



## Trakya Bölgesi Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Yaprak ve Stoma Morfolojik Özelliklerine Etkileri

Serkan CANDAR<sup>1\*</sup>, Bekir AÇIKBAŞ<sup>2</sup>, İlknur KORKUTAL<sup>3</sup>, Elman BAHAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Yetiştirme Tekniği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye, <sup>2</sup>Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Yetiştirme Tekniği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye, <sup>3</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye, <sup>4</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2608-8691>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0381-4969>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8016-9804>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8842-7695>

✉: serkan.candar@tarimorman.gov.tr

### ÖZET

Bu çalışma 2019 yılı vejetasyon döneminde, Trakya Bölgesi'nde yoğun olarak yetiştirilen Papazkarası (Klon 289), Adakarası (Klon 153), Karalahana, Yapıncak (Klon 175), Vasilaki, Cabernet-Sauvignon ve Sauvignon Blanc asma çeşitlerinde, yarı kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Üzüm çeşitlerinin oluşturulan farklı kısıntılı sulama senaryoları altında yaprak ve stoma özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çeşitlerin genetik karakterleri, incelenen kriterler bakımından istatistiki olarak önemli bulunurken, uygulamaların etkisi yalnızca yaprak alanlarında öne çıkmıştır. Sonuç olarak, bağcılığı yaşanan iklim krizinin etkileri altında sürdürülebilir kılmak için geliştirilen adaptasyon stratejilerinde, çeşitlerin morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin mutlaka değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 16.05.2020

Kabul Tarihi : 17.12.2020

### Anahtar Kelimeler

Vitis  
İklim değişikliği  
Yerel üzüm çeşitleri  
Adaptasyon  
Kuraklık

## The Effects of Water Deficit on Leaf and Stoma Morphological Properties of Wine Grapes in Thrace Region

### ABSTRACT

This study was conducted on the semi-controlled conditions on Papazkarası (Clone 289), Adakarası (Clone 153), Karalahana, Yapıncak (Clone 175), Vasilaki, Cabernet-Sauvignon and Sauvignon Blanc grape varieties which grown intensely in the Thrace Region during the 2019 vegetation period. Changes in leaf and stoma features of grape varieties were examined under different water deficit scenarios. While the genetic characteristics of the cultivars were found statistically significant in terms of the criteria examined, the effect of water deficit was only significant for leaf areas. As a result, it was considered that the morphological and physiological characteristics of the cultivars should be evaluated in the adaptation strategies that developed to sustain viticulture under the effects of the climate crisis.

### Research Article

### Article History

Received : 16.05.2020

Accepted : 17.12.2020

### Keywords

Vitis  
Climate change  
Local grape varieties  
Adaptation  
Drought

**Atıf İçin:** Candar S, Açıkbaş B, Korkutal İ, Bahar E 2021. Trakya Bölgesi Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Yaprak ve Stoma Morfolojik Özelliklerine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (4): 766-776. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.738285.

**To Cite :** Candar S, Açıkbaş B, Korkutal İ, Bahar E 2021. The Effects of Water Deficit on Leaf and Stoma Morphological Properties of Wine Grapes in Thrace Region. KSU J. Agric Nat 24 (4): 766-776. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.738285.

### GİRİŞ

Biyçeşitliliğin ve yerel çeşitlerin önemi bir çok araştırmacı tarafından defalarca vurgulanmıştır (Ergül ve ark., 2011; Meneghetti ve ark., 2012; Balda ve ark., 2013). Yerel çeşitlere yönelik artan ilginin nedeni tarih boyunca sürüp giden doğal bir olgu olmasına rağmen iklim değişikliğinin hiç olmadığı kadar hızlı gerçekleşiyor oluşu ve bu duruma insan etkisinin büyüklüğüdür. Bağcılığın Akdeniz

iklimindeki sürdürülebilirliğini sağlamak için yerel çeşitlerin adaptasyon kabiliyeti ve genetik çeşitliliğinden faydalanmak zorunlu görülmektedir.

Yapraklar, asmada fotosentez, transpirasyon ve karbon dengesinin oluşturulmasında, taç içi mikroklimanın düzenlenmesinde, bitki ve toprak su bütçesi dengesinin kurulmasında önemli fizyolojik görevleri olan organlardır (Nicotra ve ark., 2011; Wang ve ark., 2019). Asma tarafından üretilen toplam

biyokütle, yaprakların fotosentez sürecinde özümlediği karbon miktarıyla doğrudan ilişkilidir.

Yaprığın fizyolojik etkinliği; yaprak büyüklüğü ve/veya yaşı (Tozer ve ark., 2015), yılın iklim durumu ve bağcılık yapılan bölgenin genel karakteristik özellikleriyle alakalıdır (Peppe ve ark., 2011). Aynı zamanda asma üzerindeki toplam yaprak alanı, verimi ve olgunlaşma periyodundaki biyokimyasal süreçleri etkiler. Ancak yaprak şekli ve büyüklüğü kimi durumlarda etkisiz de olabilir (Chitwood ve ark., 2016b). Bitkiler üzerinde yaprakların diğer organlarla orantılı (allometrik) gelişme süreçleri, türler arasında değişim gösterir (Das Gupta ve Nath, 2015), bu durum hücre bölünmesi ve ardından hücre genişlemesi ile yönetilir.

Aynı bitki üzerinde farklı boğumlarda görülen şekil ve büyüklük değişimleri de heteroblasti, meristem dokularındaki gelişim süreçlerinin ve hücrelerin farklılaşması yoluyla ortaya çıkar (Poethig, 2010). Bu heteroblastik etki, klasik görüşe göre çevresel etkiler nedeniyle meydana gelirken, Chitwood ve ark. (2015)'na göre bitkilerin moleküler seviyede verdikleri tepkiler, çevresel etkilerden daha önce düzenlenmektedir. Chitwood ve ark. (2016a), ise yaprak şekli ve büyüklüğünün farklılaşmasında çevresel etmenlerin çeşitliliğine karşı geliştirilen adaptasyonun (çevresel plastidite/esneklik) özellikle asma gibi çok yıllık odunsu bitkilerde, evrimsel ve gelişimsel etkilerden farklı olarak ortaya çıkabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, yaprağın meydana geliş sürecindeki etkilerin çevresel, gelişimsel ve genetik faktörlerin etkisi altında olduğu ve ortalama görünümünden saptamalar olabileceği de bildirilmektedir (Chitwood ve ark., 2016b). Bu bağlamda yaprakların, morfolojik ve fizyolojik özellikleri çeşit karakteri, sürgündeki pozisyonu ya da çevresel etkilerden farklı bir nedenle ortaya çıkabilir.

Yaprak büyüklüğü arttıkça yaprak yüzey direnci artmaktadır. Bu yüzden küçük yapraklarda ısı, gaz ve su buharının akışkanlığı, taşınımı büyük yapraklara göre daha fazladır. Bu yolla özellikle sıcak ve kurak iklimlerde, yüksek ışık şiddetine maruz kalınan durumlarda küçük yaprakların, daha düşük yaprak sıcaklıklarında tutunarak aşırı ısınmadan kaçındığı bilinmektedir. Büyük yapraklar ise daha serin, nemli ve düşük ışık ortamında daha düşük enerji değişim kapasiteleriyle daha avantajlı olabilirler (Tozer ve ark., 2015; Wang ve ark., 2019). Ayrıca kullanılabilir suyun azalmasıyla da yaprak alanlarının azalma eğilimi göstermesi beklenir (Cramer ve ark., 2009).

