



Determination of Some Morphological and Physiological Changes Related to Water Stress in The Gemlik Variety of Olive Sapling

Yasin Mercan^{1,a,*}, Talih Gürbüz^{2,b}

¹Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Aydın, Türkiye

²Aydın Adnan Menderes University, School of Koçarlı Vocational, Department of Landscape, Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 05-03-2023 Accepted : 21-08-2023</p> <p>Keywords: Olive Irrigation Drought stress Chlorophyll content Stomatal conductance</p>	<p>The present study was conducted with four-year-old “Gemlik” variety olive saplings grown in pots under field conditions. In the study, the responses of olive saplings to drought stress were investigated based on morphological and physiological parameters with various irrigation applications. The study was conducted in the Research and Application Farm at Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture in 2021. The experiments were set up with to the randomized plot design with 3 replicates. Irrigation applications were set up as 20% (I₂₀) 40% (I₄₀) 60% (I₆₀), 80% (I₈₀), 100% (I₁₀₀) of the water consumption of the plant. The irrigation volume varied between 16.32 and 81.57 L pot⁻¹ during the irrigation season and the corresponding plant water consumption varied between 19.49 and 85.08 L pot⁻¹. It was determined that the plant height varied between 3.50 cm and 11.00 cm, shoot length between 0.14 cm and 12.4 cm, stem diameter between 0.70 mm and 2.11 mm, and shoot diameter between 0.53 mm and 1.84 mm. Leaf relative water content varied between 52.61 % and 71.68%, stomatal conductance varied between 260.29 mmol m⁻² s⁻¹ and 535.80 mmol m⁻² s⁻¹, chlorophyll content varied between 78.00 and 82.76, and the difference between leaf temperature and air temperature varied between 1.93°C and 5.31°C. In conclusion, it could be suggested that the Gemlik variety olive is sensitive to soil moisture deficiency, morphological and physiological structures were affected by the irrigation volume during the growth season, and 60% of the reduced moisture (I₆₀) should be applied every 4 days based on the current study findings.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(9): 1620-1627, 2023

Gemlik Çeşidi Zeytin Fidanının Su Stresine Bağlı Bazı Morfolojik Ve Fizyolojik Değişikliklerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 05-03-2023 Kabul : 21-08-2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Zeytin Sulama Kuraklık stresi Klorofil miktarı Stoma iletkenliği</p>	<p>Bu araştırma, tarla koşullarında saksılarda yetiştirilen dört yaşlı “Gemlik” çeşidi zeytin fidanları üzerinde yapılmıştır. Araştırmada; farklı sulama uygulamalarında morfolojik ve fizyolojik parametreler göz önüne alınarak zeytin fidanlarının kuraklık stresine karşı tepkileri incelenmiştir. Araştırma, 2021 yılında, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesine bağlı Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf parseli deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sulama konuları, bitki su tüketiminin %20 (I₂₀) %40 (I₄₀) %60 (I₆₀), %80 (I₈₀), %100 (I₁₀₀) ‘ü kadar su uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda; sulama sezonu boyunca konulara uygulanan sulama suyu miktarları 16.32-81.57 L saksır⁻¹ ve buna karşılık elde edilen bitki su tüketimi değerleri ise 19.49-85.08 L saksır⁻¹ arasında değişmiştir. Konulara göre bitki boyunun 3.50 cm ile 11.00 cm, sürgün uzunluğunun 0.14 cm ile 12.4 cm, gövde çapının 0.70 mm ile 2.11 mm, sürgün çapının 0.53 mm ile 1.84 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Konulara göre elde edilen yaprak oransal su içeriği değerleri %52.61 ile %71.68, stoma iletkenliği değerleri 260.29 mmol m⁻² s⁻¹ ile 535.80 mmol m⁻² s⁻¹, klorofil miktarı değerleri 78.00 ile 82.76, yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı ise 1.93°C ile 5.31°C arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, Gemlik çeşidi zeytinin topraktaki nem eksikliğine duyarlı bir bitki olduğu, morfolojik ve fizyolojik parametrelerin yetiştirme mevsimi boyunca sulama suyuna bağlı olarak değiştiği, bu parametrelere ilişkin elde edilen bulgular göz önüne alındığında 4 günde bir eksilen nemin %60’ının (I₆₀) uygulanması önerilebilir.</p>

^a yasin.mercan@adu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-9213-6516>

^c tgurbuz@adu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0001-8536-6949>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Hızla artan nüfusun beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için üretim miktarının artırılmasının, maliyetinin azaltılması gerekir. Bu nedenle, mevcut toprak ve su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması önkoşuldur. Kısıtlı su kaynaklarına olan talep sürekli olarak artarken bu talebin karşılanabilmesi için suyun etkin bir şekilde kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Ayrıca bazı bitkilerde ihtiyaç duyduğu suyun kısıtlanması bitki verimi etkilemektedir. Bitkilerin yetişme ortamı şartlarını ve ekolojisini; iklim, toprak, eğim, bakı gibi özellikler belirlemektedir. Zeytinin yetişmesi üzerinde de çevre, iklim, toprak ve su şartları etkili olmaktadır (Baykara, 2011). Stres koşulları bitkilerin büyüme, gelişme ve verimini olumsuz yönde etkilemekte, dağılımlarını sınırlamaktadır. Türkiye’de zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlar yarı kurak ve kurak bölgelerde olup, zeytinin suya gereksinim duyduğu dönemlerde yeterli yağış düşmemektedir. Zeytin kuraklığa dayanıklı olduğu gibi, sulamaya gösterdiği tepki bölge, çeşit ve üretim sistemlerinde oldukça çarpıcıdır (Goldhamer, 1999; Moriana ve ark., 2003; Grattan ve ark., 2006; Hidalgo ve ark., 2011).

Zeytin ağaçları genellikle yağışın 400–600 mm olduğu alanlarda yetişmekle birlikte yağışın 200 mm olduğu bölgelerde de bulunmaktadır. Yüksek verim için 600–800 mm yağışa ihtiyaç duyulur. En yüksek bitki su tüketimine (ET_m) ilişkin bitki katsayısı (k_c), referans bitki su tüketimine (ET_o) göre 0,4–0,6 arasındadır (Doorenbos ve Kassam, 1986).

