Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(s1): 2298-2307, 2025
DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13is1.2298-2307.7720

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

Available online, ISSN: 2148-127X | www.agrifoodscience.com | Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Determination of the Effects of Methyl Jasmonate and Riboflavin Applications on the Quality of Table Grapes

Salih Kurultay[1,a], Neval Topcu Altıncı[2,b,*], Seda Sucu Dağ[2,c], Rüstem Cangi[2,d], Duran Kılıç[3,e]

[1]*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Taşlıçiftlik Kampüsü, Tokat, Turkey*
[2]*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye*
[3]*Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat, Türkiye*
[*]*Corresponding author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 28.03.2025
Accepted : 24.05.2025

Keywords:
Vitis Vinifera
Berry Quality
Total Phenolic Compounds
Total Antioxidant Activity
CIRG

ABSTRACT

This research was carried out in Middle Black Sea Transitional Zone Agricultural Research Institute (OKTAM) trial vineyard in Tokat Kazova condition in 2020. The aim of the study was the influence of foliar and bunch applications of Methyl Jasmonate (MeJA) and riboflavin (Rbf, vitamin B2) to on grape quality. The study was carried out on Prima, Lival and Michele Palieri table grape varieties maturing in different periods. In the study, while MeJA was applied to vines at a dose of 1 mM (200 g ha^{-1}), Rbf treatment was applied at a dose of 0.5 mM (100 g ha^{-1}). In the control treatment, only distilled water was applied to the vines. The foliar and bunch treatments of MeJA and Rbf were applied to the grapevines twice, at veraison and post-veraison. In the harvested grapes, cluster weight, berry weight, soluble solid content, total acidity, pH, total phenolic content (µg GAE/g) and antioxidant activity (µmol TE/g) were determined. In addition, CIELab, hue angle, chroma (ΔC) value and pigment content and color index (CIRG) values were determined as berry color value. MeJA applications reduced the berry size. Rbf application gave higher berry size results than MeJA application. The largest berries were found in 'Michele Palieri' and the smallest in 'Prima' grape cultivars. In terms of cluster color homogeneity, MeJA and Rbf applications gave better results in 'Michele Palieri' grape cultivar than the control. Applications did not cause any difference in berry skin *L* a* b** values. According to the OIV and CIRG scales, 'Prima' and 'Lival' grape cultivars were in the red-dark purple color category, and 'Michele Palieri' grape cultivar was in the blue-black color category. MeJA and Rbf applications had a positive effect on SÇKM (%) in must only in 'Prima' grape cultivar, but applications were not effective in other varieties. The applications increased the total phenolic compounds, and the highest value was given by the application of MeJA in 'Lival' grape cultivar. Based on the results obtained using varieties with different maturation characteristics in the study, it is thought that detailed studies on the use of plant growth regulators on a variety basis are necessary.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(s1): 2298-2307, 2025

Metil Jasmonat ve Riboflavin Uygulamalarının Sofralık Üzümlerde Kalite Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 28.03.2025
Kabul : 24.05.2025

Anahtar Kelimeler:
Vitis Vinifera
Tane Kalitesi
Toplam Fenolik Madde
Antioksidan Aktivite
CIRG

ÖZ

Bu araştırma 2020 yılında Tokat Kazova koşullarında Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsü (OKTAM) deneme bağında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada farklı dönemlerde olgunlaşan üç sofralık üzüm çeşidinde (Prima, Michele Palieri, Lival) metil jasmonat (MeJA) ve riboflavin (Rbf, B2 vitamini) yaprak ve salkım uygulamalarının üzüm kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, asmalara MeJA 1 mM (200 g ha^{-1}) dozunda uygulanırken, Rbf 0.5 mM (100 g ha^{-1}) dozunda uygulanmıştır. Kontrol asmalarına ise sadece saf su uygulanmıştır. MeJA ve Rbf uygulamaları yaprak ve salkımlara ben düşme dönemi ve bir hafta sonrasında olmak üzere iki kez gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen üzümlerde salkım ağırlığı (g), tane eni ve boyu (mm), 100 tane ağırlığı (g), SÇKM, toplam asitlik, pH, toplam fenolik madde miktarı (µg GAE/g) ve antioksidan aktivitesi (µmol TE/g) belirlenmiştir. Ayrıca, uygulamaların renklenmeye olan etkisini belirlemek için renk homojenliği (%), tane kabuğu renk değeri olarak CIELab, hue açısı, chroma (ΔC) değeri, pigment içeriği ve renk indeksi (CIRG) değerleri belirlenmiştir. Çalışmada sonuç olarak MeJA uygulamaları tane iriliğini düşürmüştür. Rbf uygulaması tane iriliği bakımından MeJA uygulamasından daha yüksek sonuç vermiştir. En iri taneler 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde, en küçük taneler ise 'Prima' üzüm çeşidinde saptanmıştır. Salkım renk homojenliği açısından MeJA ve Rbf uygulamaları 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde kontrolden daha iyi sonuç vermiştir. Uygulamalar tane kabuk *L* a* b** değerlerinde farklılığa yol açmamıştır. OIV ve CIRG skalasına göre 'Prima' ve 'Lival' üzüm çeşitleri kırmızı-koyu mor, 'Michele Palieri' üzüm çeşidi ise mavi-siyah renk kategorisinde yer almıştır. MeJA ve Rbf uygulamaları şırada SÇKM (%) oranını sadece 'Prima' üzüm çeşidinde artırdığı ancak incelenen diğer üzüm çeşitlerinde aynı etkiyi göstermediği belirlenmiştir. Yapılan uygulamalar üzüm tanelerinin toplam fenolik bileşik miktarında artışa sebep olmuş ve en yüksek değer 'Lival' üzüm çeşidinde MeJA uygulaması ile elde edilmiştir. Çalışmada farklı olgunlaşma özelliklerine sahip çeşitlerin kullanılmasıyla elde edilen sonuçlara dayanarak, bitki büyüme düzenleyicilerin kullanımında çeşit bazında detaylı çalışmaların gerekli olduğu düşünülmektedir.

[a] *kurultayyy55@hotmail.com* *https://orcid.org/0000-0001-8678-2637*
[b] *neval.topcu@gop.edu.tr* *https://orcid.org/0000-0002-4734-7832*
[c] *seda.sucu@gop.edu.tr* *https://orcid.org/ 0000-0002-5187-5048*
[d] *rustem.cangi@gop.edu.tr* *https://orcid.org/ 0000-0002-8264-9844*
[e] *duran.kilic@tarimorman.gov.tr* *https://orcid.org/ 0000-0002-8851-5214*

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Üzüm (*Vitis spp*.) dünyada ekonomik olarak büyük öneme sahip tarım ürünlerinden birisidir. Dünya'da üzüm daha çok şaraplık ve sofralık olarak değerlendirilmektedir. Kültürü yapılan asmaların büyük çoğunluğu Euvitis alt cinsi içerisinde yer almakta olup, türlerin en yaygını, dünya üzüm üretiminin %90'ndan fazlasını oluşturan ve uluslararası çeşit kataloğunda homonimleri ile birlikte yaklaşık 23000 çeşidi içinde barındıran *Vitis vinifera* L. türüdür (Alleweldt & Possingham, 1988; Lacombe, 2012; Maul & Toapfer. 2015).

Üzüm yüksek şeker içeriğinden dolayı, kalorisi yüksek bir meyve türüdür. Üzümün kimyasal bileşimi incelendiğinde ise su, şekerler, organik asitler, fenolik bileşikler, pektik maddeler, aroma maddeleri, azotlu maddeler, enzimler, vitaminler ve mineralleri içerdiği görülmektedir (Cabaroğlu & Yılmaztekin, 2006).

Üzüm meyvelerinin kalitesi hem ulusal hem de uluslararası pazarlarda fiyatlandırma açısından oldukça önem arz etmektedir. Önemli kalite ölçütleri arasında salkım-tane yapısı yer almaktadır. Sofralık üzümlerde kalite; çeşidin hoşa giden tadını, karakteristik homojen tane rengini, gerçek büyüklüğünü almış tanelerini ve daima aynı tarzda (geniş-orta büyüklükte) salkımların kombinasyonunu ifade etmektedir. Bunların yanında tane sertliği, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ile olgunluk indisi de kalitenin önemli unsurları arasında yer almaktadır (Yavaş & Fidan, 1986; Çelik ve ark., 1998; Champa, 2015; Cantürk & Kunter, 2021). Kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri de fenolik bileşiklerdir. Üzüm tanelerinde bulunan fenolik bileşiklerin kompozisyonu; tanelerin görünüş, tat, aroma ve benzeri özelliklerini etkilediği için üzüm çeşitlerinin organoleptik kaliteleri üzerinde etkilidir (Bal ve ark., 2011, Cantürk ve ark., 2019; Tahmaz ve ark., 2022).