Stoma, bitki ve dış ortam arasındaki hayati bir geçiş noktasıdır ve bitkinin çevresel etmenlere verdiği tepkilerde merkezi bir rol oynar (Montoro ve ark., 2016). Yaprak, yüzeydeki stomatal gözenekler vasıtasıyla fotosentez için CO<sub>2</sub>'yi yakalarken, kaçınılmaz olarak su kaybedilir. Genotiplere ve çevre koşullarına bağlı olarak stoma gözeneklerinin

yoğunluğu, gözenek açıklığı ve bunların düzenlediği fotosentez ve transpirasyon oranları çeşitlilik gösterir. (Lawson ve Blatt, 2014).

Kuraklık dönemlerinde asmalar, CO<sub>2</sub> özümlemesi için gereken gaz değişimi sürdürmek ve aynı zamanda aşırı su kaybını engellemek ikilemiyle karşı karşıya kalır. Bu durumda turgor basıncındaki düzenlemeler ile stomalar aktif olarak görev alır (Ledru ve ark., 2016). Stomalar çoğunlukla yaprakta bulunurlar. Yapraktaki yerleri ise bitki türlerine göre farklılık gösterebilir. Birçok türde yaprakların hem alt hem üst yüzeyinde bulunabilirken (amfistomatik), asmanın da içinde bulunduğu çoğu tür, hipostomatik olarak gruplandırılır ve stomalar yaprakların alt yüzeyinde yer alır (Lebon ve ark., 2006; Alonso-Villaverde ve ark., 2011).

*Vitis* türleri ve çeşitleri arasında stoma morfolojisinde ve açma ve kapama mekanizmalarında ve fizyolojik süreçlere katılımlarında farklılıklar olduğu bilinmektedir (Franks ve Farquhar, 2007; Rogiers ve ark., 2011).

Değişken çevresel koşullar altında stoma kontrol davranışlarına dayanarak, bitkiler izohidrik ve anizohidrik olarak gruplandırılır. İzohidrik bitkiler, kuraklığa maruz kalan veya kalmayan bitkilerde neredeyse sabit yaprak su potansiyelinin korunmasını sağlayan sıkı bir stoma düzenlemesine sahiptirler. Buna karşılık anizohidrik bitkiler, toprak suyu açığı ve buharlaşma talebi altında yaprak suyu potansiyelinde büyük dalgalanmalara yol açar ve daha düşük stoma kontrolünü gösterir (Prieto ve ark., 2010).

Stoma morfolojisi ve fizyolojik süreçlere katılım mekanizmaları özellikle son dönemde üzerinde çokça çalışılmış bir konudur. Stomaların yoğunluğu ve büyüklüğünün bağ mildiyösü (*Plasmopara viticola*) ile ilişkisi (Lu ve ark., 2010; Boso ve ark., 2016), stoma özelliklerinin yaprak yüzeyindeki konumu, bulunduğu sürgünün yaşı ve kökenine göre değişimi (Palliotti ve ark., 2000), stoma sayısı ve yaprak özelliklerinin ilişkisi (Santiago ve ark., 2007), atmosferik CO<sub>2</sub> değişiminin stoma sayısı ve yoğunluğu üzerine etkileri (Moutinho-Pereira ve ark., 2009; Rogiers ve ark., 2011; Kunter ve ark., 2015), stoma iletkenliği (g<sub>s</sub>) ile stoma sayısının ve stoma açıklığı oranının ilişkileri (Franks ve Beerling, 2009), su stresi (Marasalı ve Aytakin, 2002; Costa ve ark., 2012), toprak sıcaklıkları (Rogiers ve ark., 2011), farklı yetiştiricilik uygulamaları (Atik ve Dardeniz, 2018), rüzgâr (Gökbayrak ve ark., 2008) ve yaprak yüzeylerindeki mikroorganizmaların stomalar ile etkileşimleri (Konnlecher ve Sauner, 2016), anaç ve çeşitlerin genetik farklılıkları (Gargın, 2009; İşçi ve ark., 2015; Bekişli ve Gürsöz, 2016; Uyak ve ark., 2016) çeşitli çalışma alanları olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi'nde yetiştirilen şaraplık üzüm çeşitlerinin farklı kısıntılı sulama uygulamaları

altında, bazı yaprak ve stoma özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

### Lokasyon ve Bitkisel Materyal

Çalışma, 2019 yılında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında, yarı kontrollü şartlarda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Trakya Bölgesi yerli şaraplık çeşitlerinden; Papazkarası (Klon 289), Adakarası (Klon 153), Karalahana, Yapıncak (Klon 175), Vasilaki ve dünya genelinde iyi tanınan ve kuraklık stresi karşısında farklı tepkiler gösteren Cabernet-Sauvignon ve Sauvignon Blanc çeşitlerinin bir yıllık çelikleri kullanılmıştır. Klon olduğu belirtilen çeşitlerin seleksiyonu, daha önce Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nce yapılmıştır.

### Metod

Enstitü parsellerinden, önemli virüsler bakımından daha önce testlenmiş ve virüsten arı olduğu bilinen sağlıklı omcalardan, budama zamanı dipçikli ve 7-8 gözlü olarak alınan çelikler, hızlı daldırma metoduyla 4000 ppm'lik IBA uygulanıp, yaklaşık 4 hafta boyunca ortalama 24-26°C sıcaklık, %70 nem ve 8 saat aydınlık ve 16 saatlik kısa gün şartlarında torf:perlit (1:1) karışımında köklendirilmiştir.

Köklendirilmiş ve sürmüş çelikler, Mayıs ayının ilk haftası, deneme alanında 14 litrelik ve yetiştirme ortamı olarak tarım perlit (Kale Perlit, Türkiye) kullanılan, altlıklı saksılara, 3-4 göz (boğum) perlit içinde (ve gözler köreltilerek) ve 3-4 göz dışında (üstünde) kalacak şekilde dikilmiştir. Adventif kök

gelişiminin başladığı (en üst yazlık sürgünlerde sülükler görüldüğünde) dönemde, en üstteki 2-3 sürgün dipten kesilerek çıkarılmış, böylece perlitin üst seviyesinde kalan 2-3 gözden oluşan yeni sürgünlerin daha kuvvetli gelişmesi sağlanmıştır.

Lorenz ve ark. (1995)'e göre salkımlar görülür hale geldiğinde (EL 15-17) tamamı kopararak uzaklaştırılmış ve tüm omcalarda fazla sürgünler çıkarılarak 2'şer sürgün bırakılmıştır. Sürgünler yaklaşık 170-175 cm uzunluğa ulaştığında (EL 29-31) tepe alma yapıp, deneme sonuna kadar (koltuk yapraklarıyla birlikte) aynı sürgün uzunluğu korunmuştur. Her saksıya her dikilerek sürgünler bağlanmış, dik şekilde gelişmeleri sağlanmıştır. Oluşturulan parsellerin altına jüt örtü serilerek sıra başı direkleriyle desteklenmiş, her sıradaki her saksının hereği üst seviyeden geçirilen bağlama teline bağlanmıştır.