Türkiye’de zeytin tarımının yapıldığı arazilerin %55,1’si düz, %44,9’i ise eğimli olduğu görülmektedir. Aydın’da geleneksel zeytin alanları daha çok dağlık kesimlerde bulunmaktadır (Işık ve Abalı, 2017; Apak ve Başpınar, 2021). Zeytinlikler, tarıma ve mekanizasyona elverişli olmayan dağlık arazilerde düşük verimli ağaçlardan oluşmaktadır. Bölgede yaygın olarak “Gemlik” ve delice aşılı “Memecik” zeytin çeşitleri mevcuttur. Bölgede, zeytinde tarımsal uygulamaların çok az olduğu ve daha çok temel düzeyde yapıldığı bildirilmiştir. Düzensiz bir şekilde tesis edilen bu zeytinliklerin sulama olanaklarının da sınırlı olduğu ifade edilmiştir. (Özaltaş ve ark., 2016).

Zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı çoğu bölgelerde, zeytin ağacının büyüme ve gelişmesine ilişkin biyolojik olaylar kurak dönemde olmaktadır. Bu kurak dönemde sulama yapılarak su stresinin olumsuz etkileri azaltılabilir. Zeytinde, su stresinin etkisiyle sürgün büyümesi azalır, kök büyümesi daha çok kazık kök oluşturma eğilimi gösterir. Bu durum ise zeytin ağacının kuraklığa karşı olan uyum yeteneğini gösterir. Kök/taç oranı genelde sulanan arazilere göre sulanmayan arazilerde daha yüksektir. Bu yağışa bağlı koşullarda köklerin su alımını artırır (Fernandez ve Moreno, 1999).

Bu çalışmanın amacı farklı sulama uygulamalarında morfolojik ve fizyolojik parametreler göz önüne alınarak zeytin fidanlarının kuraklık stresine karşı tepkilerini incelemektir. Morfolojik gelişme (bitki boyu, gövde çapı, sürgün boyu, sürgün çapı) ve fizyolojik parametrelerin (yaprak oransal su içeriği, stoma iletkenliği, klorofil içeriği ve yaprak sıcaklığı gibi stres göstergelerinin) zamansal değişimleri üzerine olan etkileri araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2021 yılının Mayıs-Eylül ayları arasında, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesine bağlı Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde tarla koşullarında yürütülmüştür. Deneme alanı, Büyük Menderes Havzası’nda yer almakta olup Havza’da, yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlı Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Aylık sıcaklık ortalamaları 10,2 – 30,9°C, aylık oransal nem ortalamaları %40 – 77, ortalama aylık rüzgâr hızları 0,8 – 1,3 ms⁻¹ ortalama aylık yağış miktarı da 0 – 134,3 mm arasında değişmektedir (Anonim, 2022). Araştırmada, zeytin fidanlarının sulanması için gerekli olan sulama suyu, çiftlik içerisindeki yeraltı su kaynağından sağlanmıştır. Damla sulama yönteminin kullanıldığı araştırmada, her tekerrürde saksılar iki yana ayrılarak ortasından tek lateral geçecek şekilde 16 mm dış çaplı polietilen (PE) lateraller döşenmiştir. Her bitkiye 2 lh⁻¹ debili 1 adet damlatıcı gelecek şekilde damla sulama sistemi kurulmuştur. Sulamaların kontrollü yapılması için her bir lateral hat başına yine 16 mm çaplı vanalar takılmıştır. Deneme sahasının başına basınç ayarlı bir manometre konularak laterallere ulaşan suyun basıncı, su sayacı ile de parsellere uygulanan sulama suyu miktarı ölçülmüştür. Araştırma materyali olarak Gemlik zeytin çeşidi kullanılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 sulama konusu ile 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 4 fidan kullanılmıştır. Gemlik çeşidinin kendi kökleri üzerinde olan 4 yaşındaki fidanları kullanılmıştır. Denemede kullanılan 25 L’lik saksılara aynı miktarda (2 kg) torf, leonardit, ponza taşı ve her biri ortalama 1,5 kg olan zeytin fidanı toprağı ile beraber yerleştirilmiştir. Saksıların ağırlıkları tartılarak 7,5 kg olarak sabitlenmiştir. Deneme başlangıcında, bitkilerin vejetatif gelişimini sağlamak amacıyla her saksıya tek doz olmak üzere makro ve mikro element takviyesi yapılmıştır. Fazla suyun drene olabilmesi için saksıların altında delik olmasına dikkat edilmiştir. Saksılar zeminden 70 cm yükseklikteki sehpa kafes telli sistemin üzerine yerleştirilmiştir. Denemede kullanılan torf ve suya ilişkin (pH ve EC) parametreler Ziraat Fakültesi laboratuvarlarında yapılmıştır. Torf dikim öncesinde mantar ve zararlılara karşı ilaçlanarak hazır hale getirilmiştir.

Denemenin başlangıcında saksı su tutma kapasitesi belirlenmiştir. Bunun için ağırlıkları eşitlenen saksılardan 4 tanesine yavaş yavaş su eklenmiş ve bu işlem sızma olana kadar devam etmiştir. Saksı üstten buharlaşmayı önlemek için bir materyal ile kapatılmış, serbest drenaja bırakılmış ve saksıların alt tarafından su çıkışı duruncaya kadar devam edilmiştir. Bu süre 48 saat olarak belirlenmiştir.

Bu işlemlerden sonra saksılar tartılmış ve elde edilen değer bir saksıdaki yetiştirme ortamının su tutma kapasitesi düzeyinde su tutuğunda sistemin (saksı+ponza taşı+leonardit+torf+yetiştirme ortamı+bitki+su) ağırlığı olarak kabul edilmiş ve bu değere “saksı su tutma kapasitesi” adı verilmiştir. Saksı su tutma kapasitesi 13.000 kg olarak belirlenmiştir. Sulama programına başlanmadan önce Mayıs ayı başından Haziran ayı ortasına kadar beş günde bir saksılar tarla kapasitesine getirilmiştir.

Daha sonra denemeye, sulama programına uygun olarak 15 Haziran 2021 tarihinde başlanmış ve 8 Eylül 2021 tarihinde sonlandırılmıştır. Konulara göre sulamalar

her 4 günde bir sabah saatlerinde yapılmıştır. %100 konusuna saksı su tutma kapasitesine getirilene kadar su uygulanmıştır. Diğer konulara %100 konusuna verilen sulama suyu miktarına göre hesaplanmış ve sulamalar gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırmada sulama konuları

Table 1. Irrigation treatment in the research.