Üzümlerde renklenme, muhafazaya uygunluk ve biyokimyasal içerik gibi kalite özelliklerini artırmaya yönelik olarak hasat öncesi dönemde araştırıcılar tarafından kültürel ve kimyasal uygulamalara dayalı çalışmalar yürütülmüştür. Metil jasmonat (García-Pastor, 2020) ve riboflavin (Wang ve ark., 2019) de bu amaçla, sofralık üzümlerde kaliteyi artırmaya yönelik olarak uygulanan kimyasallardandır.

Metil jasmonat uygulamalarının sofralık üzümlerde verim, olgunlaşma, tane kalitesi ve bioaktif bileşikleri üzerine etkileri değişik araştırıcılarca incelenmiş olup MeJA uygulamalarının sofralık üzüm çeşitlerinde olgunlaşmayı hızlandırdığı, toplam fenolik, antosiyanin, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve tane sertliğini artırdığı belirlenmiştir (Reyes-Díaz ve ark., 2016; Gómez-Plaza ve ark., 2017; Martínez-Esplá, 2017; Portu ve ark., 2017; García-Pastor ve ark., 2019). Ayrıca MeJA, ikincil metabolitlerin sentezini tetikleyen kimyasal bir elisitör olup yapraklara uygulandığında, çeşitli bileşiklerin içeriğini artırarak tane kompozisyonunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Portu ve ark., 2016; Reyes-Díaz ve ark., 2016; Martínez-Esplá, 2017).

Riboflavin uygulamasının bitki büyümesini desteklediği (Peng ve ark., 2002), fungal, bakteriyel ve viral patojenlere karşı direnci artırdığı bildirilmiştir (Aver'yanov ve ark., 2000; Dong ve Beer 2000; Taheri ve Hofte 2006). Riboflavin uygulamalarının *Arabidopsis thaliana* (Dong ve Beer, 2000; Zhang ve ark., 2009), tütün (Dong ve Beer, 2000), çeltik (Aver'yanov ve ark., 2000) ve fasulye türünde farklı etmenlere karşı direnç sağladığı bildirilmiştir (Azami-Sardooei ve ark., 2010). Belal ve ark. (2016) 'Flame Seedless' üzüm çeşidinde amino asit, B1 veya B2 vitaminlerinin değişik kombinasyon uygulamalarının yaş üzüm verim, salkım ağırlığı, tane ağırlığı, SÇKM oranı, toplam şeker, toplam antosiyanin ve toplam fenol içeriğini artırırken, toplam asitliği azalttığını saptamışlardır.

Bu çalışmada, çok erkenci, erkenci ve orta mevsimde olgunlaşan renkli sofralık üzüm çeşitlerinde, yapraktan MeJA ve Riboflavin uygulamalarının üzümlerin salkım ve tane fiziksel özellikleri ile SÇKM, toplam asitlik, pH, renk, toplam fenolik madde ve antioksidan içeriğine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma 2020 yılı vejetasyon döneminde, Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsü adaptasyon bağında yer alan 'Prima' (çok erken), 'Lival' (erkenci) ve 'Michele Palieri' (orta mevsim/geç) üzüm çeşitlerinde yürütülmüştür. 2011 yılında tesis edilen bağda, 1103 P anacına aşılı asmalar 1,75 m×3 m mesafe ile dikilmiş ve çift T destek sisteminde, çift kollu kordon terbiye şekline sahiptir.

Denemede asmalara yapraktan riboflavin (C17H20N4O6, Sigma-Aldrich, USA) ve Metil Jasmonat (Sigma-Aldrich, USA) uygulamaları yapılmıştır. Asmalara yapraktan uygulamada yayıcı olarak Tween 80 (Polysorbate 80, Sigma-Aldrich) kullanılmıştır.

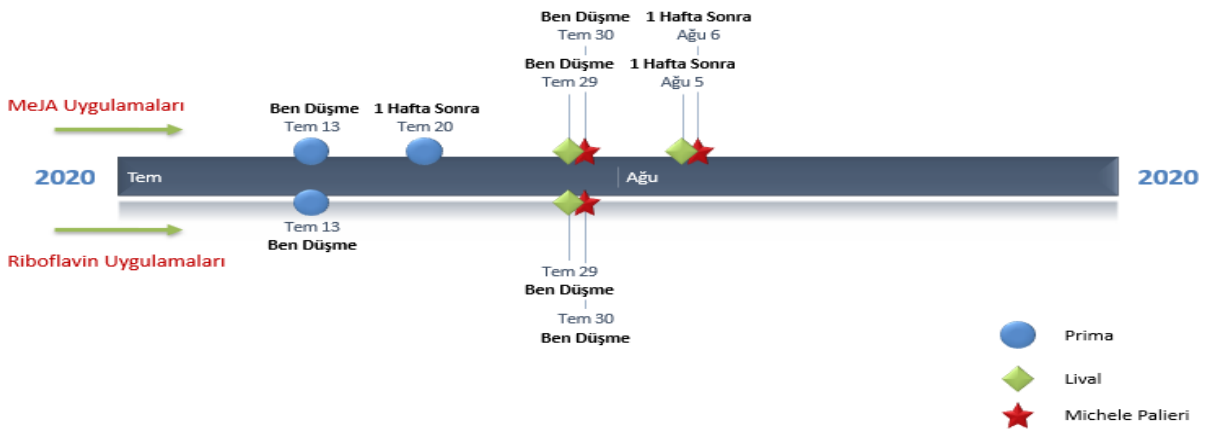
Yöntem

Deneme için bitki gelişimi ve sağlık açısından uygun özellikte asmalar seçilmiş ve işaretlenmiştir Verim budaması döneminde asmalar kısa budamaya (20±2 göz /omca) tabi tutulmuşlardır. Yaz budaması olarak tepe alma işlemleri, 'Prima' üzüm çeşidinde hasattan 1 hafta önce, 'Lival' ve 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde ise iki hafta önce yapılmıştır. Bağda yabancı ot mücadelesi mekanik olarak yapılmıştır.

Çalışmada üç farklı uygulamanın (Kontrol, Riboflavin ve Metil Jasmonate) etkileri incelenmiştir. Metil Jasmonate (MeJA) asmalara (yaprak ve salkım) ben düşme döneminde (EL35) ve 1 hafta sonrasında olmak üzere 2 kez uygulanmıştır (Şekil 1). MeJA asmalara 10 mM konsantrasyonunda ve Tween-80' den 1 ml L^{-1} olacak şekilde hazırlanmış ve her asma için 200 ml olacak şekilde salkım ve yapraklara uygulanmıştır.

Riboflavin (Rbf) ise asmalara (yaprak ve salkım) 0,5 mM konsantrasyonunda, ben düşme (EL35) ve 1 hafta sonrasında olmak üzere iki defa uygulanmıştır (Şekil 1). Rbf uygulamasında Tween-80 1 ml L^{-1} olacak şekilde kullanılmıştır. Her asma için 200 ml çözelti hazırlanmıştır. Kontrol asmalarına ise sadece 200 ml suya Tween-80'den 1 ml L^{-1} katılarak uygulanmıştır (Lorenz ve ark., 1995; Boubakri ve ark.,2013; Gonzales-Santamaria, 2018).

Uygulamaların yapıldığı omcaların üzümleri, tane olgunlaşmaları dikkate alınarak ayrı ayrı hasat edilmiştir. Buna göre hasat işlemleri, şırada SÇKM oranı %13-15'e ulaştığında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Yapılan uygulamalara ait tarihler
Figure 1. The dates of the applications made.

Çeşitlerde olgunluk süreci; 'Prima' üzüm çeşidinde ben düşmeden (EL35) 15 gün sonra, 'Lival' çeşidinde 20 gün sonra ve 'Michele Palieri' çeşidinde ise 25 gün sonra el refraktometresi ile yapılan suda çözülebilen kuru madde miktarı (SÇKM) ölçümleri ile takip edilerek yapılmıştır.

Hasatta, çeşitlerin kalite özelliklerini belirlemek için her tekerrürden alınan 10'ar salkımda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm ve analizlerde kullanılan taneler ise salkımlardan homojen ve eşit sayıda örnekleme yapılarak; salkımın omuz kısmından 3, orta kısmından 2 ve uç kısmından 1 adet olmak üzere salkım başına 6, omca başına 60 adet örnek seçilerek belirlenmiştir.

Hasat edilen üzümler buz torbaları ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bağcılık Laboratuvarına getirildikten sonra, salkım ağırlığı (g), sakım eni (cm), salkım boyu (cm), 100 tane ağırlığı (g), SÇKM dijital refraktometre (HI96801, Hanna Instruments, ABD), pH ölçümü (Ohaus ST 3100 F), toplam asitlik miktarları ölçüm ve analizleri yapılmıştır.