Bitki besleme işlemleri için enstitüde bulunan bilgisayar kontrollü sulama ve gübreleme sistemi kullanılmıştır. Tüm omcalar homojen sürgün uzunluğuna sahip olacak seviyeye geldiğinde, bu döneme kadar perlitin su tutma kapasitesi hesaplanarak standart miktarlarda sulanmış olan bitkiler su stresinin yaratılması için sulama düzeyi önceden hesaplanmış olan saksı başına günlük sulama düzenine geçilmiştir. Tüm vejetasyon süresince hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesi standart olarak sürdürülmüştür. Vejetasyon dönemi boyunca uygulanan besin solüsyonları ve uygulama tarihleri Çizelge 1'de paylaşılmıştır. Uygulanan solüsyonlar dönem içinde 4 kez analiz edilerek kalibrasyonları sağlanmıştır.

Table 1. Nutrient solutions applied during the vegetation period and application dates.

### Çizelge 1. Vejetasyon dönemi boyunca uygulanan besin solüsyonları ve uygulama tarihleri.

Besin Elementi	Aralık Değerleri	Solüsyon 1 ve 2 (ppm)			Solüsyon 3 (ppm)		Solüsyon 4 (ppm)	
		14.05.2019-02.07.2019		02.07.2019-30.07.2019		30.07.201-09.09.2019		
ΣN	50-200	-	85.9	-	112.1	-	-	
P	40-60	17.5	-	-	18.2	-	-	
K	175-350	15.7	152.5	-	137.0	-	-	
Ca	100-150	50.0	58.0	-	99.4	-	-	
Mg	30-90	16.5	34.7	-	65.6	-	-	
S	75-150	18.5	21.7	-	45.0	-	-	
Fe	1-12	3.85	12.6	-	5.6	-	-	
Cu	0.02-0.2	0.22	0.15	-	0.15	-	-	
Zn	0.05-1	0.46	0.14	-	0.29	-	-	
Mn	0.4-1	0.86	0.42	-	0.41	-	-	
B	0.008-0.5	0.25	0.16	-	0.18	-	-	
Mo	0.001-0.2	0.38	0.11	-	0.38	-	-	

Çeliklerin saksılara dikilmesiyle birlikte, İlahi ve Ahmad (2017)'e göre günlük 4 litre olarak hesaplanan perlit sulama miktarı, buharlaşma ve bitkinin fiziksel durumu gözlenerek Çizelge 2'deki miktarlarla düzenlenmiştir. Saatte 4 litre sulama yapan damlatıcılar kullanılarak uygulamaların sulama süreleri düzenlenmiştir. Bilgisayar kontrollü sistemle

gün içinde 5 farklı zamanda sulama yapılarak hesaplanan toplam günlük sulama süresi tamamlanmıştır. Kısıntılı sulama uygulamalarının başlamasıyla birlikte saksıların üzerleri kapatılarak, istenmeyen yağışların denemeyi etkilemesi önlenmiştir.

Table 2. Amounts of water applied during the vegetation period.

*Çizelge 2. Vejetasyon dönemi boyunca uygulanan su miktarları.*

Tarih aralığı	Günlük sulama süresi (dk)	Günlük verilen su (litre)
15.05-14.06.2019	75	5.00
14.06-28.06.2019	110	7.33
28.06-16.09.2019	120	8.00
16.09-04.10.2019	100	6.67
04.10-11.10.2019	40	2.67
11.10-31.10.2019	30	2.00

Tüm bitkilerin yaklaşık 170-175 cm uzunluğa ulaştığı 29.07.2019 tarihi itibarıyla %100 sulama uygulamasında günlük 8 litre olarak verilen su miktarı %75, %50, %25 ve %0 olarak azaltılmış ve

deneme sonu olan 16.09.2019'a kadar (210. ve 249. takvim günleri arasında) bu sulama rejimi sürdürülmüştür (Çizelge 3). Çalışma bulgularında %0 uygulamasının bitkileri yer almamıştır.

Table 3. Amounts of water applied during the water deficit period.

*Çizelge 3. Kısıntılı sulama dönemi boyunca uygulanan su miktarları.*

Tarih aralığı	Uygulama	Günlük sulama süresi (dk)	Günlük verilen su miktarı (litre)
29.07.2019 – 16.09.2019	%100	120	8.00
	%75	90	6.00
	%50	60	4.00
	%25	30	2.00
	%0	0	0.00

### İklim Verileri

Deneme süresince iklim verilerinin takibi, deneme alanının içine kurulan bulut tabanlı iklim istasyonundaki (Mrme AR-GE Bilişim, Türkiye) sıcaklık ve nem (THGR810 Oregon scientific, ABD), rüzgar hızı ve yönü (WGR 800, Oregon scientific, ABD), yağış (PCR 800, Oregon scientific, ABD) ve ışık şiddeti (SQ-520 quantum Sensor, Apogee Instruments Inc., ABD.) duyarlarından sağlanmıştır.

### Yaprak Alanı

Her uygulamanın her tekerrüründeki 5 asmanın, aynı yöne bakan (güneydoğu) 8. ve 9. boğumlarından alınan 10'ar adet tam gelişmiş, sağlıklı, ana ve koltuk yaprakları ayrı etiketlenerek, plastik torbalar içinde laboratuvara getirilmiş, tarayıcıda (L382, Seiko epson corp. Japonya) taranmış, elde edilen görüntüler açık kaynak kodlu ImageJ yazılımıyla (Loci, Wisconsin Üniversitesi, ABD) işlenerek yaprak alanları hesaplanmıştır.

### Stoma Morfolojik Özellikleri

Aynı yöntemle toplanan 10 adet yaprağın alt yüzeyindeki ana damar ile sağ ve sol lateral damarların arasındaki yaprak ucu kısmından yaklaşık 1 × 1 cm'lik alana (Flormar, Kosan Kozmetik San. ve Tic. Anon. Şir., Türkiye) bir iki kat tırnak cilası sürülmüştür. Yüzey kısa süre kuruduktan sonra bistüri ve pens yardımıyla sökölerek 10x40 büyütme ışık mikroskopunda (DM 1000 LED, Leica, Almanya) incelenerek görüntüleri bilgisayara kaydedilmiştir. Kaydedilen görüntüler LAS X (Leica, Almanya) yazılımıyla 0.064 mm<sup>2</sup>'lik alan üzerinden ölçülmüş ve

sayılmış, 1 mm<sup>2</sup>'deki stoma sayıları hesaplanmıştır. Yaprak yüzeyinde % stoma alanı Zobayed ve ark. (2001)'dan modifiye edilerek,

$$\% \text{ stoma alanı.yaprak}^{-1} = \frac{(YTSA)}{YA} . 100$$

*YTSA= yapraktaki toplam stoma alanı*

*YA= yaprak alanı*

*YTSA= bir stoma alanı . yapraktaki toplam stoma sayısı (Formül 1)*

formülüne göre hesaplanmıştır. Yaprak alanları ve stoma özellikleri verileri 06.09.2019 günü alınmıştır.

### Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 7 çeşit, 3 tekerrür, 5 sulama uygulamasıyla, her tekerrürdeki 8 omcanın 5' inden veri alınarak yürütülmüştür. Alınan veriler SPSS 15.0 versiyonlu istatistik programında varyans analizi yapıldıktan sonra, çeşit ana etkisi, sulama uygulaması ana etkisi ve interaksyonları oluşmuştur. Ana etkilerin ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve istatistiki değerlendirmeleri yapılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

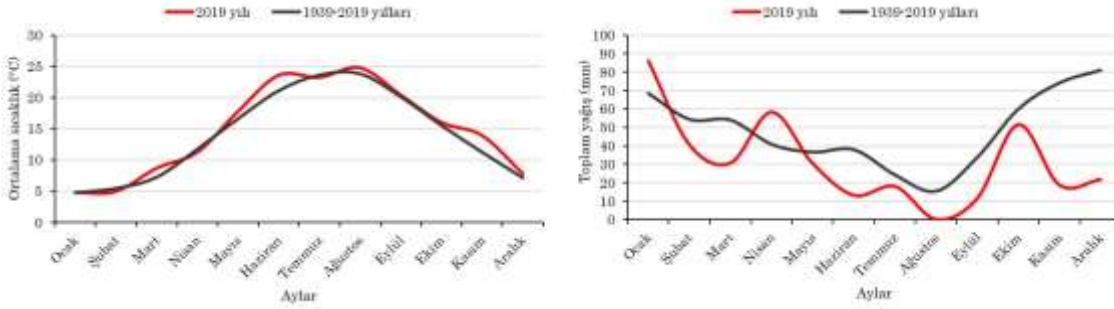
#### İklim Verileri

Tekirdağ'da 2019 yılı sıcaklık ortalaması 14.79°C olarak kaydedilirken 1939-2019 ortalaması 14.00°C olmuştur. Vejetasyon dönemi sıcaklık ortalaması ise 2019 yılında 20.19°C ile 19.48°C olan uzun yıllar ortalamasından 0.71°C daha sıcaktır. 580.90 mm olan uzun yıllar toplam yağış ortalaması 2019 yılında 379.20mm olarak kaydedilmiştir. 2019 yılında vejetasyon süresince 130.60 mm yağış alınmıştır. Bu



değer uzun yıllar ortalaması dikkate alındığında 188.70 mm olarak hesaplanmaktadır. Tekirdağ ve tüm Trakya Bölgesi'nde görülen ortalama sıcaklıkların

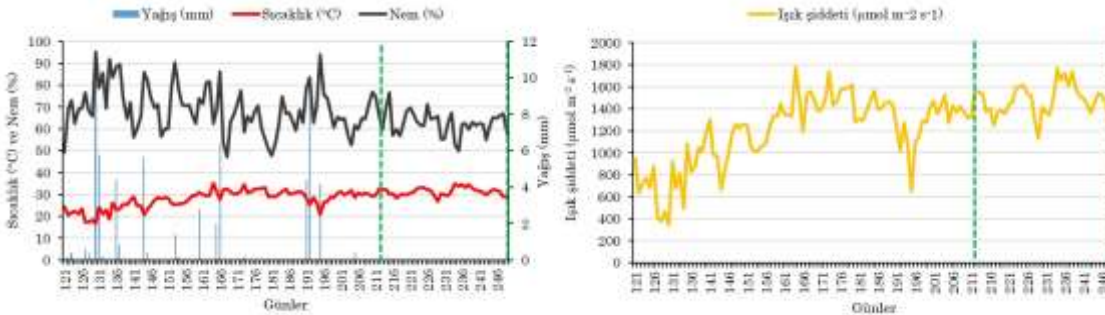
nisbi artışı ve yağış rejiminin dalgalı seyri 2019 yılında da görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme alanında 1939-2019 arası ve 2019 yılına ait bazı iklim verileri.  
Figure 1. Some climate data from 1939 to 2019 and 2019 in the trial area.

01.05.2019-06.09.2019 tarihleri arası deneme alanında kaydedilen bazı iklim verileri Şekil 2'de paylaşılmıştır. Kısıntılı sulama uygulamalarının sürdürüldüğü 210. ve 249. günler arasındaki ortalama

sıcaklık 31.16°C, ortalama nem %63.26 ve ortalama ışık şiddeti 1467.88  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu günler arasında hiç yağış alınmadığı görülmektedir.



Şekil 2. Deneme alanında 01.05.2019(121. takvim günü) ve 06.09.2019 (249. takvim günü) arasında görülen bazı iklim verileri. Dikey yeşil çizgiler kısıntılı sulama uygulaması tarihlerini ifade etmektedir.  
Figure 2. Some climate data seen in the trial area between 01.05.2019 (121<sup>st</sup> calendar day) and 06.09.2019 (249<sup>th</sup> calendar day). Vertical green lines indicate limited irrigation application dates.

### Yaprak Alanı (cm<sup>2</sup>)

İncelenen yapraklar arasında çeşit ana etkisi bakımından en büyük ana ve koltuk yaprak alanlarına Adakarası çeşidi sahiptir. En küçük yaprakların ise çeşit ana etkisi açısından Cabernet-Sauvignon çeşidinden ölçüldüğü görülmektedir. Ana yaprak alanları üzerine çeşitlerin ana etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Koltuk yaprakları da çeşitler ve uygulamalar açısından istatistiki olarak anlamlı ve farklı büyüklüklere sahip olmuştur. Çeşit uygulama interaksiyonları ise hem ana yapraklar hem de koltuk yapraklarında istatistiki olarak önemsizdir. Ana ve koltuk yapraklarında kısıntılı sulama uygulamalarına bağlı olarak ölçülen büyüklükler Çizelge 4'de paylaşılmıştır.

Kısıntılı sulama uygulamaları bakımından, ana yapraklarda önemli olmasa da, azalan kullanılabilir su ile birlikte yaprak alanlarının azalma eğilimi sergilediği görülmektedir. Bu eğilim genel görüş ile uyumludur (Cramer ve ark., 2009). Diğer yandan küçük yaprakların morfolojik yapıları itibariyle, daha

düşük yaprak yüzey direncine sahip olmaları ve yaprak sıcaklıklarını düşürmeleri kurak şartlara faydalı bir adaptasyon olarak bilinmektedir (Leigh ve ark., 2017). Ancak Chitwood ve ark. (2016b)'na göre fizyolojik yarayışlılık açısından yaprak şekli ve büyüklüğünün her zaman anlamlı olmadığı da unutulmamalıdır. Yine de izohidrik olarak bilinen Cabernet-Sauvignon (Simonneau ve ark., 2017) çeşidinin en küçük yaprak alanlarına sahip olması, karasal iklime adapte olmuş bir çeşit olan Papazkarası'nın ve şiddetli rüzgarlara adapte olmuş Vasilaki çeşidinin istatistiki olarak önemli ve düşük gruplarda yer alması bakımından anlamlı bulunmuştur.

### Stoma Sayısı (mm<sup>2</sup> adet<sup>-1</sup>)

Sıcak hava dalgaları, aşırı ışık şiddeti, kurak dönemler ve aşırı rüzgar gibi olumsuz koşullara maruz kalan bitkiler, stoma iletkenliğinin azalmasıyla başa çıkmak için stoma sayısını artırır (Lebon ve ark., 2006). Stoma sayıları bakımından Cabernet-Sauvignon tüm çeşitler

içinde yüksek sayıya ulaşan ve kuraklığa en dayanıklı genotip olurken, kurağa hassas olduğu bilinen Sauvignon Blanc (Fraga, 2019) bu anlamda beklenilenin aksine davranış göstermiştir (Çizelge 5). Genetik farklılığın stoma sayısı bakımından önemli olması beklense de, bu kriterin dormansi dönemi ve

vejetatif dönemdeki yağış ve sıcaklık gibi abiyotik faktörlerden etkilendiği (Montoro ve ark., 2016) ve belirli iklim senaryoları altında görülen stoma özelliklerinin, farklı çevre şartlarında ortaya çıkmayabileceği de bildirilmektedir (Tardieu, 2011).

Table 4. The effect of varieties and applications on the main leaf (cm<sup>2</sup>) and lateral leaf area (cm<sup>2</sup>).

