



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK SICAKLIK STRESİNDE MELATONİN UYGULAMALARININ FARKLI ANAÇLAR
ÜZERİNE AŞILI 'BLACK MAGIC' ÜZÜM ÇEŞİDİNİN FİZYOLOJİSİ VE VEJETATİF
GELİŞMESİNE ETKİLERİ**

Büşra ASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Ağustos-2023

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Büşra ASLAN tarafından hazırlanan “Yüksek Sıcaklık Stresinde Melatonin Uygulamalarının Farklı Anaçlar Üzerine Açılı ‘Black Magic’ Üzüm Çeşidinin Fizyolojisi Ve Vejetatif Gelişmesine Etkileri” adlı tez çalışması 17/08/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Ali SABİR

.....

Danışman

Prof. Dr. Ali SABİR

.....

Üye

Prof. Dr. Zeki KARA

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr.Ömer Faruk YÜKSEL
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 22201047 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Büşra ASLAN

Tarih: 17.08.2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YÜKSEK SICAKLIK STRESİNDE MELATONİN UYGULAMALARININ FARKLI ANAÇLAR ÜZERİNE AŞILI 'BLACK MAGIC' ÜZÜM ÇEŞİDİNİN FİZYOLOJİSİ VE VEJETATİF GELİŞMESİNE ETKİLERİ

BÜŞRA ASLAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali SABİR

Jüri

Prof. Dr. Ali SABİR

Prof. Dr. Zeki KARA

Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK

2023, 48 Sayfa

Küresel iklim değişikliğinin tetiklediği abiyotik stres faktörlerinden olan yüksek sıcaklık stresi, diğer birçok bahçe bitkisi türünde olduğu gibi sofralık üzüm üretiminde de asma fizyolojisi ile verim ve kaliteyi olumsuz etkileyebilmektedir.

Cam serada oluşturulan yüksek sıcaklık şartlarında topraksız kültür ortamında yürütülen bu çalışmada aşılı (41 B, Rupestris du Lot ve 44-53 M) ve aşısız 'Black Magic' (*Vitis vinifera* L.) fidanları kullanılmıştır. Yaz sezonu süresince yapraktan 0, 100 ve 200 µM dozlarında üç defa gerçekleştirilen melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) uygulamaları, yüksek sıcaklık (45±3 °C) altındaki asmalarda bazı fizyolojik özellikler ile vejetatif gelişme üzerine olumlu etkiler göstermiştir. Melatonin uygulanan asmaların yaprak klorofil içeriği kontrol asmalarına göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Melatoninin her iki dozu da 41 B ve 44-53 M anaçları üzerine aşılı asmalarda stoma iletkenliğini arttırmıştır. Her iki uygulama dozu da tüm asmalarda sürgün uzunluğunu önemli derecede arttırmıştır (aşısız asmaların 200 µM uygulaması hariç). Özellikle 100 µM dozunda uygulanan melatonin, odunsu sürgün uzunluğunu kayda değer şekilde artırarak asmalarda yazlık sürgünlerin pişkinleşmesine önemli katkı sağlamıştır. Melatonin uygulamaları 41 B ve Rupestris du Lot anaçlarına aşılı asmalarda yaprak gelişimini de olumlu etkilemiştir. Yüksek sıcaklık koşullarında yürütülen bu araştırmada kullanılan melatonin dozlarının asma fizyolojisinde ve gelişiminde genel olarak benzer etkiler göstermiş olduğu gözlenmekle birlikte, maliyet bakımından dikkate alındığında melatoninin 100 µM uygulaması tavsiye edilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Vitis vinifera* L., yüksek sıcaklık stresi, melatonin, sürdürülebilir bağcılık, asma fizyoloj

ABSTRACT**MS THESIS****EFFECTS OF MELATONIN APPLICATIONS UNDER HIGH TEMPERATURE STRESS ON
PHYSIOLOGY AND VEGETATIVE DEVELOPMENT OF 'BLACK MAGIC' GRAPE
CULTIVAR GRAFTED ON DIFFERENT ROOTSTOCKS****Büşra ASLAN****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY****Advisor: Prof. Dr. Ali SABİR****Jury****Prof. Dr. Ali SABİR****Prof. Dr. Zeki KARA****Asst. Prof. Dr. Filiz HALLAÇ TÜRK****2023, 48 Sayfa**

Extreme temperatures with the effects of global climate change, have been adversely affecting the yield and quality in agriculture. Ever increasing water consumption under the effects of temperature increases has driven the importance of sustainability of crop production with precision agricultural techniques. High temperature stress can negatively affect the vine physiology as well as yield and quality in table grape production.

In the present study conducted under the high temperature condition established in glasshouse, grafted (41 B, Rupestris du Lot and 44-53 M) and nongrafted 'Black Magic' (*Vitis vinifera* L.) saplings were used. Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) treatments performed to leaves three times per summer season at 0, 100 ve 200 μ M doses positively affected certain physiological features and vegetative developments of grapevines subjected to high temperature (45 ± 3 °C). Leaf chlorophyll contents of melatonin treated vines were significantly higher than those of nontreated ones. Melatonin in both doses increased the stomatal conductance in vines grafted on 41 B and 44-53 M rootstocks. Melatonin doses also led to significant increments in shoot length across the vines, except for 200 μ M doses of nongrafted vines. In particular 100 μ M melatonin contributed to lignification of summer shoots by providing remarkable enhancement in lignified shoot length. Besides, melatonin treatments improved the leaf development in vines grafted on 41 B and Rupestris du Lot rootstocks. Although melatonin doses used in this study performed under the high temperature condition, displayed similar affects on vine physiology and development, use of 100 μ M dose could be recommended considering the cost.

Anahtar Kelimeler: *Vitis vinifera* L., high temperature stress, melatonin, sustainable viticulture, grapevine physiology.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi çalışmaların süresince yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında destek olan, anlayış gösteren ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Ali SABİR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarında değerli yardım ve desteklerinden faydalandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Zeki KARA'ya teşekkür ederim.

Ayrıca, değerli bilgi ve tecrübeleri ile her zaman destek olan değerli Sayın Hocam Prof. Dr. Ferhan K. SABİR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Deneme, analiz ve tez yazım aşamalarımnda her daim bilgilerinden yararlandığım sevgili çalışma arkadaşlarım İrem TÜRKOĞLU, Yasin GAYRETLİ, Sarmad ABDULHADI ve Özge KAYA DEMİRKESER'e içtenlikle teşekkür ederim.

Destek ve yardımlarını her an hissettiğim ve beni bu günlerime getiren ve her an yanımda olan aileme de ayrıca teşekkür ederim.

Araştırmamızın sağlıklı bir şekilde yürütülmesine katkı sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koortinatörlüğüne teşekkür ederim.

Büşra ASLAN

KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	V
ÖNSÖZ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. ‘Black Magic’ üzüm çeşidi	9
3.1.2. 41 B (<i>Chasselas</i> × <i>V.berlandieri</i>) asma anacı	9
3.1.3. 44-53M [(<i>V.riparia</i> × (<i>V.cordifolia</i> × <i>V.rupestris</i>)] asma anacı	9
3.1.4. Rupestris du Lot (Saint George (<i>V.rupestris</i>)) asma anacı	9
3.1.5. Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin)	10
3.2. Metot	10
3.2.1. Deneme deseni	11
3.2.2. Melatonin Uygulamaları	12
3.3.3 Yapılan Gözlem ve Analizler	12
3.3.4. Sürgün uzunluğu (cm)	12
3.3.5. Odunsu sürgün uzunluğu (cm)	12
3.3.6. Sürgün çapı (mm)	13
3.3.7. Yaprak sayısı (adet/bitki)	13
3.3.8. Yaprak yaş ağırlığı (g)	13
3.3.9. Yaprak kuru ağırlığı (g)	13
3.3.10. Yaprak alanı (cm ²)	13
3.3.11. Yaprak klorofil içeriği (mg/kg ⁻¹)	13
3.3.12. Stoma iletkenliği (m ⁻² s ⁻¹)	14
3.3.13. Yaprak oransal su içeriği (%)	14
3.3.14. Elektrolit sızıntı (Leakage) analizi (%)	14
3.3.15. Budama artığı ağırlığı (g)	15
3.4. İstatistiksel analizler	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	16
4.1. Yüksek Sıcaklık Stresi Altında Melatonin Uygulanan Bitkilerde Fizyolojik Gözlem ve Ölçümler	16
4.2. Araştırma Ortamında Sıcaklık ve Nem Değerleri	16

4.3. Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^2\text{sn}^{-1}$)	16
4.4. Yaprak Klorofil İçeriği (mg kg^{-1}).....	18
4.5. Yaprak Oransal Su İçeriği (%).....	19
4.6. Elektrolit Sızıntı (Leakage) analizi (%)	20
4.7. Sürgün Uzunluğu (cm).....	21
4.8. Sürgün Çapı (mm).....	23
4.9. Yaprak Sayısı (adet/bitki)	24
4.10. Yaprak Yaş Ağırlığı (g)	25
4.11. Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	25
4.12. Yaprak Alanı (cm^2)	26
4.13. Budama Artığı Ağırlığı (g)	28
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	29
5.1. Sonuçlar	29
5.2. Öneriler	30
KAYNAKLAR.....	31

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat Derece
Chl	: Klorofil
Cm ²	: Santimetrekare
CO ₂	: Karbondioksit
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
Ha	: Hektar
IAA	: Indol Asetik Asit
IPCC	: Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli
m ²	: Metrekare
Mg	: Miligram
MI	: Mililitre
Mlt	: Melatonin
µM	: Mikromolar
OIV	: Uluslararası Bağ ve Şarap Örgütü
ROS	: Reaktif Oksijen Türevleri

1. GİRİŞ

Bahçe bitkileri, insan beslenmesinde protein, karbonhidrat, vitamin, mineral, lif, yağ, mikro besin ve antioksidan içerikleriyle başlıca besin kaynakları olarak bilinmektedir (Singh ve ark., 2019). Asma, 7.6 milyon hektarlık üretimi ve yalnızca şarap ihracat pazarlarında yıllık ~3.6 milyar dolarlık değeri ile dünyanın en yaygın yetiştirilen ve ekonomik açıdan değerli bahçe bitkilerinden biridir (OIV, 2018). OIV istatistiklerine göre şarap, bağcılığın ana tüketim ürünüdür (%68), taze üzüm (%30), kuru üzüm (%1.8) ve üzüm suları, jöleler, etanol, sirke, üzüm çekirdeği yağı, tartarik asit ve diğer kullanımlar (%0.2) gelmektedir. Eski çağlardan beri yetiştirilen üzüm, insan sağlığı üzerindeki faydalı etkileri ve büyük ölçekte ekonomik önemi nedeniyle başlıca ürünlerler arasında yer almıştır (Ivanova-Petropulos ve ark., 2015).

Dünyada en yaygın geleneksel ve değerli ürünler arasında yer alan üzümler, kardiyoprotektif özelliklere sahip güçlü antioksidanlar olan antosiyaninler, kateşinler, flavonoller, proantosiyanidinler, stilbenler ve diğer fenolikler gibi zengin fenolik bileşik kaynakları olarak bilinmektedir (Renaud ve de Lorgeril, 1992; Zern ve Fernandez, 2005; Sabir ve ark., 2010). Multidisipliner çalışmalar, sofralık üzümün fenol bakımından zengin olmasıyla insan sağlığının korunmasında ve iltihaplanma, damar hastalıkları, kanser ve yaşa bağlı bozukluklara karşı korunmada önemli bir rol oynadığını kanıtlamıştır (Weston, 2000). Sofralık üzüm tüketimine bağlı bu olumlu etkilerin çoğu, üzümün içeriğinde birçok biyolojik aktiviteye sahip olan antosiyaninler, flavanoller ve resveratrol gibi polifenollerin varlığından dolayıdır (Cantos ve ark., 2002; Tomé-Carneiro ve ark., 2013).

Dünyada bilinen 10.000 üzüm çeşidinin %95'inden fazlasını *V. vinifera* L. türü sağlamaktadır (Çelik, 2011). FAO 2021 verilerine göre, dünyada 6.9 milyon hektarlık bağ alanından 77.1 milyon ton üzüm üretimi sağlanmıştır. Türkiye, dünyada üzüm bağ alanı bakımından 400.000 hektar (%5.85) ile 5.sırada, üretimi bakımından ise 4.2 milyon ton (%5.32) ile 6.sırada yer almaktadır. Türkiye'de M.Ö. 3500 yıllarına dayanan eski ve köklü bir bağcılık kültürü olduğu bildirilmiştir. Anadolu, dünyada üzümün kültüre alındığı ilk bölgelerdendir (Winkler, 1974). Bugünkü Ermenistan, Gürcistan ve Azerbaycan sınırlarını kapsayan Transkafkasya'dan kuzeydoğu Anadolu ile birlikte içine aldığı coğrafya asmanın ilk kültüre alındığı yer olarak bilinmektedir (This ve ark., 2006; Maghradze ve ark., 2010; McGovern, 2013). Türkiye'de çok çeşitli üzüm genotipleri yüzyıllardır ekonomik veya yerel olarak yetiştirilmektedir (Oraman, 1969;

Sabir ve ark., 2018). Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü bünyesinde yer alan, Türkiye'nin ilk ve en büyük asma gen bankası olarak bilinen Milli Koleksiyon Bağ yaklaşık 1500 üzüm çeşidi/genotipi içermektedir (Candar ve ark., 2021). Üretilen toplam üzümün yıllık yaklaşık %37'si üzüm suyu, sucuk, sirke, köfter, pekmez (kaynamış konsantr şıra) ve diğer yerel tüketim ürünleri için işlenmektedir (Uzun ve Bayır, 2008).

Dünya nüfusunun halen 7.7 milyar olduğu ve 2030 yılına kadar 8.5 milyara, 2050 yılına kadar 9.7 milyara çıkacağı tahmin edilmektedir (Parajuli ve ark., 2019). Küresel ölçekte seyreden hızlı nüfus artışı ve tüketimde bilinç seviyesinin yükselmesi, bahçe bitkilerine olan talebin artmasına neden olmaktadır. Ancak, hızla artan nüfusun tüketimine bağlı olarak doğal kaynakların kontrolsüz şekilde azalması, gelecekte tarımsal üretimin yetersiz kalacağına işaret etmektedir. Bununla birlikte, iklim değişikliği ve diğer abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin bahçe bitkileri üretimini büyük oranda olumsuz etkileyeceği öngörülmekte ve gelecekte bu olumsuz etkilerin potansiyel olarak daha da artacağı tahmin edilmektedir (Wheeler ve Von Braun, 2013). Bunlara ek olarak, tarımsal üretimde oldukça yaygın kullanım alanına sahip kimyasal gübreler bahçe ürünlerinde kalıntı sorunlarına neden olarak hem gıda güvenliğini tehdit etmekte hem de dış ticarete olumsuzluklara yol açmaktadır. Yoğun kimyasal kullanımı, tarım alanlarında ekolojik dengenin bozulmasına, çevre kirliliğine, bitkilerde hastalık ve zararlılara hassasiyet göstermesine neden olabilmektedir (Atasever, 2015). Bu nedenle, tarımda insan ve çevreye dost sürdürülebilir yaklaşımlar gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir.