Titre edilebilir asit üzüm şırasından alınan 10 ml numunede pH değeri 8,1'e gelinceye kadar 0,1 N NaOH ilave edilerek titrasyon yapılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Harcanan NaOH miktarından yararlanılarak tartarik asit cinsinden (0,075 equivalent değeri) toplam asitlik g L^{-1} olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992).

Uygulama yapılan salkımlarda görsel olarak renk homojenliği % oran olarak saptanmıştır (Durmuş, 2021). Renk tayini Minolta colormetre (Minolta Co., model CR-400, Tokyo, Japan) ile salkımların alt orta ve üst kısımlarında yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Her uygulamada 3 salkımda 9'ar adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler sonrasında CIE *L**, *a** ve *b** değerleri belirlenmiştir. Elde edilen L, a ve b değerlerinden yararlanılarak hue açısı, kroma değeri ve kırmızı üzümleri için geliştirilen pigment içerik ve renk indeksi (CIRG) hesaplanmıştır (Carreño ve ark., 1996).

Toplam fenol tayini Singleton & Rossi (1965)' de tarif edildiği üzere Folin-Ciocalteu kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilen püre aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi kullanılarak bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstrakte edilmiştir. Folin-Ciocalteu kimyasalı ve saf su karıştırılarak 8 dakika bekletilmiştir. Sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden µg gallik asit eşdeğer/g taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

Toplam antioksidan kapasitesi ise TEAC (Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. TEAC analizi için (Özgen ve ark., 2006) 7 nm ABTS (2.2'-Azino-bis 3- ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit) 2,45 mM potasyum bisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiş ve daha sonra bu solüsyon 20 mM sodyum asetat (pH 4,5) bafırı ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0,700±0,01 absorbans olacak şekilde sadeleştirilmiştir. Nihayetinde 30 µL ekstrakt 2,97 mL hazırlanan bakır karıştırılarak absorbans10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Troloks (10–100 µmol L^{-1}) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak µmol Troloks eşdeğeri/g taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

İstatistiki Analiz

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü, her tekerrürde 3 omca yer alacak şekilde faktöriyel düzene göre (3 çeşit x 3 uygulama) şeklinde planlanmıştır. Elde edilen verilere istatistiki işlem SPSS (sürüm 20.0) paket programında yapılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre ($p \leq 0.05$) gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

MeJA ve Riboflavin uygulanan omcalardan hasat döneminde alınan salkımların; salkım ağırlığı, salkım eni, salkım boyu ve 100 tane ağırlıklarına ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 1'de sunulmuştur. İncelenen bütün üzüm çeşitlerde MeJA ve Rbf uygulamalarının salkım ağırlığı ve 100 tane ağırlığına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En ağır salkımlar 'Prima' üzüm çeşidinde kontrol grubunda, 'Lival' üzüm çeşidinde Riboflavin uygulamasından, cv. 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde ise MeJA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). Salkım büyüklüğü bakımından uygulamalar arasında istatistiki açıdan

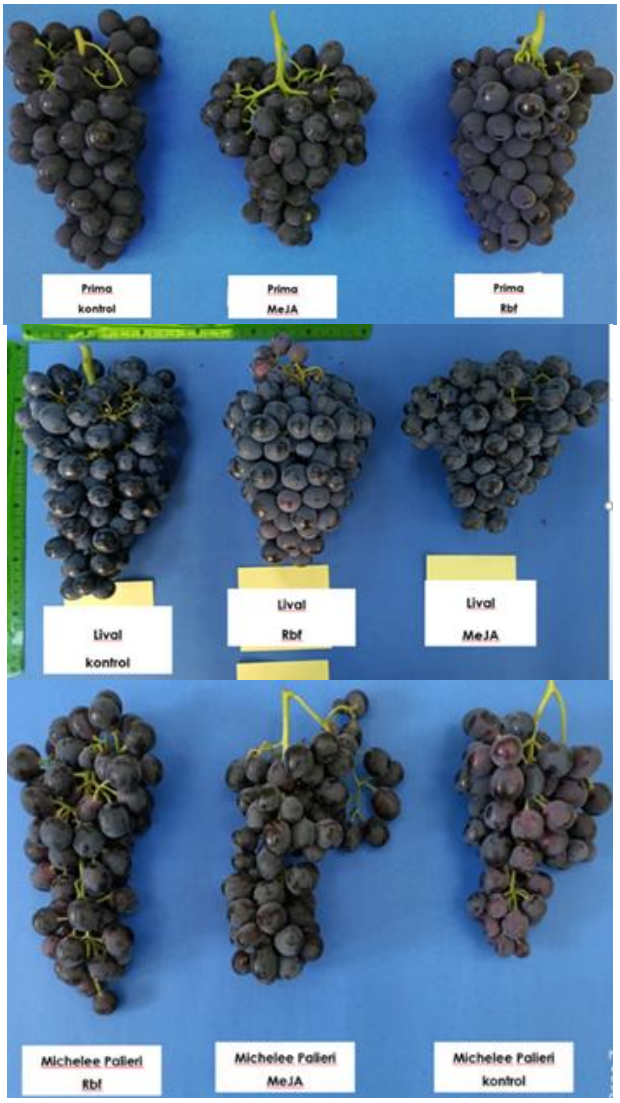
anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. 'Prima' ve 'Michele Palieri' üzüm çeşitlerinde kontrol grubunda yer alan omcalardan, diğer uygulamaların yapıldığı omcalara göre daha yüksek tane ağırlığı elde edilmiştir. 'Lival' üzüm çeşidinde ise kontrol ve Rbf uygulamaları ile taneler, MeJA uygulamasına kıyasla daha yüksek tane ağırlığı değerlerine ulaşmıştır (Çizelge 1). El-Kenawy (2018), 'Crimson Seedless' üzüm çeşidinde MeJA uygulamalarının tane iriliğini arttırdığını bildirmiştir. Bu bulgunun aksine, Garcia-Pastor ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, 'Magenta' ve 'Crimson Seedless' üzüm çeşitlerinde MeJA'nın tane ağırlığını kontrole göre azalttığı bildirilmiştir. Kondo ve Fukuda (2001), jasmonatların geç dönem uygulamalarının ortalama tane ağırlığı üzerine etkili olmadığını, erken dönem uygulamalarının ise içsel gibberellik asit sentezini inhibe ederek hücre büyümesini engellediğini ve tane ağırlığı düşürdüğünü belirtmiştir. Elde ettiğimiz bulgular, literatür bildirişleri ile bu yönüyle paralellik göstermektedir. González-Santamaría ve ark. (2018), 'Tempranillo' üzüm çeşidinde Rbf uygulamalarının tane iriliğini kontrole göre arttırdığını ancak istatistiki açıdan farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamız da 'Lival' ve 'Michele Palieri' üzüm çeşitlerinde, tane iriliği bakımından Rbf uygulaması ile kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

Uygulama yapılan omcalardan hasat edilen salkımların alt, orta ve üst kısımlarındaki tanelerinde, homojenlik ve CIElab renk değerlerine (*L*, a*, b**) ilişkin bulgular Çizelge 2'de sunulmuştur. *L*, a*, b** değerlerinden yararlanılarak kroma (C), hue açısı (h) ve pigment içerik ve renk indeksi CIRG değerleri hesaplanarak Çizelge 3'de verilmiştir. Denemede yer alan her üç çeşit de *Vitis* uluslararası çeşit kataloğu VIVC3'e göre siyah (noir) renge sahip oldukları bildirilmektedir (Anonim, 2020). Her üç çeşit de hasat dönemlerinde kendilerine özgü orijinal siyah renklerine ulaşmışlardır. 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde MeJA ve Rbf uygulamalarının salkım renk homojenlik oranına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, uygulamaların diğer çeşitlerde bu özelliğe etki etmedikleri belirlenmiştir. 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde MeJA ve Rbf uygulamaları renklenmeyi olumlu yönde etkilemiştir. Uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde istatistiki açıdan aralarındaki farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. 'Prima' ve 'Lival' üzüm çeşitleri renk homojenliği açısından 'Michele Palieri' üzüm çeşidine göre daha homojen renge sahip salkımlar oluşturmuşlardır. 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde kontrol uygulamasında renk homojenliği düşük çıkmıştır.