Konu	Açıklama
I ₁₀₀	Eksilen nemin saksı su tutma kapasitesine tamamlanması
I ₈₀	I ₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %80'i
I ₆₀	I ₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %60'ı
I ₄₀	I ₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %40'ı
I ₂₀	I ₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %20'si

Sulama Suyu Ve Bitki Su Tüketim Miktarları

Araştırmaya alınan konulara ilişkin sulama suyu gereksinimi, her bir sulama öncesi aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$I = T_{TK} - T$$

I = Sulama suyu miktarı (g)

T_{TK} = Saksı su tutma kapasitesi (g)

T = Sulama öncesi saksı ağırlığı (g)

Bitki su tüketimi 10 günlük dönemler için hesaplanmış ve hesaplamada aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Pouyafard ve ark., 2016).

$$ET_{10 \text{ gün}} = T_1 - T_2 + I$$

ET_{10 gün} = 10 günlük bitki su tüketimi (g)

T₁ = İlk ölçümdeki saksı ağırlığı (g),

I = İki ölçüm arasında uygulanan sulama suyu miktarı (g),

T₂ = Son ölçümdeki saksı ağırlığı (g),

Denemede, ağırlık cinsinden bulunan bitki su tüketimi değerleri suyun özgül kütlelerine ($\rho_w=1000 \text{ g L}^{-1}$) bölünerek ve L saksı⁻¹ cinsinden verilmiştir. 10 günlük bitki su tüketimleri toplanarak mevsimlik bitki su tüketimleri hesaplanmıştır.

Morfolojik Ölçümler

Bitki boyu (cm) ve gövde çapı (mm) tekerrürde 2 bitki olmak üzere her bir konudan 6 bitkide cetvel ve kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Sürgün boyu (cm) ve sürgün çapı (mm) ölçümü ise her tekerrürde 6 sürgünde 3 yinelemeli olarak cetvel ve kumpas ile ölçülmüş ve her bir konu için 18 ölçümün ortalaması kullanılmıştır. Ölçümler, sulama sezonu başlangıcında, ortasında ve sonunda yapılmıştır.

Fizyolojik Ölçümler

Yaprak oransal su içeriği

Yaprak dokularında su durumunun ortaya konulabilmesi amacı ile yaprak oransal su içeriği (YOSİ) saptanmıştır (Bacelar ve ark. 2007). YOSİ değerinin 100'den çıkarılmasıyla elde edilen değer, yaprağın su noksanlığını vermekte ve su potansiyeli ile çok yüksek bir ilişki göstermektedir. Ölçümlerde her tekerrürde 2 bitki, her bitkide 5 yaprak olmak üzere tekerrürde toplam 10 yaprak alınmıştır. Ölçümler, kısıtlı sulama uygulamalarının başlamasından sonra, iki hafta aralıklarla 13:00-14:00 saatleri arasında olgun yapraklarda yapılmıştır.

Klorofil içeriği

Zeytin yapraklarının klorofil içeriği ölçmek için Minolta SPAD 502 Plus (Minolta Crp. USA) klorofil ölçer kullanılmıştır (Loh ve ark., 2002; Coste ve ark., 2010). SPAD ölçümlerinde, sulama konuları arasındaki farkın daha belirgin olması için su kısıtı uygulamalarının başlangıcından iki hafta sonra ölçümler yapılmaya başlanmıştır. Ölçümler öğle saatlerinde yedi günde bir, her bir konuya ait tekerrürde 2 fidan olmak üzere 6 fidanda, her bir fidanda yer alan 5 yaprakta 3 yinelemeli, sulama öncesi 11:00–14:00 saatleri arasında ölçülmüştür.

Yaprak sıcaklığı

Yaprak sıcaklığı (Ty) ölçümleri, havanın güneşli ve bulutların güneşi engellemediği koşullarda yedi günde bir, sulama öncesi 11:00–14:00 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçümler her bir tekerrürde güneş gören 6 yaprakta yapılmıştır. Kullanılan infrared termometre (Testo 845, Testo, USA) yardımıyla görüş alanı yaprak alanı içerisinde kalacak şekilde yaklaşık 15 cm mesafeden 3 yinelemeli olarak ölçülmüştür. Kullanılan infrared termometrenin ölçüm aralığı 8-14µm ve emissivite değeri (ε) 0.98'dir.

Stoma iletkenliği

Stoma iletkenliği ölçümleri difüzyon yaprak porometresi (DECAGON SC-1) yardımıyla her bir tekerrürde 2 fidanda ve her bir fidanın güney tarafındaki sürgünlerde gelişimini tamamlamış, güneş gören (5 adet) yaprakta yapılmıştır (Ben-Gal ve ark., 2009). Bu amaçla, yapılan ölçümlere denemenin başlangıcından itibaren sulamaların sonuna kadar devam edilmiştir. Bu ölçümler yedi günde bir, sulama öncesi saat 11.00-14.00 arasında diğerleri (klorofil ve yaprak sıcaklığı ölçümleri) ile paralel yürütülmüştür.

Verilerin İşlenmesi Ve İstatistiksel Analizi

Verilerin istatistiksel analizlerin SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır. Sulama konuları varyans analizine tabi tutulmuş ve farkın önemli olması durumunda farklı çıkan gruplar Duncan testi ile saptanmıştır. İstatistiksel anlamlılık için P değeri %5 alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sulama Suyu Miktarı Ve Bitki Su Tüketimine İlişkin Bulgular (ET_a)

Gelişme dönemi boyunca konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırmada, aylara göre deneme saksılarına uygulanan sulama suyu miktarları 0,77 – 33,56 L saksı⁻¹, konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları ise 16,32 – 81,57 L saksı⁻¹ arasındadır. Buna karşılık elde edilen bitki su tüketimi değerleri aylara göre 1,53 – 32,53 L saksı⁻¹ olurken konulara göre toplam miktarlar ise 19,49 – 85,08 L saksı⁻¹ arasında değişmiştir.

