptir.



Şekil 3.1. Araştırma alanının görüntüsü.

3.1.3 Araştırma alanının iklim özellikleri

Araştırma alanı; Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Araştırma alanına ait iklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir (Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2).

Bornova’da denemenin yürütüldüğü döneme (mayıs – eylül) ait aylık ortalama sıcaklık değerleri 20.5 °C ile 30.1 °C arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmanın yürütüldüğü dönem içerisinde en yüksek ortalama sıcaklık değeri, temmuz ayında, 30.1 °C; en düşük ortalama sıcaklık değeri ise 20.5 °C, ile mayıs ayında kaydedilmiştir. Anılan dönemde uzun yıllık ortalama yağış miktarı en yüksek 26.2 mm ile mayıs ayında, en düşük ise 1.6 mm ile ağustos ayındadır.

Bornova’ da deneme dönemine ilişkin aylarda en düşük oransal nem % 39.5 ile temmuz ayında, en yüksek oransal nem değeri ise % 62.9 ile mayıs ayında kaydedilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yıl boyunca oransal nem değerleri % 39.5 ile %71.4 değerleri arasında değişiklik göstermiştir.

Bornova’ da hakim rüzgar yönü kuzey-doğu’ dur. Uzun yıllar ortalamasına göre rüzgar hızı değerleri 3 m/sn – 3.4 m/sn arasında değişmektedir.

Çizelge 3.1 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllık ortalama değerleri

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

Çizelge 3.2 Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının denemenin gerçekleştiği aylardaki değerleri

Aylar	Aylık Ort. Rüzgar Hızı (m/sn, 2m)	Aylık Ort. Oransal Nem (%)	Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	Aylık Ort. Buharlaşma (°C)	Aylık Toplam Yağış (mm)
Nisan	17.2	22.7	25.7	28.4	28.7
Mayıs	54.4	54.7	50.7	42.1	45.1
Haziran	3.1	2.8	2.9	3.5	3.1
Temmuz	5.6	7.3	8.9	9.6	8.6
Ağustos	30.2	43.7	27.1	0	20
Eylül	17.2	22.7	25.7	28.4	28.7

3.1.4 Araştırmada kullanılan Memecik zeytin çeşidi

Türkiye’de Güney Ege’de Memecik ekonomik öneme sahip yağlık zeytin çeşididir (şekil 3.2). Memecik zeytin çeşidinin orijinali Muğla’dır. Meyve boyu iri ve soğuğa duyarlıdır. Meyve eti oranı %88.28, yağ oranı %25.50 ve nem oranı %52.60’dır. Kuvvetli periyodisite göstermektedir (Sevim ve Tuncay, 2012).

“Aşı yeli”, “Gülümbe”, “Şehir”, “Taşarasi”, “Tekir”, “Yağlık” adları ile bilinir. Orijinali Muğla ili olup, Ege ve Akdeniz sahili boyunca yayılmıştır. Ege Bölgesi ağaç varlığının yarısını, Türkiye toplam zeytin üretim alanının yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Ağaçları iyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir, toplu ve yuvarlak taç oluşturur. Bu çeşit dayanıklı ve farklı toprak ve iklim koşullarına adapte olabilen bir çeşittir. Genellikle kuvvetli periyodisite gösterdiği bilinmektedir. Kısmen kendine verimli olan bu çeşidin ürünü sofralık ve yağlık olarak çok yönlü değerlendirilmektedir. Yağı koyu yeşilimsi sarı renkli ve meyve kokuludur. Kimyasal ve duyuşsal kalite kriterlerine göre yağı Ayvalık çeşidinden sonra gelmektedir. Yeşil olum döneminde toplanan meyveler İspanyol usulüne göre işlenerek dış pazar isteklerine uygun ürün elde edilir. Meyvelerde et çekirdeğe yapışkındır. Bu çeşidin çekirdeklerinin köklenme oranı orta düzeyde olup aşı veya yeşil dal çeliği ile üretimi yapılmaktadır (Arsel ve ark., 2006).



Şekil 3.2 Memecik çeşidi hasat yapılırken bir görüntü

3.1.5 Sulama sistemi

Araştırmada damla sulama sistemi kullanılmıştır. Bu sistem; pompa, kontrol birimi, ana ve yan borular, lateraller ve basınç düzenleyicili damlatıcılardan oluşmaktadır. Deneme alanında yapılan infiltrasyon testinde infiltrasyon hızının 8 mm/h olduğu tespit edilmiştir. Buna göre tesis edilen damla sulama sistemine ilişkin teknik özelliklerden; lateral aralığı ve damlatıcı aralığı 90 cm, damlatıcı debisi 8 l/h ($k=1.2$ için ıslatılan alan oranı %31 olmaktadır), lateral çapı 16 mm olarak belirlenmiştir (Yıldırım, 2003). Her ağaç sırasına iki lateral yerleştirilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme deseni ve tesisi

Bu çalışma; Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bornova Üretim ve Araştırma Sahasında yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları allüviyal toprak grubu içerisinde yer alıp tınlı bünyeye sahiptir. Çalışmada, 7 x 5 m olarak kurulmuş, dikimden bu güne kadar damla sulama ile sulanmış 25 yaş civarındaki Memecik zeytin çeşidi kullanılmıştır. Çalışmanın arazi çalışmaları, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 konu 3 tekerrürlü olarak, tek yıl yürütülmüştür. Her parselde kenar tesiri hariç 4 adet ağaç değerlendirmeye alınmıştır.

Denemede konular aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

K1: Susuz,

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

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

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

K5: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'ini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması.

K2 ve K3 konusunda ilk sulama, gravimetrik yöntemle izlenerek, 90 cm toprak katmanındaki elverişli nem % 50'ye düştüğünde uygulanmıştır. Daha sonra sulamalara 5 gün ara ile toprakta eksilen nem miktarı dikkate alınarak devam edilmiştir. Yapılan çalışmalarda meyve ağaçlarında sulama aralığı birkaç gün ile birkaç hafta arasında değişebilmektedir (Kanber et al., 1993; Anaç ve ark, 2009 ; Toplu et al., 2009; Aşık ve ark. 2011). Damla sulama yönteminde ıslatılan alan bitki tarafından gölgelendiği için bitki su tüketimi geleneksel yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketiminden daha az olmuştur (Yıldırım, 2003). K4 ve K5 konularında ise fenolojik dönemler izlenerek sulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu dönemlerde toprakta eksilen nem belirlenerek sulama suyu hesaplanmıştır. Denemede kullanılacak zeytinin hasat zamanı kasım ayı olmuştur. Bu nedenle, sulamalara sonbahar yağışları dikkate alınarak son verilmiştir.

3.2.2 Sulama uygulamalarına yönelik ölçümler

3.2.2.1 Bitki su tüketimi ve sulama suyu 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. Bununla birlikte denemenin başından itibaren sulamadan bir gün önce ve bir gün sonra profil probe yardımıyla 100 cm derinlikteki toprak nemi izlenerek derine sızma olup olmadığı takip 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) ise, 0-90 cm kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, örtü yüzdesi ve o konuya ilişkin katsayı ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Uygulanacak sulama suyu, parselin hemen yakınına yerleştirilen su sayacı ile ölçülmüştür. Ayrıca basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanıldığından su uygulama randımanı %100 kabul edilmiştir.

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

3.2.3 Fizyolojik ölçümler

3.2.3.1 Yaprak su potansiyeli (YSP)

Bitkideki su potansiyeli Scholander ve ark. (1965) tarafından kullanılan ve Goode (1968) tarafından geliştirilen, scholander tip basınç odası yardımıyla, ağaç tacının güney tarafından ve tamamen güneş gören 5 ile 7 yaprağa sahip 2 sürgün alınarak ölçülmüştür (Şekil 3.3). Ölçümler gün ortasında gerçekleştirilmiştir. Her bir tekerrürden 1 ağaç toplam 3 ağaçtaki 6 ölçümün ortalaması alınarak o konu için ortalama yaprak su potansiyeli bulunmuştur.

Ölçümlere K2 ve K3 konusunda sulamaların başlanmasından 3 hafta sonra tüm konularda başlanmış, sulamaların bitişine kadar devam edilmiştir. Ölçümler 2 hafta arayla ve çarşamba günleri gün ortasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3 Scholander tip basınç odası

3.2.3.2 Stoma iletkenliği

Stoma iletkenliğini 6lçmek üzere Yaprak Porometresi (DECAGON SC-1) kullanılmıştır (Bengal, 2009). 6lçümlere K2 ve K3 konusunda sulamaların başlanmasından 3 hafta sonra tüm konularda başlanmış, sulamaların bitişine kadar devam edilmiştir. 6lçümler her hafta ve çarşamba günleri saat 11:30-14:00 arasında gerçekleştirilmiştir (şekil 3.4).

Stoma iletkenliği 6lçümleri difüzyon yaprak porometresi yardımıyla her bir tekerrürde 2 ağaçta ve her bir ağacın güney tarafındaki sürgünlerde gelişimini tamamlamış, güneş gören 4 yaprakta yapılmıştır (Bengal et al, 2009).



Şekil 3.4 Araştırma alanında stoma iletkenliği 6lçümü.

