

Kuraklık ve tuz stresinin *V. vinifera* x *V. rupestris* melezlerinin toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasiteleri üzerine etkileri

Effects of drought and salt stress on total phenolic compound and antioxidant capacities of V. vinifera x V. rupestris hybrids

Damla YÜKSEL KÜSKÜ^{1*}, Gökhan SÖYLEMEZOĞLU²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Bilecik

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

¹<https://orcid.org/0000-0001-5398-1146>; ²<https://orcid.org/0000-0002-7959-0407>

To cite this article:

Yüksel Küskü, D. & Söylemezoğlu, G. (2022). Kuraklık ve tuz stresinin *V. vinifera* x *V. rupestris* melezlerinin toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasiteleri üzerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(1): 72-81.

DOI:10.29050/harranziraat.1018772

*Address for Correspondence:
Damla YÜKSEL KÜSKÜ
e-mail:
damla.yuksel@bilecik.edu.tr

Received Date:

09.11.2021

Accepted Date:

16.02.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Öz

Çalışmada; melezleme ıslahı ile elde edilmiş olan 11 adet Karadimrit x 140 Ruggeri genotipine kuraklık ve tuz stresi uygulanmış, fenolik bileşik ve antioksidan miktarlarındaki değişimler tespit edilmiştir. F1 genotiplerinde tuz uygulamaları sonucunda, yapraklarda ölçülen toplam fenolik bileşik (TFB) içerikleri 13 388-30 093 mg GAE kg⁻¹ KA ve antioksidan kapasite (TEAK) miktarları 125.7-301.6 µmol troloks g⁻¹ KA arasında değerler vermiştir. Kuraklık uygulaması sonuçlarına göre sırasıyla; 17 674-36 706 mg GAE kg⁻¹ KA ve 155.2-373.0 µmol troloks g⁻¹ KA arasında değerler kaydedilmiştir. Tuz ve kuraklık uygulanmış genotiplerden toplam fenolik bileşik miktarlarında en fazla artışı sırasıyla 3. genotip (% 113.0) ve 2. genotip (% 113.0) gösterirken, antioksidan kapasite miktarlarında da en yüksek artış aynı genotiplerde % 133.8 ve % 96.3 değerleri ile meydana gelmiştir. Tuz uygulamaları sonrasında elde edilen sonuçlarda en yüksek değerleri her iki analiz (TFB, TEAK) için de 11. melez, kuraklık uygulamalarında ise 2. melez göstermiştir. Melezlerin tuz ve kuraklık streslerine karşı verdikleri tepkiler farklılık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Vitis vinifera* L., *V. rupestris*, Kuraklık, Tuzluluk, Fenolik bileşik

ABSTRACT

In the study; drought and salt stress were applied to 11 Karadimrit x 140 Ruggeri genotypes obtained by crossbreeding, and the changes in the amounts of phenolic compounds and antioxidants were determined. As a result of salt applications in the F1 genotypes, the total phenolic compound (TPC) contents measured in the leaves were 13 388-30 093 mg GAE kg⁻¹DW and the antioxidant capacity (TEAC) amounts were between 125.7-301.6 µmol trolox g⁻¹ DW. According to the results of drought application, respectively; values between 17 674-36 706 mg GAE kg⁻¹ DW and 155.2-373.0 µmol trolox g⁻¹ DW were recorded. Among the genotypes treated with salt and drought, the highest increase in total phenolic compounds was observed in the 3rd genotype (113.0%) and the 2nd genotype (113.0%), while the highest increase in antioxidant capacity occurred in the same genotypes with values of 133.8% and 96.3%. In the results obtained after salt applications, the 11th hybrid showed the highest values for both analyzes (TPC, TEAC) and the second hybrid in drought applications. The responses of hybrids to salt and drought stresses differed.

Key Words: *Vitis vinifera* L., *V. rupestris*, Drought, Salinity, Phenolic compound

Giriş

Vitis vinifera L. türünün ilk kültüre alındığı alanlardan birisi olan Anadolu (Arroyo-Garcia ve ark., 2006), zaman içerisinde doğal

melezlemelerle ortaya çıkan çok zengin bir asma gen potansiyeline sahiptir. Türkiye’ de 2020 yılı istatistiklerine göre toplam bağ alanı 400 998 hektar, toplam üzüm üretimi ise 4 208 908 tondur

(TÜİK, 2021). 2010-2020 yılı istatistikleri karşılaştırıldığında, yıllar arasında üretimde %1.08' lik bir azalma gözlenirken, bağ alanlarındaki azalışın ise %16.07 olduğu belirtilmiştir. Tarım alanlarında meydana gelen bu azalmaya, tarım alanlarının tarım dışı kullanımı, özellikle son çeyrek yüzyılda ağırlığını gittikçe hissettiren ve önümüzdeki 30 yıl içerisinde ülkemizin de bulunduğu Akdeniz havzasını son derece olumsuz etkileyeceği yapılan uluslararası çalışmalarla ortaya konan iklim değişikliği ve küresel ısınma, bilinçsiz sulama, yeraltı su kaynaklarının ve göllerin yanlış tarımsal ürün desenlerinin seçilmesi nedeniyle azalması, göletlerin kuruması, çoraklaşma ve tuzlanmasının maksimum seviyeye çıkmasına neden olmaktadır.

2021 yılında 7.9 milyar olan dünya nüfusunun, 2050 yılında 9.2 milyar olması beklenmektedir. 2050 yılına kadar, gelişmekte olan ülkelerdeki nüfusun yaklaşık olarak 8 milyar, gelişmiş ülkelerdeki nüfusun ise 1.2 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Artan nüfus yoğunluğunun ortaya çıkardığı en büyük zorluklardan birisi de besin kaynağı kıtlığıdır. Araştırmacılara göre, 2050 yılına kadar birim arazi başına 1.5 kat daha fazla gıda üretilmesi gerekmektedir (George Silva, 2018).

Sadece ülkemizde değil, dünyanın pek çok bölgesinde son yıllarda önemli derecede etkisini görmeye başladığımız küresel ısınmanın neredeyse tüm tarımsal ürünleri tehdit etmesi ve nüfusun hızlı artışı bir arada incelendiğinde, kullanılabilir tarım arazilerinden en yüksek verimi ve kaliteyi alabilmek amacıyla, son çeyrek asırda bilimsel çalışmaların çoğu abiyotik stres şartlarına adapte olabilecek çeşit ve anaçların ıslahı konusuna yoğunlaşmıştır (Fidan, 1985; Eriş, 1992).

