



## Farklı Aralıklarla Sulanan Gemlik Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Stoma Morfolojisindeki Plastisite

Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU<sup>1\*</sup>, Ebru SAKAR<sup>2</sup>, Meral ANLAĞAN TAŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adıyaman, Türkiye

<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>3</sup> GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye

Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU ORCID No: 0000-0001-8060-3407

Ebru SAKAR ORCID No: 0000-0001-6622-6553

Meral ANLAĞAN TAŞ ORCID No: 0000-0002-5212-9039

\*Sorumlu yazar: [milhanodabasioglu@gmail.com](mailto:milhanodabasioglu@gmail.com)

(Alınış: 04.10.2021, Kabul: 26.04.2022, Online Yayınlanma: 29.06.2022)

**Anahtar Kelimeler**  
 Gemlik,  
 Sulama  
 Sıklığı,  
 Zeytin  
 Yaprığı,  
 Yaprak  
 Konumu,  
 Stoma  
 Özellikleri

**Öz:** Bu çalışma, yarı-kurak iklim koşullarına sahip Şanlıurfa ilinde yetiştirilen Gemlik zeytin çeşidine uygulanan farklı sulama aralıklarının, yapraklarda yer alan stomaların bazı özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla; farklı aralıklarla (kontrol, 7, 14, 21, 28 ve 35 gün) sulanan 12 yaşındaki Gemlik zeytin çeşidi ağaçlarından hasat zamanı alınan yaprak örnekleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Yaprak örnekleri, sürgünlerin uç, orta ve bazal kısımlarından alınmış ve sürgün üzerinde yaprakların bulunduğu konuma bağlı olarak da stoma özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Sulama aralıklarının; stoma yoğunluğu, stoma boyutları, stoma alanı, stoma şekil katsayısı, oransal stoma alanı ve potansiyel iletkenlik indeksinde farklılıklar oluşturduğu saptanmıştır. Stoma yoğunluğu en yüksek olan sulama aralığı 35 gün (413,05 adet mm<sup>-2</sup>), en düşük olan sulama aralığı ise 28 gün (365,75 adet mm<sup>-2</sup>) olarak saptanmıştır. Stoma yoğunluğunun genel olarak sulama aralığının artışına bağlı olarak arttığı, stoma boyu ve stoma alanının ise azaldığı saptanmıştır. Yaprakların sürgün üzerinde buldukları konuma göre stoma özellikleri değişim göstermiş ancak bu durum stoma boyutlarında daha net görülmüştür. Sürgün ucundaki yaprakların, orta ve alt bölümdeki yapraklara göre daha küçük stomalara sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada; stoma eni ile stoma boyu arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

## Plasticity in Stoma Morphology of Gemlik Olive (*Olea europaea* L.) Cultivar under Different Irrigation Intervals

**Keywords**  
 Gemlik,  
 Irrigation  
 İnterval,  
 Olive Leaf,  
 Leaf  
 Position,  
 Stoma  
 Characteristics

**Abstract:** This study was carried out to examine the effects of different irrigation intervals applied to the Gemlik olive variety grown in Şanlıurfa, which has semi-arid climate conditions, on some characteristics of the leaf stomata. For this purpose, leaf samples taken at harvest time from 12-year-old Gemlik olive variety trees irrigated at different intervals (control, 7, 14, 21, 28, and 35 days) were used as plant material. Leaf samples were taken from the top, middle and basal parts of the shoots, and the changes in stomatal characteristics were also examined depending on the location of the leaves on the shoot. The analyses show that irrigation intervals were made significant differences in stoma density, stoma size, stoma area, stoma shape coefficient, relative stoma area, and potential conductivity index. Irrigation interval with the highest stomatal density was determined as 35 days (413.05 stoma mm<sup>-2</sup>), and the lowest irrigation interval was determined as 28 days (365.75 stoma mm<sup>-2</sup>). We show that the stomatal density generally increased with the increase of the irrigation interval, whereas the stomatal length and stomatal area decreased. The stomatal characteristics were changed according to the position of the leaves on the shoot, but this was more clearly in stomatal sizes. It was determined that the leaves at the top of the shoot have smaller stomata than the leaves in the middle and lower parts. It was determined that there was a strong relationship between stoma width and stoma length.

## 1. GİRİŞ

Bitkilerde su ve gaz alışverişinde kilit rol üstlenen stomaların, gerek hareketleri gerekse dağılımları pek çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Özellikle kurak koşullarda, bitkilerde su kaybının azaltılmasıyla canlılığın ve gelişimin sürekliliğinin sağlanmasında stoma hareketlerinin önemli etkileri vardır. Nitekim kuraklık etkisi altındaki bitkilerde, stoma yoğunluğunun ve porlarının açıklığının değiştiğini bildiren araştırmalar; stomaların çevre şartlarına bağlı olarak plastisitesilerinin (yoğunluklarının ve boyutlarının farklılaşma düzeylerinin) ne denli yüksek olduğuna da dikkat çekmektedir [1-4]. Stomaların dağılımları ve hareketleri üzerine etkili olan tek çevresel faktör kuraklık olmayıp; sıcaklık (yüksek ve düşük), şiddetli rüzgar, tuzluluk vb. stres kaynakları, yetiştiricilik yapılan ekoloji ve hatta kültürü yapılan türlerin yanı sıra anaçlar bile önemli değişimlere neden olabilmektedir [5-10]. Ayrıca stoma özelliklerinin bitki türüne göre değiştiği hatta aynı tür içerisinde yer alan farklı çeşitlerde dahi birbirinden farklı stoma özellikleri görüldüğünü bildiren araştırmalara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır [11-14].

Bitkilerde yeşil olan tüm organların epidermal yüzeylerinde bulunan ancak yapraklarda daha yoğun olarak yer alan stomaların, yapraklarda yer aldığı konumlar da değişkenlik göstermektedir. Bazı türlerde yaprağın üst yüzeyinde (epistomatik), bazı türlerde yaprağın alt yüzeyinde (hipostomatik), bazı türlerde ise yaprağın her iki yüzeyinde de (amfistomatik) stomalar bulunmaktadır [15]. *Olea europaea* L. türüne ait zeytin çeşitlerinin yapraklarının yalnızca abaxial yüzeyinde (yaprak alt yüzeyinde) stomaların bulunduğu, Beerling ve Chaloner [16] tarafından bildirilmiştir. Yener [17], zeytin yapraklarının alt yüzeyinde stoma bulunmasının nedeninin, bitkinin su kaybını azaltma stratejisinin bir parçası olduğunu bildirmiş ve zeytin yapraklarının alt yüzeyinde ortalama 625 adet mm<sup>-2</sup> stoma bulunduğunu aktarmıştır.