3.2.3.3 Yaprak sıcaklığı

Bitki ta sıcaklığı su eksikliğinin bir göstergesidir. Yaprak sıcaklığındaki artış hava sıcaklığındaki artış ile ilgili olarak azalan terleme ve bunun sonucu kısmi veya tam stoma kapanmasını işaret eder. İnfrared termometre ya da termal görüntüleme meyve ağaçlarında ve bağlarda stoma iletkenliğinin izlenmesinde kullanılan bir tekniktir (Wang ve Gartung, 2010).

Çalışmada bitki su stresinin izlenmesi ve stoma iletkenliği ile ta sıcaklığı-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) arasındaki ilişkinin ortaya konması amacıyla çevreden, bitkinin fenolojik durumundan ve topraktaki nem eksikliğinden etkilenen bitki ta sıcaklıkları, elde taşınabilir bir infrared termometre yardımıyla ölçülmüştür (Fluke 574, Everett WA, USA). Ta sıcaklığı (T_c) ölçümleri, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda Çarşamba günleri, saat 11:30–14:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler her bir tekerrürdeki parsel ortasındaki iki ağaçta yapılmıştır. Ölçümler her bir ağacın dört bir yönünden (doğu, batı, kuzey ve güney) ve güney-doğu ve güney-batısından ağaç tacından 2 ila 3 m mesafede ve yerden 2 m yükseklikte, infrared termometre yere paralel olacak şekilde 3 yinelemeli olarak yapılmıştır (şekil 3.5). Ölçümler esnasında, görüş alanına yalnızca bitki tacının girmesine özen gösterilmiştir. Ölçümlerin ortalaması alınarak o konunun ortalama ta sıcaklığı bulunmuştur (Glen ve ark., 1989; Andrews ve ark., 1992; Evsahibioğlu, 1995). Ayrıca ölçüm anındaki meteorolojik parametreler istasyon içerisindeki Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait otomatik meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir.

Ölçümlere K2 ve K3 konusunda sulamaların başlamasından 3 hafta sonra tüm konularda başlanmış, eylül ayının sonuna kadar devam edilmiştir. Ölçümler her hafta ve çarşamba günleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5 Yaprak sıcaklığı ölçümü

3.2.4 Meteorolojik ölçümler

Yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği ölçümleri ile birlikte solar radyasyon, ıslak ve kuru termometre sıcaklığı, 20 cm derinlik için toprak sıcaklığı (ıslak ve kuru bölge için) ve rüzgar hızı ölçümleri yapılmıştır. Toprak sıcaklığı, ıslak ve kuru termometre sıcaklığı ölçümü deneme parselinde yapılmıştır. Rüzgar hızı, solar radyasyon ölçümleri Bornova Zeytincilik Araştırma İstasyonu sınırları içinde bulunan 2. Bölge Meteoroloji Genel Müdürlüğüne bağlı meteoroloji istasyonundan alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 2. Bölge Meteoroloji Genel Müdürlüğüne bağlı meteoroloji istasyonu

3.2.5 Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi

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 miktarları

Çalışmada sulamalara 03 Haziran 2013 tarihinde başlanmış ve 26 Eylül 2013 tarihinde son verilmiştir. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 2013 yılında aylara göre konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (mm)

SULAMA KONULARI	AYLAR				TOPLAM
	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	
K1	0	0	0	0	0
K2	208.4	207.5	210.2	187.8	813.9
K3	69	68.6	69.3	62	268.9
K4	0	49	53	47.1	149.1
K5	0	24.5	26.5	23.5	74.5

2013 yılındaki çalışmada konulara göre sulama sezonu boyunca uygulanan toplam sulama suyu miktarları 0-813.9 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Uygulanan sulama suyu miktarları Ağustos ayında maksimum seviyeye çıkmıştır.

Aşık et al. (2014) Bornova koşullarında farklı sulama düzeylerinin Memecik zeytin çeşidinin verim, fizyolojik ve morfolojik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, her beş günde bir Clas A Pan buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın farklı düzeylerinde (S0.25, S0.5, S0.75, S1.0 ve S1.25) su uygulanan ve 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemin tarla kapasitesine getirildiği (SC) olmak üzere 6 sulama konusunu dikkate aldıkları çalışmada konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarı 175-874 mm arasında değişmiştir.

4.1.2 Bitki su tüketimi (ET_a)

Çalışmanın yapıldığı yılda her bir konu için meydana gelen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2 de verilmiştir.

SULAMA KONULARI	AYLAR				TOPLAM
	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	
K1	67	29	25	7	128
K2	177	216	213	178	785
K3	135	82	65	33	315
K4	67	59.4	47.6	56	230
K5	67	36.5	31.5	28	163

Çizelge 4.2 2013 yılında aylara göre zeytin bitkisinin bitki su tüketimi (mm)

Çizelge 4.2 incelendiğinde, aylık ET değerleri, deneme periyodu boyunca, 7-216 mm arasında değişirken, en yüksek bitki su tüketimi temmuz ayında meydana gelmiştir. Mevsimlik ET değerleri ise, 128-785 mm arasında değişmiştir. Çalışmada K₂ konusuna ait bitki su tüketimi değerleri aynı konuya ait sulama suyu ihtiyacından daha düşük bulunmuştur. Bu durum, ilk sulamada (3 haziran) topraktaki nem düzeyini tarla kapasitesine getirmek için verilen yüksek sulama suyu miktarından kaynaklanmaktadır.

Yarı kurak iklim koşullarında yetişkin zeytin ağaçlarının bitki su tüketimi (ET_c) 700mm ile 900 mm arasında değişmektedir (Goldhammer et al., 1994; Moriana et al., 2003; Grattan et al., 2006; Hidalgo et al., 2011). Aşık et al. (2014) Bornova koşullarında farklı sulama düzeylerinin Memecik zeytin çeşidinin verim, fizyolojik ve morfolojik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, her beş günde bir Clas A Pan buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın farklı düzeylerinde (S_{0.25}, S_{0.5}, S_{0.75}, S_{1.0} ve S_{1.25}) su uygulanan ve 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemin tarla kapasitesine getirildiği (S_C) olmak üzere 6 sulama konusunu dikkate aldıkları çalışmada konulara göre itki su tüketimi (ET_a) miktarı 253-902 mm arasında değişmiştir.

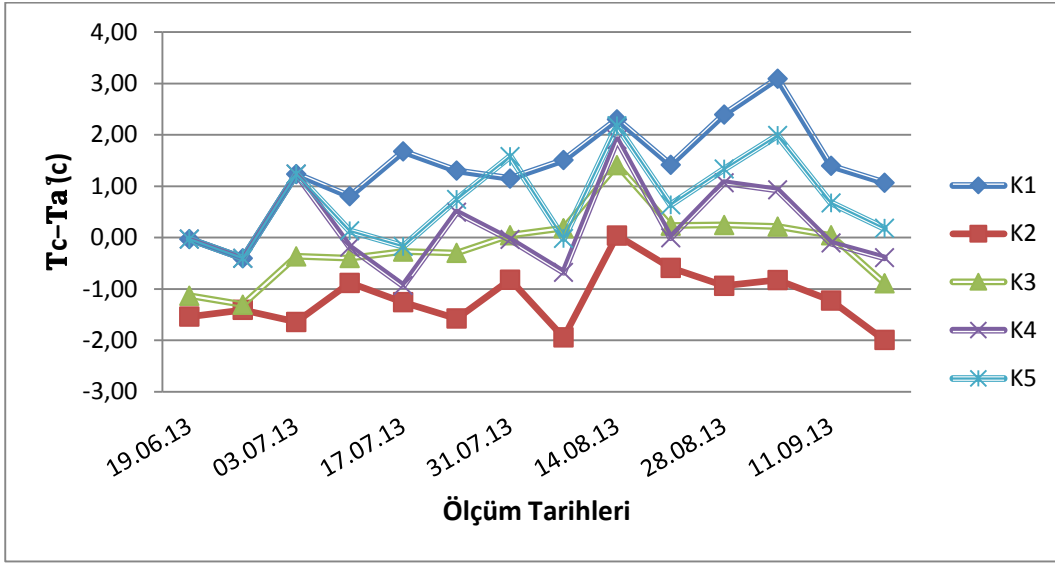
4.2 Fizyolojik ve Meteorolojik Bulgular

4.2.1 Fizyolojik bulgular

4.2.1.1 Yaprak ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a)

Zeytin ağaçlarında deneme süresince haftada bir ölçülen yaprak sıcaklıklarından hesaplanan ortalama yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ve

bunların Duncan sınıfları Çizelge 4.3’de verilmiştir, Şekil 4.1’ de konulara ait (T_c-T_a) değerlerinin sezon içerisindeki değişimi yer almaktadır.



Şekil 4.1 2013 yılında zeytin ağaçlarında yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) değerlerinin değişimi (°C).

Konulara göre elde edilen (T_c-T_a) değerleri hava sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. K1 konusunda -0.4 °C ile 3.09 °C arasında, K2 konusunda -1.99 °C ile 0.04 °C arasında, K3 konusunda -1.30 °C ile 1.41 °C arasında, K4 konusunda -0.93 °C ile 1.90 °C arasında, K5 konusunda -0.40 °C ile 2.17 °C arasında değişmiştir (Çizelge 4.3).

(T_c-T_a) değerleri için sezon ortalaması, sırasıyla K1 için 1.35 °C, K2 konusu için -1.19 °C, K3 konusu için -1.16 °C, K4 konusu için 0.21 °C, K5 konusu için 0.72 °C hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Duncan testi sonuçlarına göre K1 konusu ve K2 konusu haftalar ilerledikçe belirgin bir şekilde farklılık göstermiştir.