İklim değişikliğinin etkisinde artan çevresel stres faktörleri tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir (Gutiérrez-Gamboa ve ark., 2021). Sanayi devrimi ile birlikte atmosferde biriken ve giderek artan karbondioksit ve diğer sera gazları ve aynı zamanda ozon tabakasının ışınları tutması sebebiyle yüzey sıcaklıkları ortalaması belirgin bir şekilde artmaktadır. Bu olay, sera etkisi olarak da bilinmektedir (Van Leeuwen ve ark., 2013). Uluslararası İklim Değişikliği Paneli'nin bildirdiğine göre yirminci yüzyılda dünyanın yüzeyi neredeyse 0.74 °C ısınmıştır. Kıyı subtropikal bölgelerinin bazılarında çoktan 35 °C sıcaklıklar bildirmiştir (Jones ve ark., 2005; Schultz ve Jones, 2010; Granier ve ark., 2011; Raymond ve ark., 2020). Bir bölgenin tarımsal verimliliği ve iklim doğrudan ilişkilidir ve iklim değişikliğinin etkilerini biyoklimatik parametreler kullanarak tahmin etmek için kullanılabilen çeşitli modelleme araçları ve yaklaşımları halihazırda mevcuttur. Bu nedenle iklim koşullarındaki ve

özellikle yağış rejimindeki değişikliklerin, çevrede tarımsal uygulamaları değiştirmesi muhtemel görünmektedir (Van Leeuwen ve ark., 2013). Ayrıca, iklim ve atmosferdeki gaz bileşimindeki değişiklikler, bitki hastalıklarının ve zararlılarının şiddetini arttırmaktadır. Bunların sonucu, tarımsal ilaçlara ve gübrelere bağımlı hale gelen üretim modeli kaçınılmaz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun sonucu olarak iklimsel değişikliklerin gıda güvenliği ve varlığını, hatta fiyatlarını etkileyeceği, gelişmemiş/gelişmekte olan toplumların yeterli gıdaya ulaşımını kısıtlayacağı öngörülmektedir (Türkeş, 2020).

İdeal bir üzüm yetiştiriciliği için yıllık ortalama sıcaklığın 10 °C'nin altına, gelişme dönemindeki sıcaklığın da 18 °C'nin altına düşmemesi gerektiği çalışmalarca bildirilmiştir (Çelik, 2006). Vejetasyon döneminde sıcaklığın 10 °C'nin altına düşmesi veya 35 °C'nin üzerine çıkması asma gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir (Happ, 1999). Dünya genelinde bağcılığın 30°-50° kuzey, 30°-40° güney enlem dereceleri arasında yaygın halde yapıldığı görülmektedir (Jones ve Alves, 2012). Sıcaklık, dünya çapında üzüm üretimi ve kaliteyi en çok etkileyen faktördür (Cramer, 2010). Ancak iklim değişikliği senaryoları bu sınırların olumsuz yönde değişeceğini öngörmektedir. Asmalarda fotosentez, 35 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda olumsuz etkilenmektedir (Salvucci ve Crafts-Brandner, 2004). Aşırı sıcaklıklar, asma fizyolojisini ve üzüm kalitesini olumsuz etkileyerek bağcılığın gelir seviyesini düşürebilmektedir (Howell, 2001; Liu ve ark., 2012). Değişen iklimin sebep olduğu kuraklık ve sıcaklık artışları üzüm üretiminde sürdürülebilirliğin öncelikli konuları haline gelmiştir (Winkler, 1974; Jackson ve Lombard, 1993; Salazar Parra ve ark., 2010). Yeryüzünde ekonomik olarak bağcılık yapılan coğrafyaların önemli bir kısmında gün ortası en yüksek sıcaklık 40 °C'nin üzerine çıkabilmektedir (Luo ve ark., 2011). Özellikle çiçeklenme döneminde yüksek sıcaklığa maruz kalan asmaların tane tutumu olumsuz etkilemekte ve bu da verimi azaltan bir özellik olarak bildirilmektedir. Asma çiçek taslaklarını bir önceki yıldan oluşturmaktadır. Bu dönemde asmanın içinde bulunduğu optimum sıcaklıklar ve güneşli koşullar çiçek taslaklarının oluşumunu, serin ve bulutlu hava ise sürgün oluşumunu teşvik etmektedir. Bu durumda asmanın verimliliğinin, büyük oranda bir önceki yılın yaz başlarında hüküm süren iklimsel faktörlere bağlı olduğu anlaşılmaktadır (Greer ve Weston, 2010).

İklim değişikliği ile ilgili gelecek öngörülerini, ülkemizi de içine alan Akdeniz Havzası'nda yaz kuraklığının giderek artacağını ve buna bağlı verim kayıplarının da artacağına işaret etmektedir (Fraga ve ark., 2016; Fraga ve ark., 2018). Bu bölgede

yaşanacak olan su stresi sebebiyle tane ve salkımların yeterince gelişmemesi ve buna bağlı verim kaybı yaşanması olası görülmektedir (Gambetta, 2016). Üzüm tanesinde şekerlerin, toplam fenoliklerin ve diğer aroma bileşiklerinin sentezi ve birikimi olgunlaşma sırasında maruz kalınan güneş ışığı ile büyük ölçüde artmaktadır. Düşük güneş ışığına sahip bölgelerde, güneşe maruz kalan yaprak alanını arttırmak için uygun terbiye şeklinin seçimi ve kültürel işlemlerin aksatılmaması son derece önem arz etmektedir. Buna karşın güneş ışığının çok yoğun olduğu bölgelerde ise fotosentez miktarının artması beklense de suya karşı ihtiyacında artacağı veya güneş yanıklığı gibi problemler ortaya çıkacağı bildirilmiştir (Santos ve ark., 2020). Ayrıca aşırı vejetatif gelişme nedeniyle oluşan gölgeleme bazen olgunlaşmayı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Schultz ve Jones, 2010).

Asmalar, çeşitli stres faktörlerine karşı fizyolojik olarak adaptasyon yeteneğine sahip bitkiler olarak bilinse de farklı dönemlerde etkili olan olağanüstü iklimsel olaylar, vejetatif ve generatif gelişme üzerinde olumsuz etkiye sebep olabilmektedir. İklim modelleri ile yapılan çalışmaların bildirdiğine göre bu değişikliklerin özellikle sıcaklık artışı ve yağış miktarlarındaki azalış şeklinde karşımıza çıkması olasıdır. Bu kapsamda bağ alanları, asma fenolojisi, fizyolojisi, morfolojisi, vejetatif ve generatif gelişmesi, verimi ve üzüm kalite dengesi, üzüm tane kompozisyonu ve birçok parametrenin olumsuz etkilenmesi kaçınılmazdır. Yakın gelecekte Türkiye'nin özellikle batı ve güney kesimlerinde kurak koşulların artması, kış dönemindeki yağışların azalması ve yıl içerisinde yağış dağılımının değişiklik göstermesi beklenmektedir (Soltekin, 2021). Ayrıca küresel ısınma ile birlikte sıcaklık değerlerindeki artışın sadece üretim ve kalite üzerinde değil aynı zamanda biyoçeşitlilik ve gıda güvenliği konularını da etkileyeceği öngörülmektedir.

Stres şartları altında sürdürülebilir bağcılık için çevre dostu bazı uygulamalar önerilmektedir. Bağda abiyotik strese karşı sık kullanılanlardan bazıları kaolin (Conde ve ark., 2016; Dinis ve ark., 2016; Garrido ve ark., 2019), deniz ürünleri ekstraktları (Frioni ve ark., 2019; Salvi ve ark., 2019; Taskos ve ark., 2019), kitosan (Aziz ve ark., 2006; Trotel-Aziz ve ark., 2006; Górnik ve ark., 2008; Vitalini ve ark., 2014; Portu ve ark., 2016; Romanazzi ve ark., 2019; Singh ve ark., 2019), metil jasmonat (Belhadj ve ark., 2006; Gil-Muñoz ve ark., 2017), ABA (Ju ve ark., 2016), ve glisin betain (Zamani ve ark., 2013; Jalil ve Sabır, 2017) sayılabilmektedir.

Bu araştırmada, yüksek sıcaklık koşullarında 3 farklı (41 B, Rupestris du Lot, 44-53 M) asma anacına aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarına yapraktan melatonin

uygulamalarının asmaların fizyolojik özellikleri ile vejetatif gelişimine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sıcaklık, asma fizyolojisi ve gelişiminde rol oynayan en önemli iklim faktörlerindedir. Asma yapraklarının fotosentezi için optimum sıcaklık aralığı 25 °C ile 35 °C arasındadır (Salvucci ve Crafts-Brandner, 2004). Bu aralıktan daha yüksek sıcaklıklar, fizyolojik reaksiyonları ve metabolizmaları değiştirebilir, şeker ve organik asit üretimini olumsuz etkileyebilir. Ashenfelter ve Storchmann (2016), iklim değişikliğinin etkilerinden olan soğuk bölgelerde beklenen ısınmanın üzüm ve şarap kalitesini olumlu etkileyebileceği fakat sıcak bölgelerdeki sıcaklık artışının daha da fazla olması nedeniyle kalitenin düşebileceğini bildirmişlerdir. Schultz (2016) çalışmasında, kırmızı çeşitlerin genel anlamda, beyaz çeşitlerle karşılaştırıldığında sıcak koşullarda daha toleranslı davranabildiğini belirtmiştir. Özellikle kırmızı şaraplık ve sofralık çeşitler için bakıldığında kısıtlı sulama ile kalite artışı sağlanabilmektedir (Van Leeuwen ve ark., 2013; Soltekin ve ark., 2018). Vejetasyon süresince gözlenen yüksek sıcaklıklar, üzüm tanesindeki toplam asitliği azaltabilmekte (Schultz ve Jones, 2010), şeker veya alkol içeriğini arttırabilmekte (Jones ve Alves, 2012) ve fenolojik safhaları kaydırabilmektedir (Webb ve ark., 2011).

İklim değişikliği ve değişen çevreden, bazı zararlı ve faydalı böceklerin yaşam döngüleri de etkilenebilmektedir (Moschos ve ark., 2004). Yüksek sıcaklıklar bazı böcek türlerinin yıl içerisinde nesil sayılarını arttırabilmektedir (Grulke, 2011). Dolayısıyla iklim değişikliği hem bitki büyüme hızını hem de hastalık etmeninin gelişim hızını etkileyebilmektedir (Garrett ve ark., 2021). Sıcaklık arttıkça bağ alanlarında görülen salkım güvesi ve külleme zararının da artacağı vurgulanmıştır (Caffarra ve ark., 2012).

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), bahçe bitkileri büyümesini, çiçeklenmeyi, meyve olgunlaşmasını, hasat sonrası ürünlerin korunmasını ve bitki stres fizyolojisini etkileyen biyomoleküldür (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2021). Melatonin üzerine son zamanlarda yapılan bir çok araştırma, melatoninin soğuk stresi (Li ve ark., 2018; Li ve ark., 2019), kuraklık stresi (Li ve ark., 2019) ve beslenme yetersizliği (Kobylińska ve ark., 2018) gibi çeşitli bitki streslerine karşı etkili olduğunu bildirmiştir (Yu ve ark., 2018). Bunun yanı sıra bitki büyümesini ve gelişimini, bitkide çiçeklenme ve yaşlanma (Gao ve ark., 2016; Wang ve ark., 2018; Tan ve ark., 2019) gibi mekanizmalarını da düzenler. Yine bitkilerin çeşitli patojenlerden ve enfeksiyonlardan korunmasında çok önemli rollere sahip olduğu bildirilmiştir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2015).

Melatonin, bitkilerde metabolizmanın düzenlenmesi gibi bir dizi fizyolojik reaksiyonlarda da yer almaktadır (Wan ve ark., 2018). Melatonin, adventif kök oluşumunu tetiklemekte (Wen ve ark., 2016), tuzluluk stresinin olumsuz etkisini azaltmakta (Chen ve ark., 2018), soğuk stresin olumsuz etkilerini hafifletmekte (Zhang ve ark., 2017), stres koşulları altında klorofil pigmentlerini korumakta (Szafrńska ve ark., 2016), tuz stresi altında tohum çimlenmesinin iyileştirilmesine yardım etmekte (Castañares ve Bouzo, 2019), oksidatif stresi hafifletmekte (Zhang ve ark., 2017) ve elektron taşıma zincirinin iyileştirilmesine yardımcı olabilmektedir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2020; Arnao ve Hernández-Ruiz, 2021).

Son yıllarda melatoninin gösterdiği güçlü antioksidan aktivitesi büyük ilgi görmüş ve üzümlerde etkisinin araştırıldığı çalışmalar yoğunlaşmıştır (Kolář ve Macháčková, 2005; Arnao ve Hernández-Ruiz, 2015). Yüksek sıcaklık ve yağışlı bölgelerde yetiştirilen üzümlerin yetersiz renklenmesine ve kalite kriterlerinin düşmesine uygun bir çözüm bulmak için melatonin spreylemenin ‘Summer Black’ tanelerinin kabuk rengi ve tane kalitesi üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, birçok antosiyanin biyosentez genlerinin transkript seviyelerini artırarak kabuk renginin iyileştirilmesinin yanı sıra üzüm meyve kabuğuna püskürtülen 100 µmol melatoninin, üzüm meyvelerinde erken olgunlaşmayı etkili bir şekilde desteklediği, artan sükroz fosfat sentaz aktivitesi gibi sükroz sentezini artırarak çözünür şeker birikimini arttırdığı ve N, P'nin besin emilimini arttırdığı raporlanmıştır (Xia ve ark., 2021). Sonuç olarak melatonin uygulaması sıcak ve yağışlı bölgelerde üzüm kalitesini arttırmada etkili bir teknik olarak önerilebilmektedir.

Wang ve ark. (2020) sofralık bir üzüm çeşidi olan ‘Kyoho’ ile yaptıkları bir çalışmada üzümlerin eksojen melatonin amino asit odaklı, melatonin odaklı ve fenolik bileşikler odaklı metabolizmadaki rolünü araştırmışlardır. Sonuç olarak, melatoninin 200 µmol eksojen uygulaması, tane absisyonu ve salkımların patojenlerden kaynaklı bozulması dahil ‘Kyoho’ üzümlerinin hasat sonrası kalite kriterlerinin korunmasına katkı sağlamıştır. Bu çalışmanın sonucu, eksojen melatoninin üzüm kabuklarındaki aminoasit birikimini arttırdığını göstermiştir. Ayrıca, sonuçlar, yüksek antioksidan kapasiteye katkıda bulunabildiğini ve melatoninin tane kabuklarında fenolik biyosentezin giderek arttığını ortaya koymuştur. Endojen metabolizma yanıtının bu kanıtlarından yola çıkarak, melatoninin hasat sonrası sofralık üzümlerde fenolik birikiminin güçlendirilmesi üzerinde faydalı etkiler yaratacak umut verici bir doğal ajan olabileceği sonucuna varılmıştır.

Farklı melatonin konsantrasyonlarının üzüm fidelerinin büyümesi ve sakaroz metabolizması üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada melatonin uygulamaları kontrole kıyasla üzüm fidelerinin biyokütle, fotosentetik performans ve fotosentetik pigment içeriğinin artmasına neden olmuştur. Melatonin uygulamaları ayrıca antioksidan enzim aktivitelerinin artmasına ve daha yüksek konsantrasyonlarda ozmotik ayarlamaya yardım etmiştir. Glikoz metabolizmasına bağlı enzimlerin şeker içeriği ve aktiviteleri de melatonin tedavilerinde kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, karşılıklı etki olduğunu ve asma fidelerinin büyümesi ile şeker metabolizması arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Melatonin, üzüm fidelerinin köklerinin, gövdelerinin ve yapraklarının büyümesini ve gelişmesini desteklediğinden, besinleri daha iyi absorbe edebilmekte ve doğal kaynaklar için rekabet edebilmektedir. Melatonin uygulamaları, üzüm fidesi yapraklarında fotosentezi teşvik ederek daha fazla sakaroz sentezine yol açmaktadır. Sükroz metabolizması ile ilgili enzimler de melatonin tarafından uyarılmış, böylece sükrozun çoğu, büyüme ve gelişme için yapı maddesi sağlayan glikoz ve fruktoza hidrolize edilmiştir. Üzüm fidelerinin direncinin, artan toplam çözünür şeker içeriği ve daha yüksek antioksidan enzim aktiviteleri nedeniyle melatonin uygulamaları ile arttığı da gözlenmiştir. Bu koşullar altında, üzüm fidelerinin işlenmesi için en uygun melatonin konsantrasyonu 150 µmol olarak kaydedilmiştir (Zhong ve ark., 2020).