Literatürde, farklı bitki türlerinin yapraklarında stoma dağılımları ve özellikleri sıklıkla incelenmiş olmasına karşın; yaprak konumunun bu özellikler üzerine etkisi yeterince araştırılmamıştır. Sınırlı sayıda araştırmalarda da elde edilen bulgular birbirlerinden farklılık

göstermektedir. Nitekim, Ataol Ölmez [18]'in farklı kayısı çeşitlerinde, Topsakal [19]'ın farklı *Pistacia* türlerinde yaptıkları çalışmalarda; yaprak örneklerinin alındığı yöneyin stoma yoğunluğu üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Gokbayrak ve ark. [6] ise asma yapraklarında stoma yoğunluğu üzerine yöneyin etkili olduğunu ancak bu etkinin şiddetli rüzgarların neden olduğu yüksek transpirasyonu azaltmak için fenotipik bir düzenlemeden (ozmotik regülasyon) kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Reich [20] ise yaprak konumunun etkisinin önemli olduğunu, kavaklarda yaprakların bitki üzerinde yer aldıkları bölgeye göre bu özelliklerin değişim gösterebileceğini bildirmiştir.

Her ne kadar farklı bitki türlerinde kuraklığın stomalar üzerine etkileri sıklıkla incelenmişse de sulama aralığının etkisi konusunda yeterli çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada, daha önce yeterince araştırılmamış olan, farklı sulama aralıklarının bitkilerin yapraklarındaki stomaların özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidi ağaçları kullanılmıştır. Farklı sulama aralıklarının yapraklarda, kuraklık stresinin neden olduğu değişimlere benzer değişimlere neden olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, yaprakların sürgün üzerindeki konumlarının da stomaların dağılımlarına ve plastisitesine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Çalışma; Şanlıurfa'da, 2014 yılında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak 6 m x 6 m dikim sıklığında yetiştirilmiş olan 12 yaşındaki Gemlik zeytin çeşidi ağaçları kullanılmıştır. Farklı sulama aralıklarının etkisini belirlemek için deneme 2010-2015 yılları arasında yürütülmüş olup 2 yıl ön verim alındıktan sonra 2012 yılında (ağaçlar 10 yaşında iken) sulama uygulamalarına başlanmıştır. Sulama konularının uygulanmaya başlamasının 2. yılında, zeytin hasadı döneminde (2014 yılı Kasım ayı) yaprak örnekleri alınmıştır. Denemenin yürütüldüğü bahçenin yer aldığı bölgenin iklim verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Denemenin yürütüldüğü bölgenin 2014 yılına ait iklim verileri

Parametreler	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Sic. (°C)	8,6	10,0	14,2	18,5	24,0	28,4	32,5	32,4	26,2	20,3	12,1	9,5
En Yük. Sic. (°C)	13,5	16,2	20,0	24,9	30,8	34,8	39,6	39,3	32,9	26,3	17,8	12,9
En Düş. Sic. (°C)	5,0	5,4	9,2	12,4	17,1	21,4	25,1	25,2	19,6	15,3	8,0	6,8
Nisbi Nem (%)	65,6	44,0	51,7	47,5	29,8	26,4	26,6	27,8	41,0	49,5	53,9	79,4
Yağış Top. (kg m <sup>-2</sup> )	44,3	20,8	91,6	33,3	6,0	20,6	-	1,0	28,8	25,7	78,6	55,4

### 2.2. Yöntem

Sulamalara, topraktaki elverişli nem %60'a düştüğünde başlanmıştır. Deneme konularında yer alan tüm parsellerden gravimetrik yöntemle 4 farklı derinlikten (0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm) bozulmuş toprak örnekleri alınarak, mevcut nem düzeyi belirlenmiştir. Bütün konularda (0-35 gün sulama aralığı), toprak profilinin 0-90 cm derinliğindeki eksik nem tarla kapasitesine

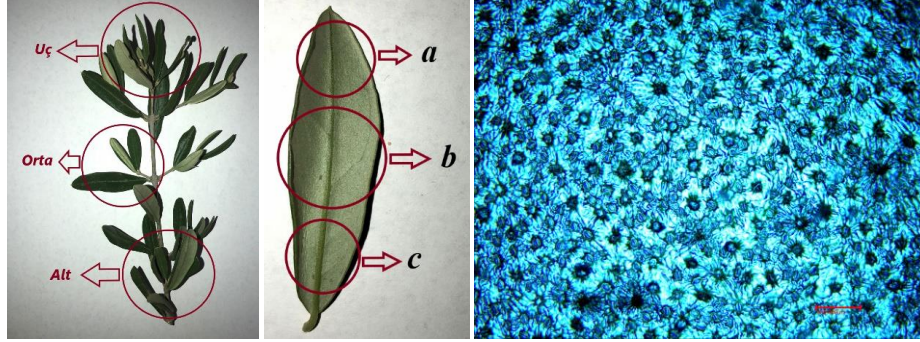
çıkartılacak şekilde (parsel alanı ve 0,40 örtü yüzdesi ile düzeltildikten sonra) ve su sayacı denetiminde sulamalar yapılmıştır. Sulamalar, mini spring yağmurlama sistemi (başlık debisi 200 lt h<sup>-1</sup> ve ıslatma çapı 6 m) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada, Gemlik zeytin çeşidi ağaçlarına uygulanan sulama aralıkları şu şekildedir; kontrol (susuz konu), 7 gün aralıkla sulama, 14 gün aralıkla sulama, 21 gün aralıkla sulama, 28 gün aralıkla sulama ve 35 gün aralıkla sulama. Ağaçlara, diğer kültürel işlemler

(gübreleme, budama, ilaçlama vb.) homojen olarak uygulanmıştır.

Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüş olan çalışmada; her parselde 3 ağaç yer almıştır. Yaprak örnekleri, deneme konularında yer alan ağaçların tamamından ve ağacı temsil edecek şekilde 4 farklı yöneyden (Kuzey, Güney, Doğu, Batı) eşit olarak, saat 8:00-10:00'da alınmıştır. Buna göre ağaçların her

yöneyinden, tacın orta bölümünden 2'şer genç sürgün dipten kesilerek alınmış ve etiketlenerek, içerisinde buz kalıpları bulunan termosla stoma kalıplarının çıkarılması için laboratuvara nakledilmiştir.

Laboratuvara getirilen sürgünlerin uç, orta ve alt (bazal) kısımlarından 3'er yaprak alınmış ve stoma kalıpları Bekişli [21]'nin yöntemi modifiye edilerek, yaprakların alt yüzeyinden çıkarılmıştır (Şekil 1).

