

EGE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA
PROJE KESİN RAPORU
EGE UNIVERSITY SCIENTIFIC
RESEARCH PROJECT REPORT

PROJE NO: 2013-ZRF-049

**ZEYTİN (Cv Memecik) AĞAÇLARINDA BİTKİ SU POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YAKLAŞIMLARIN
KARŞILAŞTIRILMASI**

PROJE YÖNETİCİSİ

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

ARAŞTIRMACI

Dr. Ünal KAYA

Doç. Dr. Gülay PAMUK MENGÜ

Dr. Melek GÜRBÜZ

Zir. Yük. Müh. Mesut PARLAK

Zir. Yük. Müh. Tolga ÇAKIR

Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Faculty of Agriculture

Department of Farm Structures and Irrigation

Bornova - İZMİR

2018

ÖNSÖZ

Türkiye’de zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlar yarı kurak ve kurak bölgelerde olup, zeytinin gereksinim duyduğu dönemlerde yeterli yağış düşmemektedir. Bu nedenle, zeytinin su gereksiniminin karşılanması için sulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, su kaynaklarının olmadığı veya yetersiz olduğu alanlarda sulama yapılamamakta ya da kısıntılı sulama yapılmaktadır. Özellikle su kaynağının kısıtlı ve suyun pahalı olduğu koşullarda, uygun sulama programlaması ile verimde önemli düzeyde artış sağlanabilmektedir. Bu çalışmada, sulamanın programlanmasında kullanılan bitkiye dayalı izleme tekniklerinden biri olan bitki su potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan yaklaşımların zeytin ağaçlarında stresin izlenmesinde kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Projenin gerçekleşmesinde maddi desteği için Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu’na teşekkürü bir borç bilirim.

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ÖZ	VI
ABSTRACT	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1 Toprak-Bitki-Atmosfer Uzantısında Su Hareketi	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1 Materyal	9
3.1.1 Deneme alanı ve toprak özellikleri	9
3.1.2 İklim özellikleri.....	9
3.1.3 Bitki özellikleri.....	12
3.1.4 Sulama sistemi	12
3.2 Yöntem.....	13
3.2.1 Denemenin düzenlenmesi	13
3.2.2 Sulama suyu miktarının belirlenmesi.....	14
3.2.3 Bitki su tüketimi.....	15
3.2.4. Yaprak su potansiyeli ölçümleri.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Sulama suyu ihtiyacı	17
4.2 Bitki su tüketimi (ETa)	17
4.3. Bitki su potansiyeli(Ψ)	18
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	22

KAYNAKLAR DİZİNİ	23
------------------------	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1.1. TÜRKİYE'DE ZEYTİN ÜRETİM ALANLARI (GÜLER VE ARK, 2010).	1
ŞEKİL 3.1. DENEMEDE KULLANILAN MEMECİK ÇEŞİDİ ZEYTİN AĞAÇLARI.....	12
ŞEKİL 3.2. DENEME ALANININ ŞEMATİK GÖRÜNÜMÜ.....	13

ÇİZELGELER DİZİNİ

TABLO 3.1. DENEME ALANI TOPRAKLARININ BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ.....	10
TABLO 3.2. İZMİR İLINE AIT UZUN YILLAR (1960-2014) ORTALAMA İKLİM VERİLERİ (DMİ, 2014).....	10
TABLO 3.3. DENEME YILINDA İZMİR İLINE AIT ORTALAMA İKLİM VERİLERİ (DMİ, 2014) .	11
TABLO 3.4. SULAMA KONULARI	14
TABLO 4.1. DENEME YILINDA AYLARA GÖRE KONULARA UYGULANAN TOPLAM SULAMA SUYU MİKTARLARI (MM).....	17
TABLO 4.2. DENEME YILINDA AYLARA GÖRE ZEYTİN BİTKİSİNİN BİTKİ SU TÜKETİMİ (MM)	18
TABLO 4.3. 2013 YILI SULAMA KONULARINA GÖRE GÜN DOĞUMU ÖNCESİ YAPRAK SU POTANSİYELİ (Ψ_p)'NİN DEĞİŞİMİ (MPA).....	19
TABLO 4.4. 2013 YILI SULAMA KONULARINA GÖRE GÜN ORTASI YAPRAK SU POTANSİYELİ (Ψ_L)'NİN DEĞİŞİMİ (MPA).....	19
TABLO 4.5. 2013 YILI SULAMA KONULARINA GÖRE SÜRGÜN SU POTANSİYELİ (Ψ_s)'NİN DEĞİŞİMİ (MPA).....	19

ÖZ

Bu çalışma, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Bornova Araştırma ve Üretim Sahasında yürütülmüştür. Çalışmada zeytin ağaçlarında, bitki su stresinin basınç odası ile 3 farklı yaklaşıma (gün doğumu öncesi, gün ortası ve sürgün su potansiyeli) göre izlenmesi ve ağaçlarda su stresinin izlenmesinde kullanılacak en uygun yaklaşımın belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede 5 farklı sulama konusu ele alınmıştır. Konular; K1: Susuz, K2: 5 günde bir 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin tarla kapasitesine getirilmesi, K3: 5 günde bir 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %33'ünün uygulanması (K2 konusunda uygulanan suyun %33'ünün uygulanması), K4: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0–90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması ve K5: Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi 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.

Çalışmanın önemli bir bulgusu ise zeytinde stresin ayırt edilmesinde yaprak su potansiyelinin başarılı bir gösterge olduğudur. Çalışmada gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli ön plana çıkmakla birlikte her üç yaklaşımda ilk ölçümden itibaren stresin ortaya konulmasında başarılı olmuştur.

Anahtar kelimeleri: Zeytin, Su Stresi, Yaprak Su Potansiyeli, Memecik

ABSTRACT

Comparison of Approaches Used in Determining Plant Water Potential in Olive (cv Memecik) Trees

This study was conducted in Bornova Olive Research Institute of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, in 2013. The aim of this study to monitored plant water stress according to three different approaches (predawn, midday and stem water potential) by pressure chamber and determined optimal approach. Five different irrigation treatment is used in the study. 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 ETa is varied between 128 to 785 mm.

An important finding of the study is that leaf water potential is become a successful indicator in determination of stress in olive. In the study pre-dawn leaf water potential comes forward and all three approaches succeeded in determination water stress.