Özellikle geleneksel tıpta asma yapraklarının tedavi edici etkisinden bahsedilirken (Marušić, 1990; Lardos ve Kreuter, 2000; Orhan ve ark., 2009; Dani ve ark., 2010), yaprakların günümüzdeki kullanımı düşük seviyede olup, kimyasal bileşimi ve özellikleri hakkında bilgi yetersizdir. Yaprakların polifenolik içerikleri hakkındaki bilgilerin azlığı, fenolik bileşiklerin potansiyel olarak zengin bir kaynağı olan bu bitki materyali hakkında araştırma ihtiyacını ortaya

çıkarmaktadır (Jaradat ve ark., 2017).

2007-2008 yıllarında melezleme ıslahı ile başlatılan çalışmada, Karadimrit x 140 Ru melezlemeleri sonucunda elde edilen F1 melezlerinin, abiyotik stres koşullarından kuraklık ve tuza tolerant/dayanıklılıkları tespit edilmeye çalışılmıştır (Çakır 2011). Yapılan uygulamalar sonrasında gelişimine devam ederek anaç/çeşit adayı olma ihtimali olan ümitvar melezler ıslah parseline aktarılmışlardır.

Bu çalışma ile; 2007-2008 yıllarında melezleme ıslahı ile elde edilmiş olan (Çakır, 2011) ve anaç/çeşit özellikleri bakımından ümitvar olarak seçilen 11 adet Karadimrit x 140 Ru meleze tuz ve su (kuraklık) stresi uygulanmış ve strese karşı tepkilerin toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasite miktarlarında meydana getirdiği değişimlerin spektrofotometrik olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Ebeveyn olarak kullanılan ve F1' ler gibi kuraklık ve tuz uygulamalarına tabi tutulan Karadimrit çeşidi (*V. vinifera*) ve 140 Ru anacı (*V. rupestris*) yapraklarının, daha önce fenolik bileşik içerik belirleme çalışmalarında materyal olarak kullanılmamış olması ve aynı ebeveynlere sahip F1' lerin strese verdikleri tepkilerin spektrofotometrik ölçümlerle karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışma ve elde edilen sonuçlar ile literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Metot

Araştırmada bitkisel materyal olarak; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kalecik Bağcılık Araştırma ve Uygulama İstasyonu (40° 06' 44.5 Kuzey Enlemi; 33° 25' 43.3 Doğu Boylamı; Rakım: 700 m) ıslah parselinde bulunan ve ülkemizin önemli yerli üzüm çeşitlerinden olan Karadimrit üzüm çeşidinin kurağa ve kirece dayanıklı olan 140 Ru Amerikan asma anacı ile melezinden elde edilen 11 omcadan alınan çelikler kullanılmıştır. Çelik alınan omcalar etiketlenmiş ve kayıt altına alınmıştır. Alınan çelikler dikime kadar muhafaza edilmek üzere sıcaklığı 4 °C, nispi nemi ise % 96 olan soğuk hava deposuna konmuşlardır. Çelikler 2 gözlü olarak dikime hazırlanmış, her genotip için

3 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 bitki olacak şekilde, Perlit (1) + Torf (1) + Cocopeat (1) karışımı ile doldurulmuş siyah polietilen fidan poşetlerine (11x22 cm) dikilmişlerdir. Dikilen çelikler sıcaklık ve nem kontrollü seraya aktarılmıştır. Dikim sonrasında, çeliklerin düzenli olarak sulama (pH:7.3, EC:83.7 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$), gübreleme, hastalık ve zararlı kontrolleri yapılarak sağlıklı bir şekilde gelişimleri sağlanmıştır. Kuraklık uygulaması ve tuz uygulaması için denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmış, uygulamaların eş zamanlı yürütülmesi amacıyla aynı omcalara ait çeliklerle fakat her iki uygulama için de ayrı ayrı kurulmuştur. 11 melez genotipte kuraklık stresi uygulaması için 3 x 1 ve tuz stresi uygulaması için 3 x 1 bitki materyali köklendirilerek fidan haline getirilmiştir.

Bu çalışma ile, Karadimrit x 140 Ru melezlemesinden elde edilen 11 melez genotipin, stres başında ve stres sonunda alınan yaprak örnekleriyle fenolik bileşik ve antioksidan kapasite değerlerinin belirlenmesi ve stres uygulamalarına bağlı olarak yaprakta meydana gelen stres başı-stres sonu miktar değişimlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Kuraklık uygulamaları

Kuraklık uygulaması ebeveynler (Karadimrit ve 140 Ru) ve F1 bitkilerine 15 gün süreyle su verilmeyerek gerçekleştirilmiştir. 15 gün sürecek olan kuraklık stresi bitkilerin son kez sulanması ile başlatılmış ve ilk yaprak örnekleri alınmıştır. 0. gün (kontrol) ve 15 gün sonunda alınan yaprak örnekleri sıvı azot ile şoklandıktan sonra ekstraksiyon tarihine kadar -40 °C' de muhafaza edilmiştir (Cramer ve ark., 2007).

Tuz uygulamaları

Tuz uygulaması, bitki başına 100 mL su için; 120 mM NaCl ve 12 mM CaCl₂ (Tattersall ve ark., 2007) ile 5 günde bir yapılan sulamalarla gerçekleştirilmiştir. Her bitki için 100 mL tuzlu su, şırınga yardımı ile bitki kök bölgesine verilmiştir. İlk tuz uygulaması son sulamadan 24 saat sonra (0. gün) yapılmıştır. Uygulama 5 kez tekrarlamıştır. Tuz uygulaması süresince bitkilere tuzlu su

haricinde su verilmemiştir. 0. gün ve 20. gün sonunda alınan yaprak örnekleri sıvı azot ile şoklandıktan sonra ekstraksiyon tarihine kadar -40 °C' de muhafaza edilmiştir.

Ekstraksiyon yöntemi

Aljuhaimi ve ark. (2019)' nın ekstraksiyon yönteminin modifiye edilmesiyle yapılan ekstraksiyonda, -40 °C' de muhafaza edilen örnekler çıkartılıp 40 °C' de 24 saat boyunca etüvde kurutulmuştur. Çıkartılan kuru örneklerden ekstraksiyon amacıyla 0.2 gr tartılarak santrifüj tüplerine alınmıştır. Ekstraksiyonu yapılacak örneklerin üzerine 3 mL HCl' li MeOH çözeltisi eklenmiş ve homojenize edilmiştir. 14000 rpm' de 10 dakika santrifüje tabi tutulmuş ve üst tarafta bulunan şeffaf süpernatant temiz bir santrifüj tüpüne alınmıştır. Tortu (pellet) üzerine 2 mL çözelti eklenmiş ve homojenizasyon ve santrifüj işlemleri tekrar edilmiştir. Elde edilen süpernatant kısmı da bir önceki ekstrakta eklenmiş ve son hacim 5 mL' ye tamamlandıktan sonra 0,45 μm ' lik PVDF (Polyvinylidene Difluoride) ile filtrelenerek cam şişelerde analiz tarihine kadar -40 °C' de muhafaza edilmiştir.