Aylara göre uygulanan sulama suyu miktarının Pouyafard ve ark. (2016) tarafından yapılan aylık çeşidinin kullanıldığı çalışmada 0 – 33,26 L bitki⁻¹ ve Parlak (2014) tarafından yapılan aylık çeşidinin kullanıldığı çalışmada ise 11,204 – 47,088 L bitki⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir.

Çizelge 2. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (ET_a) (L saksı⁻¹)Table 2. Irrigation water amount (I) and evapotranspiration (ET_a) applied to the treatments. (L pot⁻¹)

Konu	Haziran 166-182*		Temmuz 182-213*		Ağustos 213-244*		Eylül 244-251*		Toplam	
	I	ET _a	I	ET _a	I	ET _a	I	ET _a	I	ET _a
I ₂₀	2,98	4,32	5,86	6,20	6,71	7,45	0,77	1,53	16,32	19,49
I ₄₀	5,95	6,91	11,71	12,05	13,43	13,57	1,54	3,07	32,63	35,60
I ₆₀	8,93	10,05	17,57	17,91	20,14	20,48	2,31	4,58	48,94	53,01
I ₈₀	11,91	12,93	23,42	23,76	26,85	27,19	3,08	6,08	65,26	69,96
I ₁₀₀	14,89	16,19	29,28	29,00	33,56	32,53	3,85	7,36	81,57	85,08

*Yılın gün sayısı

Çizelge 3 Sulama konularına göre bitki boylarının değişimi (cm)

Table 3. Change of plant height according to irrigation treatment (cm)

Konu	Sezon başı	Sezon ortası	Sezon sonu	Sezon farkı		
	(1)	(2)	(3)	(2-1)	(3-2)	(3-1)
I ₂₀	87,33	89,33	90,83	2,00(a)	1,50(ns)	3,50(a)
I ₄₀	99,00	101,00	103,33	2,00(a)	2,33(ns)	4,33(ab)
I ₆₀	96,83	103,50	107,83	6,67(b)	4,33(ns)	11,00(c)
I ₈₀	99,83	104,83	108,50	5,67(b)	4,00(ns)	9,67(bc)
I ₁₀₀	106,17	111,33	115,00	5,17(ab)	3,67(ns)	8,83(abc)

P_≥0,05, ns: önemsiz, P<0,05 önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Konulara göre uygulanan sulama suyu miktarının Çamoğlu (2013) tarafından yapılan bir çalışmada 7,42 – 40,83L saksı⁻¹ arasında Pouyafard ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada 0 – 82,45 L bitki⁻¹ ve Parlak (2014) tarafından yapılan çalışmada ise 40,7 – 123,3 L bitki⁻¹ arasında olduğu belirtilmiştir.

Aylara göre bitki su tüketimi değerleri Pouyafard ve ark. (2016) tarafından yapılan aylık çeşidinin kullanıldığı çalışmada 0,65 – 32,88 L bitki⁻¹ ve Parlak (2014) tarafından yapılan aylık çeşidinin kullanıldığı çalışmada ise 13,802 – 45,475 L bitki⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir.

Konulara göre bitki su tüketimi değerlerinin Çamoğlu (2013) tarafından yapılan bir çalışmada Gemlik çeşidinde 5,39 – 37,02 L Saksı⁻¹, Aylık çeşidinde ise 6,16 – 33,29 L Saksı⁻¹, Pouyafard ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada 10,78 – 86,11 L bitki⁻¹ ve Parlak (2014) tarafından yapılan çalışmada ise 48,2-129,0 L bitki⁻¹ arasında olduğu belirtilmiştir.

Yukarıda verilen araştırmalardan elde edilen konulara göre bitki su tüketim değerleri ile araştırmamızdan elde edilen bitki su tüketimi değerleri arasındaki farklılıklar, ekolojik koşulların yanısıra deneme süresi, bitki çeşidi ve bitki yaşlarındaki farklılıklar ile açıklanabilir.

Morfolojik Bulgular

Bitki Boyu

2021 yılında, gelişme dönemi boyunca konulara göre bitki boyundaki değişim Çizelge 3’de verilmiştir.

Araştırmada, deneme parsellerinde konular arasında bitki boyunda meydana gelen değişimler uygulanan sulama konularına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Araştırmada en büyük bitki boyu artışı I₆₀ (11 cm), en küçük ise I₂₀ (3,50 cm) konusundan elde edilmiştir. Konulara göre bitki boyu değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre tüm sulama konuları farklı gruplarda yer almıştır.

Arzani ve Arji (1999) tarafından İran’da saksıda yetiştirilen iki yaşlı zeytin fidanlarında yapılan bir çalışmada, bitki su tüketiminin %20 ve %40’ının dikkate alındığı konularda vejetatif büyümede artış olmadığı, %60, %80 ve %100 konularında artış olduğu; %80 ve %100 konularında ise diğer uygulamalara göre daha fazla artış olduğu belirtilmiştir.

Ünal (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, bitki boyundaki değişimler incelenmiştir. Sulama uygulamalarına göre Aylık çeşidinde en yüksek değeri %100 (15 cm), en düşük değeri ise %0 (4 cm), Gemlik çeşidinde ise en yüksek değeri %100 (10 cm) ve en düşük değeri ise %0 (1 cm) konusundan elde edilmiştir. İstatistiksel açıdan her iki çeşitte de konular arası bitki boyundaki değişim %5 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Pouyafard ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, 2 yaşlı Aylık çeşidi zeytin fidanlarının boyundaki değişim incelenmiştir. Sulama konularına göre bitki boyundaki değişimin en yüksek değeri %66 (26,53 cm) ve en düşük değeri %33 (13,00 cm) konusundan elde edildiği bildirilmiştir. Bitki boyundaki değişim istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır.

Parlak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, üç yaş Aylık çeşidi zeytin fidanlarının boyundaki değişim en yüksek değeri %100 (14,02 cm), en düşük değeri ise %33 (5,05 cm) konusundan elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, araştırmamız sonuçları ile uyumlu olduğu ve bitki yaşına bağlı olarak bitki boyundaki artışın göreceli olarak azaldığı söylenebilir.

Gövde çapı

2021 yılında, gelişme dönemi boyunca konulara göre gövde çapındaki değişim Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde sulama konularına bağlı olarak gövde çapında meydana gelen değişimlerin önemli olduğu görülmektedir. En büyük gövde çapı artışı I₁₀₀ (2,11 mm), en küçük ise I₂₀ (0,70 mm) konusundan elde edilmiştir.