Ancak tüm uygulamalarda üzümlerin aynı gün hasat edildiği göz önüne alınırsa, MeJA ve Rbf uygulamalarının renklenme konusunda olumlu katkı ettiği söylenebilir. Nitekim, uygulamaların kontrole göre daha homojen renklenme sağlaması, González-Santamaría ve ark. (2018)'nın, 'Tempranillo' üzüm çeşidinde 100 g ha^{-1} ve 200 g ha^{-1} Rbf uygulamalarının kontrole göre şarap renk yoğunluğunu olumlu yönde etkilediği bulgusuyla örtüşmektedir. Benzer şekilde, El-kenawy (2018) 'Crimson Seedless' üzüm çeşidinde MeJA uygulamalarının renklenmeyi olumlu yönde etkilediğini, Fan ve ark. (1998) ise jasmonatların, muhtemelen etilen biyosentezi ile etkileşim yoluyla tanelerde renk oluşumunu etkilediğini bildirmişlerdir.

*L** değeri, "0" olduğunda tane kabuğuna ait rengin siyah, yani yansımanın olmadığını ifade ederken, *L** değeri "100" olduğunda ise rengin beyaz, yani yansımanın tam olduğunu ifade etmektedir. Prima üzüm çeşidinde kontrol ve MeJA uygulamaları ile, Lival üzüm çeşidinde ise Rbf uygulamasında tane kabuk renginin diğerlerine göre daha az parlak olduğu belirlenmiştir. '*L**' değerleri çeşit × uygulama interaksiyonunda 25,43 (Michele Palieri/ kontrol) ile 40,05 (Prima/Rbf) arasında, çeşit ortalamalarında ise 27,76 (Michele Palieri) ile 37,83 (Prima) arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 2). Tane kabuk parlaklık seviyesi bakımından üzüm çeşitleri, Prima>Lival>Michele Palieri şeklinde sıralanmıştır.

'*a**' değerinde negatif değerler yeşili (-60: Yeşil, +60: Kırmızı) işaret ederken pozitif değerler kırmızıyı işaret etmektedir. Bütün çeşit ve uygulamalarda değerler kırmızıya geçiş alanında yer almıştır. '*a**' değerleri çeşit × uygulama interaksiyonunda 0,20 (Lival/kontrol) ile 5,90 (Michele Palieri/kontrol) arasında, üzüm çeşitlerinde ise 0,31(Lival) ile 5,73 (Michele Palieri) arasında yer almıştır.



Şekil 2. Uygulamalar sonrası hasat edilen çeşitlere ait salkım fotoğrafları

Figure 2. Cluster photographes of the varieties harvested after the applications

Prima üzüm çeşidinde kontrol ve Rbf uygulamalarından elde edilen tanelerin kabuk rengi, MeJA uygulamasından elde edilenlere göre kırmızının daha yoğun olduğu alanda yer almıştır (Çizelge 2). Uygulama ortalama değerleri arasında bu açıdan bir fark oluşmamıştır. İncelenen üzüm çeşitleri, tane kabuklarının '*a**' değeri açısından Michele Palieri>Prima>Lival şeklinde sıralanmıştır.

'*b**' değeri sarı-mavi renkleri arasındaki konumu ifade etmekte olup, negatif değerler maviyi, pozitif değerler ise sarıyı (-60: Mavi, +60: Sarı) ifade etmektedir. '*b**' değerleri çeşit x uygulama interaksiyonunda-3,79 (Michele Palieri/kontrol) ile 0,36 (Lival/Rbf) arasında, üzüm çeşitlerinde ise -3,37 (Michele Palieri) ile 0,21 (Lival) arasında yer almıştır (Çizelge 2). Üzüm çeşitleri tane kabuk renginin mavilik değeri açısından Michele Palieri>Prima>Lival şeklinde sıralanmıştır.

CIELab renk sistemi, üzüm ve diğer meyve türlerinin kabuk rengini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Carreño ve ark., 1995; Lancaster ve ark., 1997). Kok ve Bal (2018), 'Trakya İlkeren' üzüm çeşidinde biostimülator uygulamaları ile tane kabuk *L**, *a** ve *b** değerlerinde istatistiki açıdan farklılık oluştuğunu bildirmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada, Garcia-Pastor ve ark. (2019), 'Crimson Seedless' ve 'Magenta' üzüm çeşitlerinde ticari olgunlaşmaya ulaştığında hasat edilen üzümlerde, MeJA uygulamalarının *L**, *a** ve *b** renk parametrelerine istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmiştir. Öte yandan riboflavin uygulamalarının üzüm çeşitlerinde tanelerin renk değerlerine etkileri hakkında literatürde yeterli çalışmaya rastlanmıştır.

Bununla birlikte, Çin'de gerçekleştirilen bir çalışmada riboflavin uygulanan asmalarda (*Vitis davidii* Foex) renk dönüşümünün kontrolden 9 gün önce, olgunlaşmanın ise 7 gün önce gerçekleştiği belirlenmiştir (Zhu ve ark., 2019).

Doygunluk göstergesi olan ΔC değeri yükseldikçe renk daha canlı, küçüldükçe ise daha mat olarak gözlenir. 'ΔC' değeri çeşit × uygulama interaksiyonunda 0,28 (Lival/kontrol) ile 7,01 (Michele Palieri/kontrol) arasında, üzüm çeşitlerinde ise 0,41 (Lival) ile 6,65 (Michele Palieri) arasında yer almıştır (Çizelge 3). Bu çalışmada incelenen üzüm çeşitleri, tane kabuk renginin kroma değeri açısından Michele Palieri>Prima>Lival şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 1. Metil jasmonat ve Riboflavin uygulamalarının salkım ve tane özelliklerine etkisi
Table 1. Effect of methyl jasmonate and riboflavin applications on cluster and berry properties.

Çeşit	Uygulamalar	Salkim			100 Tane Ağirliği (g)
		Ağırlığı (g)	Eni (mm)	Boyu (mm)	
Prima	Kontrol	476,31±53,4a	11,19±1,78a	16,45±0,86a	467,67±30,4a
	Meja	425,17±59,2c	11,72±0,7a	14,28±0,57a	422,00±63,7b
	Rbf	432,68±59,4b	10,78±0,94a	15,86±1,27a	432,00±30,2b
Lival	Kontrol	475,57±81,1b	11,93±1,2a	17,04±0,81a	501,93±7,02a
	Meja	482,78±76,2b	13,27±1,17a	17,37±1,33a	457,54±16,4b
	Rbf	536,06±36,7a	13,58±0,8a	16,78±1,07a	514,32±6,87a
Michele Palieri	Kontrol	321,76±46,4b	11,89±0,55a	15,16±1,02a	690,49±62,5a
	Meja	364,49±5,94a	12,36±0,13a	16,81±1,13a	577,30±30,9b
	Rbf	338,72±96,0b	9,64±1,52b	9,96±2,1b	609,74±33,56a

*Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.

Çizelge 2. Metil jasmonat ve Riboflavin uygulamalarının çeşitlerin kabuk rengine olan etkileri
Table 2. The effects of methyl jasmonate and riboflavin applications on the berry skin color of the cultivars

	Çeşit	Uygulamalar			Ortalama
		Kontrol	MeJA	Rbf	
Renk homojenliği (%)	Prima	A 93,33±5,25 a	A 93,67±6,57a	A95,81±3,99a	94,27a
	Lival	A 96,67±0,81 a	A 96,48±1,33a	A95,00±1,07a	94,43a
	Michele Palieri	B 75,00±1,03 a	AB 90,67±1,13a	A94,33±2,1a	86,67b
	Ortalama	A 89,33	A 93,61	A 95,18	
*L**	Prima	B 38,91±0,27 a	C 34,53±0,4 a	A 40,05±0,05 a	37,83 a
	Lival	A 29,97±0,56 b	A 30,811±0,71 b	B 27,51±0,99 b	29,43 b
	Michele Palieri	A 25,43±1,85 c	A 29,26±1,08 b	A 28,61±2,0 b	27,76 c
	Ortalama	A 31,44	A 31,53	A 32,06	
*a**	Prima	A 4,34±0,03 b	B 2,78±0,21 a	A 4,29±0,08 a	3,80 b
	Lival	A 0,20±0,05 c	A 0,51±0,16 b	A 0,23±0,6 b	0,31 c
	Michele Palieri	A 5,90±0,01 a	A 5,46±1,04 a	A 5,83±0,65 a	5,73 a
	Ortalama	A 3,48	A 2,92	A 3,45	
*b**	Prima	A -2,02±0,23 b	A -1,21±0,18 b	A -1,61±0,05 a	-1,62 b
	Lival	A 0,20±0,40 a	A 0,08±0,39 a	A 0,36±0,3 a	0,21 a
	Michele Palieri	A -3,79±1,71 b	A -3,16±0,86 b	A -3,17±1,36 a	-3,37 b
	Ortalama	A -1,87	A -1,43	A -1,47	

*Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.; **Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.