Pouyafard (2013) 2011 yılında Bornova koşullarında Ayvalık çeşidinde yaptığı çalışmada saksıda yetiştirilen 2 yaşındaki zeytin fidanlarında T_c-T_a nın sezon ortalamasını, I₁₀₀ konusu (%100 ETc) için -1.43 °C, I₆₆ konusu (%66 ETc) için -1.04 °C, I₃₃ (%33 ETc) konusu için -0.34 °C ve I₀ konusu için 1.04 °C hesaplamıştır. Bu çalışmada Duncan testine göre tam konusu (tarla kapasitesine göre sulanan), sezon boyunca susuz konusu ile önemli fark göstermiştir.

Erdem ve ark.(2005) patates bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada, 3 farklı sulama düzeyinde su uygulamıştır. Bu çalışmada susuz konusu için (T_c-T_a) değeri -0.30°C ve 0.63°C arasında değişmiştir.

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

Çizelge 4.3 2013 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama T_c-T_a değeri ($^{\circ}\text{C}$)

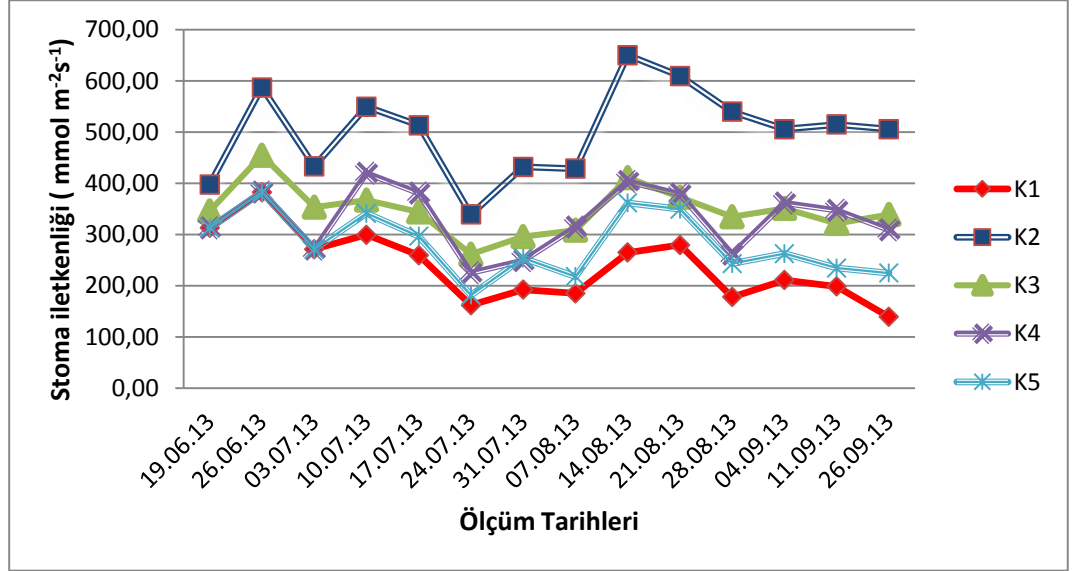
Tarih	19.06.2013	26.06.2013	03.07.2013	10.07.2013	17.07.2013	24.07.2013	31.07.2013	07.08.2013	14.08.2013	21.08.2013	28.08.2013	04.09.2013	11.09.2013	26.09.2013	Ortalama
K1	-0.02(b)	-0.40(b)	1.23(c)	0.80(d)	1.67(c)	1.30(d)	1.15(bc)	1.50(c)	2.30(c)	1.41(b)	2.39(d)	3.09(e)	1.39(d)	1.06(d)	1.35
K2	-1.53(a)	-1.40(a)	-1.64(a)	-0.88(a)	-1.25(a)	-1.57(a)	-0.81(a)	-1.94(a)	0.04(a)	-0.58(a)	-0.93(a)	-0.82(a)	-1.22(a)	-1.99(a)	-1.19
K3	-1.13(a)	-1.30(a)	-0.36(b)	-0.39(b)	-0.26(b)	-0.29(b)	0.04(ab)	0.18(b)	1.41(b)	0.23(ab)	0.24(b)	0.21(b)	0.04(b)	-0.88(b)	-0.16
K4	-0.02(b)	-0.40(b)	1.23(c)	-0.18(bc)	-0.93(a)	0.49(c)	0.03(ab)	-0.67(b)	1,90(ab)	-0.02(a)	1.06(c)	0.92(c)	-0.10(b)	-0.39(b)	0.21
K5	-0.02(b)	-0.40(b)	1.23(c)	0,13(c)	-0.17(b)	0,74(c)	1.58(c)	-0.19(b)	2.17(c)	0.63(ab)	1.33(c)	1.98(d)	0.67(c)	0.18(c)	0.72

$p \geq 0.05$ ns : önemsiz $p < 0.05$ önemli

NOT: T_c-T_a değerleri arasındaki farklar duncan testine göre sınıflandırılıp, ayrı sınıflardaki konular küçük harflerle gösterilip , farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmektedir.

4.2.1.2 Stoma iletkenliği

Sezon boyunca ve haftada bir yaprak sıcaklıklarına paralel olarak gün ortasında yapraklarda ölçülen ortalama stoma iletkenliği değerleri ve bunlara ait Duncan sınıfları izelge 4.4 de verilmiştir. Ortalama stoma iletkenliği değerlerinin sezon içerisindeki değişimi şekil 4.2' de yer almaktadır.



şekil 4.2 2013 yılı zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) değerlerinin değişimi ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Elde edilen stoma iletkenliği değerleri ölçülen hava sıcaklığı değerlerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Stoma iletkenliği, K1 konusunda $139.22 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $382.83 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında, K2 konusunda 339.23 ile $650.29 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında, K3 konusunda $261.55 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $454.80 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında, K4 konusunda $225.63 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $420.04 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında, K5 konusunda $181.82 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $382.83 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değişmiştir (izelge 4.9). Stoma iletkenliği değerleri için sezon ortalaması, K1 konusu için $238.48 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K2 konusu için $500.62 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K3 konusu için $347.36 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K4 konusu için $330.03 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K5 konusu için $281.22 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ hesaplanmıştır (izelge 4.4). Genel itibariyle en düşük değer K1, en yüksek değer ise K2 konusundan elde edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre konular arasındaki farklılık, ilk haftadan başlayarak önemli çıkmıştır. Haftalar ilerledikçe farklar belirginleşmiştir.

Pouyafard (2013) 2011 yılında Bornova koşullarında Ayvalık çeşidinde yaptığı çalışmada saksıda yetiştirilen 2 yaşındaki zeytin fidanlarında sezon boyunca stoma iletkenliği değerlerinin ortalamasını, I_{100} konusu (%100 ETc) için $645.12 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I_{66} konusu (%66 ETc) için $431.24 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I_{33} konusu (%33 ETc) için $324.92 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve I_0 konusu için $37.62 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ hesaplanmıştır.

Ben Ahmed et al.(2007) 12 yaşındaki zeytin ağaçlarında uyguladığı 3 farklı sulama konusunda stoma iletkenliği su uygulanmayan konu için $83 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ I_{33} konusu için $161 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve I_{66} konusu için $166 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ saptanmıştır. En düşük değer ise ağustos ayında sulamaya başladıktan 3 ay sonra $40 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Giorio et al. (1999) İtalya’da genç zeytin ağaçlarında kuraklığın etkisini araştırdıkları çalışmada susuz konusunda yaz boyunca stoma iletkenliği $23 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Sadras et al.(2011) asma üzerine yaptığı çalışmada, çalışmanın başında $630 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olan stoma iletkenliği meyve olgunlaşma döneminde $56 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ye kadar düşmüştür. Stoma iletkenliği minimum değere ulaştığında, $200 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $260 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değişiklik göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçları diğer araştırmacıların çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında stoma iletkenliği değerleri farklılıklar göstermiştir. Bunun da nedeni iklim farklılığının yanı sıra tür ve çeşit özelliği ile açıklanabilir.