Toplam fenolik bileşik analizi (TFB)

Toplam fenolik bileşik analizleri UV-Vis Spektrofotometre cihazı (Shimadzu Corporation, Japan) ile Singleton ve Rossi'ye (1965) göre yapılmış, sonuçlar mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) kg⁻¹ olarak, kuru ağırlık (KA) cinsinden ifade edilmiştir.

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite analizi (TEAK)

Antioksidan kapasite tayini TEAK (Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Re ve ark. (1999)' na ait olan yöntem ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilenbenzotiazolin-6-sulfonik asit) diammonium salt)' nin oksidasyonu sonucu üretilen ABTS•+ radikal çözeltisinin üzerine, antioksidan içeren örneğin eklenmesiyle radikalın indirgenmesi olayına dayanmaktadır. Sonuçlar yapraklarda $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ kuru ağırlık (KA) cinsinden elde edilmiştir.

İstatistiksel analiz

Araştırma sonucunda elde edilen sayısal değerler Minitab 18 istatistik programında ANOVA kullanılarak değerlendirilmiş, farklılıkların önem düzeyini belirlemek için Fisher testi kullanılmış ve $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Sonuçlar ortalama \pm ortalamanın standart hatası olarak ifade edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma**Yapraklara ait toplam fenolik bileşik (tfb) düzeyleri**

Tuz ve kuraklık stresi uygulanmamış (kontrol) ve uygulanmış ebeveyn ve melezlere ait toplam fenolik bileşik içerikleri ve artış oranları (%) Çizelge 1' de verilmiştir. Uygulama yapılmayan bitkiler incelendiğinde, tuz uygulanacak olan ebeveynlerin toplam fenolik bileşik içerikleri; 10

652 (Karadimrit) ve 17 347 (140 Ru) mg GAE kg^{-1} KA olarak ölçülmüştür. Tuz uygulaması sonrasında bu değerler Karadimrit çeşidi ve 140 Ru anacından alınan yaprak örneklerinde sırasıyla; 14 085-20 035 mg GAE kg^{-1} KA olarak belirlenmiştir. Karadimrit çeşidi stres başında ve sonundaki değerlere bakıldığında % 32.2' lik bir fenolik madde artışı gösterirken, bu değer 140 Ru anacında % 15.5 olmuştur. Melezlerde tuz uygulanmamış (kontrol) değerler incelendiğinde; 11. melez en yüksek tfb içeriğine sahip, 5. melez ise en düşük değere sahip olarak değer vermiştir. Melezlerde tuz uygulaması sonrasında elde edilen en yüksek toplam fenolik bileşik içeriği 30 093 mg GAE kg^{-1} KA olarak 11. genotipte tespit edilirken, en düşük değer ise 13 388 mg GAE kg^{-1} KA ile 5. genotipte bulunmuştur.

Çizelge 1. Tuz ve kuraklık uygulamaları sonrasında yapraklarda toplam fenolik bileşik içerikleri (mg GAE kg^{-1} KA).
Table 1. Total phenolic compound contents in leaves after salt and drought applications (mg GAE kg^{-1} DW).

Uygulama Treatment	Toplam Fenolik Bileşik Total Phenolic Compound					
	Tuzluluk kontrol Salinity control	Tuz Salinity	Artış oranı (%) Increase rate (%)	Kuraklık kontrol Drought control	Kuraklık Drought	Artış oranı (%) Increase rate (%)
Genotip Genotype						
Karadimrit	10 652 \pm 603 ^{g*}	14 085 \pm 188 ⁱ	32.2	13 184 \pm 862 ^g	20 686 \pm 473 ^f	56.9
140 Ru	17 347 \pm 452 ^b	20 035 \pm 573 ^{de}	15.5	18 166 \pm 649 ^d	20 547 \pm 521 ^f	13.1
1	11 289 \pm 696 ^{fg}	16 115 \pm 861 ^g	42.8	26 437 \pm 536 ^a	29 631 \pm 837 ^c	12.1
2	13 272 \pm 279 ^e	20 875 \pm 626 ^c	57.3	17 237 \pm 773 ^d	36 706 \pm 842 ^a	113.0
3	12 584 \pm 544 ^e	26 808 \pm 993 ^b	113.0	25 140 \pm 499 ^b	32 985 \pm 845 ^b	31.2
4	11 542 \pm 461 ^f	14 863 \pm 113 ^h	28.8	17 736 \pm 104 ^d	23 989 \pm 991 ^d	35.3
5	10 867 \pm 715 ^{fg}	13 388 \pm 538 ⁱ	23.2	15 288 \pm 62 ^{ef}	17 794 \pm 262 ^g	16.4
6	17 358 \pm 625 ^b	18 425 \pm 375 ^f	6.1	15 996 \pm 105 ^e	18 442 \pm 131 ^g	15.3
7	18 735 \pm 447 ^a	20 240 \pm 273 ^{cd}	8.0	14 567 \pm 870 ^f	22 153 \pm 891 ^e	52.1
8	14 430 \pm 442 ^d	19 285 \pm 472 ^e	33.6	17 675 \pm 609 ^d	21 172 \pm 84 ^{ef}	19.8
9	15 592 \pm 166 ^c	18 462 \pm 425 ^f	18.4	12 413 \pm 836 ^{gh}	18 661 \pm 326 ^g	50.3
10	17 753 \pm 662 ^b	26 907 \pm 630 ^b	51.6	21 344 \pm 362 ^c	35 751 \pm 732 ^a	67.5
11	19 008 \pm 146 ^a	30 093 \pm 691 ^a	58.3	12 034 \pm 916 ^h	17 674 \pm 171 ^g	46.9

