



T.C

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANS ÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**MELATONİN UYGULAMALARININ BÖĞÜRTLENİN DEPOLAMA
PERFORMANSINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HÜSEYİN SALMAN

DANIŞMAN: Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU

TOKAT-2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “Melatonin uygulamalarının böğürtlenin depolama performansına etkisi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

22/08/2024

Tez Yazarı (Ad Soyadı) İmza

HÜSEYİN SALMAN

ÖZET

MELATONİN UYGULAMALARININ BÖĞÜRTLENİN DEPOLAMA PERFORMANSINA ETKİSİ

Hüseyin SALMAN

Yüksek Lisans, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU

Ağustos 2024, x + 44 sayfa

Bu çalışma, Jumbo böğürtlen çeşidinde hasat sonrası kalite parametreleri üzerine farklı dozlarda melatonin (50,100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$) uygulamalarının etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla muhafaza süresince meyvelerde ağırlık kaybı oranı, çürüme oranı, meyve eti sertliği, meyve renk özellikleri, suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik miktarı, pH, toplam fenol, toplam antioksidan kapasitesi ve toplam monomerik antosiyanin içeriği belirlenmiştir. Böğürtlen meyveleri hasat edildikten sonra Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Meyvecilik Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen meyvelere dört farklı dozda 0 (Kontrol), 50, 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin çözeltisi sprey yardımıyla püskürtülerek kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra meyveler 2 ± 0.5 °C ve 85 ± 5 bağıl nem koşullarında soğuk hava deposunda 15 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince üç gün aralıklarla (0,3,6,9,12 ve 15 günlerde) meyve kalite parametrelerine ait ölçümler ve analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda muhafaza boyunca ağırlık kaybının arttığı ve en düşük ağırlık kaybının 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Çürüme depolamanın 9. gününde başlamış ve 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamalarının çürümeyi yavaşlattığı saptanmıştır. Depolama boyunca pH değerlerinde düşüş görülmüş ve tüm melatonin uygulamaları pH değerinin yükselmesini engellemiştir. TA değerleri depolama boyunca düşüş göstermiş 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamaları TA düşüşünü yavaşlatmıştır. SÇKM miktarı depolama boyunca düşmüş, 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin bu düşüşü yavaşlatmıştır. C vitamini miktarı depolama boyunca dalgalanmalar olmuş ve genel itibariyle düşmüştür. Fakat 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması C vitamini miktarını artırmıştır. Diğer uygulamalarda toplam fenolik madde miktarı azalırken, 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında artış göstermiştir. Toplam monomerik antosiyanin ve toplam antioksidan aktivitesi depolama boyunca düşüşler görülmüş, 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması düşüşü yavaşlatmıştır. Melatonin uygulamalarının L^* , a^* ve b^* değerlerini üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Meyve sertliği ve RDR oranı üzerine melatonin uygulamalarının etkisi görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Melatonin, Hasat sonrası, Muhafaza, Böğürtlen

ABSTRACT

THE EFFECT OF MELATONIN APPLICATIONS ON STORAGE PERFORMANCE OF BLACKBERRY

Hüseyin SALMAN

Master's Thesis, Division of Curriculum and Instruction

Thesis Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Onur SARAÇOĞLU

August 2024, x + 44 pages

This study was carried out to investigate the effect of different doses of melatonin (50, 100 and 150 $\mu\text{mol/L}$) on postharvest quality parameters in Jumbo blackberry cultivar. For this purpose, weight loss rate, decay rate, fruit flesh firmness, fruit colour characteristics, water soluble dry matter (SSC), titratable acidity, pH, total phenol, total antioxidant capacity and total monomeric anthocyanin content were determined. After the blackberry fruits were harvested, they were brought to Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Fruit Growing Laboratory. The fruits were sprayed with four different doses of 0 (Control), 50, 100 and 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin solution and left to dry. The fruits were then stored in cold storage at 2 ± 0.5 °C and $85\pm5\%$ relative humidity for 15 days. Fruit quality parameters were measured and analysed at three-day intervals (0,3,6,9,12 and 15 days) during storage. As a result of the study, it was determined that weight loss increased during storage and the lowest weight loss was in 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin treatment. Decay started on the 9th day of storage and it was determined that 100 and 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin treatments slowed down the decay. pH values decreased during storage and all melatonin applications prevented the pH value from increasing. TA values decreased during storage and 100 and 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin applications slowed down the decrease in TA. SSC amount decreased during storage and 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin slowed down this decrease. Vitamin C content fluctuated during storage and generally decreased. However, 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin application increased the amount of vitamin C. While total phenolic content decreased in other treatments, it increased in 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin treatment. Total monomeric anthocyanin and total antioxidant activity decreased during storage and 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin application slowed down the decrease. It was determined that melatonin applications had no effect on L^* , a^* and b^* values. Melatonin applications had no effect on fruit firmness and RDR ratio.