Çizelge 4.4 2013 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama stoma iletkenliği değeri (mmol m⁻²s⁻¹)

Tarih	19.06.2013	26.06.2013	03.07.2013	10.07.2013	17.07.2013	24.07.2013	31.07.2013	07.08.2013	14.08.2013	21.08.2013	28.08.2013	04.09.2013	11.09.2013	26.09.2013	Ortalama
K1	313.23(b)	382.83(c)	271.43(c)	299.65(d)	259.62(e)	162.15(d)	192.55(d)	185.38(c)	265.04(d)	279.61(c)	178.05(d)	211.35(d)	198.60(e)	139.22(e)	238.48
K2	397.95(a)	587.33(a)	433.49(a)	549.57(a)	513.32(a)	339.23(a)	432.33(a)	428.61(a)	650.29(a)	609.77(a)	540.11(a)	505.82(a)	514.97(a)	505.93(a)	500.62
K3	345.91(b)	454.80(b)	353.30(b)	367.07(c)	344.09(c)	261.55(b)	296.31(b)	308.52(b)	411.27(b)	373.25(b)	334.55(b)	351.18(b)	321.93(c)	339.24(b)	347.36
K4	313.23(b)	382.83(c)	271.43(c)	420.04(b)	381.06(b)	225.63(c)	249.34(c)	314.59(b)	403.51(b)	378.90(b)	261.86(c)	361.47(b)	347.45(b)	309.12(c)	330.03
K5	313.23(b)	382.83(c)	271.43(c)	341.52(c)	296.84(d)	181.82(d)	254.02(c)	218.20(c)	361.94(c)	349.54(b)	243.38(c)	262.82(c)	234.63(d)	224.92(d)	281.22

p ≥ 0.05 ns : önemsizp < 0.05 önemli

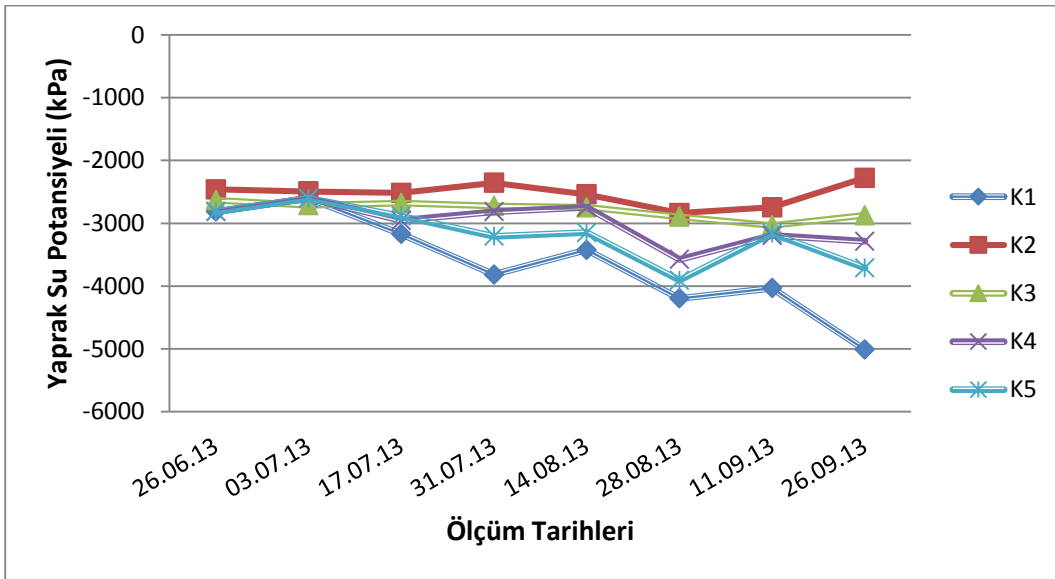
NOT: Stoma iletkenliği değerleri duncan testine göre sınıflandırılıp, ayrı sınıflardaki konular küçük harflerle gösterilip, farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmektedir.

4.2.1.3 Yaprak su potansiyeli (YSP)

Gelişme periyodu boyunca, denemenin başlamasından itibaren yaklaşık 14 gün arayla ölçülen ortalama YSP değerleri ve bunların Duncan sınıfları Çizelge 4.5 verilmiştir, Şekil 4.3 de konulara göre YSP değerlerinin sezon içi değişimini göstermektedir.

YSP değerleri, K1 konusunda -2602.7 ile -5010.2 kPa arasında değişmiş ortalaması -3633.4 kPa, K2 konusunda -2275.2 ile -2838.3 kPa arasında değişmiş ortalaması -2528.1 kPa, K3 konusunda ise -2631.5 ile -3033.7 kPa arasında değişmiş ortalaması -2786.6 kPa, K4 konusunda ise -2602.7 ile -3573.8 kPa arasında değişmiş ortalaması -2998.5 kPa, K5 konusunda ise -2602.7 ile -3907.0 kPa arasında değişmiş ortalaması -3179.5 kPa olarak bulunmuştur (Çizelge 5.8). Sezon boyunca K2 ve K1 konuları arasındaki en fazla YSP farkı 2735 kPa olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 4.3 Konulara Göre Zeytin (Memecik) Bitkisinin YSP değerleri Değişimi (kPa)



Aşık ve ark. (2011) yetişkin zeytin (cv Memecik) ağaçlarında farklı sulama düzeylerinde yaprak su potansiyeli değerlerinin değişimini izlemişlerdir. Araştırmacılar sabah saatlerinde en düşük YSP değerlerini buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %25'inin uygulandığı S_{0.25} konusunda -1.20 ile -1.62 MPa arasında, en yüksek ise S_{1.25} konusunda -0.83 ile -0.94 MPa arasında ölçmüşlerdir.

Dichio et al.(2005) iki yaşındaki zeytin fidanları üzerine yaptığı çalışmada 13 günlük kuraklık stresinden sonra elde edilen yaprak su potansiyeli değerleri kontrol konusu için -450 kPa, az stres gören bitki için -650 kPa, orta stres gören konu için -3250 kPa ve tam stres gören konu için -5350 kPa olarak saptanmıştır.

Giorio et al. (1999) İtalya’da genç zeytin ağaçlarında kuraklığın etkisini araştırdıkları çalışmada yaz boyunca su uygulanmayan konuda yaprak su potansiyeli -1500 kPa dan -3400 kPa a düşmüş aynı çalışmada minimum yaprak oransal su içeriği susuz konusunda %74 olarak saptanmıştır.

Massai et al. (1997) İtalya’da 3 çeşit şeftali ağacı ve her çeşitten 8 ağaç olmak üzere 24 şeftali ağacında yaptıkları çalışmada tam ve susuz olmak üzere iki farklı sulama konusu bulunmaktadır. Bu çalışmada 8 günde bir değerler ölçülmüş ve bu ölçümlere göre stres gören ağaçlarla hiç stres görmeyen ağaçlar arasındaki YSP farkı 300 kPa la 700 kPa arasında değişmiştir. Yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında bu çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.5 2013 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama yaprak su potansiyeli değeri (YSP,kPa)

Tarih	26.06.2013	03.07.2013	17.07.2013	31.07.2013	14.08.2013	28.08.2013	11.09.2013	26.09.2013	Ortalama
K1	-2815.3(c)	-2602.7(ns)	-3171.6(c)	-3815.2(d)	-3424.4(d)	-4194.3(c)	-4033.4(d)	-5010.2(e)	-3633.4
K2	-2459.1(a)	-2493.1(ns)	-2516.6(a)	-2355.7(a)	-2539.5(a)	-2838.3(a)	-2746.4(a)	-2275.2(a)	-2528.1
K3	-2631.5(b)	-2711.1(ns)	-2677.4(ab)	-2723.4(b)	-2746.4(b)	-2895(a)	-3033.7(b)	-2872.8(b)	-2786.6
K4	-2815.3(c)	-2602.7(ns)	-2953.2(bc)	-2815.3(b)	-2746.4(b)	-3573.8(b)	-3194.5(c)	-3286.5(c)	-2998.5
K5	-2815.3(c)	-2602.7(ns)	-2884.3(b)	-3206.0(c)	-3148.6(c)	-3907.0(bc)	-3160.1(bc)	-3711.7(d)	-3179.5

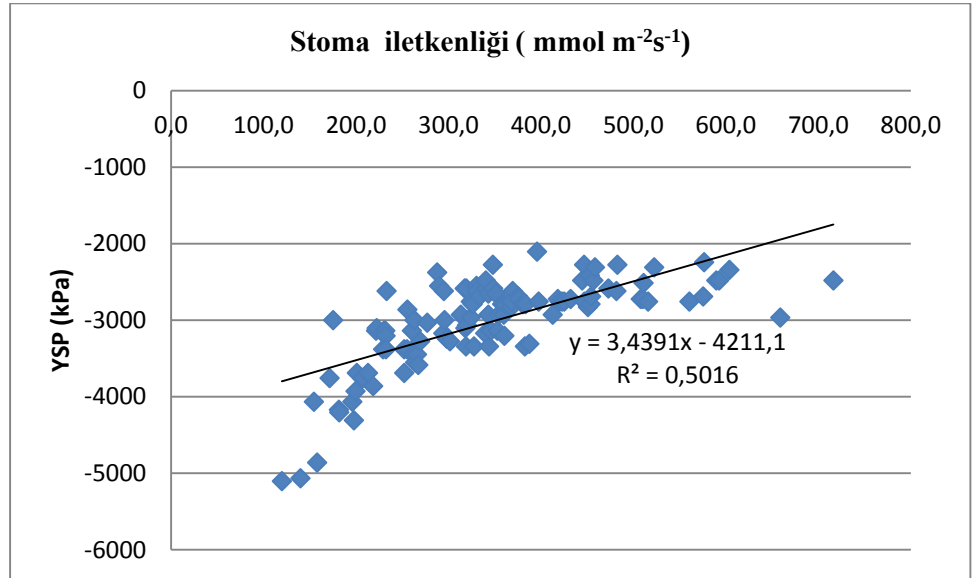
$p \geq 0.05$ ns : önemsizp < 0.05 önemli

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

4.2.2 Fizyolojik parametreler arasındaki ilişki

4.2.2.1 Stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli (YSP) arasındaki ilişki

Çalışmada yaprak su potansiyeli(YSP) ve stoma iletkenliği arasında pozitif doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon katsayısı 0.708 ve r^2 değeri 0.501 dir (şekil 4.4). Aralarında istatistiksel olarak güçlü sayılabilecek anlamlı bir bağ vardır. Yaprakların su içeriği arttıkça stomalardan meydana gelen transpirasyonda artmıştır.