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

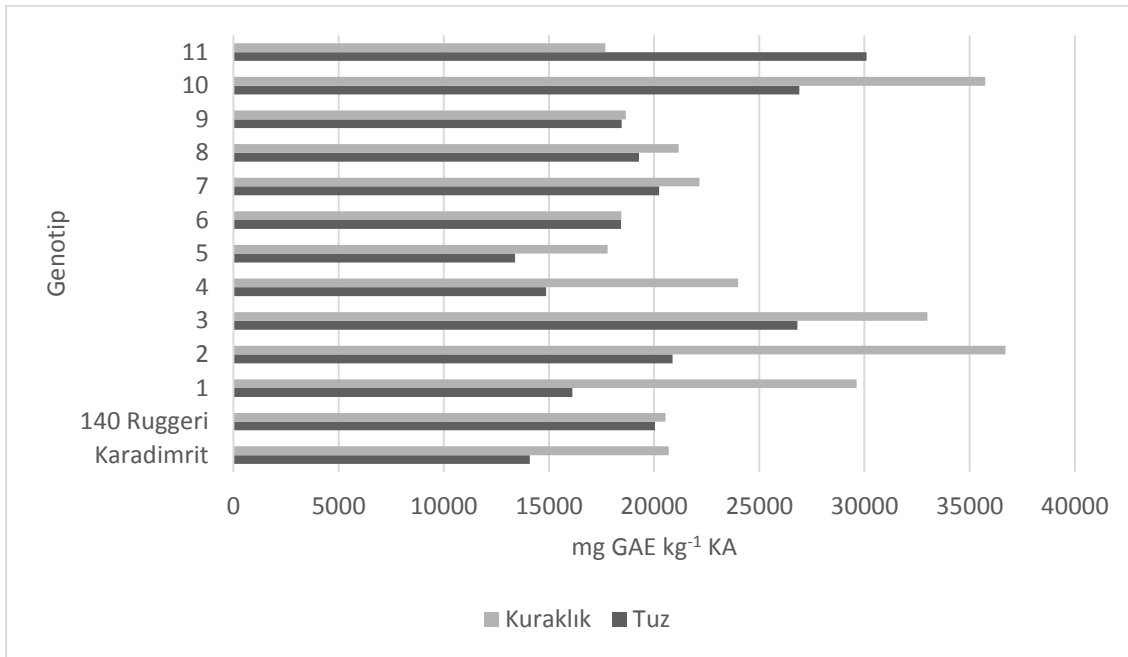
*Different letters in the same column indicate statistical differences at the $p < 0.05$ level.

Kuraklık uygulamasına tabi tutulmamış (kontrol) ve tutulmuş olan Karadimrit çeşidinde 13 184 mg GAE kg^{-1} KA' dan 20 686 mg GAE kg^{-1} KA' a çıkan fenolik madde miktarı (% 56.9 artış) tespit edilirken, 140 Ru anacında ise 18 166 mg GAE kg^{-1} KA' dan 20 547 mg GAE kg^{-1} KA' a, % 13.1' lik bir artış meydana gelmiştir. Melezler içerisinde kontrol grubu verileri incelendiğinde; en yüksek değeri 1. genotipten, en düşük değeri ise

11. genotipten elde edilmiş vermiştir. Kuraklık uygulaması sonrasında melezlerde en yüksek tfb içeriği 36 706 mg GAE kg^{-1} KA ile 2., en düşük değer ise 17 674 mg GAE kg^{-1} KA ile 11. genotipte tespit edilmiştir. Farklı uygulamalara karşı melezlerin verdiği tepkiler de farklılık göstermiştir. 11. genotip tuz uygulaması sonrasında en yüksek değeri gösterirken, kuraklık uygulamasında en düşük sonucu vermiştir. Kuraklık uygulaması

sonucunda bitkilerin daha çok strese girdiği, bu nedenle strese bir tepki olarak bünyelerinde bulunan toplam fenolik bileşik ve antioksidan miktarlarının daha fazla artış gösterdiği

görülmektedir. Hem tuz hem de kuraklık kontrol ve uygulamalarına ait değerleri gösteren grafik Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Tuz ve kuraklık uygulamaları sonrasında yapraklarda toplam fenolik bileşik miktarları

Figure 1. Total phenolic compounds in leaves after salt and drought applications

Katalinic ve ark. (2013); 6 farklı *Vitis vinifera* çeşidinden Mayıs, Ağustos ve Eylül aylarında aldıkları yaprak örneklerinde toplam fenolik içeriklerini incelemiş ve Mayıs ayı örneklerinde 18.8-28.0 g GAE L⁻¹, Ağustos ayı örneklerinde 25.2-35.0 g GAE L⁻¹, Eylül ayı örneklerinde ise 32.5-56.8 g GAE L⁻¹ arasında değişen değerler elde etmişlerdir. 2014 yılında yapılan çalışmada; Sultani Çekirdeksiz, Sultan1, Sultan7, Saruhanbey ve Narince üzüm çeşitlerinin yapraklarında toplam fenol, toplam flavonoid ve renklenme üzerinde çalışılmış ve yaprak örneklerinin toplam fenol içeriğinin 9.72 ile 14.22 mg g⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Güler ve Candemir, 2014). Farklı dokulardan alınan örneklerin fenolik içeriklerinin belirlenmesini amaçlayan bir çalışmada ise yaprağa ait toplam fenolik bileşik içeriği 61 000 mg GAE kg⁻¹ KA olarak bulunmuştur (Farhadi ve ark., 2015).

2015 yılında yapılan çalışmada; farklı çeşitlerin fenolik bileşik içerikleri analiz edilmiş ve en düşük Prokupac çeşidinin yaprak ekstraktında 18.32 mg GAE g⁻¹, en yüksek Vranac çeşidinde 42.62 mg GAE g⁻¹ arasında değerler elde edilmiştir

(Radovanovic ve ark., 2015). Yeşiloğlu ve Gülen (2016) yaptıkları çalışmada farklı (su, aseton ve metanol) çözücü ile elde edilen *Vitis vinifera* yaprak ekstraktlarında; su ile çözdürdüklerinde 60.33 mg GAE g⁻¹, aseton ile çözdürdüklerinde 48.67 mg GAE g⁻¹ ve metanol ile çözdürdüklerinde ise 70.87 mg GAE g⁻¹ toplam fenol içeriği belirlemişlerdir. Sırbistan'da yetiştirilen farklı asma çeşitlerinin yapraklarındaki toplam fenolik bileşik içerikleri incelenmiş ve 27.5-76.0 g GAE kg⁻¹ arasında değişen sonuçlar bulunmuştur (Pantelić ve ark., 2017). Boğazkere, Çalkarası, Cabernet Sauvignon, Merlot ve Öküzgözü çeşitlerinin yapraklarında bulunan en yüksek fenolik bileşik içeriği 35 825 mg GAE kg⁻¹ KA ile Boğazkere, en düşük içerik ise 12 180 mg GAE kg⁻¹ KA ile Çalkarası çeşidinden elde edilmiştir (Tahmaz ve Söylemezoğlu, 2019). Ankara, Kalecik'ten alınan 16 adet kırmızı üzüm çeşidinde farklı dokulardaki fenolik bileşik içerikleri araştırılmış ve yapraklarda en yüksek değerler; 'Kalecik Karası' (44 150 mg GAE kg⁻¹ KA), 'Pinot Noir' (44 175 mg GAE kg⁻¹ KA), 'Red Globe' (45 250 mg GAE kg⁻¹ KA), 'Syrah' (45 100 mg GAE kg⁻¹ KA) ve 'Hamburg