Polifenoller, üzüm ürünlerine atfedilen sağlığa oldukça yararlı oldukları kanıtlanmış bileşiklerdir (Monagas ve ark., 2005). Bir çalışmada RNA-Seq analizi ışığında üzüm salkımlarında melatonin uygulamasına yanıt olarak polifenol metabolizmasının en baskın biyolojik süreç olduğunu açıklanmaktadır. Ayrıca yine renklenme aşamasında olan üzüm salkımlarının iki melatonin uygulamasının toplam antosiyanin, fenol, flavonoid ve proantosiyanidin içeriğini arttırdığı kaydedilmiştir (Xu ve ark., 2017).

Son yıllarda bahçe bitkilerinde melatonin kullanımını konu alan araştırma sayısının arttığı görülmektedir. Ancak, kaynak araştırmalarına göre bağcılıkta stres şartlarında melatonin uygulaması konusunda yeterince deneysel bulguya ulaşılamamıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait araştırma ve uygulama serasında 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı Amerikan asma anacı (41 B, Rupestris du Lot, 44-53 M) üzerine aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmaları kullanılmıştır.

3.1.1. 'Black Magic' üzüm çeşidi

'Black Magic', yüksek verimli sofralık çeşitler arasındadır. Bu çeşit Moldova'da Kişinev'deki Bağcılık Enstitüsü tarafından elde edilmiş ve ilk olarak 'Codreanca' olarak adlandırılmıştır. İtalya'da da uluslararası isim olan 'Black Magic' olarak yeniden tescillenmiştir. Erken olgunlaşan, konik şekilli, ortalama 450 - 500 g ağırlığında büyük salkımları ve eliptik, koyu mavimsi siyah taneleri vardır (Dimovska ve ark., 2013).

3.1.2. 41 B ('Chasselas' × *V.berlandieri*) asma anacı

41 B, *V. Vinifera* L. ('Chasselas') × *V. berlandieri* melezi olarak ıslah edilmiş bir asma anacıdır. Toprak seçiciliği az olarak bilinir ve genellikle her türlü toprakta gelişebilmektedir. Kuvvetli bir kök yapısı olmakla birlikte ilk yıllar gelişmesi oldukça yavaştır. Fazla kireçli olan topraklarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizdeki en geniş yayılma alanı Ege Bölgesi'dir. Çelik verimi iyi, köklenme randımanı diğer anaçlara göre daha düşük ancak standart çeşitlerle uyumu oldukça iyidir (Kocamaz, 1995). %40 aktif kirece dayanıklıdır. Kökleri derine gider ve filoksera zararlısına dayanıklı bir anaçtır (İlter, 1980).

3.1.3. 44-53 M [*(V.riparia* × (*V.cordifolia* × *V.rupestris*)] asma anacı

44-53 M anacına ait asmaların gelişimi verimli ve kireçsiz topraklarda çok daha iyidir. Kurak koşullara toleransı oldukça yeterlidir. Vejetatif gelişme kuvveti orta kuvvetlidir. Yapılan araştırmalara göre, don riski yüksek olan bölgelerde, üzerine aşılana çeşidin soğuğa toleransında faydalı olabileceği düşünülmektedir (Galet, 1998).

3.1.4. *Rupestris du Lot (V.rupestris)* asma anacı

Rupestris du Lot genetik olarak saf anaçtır. Yaprakları filoksera galleri taşıyabilse de kökleri filokseraya dayanıklıdır. Külleme ve mildiyöye karşı oldukça dayanıklı olmasına karşın antraknoza hassastır. Bazı araştırmacılara göre Pierce's hastalığına dayanıklılık gösterdiği bildirilmiştir. *Rupestris du Lot* anacı derin olan topraklarda iyi yetişir, kökleri derine gitmektedir ve kurak koşullara iyi dayanır (Galet, 1998).

3.1.5. Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin)

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), bahçe bitkileri büyümesini, çiçeklenmeyi, meyve olgunlaşmasını, hasat sonrası korumayı ve stres korumasını etkileyen yeni ortaya çıkan bir biyomoleküldür. Tohum çimlenmesini teşvik etmek, kök sistemi mimarisini düzenlemek, çiçeklenme ve polen çimlenmesini etkilemek, meyve üretimini teşvik etmek, hasat sonrası korumayı sağlamak ve abiyotik ve biyotik streslere karşı direnci artırmak için bitki büyüme düzenleyicisi, koruyucu ve antimikrobiyal ajan olarak işlev gördüğü rapor edilmiştir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2021).

3.2. Metot

Deneme, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma serasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında, cam serada topraksız kültür ortamında aşılı (41 B, *Rupestris du Lot*, 44-53 M anaçları üzerine) ve aşısız 'Black Magic' asmaları kullanılmıştır. İlkbaharda aşılansızın köklendirilmiş olan çeşit materyalleri ile köklü anaçlar üzerine yeşil aşı tekniği ile aşılarak elde edilen aşılı bitkilerden yaklaşık 30 cm uzunluğa ulaşan bir örnek gelişme kuvvetindeki sağlıklı bitkiler deneme kapsamına dahil edilmiştir. Bitkiler 32x23x20 ebatlarında siyah plastik saksılara aktararak topraksız kültür ortamı oluşturulmuştur. Topraksız kültürde yetiştirme ortamı olarak eşit hacimdeki steril perlit (yaklaşık 3 mm çapında) ve torf karışımı kullanılmıştır. Aşılı ve aşısız asmalardan oluşan ana parseller 0, 100 ve 200 µM melatonin uygulamalarından oluşan üçer alt parsel bölünmüştür. Her uygulamada üç tekerrür ve her tekerrürde üçer bitki kullanılmıştır. Bitkiler, güneş ışığından benzer koşullarda faydalanmak üzere birbirini gölgelemeyecek şekilde doğu-batı yönünde, sıra arası ve üzeri mesafeler yaklaşık 100x40 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Asmalarda araştırma süresince günlük olarak koltuk ve anaç sürgünü temizliği yapılmak suretiyle tek ana sürgün

halinde gelişme sağlanmıştır. Bitkilerde vejetatif gelişme özelliklerinin sağlıklı bir şekilde karşılaştırılabilmesi için sürgünler yaklaşık 2.2 metre yükseklikteki tellere iplerle sabitlenecek ve günlük olarak sürgün dolama işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırma bitkileri yaklaşık 4 L/h debi ile çalışan damla sulama sistemi ile sulanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Deneme parselinden bir görünüm

Araştırma ortamında sıcaklık stresinin oluşturulması amacıyla cam seranın tepe ve yan havalandırmaları kademeli olarak kapatılarak iç ortam sıcaklığı mevsim şartlarına göre yaz ortalarından itibaren sezon sonuna kadar yüksek derecelerde tutulmuştur. Bu kapsamda, daha önceki yıllarda aynı ortamda yapılan test sonuçlarına göre fotosentetik aktivitenin en uygun seviyelerde gerçekleştiği gün içerisinde saat 09:00 ile 16:00 arasında ortam sıcaklığı 45.0 ± 3.0 °C civarında tutulmaya çalışılmıştır. Şiddetli güneş ışığının görüldüğü yaz ortasında sürgün uçlarının kurumasını önlemek amacıyla, iklim değişikliğinde sürdürülebilir bağcılık kapsamında kullanılması önemle tavsiye edilen (Kliwer ve ark., 1967; Smart ve ark., 1988; Keller ve Hrazdina, 1998) yaklaşık %70 ışık geçirgenliğine sahip gölgeleme filesi kullanılmıştır. Sera iç ortamının gün ortası en yüksek sıcaklık ve en düşük nem değerleri, asmaların taç bölgesine yerleştirilen veri kaydedici ile günlük olarak kaydedilmiştir.

3.2.1. Deneme deseni

Bu araştırmada topraksız kültür ortamında 3 farklı anaç üzerine aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asma fidanları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan asmalar 0.5 x 1.0 m aralıklarla doğu ve batı yönlü sıralar halinde yerleştirilmiştir. Her aşı kombinasyonu için melatonin uygulamaları 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiş olup her tekerrürde 3 adet sağlıklı ve eşit büyüme gücüne sahip asma fidanı kullanılmıştır.

3.2.2. Melatonin uygulamaları

Yüksek sıcaklık stresi altındaki aşılı ve aşısız asma anaçlarına melatoninin etkisinin belirlenmesi amacıyla 0, 100 ve 200 μ M dozlarında uygulama yapılmıştır. Melatonin uygulamasına, Konya ekolojisinde yaz başlarında yaygın görülen kırk ikinci yağışlarından sonra hava sıcaklığının yükselmesi ile Temmuz ayında başlanmıştır. Melatonin uygulamaları üç hafta arayla, yaz sezonu süresince 3 defa yapraktan yapılmıştır. Uygulamaların yapıldığı tarihler izelge 3.2.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2.2. Melatonin uygulamasının yapıldığı tarihler

Uygulama	Uygulama Tarihi
1. Uygulama	22.07.2022
2. Uygulama	08.08.2022
3. Uygulama	31.08.2022

3.3. Yapılan Gözlem ve Analizler

Farklı asma anaçları üzerine aşılanan ‘Black Magic’ zm çeşidine ait asmaların uygulanan farklı melatonin dozlarına tepkilerini saptayabilmek için asmaların bazı fizyolojik ve vejetatif büyüme özellikleri kaydedilmiştir.

3.3.1. Sürgün uzunluğu (cm)

Sürgün uzunluğu ölçümleri vejetasyon dönemi sonunda, sürgün uçları kurumadan önce gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamındaki asma üzerindeki tüm sürgünlerin uzunlukları, 1 mm hassasiyete sahip şerit metre ile ölçülmüştür (OIV, 1997).

3.3.2. Odunsu sürgün uzunluğu (cm)

Odunsu sürgün uzunluğu parametresinin ölçümleri vejetasyon dönemi sonunda, sürgün uçları kuruyarak odunlaşmamış kısımlar düştükten sonra gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamındaki asmalar üzerindeki tüm odunsu sürgünlerin uzunlukları, 1 mm hassasiyete sahip şerit metreyle ölçülerek asma başına ortalama sürgün uzunluğu hesaplanmıştır.

3.3.3. Sürgün çapı (mm)

Sürgün çapı ölçümleri, dijital kumpasla gerçekleştirilmiştir. Asma üzerindeki tüm sürgünlerin birinci ve ikinci boğumlarının ortasındaki kısım iki yönlü olarak ölçülmüştür. Elde edilen rakamların önce sürgün, sonra asma ortalaması hesaplanmıştır.

3.3.4. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Vejetasyon dönemi sonunda, sürgün uçları kurumadan önce asma üzerindeki tüm sürgünlerdeki yaprakların sayılması suretiyle belirlenmiştir.

3.3.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)

Melatonin uygulamaları tamamlandıktan sonra, aktif gelişme dönemi içerisinde asmalarda sürgünlerin 1/3'lük orta kısmından her uygulamaya ait tam büyüklüğe ulaşmış ve sağlıklı 15'er olgun yaprağın taze ağırlıkları 0.0001 g hassasiyetli bir analitik terazi ile tartılmış ve ortalama olarak ifade edilmiştir.

3.3.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)

Taze ağırlıkları alınan yapraklar etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları 0.0001 g hassasiyetli bir terazi ile tartılmıştır. 15 adet yaprağın ortalama değeri olarak ifade edilmiştir.

3.3.7. Yaprak alanı (cm²)

Melatonin uygulamaları tamamlandıktan sonra, aktif gelişme dönemi içerisinde asmalarda sürgünlerin 1/3'lük orta kısmından her uygulamaya ait tam büyüklüğe ulaşmış ve sağlıklı 15'er olgun yaprağın alanı tarayıcı ile taranmış daha sonra bilgisayar programında (Photoshop Portable Sfx.) cm² biriminden hesaplanmıştır.

3.3.8. Yaprak klorofil içeriği (mg/kg⁻¹)

Sürgün ucundan itibaren 5. ya da 6. boğumda bulunan sağlıklı ve yeni olgunlaşmış yaprakların klorofil içeriği MINOLTA SPAD metre 520 modeliyle ölçülmüştür (Taskos ve ark., 2015).

3.3.9. Stoma iletkenliği (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)

Yaprakların stoma iletkenliği, saat 09.30 ile 11.30 arasında sürgün ucunun 5. veya 6. boğumlarındaki sağlıklı yapraklar kullanılarak ölçülmüştür (Sabır ve Yazar, 2015). Bu ölçümler için asmaların tacının dış kısmında yer alan tam gelişmiş, sağlıklı ve güneş gören yapraklar kullanılmıştır (Johnson ve ark., 2009). Stoma iletkenliği, yaprakların aynı pozisyondaki diliminde (Düring, 2015), yaprak porometresi (SC-1 Leaf Porometre) kullanılarak, her alt parselin karşılıklı bitkilerinin sırayla ölçülmesi suretiyle gerçekleştirilmiş ve mmol H₂O m⁻² s⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Zufferey ve ark., 2011).

3.3.10. Yaprak oransal su içeriği (%)

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)'nin belirlenmesi için melatonin uygulamaları tamamlandıktan sonra, aktif gelişme dönemi içerisinde asmalarda sürgünlerin 1/3'lük orta kısmından her uygulamaya ait tam büyüklüğe ulaşmış ve sağlıklı yapraklar kullanılmıştır. YOSİ için, uygulamalara ilişkin her tekerrürdeki her bir bitki başına bir olgun yaprak olacak şekilde yaprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen yaprak numunelerinin yaş ağırlıkları alınmıştır. Ağırlıkları kaydedilen yaprak numuneleri daha sonra 24 saat süre saf su içerisinde bekletilmiştir. Bu süre sonunda yaprakların yüzeyleri kağıt havlu ile kurularak turgor ağırlıkları saptanmıştır. Turgor ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 72 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül kullanılarak YOSİ (%) hesaplanmıştır (Türkan ve ark., 2005).

YOSİ = (TA-KA)/(TuA-KA)x100 (TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı).

3.3.11. Elektrolit sızıntı (Leakage) analizi

Fizyolojik sürecin normal olarak devam ettirilmesinde bitki dokularının membran sistemi sınırlarındaki tüm hücreler önemli rol oynar. Birçok enzim ve protein membranlarda yerleşik haldedir. Bu nedenle, membranlardaki değişim normal fizyolojik sürecin değişimine ve kayıplara neden olur. Membran zararlanması nedeniyle hücreden sitoplazma kayıpları elektrolit sızıntısı olarak bilinir (Fan ve ark., 2003). Elektrolit sızıntısı, çevre stresinin neden olduğu membran geçirgenliği değişiminin tanımlanmasında kullanılmaktadır (Whitlow ve ark., 1992).

Elektrolit sızıntısı değerinin belirlenmesi için, melatonin uygulamaları tamamlandıktan sonra, aktif gelişme dönemi içerisinde asmalarda sürgünlerin 1/3'lük orta kısmından her uygulamanın tüm asmalarına ait tam büyüklüğe ulaşmış ve sağlıklı yapraklar kullanılmıştır. Örneklerden yaprak başına 1 cm'lik diskler alınmıştır (3 segment/bitki). Örneklerde yüzey kontaminasyonunu (kirlenme) gidermek için saf su ile 3 defa yıkanıp, sonra falkon tüp içerisinde 20 ml saf su ile oda sıcaklığında 24 saat süreyle bekletilmiştir. Banyo solüsyonu (EC1), 24 saat sonra elektriksel iletkenlik EC metre ile okunmuştur (Şekil 3.3.11). Aynı örnekler 120 °C'de 20 dakika etüve yerleştirildikten sonra, çözelti oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve sonra ikinci okuma (EC2) yapılmıştır.