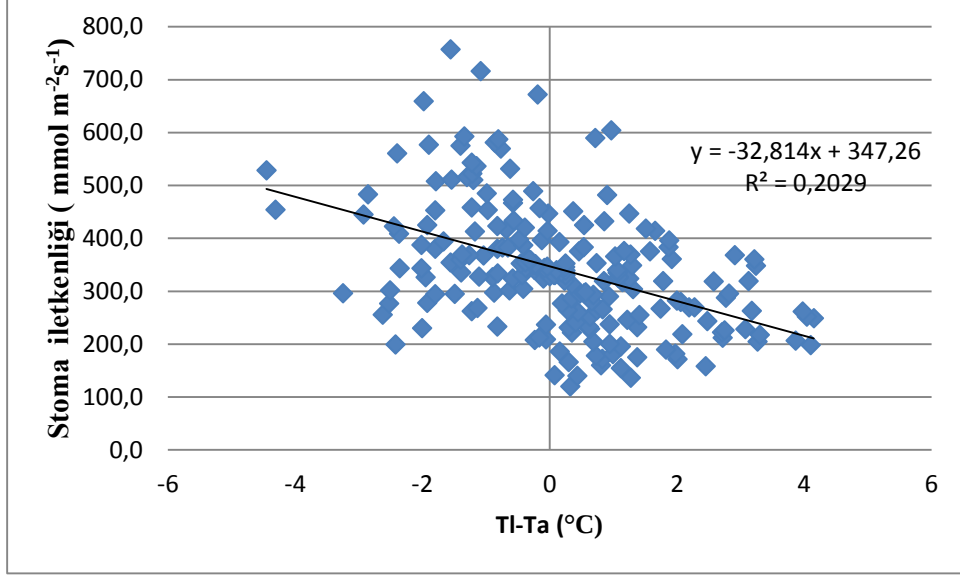


Şekil 4.4 Stoma iletkenliği ile YSP değerlerinin arasındaki regresyon analizi

4.2.2.2 Stoma iletkenliği ve T_c-T_a arasındaki ilişki

Stoma iletkenliği ve T_c-T_a arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki vardır. Korelasyon katsayısı -0.450 dir ve r^2 değeri 0.202 dir (şekil 4.5). Aralarında istatistiksel olarak zayıf ama anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Yaprakta stoma iletkenliği arttıkça yani transpirasyon arttıkça, transpirasyonun serinletici etkisi nedeniyle yaprak sıcaklığı azalmaktadır.

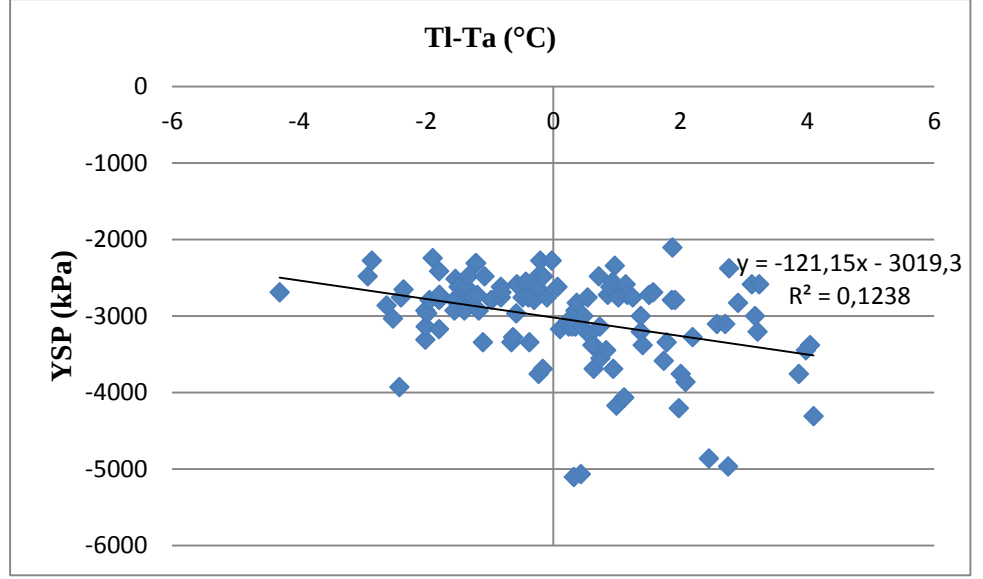
Ballester et al (2012) yılında narenciye üzerinde çalışılmış ve stoma iletkenliği ile T_c-T_a verileri arasında yaptıkları regresyon analizi sonucunda $r^2=0.46$ değerini elde etmişlerdir.



Şekil 4.5 Stoma iletkenliği ile T_c-T_a değerlerinin arasındaki regresyon analizi

4.2.2.3 Yaprak su potansiyeli (YSP) ve T_c-T_a arasındaki ilişki

Çalışmada yaprak su potansiyeli ve T_c-T_a arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki bulunmuştur. İlişkinin korelasyon katsayısı -0.352 ve r^2 değeri 0.123 dür. Aralarında istatistiksel olarak çok zayıfda olsa anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Yani yaprakta su içeriği azaldıkça transpirasyon azalmakta, yaprak sıcaklığı yükselmektedir.