Çizelge 3. Metil jasmonat ve Riboflavin uygulamalarının çeşitlerin kabuk rengine olan etkileri-2.
Table 3. The effects of methyl jasmonate and riboflavin applications on the berry skin color of the cultivars- 2.

	Çeşit	Uygulamalar			Ortalama
		Kontrol	MeJA	Rbf	
kroma "ΔC"	Prima	A 4,78±0,08 b	B 3,03±0,03 b	A 4,59±0,12 b	4,13 b
	Lival	A 0,28±0,08 c	A 0,52±0,14 c	A 0,43±0,56 c	0,41 c
	Michele Palieri	A 7,01±0,53 a	A 6,31±0,83 a	A 6,63±0,13 a	6,65 a
	Ortalama	A 4,02	A 3,29	A 3,89	
Hue açısı "h"	Prima	A 335,0±1,67 a	A 336,48±3,1a	A 339,43±0,06 b	336,98 a
	Lival	A 45,0±28,8 b	B 8,91±3,1b	A 57,43±16,73 b	37,11 b
	Michele Palieri	A 327,3±19,6 a	A 329,9±13,9 a	A 331,47±3,13 b	329,56 a
	Ortalama	B -4,26	C -14,95	A 2,94	
"CIRG" değerleri	Prima	A 4,70±0,03 a	A 5,20±0,02 a	A 4,49±0,01 a	4,80 b
	Lival	A 4,46±2,68 a	A 5,47±0,04 a	A 4,37±0,91 a	4,77 b
	Michele Palieri	A 6,56±0,68 a	A 5,91±0,67 a	A 5,91±0,23 a	6,13 a
	Ortalama	A 5,24	A 5,53	A 4,92	

*Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.;**Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.

Hue açısı: 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° ise ürünün mavi renkte olduğunu ve bu açı değerlerinin aralarına yer alan değerlerde ise ara renklerin oluştuğunu göstermektedir. Hesaplanan 'h' değerleri çeşit × uygulama interaksiyonunda 8,91 (Lival/MeJA) ile 339,43 (Prima/Rbf) arasında, üzüm çeşitlerinde ise 37,11 (Lival) ile 336,98 (Prima) arasında yer almıştır (Çizelge 3). Prima ve Michele Palieri üzüm çeşitlerinin 'h' değeri açısından daha koyu mavi-mor renk alanında, Lival ise 'h' değeri ile kırmızı renk alanında yer aldığı tespit edilmiştir.

Daha önce yapılan bir çalışmada Michele Palieri çeşidinde *L**, *a** ve *b** değerlerinin sırasıyla 27,85, 1,80 ve 0,01 olarak ölçüldüğü bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada bu üzüm çeşidinin tanelerinde h, ΔC ve CIRG değerlerinin 0,36, 1,80 ve 6,6 şeklinde hesaplandığı bildirilmiştir (Carreño ve ark., 1996). Bizim çalışmamızda bu çeşidin daha mavimsi renk alanında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca yine araştırmada yer alan 3 üzüm çeşidin ΔC ve h açısı değerleri bakımından Carreño ve ark. (1995)'nın belirttiği alanda kümelendikleri görülmüştür.

González-Santamaría ve ark. (2018), 'Tempranillo' üzüm çeşidinde Rbf uygulamalarının tanelerde renk yoğunluğu ve hue değerlerini artırdığını ve kontrole grubuna kıyasla ortaya çıkan farklılıkların Riboflavin uygulamalarıyla alakalı olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim söz konusu araştırmada kontrol grubunda hue 0,53 iken 100 g ha^{-1} Rbf de 0,60 olarak, renk indeksi ise kontrol grubunda 2,3 iken Rbf uygulamasında 3,3 olarak belirlenmiştir.

Araştırmamızda tane kabuk pigment içerik ve renk indeksi 'CIRG' değeri üzerine uygulamaların etkisi sadece üzüm çeşitleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık oluşturmuştur. 'CIRG' değeri bakımından uygulamaların ortalama değerleri arasında ise anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. 'CIRG' değerleri çeşit × uygulama interaksiyonunda 4,37 (Lival/Rbf) ile 6.56 (Michele Palieri/kontrol) arasında, üzüm çeşitlerinde ise 4,77 ile (Lival) 6,13 (Michele Palieri) arasında yer almıştır (Çizelge 3). OIV ve 'CIRG' skalasına göre Prima ve Lival çeşitleri kırmızı-koyu mor, Michele Palieri çeşidi ise mavi-siyah renk kategorisinde yer almaktadır (OIV,1983; Carreño ve ark., 1996). Carreño ve ark. (1995), kırmızı sofralık üzümlerde rengin objektif tespiti için geliştirdikleri CIRG renk indeksinin meyvelerin görsel rengiyle iyi bir doğrusallık gösterdiğini ve farklı dış renkteki örnek grupları arasında ayırt edildiğini ileri sürmüşlerdir.

Çizelge 4'te Riboflavin ve MeJa uygulamalarının üzüm çeşitlerindeki SÇKM, pH ve toplam asitlik miktarlarına etkileri sunulmuştur. Çalışmada şıranın SÇKM miktarı üzerine uygulamaların etkisi 'Prima' ve 'Lival' üzüm çeşitlerinde, çeşit × uygulama interaksiyonunda ve üzüm çeşitleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. SÇKM miktarı bakımından uygulamaların ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. SÇKM değerleri çeşit × uygulama interaksiyonunda %12,93 (Prima/kontrol) ile %17,93 (Lival, kontrol) arasında, üzüm çeşitlerinde ise %13,43 (Michele Palieri) ile %16,29 (Lival) arasında yer almıştır. 'Prima' üzüm çeşidinde en düşük SÇKM kontrol grubunda belirlenirken, 'Lival' üzüm çeşidinde ise en yüksek SÇKM kontrol grubunda saptanmıştır.

Çeşitler uygulamalardan bağımsız olarak karşılaştırıldıklarında ise en yüksek SÇKM değerine sahip üzüm çeşidinin 'Lival' olduğu görülmüştür. MeJA kontrole göre SÇKM miktarını sadece çok erkenci 'Prima' üzüm çeşidinde istatistiki açıdan etkilemiştir. MeJA uygulamalarının, değişik üzüm çeşitlerinde yapılan araştırmalarda SÇKM üzerine etkileri farklı şekillerde sonuçlar vermiştir. MeJA uygulamalarının kontrole göre SÇKM'yi etkilemediği, 'Tempranillo' (Portu ve ark., 2015; Garde-Cerdán ve ark., 2016), ve 'Syrah' üzüm çeşitlerinde (Fernandez-Marin ve ark., 2014) saptanmıştır. Öte yandan MeJA uygulamasının 'Cabernet Sauvignon' ve 'Merlot' üzüm çeşitlerinde SÇKM'yi düşürdüğü (Fidebulus ve ark., 2007), 'Mourvedre' üzüm çeşidinde ilk yıl etkilemediği, 2. yıl ise arttırdığı (Ruiz-García ve ark., (2012) tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda MeJA uygulamasının SÇKM miktarını üzüm çeşitlerine göre farklı şekilde etkilediği görülmüştür. Nitekim daha önce yapılan çalışmalarda MeJa uygulamasının düşük veya yüksek konsantrasyonlarının üzüm çeşitlerinde tanelerin olgunlaşmasını hızlandırabilmesi veya geciktirebilmesi gibi farklı şekillerde etki edebileceği bildirilmiştir (D'onofrio ve ark., 2018; García-Pastor ve ark., 2019). Paladines-Quezada ve ark. (2019), MeJa uygulamasının 'Merlot' üzüm çeşidi tanelerinin SÇKM içeriğinde

azalmaya neden olduğunu ve bu duruma bağlı olarak üzüm olgunlaşmayı geciktirebileceği hipotezini desteklemiştir (Paladines-Quezada ve ark., 2019). Belal ve ark. (2016), 'Flame Seedless' çeşidinde Rbf uygulamalarının SÇKM oranını ve şeker içeriğini kontrole göre arttırdığını tespit etmişlerdir. Benzer çalışmada Çin' de yabani üzümde (*Vitis davidii* Foex) riboflavin uygulamasının SÇKM üzerinde çok az etkili olduğu, kontrole göre kuru madde birikimini teşvik ettiği bildirilmiştir. Riboflavin uygulanan asmalarda olgunlaşmanın 7 gün önce gerçekleştiği rapor edilmiştir (Zhu ve ark., 2019).