Misketi' (45 100 mg GAE kg⁻¹ KA) olarak tespit edilmiştir (Yüksel ve ark., 2020). Gülcü ve ark. (2020), olgunlaşmamış ve olgunlaşmış asma yapraklarından aldıkları örneklerde en düşük ve en yüksek toplam fenolik içeriklerini sırasıyla 38.45 (Cabernet Sauvignon) ve 78.66 mg GAE g⁻¹ (Michele Palieri) ile 19.49 (Cabernet Sauvignon) ve 47.76 mg GAE g⁻¹ (Michele Palieri) arasında bulmuşlardır. Karadimrit x 140 Ru melezlerinden elde edilen sonuçlar yukarıdaki kaynak taramaları ile karşılaştırıldığında benzer değerler elde edildiği ve yaprakların fenolik bileşik açısından zengin bitkisel materyaller olduğu görülmektedir.

Yapraklara ait antioksidan kapasite (TEAK) düzeyleri

Tuz ve kuraklık uygulanmamış (kontrol) ve uygulanmış ebeveyn ve melezlere ait antioksidan kapasite miktarları ve artış oranları (%) Çizelge 2' de verilmiştir. Kontrol değerleri incelendiğinde tuz uygulanacak olan ebeveynlerin antioksidan kapasite miktarları; 83.2 (Karadimrit) ve 104.3 (140 Ru) $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA olarak ölçülmüştür. Tuz uygulaması sonrasında bu değerler Karadimrit çeşidi ve 140 Ru anacında sırasıyla; 106.1-149.2 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA olarak belirlenmiştir. Karadimrit çeşidinin stres başında ve sonundaki değerlerine bakıldığında % 27.5' lik bir antioksidan kapasite artışı gözlenirken, bu değer 140 Ru anacında % 43.1 olmuştur. Melezlerin tuz uygulanmamış (kontrol) değerleri incelendiğinde; 10. genotip en yüksek, 5. genotip ise en düşük antioksidan kapasite miktarına sahip bulunmuştur. Melezlerde tuz uygulaması sonrasında elde edilen en yüksek antioksidan kapasite miktarı 301.6 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA olarak 11. genotipte tespit edilirken, en düşük değer ise 125.7 $\mu\text{mol trolox g}^{-1}$ KA ile 5. genotipte bulunmuştur. Melezlerin tamamı uygulama sonunda Karadimrit çeşidinden yüksek değerler vermişlerdir.

Kuraklık uygulamasına maruz bırakılmayan (kontrol) ve maruz bırakılan Karadimrit çeşidinde 130.7 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA' dan 226.8 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA' a çıkan antioksidan kapasite miktarı (% 73.6 artış) tespit edilirken, 140 Ru anacında ise 135.1 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA' dan 142.0 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA' a, % 5.2' lik bir artış meydana gelmiştir. Melezler içerisinde kontrol grubu verileri incelendiğinde; en yüksek değeri 3., en düşük değeri ise 11. genotip vermiştir. Kuraklık uygulaması sonrasında melezler içerisinde en yüksek antioksidan kapasite miktarına sahip olan melez 373.0 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA ile 2., en düşük ise 155.2 $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ KA ile 6. genotipte tespit edilmiştir. Hem tuz hem de kuraklık uygulamalarına ait antioksidan kapasite miktarlarını gösteren grafik Şekil 2' de verilmiştir.

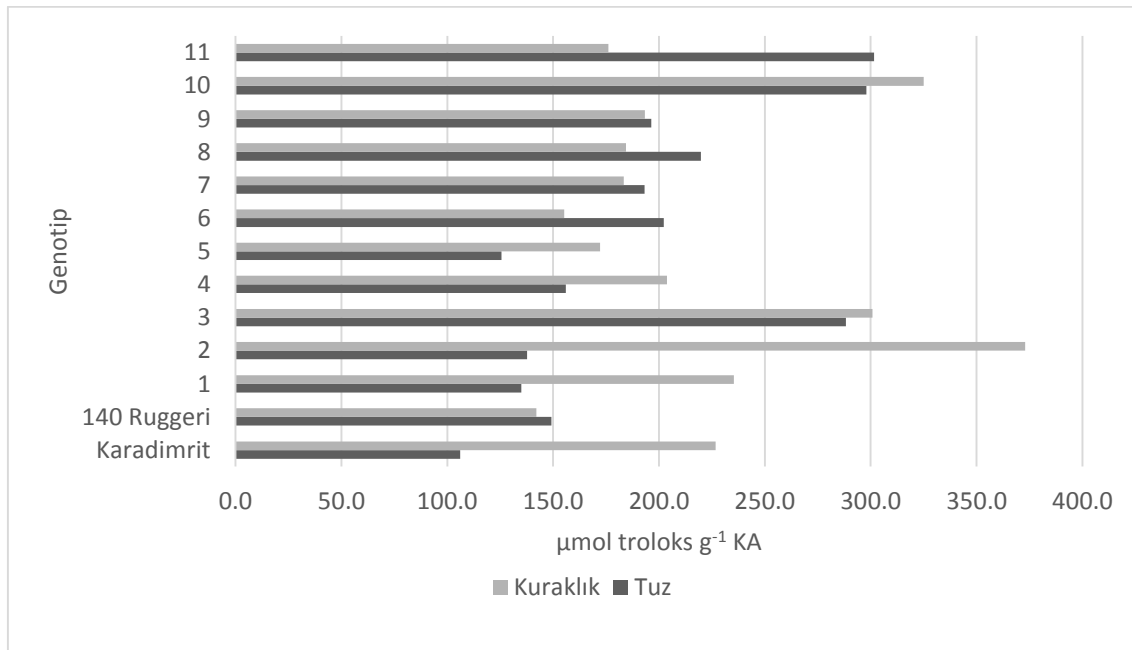
Muscadine üzümünün farklı dokularında yapılan antioksidan kapasite analizleri sonucunda; yapraklar incelendiğinde, 184.8-304.0 $\mu\text{M g}^{-1}$ aralığında değerler elde edilmiş ve yaprakların kabuk ve tane etine göre daha yüksek oranda antioksidan kaynağı olduğu belirtilmiştir (Pastrana-Bonilla ve ark., 2003). Farhadi ve ark. (2015), üzüm yaprağı ekstraktlarının DPPH radikal temizleme aktivitelerinin % 61.39 (Agh Shani) ile % 92.68 (Ghara Shani) arasında olduğunu bildirmiştir. Çeşitli üzüm yaprağı ekstraktlarının antioksidan aktivite değerleri 6.57 ml g⁻¹ (Vranac) ve 20.74 ml g⁻¹ (Prokupac) arasında belirlenmiştir (Radovanovic ve ark., 2015). Aljuhaimi ve ark. (2019), taze asma yapraklarının antioksidan aktivite değerlerinin % 84.46 (Palieri) ile % 88.46 (Narince) arasında değiştiğini bildirmiştir. 2020'de yapılan araştırmada; olgun asma yapraklarının antioksidan miktarları 311.59 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ (Hamburg Misketi) ile 524.42 $\mu\text{mo TE g}^{-1}$ (Yapıncak) arasında değerler almıştır (Gülcü ve ark., 2020). Aynı yöntemin kullanıldığı sınırlı sayıda araştırma bulunmakta olup, elde edilen değerler bu araştırmalarla uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 2. Tuz ve kuraklık uygulamaları sonrasında yapraklarda antioksidan kapasite miktarları (μmol trolox g^{-1} KA).
 Table 2. Antioxidant capacity amounts in leaves after salt and drought applications (μmol trolox g^{-1} DW).