Konulara göre gövde çapı değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli fark bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre I₆₀ ve I₄₀ konuları ile I₁₀₀ ve I₈₀ konuları aynı grupta, I₂₀ konusu ise farklı grupta ve yer almıştır.

Ünal (2012) tarafından yapılan bir çalışmada sulama uygulamalarına göre gövde çapındaki değişimin Ayvalık çeşidinde en yüksek değeri %100 (2,2 mm), en düşük değeri ise %0 (0,4 mm), Gemlik çeşidinde ise en yüksek değeri %100 (1,8 mm) ve en düşük değeri ise %0 (0,3 mm) konusundan elde edilmiştir. Parlak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada üç yaşlı Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarının gövde çapındaki değişimin en yüksek değeri %100 (2,96 mm), en düşük değeri ise %33 (0,47 mm) konusundan elde edilmiştir.

Bu sonuçlar, genel olarak sulama konularına göre bitki gövde çapının arttığı ve diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Sürgün uzunluğu

2021 yılında, gelişme dönemi boyunca konulara göre sürgün uzunluğundaki değişim Çizelge 5'te verilmiştir.

Araştırmada, deneme parsellerinde konular arasında sürgün uzunluğunda meydana gelen değişimler uygulanan sulama konularına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Araştırmada en büyük sürgün uzunluğu artışı I_{80} (12,14 cm), en küçük ise I_{20} (0,14 cm) konusundan elde edilmiştir. İlk dönem ile ikinci dönem sürgün uzunluğu sonuçları karşılaştırıldığında genel bir azalış olduğu görülmektedir. Konulara göre sürgün uzunluğu değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre I_{100} ve I_{40} konuları aynı grupta ve I_{80} , I_{60} ve I_{20} konuları ise farklı gruplarda yer almıştır.

Parlak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada üç yaşlı Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarının sürgün uzunluğundaki değişimin en yüksek değeri %66 (5,45 cm), en düşük değeri %33 (2,88 cm) konusundan elde edilmiştir. Aşık ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, sürgün uzunluğundaki değişimin sulama konularına göre, $S_{0,25}$ (31,36 cm), $S_{0,50}$ (38,85 cm), $S_{0,75}$ (41,32 cm), $S_{1,00}$ (38,19 cm), $S_{1,25}$ (42,61 cm) ve S_{Tam} (36,08 cm) olduğu bildirilmiştir.

Bu sonuçlara göre, sürgün uzunluğundaki değişimin sulama suyu miktarına bağlı olarak genelde artış gösterdiği ve diğer çalışma sonuçları ile örtüştüğü söylenebilir.

Sürgün çapı

2021 yılında, gelişme dönemi boyunca konulara göre sürgün çapındaki değişim Çizelge 6'da verilmiştir.

Araştırmada, deneme parsellerinde konular arasında sürgün çapında meydana gelen değişimler uygulanan sulama konularına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Araştırmada en büyük sürgün çapı artışı I_{60} (1,84 mm), en küçük ise I_{20} (0,53 mm) konusundan elde edilmiştir. İlk dönem ile ikinci dönem sürgün çapı sonuçları karşılaştırıldığında I_{20} ve I_{40} konusunda artış olurken diğer konularda genel bir azalış olduğu görülmektedir. Konulara göre sürgün çapı değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre I_{80} ve I_{40} konuları ile I_{100} ve I_{20} konuları aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4 Sulama konularına göre gövde çaplarının değişimi (mm)

Table 4. Change of stem diameter of plant according to irrigation treatment (mm)

Konu	Sezon başı	Sezon ortası	Sezon sonu	Sezon farkı		
	(1)	(2)	(3)	(2-1)	(3-2)	(3-1)
I_{20}	10,85	11,05	11,55	0,20(a)	0,50(ns)	0,70(a)
I_{40}	11,97	12,44	13,30	0,48(ab)	0,85(ns)	1,33(ab)
I_{60}	11,66	12,21	13,35	0,56(ab)	1,14(ns)	1,70(ab)
I_{80}	12,54	13,24	14,53	0,70(ab)	1,29(ns)	1,99(b)
I_{100}	13,02	14,13	15,14	1,11(b)	1,00(ns)	2,11(b)

$P \geq 0,05$, ns: önemsiz, $P < 0,05$ önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir; (Sezon başı: 01.07.2021; sezon ortası: 01.08.2021; sezon sonu: 01.09.2021)

Çizelge 5 Sulama konularına göre sürgün uzunluklarının değişimi (cm)

Table 5. Change of shoot length of plant according to irrigation treatment (cm)

Konu	Sezon başı	Sezon ortası	Sezon sonu	Sezon farkı		
	(1)	(2)	(3)	(2-1)	(3-2)	(3-1)
I_{20}	9,42	9,92	9,56	0,50(a)	-0,36(a)	0,14(a)
I_{40}	11,36	15,57	18,93	4,21(b)	3,36(b)	7,57(b)
I_{60}	12,50	19,50	23,57	7,00(c)	4,07(bc)	11,07(bc)
I_{80}	13,58	19,67	25,72	6,08(bc)	6,06(c)	12,14(c)
I_{100}	10,47	16,14	18,72	5,67(bc)	2,58(b)	8,24(b)

$P \geq 0,05$, ns: önemsiz, $P < 0,05$ önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir; (Sezon başı: 01.07.2021; sezon ortası: 01.08.2021; sezon sonu: 01.09.2021)

Çizelge 6. Sulama konularına göre sürgün çaplarının değişimi (mm)

Table 6. Change of shoot diameter of plant according to irrigation treatment (mm)

Konu	Sezon başı	Sezon ortası	Sezon sonu	Sezon farkı		
	(1)	(2)	(3)	(2-1)	(3-2)	(3-1)
I_{20}	1,86	2,09	2,38	0,23(a)	0,30(a)	0,53(a)
I_{40}	1,95	2,56	3,34	0,61(b)	0,78(b)	1,39(b)
I_{60}	2,00	3,05	3,83	1,05(c)	0,78(b)	1,84(c)
I_{80}	1,87	2,59	3,07	0,72(b)	0,48(ab)	1,20(b)
I_{100}	1,77	2,26	2,42	0,49(ab)	0,17(a)	0,66(a)