Keywords: Olive, Water Stress, Leaf Water Potential, Memecik

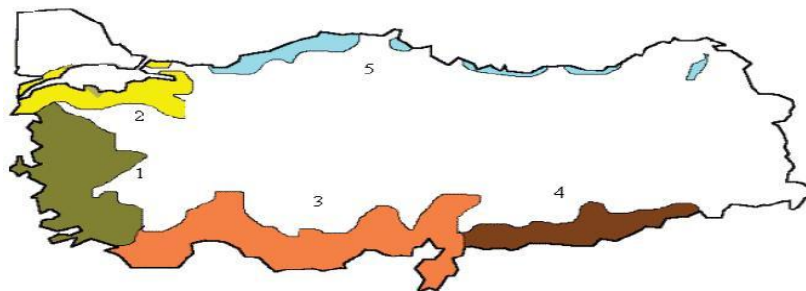
1. GİRİŞ

Zeytin, Jasminum (Yasemin), Syringa (Leylak), Ligustrum gibi bitkilerin yer aldığı “Oleaceae” familyasında, “Olea” cinsinin altında yer alan *Olea europaea* türüne ait bir bitkidir. *Olea europaea* ile aynı türde bulunan diğer *Olea* bitkileri (*Olea fragrans*, *Olea aquifolium*, *Olea ferruginea*, *Olea laperrini*, *Olea chrysopylla*, *Olea verrucosa* ve *Olea somaliensis*) yeryüzünde Hindistan, Çin ve Tibet’ten Kuzey ve Güney Afrika’ya kadar uzanan geniş bir coğrafyada yer almıştır. Meyvesinden faydalandığımız zeytin olarak tanımladığımız *Olea europaea* türü kültür (*Olea europaea* var. *sativa*) ve yabani (*Olea europaea* var. *oleaster*) olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Bugün dünyada tanımlanması yapılmış yaklaşık 1.200 zeytin çeşidi bulunmaktadır (IOC, 1997).

Zeytin, dünyanın belirli bölgelerinde ekolojik açıdan kendine uygun yaşam alanları bulmuştur. Genel olarak Güney ve Kuzey yarım kürenin 30°- 45° enlemleri arasındaki bölge zeytinin üretim kuşağı olarak nitelendirilmektedir. Zeytinin anavatanının Mardin, Hatay, Suriye’nin ve Filistin’in batı kıyılarını içerisine alan Yukarı Mezopotamya olarak adlandırılan bölgenin olduğu kabul edilmektedir (Rallo ve ark., 1997).

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 Akdeniz ikliminin hakim olduğu kesimlerde yetiştirilmektedir (Şekil 1) (Güler ve ark, 2010).



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

2000’li yılların başından itibaren Türk devleti zeytin ve zeytinyağı sektörünü teşvik etmiştir. Devletin girişimlerinin sonucunda, zeytin yetiştirilen alan genişlemiş ve zeytin ağacı sayısı neredeyse ikiye katlanmıştır. Türkiye’nin zeytin ağacı varlığı 2000’li yılların başında 100 milyon adet iken 2014/15 sezonunda yaklaşık 169 milyon adete yükselmiştir. Son 5 yılın zeytinyağı üretim ortalaması yaklaşık 170 bin ton ve sofralık zeytin üretim ortalaması ise 527 bin tondur. Türkiye’nin önemli zeytin üretimi yapılan bölgeleri Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgeleridir. Türkiye varyete çeşitliliği açısından çok zengin bir görünüm sergilemekte, genel olarak ülkenin kuzeyinde hakim olan varyete Edremit (Ayvalık) iken güneyinde Memecik’tir (Anonim 2016).

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

Bu nedenle Türkiye’de, zeytin yetiştiriciliğindeki modern tarım uygulamalarının önemi giderek artmaktadır. Bu uygulamaların en önemlilerinden bir tanesi de tarımsal sulamadır. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi zeytin ağaçlarının sulanması verimi artırmaktadır. Ancak, dünyada zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanların çok büyük bir bölümünde sulama yapılmamakta ve yetiştiricilik genellikle yağışa bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de, dünyada olduğu gibi, zeytin alanlarının önemli bir kısmı sulanmamaktadır. Bununla birlikte zeytin yetiştiriciliğinde sulama uygulamalarında son dönemde ciddi bir artış görülmektedir. Ancak zeytin yetiştiriciliğinde sulamanın yeni olması nedeniyle üreticilere doğru alışkanlıkların kazandırılması çok önemlidir. Zeytin yetiştiriciliğinde her yıl düzenli ürün, yüksek verim ve kaliteli zeytin ve zeytinyağı elde etmek için tarımsal sulama stratejilerinin iyi belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Tarımsal sulamanın amacı, bitkinin yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülmesi yanı sıra verim, meyve ve yağ kalitesinin de artırılmasıdır. Bu nedenle iyi bir sulama programının oluşturulması önemlidir. Yapılan çalışmalar zeytinyağı miktar ve kalitesinin optimizasyonunun sulamanın çok iyi bir şekilde programlanması ile mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Belirli bir düzeye kadar sulama suyu miktarında artış verimi arttırırken yine belirli bir düzeye kadar yaratılacak stresin de yağ kalitesini arttırdığı bilinmektedir (Ben-Gal vd.,

2011a,b; Berenguer vd., 2006; Dag vd., 2008 Agam vd.,2013). Bu nedenle hassas bir sulama programlaması, su kullanımına yönelik iyi bir bitki fizyolojisi bilgisinin yanı sıra bitki su stresinin izlenmesini de gerektirir. Bu düşüncenin bir sonucu olarak, özellikle son yıllarda, bir çok araştırmacı tarafından zeytin ağaçlarında farklı sulama stratejilerinin ve modern teknolojilerin uygulanabilirliği konusunda çalışmalar yoğunlaştırılmıştır (Grattan vd., 2006; Pastor vd., 2007; Proietti vd., 2012; Fernández vd., 2013; Gómez-del-Campo, 2013; Padilla-Díaz vd., 2016).