Uygulama Treatment	Antioksidan kapasite Antioxidant capacity					
	Tuzluluk kontrol Salinity control	Tuz Salinity	Artış oranı (%) Increase rate (%)	Kuraklık kontrol Drought control	Kuraklık Drought	Artış oranı (%) Increase rate (%)
Genotip Genotype						
Karadimrit	83.2±1.8 [*]	106.1±1.7 ^j	27.5	130.7±1.5 ^h	226.8±4.0 ^e	73.6
140 Ru	104.3±1.8 ^h	149.2±3.6 ^g	43.1	135.1±2.6 ^g	142.0±1.6 ^k	5.2
1	73.6±4.9 ^j	135.0±0.4 ^h	83.5	199.0±1.4 ^b	235.4±3.6 ^d	18.3
2	118.4±1.4 ^g	137.7±0.9 ^h	16.2	190.0±0.8 ^c	373.0±2.1 ^a	96.3
3	123.3±1.0 ^f	288.2±2.1 ^b	133.8	231.6±3.2 ^a	300.9±6.7 ^c	29.9
4	103.7±1.8 ^h	156.0±1.6 ^f	50.4	162.9±3.6 ^f	203.7±2.2 ^f	25.0
5	67.6±3.4 ^k	125.7±1.8 ⁱ	86.0	167.5±1.6 ^e	172.2±1.6 ⁱ	2.8
6	164.4±1.8 ^c	202.3±2.1 ^d	23.0	123.7±1.6 ⁱ	155.2±2.0 ^j	25.5
7	176.7±4.7 ^b	193.2±5.7 ^e	9.4	134.5±2.4 ^g	183.4±4.3 ^h	36.3
8	140.6±2.5 ^d	219.8±1.2 ^c	56.4	135.3±4.9 ^g	184.5±3.6 ^h	36.4
9	131.2±1.1 ^e	196.4±1.3 ^e	49.7	108.6±2.0 ^j	193.3±2.9 ^g	78.1
10	205.5±1.5 ^a	298.0±2.3 ^a	45.0	178.0±1.2 ^d	325.0±2.8 ^b	82.5
11	176.5±1.5 ^b	301.6±0.8 ^a	70.9	103.8±1.6 ^k	176.1±0.9 ⁱ	69.6

* Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

* Different letters in the same column indicate statistical differences at the $p < 0.05$ level.



Şekil 2. Tuz ve kuraklık uygulamaları sonrasında yapraklarda antioksidan kapasite miktarları
 Figure 2. Antioxidant capacity amounts in leaves after salt and drought applications

Ebeveynleri aynı olmasına rağmen, melezler arasında kurağa ve tuza karşı tepkilerde farklılıklar gözlenmiştir. Bununla bağlantılı olarak strese maruz kalmadan ve kaldıktan sonra ortaya çıkan toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasite miktarları ve artış oranları da farklılık göstermiştir. Ebeveyn ve melezlere ait fenolik bileşik ve antioksidan kapasite artış miktarlarını (%) gösteren grafik Şekil 3' te verilmiştir. Melezler 15 günlük kuraklık sonucunda daha fazla strese

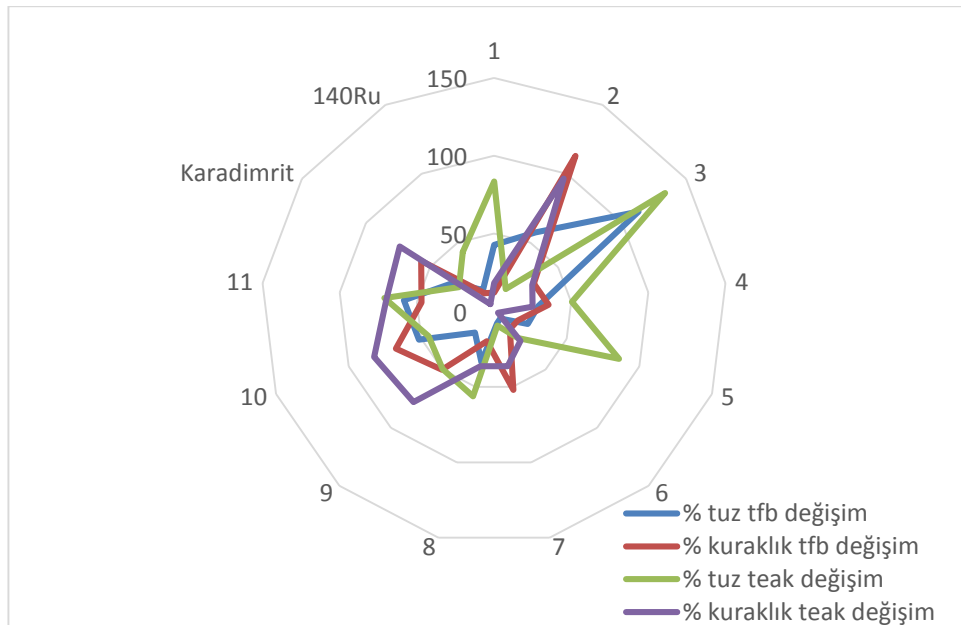
girerek daha yüksek fenolik bileşik ve antioksidan birikimi gerçekleştirmişlerdir. Her genotipin strese karşı gösterdiği tepki farklılık göstermekle birlikte, tekerrürler arası fark oldukça az olmuştur. Fenolik bileşiklerin bitkideki miktarları genetik özelliklerden olduğu kadar stres faktörleri, güneşlenme, iklim, sıcaklık, toprak özellikleri gibi dışsal her türlü faktörden de etkilenmektedir (Ribéreau-Gayon ve ark., 2000). Çözücü olarak kullanılan solüsyonlar da ekstraktlardaki fenolik