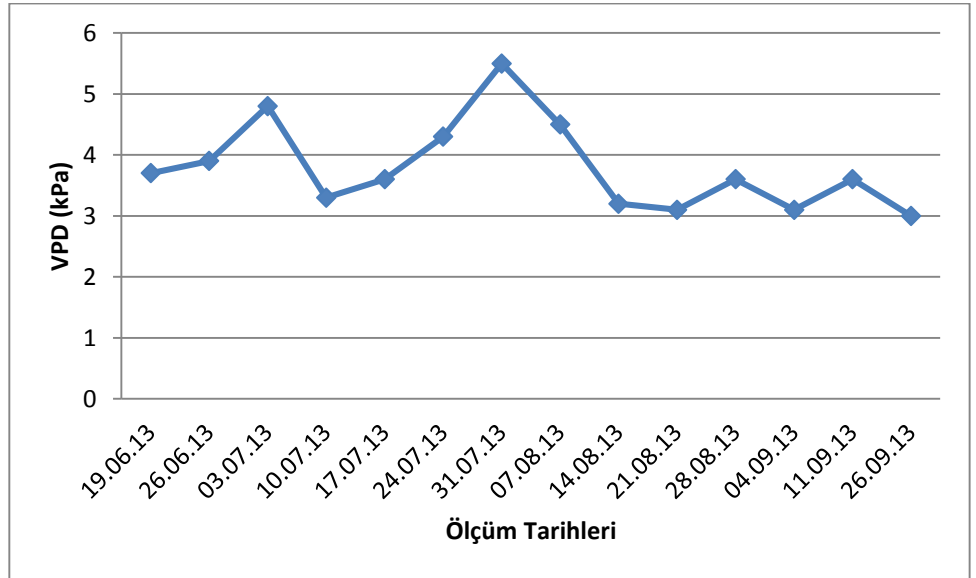


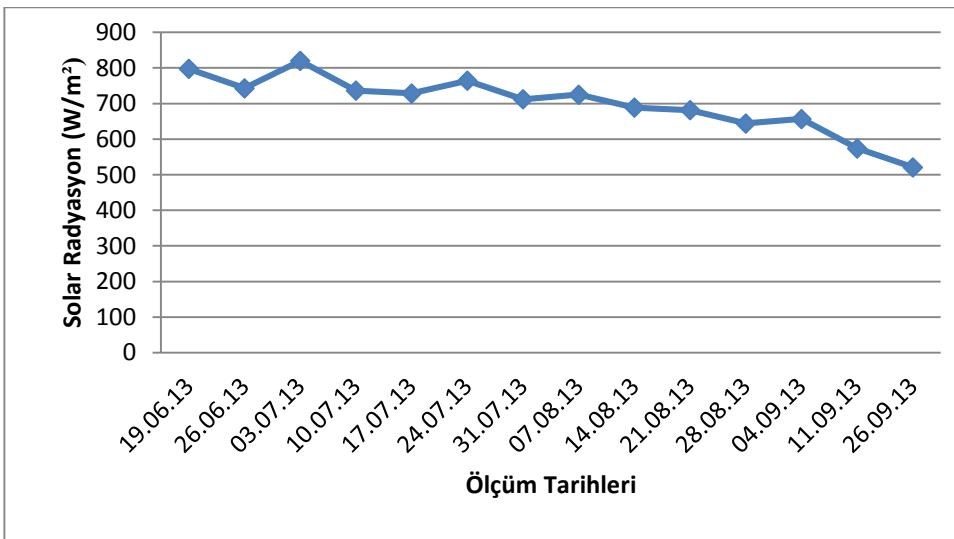
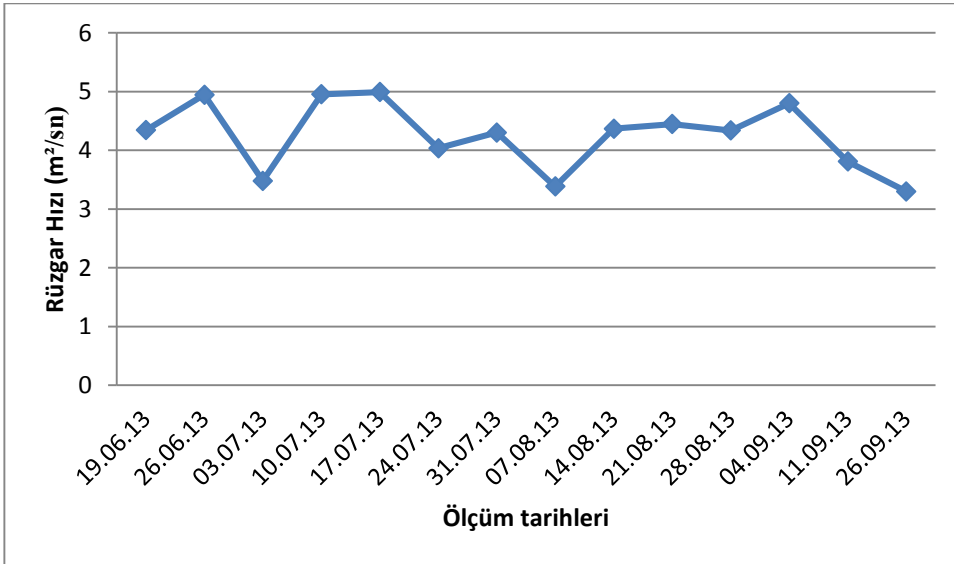
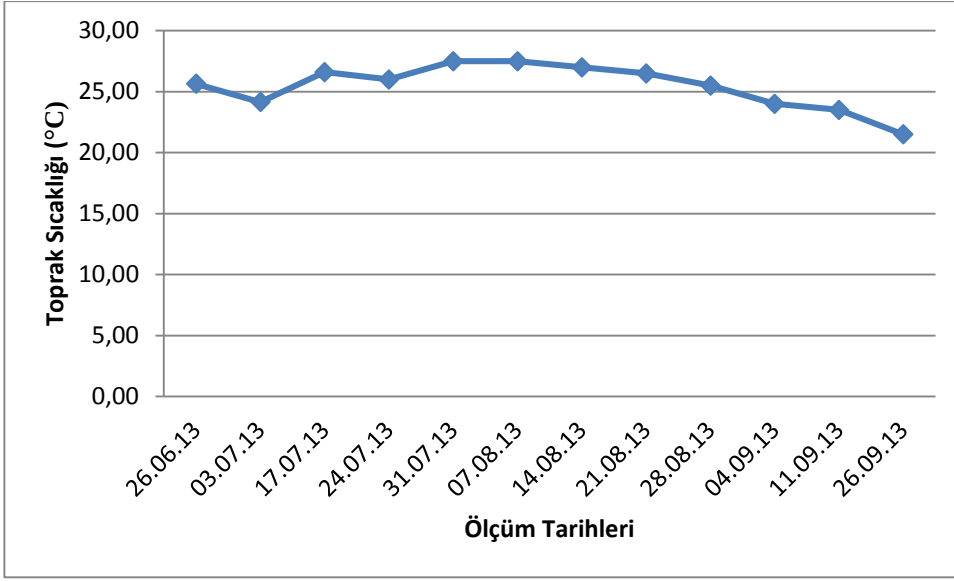
Şekil 4.6 YSP ile T_c-T_a değerlerinin arasındaki regresyon analizi

4.2.3 Fizyolojik parametreler ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki

4.2.3.1 Buhar basıncı açığı (VPD), toprak sıcaklığı, rüzgar hızı ve solar radyasyon değerlerinin zamansal değişimi

Ölçüm günlerinde ölçüm anındaki meteorolojik parametrelerin zamansal değişimi Şekil 4.7 de verilmiştir.

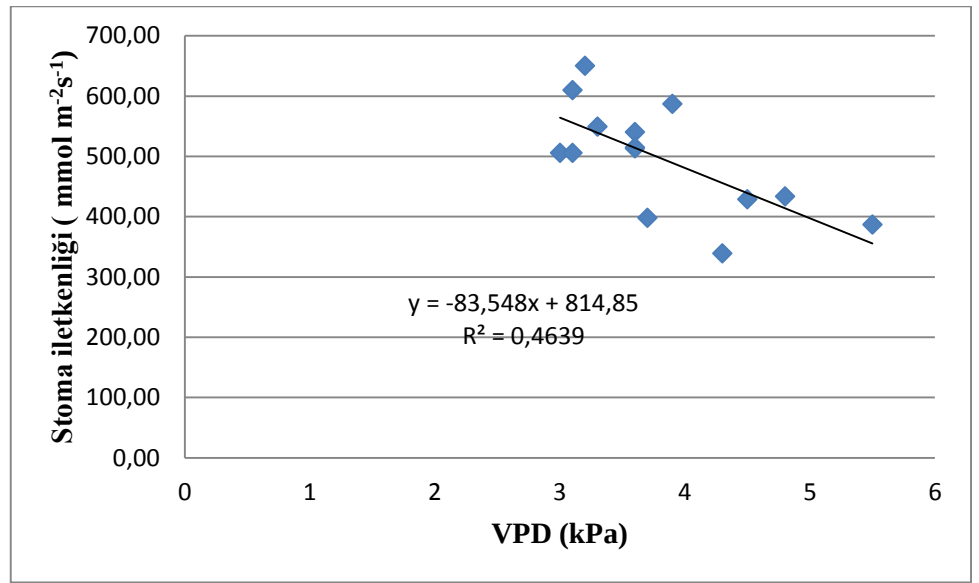




Şekil 4.7 2013 yılındaki meteorolojik parametrelerin zamansal değişimi

4.2.3.2 Buhar basıncı açığı (VPD) ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki

Çalışmada VPD ve kontrol (K2) konusuna ait stoma iletkenliği değerleri arasında doğrusal negatif bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon katsayısı -0.681 tir ve r^2 değeri 0.463 dir (şekil 4.8). Aralarında istatistik olarak zayıf da olsa anlamlı bir bağ vardır. Zeytin ağaçları su stresine karşı hem stoma açıklığını ayarlayarak hem de yapraklarını dökerek tepki vermektedir. Stoma açıklığı üzerine etkili bir diğer faktörde VPD'dir. Artan VPD değerlerine karşılık zeytin stoma açıklığını azaltarak transpirasyonla su kaybını azaltmaktadır.



Şekil 4.8 Stoma iletkenliği ile VPD değerlerinin arasındaki regresyon analizi

4.2.3.3 Buhar basıncı açığı (VPD) ve yaprak su potansiyeli arasındaki ilişki

Çalışmada VPD ve kontrol (K2) konusuna ait YSP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Moriana ve ark. (2002) Cordoba bölgesinde yaptıkları çalışmada, 18 yaşında olan Picual adlı zeytin çeşidinde VPD, YSP ve yaprak iletkenliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar gün ortasında VPD düşük ve YSP -1.6 MP olduğunda, yaprak iletkenliğinin maksimum değere ulaştığını ($240 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) belirlemişlerdir. Yine araştırmacılar YSP miktarı azalınca, yaprak iletkenliğinde de bir düşüş gözlemlemişler, ayrıca farklı YSP düzeylerinde, VPD değeri arttıkça, yaprak iletken-

liğinin düşüş gösterdiğini ama YSP değeri -4 MP' dan daha küçük olduğu zaman VPD ve yaprak iletkenliği arasında pozitif yönlü bir ilişkinin bulunduğunu söylemişlerdir.

4.2.3.4 Toprak sıcaklığı ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki

Çalışmada kontrol (K2) konusuna ait stoma iletkenliği ile toprak sıcaklığı değerleri arasında yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir bağıntı bulunamamıştır.

4.2.3.5 Toprak sıcaklığı ve yaprak su potansiyeli (YSP) arasındaki ilişki

Çalışmada toprak sıcaklığı ve kontrol (K2) konusuna ait YSP değerleri arasında yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir bağıntı bulunamamıştır.

Don ve ark. (1972), Amerika da portakal ağaçlarının üzerinde yaptıkları çalışmalarında toprak sıcaklığı ve YSP arasındaki ilişkiyi güneş doğumu, öğlen ve gün batımında incelemişlerdir. Toprak sıcaklığı 7.5 °C olduğu zaman, YSP için en düşük değerler elde edilmiştir. Güneşin doğumunda toprak sıcaklığı arttıkça, YSP rakamı sabit bir şekilde saptanmıştır. Günün ortasında toprak sıcaklığı arttıkça YSP miktarı yükseliyordur. Güneş batımında ise toprak sıcaklığı artınca, YSP miktarı ilk artış sonra bir düşüş göstermektedir.

4.2.3.6 Rüzgar hızı ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki

Çalışmada kontrol (K2) konusuna ait stoma iletkenliği ve rüzgar hızı arasında yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir bağıntı bulunamamıştır.