Sulamanın programlanması çalışmalarında, özellikle sulama zamanı ve miktarına yönelik saptamaların yapılmasında kullanılan yöntemler; a) Toprağa, b) Bitkiye ve c) İklimle dayalı izleme teknikleri olmak üzere genel olarak 3 grupta toplanabilir. Sulamanın programlanmasına yönelik çalışmalar açısından, bu üç ortamdan herhangi birindeki su dengesi (bütçesi) izlenilerek, optimum sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarı ne olmalıdır soruları yanıtlanabilmektedir. Her hangi bir bitkinin ne zaman sulanması gerektiğini, ne toprak su içeriği ne de atmosferik sistem, bitkinin kendi içsel su durumu kadar doğru olarak belirtebilir. 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 taç sıcaklığı, stoma iletkenliği, ksilem ve yaprak su potansiyeli gibi göstergelerdir.

Bitki su potansiyelinin ölçümü bitki dokularındaki suyun tutulma gücünü ifade ederek bitkinin suya ihtiyacı olup olmadığını ortaya koyar. Su stresi koşullarındaki bitkilerin su içeriği stres altında olmayan bitkilere göre daha düşüktür (düşük potansiyel) ve bitkide suyun tutulma kuvveti (negatif basınç) daha yüksektir ve uzaklaştırmak için daha fazla basınç uygulanır. Düşük potansiyel değerleri su gereksiniminin daha fazla olduğunu gösterir. Bitki su potansiyeli toprak su içeriği ve havanın buharlaştırma gücünün sonucu olduğu için gün içerisinde de değişim göstermektedir. Bu nedenle ölçümler ya gün doğumu öncesi yada gün ortasında yapılmaktadır. Bitki su potansiyeli ölçümünde 3 farklı yaklaşım vardır. Ölçümler, ölçüm zamanı ve şekline göre gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p), gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_l) ve sürgün su potansiyeli (Ψ_s) olmak üzere farklı isimlendirilir.

Bu çalışmanın esas amacı ve odak noktası, farklı sulama konularının ele alındığı zeytin ağaçlarında bitki su potansiyelinin mevsim içerisindeki değişiminin incelenmesi ve bitki su stresinin ayırt edilmesinde en uygun yaklaşımın irdelenmesidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Her dem yeşil, uzun ömürlü ve Oleacea familyasından subtropik bir bitki olan zeytin (*Olea europaea L.*) ağacı Akdeniz havzasının karakteristik bir bitkisidir. 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 sığ kök sistemine sahip bir bitkidir, derin topraklarda bile kök derinliği 0.9-1.2 m'nin altına inmez ve köklerin %70'i ilk 60 cm'lik derinliktedir. Bununla birlikte kökler 15 m. ye kadar yayılabilmektedir (Martin and Sibbett, 2005).

Akdeniz orijinli diğer türlerle kıyaslandığında zeytinin strese karşı 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 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 vd., 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).

2.1 Toprak-Bitki-Atmosfer Uzantısında Su Hareketi

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).

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).

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

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 yaprak su potansiyeli değeri 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 değer hafif, orta ve şiddetli stres koşullarında sırasıyla -1.43, -1.83 ve -4.3 MPa’a düştüğünü belirlemişlerdir.

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.

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

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 daha 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).

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

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

Akkuzu ve ark. (2010) zeytin ağaçlarında taç sıcaklığının ve yaprak su potansiyelinin gün içerisindeki değişimini incelediği çalışmada; bitki su tüketiminin tamamının karşılandığı kontrol konusundaki ağaçlarla tamamen yağışa dayalı koşullarda yetişen stres konusundaki ağaçlar arasındaki maksimum sıcaklık farkını 2.7 °C bulmuştur. Araştırmacılar gün ortası yaprak su potansiyeli değerlerini kontrol konusunda -2.5 MPa civarında, stres konusunda -4.0 MPa değerinin altında bulmuştur.

Kaya et al. (2009) farklı sulama düzeyinde zeytin ağaçlarında yaprak su potansiyelinin değişimini inceledikleri çalışmada yaprak su potansiyeli değerleri uygulanan sulama suyu

düzeyi arttıkça artmıştır. Sabah saatlerindeki yaprak su potansiyeli tam sulanan konuda -0.71 ile -0.92 MPa arasında değişmiş, sulanmayan tamamen yağışa dayalı yetiştirilen konuda ise -1.72 ile -2.88 MPa arasında değişmiştir. Çalışmada (Tc-Ta) ile yaprak su potansiyeli arasındaki ilişki analiz edildiğinde aralarında ters doğrusal bir ilişki belirlenmiştir.

Greven et al. (2009) genç zeytin ağaçlarında kuraklığın etkisini araştırdıkları çalışmada sulanan ağaçlarda yaprak su potansiyelini gün doğumu öncesi 0.4 MPa, gün ortasında ise 2.1 MPa olarak bulmuşlardır.

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 sürgün su potansiyeli arasında orta, CWSI ile stoma iletkenliği arasında ise oldukça kuvvetli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Hepaksoy ve ark. (2009) Akdeniz Havzasının karakteristik bitkisi olan nar ağaçlarında 3 farklı çeşitte 3 farklı sulama düzeyinde yaprak su potansiyelinin değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar su uygulanmayan konuda ortalama yaprak su potansiyelini -2.65 MPa, I40 ve I100 konusunda sırasıyla -2.21 ve -2.24 MPa olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, ilkbahar sonunda -1.65 MPa olan yaprak su potansiyelinin deneme sonuna doğru gittikçe düştüğünü, konular arasında istatistiksel olarak fark olmadığını bunun nedeninin sulama aralığının 20 gün gibi geniş bir aralık olmasından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Anaç ve ark. (2009) tuzlu sulama suyunun yetişkin satsuma mandarini bitkisinin fizyolojik özellikleri üzerine yaptığı çalışmada 2 farklı anaçı ele almışlardır. Araştırmacılar, hem Poncirus Trifoliata, hem de Troyer Citrange anaçlarına aşılı Satsuma Mandarin yaprakları oransal su içeriklerinin sulama suyuyla uygulanan tuz düzeyi arttıkça düştüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, yaprak su potansiyeli ölçüm değerlerinin de Poncirus Trifoliata anacına aşılı olanlara kıyasla Troyer Citrange anacına aşılı olanlarda daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Aşık ve ark. (2011) farklı sulama konularının Memecik zeytin çeşidinin verimi, fizyolojik ve morfolojik gelişimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada konular A sınıfı buharlaşma kabından 5 günde oluşan yığışlı 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 oluşturulmuş ve bu da kontrol konusu (STam) olarak alınmıştır.