Şekil 3.3.11. Elektrolit sızıntı analizi aşamalarındaki asma yapraklarından disk örneği alınması (solda) ve EC1 okumasının yapılması (sağda).

3.3.12. Budama artığı ağırlığı (g)

Asmalar budandıktan hemen sonra her asmaya ait budama artıkları hassas terazi ile tartılarak yaş ağırlığı kaydedilmiştir.

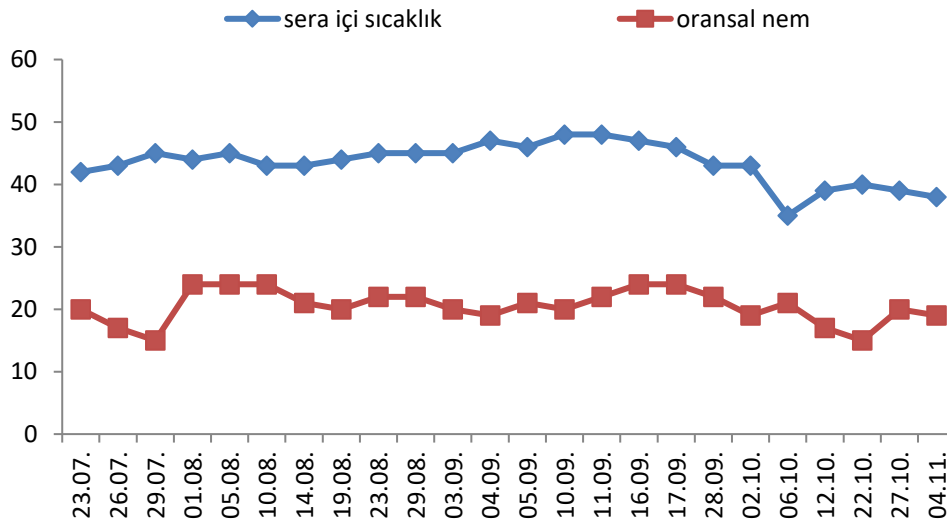
3.4. İstatistik Analizler

Elde edilen rakamsal verilerin istatistiki analizinde JMP istatistik programı 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Veriler varyans analizine tabi tutularak, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları $P < 0.05$ önem seviyesinde LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan anaçlar fizyolojik, morfolojik ve vejetatif özellikleri bakımından büyük farklılıklar gösterdiğinden, istatistik analizler melatonin uygulamalarının etkilerini karşılaştırmaya yönelik yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Ortamında Sıcaklık ve Nem Değerleri

Araştırma ortamında vejetasyon süresince kaydedilen sera içi gün ortası en yüksek hava sıcaklığı ve hava oransal nemi değerleri Şekil 4.1’de sunulmuştur. Araştırma ortamının gün ortası en yüksek sıcaklık değerleri 34 °C ile 48 °C arasında, en düşük hava oransal nem değerleri ise %15 ile %25 aralığında değişmiştir. Sera içinde en yüksek sıcaklık 10.09.2022 tarihinde 48 °C olarak kaydedilmiştir.

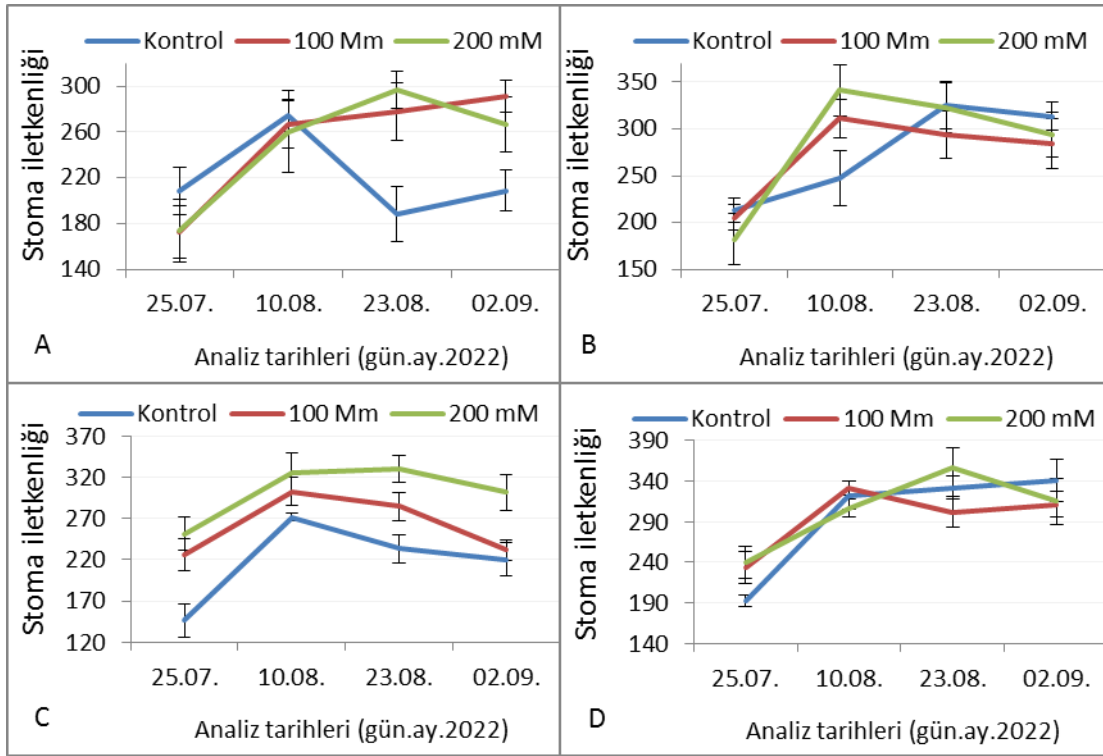


Şekil 4.1. Araştırma ortamında gün ortasında kaydedilen en yüksek sıcaklık (°C) ve en düşük hava oransal nemi (%) değerleri (gün.ay.2022)

4.2. Stoma İletkenliği

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında stoma iletkenliği üzerine etkileri Şekil 4.2’de sunulmuştur. Birinci uygulama sonrasında 25.07.2022 tarihinde yapılan ölçümlerde, stoma iletkenliğinde uygulamalara göre 44-53 M anacına aşılı asmalar dışında kayda değer değişimler görülmemiştir. Sera içinde gün ortası en yüksek sıcaklık değerlerinin (≈ 48 °C) kaydedildiği dönemde yapılan ikinci melatonin uygulamalarını takiben stoma iletkenliği mevsime bağlı olarak artışlar göstermiş olup, melatonin uygulamalarına bağlı olarak Rupestris du Lot ve 44-53 M anacına aşılı asmalarda önemli artışlar belirlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü uygulamaları takiben 41 B ve 44-53 M anaçlarına aşılı asmalarda uygulamalara bağlı olarak stoma iletkenliği önemli seviyelerde daha yüksek bulunmuştur. Aşısız asmalarda ise melatonin uygulamalarının stoma iletkenliğine önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Yüksek sıcaklık, yaprak su içeriğini, yaprak stoma iletkenliğini ve hücreler arası CO₂ konsantrasyonunu belirgin şekilde etkiler (Greer ve Weedon, 2012). Terleme, bitkilerde net radyasyon enerjisinin bir kısmının stoma açıklığındaki değişikliklerle fizyolojik kontrol altında gizli ısıya dönüştürüldüğü fiziksel bir süreçtir. Bitkilerde fotosentez etkinliği ile stoma iletkenliği arasında kuvvetli bir ilişki mevcuttur (Pieruschka ve ark., 2010). Bu nedenle bitkilerin sağlıklı bir şekilde fotosentez yapabilmesi için stoma iletkenliğinin yeterli seviyede aktif olması gerekir. Yüksek sıcaklık koşullarında yürütülen bu çalışma kapsamındaki asmaların stoma iletkenliği, daha önce farklı koşullarda değişik üzüm çeşitleri ile yürütülen çalışmalarda (Zsófi ve ark., 2014; Sabır ve Yazar, 2015) kaydedilen değerlere oldukça yakın iletkenlik değerleri göstermiştir. Bu durum asmaların yüksek sıcaklıklarda da fotosentezini sürdürebilme potansiyelini işaret etmektedir. Araştırmalara göre bitki yapraklarında terleme oranı, yüksek sıcaklık stresi koşullarında (genellikle 35° C'nin üstünde) yaprak sıcaklığındaki artışla önemli ölçüde artmaktadır (Keenan ve ark., 2010).



Şekil 4.2. Melatonin uygulamalarının aşılı (A: 41 B, B: Rupestris du Lot, C: 44-53 M) ve aşısız (D) 'Black Magic' asmalarında stoma iletkenliği (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) üzerine etkileri

4.3. Yaprak Klorofil İçeriği

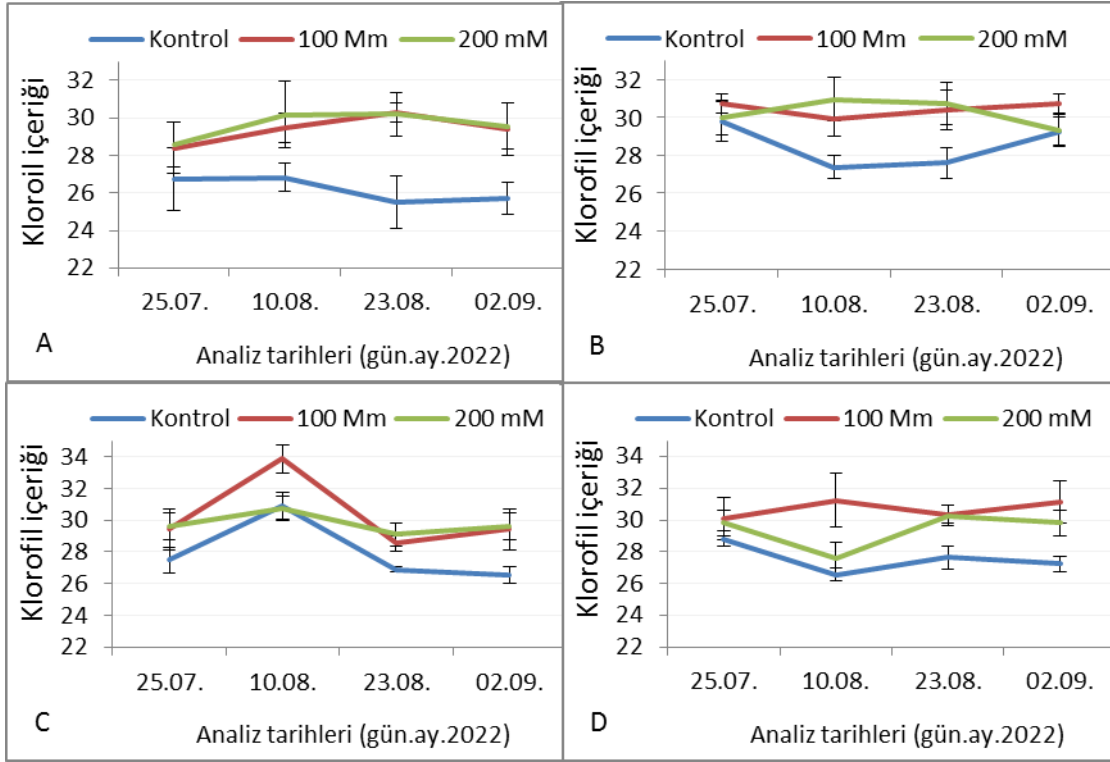
Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında yaprak klorofil içeriği üzerine etkileri Şekil 4.3'te sunulmuştur. Birinci uygulamayı takiben yapılan ölçümlere göre, aşılı ve aşısız asmaların yaprak klorofil içeriğinde melatonin uygulamalarına bağlı önemli bir değişim görülmemiştir. İkinci uygulamaları takiben yapılan ölçümlerde ise genellikle uygulama yapılan asmaların yaprak klorofil içeriği değerleri uygulama yapılmayan kontrol asmalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Melatonin uygulamalarının yaprak klorofil içeriği üzerine olumlu etkileri sıcaklık stresinin ilerleyen tarihlerinde de gözlenmiştir. Üçüncü uygulama ölçümlerinde araştırma kapsamındaki tüm asmalarda melatonin uygulamalarına bağlı olarak klorofil içeriğinin kontrol uygulamalarından önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Son uygulama döneminde, Rupestris du Lot anacına aşılı asmalara uygulanan 200 µM doz dışındaki tüm uygulamalar klorofil içeriğinde kontrole göre önemli artışlar sağlamıştır.

41 B anacı üzerine aşılı asmalarda melatonin uygulamalarının her iki dozunun da yaprak klorofil içeriğini tüm ölçüm tarihlerinde kontrol grubuna göre önemli derecede arttırdığı saptanmıştır. Sonuçlar ele alındığında kontrol şartlarında 41 B anacı

üzerine aşıllı olan 'Black Magic' üzüm çeşidi dört farklı tarih için benzer düşük klorofil değerleri gösterirken, en düşük klorofil değeri bu anaç için 24.4 mg kg^{-1} olarak kaydedilmiştir. Kontrol şartlarında 41 B anacı için 4 farklı tarih bazında farklılık gözlenmemiş; fakat kontrol asmaları ve uygulamalar baz alındığında klorofil değerlerindeki önemli farklar göze çarpmıştır.

Bununla birlikte uygulamalara bağlı benzer artışlar üzerine 'Black Magic' üzüm çeşidi aşılana Rupestris du Lot asma anacına aşıllı asmalarda da gözlemlenmiştir.

Yüksek sıcaklık ve UV radyasyon gibi çevresel stres faktörleri bitkilerde ROS üretir ve klorofil sentezini olumsuz etkiler (Yamamoto ve ark., 2008). Yüksek sıcaklığa maruz kalan bitkiler stres belirtileri göstererek stres koşulları altında klorofil pigmentlerini korumakta (Szafrńska ve ark., 2016), klorofil biyosentezini azaltabilmektedir. Plastidlerin ve klorofilin biyosentezindeki bozunma süreci, yüksek sıcaklıktan etkilenen süreçlerden önem arz eden bir tanesidir (Ashraf ve Harris, 2013). Melatonin bitkilerde antioksidan görevi görerek yapraklarda klorofili bozulmaya karşı koruyabilmektedir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2009). Bu araştırmanın bulgularına benzer şekilde farklı bahçe bitkileri ile yapılan önceki çalışmalarda klorofilin abiyotik stres koşullarına hassas olduğuna dikkat çekilmiş, farklı dozlarda melatonin muamelesinin stres koşullarında pigmentasyon üzerindeki inhibitör etkisini nötralize ederek bitkilerdeki klorofil miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Tal ve ark., 2011).