Çizelge 4. Ana yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) ve koltuk yaprağı alanı (cm<sup>2</sup>) üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkisi.

Çeşit	Ana yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )				ÇAE
	Kısıntılı sulama uygulamaları				
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	186.21±17.93	199.90±41.78	190.66±10.22	201.34±5.72	194.51±10.18 <b>a</b>
Cabernet sauvignon	100.37±7.31	88.89 ±10.37	111.35±16.65	119.90±12.46	105.15±6.27 <b>d</b>
Karalahana	158.51±5.67	144.30±14.54	156.74±3.35	154.24±22.11	153.47±6.04 <b>b</b>
Papazkarası	117.88±19.82	110.00±24.62	136.16±27.94	125.75±44.28	122.45±10.91 <b>cd</b>
Sauvignon blanc	139.29±8.46	146.60±10.80	131.61±26.24	138.40±1.44	138.99±6.52 <b>bc</b>
Yapıncak	58.18 ±1.89	147.00±26.18	137.95±8.15	144.40±34.07	121.90±14.52 <b>cd</b>
Vasilaki	115.06±4.99	147.71±15.86	96.64 ±14.36	125.20±24.02	121.16±8.89 <b>cd</b>
UAE	125.08±9.29	140.63±10.24	137.30±8.39	144.20±8.79	

Çeşit	Koltuk yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )				ÇAE
	Kısıntılı sulama uygulamaları				
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	113.98±3.74	96.62 ±14.77	106.63 ±16.43	125.01 ±14.07	110.56 ±22.23 <b>a</b>
Cabernet sauvignon	76.01 ±3.70	67.33 ±2.34	70.33 ±15.02	73.45 ±3.38	71.78 ±3.55 <b>c</b>
Karalahana	90.55 ±6.02	80.83 ±19.32	99.43 ±22.98	94.00 ±4.86	91.20 ±4.53 <b>b</b>
Papazkarası	79.81 ±16.83	84.54 ±18.84	82.27 ±7.26	87.15 ±14.40	83.44 ±6.44 <b>bc</b>
Sauvignon blanc	66.35 ±5.02	77.86 ±6.24	88.01 ±7.21	86.70 ±6.66	79.73 ±3.75 <b>bc</b>
Yapıncak	47.32 ±0.97	80.89 ±13.53	96.81 ±11.24	104.35 ±8.99	82.34 ±7.83 <b>bc</b>
Vasilaki	60.05 ±1.33	82.89 ±7.77	81.59 ±21.50	93.94 ±14.47	79.62 ±6.86 <b>bc</b>
UAE	76.29 ±5.04 <b>c</b>	81.57 ±4.16 <b>bc</b>	89.30 ±5.11 <b>ab</b>	94.94 ±4.73 <b>a</b>	

\*Aynı sütun ve/veya satırda farklı harflerle ifade edilen değerler Duncan testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. Veriler tekerrür ortalamaları ve standart hatalarıyla paylaşılmıştır. ÇAE: Çeşit ana etkisini, UAE: Uygulama ana etkisini belirtmektedir.

\*Values expressed with different letters in the same column and/or row are statistically significant at the P < 0.05 level according to the Duncan test. Data are given as repetition averages and with standard errors. ÇAE: Represents variety main effect, UAE: Indicates application main effect.

Table 5. The effect of varieties and applications on stoma number (mm<sup>2</sup> pcs<sup>-1</sup>).

Çizelge 5. Stoma sayısı üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkisi (mm<sup>2</sup> adet<sup>-1</sup>).

Çeşit	Stoma sayısı (mm <sup>2</sup> adet <sup>-1</sup> )				ÇAE
	Kısıntılı sulama uygulamaları				
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	91.83±23.31	94.48±40.55	116.08±33.05	142.07±37.52	111.11±15.81 <b>ab</b>
Cabernet sauvignon	141.21±3.77	159.40±16.52	143.81±48.14	116.09±16.52	140.13±12.35 <b>a</b>
Karalahana	67.57±6.00	70.17±6.54	81.43±25.52	35.09±2.25	63.56±7.65 <b>c</b>
Papazkarası	127.35±13.75	119.55±23.43	142.07±57.67	93.56±6.00	120.63±14.64 <b>ab</b>
Sauvignon blanc	115.22±15.03	119.55±6.00	130.10±18.17	114.35±6.00	119.81±5.66 <b>ab</b>
Yapıncak	114.35±21.00	102.22±25.52	89.23±28.64	93.56±18.00	99.84±10.49 <b>b</b>
Vasilaki	137.74±4.50	143.81±13.53	116.09±17.06	106.56± 4.50	126.05±6.67 <b>ab</b>
UAE	113.61±7.10	115.60±9.30	116.97±12.31	100.18±8.77	

\*Aynı sütun ve/veya satırda farklı harflerle ifade edilen değerler Duncan testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. Veriler tekerrür ortalamaları ve standart hatalarıyla paylaşılmıştır. ÇAE: Çeşit ana etkisini, UAE: Uygulama ana etkisini belirtmektedir.

\*Values expressed with different letters in the same column and/or row are statistically significant at the P < 0.05 level according to the Duncan test. Data are given as repetition averages and with standard errors. ÇAE: Represents variety main effect, UAE: Indicates application main effect.

Yine de kurak ve rüzgarlı orijine adapte olmuş Adakarası ve benzer şiddetli rüzgarların hakim olduğu bir kökene sahip Vasilaki çeşitleri, olumsuz şartlarda stoma sayısının arttığı düşüncesine uygun davranış sergilemiştir. Öte yandan kısıntılı sulama uygulamalarının gerçekleştiği dönemde sıcaklık ortalamasının 31.16°C ve ortalama nemin %63.26 seviyelerinde seyretmesi bu görüşü desteklemektedir. Stoma sayısı, kısıntılı sulama uygulamaları bakımından incelendiğinde en düşük stoma sayısı değerleri %100 uygulamasında görülürken, istatistiki

olarak önemsiz de olsa artan kısıntılı sulamayla stoma sayılarında yükseldiği görülmektedir.

### Stoma Genişliği ve Uzunluğu (µm)

Stomaların su kaybını engelleme kabiliyetinin kısmen stoma boyu ile açıklanabildiği bilinmektedir (Fanourakis ve ark., 2015). Sulama uygulamaları bakımından da istatistik açıdan farklılık görülmemektedir (Çizelge 6).

Table 6. The effect of varieties and applications on stoma width (µm) and stoma length (µm)

Çizelge 6. Stoma genişliği (µm) ve stoma uzunluğu (µm) üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkisi.