Araştırmacılar, en yüksek ve en düşük bitki su potansiyelini değerlerini; gündoğumu öncesi için -0.83 MPa (S1.25) ve -1.62 MPa (S0.25), gün ortası ölçümlerinde ise -1.36 MPa (S1.25) ve -2.82 MPa (S0.25) lmştr.

akır (2015) Memecik zeytin ağaçlarında kısıtlı sulama koşullarında stoma iletkenliği (g_s), yaprak su potansiyeli (YSP) ve yaprak sıcaklığı-hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a)'nın değişimini araştırmıştır. Araştırmacı hem stoma iletkenliği, hem ta sıcaklığı hem de YSP değerlerinin bitkide su stresinin ayırt edilmesinde oldukça başarılı olduğunu, her üç fizyolojik parametrenin de zeytin ağaçlarında sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabileceğini bildirmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme alanı ve toprak özellikleri

Deneme, 2012-2014 yıllarında üç yıl süreyle Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü zeytin bahçesinde Memecik çeşidinde yürütülmüştür.

Araştırma alanının denizde yüksekliği yaklaşık 20 m, enlem derecesi 38° 43'N, boylam derecesi ise 27° 25'E dir. Deneme alanı toprakları tınlı bünyeli olup infiltrasyon hızı, elektriksel iletkenliği ve pH değerleri sırasıyla 8 mm h⁻¹, 0.5 dS m⁻¹ ve 8.2'dir. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. incelendiğinde, toprak katmanlarına bağlı olarak hacim ağırlıklarının 1.33-1.47 gr cm⁻³ arasında ve etkili bitki kök bölgesindeki tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerlerinin de sırasıyla 260.71 mm, 166.30 mm ve 94.41 mm olduğu görülmektedir.

3.1.2 İklim özellikleri

İzmir iline ait uzun yıllık (1960-2014) iklim verileri ile deneme yılına ilişkin iklim verileri sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir. İzmir'de yıllık ortalama sıcaklık değeri 17.9 °C'dir. En soğuk aylar ocak, en sıcak ay ise temmuzdur. Yıllık toplam ortalama yağış miktarı 696 mm'dir.

Tablo 3.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

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

Tablo 3.1. İzmir iline ait uzun yıllar (1960-2014) ortalama iklim verileri (DMİ, 2014)

Parametre	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Basınç (mbar)	1014.6	1013.2	1012.0	1009.8	1009.5	1008.0	1005.9	1006.5	1010.2	1013.5	1014.8	1014.5
Ort. Oransal Nem (%)	69.8	68.0	65.5	62.6	58.8	52.2	50.4	52.3	57.0	63.4	68.8	71.4
Ort. Sıcaklık (°C)	8.8	9.4	11.8	15.9	20.9	25.7	28.0	27.6	23.6	18.9	14.1	10.5
Ort. Günlük Toplam Güneşlenme Süresi (sa/gün)	4.21	5.01	6.25	7.37	9.47	11.34	12.12	11.49	10.03	7.30	5.30	4.01
Ort. Açık Yüzey Buharlaşması (mm)	18.3	19.8	43.1	125.1	180.3	239.1	284.4	258.4	187.4	120.2	68.4	35.9
Toplam Yağış (mm)	121.6	103.7	75.6	49.5	27.0	9.6	1.9	2.4	16.9	46.2	94.9	146.8
Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)	3.3	3.5	3.3	3.1	3.1	3.2	3.5	3.3	3.0	2.8	3.0	3.3
Ort. Global Güneşlenme Şiddeti (cal/cm ²)	182.80	247.80	351.60	439.70	535.90	600.80	591.80	534.60	447.70	318.60	210.10	154.50

Tablo 2.3. Deneme yılında İzmir iline ait ortalama iklim verileri (DMİ, 2014)

2013	Basınç (mbar)	1012.3	1011.9	1009.4	1011.2	1008.6	1007.5	1006.5	1006.5	1010.3	1016.1	1013.4	1020.1
	Ort. Oransal Nem (%)	70.3	70.4	58.7	53.3	52.7	48.9	41.5	44.7	47.3	60.3	70.3	59.1
	Ort. Sıcaklık (°C)	9.4	11.1	14.0	17.4	23.0	26.1	28.8	29.0	24.2	17.0	14.8	8.4
	Ort. Güneşlenme Süresi(saat)	4.3	4.5	6.0	8.8	9.1	11.6	12.3	12.1	10.4	8.9	5.9	5.2
	Ort. Buharlaşma (mm)	-	-	3.5	5.5	7.3	8.9	9.6	8.7	6.3	3.3	1.8	-
	Yağış (mm)	252.5	187.0	56.8	30.2	43.7	27.1	0	20.2	5.1	94.1	128.9	9.1
	Ort.Rüzgar Hızı (m/sn)	2.9	2.9	1.7	3.1	2.8	3.1	3.3	3.1	2.9	2.4	2.6	2.5

3.1.3 Bitki özellikleri

Çalışmada bitki materyali olarak Memecik çeşidi zeytin ağaçları kullanılmıştır (Şekil 1). Söz konusu ağaçlar, denemenin başladığı yıl itibariyle 25 yaşında olup sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri, sırasıyla 7 m ve 5 m'dir. Verim çağında olan bu ağaçlar dikimden bu güne kadar damla sulama yöntemi ile sulanmıştır. Memecik zeytin çeşidi hem yağlık hem de sofralık olarak değerlendirilmektedir. Periyodisite gösterse de zor koşullara adaptasyonu ve yağ oranının yüksekliği nedeniyle üreticinin tercih ettiği, Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir. Zeytin sineğine karşı orta derecede hassastır. Yağ kalitesi yüksektir.

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).



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Memecik çeşidi zeytin ağaçları

3.1.4 Sulama sistemi

Denemede, damla sulama sistemi kullanılmıştır. Su kaynağından pompayla alınan su, ana kontrol biriminden geçtikten sonra deneme alanına ulaşmıştır. Deneme alanının başına filtreden ve manometreden oluşan ikinci kontrol birimi daha konulmuştur. Her bir yan ana borunun başına ve sonuna basınç ölçer yerleştirilerek işletme basıncı sulama

süresince kontrol edilmiştir. Deneme parsellerine suyu denetimli verebilmek amacıyla, her parselin başına küresel vana ve su sayacı yerleştirilmiştir (Şekil 3.2).