$P \geq 0,05$, ns: önemsiz, $P < 0,05$ önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir; (Sezon başı: 01.07.2021; sezon ortası: 01.08.2021; sezon sonu: 01.09.2021)

Çizelge 7 Sulama konularına göre yaprak oransal su içeriği (YOSİ)'nin değişimi (%)

Table 7. Change of leaf relative water content (RWC) of plant according to irrigation treatment (%)

Konu	02.08.2021	23.08.2021	08.09.2021	Ortalama
I ₂₀	52,49	49,26	56,07	52,61(a)
I ₄₀	60,44	57,61	65,78	61,28(b)
I ₆₀	66,95	62,80	70,99	66,91(bc)
I ₈₀	68,10	67,26	65,91	67,09(bc)
I ₁₀₀	74,78	74,13	66,12	71,68(c)

P_{≥0,05}, ns: önemsiz, P<0,05 önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 8 Sulama konularına göre stoma iletkenliğinin değişimi (mmol m⁻² s⁻¹)

Table 8. Change of stomatal conductance of plant according to irrigation treatment (mmol m⁻² s⁻¹)

Konu	2.07.2021	10.07.2021	19.07.2021	28.07.2021	9.08.2021	18.08.2021	26.08.2021	3.09.2021	8.09.2021	Ortalama
I ₂₀	304,85	298,35	211,82	207,00	291,96	181,19	365,47	350,47	131,48	260,29(a)
I ₄₀	383,60	348,26	232,20	356,66	340,51	332,14	285,62	426,84	214,61	324,49(b)
I ₆₀	540,36	507,06	329,10	555,21	492,08	400,53	463,06	408,24	227,81	435,94(c)
I ₈₀	685,38	550,71	446,15	626,25	539,27	462,23	563,89	580,66	367,64	535,80(e)
I ₁₀₀	707,68	422,21	445,09	473,23	485,76	438,70	473,86	453,29	387,15	476,33(d)

P_{≥0,05}, ns: önemsiz, P<0,05 önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Pouyafard (2016) tarafından yapılan bir çalışmada iki yaşlı Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarının sürgün çapındaki değişimin sulama konularına göre en yüksek değeri %100 (1,90 mm) ve en düşük değeri %66 (1,11 mm) konusundan elde edildiği ve %0 konusunda ise ilk dönemde -0,46 mm iken, çalışmanın ilerleyen dönemlerinde ölçüm yapılamadığı bildirilmiştir. Parlak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada üç yaş Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarının sürgün çapındaki değişimin sulama konularına göre, en yüksek değeri %100 (0,73 mm), en düşük değeri ise %33 (0,32 mm) konusundan elde edilmiştir. Aşık ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, sürgün çapındaki değişimin sulama konularına göre, S_{0,25} (2,77 cm), S_{0,50} (2,86 cm), S_{0,75} (3,01 cm), S_{1,00} (3,20 cm), S_{1,25} (3,39 cm) ve S_{Tam} (3,01 cm) olduğu bildirilmiştir.

Bu sonuçlara göre, sulama uygulamalarına göre sürgün çapındaki değişim oldukça farklıdır.

Fizyolojik Bulgular

Yaprak Oransal Su İçeriği

Araştırma alanında gelişme periyodu boyunca ölçülen yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Elde edilen YOSİ değerleri sulama uygulamalarına göre %49,26 ile %74,78 arasında değişmiştir. Ortalama YOSİ değerleri en yüksek I₁₀₀ (71,68), en düşük ise I₂₀ (52,61) konusundan elde edilmiştir. Konulara göre YOSİ değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre I₁₀₀, I₄₀, I₂₀ konuları farklı grupta ve I₈₀ ve I₆₀ konuları ise aynı grupta yer almıştır.

Pouyafard (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, YOSİ'nin sulama konularına göre en yüksek değeri %100 (%85) ve en düşük değeri ise %0 (%55) konusundan elde edildiği bildirilmiştir. Proietti ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada zeytin (*olea europaea* L.) çeşidi iki farklı sulama uygulamalarına göre stressiz konuda YOSİ'nin %80,43-97,64 arasında olduğu ve stresli koşulda ise %52,70-69,71 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bu sonuçlara göre; konulara göre YOSİ değerlerinin sulama sulama suyu miktarına bağlı olarak arttığı ve diğer çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Stoma İletkenliği

Araştırma alanında gelişme periyodu boyunca ölçülen stoma iletkenliği (Gs) değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Elde edilen stoma iletkenliği değerleri sulama uygulamalarına göre 131,48 ile 707,68 mmol m⁻² s⁻¹ arasında değişmiştir. Gelişme dönemi boyunca ortalama stoma iletkenliği değerleri en yüksek I₈₀ (535,80 mmol m⁻² s⁻¹), en düşük ise I₂₀ (260,29 mmol m⁻² s⁻¹) konusundan elde edilmiştir. Konulara göre stoma iletkenliği değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre sulama konularının her biri farklı grupta yer almıştır.

Pouyafard (2016) tarafından yapılan bir çalışmada Ayvalık çeşidinde sulama konularına göre, ortalama stoma iletkenliği değerleri I₁₀₀, I₆₆, I₃₃ ve I₀ konuları için sırasıyla, 645,12, 431,24, 324,92 ve 37,62 mmol m⁻² s⁻¹ olduğu belirtilmiştir. Parlak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada üç yaşlı Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarında, sulama konularına göre ortalama stoma iletkenliği değerleri I₁₀₀, I₆₆ ve I₃₃ konuları için sırasıyla 399,13, 305,09 ve 196,03 mmol m⁻² s⁻¹ olduğu belirtilmiştir.

Bu sonuçlara göre, stoma iletkenliği değerlerinin sulama miktarına bağlı olarak değiştiği ve diğer çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiği sonucuna ulaşılabılır.