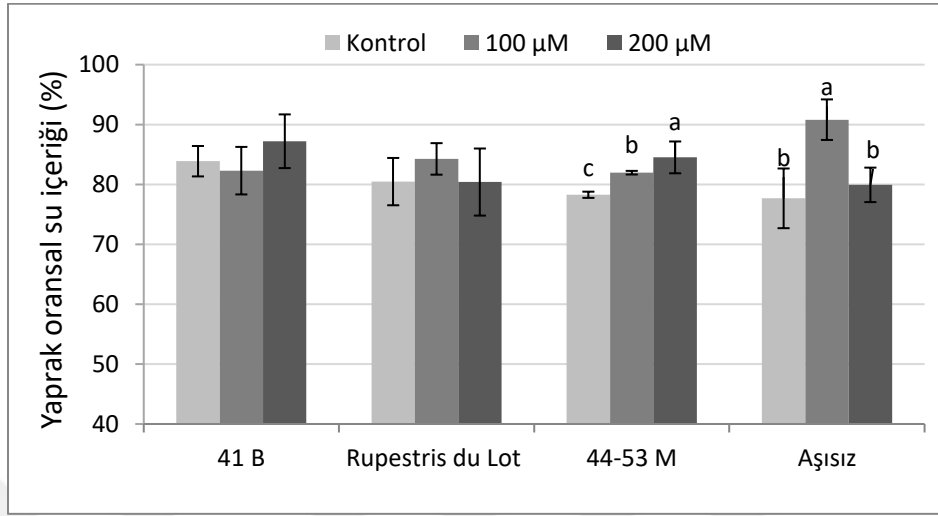
Şekil 4.3. Melatonin uygulamalarının aşılı (A: 41 B, B: Rupestris du Lot, C: 44-53 M) ve aşısız (D) 'Black Magic' asmalarında yaprak klorofil içeriği (mg kg⁻¹) üzerine etkileri

4.4. Yaprak Oransal Su İçeriği (%)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri Şekil 4.4'te sunulmuştur. 41 B ve Rupestris du Lot anaçlarına aşılı asmalarda yaprak oransal su içeriği bakımından ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak anlamsız bulunmakla birlikte, 44-53 M anacına aşılı ve aşısız asmalarda uygulamaların değişen oranlarda önemli etkileri saptanmıştır. 44-53 M anacına aşılı asmalarda en yüksek yaprak oransal su içeriği 200 µM uygulamasında (%84.5) saptanırken bunu 100 µM uygulaması (%81.9) izlemiş olup her iki melatonin dozu da kontrole göre önemli artış sağlamıştır. Aşısız asmalarda ise, 100 µM melatonin uygulaması (%90.8) yaprak oransal su içeriği bakımından kontrole (%77.7) ve 200 µM doz uygulamasına (%79.9) göre önemli artış sağlamıştır.

Bitki yapraklarının oransal su içeriği abiyotik stres koşullarda bitkilerde ozmotik düzenleme, denge yeteneği ve kapasitesine göre de farklılıklar göstermektedir (Koca, 2007). Bu nedenle bitkinin su potansiyeli analizleri, dokularda metabolik aktivitenin sağlıklı yürümesi bakımından önemli bir ölçüttür (Bertamini ve ark., 2006; Chyliński ve ark., 2007). Üç farklı üzüm çeşidinin kullanıldığı bir araştırmada, *in vitro* koşullar

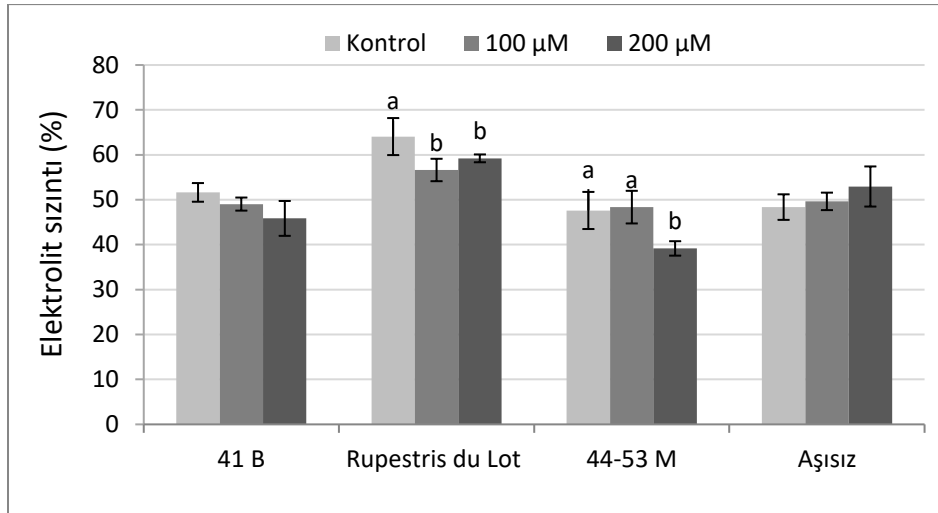
altında uygulanan yüksek sıcaklık stresi altında tüm üzüm çeşitlerinin oransal su içeriklerinin düştüğü tespit edilmiştir (Altıncı ve ark., 2018).



Şekil 4.4. Melatonin uygulamalarının aşılı (A: 41 B, B: Rupestris du Lot, C: 44-53 M) ve aşısız (D) 'Black Magic' asmalarında yaprak oransal su içeriği (%) üzerine etkileri. (LSD değerleri 44-53 M: 3.14; Aşısız 7.7, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistikî olarak önemlidir)

4.5. Elektrolit Sızıntı (%)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında elektrolit sızıntı üzerine etkileri Şekil 4.5'te sunulmuştur. 41 B anacına aşılı ve aşısız asmalarda elektrolit sızıntı miktarı bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmamıştır. Rupestris du Lot anacına aşılı asmalarda melatoninin her iki dozu da; 44-53 M anacına aşılı asmalarda ise 200 µM melatonin uygulaması elektrolit sızıntısının azaltılmasında önemli etki göstermiştir. Yapraklarda fizyolojik aktivitelerin sağlıklı bir şekilde devam etmesinde bitki dokularının membran sistemi sınırlarındaki tüm hücreler önemli rol oynar. Birçok enzim ve protein hücrelerin çeşitli fonksiyonlarında rol almak üzere hücre membranlarında yerleşik haldedir. Bu nedenle, membranlardaki fiziksel değişimler, bitkilerin hayati fonksiyonlarında rol oynayan fotosentez gibi fizyolojik süreçlerin olumsuz etkilenmesine neden olur. Membran zararlanması nedeniyle hücresel sızınmların kayıpları elektrolit sızıntısı olarak bilinmektedir (Fan ve ark., 2003). Elektrolit sızıntı, çevre stresinin neden olduğu istenmeyen düzeyde membran geçirgenliği değişiminin tanımlanmasında kullanılmaktadır (Whitlow ve ark., 1992).

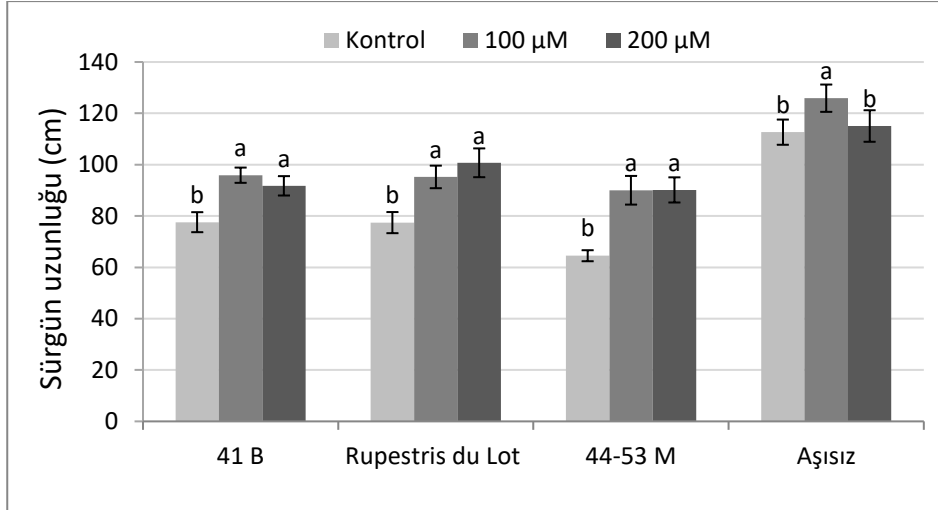


Şekil 4.5. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında yaprak elektrolit sızıntısı (%) üzerine etkileri. (LSD değerleri Rupestris du Lot: 6.31, 44-53 M: 6.64, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemlidir)

4.6. Sürgün Uzunluğu (cm)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında sürgün uzunluğu üzerine etkileri Şekil 4.6’da sunulmuştur. Asmalarda sürgün gelişiminin durduğu yaz dönemi sonunda yapılan sürgün ölçümlerine göre, melatonin uygulamalarının aşısız asmalardaki 200 µM uygulaması dışındaki tüm uygulamaların sürgün uzunluğunda önemli derecede artış sağladığı saptanmıştır. 41 B asma anacı üzerine aşılı asmalarda kontrol, 100 ve 200 µM melatonin uygulaması için sürgün uzunluğu sırasıyla 77.69, 95.9 ve 91.8 cm olarak kaydedilmiştir. Anaçlar üzerine aşılı asmaların sürgün uzunlukları ve melatonin uygulamalarına göre gelişim farklılıkları büyük oranda benzerlik gösterirken, aşısız asmalarda bu durum kısmen farklılık arz etmiştir. Aşısız asmalarda kontrol, 100 ve 200 µM melatonin uygulaması için sürgün uzunluğu sırasıyla 112.7, 125.9 ve 115.1 cm olarak kaydedilmiştir.

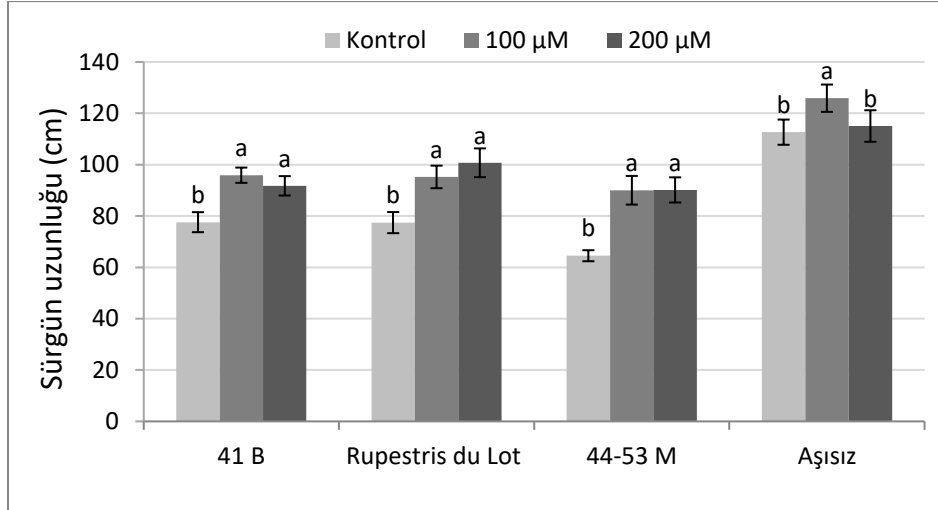
Asmaların stres koşullarına tepkisinin saptanmasında sürgün gelişimi tek başına bir faktör olarak değerlendirilmemelidir. Omcada vejetatif gelişimin çok zayıf olması verimi düşürebildiği gibi, normalden fazla olması halinde de salkımlarda silkme, taç yönetiminde ilave işgücü gereksinimi, hastalık ve zararlılarda artış gibi sorunlara neden olabilmektedir. Bu nedenle, verim ve kalitede sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için asmalarda dengeli bir sürgün uzaması (Dry ve Loveys, 1998) ve sürgünlerin yeterince pişkinleşmesi (Sabır, 2016) esastır.



Şekil 4.6. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında sürgün uzunluğu (cm) üzerine etkileri. (LSD değerleri 41 B: 7.13, Rupestris du Lot: 9.49, 44-53 M: 8.92; AŞISIZ 10.9, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.7. Odunsu Sürgün Uzunluğu (cm)

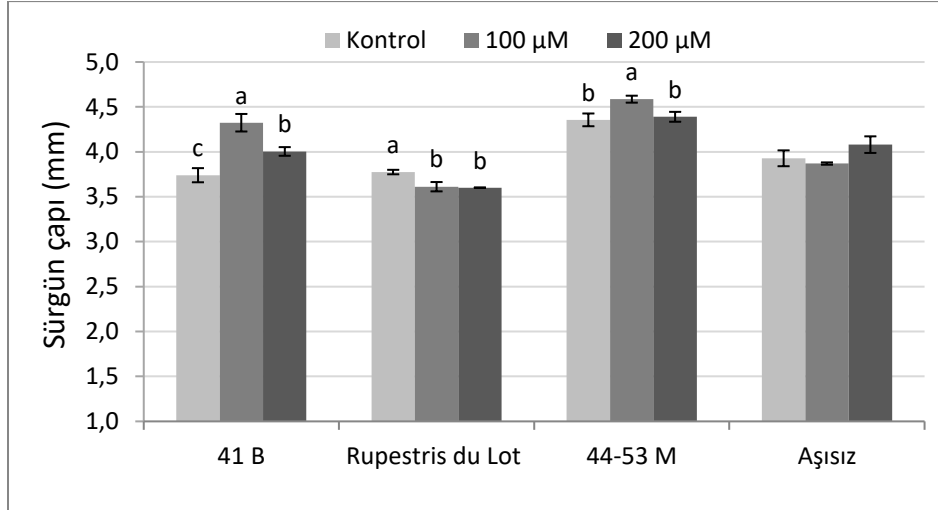
Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında odunsu sürgün uzunluğu üzerine etkileri Şekil 4.7’de sunulmuştur. Odunsu sürgün uzunluğuna ait bulgular ve uygulamaların etkileri büyük oranda sürgün uzunluğu değerleri ile benzerlik göstermiştir. Melatonin uygulamalarının her iki dozu da aşılı asmaların odunsu sürgün uzunluğunu önemli derecede arttırmıştır. Aşısız asmalarda ise 100 µM melatonin uygulaması odunsu sürgün uzunluğunda belirgin artış sağlamış olmakla birlikte ortalamaya ait farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. 41 B anacına aşılı asmalarda kontrol, 100 ve 200 µM melatonin uygulamaları için odunsu sürgün uzunluğu değerleri sırasıyla 77.3, 83.7 ve 91.4 cm olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, uygulamalar bazında aynı sırayla Rupestris du Lot anacına aşılı asmalarda 78.2, 95.1 ve 99.76 cm; 44-53 M anacına aşılı asmalarda ise 74.5, 89.5 ve 90.0 olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.7. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında odunsu sürgün uzunluğu (cm) üzerine etkileri. (LSD değerleri 41 B: 7.35, Rupestris du Lot: 12.18, 44-53 M: 9.2, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.8. Sürgün Çapı (mm)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında sürgün çapı üzerine etkileri 4.8’de sunulmuştur. Melatonin uygulamaları 41 B anacına aşılı asmaların sürgün çapını önemli derecede arttırmış olup en yüksek sürgün çapı 100 µM melatonin uygulamasında (4.32 mm) saptanmış olup bunu 200 µM melatonin uygulaması (4.00 mm) takip etmiştir. 44-53 M anacına aşılı asmalarda ise 100 µM melatonin uygulaması (4.59 mm) istatistiki olarak önemli seviyede artış sağlarken 200 µM melatonin uygulaması (4.39 mm) ile kontrol (4.36 mm) asmaları benzer değerler vermiştir. Rupestris du Lot anacı üzerine aşılanmış asmalar ile kendi kökü üzerinde yetiştirilen asmalarda ise sürgün çapında uygulamalara göre önemli farklılıklar saptanmamıştır.