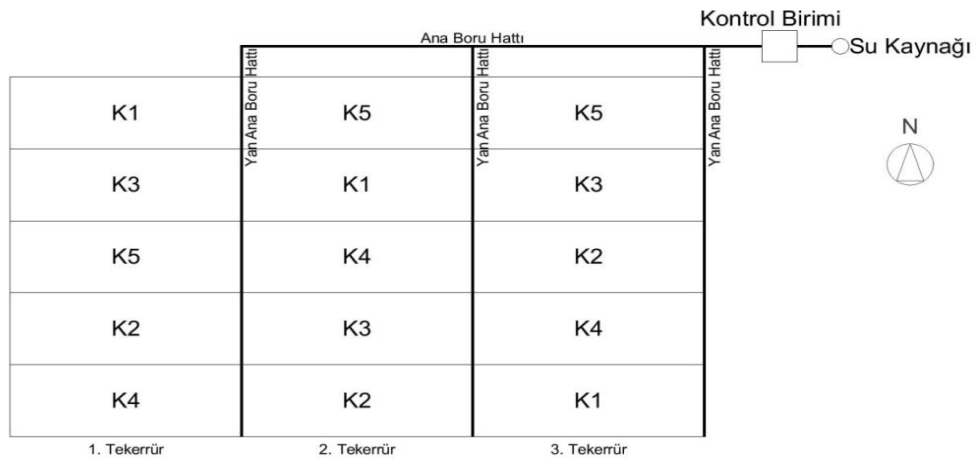
Denemede su kaynağı olarak üç farklı derin kuyunun beslediği sulama havuzu kullanılmıştır. Kullanılan suyun pH'ı ve elektriksel iletkenliği sırasıyla 7.5 ve 0.8 dS m⁻¹'dir. Sistemde, 40 mm çaplı ve 6 atm işletme basınçlı sert PE malzemedен yapılmış ana ve yan borular ile 16 mm çaplı ve 4 atm işletme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

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

3.2 Yöntem

3.2.1 Denemenin düzenlenmesi

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 konu ve 3 tekerrür olarak yürütülmüştür (Şekil 3). Her parselde sıra üzerinde yer alan 4 adet ağaç değerlendirmeye alınmıştır, konuların birbirine etkisini ortadan kaldırmak amacıyla parseller arasına tek sıra kenar etkisi bırakılmıştır (Melgar vd., 2008). Sulama konuları, Tablo 3.4'te verildiği gibi oluşturulmuştur.



Şekil 2.2. Deneme alanının şematik görünümü

Tablo 3.4. Sulama konuları

Sulama Konusu	Açıklama
K1	Susuz (Yağışa dayalı koşullar)
K2	5 günde 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemin tarla kapasitesine tamamlanması (Kontrol)
K3	K2 konusunda uygulanan suyun %33'ünün uygulanması
K4	Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sinin uygulandığı 3 kez sulama yapılması
K5	Çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'inin uygulandığı 3 kez sulama yapılması

3.2.2 Sulama suyu miktarının belirlenmesi

Deneme alanı, deneme öncesi yıllarda da damla sulama yöntemiyle sulandığından su uygulama derinliği 90 cm olarak alınmıştır. K2 ve K3 konularında sulamaya, yağışların sona erdiği tarihten (mayıs-haziran) itibaren belirli aralıklarla 0-30, 30-60, 60-90 cm toprak derinliklerindeki nem miktarları izlenerek 90 cm toprak katmanındaki elverişli nem %50'ye düştüğünde başlanmıştır. Toprak nemi, gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir.

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 vd., 1993; Anaç vd., 2009 ; Toplu vd., 2009; Aşık vd. 2011). K4 ve K5 konularında ise fenolojik dönemler izlenerek sulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu dönemlerde 90 cm derinlikteki toprakta eksilen nem belirlenerek sulama suyu hesaplanmıştır. Konulara uygulanacak sulama suyu miktarları ise, 0-90 cm kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, örtü yüzdesi ("bitki taç genişliği/sıra arası" eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır) 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. Zeytinin hasat zamanı kasım ayı olmuştur. Bu nedenle, sulamalara sonbahar yağışları dikkate alınarak son verilmiştir.

3.2.3 Bitki su tüketimi

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 ikinci yılında 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. Deneme dönemlerinde çeşitli tarihlerde yağışlar meydana gelmiş fakat yüzey akış ve derine sızmaya neden olacak miktarda yağış gerçekleşmemiştir.

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

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) dir.

3.2.4. Yaprak su potansiyeli ölçümleri

Gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p):

Gün doğumu öncesindeki bitkideki su potansiyeli Scholander ve ark. (1965) tarafından kullanılan ve Goode (1968) tarafından geliştirilen, scholander tip basınç odası yardımıyla ağaç tacının alt kısmına ve gövdeye yakın gölgelenen 5 ila 7 yaprağa sahip 3 sürgün alınarak ölçülmüştür (Bengal, 2009). Ölçümler gün doğumu öncesinde gerçekleştirilmiştir. Her bir tekerrürden 1 ağaç toplam 3 ağaçtaki 9 ölçümün ortalaması alınarak o konu için ortalama yaprak su potansiyeli bulunmuştur.

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

Gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_1):

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 3 sürgün alınarak ölçülmüştür. Ölçümler gün ortasında gerçekleştirilmiş, Her bir tekerrürden 1 ağaç toplam 3 ağaçtaki 9 ölçümün ortalaması alınarak o konu için ortalama yaprak su potansiyeli bulunmuştur.

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

Sürgün su potansiyeli (Ψ_s):

Bitkideki su potansiyeli scholander tip basınç odası yardımıyla ağaç tacının iç kısmında gölgelenen 5 ila 7 yaprağa sahip 3 sürgün alınarak ölçülmüş, ölçümler gün ortasında gerçekleştirilmiştir. Her bir tekerrürden 1 ağaç toplam 3 ağaçtaki 9 ölçümün ortalaması alınarak o konu için ortalama yaprak su potansiyeli bulunmuştur. Ölçümlerden yaklaşık 40 dakika önce ölçümde kullanılacak sürgünler alüminyum torbaların içerisine alınarak rüzgar ve solar radyasyon gibi çevresel etkilerden korunacak ve bu şekilde transpirasyon yapmaları engellenmiştir.