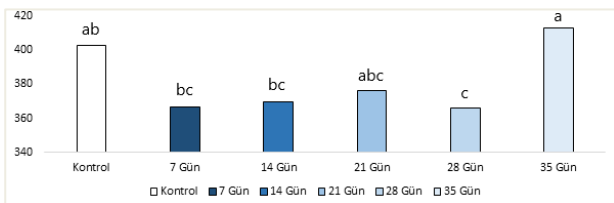


Şekil 1. Yaprak örneklerinin alındığı konumlar (a), stoma kalıplarında okuma yapılan yaprak bölgeleri (b) ve fotoğrafı çekilmiş bir stoma kalıbı (c)

Her sulama uygulaması için toplam 216 yaprak kalıbı alınmış ve her kalıbın 3 farklı bölgesinin fotoğrafları mikroskopta (Las Leica 1000) 10X/0,22 objektifte çekilmiştir. Daha sonra fotoğrafları çekilmiş olan kalıplarda (0,319 mm<sup>2</sup> görüş alanı) stoma sayım ve ölçümleri Las v4.3 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada incelenen stoma özellikleri; stoma yoğunluğu, stoma boyutları, stoma şekil katsayısı, stoma alanı, potansiyel iletkenlik indeksi ve oransal stoma alanıdır [22-23]. Elde edilen bulguların varyans analizi Minitab 18.0 programında yapılmış olup, grupların ortalama değerleri arasındaki anlamlı farklılıklar Tukey testi ile saptanmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı sulama aralıklarının, Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında stoma yoğunluğunun değişimine istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  önem seviyesinde etki ettiği saptanmıştır. En yüksek stoma yoğunluğu (413,05 adet mm<sup>-2</sup>) 35 gün aralıkla sulanan ağaçlardan alınan yapraklarda saptanırken, en düşük stoma yoğunluğu (365,75 adet mm<sup>-2</sup>) 28 gün aralıkla sulanan ağaçlardan alınan örneklerde saptanmıştır (Şekil 2). Buna karşın 35 gün aralıkla sulanan ve kontrol grubunda yer alan ağaçlardan alınan örneklerde stoma yoğunluklarının, incelenen diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuş olması; kuraklık stresinin etkisi ile zeytin ağaçlarının su kaybını azaltmak amacıyla stoma yoğunluklarını değiştirdiklerine işaret etmektedir.



Şekil 2. Farklı sulama aralıklarının Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında stoma yoğunluğuna etkisi (adet mm<sup>-2</sup>)

Gindel [24], kültürü yapılan 14 farklı bitki türünün yapraklarında stoma yoğunluğunun sulama koşullarına değiştiğini ve sulananlara göre sulanmayan bitkilerden alınan örneklerin daha fazla stomaya sahip olduklarını aktarmıştır. Farklı üzüm çeşitlerinde sulamanın yapraklarda stoma yoğunluğuna etkisini inceleyen Maraslı ve Aytekin [25], kuraklığın neden olduğu stresin şiddetine bağlı olarak stoma yoğunluğunun değişebileceğini, aşırı stres koşulları olmadıkça stoma yoğunluğunun çeşide özgü bir değişken olduğunu aktarmıştır. Palliotti ve ark. [2] ile Pekmezci ve Dardeniz [26] de stoma yoğunluğunun bitki türüne ve çeşide göre değişim göstermesine karşın kuraklık stresi altındaki bitkilerde stoma özelliklerinin farklılaşabileceğine ilişkin bulgulara ulaşmışlardır. Gomez Del-Campo ve ark. [27] ise stoma yoğunluğundaki söz konusu değişimlerin ancak belirli bir gelişme döneminde gerçekleşen kuraklık nedeniyle, fenotipik plastisitesi yüksek çeşitlerde adaptasyon yeteneğine bağlı olarak görüldüğünü bildirmiştir. Candar ve ark. [28] asma, Çalışkan ve ark. [29] ise limon fidanlarında kısımlı sulamanın, stoma yoğunluğunu artış yönünde etkilediğini ancak bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Çınar ve ark. [30], yer fıstığında kısımlı sulamanın etkisiyle yapraklarda stoma yoğunluğunun arttığını bildirmiştir. Bosabalidis ve Kofidis [31] ile Guerfel ve ark. [32], kuraklık stresinin, zeytin fidanlarının yapraklarında stoma yoğunluğunun ve boyutlarının değişimine neden olduğunu saptamışlardır. Öncü [33] ise kısımlı sulama uygulamalarına bağlı olarak Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında stoma yoğunluğunun değişiminin tek yönlü olmadığını ve tam sulanan konu ile 1/3 kısımlı sulanana konudan alınan örneklerin stoma yoğunluğunun benzer olduğunu bildirmiştir. Buna karşın Al-Naqeeb [34], 6 farklı zeytin çeşidi üzerinde yaptığı çalışmada; %50 tarla kapasitesine kadar sulanan ağaçların yapraklarında, sulanmayan ağaçlara göre daha fazla stoma bulunduğunu bildirmiştir. Güler [35] ise farklı zeytin çeşitlerinin fidanları üzerinde yaptığı çalışmada, kuraklık stresinin yapraklarda stoma yoğunluğunu



arttırdığını ve stres koşulları ortadan kaldırıldığında bile bitkilerin stressiz koşullara nazaran anatomik yapılarındaki farklılığı bir süre daha sürdürdüklerini bildirmiştir.

Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında saptamış olduğumuz stoma yoğunluğu değerleri, daha önce bu çeşitte incelemeler yapan Öncü [33] ve Al-Naqeeb [34]'in belirttiği oldukları alt/üst sınır değerleri içerisinde yer almaktadır. Çalışmada elde ettiğimiz; sulama aralığına bağlı olarak yapraklarda stoma yoğunluğunun sınırlı düzeyde değişim gösterebileceği bulgusu Roro ve Tesfaye [36] ile paralellik göstermektedir. Elde ettiğimiz bulgular ve bu alanda daha önce farklı araştırmacıların yapmış oldukları araştırmalar birlikte değerlendirildiğinde; bitkilerin yapraklarındaki stoma yoğunluğunu genotipin kontrol ettiği buna karşın kuraklık, kısmi kuralık ya da kesintili (dönemsel) kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerin stoma yoğunluklarının değişebileceği kanaatine varılmıştır. Bununla birlikte, kuraklık stresinin neden olduğu; yapraklarda stoma morfolojisinde ve dağılımındaki değişimlerin, tek yıllık bitkilerde ve fidanlarda belirgin olarak görülmesine karşın kök sistemi gelişmiş olan çok yıllık bitkilerin ağaçlarında daha sınırlı olduğu söylenebilir [25; 37-42].