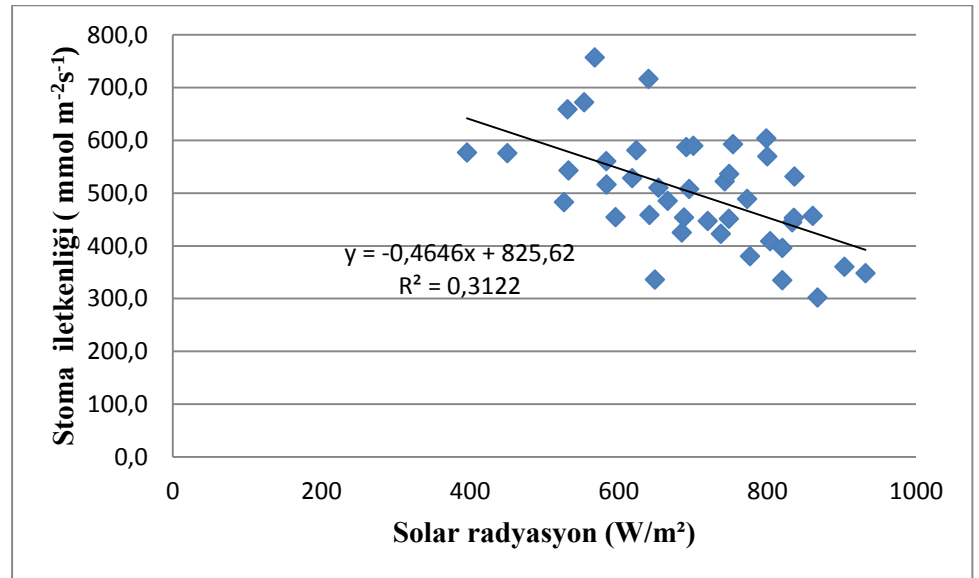
Stan ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, dünyanın farklı bölgelerinde tropik ve çalı formundaki ağaçların su kullanımını tahmin etmek için, stoma iletkenliği, yaprak alanı ve rüzgar hızlarını dikkate almışlardır. Bu çalışmada ağaçların su kullanımı tahminde bölgeler için yaygın stoma iletkenliği ve rüzgar hızı dikkate alınmıştır.

4.2.3.7 Rüzgar hızı ve yaprak su potansiyeli arasındaki ilişki

Çalışmada kontrol (K2) konusuna ait YSP ve rüzgar hızı arasında yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir bağıntı bulunamamıştır.

4.2.3.8 Solar radyasyon ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki

Çalışmada solar radyasyon ve kontrol (K2) konusuna ait stoma iletkenliği arasında doğrusal negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Korelasyon katsayısı -0.559 dur ve r^2 değeri 0.312 dir. Aralarında istatistik olarak zayıf da olsa anlamlı bir bağ vardır.



Şekil 4.9 Stoma iletkenliği ile solar radyasyon değerlerinin arasındaki regresyon analizi

4.2.3.9 Solar radyasyon ve yaprak su potansiyeli (YSP) arasındaki ilişki

Çalışmada kontrol (K2) konusuna ait YSP ve solar radyasyon arasında yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir bağıntı bulunamamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Memecik zeytin ağaçlarında su stresine bağlı olarak yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği ve T_c-T_a 'nın zamansal değişimi ortaya konulmuştur. Çalışmada ayrıca fizyolojik parametreler arasındaki ilişki ve fizyolojik özellikler üzerine meteorolojik parametrelerin etkisi araştırılmıştır.

Konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları 0 ile 813.9 mm arasında değişmiştir. Mevsimlik ET_a değerleri ise, 128 ile 785 mm arasında değişmiştir. Burada en yüksek değeri K2 konusu almıştır.

Su stresinin artışına bağlı olarak fizyolojik özellikler değerlendirildiğinde,

Elde edilen T_c-T_a verilerisulama konuları ve buhar basıncı açığına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. T_c-T_a değerleri için sezon ortalamaları, sırasıyla K1 konusunda 1.35°C, K2 konusunda -1.19 °C, K3 konusunda -1.16 °C, K4 konusunda 0.21 °C, K5 konusunda 0.72 °C değerleri bulunmuştur. Varyans analizi sonucunda konuların farklılık göstermesi su kısıtının yaprak sıcaklığına etki ettiğini göstermiştir.

Stoma iletkenliği verileri için sezon ortalamaları, K1 konusu için 238.48 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K2 konusu için 500.62 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K3 konusu için 347.36 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K4 konusu için 330.03 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K5 konusu için 281.22 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ hesaplanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre konular arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Stoma iletkenliğinin sulama konularına göre farklılık göstermesi bitkinin su kısıtına karşı verdiği tepkinin bir yansımasıdır.

Yaprak su potansiyeli verileri için sezon ortalamaları, K1 konusu için -3633.4 kPa, K2 konusu için -2528.1 kPa, K3 konusu için -2786.6 kPa, K4 konusu için -2998.5 kPa, K5 konusu -3179.5 kPa olarak hesaplanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre konular arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Hem stoma iletkenliği, hem taç sıcaklığı hemde YSP değerleri bitkide su stresinin ayırt edilmesinde oldukça başarılı olmuştur, bu nedenle çalışmanın önemli bir bulgusu, her üç fizyolojik parametrenin de zeytin ağaçlarında sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabileceğidir.

Her üç parametre arasında ilişki istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Bu nedenle stoma iletkenliğinin (transpirasyon) tahminlenmesinde bu iki parametrenin göz önünde bulundurulması gerektiği söylenebilir.

Diğer taraftan iklim parametrelerinin fizyolojik parametrelere etkisi incelendiğinde, genel olarak tek tek iklim parametrelerinin fizyolojik faaliyetlere etkisinin ya olmadığı ya da çok kuvvetli olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak tarla koşullarında bir çok parametrenin aynı anda etki etmesi nedeni ile bağımsız etkilerinin ayırt edilememesi olarak açıklanabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akkuzu, E., Aşık, Ş., Mengü, G.P., Çamoğlu, G. ve Kaya, Ü.,** 2011, Zeytin Ağaçlarında İnfrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. Ege Üni. Bilimsel Araştırma Projesi 2009ZRF023 nolu proje sonuç raporu.
- Anaç ve ark.** 2009. Tuzluluğun Satsuma Mandarini Yaprak Su Potansiyeli ve Bazı Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri.2005-ZRF-052 nolu BAP Projesi.
- Andrews, P.K.,Chalmers, D.J. and Moremong, M.,** 1992, Canopy-air temperature differences and soil water as predictors of water stress of apple trees grown in a humid, temperate climate. Journal of the American Society for Horticultural Science 117(3): 453-458 pp.
- Arsel, H., Hepdurgun, B., Çelikler, M.,** 2006, Zeytin yetiştiriciliği. 45-46 pp
- Aşık, Ş. ve ark.,** 2011, Zeytin Yetiştiriciliğinde Farklı Sulama Programlarının Zeytin Verimi, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Kalitesi Üzerine Etkisi. Tübitak Projesi, TOVAG-108O135 nolu Araştırma Projesi Sonuç Raporu. Ankara.
- Aşık, S., Kaya, U., Camoglu, G., Akkuzu, E., Olmez, H., and Avci, 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., Intrigliolo, D.S., Castel, J.R.,** 2012, Response of Navel Lane Late citrus trees to regulated deficit irrigation. Yield components and fruit composition. Irrig. Sci., DOI 10.1007/s00271-011-0311-3.
- Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B. andBoukhris, M.,** 2007, Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia.
- 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
- Berni, J.A.J., Zarco-Tejada, P.J., Sepulere-Cantó, G. Fereres, E and Villalobos, F.** 2009, Mapping canopy conductance and CWSI in olive orchards using high resolution thermal remote sensing imagery. Remote Sensing of Environment 113:2380-2388.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Blum, A.** 2011, Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer, New York.
- Boussadia, O., Ben Mariem, F., Mechri B., Boussetta, W., Braham, M. and Ben El Hadj, S.,** 2008, Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski). Sci Hortic 116:388–393 pp.
- Boyer, J.S.** 1995, Measuring the water status of plants and soils. Academic Press, Inc. (erişim tarihi 01/08/2015)<http://udspace.udel.edu/handle/19716/2828>
- Breda, N., Huc, R., Granier, A. and Dreyer, E.** 2006, Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long- term consequences. Annals of Forest Science, Springer Verlag (Germany), 63 (6):625-644.
- Connor, D. J. and Fereres, E.,** 2010, The Physiology of Adaptation and Yield Expression in Olive, in Horticultural Reviews, Oxford, UK.
- Dichio, B., Xiloyannis, C. and Sofo, A.,** 2005, Osmotic regulation in leaves and roots of olive trees during a water deficit and rewatering. Tree Physiology 26, 179–185.
- Don, C., Elving, Merrill R., Kaufmann and Anthony, E., Hall,** 1972, Interpreting leaf water potential measurements with a model of the soil-plant-atmosphere continuum physiol. Plant. 27:161-168.
- Erdem, T., Orta, H., Erdem, Y. and Okursoy, H.,** 2005, Crop water stress index for potato under furrow and drip irrigation systems. Volume 48, Issue 1-2, 49-58pp.
- Evsahibioğlu, A.N.,** 1995, Infrared Termometre Teknikleri ile Armut Ağaçlarında Su Tüketimi Tahminleri. 5. Kültürteknik Kongresi Bildirileri 30 Mart - 2 Nisan 1995, Kültürteknik Derneği, 247-261s, Kemer, Antalya.
- FAOSTAT,** 2012, Food and Agricultural commodities production. FAO, Rome. (<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>) (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2014).
- Fereres, E., F.J. Villalobos, F., Orgaz and L. Testi.,** 2011, Water requirements and irrigation scheduling in olive. Acta Horticulturae (ISHS). 888:31-40 pp.
- Fernández, J.E., Moreno, F., Giron, I.F. and Blazquez, O.M.,** 1997, Stomatal control of water use in olive tree leaves. Plant and Soil, Vol. 190, No. 2, pp. 179-192, (Mar 1997), ISSN, 0032-079 pp