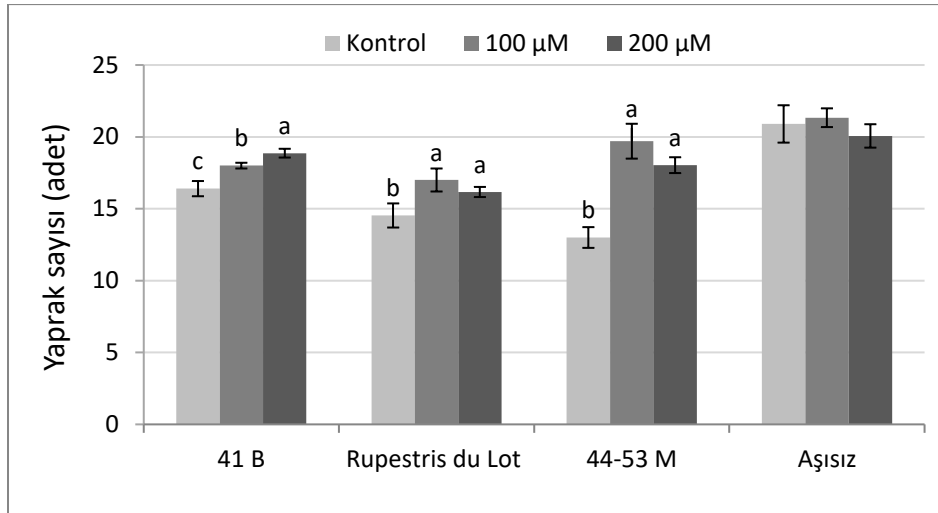


Şekil 4.8. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında sürgün çapı (mm) üzerine etkileri (LSD değerleri 41 B: 1.54, Rupestris du Lot: 0.66,44-53 M: 1.12, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.9. Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında yaprak sayısı üzerine etkileri Şekil 4.9’da sunulmuştur. Melatonin uygulamalarının her iki dozu da aşılı asmalarda yaprak sayısını önemli derecede arttırmıştır. Aşısız asmalarda ise yaprak sayısı bakımından önemli bir fark bulunamıştır. 41 B anacına aşılı asmalarda kontrol, 100 ve 200 µM melatonin uygulamaları için yaprak sayısı değerleri sırasıyla 16.4, 18.0 ve 18.9 adet olarak kaydedilmiştir. Bu değerler, uygulamalar bazında aynı sırayla Rupestris du Lot anacına aşılı asmalarda 14.5, 17.0 ve 16.2 adet; 44-53 M anacına aşılı asmalarda ise kontrol, 100 µM ve 200 µM melatonin uygulamaları için sırasıyla 13.0, 19.7 ve 18.0 adet olarak belirlenmiştir.

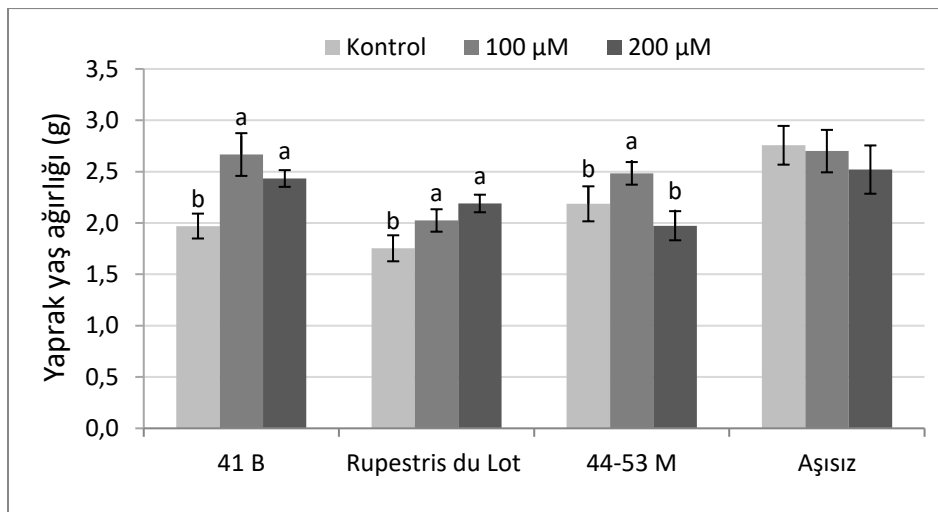
Asmaların abiyotik stres koşullarına verdikleri tepkilerden birisi yaprak sayısındaki azalmadır. Yaprak sayısı ve alanının azalması stoma sayısının ve doğal olarak da fotosentezin azalması anlamına gelmektedir (Selda ve Ekinci, 2015). Çalışmada kullanılan asma anaçları artan sıcaklıkların altında yapılan melatonin uygulamaları genel olarak yaprak sayısında artış sağlamış ve fotosentez için daha fazla yaprak alanının gelişmesine katkıda bulunmuştur.



Şekil 4.9. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında yaprak sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri (LSD değerleri 41 B: 0.74, Rupestris du Lot: 1.39, 44-53 M: 1.74, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.10. Yaprak Yaş Ağırlığı (g)

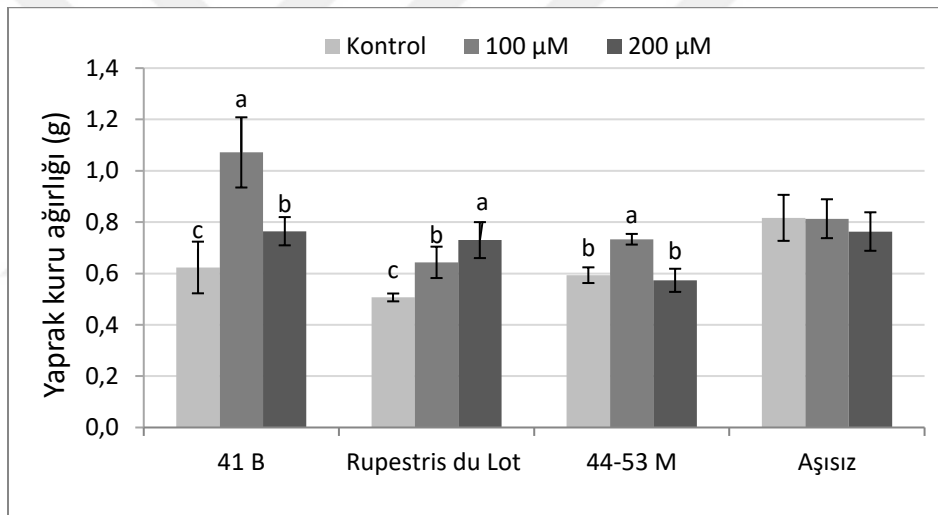
Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında yaprak yaş ağırlığı üzerine etkileri Şekil 4.10’da sunulmuştur. 41 B ve Rupestris du Lot anaçlarına aşılı asmalarda melatoninin her iki dozu da yaprak yaş ağırlığını aynı istatistik önem seviyesinde arttırırken, 44-53 M anacına aşılı asmalarda yaprak yaş ağırlığına sadece 100 µM melatonin uygulaması önemli katkı sağlamıştır. Aşısız asmalarda ise yaprak yaş ağırlığı uygulamalardan etkilenmemiştir.



Şekil 4.10. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız ‘Black Magic’ asmalarında yaprak yaş ağırlığına (g) etkileri. (LSD değerleri 41 B: 0.29, Rupestris du Lot: 0.21; 44-53 M: 0.28, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.11. Yaprak Kuru Ağırlığı (g)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri Şekil 4.11'de sunulmuştur. Yaprak yaş ağırlığı bulgularına büyük oranda benzerlik göstererek, yaprak kuru ağırlığı yüksek sıcaklık stresi altında melatonin uygulanan aşısız asmalarda önemli farklılık göstermezken, aşılı asmalarda farklı etkilerle önemli farklılıklar belirlenmiştir. 41 B anacı üzerine aşılı asmalarda en yüksek yaprak kuru ağırlığı 100 μ M melatonin uygulamasında (1.07 g) sapanmış, bunu 200 μ M melatonin (0.76 g) izlemiştir. Kontrol grubuna ait asmalarda ise kuru ağırlık 0.62 g ölçülmüştür. Rupestris du Lot anacına aşılı asmalarda ise yaprak kuru ağırlığında artan melatonin dozuna özdeş bir artış saptanırken, 44-53 M anacına aşılı asmalarda 100 μ M melatonin uygulaması önemli etki göstermiştir.

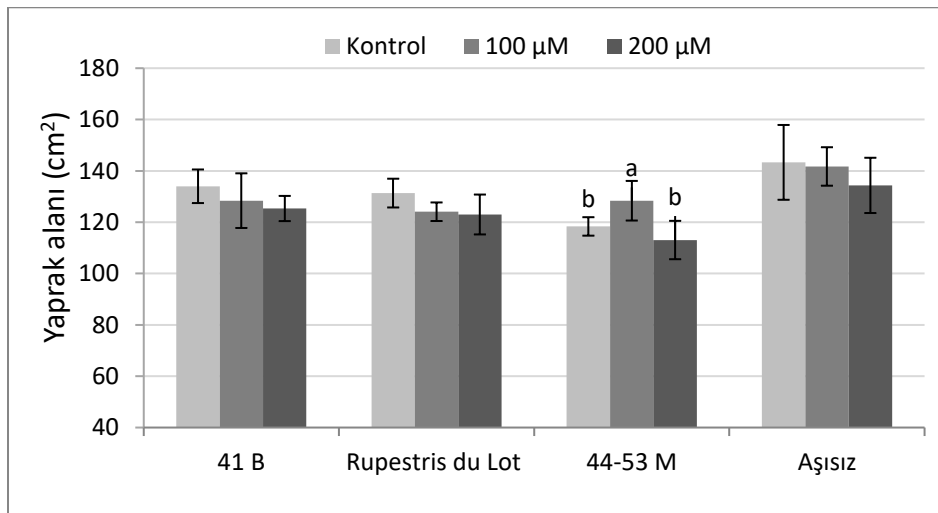


Şekil 4.11. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında yaprak kuru ağırlığı (g) üzerine etkileri. (LSD değerleri 41 B: 0.30, Rupestris du Lot: 0.11, 44-53 M: 0.06, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.12. Yaprak Alanı (cm²)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında yaprak alanı üzerine etkileri Şekil 4.12'de sunulmuştur. Yaprak alanı bakımından, 44-53 M anacına aşılı asmalar dışında uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ortaya çıkmamıştır. 44-53 M asma anacına aşılı asmalarda en yüksek yaprak alanı değeri 100 μ M melatonin uygulamasında (128.36 cm²) saptanmıştır. Kontrol (118.35 cm²) ile 200 μ M melatonin uygulaması (113.05 cm²) yapılan asmalar arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur.

Sıcaklık asma fizyolojisini ve yaprak gelişimi gibi vejetatif özellikleri yöneten önemli iklim faktörlerinden birisidir (Lebon ve ark., 2006). Yaprak yüzey alanı fotosentez kapasitesi ve bitki büyüme oranının bir göstergesidir (Dogan ve ark., 2018). Abiyotik stres koşullarının yapraklarda meydana getirdiği değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yönelik olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin stres koşullarında su dengesini sağlamak ve daha az su kaybetmek amacıyla, bir yandan stomalarını kapattıkları ve diğer yandan da yaprak alanlarını küçülttükleri, ancak bu olayın fotosentez için fikse edilen CO₂ miktarını azaltarak bitkilerde fotosentez oranının azalmasına ve bitki gelişiminin aksamasına yol açtığı da bilinmektedir (Siddiqui ve ark., 2008). Örneğin, su kıtlığının etkili şekilde hissedildiği bölgelerde yapılan çalışmada yaprak alanı ve benzeri vejetatif özelliklerin azaldığı bildirilenler arasındadır (Pellegrino ve ark., 2006). Bu çalışmada tespit edilen benzer durumun 48 °C'yi bulan sera ortamında sıcaklık stresinin etkisi sebebiyle asmaların yapraklarını küçültmeye yöneldikleri düşünülmektedir. Stoma iletkenliği analizlerinde de görüldüğü gibi melatonin dozları stoma iletkenliğini artırarak transpirasyonun etkin bir biçimde devam ettiğini göstermektedir. Buna karşın asmaların daha dengeli bir fotosentez için yaprak alanını büyütmemiş olması muhtemeldir. Bu sebeple diğer parametrelerde olumlu etkilerini tespit ettiğimiz melatonin uygulamasının yaprak alanı için aynı etkiyi göstermemiş olduğu düşünülmektedir.

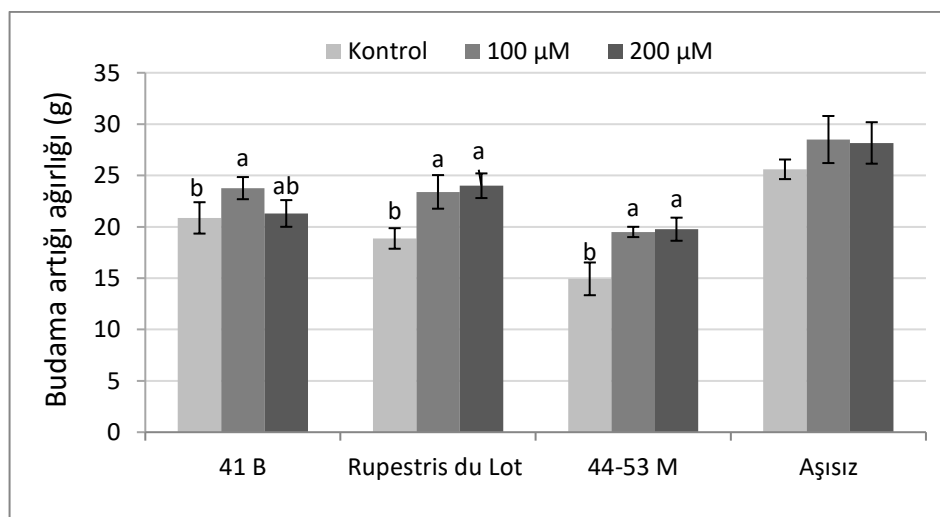


Şekil 4.12. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında yaprak alanı (cm²) üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

4.13. Budama Artığı Ağırlığı (g)

Melatonin uygulamalarının yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında budama artığı ağırlığı üzerine etkileri Şekil 4.13'te sunulmuştur. Budama artığı ağırlıkları uygulamalara göre değerlendirildiğinde melatonin uygulamalarının aşılı asmalarda istatistiki olarak önemli etkileri saptanırken, aşısız asmalarda ortalamalar arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. 41 B anacına aşılı asmalarda, en yüksek budama artığı ağırlığı 100 μ M melatonin uygulamasında (23.76 g) kaydedilirken, bunu 200 μ M uygulaması (21.3 g) takip etmiştir. Rupestris du Lot ve 44-53 M anacına aşılı asmalarda budama artığı ağırlığı yüksekten düşüğe doğru 200 μ M melatonin, 100 μ M melatonin ve kontrol şeklinde olup, sırasıyla değerleri 24.0, 23.4 ve 18.7 g olarak kaydedilmiştir. Bu asmalarda melatoninin her iki dozu da benzer etki göstermiştir.

Budama artığı ağırlığı parametresi, asmaların çeşitli uygulamalara göstermiş oldukları tepkileri (Sabır, 2016) ve kuraklık stresine vejetatif büyüme özellikleri (Clingeffer ve ark., 2011) bakımından verdikleri tepkilerin değerlendirilmesinde kullanılan somut parametrelerdendir. Bu çalışmada da budama artığı ağırlığına ait analizler, araştırma kapsamında yapılan uygulamalara göre belirgin farklılıklar ortaya koyarak sonuçların değerlendirilmesinde objektif yorumlar ortaya koymaya olanak sağlamıştır.



Şekil 4.13. Melatonin uygulamalarının aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarında budama artığı üzerine (g) etkileri. (LSD değerleri 41 B: 2.61, Rupestris du Lot: 2.59, 44-53 M: 2.32, Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir)

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda iklim değişikliğinin etkisiyle artan sıcaklıklar tarımsal üretimde verim ve kaliteyi düşürmektedir. Sıcaklık artışının etkisi altında artan su tüketimi, gelecek nesilleri de dikkate alan hassas tarım (precision agriculture) teknikleriyle üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanmasını daha önemli hale getirmiştir. Diğer tarımsal faaliyetlerde de olduğu gibi, üzüm üretiminde yüksek sıcaklık önemli stres koşullarından birini oluşturmaktadır. Özellikle sofralık üzüm çeşitlerinde, yüksek sıcaklık değerleri altında ekonomik anlamda verim ve kalitenin sürdürülebilirliği için bağlarda yeni yaklaşımlar geliştirmek ve uygulamak elzem hale gelmiştir. Bu kapsamda, asmalarda farklı stres koşullarına karşı toleransı arttırmaya yönelik araştırmalar önem kazanmıştır. Bu araştırmalara konu olan maddelerden olan melatonin, son yıllarda birçok bahçe bitkisinde abiyotik stres faktörlerine karşı tolerans sağlaması bakımından araştırmalarda kullanılmaktadır. Bahçe bitkileri kapsamında yer alan diğer türlerde melatonin kullanımına yönelik çeşitli araştırmalar mevcut olmakla birlikte, bağcılıkta abiyotik stres koşulları altında melatonin uygulamaların asmalarda fizyolojik ve vejetatif gelişime etkileri konusunda yeterince bilgiye erişilememiştir.