Sulama aralığı x yaprak konumu interaksiyonunda yer alan grupların ortalama stoma yoğunluğu değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bununla birlikte en fazla stoma (453,20 adet mm<sup>-2</sup>), 35 gün aralıklarla sulanan ağaçların sürgünlerinin orta kısmında yer alan yapraklarında saptanmıştır (Tablo 2). En düşük stoma yoğunluğu (351,27 adet mm<sup>-2</sup>) ise 14 gün aralıklarla sulanan ağaçların sürgünlerinin orta kısmında yer alan yapraklarında saptanmıştır. Yaprakların sürgün üzerindeki pozisyonlarının, stoma yoğunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın; sürgün büyümesini takiben olgunlaşan ve sürgünün alt kısımlarında konumlanan yaprakların, sürgünün uç kısmında yer alan genç yapraklara göre kısmen daha fazla stomaya sahip oldukları belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Farklı sulama aralıkları ve yaprakların sürgün üzerindeki konumunun Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında stoma yoğunluğuna (adet mm<sup>-2</sup>) etkileri

Sulama Aralığı	Uç	Orta	Alt
Kontrol	388,30 öd	405,17	415,07
7 Gün	358,60	361,53	379,13
14 Gün	377,67	351,27	380,23
21 Gün	370,33	361,29	397,64
28 Gün	375,66	353,66	367,93
35 Gün	393,43	453,20	392,51
<b>Ortalama</b>	<b>377,33 ÖD</b>	<b>381,02</b>	<b>388,75</b>

ÖD ve öd: p $\geq$ 0.05

Farklı bitki türlerinde yürütülen araştırmalarda; genç yaprakların, yaşlı yapraklara göre daha fazla stomaya sahip oldukları bildirmiştir [43-47]. Reich [20], hibrit kavak çeşitlerinde, yaprakların oluştuğu boğum düzeyinin artışına bağlı olarak stoma yoğunluğunun arttığını ancak değişim düzeyinin çeşide özgü olduğunu bildirmiştir. Farklı kayısı çeşitlerinde sürgünlerin uçlarında yer alan yaprakların, sürgünlerin dip ve orta kısımlarında yer alan yapraklara göre daha fazla stomaya sahip olduğunu

bildiren Ataol Ölmez [18] ve Chardonnay üzüm çeşidinde boğum sayısı arttıkça yapraklarda stoma yoğunluğunun arttığını bildiren Rogiers ve ark. [48]'nin bulgularına karşılık; Topsakal [19] Pistacia türlerinde, Pekmezci ve Dardeniz [26] ise Yalova İncisi üzüm çeşidinde, yaprak konumunun (asmalarda boğum sayısının) stoma yoğunluğu üzerinde etkili olmadığını saptamıştır. Tetik ve Dardeniz [49] ile Yıldırım ve Dardeniz [50] ise üzüm çeşitlerinde, yaprakların sürgün üzerindeki konumunun stoma yoğunluğuna etkisinin önemli olduğunu ve sürgün ucundaki yaprakların daha az stomaya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Sürücü [51] ise Stella kiraz çeşidinde farklı meyve dalı tiplerinin, yapraklarda stomaların yoğunluğuna etkisinin önemsiz olduğunu saptamıştır. Elde ettiğimiz bulgular; yapraklarda stoma yoğunluğunun, sürgünlerin bazal kısmından ucuna doğru gidildikçe azaldığını bildiren çalışmalar [49-50] ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte; incelenen türlerin, örnek alınan dönemlerin, yetiştiricilik koşullarının, yaprak olgunluk düzeyinin ve yapraklarda inceleme yapılan bölgenin farklılığı da yaprak konumunun stoma yoğunluğu üzerine etkisini değiştirebilir.

Yaprakların sürgünden ayrıldığı erken dönemde epidermis büyümesini takiben stomalar da büyümekte ve sayıları artmaktadır, buna karşın yapraklar belirli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra stoma sayısı artmamakta ancak epidermis hücreleri ve stomalar büyümektedir. Nitekim stoma boyutlarına (en ve boy) ve stoma yoğunluğuna ilişkin elde ettiğimiz bulgular bu durumu teyit etmektedir. Sulama aralıklarından bağımsız olarak, yaprakların sürgün üzerindeki konumlarının stoma boyu ve enine etkisi incelendiğinde; sürgünlerin ucundan bazal kısımlarına doğru, yapraklarda yer alan stomaların büyüdüğü saptanmıştır (Tablo 3). Sulama aralığı x yaprak konumu interaksiyonunda yer alan grupların, hem stoma eni hem de stoma boyu bakımından birbirlerinden, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedikleri belirlenmiştir. Sulama aralıklarının, her iki özelliğe de istatistiksel olarak p $\leq$ 0.01 önem seviyesinde etki ettiği saptanmıştır. Daha sık sulanan ağaçların yapraklarında stomaların boyları daha uzun bulunmuştur. Buna karşın aynı değerlendirmeyi stoma eni için yapmak; ancak 7 gün aralıkla sulanan grup inceleme dışı bırakıldığında mümkündür.

Stoma boyutlarının sulama uygulamalarına bağlı olarak değişimlerini inceleyen araştırmacılar; sulamayla bitki su ihtiyacının karşılandığı bitkilere nazaran kısmi kuraklık ya da kısıntılı sulama uygulanan bitkilerin daha küçük stomalara sahip olduklarını saptamışlardır [2; 52-54]. Diğer bitki türlerinde saptanan bu değişim; zeytin çeşitleri için de geçerlidir. Nitekim Öncü [33], Güler [35] ve Mouna ve ark. [55] kuraklığa bağlı olarak zeytin yapraklarında stoma boyutlarının küçüldüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada saptamış olduğumuz Gemlik zeytin çeşidinde stoma boyutlarının, sulama aralığının artışıyla bağlantılı olarak azaldığı bulgusu; farklı zeytin çeşitlerinde kuraklığın etkisiyle stoma boyutlarının azaldığına ilişkin sonuçlara ulaşan literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

**Tablo 3.** Farklı sulama aralıkları ve yaprakların sürgün üzerindeki konumunun Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında stoma boyutlarına etkileri

Sulama Aralığı	Stoma Eni (µm)				Stoma Boyu (µm)			
	Uç	Orta	Alt	Ortalama	Uç	Orta	Alt	Ortalama
Kontrol	8,93 öd	9,64	9,66	9,41 D**	16,50 öd	17,62	17,75	17,29 BC**
7 Gün	9,36	10,21	10,41	9,99 CD	17,62	18,49	18,31	18,14 B
14 Gün	13,23	13,20	13,64	13,35 A	18,69	20,13	20,26	19,69 A
21 Gün	10,85	10,52	11,03	10,80 BC	16,95	17,26	18,13	17,45 BC
28 Gün	10,47	11,42	10,91	10,93 B	16,63	18,46	18,21	17,77 BC
35 Gün	9,69	10,55	10,34	10,19 BCD	16,59	17,37	17,22	17,06 C
<b>Ortalama</b>	10,42 B*	10,92 AB	10,99 A		17,16 B**	18,22 A	18,31 A	

öd:  $p \geq 0.05$ , \* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

Stoma şekil katsayısı (SŞK); stoma eninin boyuna oranını ifade eden bir değişkendir [23]. Stoma şekil katsayısının artışı; stoma porlarının açıklığının arttığına işaret etmektedir. Nazarian [56] da bu duruma dikkat çekmiş ve tuzluluk stresinin artışına bağlı olarak, kanola bitkisinin yapraklarında SŞK'nın azaldığını bildirmiştir. Gemlik zeytin çeşidinde, sulama aralığı x yaprak konumu interaksiyonunda yer alan gruplar arasında bu özellik bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (Tablo 4). Yaprakların sürgün üzerindeki konumları da SŞK üzerinde etkili bulunmamıştır. Sulama aralıklarının etkisi ise istatistiki olarak anlamlı ( $p \leq 0.01$ ) bulunmuştur. En yüksek SŞK (67,78) 14 gün aralıklı sulanan grupta, en düşük SŞK (54,40) ise kontrol grubunda saptanmıştır. 21, 28 ve 35 gün aralıklı sulanan ağaçların SŞK birbirine benzer bulunmuştur.