Uygulamalar arasında en yüksek pH kontrolde, en düşük pH ise Rbf 'de belirlenmiştir. Şıra pH değerleri çeşit x uygulama interaksiyonunda 3,67 (Lival/kontrol) ile 4,47 (Michele Palieri/kontrol) arasında, üzüm çeşitlerinde ise 3,53 (Lival) ile 4,37 (Michele Palieri) arasında yer almıştır (Çizelge 4). MeJA uygulamalarının şıranın önolojik özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı benzer çalışmalarda uygulamaların şırada önolojik özellikleri ya önemli ölçüde etkilemediği (Romanazzi ve ark., 2013; Garde-Cerdán ve ark., 2016) ya da hafif farklılıkların oluşmasına neden olduğu (Portu ve ark., 2016) bildirilmiştir. 'Tempranillo' üzüm çeşidinde yapılan bir çalışmada Riboflavin uygulamasının şıranın pH düzeyinde istatistiksel açıdan farklılık oluşturmadığı bildirilmiştir (González-Santamaría ve ark., 2018). Bizim çalışmamızda 'Prima' üzüm çeşidinde elde edilen bulgular daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmaların bulguları ile benzerlik göstermiştir.

Araştırmada şıranın toplam asit miktarı üzerine uygulamaların etkisi bütün çeşitlerde, çeşit × uygulama interaksiyonunda (MeJA, Rbf) ve üzüm çeşitleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Toplam asit değerleri çeşit × uygulama interaksiyonunda 4,45 g L^{-1} (Michele Palieri/MeJA) ile 6,62 g L^{-1} (Michele Palieri, Rbf) arasında, üzüm çeşitlerinde ise 5,18 g L^{-1} (Lival) ile 5,56 g L^{-1} (Michele Palieri) arasında yer almıştır (Çizelge 4). Uygulamalar arasında en yüksek toplam asitlik kontrol grubunda, en düşük toplam asitlik ise MeJA' da belirlenmiştir MeJA uygulamalarının değişik üzüm çeşitleri ile yapılan araştırmalarda toplam asitlik üzerine etkileri farklı şekilde sonuçlar vermiştir. MeJA uygulamalarının kontrole göre şırada toplam asitlik ve pH' yı etkilemediği; 'Tempranillo' üzüm çeşidinde (Portu ve ark., 2015; Garde-Cerdán ve ark., 2016), 'Cabernet Sauvignon' ve 'Merlot' üzüm çeşitlerinde (Fidelibus ve ark., 2007), 'Horoz Karası' üzüm çeşidinde (Aras Aşçı, 2016) saptanmıştır. Bu sonuçlar 'Prima' üzüm çeşidinde elde ettiğimiz bulgularla örtüşmektedir. MeJA uygulamasının, 'Crimson Seedless' üzüm çeşidinde (El-Kenawy, 2018) ve 'Syrah' üzüm çeşidinde toplam asitliği kontrole göre düşürdüğü bildirilmiştir (Fernandez-Marin ve ark., 2014). Bu bulgular, bizim çalışmamızda MeJA' nın 'Lival' ve 'Michele Palieri' üzüm çeşitlerinde de toplam asitliği kontrole göre düşürdüğüne ilişkin bulgularla benzerlikler göstermiştir. González-Santamaría ve ark. (2018), 'Tempranillo' üzüm çeşidinde Rbf uygulamalarının toplam asitlik değerlerinde istatistiki açıdan farklılık oluşturmadığını bildirmiştir. Belal ve ark. (2016), ise 'Flame Seedless' üzüm çeşidinde Rbf uygulamalarının toplam asitliği azalttığını saptamıştır.

Araştırmada şıranın toplam fenolik madde miktarı üzerine uygulamaların etkisi bütün üzüm çeşitlerinde, çeşit x uygulama interaksiyonunda (MeJA, Rbf), uygulamalarda ve üzüm çeşitleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 5). MeJA ve Rbf uygulamaları tüm üzüm çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarını kontrole göre arttırmıştır. Toplam fenolik madde miktarı çeşit × uygulama interaksiyonunda 1360,3 µg GAE g^{-1} (Lival/kontrol) ile 3456 µg GAE g^{-1} (Lival/ MeJA), üzüm çeşitlerinde ise 2314,72 µg GAE g^{-1} (Lival) ile 2728,3 µg GAE g^{-1} (Michele Palieri) arasındadır. Toplam antioksidan kapasite bakımından, çeşit x uygulama interaksiyonunda yer alan gruplar (MeJA, Rbf) ve uygulamalarda elde edilen farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde miktarı 'Prima' çeşidi için Rbf uygulamasında tespit edilirken, 'Lival' ve 'Michele Palieri' üzüm çeşitlerinde MeJA uygulaması daha yüksek toplam fenolik madde birikimine neden olmuştur. Toplam antioksidan aktivitesi çeşit × uygulama interaksiyonunda 3,73 µmol TE g^{-1} (Lival/kontrol) ile 7,81 µmol TE g^{-1} (Prima/ MeJA), üzüm çeşitlerinde ise 4.22 µmol TE g^{-1} (Lival) ile 6,49 µmol TE g^{-1} (Prima) arasında belirlenmiştir. Rbf uygulamasının kontrole göre istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar oluşturmadığı ancak MeJA uygulamasının tüm üzüm çeşitlerinde en yüksek toplam antioksidan değerlerinin elde edilmesini sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Metil jasmonat ve Riboflavin uygulamalarının SÇKM (%), pH ve toplam asitlik (g L^{-1}) miktarına etkisi
Table 4. Effect of methyl jasmonate and riboflavin applications on TSS (%), pH and total acidity (g L^{-1}).

	Çeşit	Uygulamalar			Ortalama
		Kontrol	MeJA	Rbf	
SÇKM (%)	Prima	B12,93±0,02b	AB14,0±0,71b	A14,90±0,07a	13,94b
	Lival	A 17,93±0,02a	B15,93±0,06a	B15,00±0,71a	16,29a
	Michele Palieri	A13,47±0,33b	A13,23±0,33b	A13,33±0,47b	13,43c
	Ortalama	A14,78	A14,39	A14,41	
pH	Prima	A3,90±0,07b	A3,93±0,06b	A3,97±0,01b	3,93b
	Lival	A3,67±c 0,01	B3,55±0,11c	B3,38±0,04c	3,53c
	Michele Palieri	A4,47±0,02a	C4,27±0,01a	B4,36±0,04a	4,37a
	Ortalama	A4,01	B3,92	B3,90	
Toplam Asit Miktarı (g L^{-1})	Prima	B5,73±0,33a	A6,03±0,06a	C4,83±0,06c	5,53a
	Lival	A5,55±0,11a	B5,05±0,11b	AB4,93±0,06b	5,18b
	Michele Palieri	B5,61±0,02a	C4,45±0,01c	A6,62±0,04a	5,56a
	Ortalama	A5,63	C5,18	B5,46	

*Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark $p<0.05$ seviyesinde önemsizdir.;**Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark $p<0.05$ seviyesinde önemsizdir.

Çizelge 5. Metil jasmonat ve Riboflavin uygulamalarının toplam fenolik madde miktarı (µg GAE g^{-1}) ve antioksidan aktivitesi (µmol TE g^{-1}) üzerine etkileri.

Table 5. Effect of methyl jasmonate and riboflavin applications on total phenolic content (µg GAE g^{-1}) and antioxidant activity (µmol TE g^{-1}).

	Çeşit	Uygulamalar			Ortalama
		Kontrol	Meja	Rbf	
Toplam Fenolik Madde Miktarı (µg GAE g^{-1})	Prima	B 2138,6±111,2a	A 2887,3±124,4 b	A 3158,6±148,9 a	2728,3 a
	Lival	C 1360,3±98,5b	A 3456,1±168,8 a	B 2127,8± 98,9 c	2314,72 b
	Michele Palieri	B 2385,3±126,3a	A 3162,8±211,2ab	B 2565,3±68,9 b	2704,4 a
	Ortalama	C 1961,3	A 3168,19	B 2716,2	
Toplam Antioksidan Aktivitesi (*µmol Te G^{-1})*	Prima	B 5,77±0,04 a	A 7,81±0,02 a	B 5,88±0,065 A	6,49 a
	Lival	B 3,73 ±0,05 c	A 4,96±0,01 c	B 3,98± 0,06 c	4,22 c
	Michele Palieri	B 5,13 ±0,01 b	A 6,11±0,08 b	B 5,21±0,05 b	5,48 b
	Ortalama	B 4,88	A 6,29	B 5,02	

*Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.;**Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında fark p<0,05 seviyesinde önemsizdir.