Çeşit	Stoma genişliği (µm)				ÇAE
	Kısıntılı sulama uygulamaları				
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	12.39 ±1.38	11.46 ±0.89	14.82 ±2.32	11.63 ±1.08	12.57± 0.76 <b>b</b>
Cabernet sauvignon	15.27 ±0.32	14.49 ±0.38	14.69 ±0.25	15.14 ±1.12	14.90± 0.28 <b>a</b>
Karalahana	11.97 ±0.40	15.58 ±0.43	14.51 ±1.61	15.42 ±0.25	14.37± 0.57 <b>a</b>
Papazkarası	12.38 ±1.51	12.86 ±0.74	13.42 ±0.62	12.20 ±0.06	12.71± 0.40 <b>b</b>
Sauvignon blanc	13.04 ±0.19	13.77 ±0.33	13.90 ±0.57	14.72 ±0.23	13.86± 0.23 <b>ab</b>
Yapıncak	14.51 ±0.68	16.40 ±1.80	15.92 ±1.95	13.93 ±0.96	15.19± 0.69 <b>a</b>
Vasilaki	15.38 ±1.45	14.45 ±0.71	15.14 ±0.18	12.47 ±0.37	14.36± 0.49 <b>a</b>
UAE	13.56 ±0.43	14.14 ±0.44	14.63 ±0.45	13.64 ±0.39	

Çeşit	Stoma uzunluğu (µm)				ÇAE
	Kısıntılı sulama uygulamaları				
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	22.07 ±1.53	20.62 ±1.32	18.85 ±0.87	20.11 ±2.00	20.41± 0.72 <b>b</b>
Cabernet sauvignon	25.72 ±1.14	24.48 ±0.99	24.32 ±1.13	24.43 ±1.59	24.74± 0.55 <b>a</b>
Karalahana	20.94 ±0.76	25.53 ±0.50	26.02 ±3.88	22.93 ±0.77	23.85± 1.06 <b>a</b>
Papazkarası	23.61 ±1.47	22.56 ±1.70	26.25 ±0.91	24.16 ±0.12	24.14± 0.65 <b>a</b>
Sauvignon blanc	23.82 ±0.70	24.02 ±0.83	24.97 ±0.85	25.41 ±0.08	24.55± 0.35 <b>a</b>
Yapıncak	22.96 ±0.67	27.17 ±0.89	26.56 ±3.53	25.02 ±0.32	25.43± 0.93 <b>a</b>
Vasilaki	23.71 ±2.25	25.48 ±1.59	28.12 ±0.88	23.65 ±1.28	25.24± 0.87 <b>a</b>
UAE	23.26 ±0.52	24.26 ±0.58	25.01 ± 0.91	23.67 ± 0.51	

\*Aynı sütun ve/veya satırda farklı harflerle ifade edilen değerler Duncan testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. Veriler tekrerrür ortalamaları ve standart hatalarıyla paylaşılmıştır. ÇAE: Çeşit ana etkisini, UAE: Uygulama ana etkisini belirtmektedir.

\*Values expressed with different letters in the same column and/or row are statistically significant at the P<0.05 level according to the Duncan test. Data are given as repetition averages and with standard errors. ÇAE: Represents variety main effect, UAE: Indicates application main effect.

Yaprak boyutu ile stoma boyutu veya sayısı arasında ya da stoma sayısı ve boyutu arasında bir ilişki görülmediği Bosso ve ark. (2016) tarafından bildirilmiştir. Yaprak alanı bakımından Adakarası çeşidi, tüm çeşitler arasında en büyük alana sahip olmasına rağmen stoma boyutları bakımından en düşük istatistiki grupta yer almıştır. Görülen bu durum araştırmacıların çalışmasıyla paraleldir. Karalahana ise en düşük stoma sayısına sahip iken, stoma genişlik ve boyları istatistiki olarak daha yüksek sınıfta yer almıştır.

### Stoma Alanı (µm<sup>2</sup>)

Stoma alanı değerleri Çizelge 7'de paylaşılmıştır. Bu veriler de stoma genişliği ve uzunluğunda olduğu gibi değerlendirilebilir. Fakat bu açıdan bakılsa bile Adakarası düşük stoma boyutlarına rağmen Sauvignon Blanc çeşidiyle birlikte en fazla vejetatif gelişme gösteren çeşit olmuştur. Artan stoma alanının genel olarak stoma iletkenliği değerini yükselttiği kabul edilmektedir. Ancak Adakarası çeşidinin yüksek vejetatif gelişme kuvveti göstermesi, stoma alanlarının gerçek bitki su kullanım etkinliği [(net fotosentez(A)/stoma iletkenliği(g<sub>s</sub>)] ve anlık su kullanım etkinliği [net fotosentez(A)/transpirasyon(E)]

değerleriyle ilişkilendirmenin daha doğru sonuçlar vereceğini düşündürmektedir.

### Yaprak Yüzeyinde Stoma Alanı (%)

Adakarası ile Karalahana çeşitleri en düşük yaprak yüzeyinde stoma alanı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Cabernet-Sauvignon çeşidi en küçük yapraklı çeşit olmasına rağmen yaprak yüzeyindeki %

stoma alanı bakımından en yüksek değere sahip bulunmuştur. Karalahana çeşidi stoma alanı bakımından yüksek sınıfta iken, yaprak yüzeyindeki % stoma alanı açısından en düşük değerleri almıştır. Sulama uygulamaları incelendiğinde istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, suyun azalmasıyla birlikte % stoma alanlarında azalma eğilimi görülmüştür (Çizelge 7).

Table 7. The effect of varieties and applications on the stoma area ( $\mu\text{m}^2$ ) and % stoma area on leaf surface  
Çizelge 7. Stoma alanı ( $\mu\text{m}^2$ ) ve yaprak yüzeyinde % stoma alanı üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkisi.

Çeşit	Stoma alanı ( $\mu\text{m}^2$ )				ÇAE
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	277.77 ±85.97	238.73±56.10	275.62 ±56.76	237.09±68.52	257.30± 17.71 <b>c</b>
Cabernet sauvignon	393.46 ±44.48	355.61±40.12	357.03 ±20.43	373.53±85.54	369.91± 13.88 <b>ab</b>
Karalahana	251.28 ±30.78	397.39±5.53	387.73 ±154.34	354.16±30.79	347.64± 26.36 <b>ab</b>
Papazkarası	296.65 ±88.95	292.06±65.14	353.47 ±49.51	294.91±0.15	309.277± 16.75 <b>bc</b>
Sauvignon blanc	310.74 ±16.17	330.78±23.09	348.20 ±45.69	374.19±10.16	340.98± 9.72 <b>ab</b>
Yapıncak	334.07 ±44.30	445.37±86.04	434.02 ±172.13	349.07±47.43	390.63± 29.11 <b>a</b>
Vasilaki	371.40 ±119.85	370.44±68.66	426.21 ±29.41	296.05±43.02	366.02± 22.91 <b>ab</b>
UAE	319.34± 16.60	347.20±17.38	368.90 ±20.53	325.57±13.91	

Çeşit	Yaprak yüzeyine stoma alanı (%)				ÇAE
	%25	%50	%75	%100	
Adakarası	2.37 ±0.52	2.51 ±1.14	3.30 ±1.24	3.66 ±1.29	2.96± 0.49 <b>bc</b>
Cabernet sauvignon	5.53 ±0.21	5.59 ±0.18	5.03 ±1.55	4.22 ±0.56	5.09± 0.39 <b>a</b>
Karalahana	1.67 ±0.03	2.78 ±0.02	2.86 ±0.96	1.25 ±0.14	2.14± 0.29 <b>c</b>
Papazkarası	3.77 ±0.83	3.56 ±0.94	5.33 ±2.46	2.75 ±0.17	3.85± 0.65 <b>ab</b>
Sauvignon blanc	3.60 ±0.56	3.97 ±0.35	4.61 ±0.98	4.27 ±0.23	4.11± 0.28 <b>ab</b>
Yapıncak	3.71 ±0.41	4.29 ±0.73	4.03 ±1.53	3.35 ±0.89	3.85± 0.43 <b>ab</b>
Vasilaki	5.17 ±1.12	5.30 ±0.72	4.91 ±0.65	3.13 ±0.13	4.63± 1.43 <b>a</b>
UAE	3.69 ±0.34	4.00 ±0.32	4.29± 0.49	3.23± 0.29	

\*Aynı sütun ve/veya satırda farklı harflerle ifade edilen değerler Duncan testine göre  $P<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. Veriler tekerrür ortalamaları ve standart hatalarıyla paylaşılmıştır. ÇAE: Çeşit ana etkisini, UAE: Uygulama ana etkisini belirtmektedir.