Klorofil içeriği

Araştırma alanında gelişme periyodu boyunca ölçülen klorofil içeriği değerlerinin değişimi (SPAD) Çizelge 9'da verilmiştir. Elde edilen SPAD değerleri sulama uygulamalarına göre 78,00 ile 82,76 arasında değişmiştir. Gelişme dönemi boyunca ortalama klorofil içeriği değerleri en yüksek I₈₀ (92,32), en düşük ise I₁₀₀ (68,04) konusundan elde edilmiştir. Konulara göre klorofil içeriği değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre I₁₀₀, I₈₀ ve I₂₀ konuları farklı grupta ve I₆₀ ve I₄₀ konuları ise aynı grupta yer almıştır.

Pouyafard (2016) tarafından yapılan bir çalışmada iki yaşlı Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarında, sulama konularına göre ortalama klorofil içeriği değerleri, I₁₀₀, I₆₆, I₃₃ ve I₀ konuları için sırasıyla, 81,30, 79,17, 81,51 ve 31,49 SPAD olduğu ve istatistiksel olarak konular arası farklılığın belirgin olmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 9 Sulama konularına göre klorofil miktarının değişimi (SPAD)

Table 9. Change of chlorophyll amount of plant according to irrigation treatment (SPAD)

Konu	2.07.2021	10.07.2021	19.07.2021	28.07.2021	9.08.2021	18.08.2021	26.08.2021	3.09.2021	8.09.2021	Ortalama
I ₂₀	81,76	83,18	79,09	80,99	76,25	82,84	88,20	84,44	88,10	82,76(a)
I ₄₀	76,04	77,23	78,24	77,78	80,28	82,31	89,72	82,69	84,95	81,03(ab)
I ₆₀	75,85	78,16	77,18	76,04	78,55	88,44	87,84	78,96	86,13	80,68(ab)
I ₈₀	69,28	75,28	74,25	75,79	82,88	82,25	90,12	92,32	79,72	80,21(bc)
I ₁₀₀	68,04	73,24	73,63	72,15	79,72	84,19	86,76	85,57	78,67	78,00(c)

P_{≥0,05}, ns: önemsiz, P<0,05 önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 10 Sulama konularına göre T_y-T_a değerinin değişimi (°C)Table 10. Change of the average value of T_y-T_a of plant according to irrigation treatment

Konu	2.07.2021	10.07.2021	19.07.2021	28.07.2021	9.08.2021	18.08.2021	26.08.2021	3.09.2021	8.09.2021	Ortalama
I ₂₀	5,13	4,85	3,87	5,36	5,41	5,78	5,69	5,89	5,83	5,31(a)
I ₄₀	2,47	3,30	1,99	2,62	4,45	5,47	3,31	3,22	1,12	3,10(b)
I ₆₀	1,37	1,90	2,50	1,08	2,81	4,13	1,49	2,46	2,57	2,26(d)
I ₈₀	3,43	1,61	3,82	0,69	2,69	3,76	3,66	2,59	2,71	2,77(c)
I ₁₀₀	2,34	0,87	3,53	-2,55	3,53	3,52	2,76	1,14	2,20	1,93(e)

P_{≥0,05}, ns: önemsiz, P<0,05 önemli, Not: Aynı sütündeki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan testi sonuçlarına göre istatistiksel açıdan önemli fark bulunmamıştır. Akkuzu ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında, sulama konularına göre ortalama SPAD değerleri susuz, %100, %33, %50 ve %25 konuları için sırasıyla 2012 yılında; 82,2, 84,8, 83,4, 84,0 ve 82,3, 2013 yılında; 69,4, 87,4, 76,3, 75,5 ve 74,2 ve 2014 yılında ise; 82,3, 82,4, 82,7, 83,3 ve 83,0 SPAD arasında olduğu belirtilmiştir.

Bu sonuçlara göre, SPAD cinsinden klorofil miktarı ölçümlerinin uygulanan su miktarının azalışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Zeytinde su stresini ayırt etmede başarılı olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Yaprak Sıcaklığı ve Hava Sıcaklığı Farkı

Araştırma alanında gelişme periyodu boyunca ölçülen yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkının değişimi Çizelge 10'da verilmiştir.

Elde edilen yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkının sulama uygulamalarına göre -2,55°C ile 5,89°C ile arasında değişmiştir. Gelişme dönemi boyunca konulara göre ortalama yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı değerleri sırasıyla 1,93 °C (I₁₀₀), 2,77 °C (I₈₀), 2,26 °C (I₆₀), 3,10°C (I₄₀) ve 5,31°C (I₂₀) olarak elde edilmiştir. Konulara göre yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı değerlerinin değişimi istatistiksel açıdan %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre sulama konularının her biri farklı grupta yer almıştır.

Pouyafard (2016) tarafından yapılan bir çalışmada iki yaşlı Ayyalık çeşidi zeytin fidanlarında, ortalama T_y-T_a değerleri sulama konularına göre, I₁₀₀, I₆₆, I₃₃ ve I₀ konuları için sırasıyla, -1,43°C, -1,04°C, -0,34°C ve -1,04°C olduğu belirtilmiştir. Çamoğlu (2013) tarafından yapılan bir çalışmada T_c-T_a değerleri, Bornova koşullarında Temmuz ve Ağustos aylarında, 2 yaşlı Ayyalık çeşidinde -1,7°C – 0,9°C, 2 yaşlı Gemlik çeşidinde ise -0,8°C – 1,9°C arasında değiştiği belirtilmiştir. Sepulcre-Canto ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada sulanan ve susuz zeytin ağaçlarında taç sıcaklığı farkı 4°C'ye kadar çıktığı bildirilmiştir.