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 2014, FaoAgricultureStatistics, <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, (Erişim Tarihi: 24 Temmuz 2014).
- Giorio, P., Sorrentino, G. and Andria, RG.**, 1999, Stomatal behavior, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit. *Env. Exp. Bot.*, 42: 95–104 pp.
- Glenn, D.M., Worthington, J.W., Welker, W.V. and M.J. McFarland.**, 1989, Estimation of peach tree water use using infrared thermometry, *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114p.
- Goode, J. E.**, 1968, The measurement of sap tension in the petioles of apple raspberry and black currant leaves. *J. Hortic. Sci.* 43, 231–233.
- Goldhamer, D. A., Dunai, J. and Ferguson, L.**, 1994, Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation. *Acta Horticulturae* 356: 172-176 pp.
- Goldsmith, G. R.**, 2013, Changing directions: the atmosphere–plant–soil continuum. *New Phytologist* 199: 4–6
- Grattan, S.R., Berenguer, M.J., Connell, J.H., Polito, V.S. and Vossen, PM.**, 2006, Olive Oil Production as Influenced by Different Quantities of Applied water. *Agricultural Water Management* 85: 133-140 pp.
- Güçlü, A.**, 2010, Bornova koşullarında organik olarak yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinde bitki su tüketimi ve yaprak su potansiyeli – verim ilişkilerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Ege Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 22 s.
- Güler, M., Cesur, R. ve Sarı, N.**, 2010, ‘Zeytinde Bakım İşlemleri’, T.C. Dogu Akdeniz Zeytin Birliği, Adana
- 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) 888:53-62 pp. http://www.actahort.org/books/888/888_5.htm (Erişim Tarihi: 23 Temmuz 2014).
- James, L.G.**, 1988, Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley & Sons, New York, 260-299.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y.** 2005, Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 18(4): 723-740
- Kanber, R., A. Yazar, S. Önder and H. Köksal.** 1993, Irrigation response of pistachio (*Pistachio vera* L.) Irrig. Sci. 14: 7-14.
- Kaya, Ü., Ataol Ölmez, H., Akkuzu, E., Çamoğlu, G. and Asık, Ş.,** 2009, Changes of leaf water potential in olive trees under different Irrigation Levels.
- 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, 267–276 pp.
- Mariscal, M.J., Orgaz, F. and Villalobos, F.J.,** 2000, Modelling and measurement of radiation interception by olive canopies. Agr. For. Meteorol. 100: 183-197 pp.
- Masmoudi, C. C., Ayachi, M.M., Gouia, M., Laabidi, E. F., Reguaya, S., Amor, A.Q. and Bousnina, M.,** 2010, Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes. Scientia Horticulturae 125: 573–578 pp.
- Massai, R., Remorini, D. and Casula, F.,** 1997, Leaf Temperature Measured on Peach Trees Growing In Different Climatic And Soil Water Conditions. ISHS Acta Horticulturae 537 p.
- Moriana, A., Orgaz, F., Fereres, E. and Pastor, M.,** 2003, Yield Responses of Mature Olive Orchard to Water Deficit. Journal of American Society Horticulturae Science, 425-431 pp.
- Moriana, A., Villalobos, F.J. and Fereres, E.,** 2002, Stomatal and photosynthetic responses of olive (*Olea europaea* L.) leaves to water deficits. Plant Cell Environ. 395–405 (2002) pp.
- Möller, M., Alchanatis, V., Cohen, Y., Meron, Tsipris, M.J., Naor, A., Ostrovsky, V., Sprintsin, M. and Cohen, S.,** 2007, Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. Journal of Experimental Botany, 827–838 pp.
- OToole, J.C and Real, J.G.** 1986, Estimation of aerodynamic and crop resistances from canopy temperature. Agron. J. 78:305-310.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ödemiş, B. and Baştuğ, R.,** 1999, İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması. Turkish Jour. of Agr. and Forestry 23: 31-37 s.
- Ölmez, H.A., Gülcan, R., Şahin, M., Yürekli, F., Demirtaş, N. and Çelik, B.,** 2003, Malatya Yöresindeki Bazı Kurutmalık Kayısı Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Dayanımlarının ve Yapılarındaki Morfolojik, Biyokimyasal Değişimlerin Belirlenmesi. TÜBİTAK- Tarım ve Ormancılık Araştırma Gurubu, Proje No: 2573-14.
- Özkaya, M. T., Ergülen, E., Ülger, S. ve Özilbey, N.,** 2004, Genetic and Biologic Characterization of Some Olive (*Olea europaea*) Cultivars Grown in Turkey. Tarım Bilimleri Dergisi, 10(2):231-236 pp.
- Özkaya, M.T., Tunaloğlu, R., Eken, Ş., Ulaş, M., Tan, M., Danacı, A., İnan, N. ve Tibet, Ü.,** 2010., Türkiye zeytinciliğinin sorunları ve çözüm önerileri, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010.
- Öztürk, F.,** 2006, ‘Türkiye ve Dünyada Zeytincilik Sektörünün Genel Görünümü’, TAYEK, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 125, izmir, 45–62, s.
- Öztürk, F., Yalçın, M., Dıraman, H.,** 2009, “Türkiye Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bir Bakış” Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 12(2) 35-51pp
- Pouyafard Nima.,** 2013, Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi
- Reginato,R.J.,** 1983, Field Quantification Of Crop Water Stress, Trans. ASAE,26(3): 772-775/781pp.
- Rhizopoulou, S., Meletiou-Christou, M. S. and Diamantoglou, S.** 1991, Water relations for sun and shade leaves of four mediterranean evergreen sclerophylls.J. Exp. Bot. (1991) 42 (5): 627-635.
- Romorini, D. and Massai, R.,** 2003, Comparison of water status indicators for young peach trees. Irrig Sci 22: 39–46 pp.
- Sadras, V.O., Montoro, A., Moran, M.A. and Aphalo, P.J.,** 2011, Elevated Temperature Altered The Reaction Norms Of Stomal Conductance İn Field-Grown Grapevine. Agricultural and Forest Meteorology. 165 35-42.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Scholander, P., Bradstreet, E., Hemmingsen, E., Hammel, H.,** 1965, Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science* 148 (3668): 339–346
- Sdoodee, S. and Kaewkong, P.,**2006, Use of an infrared thermometer for assessment of plant water stress in neck orange (*Citrus reticulata* Blanco). *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 28(6) : 1161-1167pp.
- Sebastiani, L.,** 2011, Physiological Response of Olive (*Olea Europaea* L.) to Water Deficit: An Overview. *Acta Hort.* (ISHS) 888:137-147 pp. http://www.actahort.org/books/888/888_14.htm. (Erişim Tarihi: 13 Haziran 2014).
- Sevim, D., Tuncay, Ö.,** 2012, Ayvalık ve Memecik Zeytin Çeşitlerinin Yaprığı ve Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitele-ri 37 (4):219-226pp.
- STAN, D., WULLSCHLEGER,F., C. MEINZERand R., A. VERTESSY,** 1998, A review of whole-plant water use studies in trees *Tree Physiology* 18, 499-512.
- Taiz, L. ve Zeiger, E.,** 2008, Bitki Fizyolojisi(Edit. Prof. Dr. İsmail Türkan). Palme Yayıncılık. Ankara.
- 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.
- Toplu, C., D. Önder, S. Önder and E. Yıldız,** 2009, Determination of fruit and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L. cv. 'Gemlik') in different irrigation and fertilization regimes. *African Journal of Agricultural Research*, 4(7): 649-658.
- Torres-Ruiz, J.M., Fernández, J.E., Diaz-Espejo, A., Muriel, J.L., Romero, R., Martín-Palomo, M.J. and Morales-Sillero, A.,** 2011, Stomatal Control and Hydraulic Conductivity in 'Manzanilla' Olive Trees Under Different Water Regimes. *Acta Hort.* (ISHS)888:149-155 pp. http://www.actahort.org/books/888/888_15.htm (Erişim Tarihi: 23 Haziran 2014).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK),** 2014, Tarım İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 23 Temmuz 2014).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wang,D. and Gartung, J.**, 2010, Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees under postharvest deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 97 1787–1794 pp.
- Xiloyannis, C., Dichio, B., Nuzzo, V. and Celano, G.**, 1999, Defense Strategies of Olive against Water Stress, *Acta Horticulturae* 474: 423-426 pp.
- Yıldırım, O.**, 2003, Sulama sistemlerinin tasarımı. A. Ü. Ziraat Fak. No: 1536, Ders Kitabı 489, Ankara.
- Yurtsever, N.**, 1984, Deneysel İstatistik Metotlar. Köy. Hizm. Genel. Müd. Yayınları: No: 121, Ankara.
- Yürekli, K. ve Anlı, A. S.** 2008, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Karaman İli Kuraklığının Analizi. V. Su Forumu, Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı Bildiriler Kitabı (246-251)

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul Fatih’ de doğan Tolga Çakır, lise öğrenimini Otakçılar Lisesinde tamamlamıştır. 2006 yılında kazandığı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliğini 2012 yılında başarıyla bitirmiştir. Tolga Çakır aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.