\*Values expressed with different letters in the same column and/or row are statistically significant at the  $P<0.05$  level according to the Duncan test. Data are given as repetition averages and with standard errors. ÇAE: Represents variety main effect, UAE: Indicates application main effect.

Yaprak boyutu, stoma boyutu, stoma sayısı ve stoma alanları arasında her zaman ilişki bulunmaması (Bosso ve ark, 2016), bu örnekte de görüldüğü gibi asma çeşitlerinin evrimsel süreç içindeki adaptasyon mekanizmalarının farklılıklarını açıklaması bakımından dikkate değer bulunmuştur.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi'nde yoğun olarak yetiştirilen ve çoğu otokton olan çeşitlerin, farklı su kısıntısı şartları altında yaprak boyutları ve stoma özelliklerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde sonuç olarak; sulama uygulamalarıyla bu özellikler arasındaki ilişkiler koltuk yaprakları dışında istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmanın metodu gereği olgunlaşmış yaprakların

toplandığı dönemde, kısıntılı sulama uygulamalarının etkileri erken oluşan yapraklarda henüz tam olarak görülmeyebilmektedir. Yaprığın ve stomaların morfolojik gelişme süreçlerinin hem genetik hem de çevresel etkilerin altında olduğu bilinmektedir.

Öte yandan beklendiği şekilde çeşitlerin genetik farklılıkları incelenen kriterler bakımından daha anlamlı sonuçlar vermiştir.

Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda, morfolojik özelliklerin yanında özellikle fotosentez, stoma iletkenliği, transpirasyon ve su kullanım randımanı hesaplamaları stoma fiziksel özellikleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Ayrıca bu etkiler moleküler seviyede incelenmelidir.

Sonuç olarak, iklim krizi nedeniyle çevresel etmenlerle mücadele ve adaptasyon stratejileri geliştirilirken,



çeşitlerin morfolojik ve fizyolojik özellikleri mutlaka dikkate alınmalıdır, bu konular gelecekteki ıslah programlarında öncelikli olarak değerlendirilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/BBAD/B/19/A1/P6/06 numaralı projenin bir kısmından derlenmiştir. Yazarlar arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı başta Zir. Müh. Jannat Khan ve Zir. Müh. Ecem Kübra Demirkapı olmak üzere Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü 2019 yılı stajyerlerine teşekkürlerini sunarlar.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Alonso-Villaverde V, Boso S, Santiago JL, Gago P, Rodriguez-García MI, Martínez MC 2011. Leaf Thickness and Structure of *Vitis vinifera* cv. Albariño Clones and Its Possible Relation with Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) Infection. J. Int. Sci. Vigne Vin. 45(3): 161-169. DOI:10.20870/oeno-one.2011.45.3.1492
- Atik F, Dardeniz A 2018. Yalova İncisi Üzüm Çeşidinde Farklı Taç Yönetimi Uygulamalarının Yaprakların Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 6(Özel sayı) : 33-37.
- Balda P, Ibáñez J, Sancha JC, Martínez TF 2013. Characterization and Identification of Minority Red Grape Varieties Recovered in Rioja (Spain), Am. J. Enol. Vitic. 65: 148-152. DOI:10.5344/ajev.2013.13050
- Bekişli Mİ, Gürsöz S 2016. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Amerikan Asma Anaçlarının Yaprak ve Stoma Özelliklerinin İncelenmesi. Bahçe 45(2): 857-861
- Boso S, Gago P, Alonso-Villaverde V, Santiago JL, Martinez MC 2016. Density and Size of Stomata in the Leaves of Different Hybrids (*Vitis* sp.) and *Vitis vinifera* varieties. Vitis 55(1): 17-22. DOI: 10.5073/vitis.2016.55.17-22
- Cramer MD, Hawkins HJ, Verboom GA 2009. The Importance of Nutritional Regulation of Plant Water Flux. Oecologia 161(1): 15-24. DOI: 10.1007/s00442-009-1364-3
- Chitwood DH, Kumar R, Ranjan A, Pelletier JM, Townsley BT, Ichihashi Y, Martinez CC, Zumstein K, Harada JJ, Maloof JN, Sinha NR 2015. Light

- Induced Indeterminacy Alters Shade Avoiding Tomato Leaf Morphology. Plant Physiol 169: 2030-2047. DOI: 10.1104/pp.15.01229
- Chitwood DH, Klein LL, O'Hanlon R, Chacko S, Greg M, Kitchen C, Miller AJ, Londo JP 2016a. Latent Developmental and Evolutionary Shapes Embedded within the Grapevine Leaf. New Phytol 210(1): 343-355 DOI: 10.1111/nph.13754.
- Chitwood DH, Susan MR, Darren YL, Quaneisha LW, Tommy T, Yu JRL, Daniel G, Julie K, Jason PL 2016b. Climate and Developmental Plasticity: Interannual Variability in Grapevine Leaf Morphology. Plant Physiology 170: 1480-1491. DOI: 10.1104/pp.15.01825
- Costa JM, Ortuno MF, Lopes CM, Chaves MM 2012. Grapevine Varieties Exhibiting Differences in Stomatal Response to Water Deficit. Functional Plant Biology 39(3): 179-189. DOI: doi.org/10.1071/FP11156
- Das Gupta M, Nath U 2015. Divergence in Patterns of Leaf Growth Polarity is Associated With the Expression Divergence of miR396. The Plant Cell 27(10): 2785-2799. DOI: 10.1105/tpc.15.00196
- Ergül A, Perez-Rivera G, Söylemezoğlu G, Kazan K, Arroyo-Garcia R 2011. Genetic Diversity in Anatolian Wild Grapes (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) Estimated by SSR Markers. Plant Genet. Resour. 9(3): 375-383. DOI:10.1017/S1479262111000013
- Fanourakis D, Habtamu G, Rube'n M, Roland P, Katrine HK, Marie B, Aleksandar V, Adriano NN, Fabio F, Carl-Otto O 2015. Pore Size Regulates Operating Stomatal Conductance, while Stomatal Densities Drive the Partitioning of Conductance Between Leaf Sides. Annals of Botany 115(4): 555-565, 2015 doi:10.1093/aob/mcu247
- Fraga H 2019. Viticulture and Winemaking Under Climate Change. Agronomy 9(12): 783 DOI:10.3390/agronomy9120783
- Franks PJ, Beerling DJ 2009. Maximum Leaf Conductance Driven by CO<sub>2</sub> Effects on Stomatal Size and Density Over Geologic Time. PNAS 106(25) 10343-10347. DOI: 10.1073/pnas.0904209106
- Franks PJ, Farquhar GD 2007. The Mechanical Diversity of Stomata and Its Significance in Gas-Exchange Control. Plant Physiology 143(1):78-87. DOI:10.1104/pp.106.089367
- Gargın S 2009. Eğirdir/Isparta Koşullarında Bazı Üzüm Çeşitlerinin Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi. 7. Türkiye Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu 5-9 Ekim 2009, Manisa
- Gökbayrak Z, Dardeniz A, Bal M 2008. Stomatal Density Adaptation of Grapevine to Windy Conditions. Trakia Journal of Science 6(1): 18-22.
- İlahi WFF, Ahmad D 2017. A Study on the Physical and Hydraulic Characteristics of Cocopeat Perlite Mixture as a Growing Media in Containerized Plant