Stoma boyutlarına ilişkin elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak; sulama aralığının artışı, genel olarak (7 gün grubu

dışında) stoma alanında küçülmeye neden olmuştur (Tablo 4). Kısa süreli stres koşullarında, bitkilerin stoma porlarını (kısmen veya tamamen) kapatması su kaybını sınırlandırmaktaysa da stres etmeninin ortadan kalkmaması nedeniyle strese maruz kalma süresi arttıkça bu düzenleme yeterli olmamaktadır. Kökleri vasıtasıyla, su ihtiyacını yeteri kadar karşılayamayan bitkilerin; stomadial transpirasyonla kaybettikleri su miktarını azaltmak ve bu sayede ozmotik regülasyonu sağlamak için anatomik yapılarında gerçekleştirdikleri değişimlerden biri de stoma alanını küçültmektir. Elde ettiğimiz bulgular; 14 gün aralıklı sulanan ağaçlarda, kuraklığın neden olduğu stresin görülmediğine işaret etmektedir. Ayrıca, yaprak konumunun da stoma alanı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Sürgünlerin uçlarında yer alan yaprakların, orta ve alt kısımlarda yer alan yapraklara göre daha düşük stoma alanına sahip olduğu saptanmıştır.

**Tablo 4.** Farklı sulama aralıkları ve yaprakların sürgün üzerindeki konumunun Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında stoma şekil katsayısına ve stoma alanına etkileri

Sulama Aralığı	Stoma Şekil Katsayısı				Stoma Alanı (µm <sup>2</sup> )			
	Uç	Orta	Alt	Ortalama	Uç	Orta	Alt	Ortalama
Kontrol	54,08 öd	54,69	54,44	54,40 C**	115,9 öd	133,7	134,8	128,1 C**
7 Gün	53,11	55,34	56,81	55,09 C	129,8	148,6	150,2	142,9 BC
14 Gün	70,73	65,43	67,19	67,78 A	196,9	209,7	218,4	208,3 A
21 Gün	64,09	61,14	60,84	62,03 B	144,7	142,8	157,2	148,3 BC
28 Gün	62,46	61,70	59,74	61,30 B	138,4	166,7	156,7	154,0 B
35 Gün	58,56	60,78	60,04	59,79 B	126,4	144,0	140,2	136,9 BC
<b>Ortalama</b>	60,51 ÖD	59,85	59,84		142,0 B**	157,6 A	159,6 A	

ÖD ve öd:  $p \geq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

Potansiyel iletkenlik indeksi (Pİİ), yalnızca stoma porlarının açıklıklarına bağlı olmayıp aynı zamanda stoma yoğunluğuyla da ilişkili bir parametredir [23]. Genel olarak bitkilerde kuraklık, fizyolojik kuraklık ya da ağır metal stresi altında Pİİ azalmaktadır [22; 56-57]. Bu çalışmada incelediğimiz farklı sulama aralıklarının, Gemlik zeytin çeşidinde Pİİ üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 5). Bununla birlikte 14 gün aralıklı sulanan ağaçlarda Pİİ'nin, incelenen diğer gruplara nazaran yüksek bulunmuş olması; en uygun sulama aralığının 14 gün olduğu değerlendirilmesini desteklemektedir. Yaprak konumunun da Pİİ üzerine etkili olduğu ve sürgünlerin ucunda yer alan yapraklarda su kaybını önlemek amacıyla fenotipik bir düzenleme gerçekleştiği saptanmıştır. Yaprak konumu x sulama aralığı interaksiyonunda yer alan gruplar arasında ise bu özellik bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Yapraklarda belirli bir görüş alanında stomaların kapladığı alanın yüzde olarak ifadesini belirten oransal stoma alanı (OSA); yaprakların sürgün üzerindeki

konumuna göre farklılık göstermektedir. Elde ettiğimiz bulgulara göre sürgünlerin ucunda yer alan yapraklarda OSA, sürgünlerin ortasında ve dip kısmında yer alan yapraklara göre daha düşük bulunmuştur (Tablo 5). Ceulemans ve ark. [58], iki farklı *Populus* klonunda yürüttükleri çalışmada; yaprak konumunun stoma indeksi (Sİ) üzerinde etkili olduğunu ve bitkinin üst kısımlarında konumlanan genç yaprakların, bitkinin orta ve alt bölümlerinde konumlanan olgun yapraklara göre daha düşük stoma indeksine sahip olduğunu bildirmişlerdir. OSA ve Sİ iki farklı parametre olmasına karşılık bu iki özellik birbirini destekleyecek bir değerlendirilmeye işaret etmektedirler. Nitekim genç yapraklarda daha düşük Sİ ve OSA bulunması; yapraklar büyüdükçe stomalarının büyüdüğünü ancak bu büyümenin epidermis hücrelerine kıyasla fazla olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca Sİ'nin bitki türüne göre değişim gösterdiğini bildiren Paul ve ark. [59]'nın bulguları; OSA'nın da bitki türüne göre değişim gösterebileceğine işaret etmektedir. Nitekim Palliotti ve ark. [2] Sangiovese üzüm çeşidinde bu oranın, kuraklık uygulamalarına bağlı olarak 2,59-3,11 arasında, Odabasioglu ve Gursoz [23] ise farklı üzüm çeşitlerinde

5,4-7,5 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte sulama aralıklarına bağlı olarak, OSA ilişkin saptanmış olduğumuz değişim; yalnızca stoma porlarının açıklığı ile ilişkili olmayıp aynı zamanda stoma yoğunluğu ve stoma boyuyla da bağlantılıdır. İncelenen