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

Elde edilen verilerin analizinde SPSS 13.0 programı kullanılmıştır. Bu programlar yardımıyla varyans analizi, Duncan testi ve regresyon analizleri yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sulama suyu ihtiyacı

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

Tablo 4.1. Deneme 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. 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.

4.2 Bitki su tüketimi (ETa)

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

Tablo 4.2. Deneme yılında aylara göre zeytin bitkisinin bitki su tüketimi (mm)

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

Tablo 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.

4.3. Bitki su potansiyeli(Ψ)

Deneme yılında sulama konularına göre zeytin ağaçlarında Gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p), Gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_l) ve Sürgün su potansiyeli (Ψ_s) değerlerinin değişimi ve ortalamaları sırasıyla Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te verilmiştir.

Gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p), K1 konusunda -1.28 ile -4.78 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.83 MPa, K2 konusunda -0.76 ile -1.08 MPa arasında değişmiş ortalaması -0,95 MPa, K3 konusunda ise -1.11 ile -2.35 MPa

arasında değişmiş ortalaması -1.58 MPa, K4 konusunda ise -1.13 ile -1,94 MPa arasında değişmiş ortalaması -1.66 MPa, K5 konusunda ise -1.28 ile 3.29 MPa arasında değişmiş

Tablo 4.3. 2013 yılı sulama konularına göre gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p)'nin değişimi (MPa)

Konu	28.6.2013	3.7.2013	17.7.2013	31.7.2013	14.8.2013	28.8.2013	11.9.2013	25.9.2013	Ort.
K1	-1.28c	-1.45c	-1.77d	-2.35c	-3.80d	-4.78d	-3.67d	-3.59d	-2.83
K2	-0.98a	-1.00a	-0.92a	-1.08a	-0.97a	-0.98a	-0.93a	-0.76a	-0.95
K3	-1.11b	-1.21b	-1.21bc	-1.73b	-1.39b	-1.82b	-2.35c	-1.83b	-1.58
K4	-1.28c	-1.45c	-1.13b	-1.79b	-1.39b	-1.94b	-1.78b	-1.92b	-1.66
K5	-1.28c	-1.45c	-1.28c	-1.78b	-2.17c	-3.29c	-2.38c	-2.12c	-2.17
K2-K1	0.29	0.45	0.85	1.26	2.83	3.80	2.74	2.83	1.88

* $p < 0.05$, Aynı sütundaki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Tablo 4.4. 2013 yılı sulama konularına göre gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_l)'nin değişimi (MPa)

Konu	26.6.2013	3.7.2013	17.7.2013	31.7.2013	14.8.2013	28.8.2013	11.9.2013	25.9.2013	Ort.
K1	-2.82c	-2.60ns	-3.17c	-3.82d	-3.42d	-4.19c	-4.03d	-5.01e	-3.63
K2	-2.46a	-2.49ns	-2.52a	-2.36a	-2.54a	-2.84a	-2.75a	-2.28a	-2.53
K3	-2.63b	-2.71ns	-2.68ab	-2.72b	-2.75b	-2.89a	-3.03b	-2.87b	-2.79
K4	-2.82c	-2.60ns	-2.95bc	-2.82b	-2.75b	-3.57b	-3.1c	-3.29c	-2.99
K5	-2.82c	-2.60ns	-2.88b	-3.21c	-3.15c	-3.91bc	-3.16bc	-3.71d	-3.18
K2-K1	0.36	0.11	0.66	1.46	0.88	1.36	1.29	2.74	1.11

* $p < 0.05$, Aynı sütundaki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Tablo 4.5. 2013 yılı sulama konularına göre sürgün su potansiyeli (Ψ_s)'nin değişimi (MPa)

Konu	28.6.2013	3.7.2013	17.7.2013	31.7.2013	14.8.2013	28.8.2013	11.9.2013	25.9.2013	Ort.
K1	-2.34b	-2.48b	-3.06c	-4.33d	-3.28d	-3.96d	-3.40d	-4.01e	-3.36
K2	-1.80a	-2.01a	-2.32a	-2.22a	-1.92a	-2.10a	-1.71a	-1.52a	-1.95
K3	-2.14b	-2.14a	-2.48ab	-2.79b	-2.37b	-2.56ab	-2.22b	-2.19b	-2.36
K4	-2.34b	-2.48b	-2.53ab	-2.72b	-2.55b	-2.88bc	-2.25b	-2.74c	-2.56
K5	-2.34b	-2.48b	-2.65b	-3.53c	-2.88c	-3.26c	-2.54c	-3.29d	-2.87
K2-K1	0.54	0.47	0.74	2.11	1.36	1.86	1.69	2.49	1.41

* $p < 0.05$, Aynı sütundaki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

ortalaması -2.17 MPa olarak bulunmuştur. Sezon boyunca K2 ve K1 konuları arasındaki en fazla potansiyel farkı 3.80 MPa, sezon ortalaması ise 1.88MPa olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4.3).

Gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_l), K1 konusunda -2.60 ile -5.01MPa arasında değişmiş ortalaması -3.63 MPa, K2 konusunda -2.27 ile -2.84 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.53 MPa, K3 konusunda ise -2.63 ile -3.03 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.79 MPa, K4 konusunda ise -2.60 ile -3.57 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.99 MPa, K5 konusunda ise -2.60 ile 3.91 MPa arasında değişmiş ortalaması -3.18 MPa olarak bulunmuştur. Sezon boyunca K2 ve K1 konuları arasındaki en fazla potansiyel farkı 2.74 MPa, sezon ortalaması ise 1.11 Mpa olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4.4).