- Production. Sains Malaysiana 46(6): 975–980. DOI: 10.17576/jsm-2017-4606-17
- İşçi B, Altındişli A, Kaçar E 2015. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Farklı Üzüm Çeşitlerinde Stoma Dağılımı Üzerine Araştırmalar. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 3(1): 35–39.
- Konlechner C, Ursula Sauer 2016. Ultrastructural Leaf Features of Grapevine Cultivars (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). OENO ONE 50(4). DOI: 10.20870/oeno-one.2016.50.4.51
- Kunter B, Çakmak G, Keskin N, Değirmenci Karataş D 2015. İyonize Radyasyon Uygulamalarıyla Elde Edilmiş Üzüm Genotiplerinde Stoma Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-(Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı): 34-39.
- Lawson T, Blatt MR 2014. Stomatal Size, Speed, and Responsiveness Impact on Photosynthesis and Water Use Efficiency. . 164(4):1556-1570. DOI: 10.1104/pp.114.237107
- Lebon E, ANNE Pellegrino A, Louran GT, Lecoeur J 2006. Branch Development Controls Leaf Area Dynamics in Grapevine (*Vitis vinifera*) Growing in Drying Soil. Annals of Botany 98(1): 175–185, DOI:10.1093/aob/mcl085.
- Ledru AC, Lebon E, Christophe A, Gallo A, Gago P, Pantina F, Agnès Doligez, Simonneau T 2016. Reduced Nighttime Transpiration is a Relevant Breeding Target for High Water-Use Efficiency in Grapevine. PNAS 113(32) DOI:10.1073/pnas.1600826113
- Leigh A, Sevanto S, Close JD, Nicotra AB 2017. The Influence of Leaf Size and Shape on Leaf Thermal Dynamics: Does Theory Hold Up Under Natural Conditions? Plant Cell Environ. 40(2): 237–248. DOI: 10.1111/pce.12857
- Lorenz D, Eichhorn K, Bleiholder H, Klose R, Meier U, Weber E 1995. Phenological Growth Stages of the Grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)-Codes and Descriptions According to the Extended BBCH Scale. Australian Journal of Grape and Wine Research 1(2):100-110. DOI: 10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x
- Lu J, Zhang Y, Wang J 2010. Genetic Variation and Mechanism of Host Resistance to Downy Mildew Disease Among Oriental Vitis Species. In: Proc. 6<sup>th</sup> Int. Workshop of Grapevine Downy and Powdery Mildew, Bordeaux, France, 4-9 July 2010. Ed. INRA Bordeaux-Aquitaine, UMR 1065 Santé Végétale INRA-ENITA.
- Maraslı B, Aytakin A 2002. Sulanan ve Sulanmayan Bağ Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinde Stoma Sayısının Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi 9 (3): 370-372.
- Meneghetti S, Poljuha D, Frare E, Costacurta A, Morreale G, Bavaresco L, Calò A 2012. Inter- and Intra-Varietal Genetic Variability in Malvasia Cultivars. Mol. Biotechnol. 50(3): 189-199. DOI: 10.1007/s12033-011-9423-5.
- Montoro A, López-Urrea R, Fereres E 2016. Role of Stomata Density in the Water Use of Grapevines. Acta Hort. 1115: 41-48. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1115.7
- Moutinho-Pereira JM, Gonçalves B, Bacelar E, Cunha B, Coutinho J, Correia CM 2009. Effects of Elevated CO<sub>2</sub> on Grapevine (*Vitis vinifera* L.): Physiological and Yield Attributes. Vitis 48(4): 159–165.
- Nicotra AB, Leigh A, Boyce CK, Jones CS, Niklas KJ, Royer DL, Tsukaya H 2011. The Evolution and Functional Significance of Leaf Shape in the Angiosperms. Funct Plant Biol 38(7): 535–552. DOI: 10.1071/fp11057
- Palliotti A, Cartechini A, Ferranti F 2000. Morpho-Anatomical and Physiological Characteristics of Primary and Lateral Shoot Leaves of Cabernet Franc and Trebbiano Toscano Grapevines Under Two Irradiance Regimes. Am. J. Enol.Vitic. 51(2): 122-130.
- Peppe DJ, Royer DL, Cariglino B, Oliver SY, Newman S, Leight E, Enikolopov G, Fernandez-Burgos M, Herrera F, Adams JM 2011. Sensitivity of Leaf Size and Shape to Climate: Global Patterns and Paleoclimatic Applications. New Phytol 190(3): 724–739. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2010.03615.x
- Prieto JA, Lebon E, Ojeda H 2010. Stomatal Behavior of Different Grapevine Cultivars in Response to Soil Water Status and Air Water Vapor Pressure Deficit. J. Int. Sci. Vigne Vin, 44(1): 9–20. DOI: 10.20870/oeno-one.2010.44.1.1459
- Poethig RS 2010. The Past, Present, and Future of Vegetative Phase Change. Plant Physiol 154(2): 541–544. DOI: 10.1104/pp.110.161620
- Rogiers SY, Hardie WJ, Smith JP 2011. Stomatal Density of Grapevine Leaves (*Vitis Vinifera* L.) Responds to Soil Temperature and Atmospheric Carbon Dioxide. Australian Journal of Grape and Wine Research 17(2) 147-152. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2011.00124.x
- Santiago JL, Boso S, Gago P, Alonso-Villaverde V, Martínez MC, 2007. Molecular and Ampelographic Characterisation of *Vitis vinifera* L. 'Albariño', 'Savagnin Blanc' and 'Caíño Blanco' Shows that They are Different Cultivars. Span. J. Agric. Res. 5(3): 333-340. DOI: 10.5424/sjar/2007053-253
- Simonneau T, Lebon E, Ledru AC, Marguerit E, Rossedeutsch L, Ollat N 2017. Adapting Plant Material to Face Water Stress in Vineyards: Which Physiological Targets for an Optimal Control of Plant Water Status? OENO NE 51(2): 167-179. DOI: 10.20870/oeno-one.2016.0.0.1870
- Tardieu F 2011. Any Trait or Trait-Related Allele Can Confer Drought Tolerance: Just Design the Right Drought Scenario. Journal of Experimental Botany 63(1): 25–31. DOI: 10.1093/jxb/err269
- Tozer WC, Rice B, Westoby M 2015. Evolutionary Divergence of Leaf Width and Its Correlates. Am. J.

- Bot. 102(3):367-78. DOI: 10.3732/ajb.1400379.
- Uyak C, Keskin N, Doğan A, Gazioğlu Şensoy Rİ, Başdınç MA 2016. Van Ekolojisinde Yetişen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Stoma Yoğunlukları ve Klorofil Miktarlarının Belirlenmesi. Bahçe, 46: 738-742
- Wang C, He J, Zhao TH, Cao Y, Wang G, Sun B, Yan X, Guo W, Li MH 2019 The Smaller the Leaf Is, the Faster the Leaf Water Loses in a Temperate Forest. Front. Plant Sci. 10(58): 1-12. DOI: 10.3389/fpls.2019.00058
- Zobayed SMA, Afreen FC, Kozai T 2001. Large-Scale Photoautotrophic Micropropagation in a Scaled-Up Vessel. Progress in Biotechnology 18: 345-354. DOI: 10.1016/S0921-0423(01)80091-5