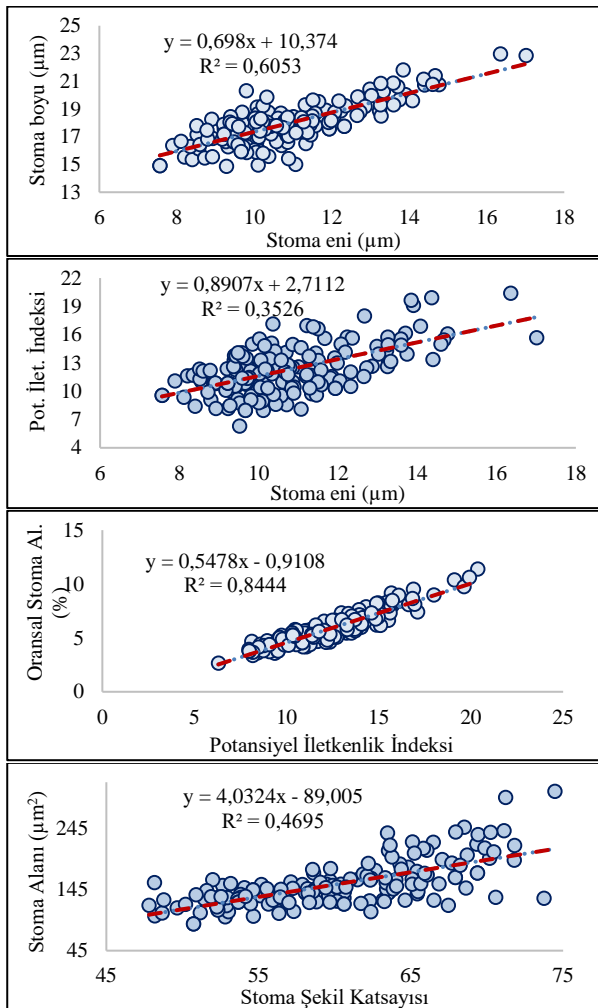
zeytin ağaçlarında, kuraklık stresine karşı erken gelişme döneminde oluşturulan ve süreklilik gösteren, su kaybı sınırlaması mekanizmasının bir parçası olarak OSA'da azalma görülmüştür.

**Tablo 5.** Farklı sulama aralıkları ve yaprakların sürgün üzerindeki konumunun Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarında potansiyel iletkenlik indeksine ve oransal stoma alanına etkileri

Sulama Aralığı	Potansiyel İletkenlik İndeksi				Oransal Stoma Alanı (%)			
	Uç	Orta	Alt	Ortalama	Uç	Orta	Alt	Ortalama
Kontrol	10,53 öd	12,58	13,15	12,09 B**	4,46 öd	5,40	5,62	5,16 B**
7 Gün	11,14	12,38	12,80	12,11 B	4,66	5,37	5,77	5,26 B
14 Gün	13,36	14,34	15,73	14,48 A	7,43	7,39	8,32	7,71 A
21 Gün	10,73	10,78	13,08	11,53 B	5,38	5,16	6,26	5,60 B
28 Gün	10,30	12,10	12,23	11,54 B	5,08	5,87	5,78	5,57 B
35 Gün	11,01	13,70	11,71	12,14 B	5,03	6,54	5,52	5,70 B
<b>Ortalama</b>	11,18 B**	12,65 A	13,12 A		5,34 B**	5,96 A	6,21 A	

öd:  $p \geq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

Farklı sulama aralığı ve yaprakların sürgün üzerindeki konumlarına bağlı olarak incelenen örneklerde, stoma eni ile stoma boyu arasında kuvvetli ( $R^2=0,60$   $p \leq 0.01$ ) bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Stomaların boyunun artmasına bağlı olarak stoma enleri de büyümüştür. Potansiyel iletkenlik indeksi ise hem stoma eninin ( $R^2=0,35$   $p \leq 0.01$ ) hem de oransal stoma alanının ( $R^2=0,84$   $p \leq 0.01$ ) artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Stoma alanı ile stoma şekil katsayısı arasında da benzer bir ilişki saptanmıştır.



**Şekil 3.** Farklı sulama aralıkları ve yaprakların sürgün üzerindeki konumlarına bağlı olarak örneklenen Gemlik zeytin çeşidi yapraklarında bazı stoma özelliklerinin birbirleriyle ilişkisi

Genel olarak stoma özelliklerinin birbirleriyle ilişkileri incelendiğinde; stoma yoğunluğu ile stoma boyutları (en-boy) ve SŞK, SA arasında bir ilişkinin varlığından söz etmek mümkün değildir. Buna karşın; Pİİ ve OSA gibi stoma yoğunluğuna bağlı değişkenler üzerindeki etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 6). Çalışmada incelenen diğer stoma özelliklerinin ise birbirleriyle ilişkileri  $p \leq 0.01$  düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Sevik ve ark. [60]'nın farklı türler üzerinde yürüttüğü çalışmada, stoma yoğunluğunun stoma boyutları ile ilişkili olmadığı saptanmıştır. Buna karşın, Yiğit ve ark. [61] *Aesculus hippocastanum* türünün yapraklarında stoma boyu ile stoma eni arasında güçlü bir ilişkinin varlığını saptamışlardır. Mert ve ark. [62] ise elma çeşitlerinde, stoma yoğunluğu ile stoma boyutları arasında negatif ilişki olduğunu ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz bulunduğunu bildirmişlerdir. Literatürde yer alan çalışmalar ve yürütmüş olduğumuz bu çalışmadan elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde; stoma boyutları ile stoma yoğunluğu arasındaki ilişkinin türlere bağlı olarak değişim gösterebileceği kanaatine varılmıştır.

**Tablo 6.** Gemlik zeytin çeşidi yapraklarında bazı stoma özelliklerinin birbirleriyle ilişkisi

	SE	SB	SŞK	SA	Pİİ	OSA
SY	öd	öd	öd	öd	**	**
SE		**	**	**	**	**
SB			**	**	**	**
SŞK				**	**	**
SA					**	**
Pİİ						**

öd:  $p \geq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

#### 4. SONUÇ

Bitkilerde stoma özellikleri birçok etkene bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Genotipin bu özellikler üzerindeki etkisi, diğer faktörlere kıyasla oldukça fazladır. Bu faktörlerden biri olan sulamanın etkisi, önceki çalışmalarda sulama düzeyi üzerinden değerlendirilmiş ancak sulama aralığının etkisi bu çalışmada daha detaylı incelenerek farklılıklar ortaya konmaya çalışılmıştır. Gemlik zeytin çeşidi ağaçlarında elde ettiğimiz bulgular; sulama aralığının, yaprakların stoma plastisitesi üzerindeki etkisinin önemli olduğunu göstermektedir. 14 gün aralıkla sulamanın, bitki fizyolojisinde kuraklık stresinin neden olduğu etkilerin