bileşik içeriklerini etkilemektedir. Çalışma sonucunda; Karadimrit çeşidi, 140 Ru Amerikan asma anacı ve F1' lerin yapraklarında gerçekleştirilen toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasite miktarlarına göre, fenolik bileşikler açısından zengin olduğu ve değerlendirilebilir fenolik bileşik kaynağı olabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan çalışma kapsamında kuraklık uygulaması ile bitkinin su alımı doğrudan engellenirken, tuz uygulamasında da köklerin su alımına dolaylı olarak etkiye bulunularak bir kuraklık meydana getirilmiştir. NaCl ve CaCl₂ tuzlarının direkt kök bölgesine uygulanması nedeniyle toprakta yoğun olarak bulunan tuzlar osmotik strese neden olmuştur. Meydana gelen bu dışsal osmotik stres, suyun kullanılabilmesini azaltmakta ve fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011). Uygulamalar sonrasında yapraklarda meydana gelen stres sonucunda, osmotik strese bağlı olarak su miktarı azalmakta, bu nedenle fenolik bileşik ve antioksidan madde konsantrasyonları artış göstermektedir. Fenolik bileşiklerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden etkilendiği ve fenolik

madde içeriği ile antioksidan kapasite arasında bir ilişki olduğu yapılan araştırmalarda bildirilmiştir (Sivritepe, 2001; Bartolome ve ark., 2004; Karadeniz ve ark., 2005; Göktürk Baydar ve ark., 2007).

Kuraklık stresi sonucunda tanelerde meydana gelen sekonder metabolit birikimi ve aroma değişimleri üzerine araştırmalar 1980' lerden beri yapılmaktadır (Kennedy ve ark., 2002; Ojeda ve ark., 2002; Oliveira ve ark., 2003; Koundouras ve ark., 2006; Bindon ve ark., 2007; Pedreira dos Santos ve ark., 2007; Poni ve ark., 2007). Matthews ve Anderson (1988), Cabernet Franc meyvesinde, kuraklık stresine bağlı olarak tane hacminin azalması sonucunda kabuk polifenol konsantrasyonunun arttığını ifade etmiştir. Toplam fenolik madde, toplam flavonoidler, antioksidan kapasite, toplam antosiyanin miktarları, *trans*-resveratrol gibi tane yapısında bulunan bazı bio-aktif bileşiklerin su stresi ile artış gösterdiği saptanmıştır (Soltekin, 2019). 2020' de yapılan bir araştırmada da tuz stresi uygulanan bitkilerde toplam fenol seviyesinde artış olduğu belirtilmiştir (Karimi ve ark., 2020).



Şekil 3. Stres sonrasında meydana gelen tfb ve teak miktarlarındaki artış oranı (%)

Figure 3. The rate of increase in the amount of tpc and teac after stress (%)

Sonuç ve Öneriler

Uygulamalar ve analizler sonucunda elde edilen verilerle, asma yapraklarının yüksek

miktarda fenolik bileşik ve antioksidan madde içeriğine sahip olduğu ve bu içeriğin stres ve genotip faktörlerine göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Kabuk, çekirdek dokularında yoğun

olarak bulunan fenolik bileşikler genel olarak taze ya da kurutmalık üzüm olarak tüketilmekte ya da meyve suyu ve şarap teknolojisinde kullanılmaktadır. Ticari olarak kabuk ve çekirdek kadar sanayide kullanılmayan, ancak asmada oldukça fazla miktarda bulunan yaprakların, fenolik bileşik ve antioksidan madde içeriği bakımından zengin bir kaynak olarak kullanılabilirliği sonucuna ulaşılmıştır.

Ekler

Bu araştırma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, ilk yazar Damla YÜKSEL KÜSKÜ' nün Doktora Tezi' nin bir kısmından oluşmaktadır. "19L0447005" numaralı ve "Türler Arası Melezlerden (*V. vinifera* x *V. rupestris*) Kurağa ve Tuza Dayanıklı Anaç Eldesi" isimli projeye sağladığı destek için Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' ne teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkısı: GS çalışmayı tasarlamış, DYK denemeleri kurmuş, uygulamaları, laboratuvar analizlerini ve istatistiksel analizleri gerçekleştirmiş, her iki yazar da makalenin yazımında yer almıştır.

Kaynaklar

Aljuhaimi, F., Uslu, N., Özcan, M. M., Gülcü, M., Ahmed, I. A. M., Alqah, H. A. S., Osman, M. A. & Gasseem, M. A. (2019). Effect of fermentation on antioxidant activity and phenolic compounds of the leaves of five grape varieties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(7), 1-7. DOI:https://doi.org/10.1111/jfpp.13979.

Arroyo-Garcia, R., Ruiz-Garcia, L., Bolling, L., Ocete, R., López, M. A., Arnold, C., Ergul, A., Söylemezoğlu, G., Uzun, H. İ., Cabello, F. et al. (2006). Genetic evidence for the existence of independent domestication events in grapevine. *Molecular Ecology*, 15(12), 3707-3714.

Bartolome, B., Nunez, V., Monagas, M. & Gomez Cordoves, C. (2004). In vitro antioxidant activity of red grape skins. *European Food Research and Technology*, 218(2), 173-177.

Bindon, K. A., Dry, P. R. & Loveys, B. R. (2007). Influence of plant water status on the production of C13-norisoprenoid precursors in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grape berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4493-4500. DOI:10.1021/jf063331p.

Cramer, G. R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillett, R. L., Tattersall, E. A. R., Bohlman, M. C., Vincent, D., Sonderrgger, J., Evans, J., Osborne, C., Quilici, D., Schlauch, K. A., Scholley, D. A. & Cushman, J. C. (2007). Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. *Functional & Integrative Genomics*, 7(2); 111-134.

Çakır, A. (2011). *Bağcılıkta Abiyotik Stres Koşullarına Yönelik Melezlemelerden Kuraklık ve Tuz Stresine Toleranslı Ümitvar Tiplerin Elde Edilmesi*, (Yayınlanmış Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çulha, Ş. & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11, 11-34.

Eriş, A. (1992). Özel Bağcılık. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Ders Notları* No: 52; 212 p.

Farhadi, K., Esmailzadeh, F., Hatami, M., Forough, M. & Molaie, R. (2015). Determination of phenolic compounds content and antioxidant activity in skin, pulp, seed, cane and leaf of five native grape cultivars in West Azarbaijan province, Iran. *Food Chemistry* DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.083.