Şaraplık üzümlerde yapılan bazı çalışmalar, MeJA uygulamalarının vejetasyon dönemi ve çeşitler arasında büyük farklılıklar bulunmasına rağmen üzüm ve şarapta başta antosiyaninler, flavonoller ve stilbenler olmak üzere fenolik içeriğin artmasına yol açtığını göstermiştir (Portu ve ark., 2015, 2016, 2018; Gómez-Plaza ve ark., 2017). Ayrıca 'Magenta' ve 'Crimson Seedless' üzüm çeşitlerinde yapılan bir çalışmada, MeJA uygulamalarının fenolikler ve bireysel antosiyaninler gibi antioksidan bileşiklerin içeriğini arttırdığı gibi salkımdaki homojen renklenmeyi de artırdığı saptanmıştır (Garcia-Pastor ve ark., 2019). 'Tempranillo' üzüm çeşidine farklı elisitörlerin etkilerinin incelendiği bir çalışmada, MeJA uygulamalarının üzüm ve şaraptaki fenolik içeriğini arttırmada başvurulacak basit bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Portu ve ark., 2015). Horoz Karası üzüm çeşidine MeJA uygulamalarının verim ve tane iriliğini arttırmak için önerilmeyeceği ancak sekonder metabolitlerin birikiminin arttırılması ve antioksidan kapasitesinin zenginleştirilmesinde kullanılabilecek önemli bir strateji olabileceği belirlenmiştir (Aras Aşçı, 2016).

'Spine' üzüm çeşidinde yapılan riboflavin uygulaması sonrası belli periyotlarda yapılan üzüm hasatları sonucunda uygulamanın olgunlaştırmayı 7 gün öne çektiği ve toplam antosiyanin içeriğini belli bir periyoda kadar kontrole göre arttırdığı fakat tam olgunlaşmada ise kontrole göre istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar oluşturmadığı saptanmıştır (Zhu ve ark., 2019). 'Flame Seedless' üzüm çeşidine yapılan bireysel B1 ve B2 vitamin (riboflavin) ve kombinasyonlarının uygulandığı bir başka çalışmada ise toplam fenol ve antosiyanin içeriğinde kontrol uygulamalarına göre artışların olduğu belirlenmiştir (Belal ve ark., 2016).

Sonuç

Bu çalışmada MeJA ve Rbf uygulamalarının çok erkenci, erkenci ve orta mevsimde olgunlaşan 3 üzüm çeşidinde üzüm kalite parametrelerine (SÇKM, asitlik, tane iriliği), toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite üzerine etkileri araştırılmıştır. MeJA uygulamaları tane iriliğini düşürmüştür. Rbf uygulaması tane iriliği MeJA uygulamasından daha yüksek sonuç vermiştir. En iri tane Michele Palieri' de, en küçük ise 'Prima' çeşidinde saptanmıştır. Salkım renk homojenliği açısından MeJA ve Rbf uygulamaları 'Michele Palieri' üzüm çeşidinde kontrolden daha iyi sonuç vermiştir. Uygulamalar tane kabuk *L*a*b** değerlerinde farklılığa yol açmamıştır. OIV ve CIRG skalasına göre cv. 'Prima' ve cv. 'Lival' kırmızı-koyu mor, cv. 'Michele Palieri' ise mavi-siyah renk kategorisinde yer almıştır. MeJA ve Rbf uygulamaları şırada SÇKM oranını sadece 'Prima' üzüm çeşidinde olumlu yönde etkilemiş, diğer çeşitlerde uygulamalar etkili olmamıştır. MeJA uygulamaları tüm çeşitlerde toplam fenolik ve toplam antioksidan aktivitesini arttırmıştır. Kullanılan bu büyüme düzenleyiciler uygulama yapılan üzüm çeşitlerine göre etkilerini farklı şekilde göstermiştir. Çalışmada 3 farklı üzüm çeşidinin kullanılmasının yanı sıra, incelenen bu üzüm çeşitlerinin birbirinden farklı dönemlerde tanelerini olgunlaştırması (çok erken, erken, orta mevsim), etkileri incelenen uygulamaların (MeJA, Rbf) üzümlerde saptanan nihai etkilerindeki farklılıkların kaynağı olmuş olabilir. Bu büyüme düzenleyicilerin pratikte kullanımının üreticilere tavsiye edilmeden önce üzüm çeşitleri bazında daha detaylı çalışmalara etkilerinin incelenmesine ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir. Bu nedenle yeni araştırmalar kurgulanırken, MeJA ve Rbf 'nin farklı dozlarda ve uygulama dönemlerinde değişik üzüm çeşitlerine olan etkilerinin incelenmesi önem arz etmektedir.

Beyanlar

Yazar Katkı Beyanı

S.K: Veri toplama, araştırma, biçimsel analiz ve orijinal taslağın yazılması,

N.T.A: Veri toplama, araştırma, analiz ve orjinal taslağın yazılması

S.S.D: Veri toplama, araştırma, analiz ve orjinal taslağın yazılması

R.C: Proje yönetimi, denetimi, kavramsallaştırma, metodoloji, inceleme ve düzenleme

D.K: Materyal temini, araştırma

Bilgi

Bu çalışma, Salih Kurultay'ın 'Prima, Lival ve Michele Palieri Üzüm Çeşitlerinde Metil Jasmonat ve Riboflavin Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkisi' isimli Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.

Destekleyen Kuruluşlar

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi tarafından 2019/64 Nolu Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

Kaynaklar

Alleweldt, G., & Possingham J. V. (1988). Progress in Grapevine Breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 75: 669–673.

Anonim, 2020. Vitis International variety catalogue VIVC, www.vivc.de.

Aras Aşçı, Ö. (2016). Hasat öncesi metil jasmonat uygulamalarının Horoz Karası Üzüm Çeşidinde Verim, Kalite, Sekonder Metabolit Üretimi ve Bazı Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 79 s., Isparta

Aver'yanov, A. A., Lapikova, V. P., Nikolaev, O. N., & Stepanov, A. I. (2000). Active oxygen-associated control of rice blast disease by riboflavin and roseoflavin. *Biochemistry* 65: 1292–1298

Azami-Sardooei, Z., França, S. C., De Vleesschauwera, D. & Höfte, M. (2010). Riboflavin induces resistance against Botrytis cinerea in bean, but not in tomato, by priming for a hydrogen peroxide-fueled resistance response. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 75: 23–29. https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2010.08.001

Bal, E., Kök, D., & Çelik, S. (2011). Kozak Siyahı üzüm çeşidi üzerine hasat sonrası bazı uygulamaların etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi,* 8(2): 65-76.

Belal, B. E. A., El-Kenawy, M. A., & Uwakiem, M. K. (2016). Foliar application of some amino acids and vitamins to improve growth, physical and chemical properties of Flame Seedless Grapevines. *Egyptian Journal of Horticulture,* 43 (1): 123-136.

Boubakri, H., Chong, J., Poutaraud, A., Schmitt, C., Bertsch, C., & Mliki, A. (2013). Riboflavin (Vitamin B2) induces defence responses and resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine. E*uropean Journal of Plant Pathology*, 136(4): 837–855.https://doi.org/10.1007/s10658-013-0211-x

Cabaroğlu, T., & Yılmaztekin, M. (2006). Üzümün Bilesimi ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Buldan Sempozyumu, 24–26 Kasım 2006, Denizli.

Cantürk, S., Kunter, B., Buyukkartal, H.N. (2019). Effects of kaolin particle film on berry histological properties in two table grape cultivars (*V. vinifera* L.). J Berry Res 9(2):309–319. https://doi.org/10.3233/JBR-180323

Cantürk, S., & Kunter, B. (2021). Effects of Kaolin Treatment on Table Grape Characteristics of cv. Trakya Ilkeren (V. vinifera L.). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi, 24(3), 522-528. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.745100.

Carreño, J., Martínez, A., Almela, L., & Fernández-López, J. A. (1996). Measuring the color of table grapes. *Color Research & Application*, 21(1): 50-54. https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6378(199602)21:1<50::AID-COL5>3.0.CO;2-4

Carreño, J., Martínez, A., Almela, L., & Fernandez-Lopez, J. A. (1995). Proposal of a index for the objective evaluation of the colour of red table grapes, *Food Research International.* 1111. 28: 373-377. https://doi.org/10.1016/0963-9969(95)00008-A

Çelik, H., Ağaoğlu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B., & Söylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık. Sunfidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi, 1(178,190).

Cemeroğlu, B. (1992). Meyve Ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara, 281-282.

Champa, W.A. (2015). Pre and postharvest practices for quality improvement of table grapes (*Vitis vinifera* L.). *The Journal of National Science Foundation of Sri Lanka,* 43(1): 3-9. http://dx.doi.org/10.4038/jnsfsr.v43i1.7921

D'Onofrio, C., Matarese, F., & Cuzzola, A. (2018). Effect of methyl jasmonate on the aroma of Sangiovese grapes and wines. *Food Chemistry*. 242: 352–361. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.084

Dong, H., & Beer, S.V. (2000). Riboflavin induces disease resistance in plants by activating a novel signal transduction pathway. *Phytopathology*, 90(8): 801–811. https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.8.801

Durmuş, U. (2021). Red Globe Üzüm Çeşidinde Harpin Uygulamasının Kabuk Rengi ve Bioaktif Bileşikler Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat.