Bu sonuçlara göre, yaprak sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkı sulama miktarına bağlı olarak değiştiği ve diğer

çalışmalardan farklı olduğu ancak bunun ekolojik koşullardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Araştırmada, sulama konularının morfolojik değişim parametrelerinden bitki boyu, gövde çapı, sürgün boyu, sürgün çapı üzerine önemli oranda etkili olduğu saptanmıştır. Fizyolojik parametrelerden YOSİ, klorofil içeriği, stoma iletkenliği ve yaprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkının su stresini ayırt etmede başarılı olduğu görülmektedir. Ayrıca sulama konuları arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, Gemlik çeşidi zeytinin topraktaki nem eksikliğine duyarlı bir bitki olduğu, yetiştirme mevsimi boyunca sulama ihtiyacının yeterli miktarda karşılanması gerektiği, en uygun sulama uygulamasının eksilen nemin %60'ının uygulandığı konular önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (ZRF-21022 nolu proje) tarafından verilen destek için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akkuzu E, Kaya Ü, Köseoğlu O, Sevim D, Mengü GP, Güngör FÖ, Veral MG, Kaptan S. 2015. Zeytin yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama stratejilerinin zeytin verimine, fizyolojik parametrelerine, zeytin ve zeytinyağının minör ve antioksidan özellik gösteren bileşikleri üzerine etkisi. TÜBİTAK Proje, (1120317).
- Anonim 2022. Aydın ili iklim değerleri, devlet meteoroloji işleri aydın bölge istasyonu kayıtları, Aydın.
- Apak FK, Başpınar H. 2021. Population dynamics of olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin))(Diptera: Tephritidae) and its damage in Aydın province. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(3), 607-614.
- Arzani K, Arji I. 1999. The effect of water stress and deficit irrigation on young potted olive cv'Local-Roghani Roodbar'. In III International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 537 (pp. 879-885).

- Aşık Ş, Çamoğlu G, Akkuzu E, Kaya Ü, Şahin M. 2010. Zeytinde (*Olea europaea* L. cv. memecik) farklı sulama düzeylerinin vejetatif gelişime ve verime etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(2): 33-39.
- Aşık Ş, Kaya Ü, Çamoğlu G, Köseoğlu O, Ölmez A, Akkuzu E, Şahin M, Özgür Güngör F, Avcı M, Nergiz C. 2011. Zeytin yetiştiriciliğinde farklı sulama programlarının zeytin verimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisi. TÜBİTAK Proje, (108O135).
- Bacelar EA, Moutinho-Pereira JM, Gonçaves BC, Ferreira HF, Correia CM. 2007. Changes in growth, gas exchange, xylem hydraulic properties and water use efficiency of three olive cultivars under contrasting water availability regimes. Environmental and Experimental Botany, 60:183-192
- Baykara A. 2011. XIX. Yüzyıldan cumhuriyetin ilk yıllarına menteşe sancağında zeytin yetiştiriciliği. Ulusal Zeytin Kongresi, 22-25 Şubat 2011. Akhisar.
- 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.
- Bülbül C. 2013. Soma termik santrali civarında yetiştirilen zeytin (*olea europaea*) çeşitlerinin yaprak ve meyve özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Çakır T. 2015. Farklı kısıtlı sulama koşullarındaki zeytin ağaçlarında (cv memecik) bitki su potansiyeli ve stoma iletkenliğinin zamansal değişiminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çamoğlu G. 2013. The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive (*olea europaea* L.) cultivars. Zemdirbyste-Agriculture, 100(1); 91-98.
- Coste S, Baraloto C, Leroy C, Marcon E, Renaud A, Richardson AD, Roggy JC, Schumann H, Uddling J, Hérault B. 2010. Assessing foliar chlorophyll contents with the spad-502 chlorophyll meter: a calibration test with thirteen tree species of tropical rainforest in french guiana. Ann. For. Sci. 67: 607.
- Doorenbos J, Kassam AH. 1986. Yield response to water, FAO Irrigation and Drainage Paper 33, Rome, 105-108p.
- Fernandez JE, Moreno F. 1999. Water use by the olive tree. Journal of Crop Production, 2(2);101-162.
- Garnier E, Berger A. 1986. Effect of water stress on stem diameter changes of peach trees growing in the field. Journal of Applied Ecology, 193-209.
- Goldhamer DA. 1999. Regulated deficit irrigation for california canning olives. Acta Hort. (ISHS) 474:369-372. http://www.actahort.org/books/474/474_76.htm
- Grattan SR, Berenguer MJ, Connell JH, Polito VS, Vossen PM. 2006. Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. Agricultural Water Management 85: 133-140.
- Hidalgo J, Vega V, Hidalgo JC, Pastor M, Orgaz F, 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/888/8885.htm>
- İşık C, Abalı İ. 2017. Aydın halk kültüründe zeytin. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No:16450: 119-153. ISBN 978-605-4907-98-4.
- Kaçar B, Katkat AV, Öztürk Ş. 2006. Bitki fizyolojisi. Nobel Yayınları, 2. Baskı, Ankara, 563s.
- Loh FCW, Grabosky JC, Bassuk NL. 2002. Using the SPAD 502 meter to assess chlorophyll and nitrogen content of benjamin fig and cottonwood leaves. HortTechnology 12(4):682-686.
- Moriana A, Orgaz F, Fereres E, Pastor M. 2003. Yield responses of mature olive orchard to water deficit. Journal of American Society Horticulturæ Science, 425-431.
- Öncü B. 2021. Kısıtlı sulama koşullarında yetiştirilen gemlik zeytin fidanlarının agronomik ve fizyolojik özellikleri ile yüksek sıcaklık toleranslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Özaltaş M, Savran MK, Ulas M, Yağcıoğlu M. 2016. Türkiye zeytincilik sektör raporu "Turkish Olive Sector Report". Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı/Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir.
- Parlak M. 2014. Ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı olarak bitki su stres indeksi (CWSI)'nin değişimi ve CWSI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pouyafard N, Akkuzu E, Kaya Ü. 2016. Kıyı ege koşullarında yetiştirilen ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1), 88-98.
- Proietti P, Nasini L, Del Buono D, D'Amato R, Tedeschini E, Businelli D. 2013. Selenium protects olive (*olea europaea* L.) from drought stress. Scientia Horticulturae, 164:165-171.
- Sepulcre-Cantó G, Zarco-Tejada PJ, Jiménez-Muñoz JC, Sobrino JA, De Miguel E, Villalobos FJ. 2006. Detection of water stress in an olive orchard with thermal remote sensing imagery. Agricultural and Forest Meteorology, 136(1-2): 31-44.
- Şirin S. 2013. Memecik zeytin çeşidinde (*olea europaea* L. cv." memecik") kaolin ve glisin betain uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kaya Ü. 2012. Ayvalık ve gemlik zeytin fidanlarında farklı sulama düzeylerinin bazı büyüme parametreleri üzerine etkisi. Zeytin Bilimi, 3(1): 35-42.
- Yazdıcı M, Değirmenci H. 2018. Pamukta farklı sulama seviyelerinin yaprak su potansiyeli ve klorofil değerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(4):511-519.