Fidan, Y. (1985). Özel Bağcılık. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Ders Kitabı, No: 265. 401 s.

Göktürk Baydar, N., Özkan, G. & Yaşar, S. (2007). Evaluation of the antiradical and antioxidant potential of grape extracts. *Food Control*, 18(9), 1131-1136.

Gülcü, M., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F., Özcan, M. M., Uslu, N., Babiker, E. E., Ahmed, I. A. M. & Azmi, I. U. (2020). Effect of grape (*Vitis vinifera* L.) varieties and harvest periods on bioactive compounds, antioxidant activity, phenolic composition, mineral contents, and fatty acid compositions of *Vitis* leave and oils. *Journal of food processing and preservation*, 44:e14890, DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.14890.

Güler, A. & Candemir, A. (2014). Total phenolic and flavonoid contents, phenolic compositions and color properties of fresh grape leaves. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1), 778-782.

Jaradat, N. A., Zaid, A. N., Hussen, F. & Ali, I. (2017). The effects of preservation methods of grapevine leaves on total phenols, total flavonoids and antioxidant activity. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(2), 291-297.

Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N. & Soyer, Y. (2005) Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 297-303.

Karimi, R., Ghabooli, M., Rahimi, J. & Amerian, M. (2020). Effects of foliar selenium application on some physiological and phytochemical parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Sultana under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 43(14), 2226-2242. DOI: https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1766072.

Katalinic, V., Mozina, S. S., Generalic, I., Skroza, D.,

- Ljubenkov, I. & Klancnik, A. (2013) Phenolic Profile, Antioxidant Capacity, and Antimicrobial Activity of Leaf Extracts from Six *Vitis vinifera* L. Varieties. *International Journal of Food Properties*, 16(1), 45-60, DOI: 10.1080/10942912.2010.526274.
- Kennedy, J. A., Matthews, M. A. & Waterhouse, A. L. (2002). Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 268–274.
- Koundouras, S., Marinos, V., Gkouloti, A., Kotseridis, Y. & van Leeuwen, C. (2006). Influence of vineyard location and vine water status on fruit maturation of nonirrigated cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.) effects on wine phenolic and aroma components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 5077–5086. DOI:10.1021/jf0605446.
- Lardos, A. & Kreuter, M. H. (2000). Red Vine Leaf. Ed. By, Kreuter, M. H., & Flachsmann, A. G. *Intercity Pharmaceuticals and Extracts*, Zurich, Switzerland, 1–7.
- Marušić, R. (1990). Ljekovitim biljem do zdravlja/Through herbal medicine to health. Milač, M. (ed.), Zagreb: Mladost, pp. 358.
- Matthews, M. A. & Anderson, M. M. (1988). Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deWts, *American Journal of Enology and Viticulture*, 39, 313–320.
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A. & Deloire, A. (2002). Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 261–267.
- Oliveira, C., Silva-Ferreira, A. C., Mendes Pinto, M., Hogg, T., Alves, F. & Guedes de Pinho, P. (2003). Carotenoid compounds in grapes and their relationship to plant water status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5967–5971, DOI: 10.1021/jf034275k.
- Orhan, D. D., Orhan, N., Ozcelik, B. & Ergun, F. (2009). Biological activities of *Vitis vinifera* L. leaves. *Turkish Journal of Biology*, 33, 341–348.
- Pantelić, M. M., Zagoraca, D. Č. D., Ćirića, I. Z., Pergalb, M. V., Relić, D. J., Todić, S. R. & Natić, M. M. (2017). Phenolic profiles, antioxidant activity and minerals in leaves of different grapevine varieties grown in Serbia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 76–83.
- Pastrana-Bonilla, E., Akoh, C. C., Sellappan, S. & Krewer, G. (2003). Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Muscadine Grapes. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(18), 5497-5503.
- Pedreira dos Santos, T., Lopes, C. M., Rodrigues, M. L., de Souza, C. R., Ricardo-daSilva, J. M., Maroco, J. P., Pereira, J. S. & Chaves, M. M. (2007). Effect of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving composition of Moscatel field-grown grapevines. *Scientia Horticulturae*, 112, 321–330. DOI:10.1016/j.scienta.2007.01.006.
- Poni, S., Bernizzoni, F. & Civardi, S. (2007). Response of ‘Sangiovese’ grapevines to partial root-zone drying: gas-exchange, growth and grape composition. *Scientia Horticulturae*, 114, 96–103. DOI:10.1016/j.scienta.2007.06.003.
- Radovanovic, B., Andjelkovic, M., Radovanovic, V., Milenkovic-Andjelkovic, A. & Dekic, S. (2015). Polyphenols and antioxidant activity of different vinegrape leaves. *Zbornik Radova*, 20, 347–352.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Glories, Y. & Maujean, A. (2000). Handbook Of Enology, Volume 2: The Chemistry Of Wine And Stabilization And Treatments. *John Wiley And Sons Ltd.*, England.
- Singleton, V. L. & Rossi, J. J. A. (1965). Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sivritepe, N. (2001). Doğada Oksidatif Stres: Asma, Üzüm ve Şarapta Antioksidantlar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 108-135.
- Soltekin, R. O. (2019). *Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Su Stresinin Omca Gelişimi, Verimi ve Üzüm Kalitesi Üzerine Etkileri*, (Yayınlanmış Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tahmaz, H. & Söylemezoğlu, G. (2019). Denizli–çal yöresinde yetiştirilen şaraplık üzüm çeşitlerinin farklı dokularında fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 48(1), 39–48.
- Tattersall, E. A. R., Grimplet, J., DeLuc, L., Wheatley, M. D., Vincent, D., Osborne, C., Ergül, A., Lomen, E., Blank, R. R., Schlauch, K.A., Cushman, J. C. & Cramer, G. R. (2007). Transcript abundance profiles reveal larger and more complex responses of grapevine to chilling compared to osmotic and salinity stress. *Functional and Integrative Genomics*, 7(4), 317–333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10142-007-0051-x>.
- TÜİK, (2021). Web Sitesi. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarım-111&dil=1>. Erişim Tarihi: 12.08.2021.
- Yeşiloğlu, Y. & Gülen, S. (2016). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of extracts from *Vitis vinifera* L. *Bulgarian Chemical Communications*, 48, 9–13.
- Yüksel, D., Tahmaz, H., Söylemezoğlu, G., Demirer, B., Gokturk Baydar, N. & Çelik, H. (2020). Comparison of antioxidant capacity and phenolic compound contents in different tissues of sixteen red grape cultivars grown at Kalecik Viticultural Research and Experiment Station in Ankara, Turkey. *Acta Horticulturae*, 1276. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1276.19.