Bu araştırma kapsamında, cam sera ortamında oluşturulan yüksek sıcaklık stresi altında yetiştirilen sofralık 'Black Magic' çeşidinde 0, 100 ve 200 μ M dozlarında melatoninin dozlarının asmaların fizyolojisi ve vejetatif gelişmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yaz sezonu boyunca yaprakdan üç defa uygulanan melatonin, asmaların bazı fizyolojik ve vejetatif özelliklerini olumlu etkilemiştir. Örneğin melatonin uygulamaları yapılan asmaların yapraklarındaki klorofil miktarları anaç kullanımından bağımsız olarak kontrol asmalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Melatoninin her iki dozu da 41 B ve 44-53 M anaçları üzerine aşılı asmalarda stoma iletkenliğini arttırmıştır. Bu etki ile melatonin yapraklarda fotosentez aktivitesinin sıcaklık stresi altında da devam ettirmelerine katkıda bulunduğu düşünülmüştür. Her iki uygulama dozu da tüm asmalarda sürgün uzunluğunu önemli derecede arttırmış (aşısız asmaların 200 μ M uygulaması hariç). Özellikle 100 μ M dozunda uygulanan melatonin, odunsu sürgün uzunluğunu kayda değer şekilde arttırarak asmalarda yazlık sürgünlerin pişkinleşmesine önemli katkı sağlamıştır. Melatonin uygulamaları 41 B ve Rupestris du Lot anaçlarına aşılı asmalarda yaprak gelişimini de olumlu etkilemiştir.

5.2. Öneriler

Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkileri altında artan çevresel stres koşulları, dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de üzüm üretimini olumsuz etkilemektedir. Abiyotik stres koşulları kapsamında yer alan özellikle yüksek sıcaklıklar ve kuraklık, diğer tarımsal üretim alanlarında görüldüğü gibi bağıcılığı da doğrudan etkilemektedir. Cam sera içerisinde oluşturulan yüksek sıcaklık koşullarında ve topraksız kültür ortamında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Black Magic' asmalarına uygulanan melatoninin, etkinliği kullanım dozuna ve aşıda kullanılan anaca göre kısmen değişiklikler göstermekle birlikte, asma fizyolojisi ve vejetatif gelişme ile ilgili bazı özellikleri olumlu etkilemiştir. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, ülkemiz ve dünyada tarımsal üretim alanlarının önemli bir kısmında etkili olan abiyotik stres faktörlerinden yüksek sıcaklık stresine karşı yapraktan melatonin uygulamalarının, bitkilerin strese karşı tolerans seviyelerinin arttırılmasında ümitvar uygulama olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada kullanılan melatonin dozları genel olarak benzer etki mekanizmaları sergilemiş olmakla birlikte, maliyet bakımından dikkate alındığında daha düşük doz olan 100 µM uygulaması tavsiye edilebilir.

Farklı ekolojik koşullarda ve daha geniş genotipik çeşitliliğin dahil edildiği ayrıntılı çalışmalarla üreticilere kapsamlı öneriler geliştirilebilecektir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların gelecekte yürütülecek bu tür çalışmalar için önemli başvuru kaynağı niteliği taşıdığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Altıncı, N. T., Cangı, R., Yıldız, K., Yağcı, A., Öztürk, L. ve Ünlükara, A., 2018, A study on the high temperature treatment to three grapevine varieties grown under in vitro conditions, *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(2), 127-131.
- Arnao, M. ve Hernández-Ruiz, J., 2009, Protective effect of melatonin against chlorophyll degradation during the senescence of barley leaves, *Journal of pineal research*, 46 (1), 58-63.
- Arnao, M. B. ve Hernández-Ruiz, J., 2015, Functions of melatonin in plants: a review, *Journal of pineal research*, 59 (2), 133-150.
- Arnao, M. B. ve Hernández-Ruiz, J., 2020, Is phyto-melatonin a new plant hormone?, *Agronomy*, 10 (1), 95.
- Arnao, M. B. ve Hernández-Ruiz, J., 2021, Melatonin as a plant biostimulant in crops and during post-harvest: a new approach is needed, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101 (13), 5297-5304.
- Ashenfelter, O. ve Storchmann, K., 2016, Climate change and wine: A review of the economic implications, *Journal of Wine Economics*, 11 (1), 105-138.
- Ashraf, M. ve Harris, P. J., 2013, Photosynthesis under stressful environments: An overview, *Photosynthetica*, 51, 163-190.
- Atasever, M., 2015, Aşılı asma fidanlarının vegetatif gelişmesine bazı mikroorganizmalar ile bitki büyüme aktivatörlerinin etkileri, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.
- Aziz, A., Trotel-Aziz, P., Dhucq, L., Jeandet, P., Couderchet, M. ve Vernet, G., 2006, Chitosan oligomers and copper sulfate induce grapevine defense reactions and resistance to gray mold and downy mildew, *Phytopathology*, 96 (11), 1188-1194.
- Belhadj, A., Saigne, C., Telef, N., Cluzet, S., Bouscalt, J., Corio-Costet, M.-F. ve Mérillon, J.-M., 2006, Methyl jasmonate induces defense responses in grapevine and triggers protection against *Erysiphe necator*, *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (24), 9119-9125.
- Bertamini, M., Zulini, L., Muthuchelian, K. ve Nedunchezian, N., 2006, Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants, *Photosynthetica*, 44, 151-154.
- Caffarra, A., Rinaldi, M., Eccel, E., Rossi, V. ve Pertot, I., 2012, Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148, 89-101.
- Candar, S., Uysal, T., Ayaz, A., Akdemir, U., Korkutal, İ. ve Bahar, E., 2021, Viticulture tradition in Turkey, *Viticulture Studies (VIS)*, 1 (1), 39-54.
- Cantos, E., Espin, J. C. ve Tomás-Barberán, F. A., 2002, Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC- DAD- MS- MS, *Journal of agricultural and food chemistry*, 50 (20), 5691-5696.
- Castañares, J. L. ve Bouzo, C. A., 2019, Effect of exogenous melatonin on seed germination and seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.) under salt stress, *Horticultural Plant Journal*, 5 (2), 79-87.
- Chen, Z., Gu, Q., Yu, X., Huang, L., Xu, S., Wang, R., Shen, W. ve Shen, W., 2018, Hydrogen peroxide acts downstream of melatonin to induce lateral root formation, *Annals of botany*, 121 (6), 1127-1136.
- Chyliński, W. K., Łukaszewska, A. J. ve Kutnik, K., 2007, Drought response of two bedding plants, *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 399-406.
- Clingeffer, P. R., Smith, B., Edwards, E., Collins, M., Morales, N., Davis, H., Sykes, S. ve Walker, R. R., 2011, Industry puts low-medium vigour rootstocks to the test, *Wine and Viticulture Journal*, 26 (3), 72-76.
- Conde, A., Pimentel, D., Neves, A., Dinis, L.-T., Bernardo, S., Correia, C. M., Gerós, H. ve Moutinho-Pereira, J., 2016, Kaolin foliar application has a stimulatory effect on

- phenylpropanoid and flavonoid pathways in grape berries, *Frontiers in Plant Science*, 7, 1150.
- Cramer, G. R., 2010, Abiotic stress and plant responses from the whole vine to the genes, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 86-93.
- Çelik, H., 2006, Üzüm Çeşit Kataloğu, Sun Fidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi: 3, 165s, Ankara.
- Çelik, S., 2011, Bağcılık (Ampeloloji) Cilt-1, *Baskı, Tekirdağ*, 423s.
- Dimovska, V., Beleski, K., Boskov, K., Ivanova, V. ve Ilieva, F., 2013, The productive characteristics on black magic table grape variety, growing in the Tikves's vineyard, Republic of Macedonia, *IV International Symposium "Agrosym 2013"*, 141-146.
- Dinis, L.-T., Bernardo, S., Conde, A., Pimentel, D., Ferreira, H., Félix, L., Gerós, H., Correia, C. ve Moutinho-Pereira, J., 2016, Kaolin exogenous application boosts antioxidant capacity and phenolic content in berries and leaves of grapevine under summer stress, *Journal of Plant Physiology*, 191, 45-53.
- Dogan, A., Uyak, C., Keskin, N., Akcay, A., Sensoy, R. I. G. ve Ercisli, S., 2018, Grapevine leaf area measurements by using pixel values, *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 71 (6), 772-779.
- Dry, P. R. ve Loveys, B., 1998, Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4 (3), 140-148.
- Düring, H., 2015, Stomatal and mesophyll conductances control CO₂ transfer to chloroplasts in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.), *VITIS-Journal of Grapevine Research*, 42 (2), 65.
- Fan, X., Niemira, B. ve Sokorai, K., 2003, Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves, *Journal of food science*, 68 (4), 1478-1483.
- Fraga, H., Garcia De Cortazar Atauri, I., Malheiro, A. C. ve Santos, J. A., 2016, Climate change impacts on viticultural yields in Europe using the STICS crop model, *Sustainable grape and wine production in the context of climate change. Book of abstracts. 2016; ClimWine 2016 (Sustainable grape and wine production in the context of climate change)*, Bordeaux, FRA, 2016-04-10-2016-04-13, 33.
- Fraga, H., de Cortazar Atauri, I. G. ve Santos, J., 2018, Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal, *Agricultural water management*, 196, 66-74.
- Froni, T., Tombesi, S., Quaglia, M., Calderini, O., Moretti, C., Poni, S., Gatti, M., Moncalvo, A., Sabbatini, P. ve Berrios, J. G., 2019, Metabolic and transcriptional changes associated with the use of *Ascophyllum nodosum* extracts as tools to improve the quality of wine grapes (*Vitis vinifera* cv. Sangiovese) and their tolerance to biotic stress, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (14), 6350-6363.
- Galet, P., 1998, Grape varieties and rootstock varieties, *Oenoplurimédia*, 24, 289-291.
- Gambetta, G. A., 2016, Water stress and grape physiology in the context of global climate change, *Journal of Wine Economics*, 11 (1), 168-180.
- Gao, H., Zhang, Z. K., Chai, H. K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D. N., Yang, T. ve Cao, W., 2016, Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 118, 103-110.
- Garrett, K. A., Nita, M., De Wolf, E., Esker, P. D., Gomez-Montano, L. ve Sparks, A. H., 2021, Plant pathogens as indicators of climate change, In: *Climate change*, Eds: Elsevier, p. 499-513.
- Garrido, A., Seródio, J., De Vos, R., Conde, A. ve Cunha, A., 2019, Influence of foliar kaolin application and irrigation on photosynthetic activity of grape berries, *Agronomy*, 9 (11), 685.
- Gil-Muñoz, R., Fernández-Fernández, J. I., Crespo-Villegas, O. ve Garde-Cerdán, T., 2017, Elicitors used as a tool to increase stilbenes in grapes and wines, *Food Research International*, 98, 34-39.
- Górnik, K., Grzesik, M. ve Romanowska-Duda, B., 2008, The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress, *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 333-343.

- Granier, C., Bessagnet, B., Bond, T., D'Angiola, A., Denier van der Gon, H., Frost, G. J., Heil, A., Kaiser, J. W., Kinne, S. ve Klimont, Z., 2011, Evolution of anthropogenic and biomass burning emissions of air pollutants at global and regional scales during the 1980–2010 period, *Climatic change*, 109, 163-190.
- Greer, D. H. ve Weston, C., 2010, Heat stress affects flowering, berry growth, sugar accumulation and photosynthesis of *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines grown in a controlled environment, *Functional Plant Biology*, 37 (3), 206-214.
- Greer, D. H. ve Weedon, M. M., 2012, Interactions between light and growing season temperatures on, growth and development and gas exchange of Semillon (*Vitis vinifera* L.) vines grown in an irrigated vineyard, *Plant Physiology and Biochemistry*, 54, 59-69.
- Grulke, N. E., 2011, The nexus of host and pathogen phenology: understanding the disease triangle with climate change, *The New Phytologist*, 189 (1), 8-11.
- Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W. ve Martinez de Toda, F., 2021, Strategies in vineyard establishment to face global warming in viticulture: A mini review, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101 (4), 1261-1269.
- Happ, E., 1999, Indices for exploring the relationship between temperature and grape and wine flavour, *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 14, 68-76.
- Howell, G. S., 2001, Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: A review, *American Journal of Enology and Viticulture*, 52 (3), 165-174.
- İlter, E., 1980, Bazı Amerikan Asma Anaçlarının Yuvarlak Çekirdeksiz Çeşidinde Üzüm Ve Çubuk Verimlerine Etkisi Üzerinde Araştırmalar, *EÜ Ziraat Fak. Meyve-Bağ Yetiştirme Ve Islahı Kürsüsü. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, 416.
- Ivanova-Petropulos, V., Hermosín-Gutiérrez, I., Boros, B., Stefova, M., Stafilov, T., Vojnoski, B., Dörnyei, Á. ve Kilar, F., 2015, Phenolic compounds and antioxidant activity of Macedonian red wines, *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 1-14.
- Jackson, D. I. ve Lombard, P., 1993, Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-a review, *American Journal of Enology and Viticulture*, 44 (4), 409-430.
- Jalil, O. T. J. ve Sabır, A., 2017, Changes in leaf and shoot water statuses of grapevines in response to contrasting water availability and glycine betaine pulverization, , *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 1(1), 20-26.
- Johnson, D. M., Woodruff, D. R., McCulloh, K. A. ve Meinzer, F. C., 2009, Leaf hydraulic conductance, measured in situ, declines and recovers daily: leaf hydraulics, water potential and stomatal conductance in four temperate and three tropical tree species, *Tree Physiology*, 29 (7), 879-887.
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R. ve Storchmann, K., 2005, Climate change and global wine quality, *Climatic change*, 73 (3), 319-343.
- Jones, G. V. ve Alves, F., 2012, Impact of climate change on wine production: a global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal, *International Journal of Global Warming*, 4 (3-4), 383-406.
- Ju, Y.-L., Liu, M., Zhao, H., Meng, J.-F. ve Fang, Y.-L., 2016, Effect of exogenous abscisic acid and methyl jasmonate on anthocyanin composition, fatty acids, and volatile compounds of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grape berries, *Molecules*, 21 (10), 1354.
- Keenan, T., Sabate, S. ve Gracia, C., 2010, Soil water stress and coupled photosynthesis–conductance models: Bridging the gap between conflicting reports on the relative roles of stomatal, mesophyll conductance and biochemical limitations to photosynthesis, *Agricultural and Forest Meteorology*, 150 (3), 443-453.
- Keller, M. ve Hrazdina, G., 1998, Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening, *American Journal of Enology and Viticulture*, 49 (3), 341-349.
- Kliwer, W., Lider, L. ve Schultz, H., 1967, Influence of artificial shading of vineyards on the concentration of sugar and organic acid in grapes, *Am. J. Enol. Vitic*, 18 (2), 78-86.
- Kobylińska, A., Borek, S. ve Posmyk, M. M., 2018, Melatonin redirects carbohydrates metabolism during sugar starvation in plant cells, *Journal of pineal research*, 64 (4),

e12466.