daha az görülmesine bu sayede anatomik yapıda da morfolojik olarak bu etkinin gözlemlenebildiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte inceleme yapılan yaprakların bitki veya sürgün üzerindeki konumunun da stoma morfolojisi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Hem yaprak gelişimine hem de yaprakların konumu nedeniyle çevresel strese maruz kalma düzeylerinin farklılığına bağlı olarak, stomalarda yüksek plastisite görüldüğü kanaatine varılmıştır. Bu alanda yapılacak yeni çalışmalarda farklı bitki türlerinin incelenmesi, elde ettiğimiz bulguların belirli bir tür veya çeşitle sınırlı kalıp kalmadığının anlaşılması açısından önemlidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Tobiessen P, Kana, TM. Drought-Stress Avoidance in Three Pioneer Tree Species. *Ecology*. 1974;55(3):667-670.
- [2] Palliotti A, Silvestroni O, Petoumenou D, Vignaroli S, Berrios JG. Evaluation of Low-Energy Demand Adaptative Mechanisms in Sangiovese Grapevine During Drought. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. 2008;42(1):41-47.
- [3] Shekari F, Soltaniband V, Javanmard A, Abbasi A. The Impact of Drought Stress at Different Stages of Development on Water Relations, Stomatal Density and Quality Changes of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iran Agricultural Research*. 2015;34(2):81-90.
- [4] Wang SG, Jia SS, Sun DZ, Hua FAN, Chang XP, Jing RL. Mapping QTLs for Stomatal Density and Size under Drought Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Integrative Agriculture*. 2016;15(9):1955-1967.
- [5] Gülen H, Köksal N, Eriş A. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Bazı Kiraz ve Elma Çeşitlerinde Stoma Yoğunluğu ve Stoma Boyutları. *Bahçe*. 2004;33(1-2):1-5.
- [6] Gokbayrak Z, Dardeniz A, Bal M. Stomatal Density Adaptation of Grapevine to Windy Conditions. *Trakia Journal of Sciences*. 2008;6(1):18-22.
- [7] Cárcamo HJ, Bustos MR, Fernández FE, Bastías EI. Mitigating effect of salicylic acid in the anatomy of the leaf of *Zea mays* L. lluteno ecotype from the Lluta Valley (Arica-Chile) under NaCl stress. *Idesia*. 2012;30(3):55-63.
- [8] Babosha AV, Kumachova TK, Ryabchenko AS, Komarova GI. Stomata Polymorphism in Leaves of Apple Trees (*Malus domestica* Borkh.) Growing under Mountain and Plain Conditions. *Biology Bulletin*. 2020;47(4):352-363.
- [9] Zhang S, Li J, Shen Y, Korkor LN, Pu Q, Lu J, et al. Physiological Responses of *Dendrobium officinale* under Exposure to Cold Stress with Two Cultivars. *Phyton*. 2020;89(3):599-617.
- [10] Buckley CR, Caine RS, Gray JE. Pores for Thought: Can Genetic Manipulation of Stomatal Density Protect Future Rice Yields?. *Frontiers in Plant Science*. 2020;10: e1783.
- [11] Green RL, Beard JB, Casnoff DM. Leaf Blade Stomatal Characterizations and Evapotranspiration Rates of 12 Cool-Season Perennial Grasses. *HortScience*. 1990;25(7):760-761.
- [12] Shiraishi SI, Hsiung TC, Shiraishi M. Preliminary Survey on Stomatal Density and Length of Grapevine. *Journal Faculty of Agriculture Kyushu University*. 1996;41(1-2):11-15.
- [13] Liao JX, Chang J, Wang GX. Stomatal Density and Gas Exchange in Six Wheat Cultivars. *Cereal Research Communications*. 2005;33(4):719-726.
- [14] Rahemi M, Yazdani F, Sedaghat S. Evaluation of Freezing Tolerance in Olive Cultivars by Stomatal Density and Freezing Stress. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2016;3(2):145-153.
- [15] Çağlar S, Sütyemez M, Bayazit S. Seçilmiş Bazı Ceviz (*Juglans regia*) Tiplerinin Stoma Yoğunlukları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2004;17(2):169-174.
- [16] Beerling DJ, Chaloner WG. Stomatal Density Responses of Egyptian *Olea europaea* L. Leaves to CO<sub>2</sub> Change Since 1327 BC. *Annals of Botany*. 1993;71(5):431-435.
- [17] Yener SH. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Yetişen Zeytin Ağaçları Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 1994.
- [18] Ataol Ölmez H. Malatya Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Kayısı Çeşitlerinde Stomalar Üzerinde Araştırmalar. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi; 1997.
- [19] Topsakal B. Bazı Pistacia Türlerinin Yaprak Yapılarının ve Stoma Özelliklerinin Belirlenmesi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi; 2017.
- [20] Reich PB. Leaf Stomatal Density and Diffusive Conductance in Three Amphistomatous Hybrid Poplar Cultivars. *New phytologist*. (1984);98(2):231-239.
- [21] Bekişli Mİ. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Asma Çeşitleri ile Amerikan Asma Anaçlarının Yaprak ve Stoma Özelliklerinin Belirlenmesi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi; 2014.
- [22] Orcen N, Nazarian G, Gharibkhani M. The Responses of Stomatal Parameters and SPAD Value in Asian Tobacco Exposed to Chromium. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2013;22(5):1441-1447.
- [23] Odabasioglu Mİ, Gursoz S. Leaf and Stomatal Characteristics of Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) Cultivated under Semi-Arid Climate Conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2019;28(11A):8501-8510.
- [24] Gindel I. Stomatal Number and Size as Related to Soil Moisture in Tree Xerophytes in Israel. *Ecology*. 1969;50(2):263-267.
- [25] Marasalı B, Aktekin A. Sulanan ve Sulanmayan Bağ Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinde Stoma Sayısının Karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2003;9(3):370-372.
- [26] Pekmezci A, Dardeniz A. Yalova Çekirdeksizi Üzüm Çeşidinde Ben Düşme Döneminden İtibaren Yapılan Farklı Düzeylerdeki Sulama Uygulamalarının Çeşidin Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2018;6(2):7-11.
- [27] Gomez del Campo M, Ruiz C, Baeza P, Lissarrague JR. Drought Adaptation Strategies of Four Grapevine Cultivars (*Vitis vinifera* L.): Modification