Sürgün su potansiyeli (Ψ_s), K1 konusunda -2.34 ile -4.33 MPa arasında değişmiş ortalaması -3.36 MPa, K2 konusunda -1.52 ile -2.32 MPa arasında değişmiş ortalaması -1.95 MPa, K3 konusunda ise -2.14 ile -2.79 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.36 MPa, K4 konusunda ise -2.25 ile -2.88 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.56 MPa, K5 konusunda ise -2.34 ile 3.53 MPa arasında değişmiş ortalaması -2.87 MPa olarak bulunmuştur. Sezon boyunca K2 ve K1 konuları arasındaki en fazla potansiyel farkı 2.49 MPa, sezon ortalaması ise 1.41 MPa olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4.5).

Akkuzu ve ark. (2010) Memecik zeytin ağaçlarında taç sıcaklığının ve yaprak su potansiyelinin gün içerisindeki değişimini incelediği çalışmada gün ortası yaprak su potansiyeli değerlerini kontrol konusunda -2.5 MPa civarında, stres konusunda -4.0 MPa değerinin altında bulmuştur. Kaya ve ark. (2009) farklı sulama düzeyinde Memecik zeytin ağaçlarında yaprak su potansiyelinin değişimini inceledikleri çalışmada yaprak su potansiyeli değerleri uygulanan sulama suyu düzeyi arttıkça artmıştır. Sabah saatlerindeki yaprak su potansiyeli tam sulanan konuda -0.71 ile -0.92 MPa arasında değişmiş, sulanmayan tamamen yağışa dayalı yetiştirilen konuda ise -1.72 ile -2.88 MPa arasında değişmiştir. Greven et al. (2009) genç zeytin ağaçlarında kuraklığın etkisini araştırdıkları çalışmada sulanan ağaçlarda yaprak su potansiyelini gün doğumu öncesi 0.4 MPa, gün ortasında ise 2.1 MPa olarak bulmuşlardır. Zeytin ağaçlarında gövdedeki özsu akışı ile yaprak su potansiyeli üzerine sulamanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sulanan ağaçlarda yaprak su potansiyelindeki düşüş daha 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). Yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında bu çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Stresin yaşanmadığı ve stresin en yüksek düzeyde yaşandığı K2 ve K1 konuları arasındaki potansiyel farkının sezon ortalaması en yüksek 1.88 MPa ile gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p)'nde gerçekleşmiştir. Yani konular arasında daha belirgin bir fark gözlenmiştir. Ortalamalara göre ikinci en yüksek fark ise sürgün su potansiyeli (Ψ_s)'nde, en düşük fark ise gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_l)'nde gerçekleşmiştir. Bununla temel sebebinin K2 konusunda yüksek transpirasyon nedeniyle kaybedilen suyun hızla yerine konulamaması olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar stresi en belirgin ortaya koyan gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli olsa da diğer göstergelerde ilk ölçümden itibaren stres düzeyini ayırt etmede oldukça başarılı olmuştur.

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. Bu sonuç ise tür farklılığıyla açıklanabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Memecik zeytin çeşidinde su stresine bağlı bitki su potansiyelinin değişimi farklı yaklaşımlarla ortaya konulmuştur.

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 yaprak su potansiyeli değerlendirildiğinde,

Gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_p) verileri için sezon ortalamaları, K1 konusu için -2.83 MPa, K2 konusu için - 0.95 MPa, K3 konusu için -1.58 MPa, K4 konusu için -1.66 MPa, K5 konusu -2.17 MPa olarak hesaplanmıştır.

Gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_l) verileri için sezon ortalamaları, K1 konusu için -3.63 MPa, K2 konusu için -2.53 MPa, K3 konusu için -2.79 MPa, K4 konusu için - 2.99 MPa, K5 konusu -3.18 MPa olarak hesaplanmıştır.

Sürgün su potansiyeli (Ψ_s) verileri için ise sezon ortalamaları, K1 konusu için - 3.36 MPa, K2 konusu için -1.95 MPa, K3 konusu için -2.36 MPa, K4 konusu için -2.56 MPa, K5 konusu -2.87 MPa olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak ;

Çalışmanın önemli bir bulgusu ise zeytinde stresin ayırt edilmesinde yaprak su potansiyelinin başarılı bir gösterge olduğudur. Stresin yaşanmadığı ve stresin en yüksek düzeyde yaşandığı K2 ve K1 konuları arasındaki potansiyel farkının sezon ortalaması en yüksek 1.88MPa ile gün doğumu öncesi yaprak su potansiyelinde gerçekleşmiştir. Yani konular arasında daha belirgin bir fark gözlenmiştir. Bu nedenle gün doğumu öncesi yaprak su potansiyeli ön plana çıkmakla birlikte her üç yaklaşımda ilk ölçümden itibaren stresin ortaya konulmasında başarılı olmuştur.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akkuzu, E., Çamoğlu, G. and Kaya, Ü. 2010. Diurnal Variation of Canopy Temperature Differences and Leaf Water Potential of Field-Grown Olive (*Olea europaea* L. cv. Memecik) Trees. *Philipp Agric Scientist* 93 (4): 399-405 (2010)
- Anaç ve ark. 2009. Tuzluluğun Satsuma Mandarini Yaprak Su Potansiyeli ve Bazı Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. 2005-ZRF-052 nolu BAP Projesi.
- Anonim. 2016. "Türk zeytin yağ sektörü", *OLIVAE*, 123, 4-5.
- 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, Ş., Kaya, U., Camoğlu, G., Akkuzu, E., Ataoğlu Sönmez, H., Avcı, M. 2014. The Effect of Different Irrigation Levels on the Yield and Some Traits of Memecik Olive Trees (*Olea europaea* L.) in the Aegean Coastal Region of Turkey. *J. Irrig. Drain Eng. ASCE*, 140(8), 04014025
- Ben-Gal, A., Agam, N., Alchanatis, V., Cohen, Y., Yermiyahu, U., Zipori, I., Presnov, E., Sprintsin, M., Dag, A., 2009. "Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery", *Irrigation Science* 27, 367–376.
- Ben-Gal, A., Dag, A., Basheer, L., Yermiyahu, U., Zipori, I., Kerem, Z. 2011a. "The influence of bearing cycles on olive oil quality response to irrigation", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 11667–11675.
- Berenguer M. J., Vossen P. M., Grattan S. R., Connell J. H., Polito V. S., 2006. "The irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil", *Hort. Sci.* 41 (2), 427-432.
- Blum, A. 2011, *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer, New York.
- Boussadia O, Ben Mariem F, Mechri B, Boussetta W, Braham M, Ben El Hadj S (2008) Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski). *Sci Hort* 116:388–393.