- Koca, H., 2007, Tuz stresinin farklı susam çeşitlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*, 148.
- Kocamaz, E., 1995, Floksera ve nematoda dayanıklı Amerikan asma anaçları, *TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çanakkale Meyvecilik Üretim American vine rootstocks Doses (Gy) Bud-break percentage (%) Average shoot height (mm) Average number of nodes Average internode length (mm) Number of days up to*, 40, 0-5.
- Kolář, J. ve Macháčková, I., 2005, Melatonin in higher plants: occurrence and possible functions, *Journal of pineal research*, 39 (4), 333-341.
- Lebon, E., Pellegrino, A., Louarn, G. ve Lecoeur, J., 2006, Branch development controls leaf area dynamics in grapevine (*Vitis vinifera*) growing in drying soil, *Annals of botany*, 98 (1), 175-185.
- Li, J., Liu, J., Zhu, T., Zhao, C., Li, L. ve Chen, M., 2019, The role of melatonin in salt stress responses, *International journal of molecular sciences*, 20 (7), 1735.
- Li, X., Wei, J.-P., Scott, E. R., Liu, J.-W., Guo, S., Li, Y., Zhang, L. ve Han, W.-Y., 2018, Exogenous melatonin alleviates cold stress by promoting antioxidant defense and redox homeostasis in *Camellia sinensis* L, *Molecules*, 23 (1), 165.
- Liu, G.-T., Wang, J.-F., Cramer, G., Dai, Z.-W., Duan, W., Xu, H.-G., Wu, B.-H., Fan, P.-G., Wang, L.-J. ve Li, S.-H., 2012, Transcriptomic analysis of grape (*Vitis vinifera* L.) leaves during and after recovery from heat stress, *BMC plant biology*, 12, 1-10.
- Luo, H.-B., Ma, L., Xi, H.-F., Duan, W., Li, S.-H., Loescher, W., Wang, J.-F. ve Wang, L.-J., 2011, Photosynthetic responses to heat treatments at different temperatures and following recovery in grapevine (*Vitis amurensis* L.) leaves, *PLoS one*, 6 (8), e23033.
- Maghradze, D., Melyan, G., Salimov, V., Chipashvili, R., Puras, P., Melendez, E., Vaca, R., Ocete, C., Rivera, D., Obón, C., Valle, M., José, M., Rodriguez-Miranda, A., Failla, O. ve Ocete, R., 2010, Wines from Southern Caucasus region, *Oeno One*, 54(4), 849-862.
- McGovern, P. E., 2013, Ancient wine: the search for the origins of viticulture, Princeton University Press, p.
- Monagas, M., Bartolomé, B. ve Gómez-Cordovés, C., 2005, Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine, *Critical reviews in food science and nutrition*, 45 (2), 85-118.
- Moschos, T., Souliotis, C., Broumas, T. ve Kapothanassi, V., 2004, Control of the European grapevine moth *Lobesia botrana* in Greece by the mating disruption technique: A three-year survey, *Phytoparasitica*, 32, 83-96.
- OIV, I. U., 1997, Descriptors for Grapevine (*Vitis* Spp.), *UPOV (Int. Union Protect. New Var. Plants), Geneva, Switzerland. O.I.V. (Off. Int. Vigne Vin), Paris, France IPGRI (Int. Plant Genet. Resour. Inst.), Rome, Italy*, 19.
- OIV, N., 2018, Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, *OIV Statistical Report on World Vitiviniculture*.
- Oraman, M. N., 1969, Türkiye bağcılığının bugünkü durumu, gelişme imkanları ve memleketimizde mevcut başlıca sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm çeşitleri üzerinde bir araştırma, AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, p.
- Parajuli, R., Thoma, G. ve Matlock, M. D., 2019, Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: A review, *Science of the Total Environment*, 650, 2863-2879.
- Pellegrino, A., Gozé, E., Lebon, E. ve Wery, J., 2006, A model-based diagnosis tool to evaluate the water stress experienced by grapevine in field sites, *European Journal of Agronomy*, 25 (1), 49-59.
- Pieruschka, R., Huber, G. ve Berry, J. A., 2010, Control of transpiration by radiation, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 (30), 13372-13377.
- Portu, J., López, R., Baroja, E., Santamaría, P. ve 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.
- Raymond, C., Matthews, T. ve Horton, R. M., 2020, The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance, *Science Advances*, 6 (19), eaaw1838.

- Renaud, S. d. ve de Lorgeril, M., 1992, Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease, *The Lancet*, 339 (8808), 1523-1526.
- Romanazzi, G., Landi, L. ve Feliziani, E., 2019, Innovative strategies based on the use of biostimulants to manage plant diseases and minimize the application of synthetic fungicides in grapevine and stone fruits, *Medica Jadertina*, 49 (suplement 2), 34-34.
- Sabir, A., Kafkas, E. ve Tangolar, S., 2010, Distribution of major sugars, acids, and total phenols in juice of five grapevine (*Vitis* spp.) cultivars at different stages of berry development, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (2), 425-433.
- Sabir, A., Ikten, H., Mutlu, N. ve Sari, D., 2018, Genetic identification and conservation of local Turkish grapevine (*Vitis vinifera* L.) genotypes on the edge of extinction, *Erwerbs-Obstbau*, 60 (1), 31-38.
- Sabır, A. ve Yazar, K., 2015, Diurnal dynamics of stomatal conductance and leaf temperature of grapevines (*Vitis vinifera* L.) in response to daily climatic variables, *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 14(4), 3-15.
- Sabır, A., 2016, Vejetative and reproductive growth responses of cv.'Italia'(*Vitis Vinifera* L.) grafted on different rootstocks to contrasting soil water status, *J. Agr. Sci. Tech.*, 18, 1681-1692.
- Salazar Parra, C., Aguirreolea, J., Sánchez-Díaz, M., Irigoyen, J. J. ve Morales, F., 2010, Effects of climate change scenarios on Tempranillo grapevine (*Vitis vinifera* L.) ripening: response to a combination of elevated CO₂ and temperature, and moderate drought, *Plant and soil*, 337, 179-191.
- Salvi, L., Brunetti, C., Cataldo, E., Niccolai, A., Centritto, M., Ferrini, F. ve Mattii, G. B., 2019, Effects of *Ascophyllum nodosum* extract on *Vitis vinifera*: Consequences on plant physiology, grape quality and secondary metabolism, *Plant Physiology and Biochemistry*, 139, 21-32.
- Salvucci, M. E. ve Crafts-Brandner, S. J., 2004, Relationship between the heat tolerance of photosynthesis and the thermal stability of Rubisco activase in plants from contrasting thermal environments, *Plant Physiology*, 134 (4), 1460-1470.
- Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C. ve Costafreda-Aumedes, S., 2020, A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture, *Applied Sciences*, 10 (9), 3092.
- Schultz, H. R. ve Jones, G. V., 2010, Climate induced historic and future changes in viticulture, *Journal of Wine Research*, 21 (2-3), 137-145.
- Schultz, H. R., 2016, Global climate change, sustainability, and some challenges for grape and wine production, *Journal of Wine Economics*, 11 (1), 181-200.
- Selda, Ö. ve Ekinci, M., 2015, Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi, *Derim*, 32(2), 237-250.
- Siddiqui, M., Khan, M., Mohammad, F. ve Khan, M., 2008, Role of nitrogen and gibberellin (GA₃) in the regulation of enzyme activities and in osmoprotectant accumulation in *Brassica juncea* L. under salt stress, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194 (3), 214-224.
- Singh, R. K., Soares, B., Goufo, P., Castro, I., Cosme, F., Pinto-Sintra, A. L., Inês, A., Oliveira, A. A. ve Falco, V., 2019, Chitosan upregulates the genes of the ROS pathway and enhances the antioxidant potential of grape (*Vitis vinifera* L. 'Touriga Franca' and 'Tinto Cão') tissues, *Antioxidants*, 8 (11), 525.
- Smart, R. E., Smith, S. M. ve Winchester, R. V., 1988, Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon, *American Journal of Enology and Viticulture*, 39 (3), 250-258.
- Soltekin, O., Teker, T. ve Altındışli, A., 2018, Deficit irrigation strategies in *Vitis vinifera* L. 'Crimson Seedless' table grape: physiological responses, growth, yield and fruit quality, *XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Viticulture: Primary Production and Processing 1276*, 197-204.
- Soltekin, O., Altındışli, A., İşçi, B., 2021, İklim değişikliğinin Türkiye'de bağcılık üzerine etkileri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 58(3), 457-467.
- Szafrńska, K., Reiter, R. J. ve Posmyk, M. M., 2016, Melatonin application to *Pisum sativum*

- L. seeds positively influences the function of the photosynthetic apparatus in growing seedlings during paraquat-induced oxidative stress, *Frontiers in Plant Science*, 7, 1663.
- Tal, O., Haim, A., Harel, O. ve Gerchman, Y., 2011, Melatonin as an antioxidant and its semi-lunar rhythm in green macroalga *Ulva* sp, *Journal of Experimental Botany*, 62 (6), 1903-1910.
- Tan, X. L., Fan, Z. q., Kuang, J. f., Lu, W. j., Reiter, R. J., Lakshmanan, P., Su, X. g., Zhou, J., Chen, J. y. ve Shan, W., 2019, Melatonin delays leaf senescence of Chinese flowering cabbage by suppressing ABFs-mediated abscisic acid biosynthesis and chlorophyll degradation, *Journal of pineal research*, 67 (1), e12570.
- Taskos, D., Stamatiadis, S., Yvin, J.-C. ve Jamois, F., 2019, Effects of an *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. extract on grapevine yield and berry composition of a Merlot vineyard, *Scientia horticulturae*, 250, 27-32.
- This, P., Lacombe, T. ve Thomas, M. R., 2006, Historical origins and genetic diversity of wine grapes, *TRENDS in Genetics*, 22 (9), 511-519.
- Tomé-Carneiro, J., Larrosa, M., González-Sarriás, A., A Tomas-Barberan, F., Teresa Garcia-Conesa, M. ve Carlos Espin, J., 2013, Resveratrol and clinical trials: the crossroad from in vitro studies to human evidence, *Current pharmaceutical design*, 19 (34), 6064-6093.
- Trotel-Aziz, P., Couderchet, M., Vernet, G. ve Aziz, A., 2006, Chitosan stimulates defense reactions in grapevine leaves and inhibits development of *Botrytis cinerea*, *European Journal of Plant Pathology*, 114, 405-413.
- Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F. ve Koca, H., 2005, Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress, *Plant science*, 168 (1), 223-231.
- Türkeş, M., 2020, Impacts of climate change on food security and agricultural production: a scientific review, *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 125-149.
- Uzun, H. ve Bayır, A., 2008, Bazı şaraplık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antiradikal aktivitelerinin belirlenmesi, *Ulusal Bağcılık-Şarapçılık Sempozyumu ve Sergisi*, 6-8.
- Van Leeuwen, C., Schultz, H. R., Garcia de Cortazar-Atauri, I., Duchêne, E., Ollat, N., Pieri, P., Bois, B., Goutouly, J.-P., Quénot, H. ve Touzard, J.-M., 2013, Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing areas by 2050, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (33), E3051-E3052.
- Vitalini, S., Ruggiero, A., Rapparini, F., Neri, L., Tonni, M. ve Iriti, M., 2014, The application of chitosan and benzothiadiazole in vineyard (*Vitis vinifera* L. cv Gropello Gentile) changes the aromatic profile and sensory attributes of wine, *Food chemistry*, 162, 192-205.
- Wan, J., Zhang, P., Wang, R., Sun, L., Ju, Q. ve Xu, J., 2018, Comparative physiological responses and transcriptome analysis reveal the roles of melatonin and serotonin in regulating growth and metabolism in *Arabidopsis*, *BMC plant biology*, 18, 1-14.
- Wang, L., Luo, Z., Yang, M., Li, D., Qi, M., Xu, Y., Abdelshafy, A. M., Ban, Z., Wang, F. ve Li, L., 2020, Role of exogenous melatonin in table grapes: First evidence on contribution to the phenolics-oriented response, *Food chemistry*, 329, 127155.
- Wang, Y., Reiter, R. J. ve Chan, Z., 2018, Phytomelatonin: a universal abiotic stress regulator, *Journal of Experimental Botany*, 69 (5), 963-974.
- Webb, L., Whetton, P. ve Barlow, E., 2011, Observed trends in winegrape maturity in Australia, *Global Change Biology*, 17 (8), 2707-2719.
- Wen, D., Gong, B., Sun, S., Liu, S., Wang, X., Wei, M., Yang, F., Li, Y. ve Shi, Q., 2016, Promoting roles of melatonin in adventitious root development of *Solanum lycopersicum* L. by regulating auxin and nitric oxide signaling, *Frontiers in Plant Science*, 7, 718.
- Weston, L. A., 2000, Grape and wine tannins and phenolics – their roles in flavor, quality and human health, *29th Annual New York Wine Industry Workshop*, 15.
- Wheeler, T. ve Von Braun, J., 2013, Climate change impacts on global food security, *Science*, 341 (6145), 508-513.

- Whitlow, T. H., Bassuk, N. L., Ranney, T. G. ve Reichert, D. L., 1992, An improved method for using electrolyte leakage to assess membrane competence in plant tissues, *Plant Physiology*, 98 (1), 198-205.
- Winkler, A. J., 1974, General viticulture, Univ of California Press, p. 695.
- Xia, H., Shen, Y., Deng, H., Wang, J., Lin, L., Deng, Q., Lv, X., Liang, D., Hu, R. ve Wang, Z., 2021, Melatonin application improves berry coloration, sucrose synthesis, and nutrient absorption in 'Summer Black' grape, *Food chemistry*, 356, 129713.
- Xu, L., Yue, Q., Bian, F. e., Sun, H., Zhai, H. ve Yao, Y., 2017, Melatonin enhances phenolics accumulation partially via ethylene signaling and resulted in high antioxidant capacity in grape berries, *Frontiers in Plant Science*, 8, 1426.
- Yamamoto, Y., Aminaka, R., Yoshioka, M., Khatoun, M., Komayama, K., Takenaka, D., Yamashita, A., Nijo, N., Inagawa, K. ve Morita, N., 2008, Quality control of photosystem II: impact of light and heat stresses, *Photosynthesis research*, 98, 589-608.
- Yu, Y., Wang, A., Li, X., Kou, M., Wang, W., Chen, X., Xu, T., Zhu, M., Ma, D. ve Li, Z., 2018, Melatonin-stimulated triacylglycerol breakdown and energy turnover under salinity stress contributes to the maintenance of plasma membrane H⁺-ATPase activity and K⁺/Na⁺ homeostasis in sweet potato, *Frontiers in Plant Science*, 9, 256.
- Zamani, M. M., rabiyei, V. ve Nejatian, M. A., 2013, Effect of exogenous application of proline and glycine betaine on biochemical alterations in grapevine under drought stress, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 43(4), 393-401.
- Zern, T. L. ve Fernandez, M. L., 2005, Cardioprotective effects of dietary polyphenols, *The Journal of nutrition*, 135 (10), 2291-2294.
- Zhang, J., Shi, Y., Zhang, X., Du, H., Xu, B. ve Huang, B., 2017, Melatonin suppression of heat-induced leaf senescence involves changes in abscisic acid and cytokinin biosynthesis and signaling pathways in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), *Environmental and Experimental Botany*, 138, 36-45.
- Zhong, L., Lin, L., Yang, L., Liao, M. a., Wang, X., Wang, J., Lv, X., Deng, H., Liang, D. ve Xia, H., 2020, Exogenous melatonin promotes growth and sucrose metabolism of grape seedlings, *PLoS one*, 15 (4), e0232033.
- Zsófi, Z., Villangó, S., Pálfi, Z., Tóth, E. ve Bálo, B., 2014, Texture characteristics of the grape berry skin and seed (*Vitis vinifera* L. cv. Kékfrankos) under postveraison water deficit, *Scientia horticulturae*, 172, 176-182.
- Zufferey, V., Cochard, H., Ameglio, T., Spring, J.-L. ve Viret, O., 2011, Diurnal cycles of embolism formation and repair in petioles of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Chasselas), *Journal of Experimental Botany*, 62 (11), 3885-3894.