- of the Properties of the Leaf Area. J. Int. Sci. Vigne Vin. 2003;37:131-143.
- [28] Candar S, Açıkbaş B, Korkutal İ, Bahar E. Trakya Bölgesi Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Yaprak ve Stoma Morfolojik Özelliklerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 2021;24(4):766-776.
- [29] Çalışkan T, Aydın A, Ortaş İ, Sezen M, Eken M. Kısıtlı Su ve Mikoriza Uygulamalarının Genç Kütdiken Limonunun Gelişimi Üzerine Etkileri. Alatarım. 2017;16(2):28-36.
- [30] Çınar N, Aydınşakir K, Dinç N, Büyüktaş D, Işık M. Yerfıstığında (*Arachis hypogaea* L.) Su Stresinin Stoma Özellikleri Üzerine Etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences. 2016;29(2):79-84.
- [31] Bosabalidis AM, Kofidis G. Comparative Effects of Drought Stress on Leaf Anatomy of Two Olive Cultivars. Plant Science. 2002;163(2):375-379.
- [32] Guerfel M, Baccouri O, Boujnah D, Chaïbi W, Zarrouk M. Impacts of Water Stress on Gas Exchange, Water Relations, Chlorophyll Content and Leaf Structure in the Two Main Tunisian Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars. Scientia Horticulturae. 2009;119(3):257-263.
- [33] Öncü B. Kısıntılı Sulama Koşullarında Yetiştirilen Gemlik Zeytin Fidanlarının Agronomik ve Fizyolojik Özellikleri ile Yüksek Sıcaklık Toleranslarının Belirlenmesi. Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi; 2021.
- [34] Al-Naqeeb DAK. İzmir Koşullarında Sulanan ve Sulanmayan Bazı Zeytin Çeşitlerinin Yapraklarındaki Morfolojik ve Anatomik Farklılıkların Belirlenmesi. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2020.
- [35] Güler Z. Bazı Zeytin Çeşitlerinde Su Noksanlığı Stresinde Morfolojik-Anatomik, Fizyolojik ve Gen İfadesi Değişimlerin Belirlenmesi. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2018.
- [36] Roro AG, Tesfaye M. Morpho-physiological and Yield Responses of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Genotypes to Frequency of Irrigation under Greenhouse Condition. International Journal of Plant & Soil Science. 2019;29(5):1-17.
- [37] Buttery BR, Tan CS, Buzzell RI, Gaynor JD, MacTavish DC. Stomatal Numbers of Soybean and Response to Water Stress. Plant and Soil. 1993;149(2):283-288.
- [38] Richardson AD, Berlyn GP, Ashton PM, Thadani R, Cameron IR. Foliar Plasticity of Hybrid Spruce in Relation to Crown Position and Stand Age. Canadian Journal of Botany. 2000;78(3):305-317.
- [39] Klankowski K, Treder W. Morphological and Physiological Responses of Strawberry Plants to Water Stress. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2006;71(4):159-165.
- [40] Sun Y, Yan F, Cui X, Liu F. Plasticity in Stomatal Size and Density of Potato Leaves Under Different Irrigation and Phosphorus Regimes. Journal of Plant Physiology. 2014;171(14):1248-1255.
- [41] Küçükşumuk C, Sarısu H, Yıldız H, Kaçal E, Koçal H. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Su Stresinin Bazı Vejetatif Gelişim Parametrelerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 2015;25(2):180-192.
- [42] Carignato A, Vázquez-Piqué J, Tapias R, Ruiz F, Fernández M. Variability and Plasticity in Cuticular Transpiration and Leaf Permeability Allow Differentiation of *Eucalyptus* Clones at an Early Age. Forests. 2020;11(1):9.
- [43] Carlson JJR, Ditterline RL, Martin JM, Lund RE. Sampling Stomatal Density in Alfalfa. Crop Science. 1981;21(3):467-469.
- [44] Sandanam S, Gee GW, Mapa RB. Leaf Water Diffusion Resistance in Clonal Tea (*Camellia sinensis* L.): Effects of Water Stress, Leaf Age and Clones. Annals of Botany. 1981;47(3):339-349.
- [45] Xie S, Luo X. Effect of Leaf Position and Age on Anatomical Structure, Photosynthesis, Stomatal Conductance and Transpiration of Asian Pear. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 2003;44:297-303.
- [46] Adebooye OC, Hunsche M, Noga G, Lankes C. Morphology and Density of Trichomes and Stomata of *Trichosanthes cucumerina* (Cucurbitaceae) as Affected by Leaf Age and Salinity. Turkish Journal of Botany. 2012;36(4):328-335.
- [47] Shabala L, Mackay A, Tian Y, Jacobsen SE, Zhou D, Shabala S. Oxidative Stress Protection and Stomatal Patterning as Components of Salinity Tolerance Mechanism in Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Physiologia Plantarum. 2012;146(1):26-38.
- [48] Rogiers SY, Hardie WJ, Smith JP. Stomatal Density of Grapevine Leaves (*Vitis vinifera* L.) Responds to Soil Temperature and Atmospheric Carbon Dioxide. Australian Journal of Grape and Wine Research. 2011;17:147-152.
- [49] Tetik Ç, Dardeniz A. Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Farklı Boğumlardaki Yaprakların Farklı Dönemlerdeki Stoma Yoğunluk ve Büyüklüklerinin Belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2016;4(2):125-138.
- [50] Yıldırım E, Dardeniz A. Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidanların Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2017;5(1):125-130.
- [51] Sürücü Z. Kirazda Farklı Dal Tiplerinde Meyve Tutumu ile Bazı Meyve Ve Yaprak Özelliklerinin İncelenmesi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi; 2019.
- [52] Cirillo C, De Micco V, Roupheal Y, Balzano A, Caputo R, De Pascale S. Morpho-Anatomical and Physiological Traits of Two Bougainvillea Genotypes Trained to Two Shapes Under Deficit Irrigation. Trees. 2017;31(1):173-187.
- [53] Lei ZY, Han JM, Yi XP, Zhang WF, Zhang YL. Coordinated Variation Between Veins and Stomata in Cotton and Its Relationship with Water-Use Efficiency under Drought Stress. Photosynthetica. 2018;56(4):1326-1335.
- [54] Özyurt İK, Akça Y. Mahlep Anaçlarında Kuraklık Stresinin Stoma ve Diğer Morfolojik Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2017;34(Ek Sayı):34-40.
- [55] Mouna AM, Sahli A, Naziha G, Badii G, Ibtissem L. Growth, Yield Responses and Water Relations of



- Different Varieties (*Olea europaea* L.) Cultivated Under Two Water Conditions in Semi-Arid Conditions of Tunisia. *European Scientific Journal*. 2014;10(15):468-489.
- [56] Nazarian GR. Tuzluluk Stresinde Kanola Bitkisinin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Salisilik Asidin Priming Uygulamasının Etkisi. İzmir: Ege Üniversitesi; 2016.
- [57] Odabaşıoğlu, Mİ. Semi-Arid Koşullarda Farklı Anaçlar Üzerinde Yetiştirilen Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Verim, Kalite ve Çekirdek Özellikleri ile Stoma Morfolojilerinin İncelenmesi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi; 2020.
- [58] Ceulemans R, Van Praet L, Jiang XN. Effects of CO<sub>2</sub> Enrichment, Leaf Position and Clone on Stomatal Index and Epidermal Cell Density in Poplar (*Populus*). *New Phytologist*. 1995;131(1):99-107.
- [59] Paul V, Sharma L, Pandey R, Meena RC. Measurements of Stomatal Density and Stomatal Index on Leaf/Plant Surfaces. *Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plants*, Division of Plant Physiology, 2017. New Delhi: IARI; 2017. p. 27-30.
- [60] Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Erbek A, Cetin IZ. The Effect of Climate on Leaf Micromorphological Characteristics in Some Broad-Leaved Species. *Environment, Development and Sustainability*. 2021;23(4):6395-6407.
- [61] Yigit N, Cetin M, Sevik H, Aricak B. Variation of Some Micro-Morphological Characters of Leaves of *Aesculus hippocastanum* Based on Growing Environment. *Emergent Life Sciences Research*. 2018;4(1):45-52.
- [62] Mert C, Barut E, Uysal T. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Elma Çeşitlerinde Stoma Morfolojilerinin Araştırılması. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2009; 2(2): 61-64.