El-kenawy, M. A. (2018). Effect of spraying Jasmonic acid and Girdling on growth, yield and improving fruits quality of Crimson seedless grapevine. *Egyptian Journal of Horticulture*, 45(1): 25-37.

Fan, X., Mattheis, J. P., & Fellman, J. K. (1998). A role for jasmonates in climacteric fruit ripening. *Planta*, 204(4): 444-449. https://doi.org/10.21608/ejoh.2018.2490.1041

Fernandez-Marin, M. I., Puertas, B., Guerrero, R. F., Garcia-Parrilla, M. C., & Cantos-Villar, E. (2014). Preharvest methyl jasmonate and postharvest uv-c treatments: increasing stilbenes in wine. *Journal of Food Science*. 79(3): 310-317. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12368

Fidelibus, M. W., Cathline, K. A., & Burns, J. K. (2007). Potential abscission agents for raisin, table, and wine grapes. *HortScience*, 42(7): 1626-1630. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.7.1626

García-Pastor, M. E., Serrano, M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., & Zapata, P.J. (2019). Methyl jasmonate effects on table grape ripening, vine yield, berry quality and bioactive compounds depend on applied concentration. *Scientia Horticulturae*, 247: 380-389. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.043

García-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., Serrano, M., & Guillén, F. (2020). Preharvest salicylate treatments enhance antioxidant compounds, color and crop yield in low pigmented-table grape cultivars and preserve quality traits during storage. *Antioxidants*, 9(9): 832. https://doi.org/10.3390/antiox9090832

Garde-Cerdán, T., Portu, J., López, R., & Santamaría, P. (2016). Effect of methyl jasmonate application to grapevine leaves on grape amino acid content. *Food Chemistry*, 203: 536-539. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.049

Gómez-Plaza, E., Bautista-Ortín, A. B., Ruiz-García, Y., Fernández-Fernández, J.I., & Gil-Muñoz, R. (2017). Effect of elicitors on the evolution of grape phenolic compounds during the ripening period. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(3): 977-983. https://doi.org/10.1002/jsfa.7823

González-Santamaría, R., Ruiz-González, R., Nonell, S., Garde-Cerdán, T., & Perez-Álvarez, E. P. (2018). Influence of foliar riboflavin applications to vineyard on grape amino acid content. *Food Chemistry*, 240: 601-606. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.115

Kok, D., & Bal, E. (2018). Enhancing skin color and phenolic compounds of Cv. Red globe table grape (*V. Vinifera* L.) utilizing of different preharvest treatments. *Erwerbs-Obstbau*, 60(1): 75-81. https://doi.org/10.1007/s10341-017-0352-8

Kondo, S., & Fukuda, K. (2001). Changes of jasmonates in grape berries and their possible roles in fruit development. *Scientia Horticulturae*, 91(3): 275-288. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00271-0

Lacombe, T. (2012). Contribution À L'étude De L'histoire Évolutive De La Vigne Cultivée (*Vitis Vinifera* L.) Par L'analyse De La Diversité Génétique Neutre Et De Gènes D'intérêt, Montpellier, France.

Lancaster, J. E., Lister, C. E., Reay, P. F., & Triggs, C. M. (1997). Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. *The American Society for Horticultural Science*, 122: 594–598

Lorenz, D., Eichhorn, K., Bleiholder, H., Klose, R., & Meier., U. (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: 100-110.

Martínez-Gil, A.M., (2017). Effect of different foliar nitrogen applications on the must amino acids and glutathione composition in Cabernet Sauvignon vineyard. *LWT- Food Science and Technology*, 75: 147–154. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.039

Maul, E., & Toepfer, R. (2015). Vitis international variety catalogue (VIVC): A cultivar database referenced by genetic profiles and morphology. *BIO Web Conf.* 5:01009. https://doi.org/ 10.1051/bioconf/20150501009

OIV (1983). OIV (Organization Internationale de la Vigne et du Vin, International Vine and Wine Organization, Paris

Özgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Miller, A. R., & Scheerens J. C. (2006). Modified 2,2-azino-bis-3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2"- diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 1151-1157. https://doi.org/ 10.1021/jf051960d

Paladines-Quezada, D. F., Moreno-Olivares, J. D., Fernández-Fernández, J. I., Bautista-Ortín, A. B., Gil-Muñoz, R., & Paladines-Quezada, D. F. (2019). Influence of methyl jasmonate and benzothiadiazole on the composition of grape skin cell walls and wines. *Food Chemistry*. 227: 691–697. https://doi.org/ 10.1016/j.foodchem.2018.11.029

Peng, J. L., Zhao, J., Pan, X. M., Zhao, J. F., Dong, H. S., & Wang, J. S. (2002). Riboflavin activates growth signal transduction pathway in plants. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 25: 33–36. https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.8.801

Portu, J., López, R., Baroja, E., Santamaría, P., & Garde-Cerdán, T. (2016). Improvement of grape and wine phenolic content by foliar application to grapevine of three different elicitors: Methyl jasmonate, chitosan, and yeast extract. *Food Chemistry*, 201: 213–221. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.086

Portu, J., López, R., Santamaría, P., & Garde-Cerdán, T. (2017). Elicitation with methyl jasmonate supported by precursor feeding with phenylalanine: Effect on Garnacha grape phenolic content. *Food Chemistry*, 237: 416-422. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.126

Portu, J., López, R., Santamaría, P., & Garde-Cerdán, T. (2018). Methyl jasmonate treatment to increase grape and wine phenolic content in Tempranillo and Graciano varieties during two growing seasons. *Scientia Horticulturae*, 240: 378–386. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.019

Portu, J., Santamaria, P., Lopez-Alfaro, I., Lopez, R., & Garde-Cerdán, T. (2015). Methyl jasmonate foliar application to Tempranillo vineyard improved grape and wine phenolic content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(8): 2328-2337. https://doi.org/10.1021/jf5060672

Romanazzi G., Murolo S., & Feliziani E. (2013). Effects of an innovative strategy to contain grapevine Boi's noir: field treatment with resistance inducers. *Phytopathology* 103: 785–791. https://doi.org/ 10.1094/PHYTO-01-13-0031-R

Reyes-Díaz, M., Lobos, T., Cardemil, L., Nunes-Nesi, A., Retamales, J., Jaakola, L., Alberdi, M., & Ribera-Fonseca, A. (2016). Methyl jasmonate: An alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits. *Molecules*, 21(6): 567. https://doi.org/ 10.3390/molecules21060567

Ruiz-García, Y., Hernández-Jiménez, A., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J. M., Romero-Cascales, I., Martínez-Cutillas, A., & Gil-Muñoz, R. (2012). Application of BTH and methyl jasmonate during the ripening of grapes (*Vitis vinifera* L.) and its effects on the stilbene content: preliminary results. *Acta Horticulture*, 939: 397-401. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.939.53

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3) :144-158. https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144

Taheri, P., and, Hofte, M. (2006). Riboflavin induces resistance in rice against *Rhizoctonia sheath* diseases by activating signal transduction pathways leading to upregulation of rice cationic peroxidase and formation of lignin as a structural barrier. *Communications in Agr. and Applied Biological Sciences*, 71: 255–258. https://doi.org/ 10.1016/j.jplph.2009.08.003

Tahmaz H., Yüksel Küskü D., Söylemezoğlu G., & Çelik H. (2022). *Vitis labrusca* L. genotiplerinin fenolik bileşik ve antioksidan kapasite içerikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 318-331. https://doi.org/10.33462/jotaf.952108

Wang, Z. G., Guo, L. L., Ji, X. R., Yu, Y. H., Zhang, G. H., & Guo, D. L. (2019). Transcriptional analysis of the early ripening of 'Kyoho' grape in response to the treatment of riboflavin. *Genes*, 10(7):514. https://doi.org/10.3390/genes10070514

Yavaş, I., & Fidan, Y. (1986). Üzümün insan beslenmesindeki değeri. *Gıda Sanayinin Sorunları Ve Serbest Bölgenin Gıda Sanayine Beklenen Etkisi Sempozyumu*. 15-17 Ekim, 225-236, Adana.

Zhang, S., Yang, X., Sun, M., Sun, F., Deng, S., & Dong, H. (2009). Riboflavin-induced priming for pathogen defense in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51: 167–174. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00763.x.

Zhu, M., Yu, J., Wu, S., Wang, M., & Yang, G. (2019). Effect of riboflavin on the precocious maturation of spine grape berries (*Vitis davidii* Foex). *HortScience*, 54(9): 1521-1525. https://doi.org/10.21273/HORTSCI14192-19