- 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>
- Çakır, T.2015. Farklı kısıtlı sulama koşullarındaki zeytin ağaçlarında (cv Memecik) bitki su potansiyeli ve stoma iletkenliğinin zamansal değişimi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Y.Lisans Tezi. İzmir.
- Dag, A., Ben-Gall A., Yermiyahu U., Basheer L., Nir Y., Kerem Z. 2008. "The effect of irrigation level and harvest mechanization on virgin olive oil quality in a traditional rain-fed 'Souri' olive orchard converted to irrigation", J. Sci. of Food and Agric., 88, 1524-1528.
- DMİ, 2014. Güzelyalı meteoroloji istasyonu meteorolojik gözlem kayıtları. İzmir.
- Fernández, J. E., Perez-Martin, A., Torres-Ruiz, J. M., Cuevas, M. V., Rodriguez-Dominguez, C. M., Elsayed-Farag, S., Morales-Sillero, A., García, J. M., Hernandez-Santana, V., Diaz-Espejo, A. 2013. "A regulated deficit irrigation strategy for hedgerow olive orchards with high plant density", Plant Soil 372, 279–295.
- Giorio P, Sorrentino G, 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.
- 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.
- Gómez-del-Campo, M. 2013. "Summer deficit-irrigation strategies in a hedge row olive orchard cv. 'Arbequina': effect on fruit characteristics and yield", Irrig. Sci., 31 (3), 259–269.
- 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.
- Grattan, S. R., Berenguer, M. J., Connell, J. H., Polito, V. S. and Vossen, P. M. 2006. "Olive Oil Production as Influenced by Different Quantities of Applied water", Agricultural Water Management, 85, 133-140.

- 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. *Agric Water Manag* 96:1525–1531.
- Güler, M., Cesur, R. ve Sarı, N., 2010, ‘Zeytinde Bakım İşlemleri’, T.C. Dogu Akdeniz Zeytin Birliği, Adana
- Gürkan, N. P. 2016. “Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı Sektörünün Temel Aktörleri: Bir Yenilik Sistemi Çerçevesi”, *OLIVAE*, 123, 9-17.
- Hepaksoy, S., Kukul, Y.S., Engin, H., Eroğul, D. ve Akşehirli, M., 2009, Leaf Water Potential of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Under Different Irrigation Levels, *Acta Horticulturae*, No.818, 193-198.
- 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. http://www.actahort.org/books/888/888_5.htm
- IOC, 1997. *World Olive Encyclopedia*. International Olive Council. Madrid. ISBN.84 01619440.
- James L.G., 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*, John Wiley and Sons. Inc, Newyork. 543p.
- Kanber, R., Yazar, A. Önder S.ve Köksal, H. 1993. “Irrigation response of pistachio (*Pistacia vera L.*)” *Irrigation Science*, 14 (1) 7-14
- Kaya, U, Ataoğul Olmez, H, Akkuzu, E, Camoğlu G, Asık S. Changes of leaf water potential in olive trees under different Irrigation Levels. *International Symposium on Olive Irrigation and Oil Quality*, December 6-10, 2009 , Israel.
- Kırnak H. ve Demirtaş, M.N. 2002. Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 33 (3), 265-270
- Lo Gullo, M.A., 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.

- Martin, G.C. and Sibbett G.S., 2005, Botany of olive. Olive production Manual. University of California. Publication no:3355.
- 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.
- Melgar, J.J., Mohamed, Y., Navarro, C., Parra, M.A., Benloch, M., Fernandez-Escobar, R. 2008. Long-term growth and yield responses of olive trees to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management* 95, (8), 968–972.
- 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 E. Fereres, Stomatal and photosynthetic responses of olive (*Olea europaea* L.) leaves to water deficits. *Plant Cell Environ.* 25: 395–405 (2002).
- Möller, M., Alchanatis, V., Cohen, Y. Meron, Tsipris, M.J., Naor, A. Ostrovsky, V., Sprintsin M. and S. Cohen. 2007. Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 4, pp. 827–838.
- Öztürk, F., 2006, Türkiye’de Zeytincilik Sektörünün Genel Durumu, Tar. Ve Köy. Bak., Zeytincilik Arastırma Ens., Yayın No. 61, Bornova, İzmir.
- Padilla Diaz C. M., Rodriguez-Dominguez, C. M., Hernandez-Santanaa, V., Perez-Martina, A. and Fernández, J. A. 2016. “Scheduling regulated deficit irrigation in a hedgerow olive orchard from leaf turgor pressure related measurements”, *Agricultural Water Management*, 164, 28-37.
- Pastor, M., García-Vila, M., Soriano, M. A., Vega, V. And Fereres, E. 2007. “Productivity of olive orchards in response to tree density”, *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 82 (4), 555–562.
- Proietti, P., Nasini, L. and Ilarioni, L. 2012. “Photosynthetic behavior of Spanish Arbequina and Italian Maurino olive (*Olea europaea* L.) cultivars under super-intensive grove conditions”, *Photosynthetica*, 50,2, 239–246.

- Rallo, L., Barronco, D. and Escobar, F. 1997, El cultivo del olivo. Ediciones Mundi prensa p.701.
- Rhizopoulou, S., Meletiou-Christou, M. S. and Diamantoglou, S. 1991. "Water relations for sun and shade leaves of four mediterranean evergreen sclerophylls", J. Exp. Bot., 42 (5): 627-635.
- Romorini, D. and Massai, R., 2003, Comparison of water status indicators for young peach trees. Irrig Sci 22: 39–46 pp.
- Scholander PF, Hammel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA. 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148, 339–346.
- Sevim, D., Tuncay, Ö., 2012, Ayvalık ve Memecik Zeytin Çeşitlerinin Yaprağı ve Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktiviteleri 37 (4):219-226pp.
- Tognetti R., d'Andria R., Morelli G., Calandrelli D., Fragnito F., 2004 Irrigation effects on daily and seasonal variations of trunk sap flow and leaf water relations in olive trees. Plant and Soil, 263:249–264.
- Toplu, C., Önder D., Önder S., Yıldız E., 2009. "Determination of fruit and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L.) cv. Gemlik", 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.
- 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.