Keywords: Melatonin, Postharvest, Storage, Blackberry

Önsöz

Tez konumun belirlenmesi ve yürütülmesi sürecinde her anlamda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU'na; istatistiksel analizlerin planlanmasında yol gösteren Sayın Prof. Dr. Kenan YILDIZ'a; tez savunma sınavıma katılan Sayın Doç. Dr. Volkan OKATAN ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ'a; laboratuvar çalışmalarında beni yalnız bırakmayan Arş. Gör. Osman Nuri ÖCALAN, Ziraat Yüksek Mühendisleri Emircan DİNÇER ve Fatmanur ÇEZİK, Ziraat Mühendisleri M. Rahmetullah ÇİĞDEM ve Mehmet Emin İŞBİLİR ile tüm kırmızı laboratuvar ekibime teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, hayatım boyunca beni yalnız bırakmayarak desteklerini ve sevgilerini esirgemeyen, başta babam Ahmet SALMAN, annem Ayşe SALMAN ve çok değerli eşim Beyza SALMAN ile çocuklarım Ömer Asaf ve Meva SALMAN olmak üzere, sevgili aileme sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

HÜSEYİN SALMAN

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ	IX
Kısaltmalar ve Simgeler	X
1.GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	8
3.MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. MATERYAL.....	13
3.1.1. Bitki materyali.....	13
3.1.2. Hasat Sonrasında Kullanılacak Materyaller	14
3.2. YÖNTEM.....	14
3.3. Meyvede yapılan ölçümler	15
3.3.1. Ağırlık kaybı oranı (%)	15
3.3.2. Kırmızı Üzümcük Dönüşüm oranı (%)	16
3.3.3. Çürüme oranı (%).....	16
3.3.4. Meyve rengi tayini.....	17
3.3.5. Meyve eti sertliği (Newton).....	18
3.3.6. Titre edilebilir	18
3.3.7.pH	19
3.3.8.Suda çözünebilir kuru madde	20
3.3.9. C vitamini	20
3.3.11. Toplam antioksidan aktivite	21
3.3.12. Toplam monomerik antosiyanin.....	22
3.4.Verilerin İstatistiksel Analizi.....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. Ağırlık Kaybı.....	23
4.2. Çürüme Oranı	24
4.3. Meyve Sertliği	25
4.4. Meyve Renk Tayini	26
4.4.1. Meyve Rengi L^* Değeri	26
4.4.2. Meyve Rengi a^* Değeri.....	27

4.4.3. Meyve Rengi b^* Değeri.....	28
4.5. Toplam Kuru Madde Miktarı (SÇKM)	29
4.6. pH	30
4.7. Titre Edilebilir Asitlik (TA)	31
4.8. C Vitamini (ml/L).....	32
4.9. Toplam Fenolik Madde	33
4.10. Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA).....	34
4.11. Toplam Antioksidan Aktivitesi (TAA)	35
4.12. Kırmızı Durubent Dönüşümü (RDR)	36
5. SONUÇ	37
6.KAYNAKÇA	38



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Böğürtlen büyüme formları (Ağaoğlu,1986)	3
Şekil 3.1. Böğürtlen bahçesine ait uydudan çekilmiş bir fotoğraf (Google Earth)	13
Şekil 3.2. Böğürtlen hasatından bir görüntü	14
Şekil 3.3. Muhafaza deposundan bir görünüm	15
Şekil 3.4. Meyve ağırlık ölçümü	16
Şekil 3.5. Meyve renk ölçümü	17
Şekil 3.6. Meyve eti sertliği ölçümü	18
Şekil 3.7. Titrasyon asitliği ölçümü	19
Şekil 3.8. pH ölçümü	19
Şekil 3.9. Suda çözünabilir kuru madde ölçümü	20
Şekil 3.10. C vitamini ölçümü	20
Şekil 3.11. TEAC analizi	21

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin Ağırlık kaybı değerine etkisi	23
Tablo 4.2. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin çürüme oranı değerine etkisi	24
Tablo 4.3. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin Meyve sertliği değerine etkisi	25
Tablo 4.4. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin L^* değerine etkisi	26
Tablo 4.5. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin a^* değerine etkisi	27
Tablo 4.6. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin b^* değerine etkisi	28
Tablo 4.7. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin SÇKM değerine etkisi	29
Tablo 4.8. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin pH değerine etkisi	30
Tablo 4.9. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin TA değerine etkisi	31
Tablo 4.10. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin C vitamini değerine etkisi	32
Tablo 4.11. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin Toplam fenol değerine etkisi	33
Tablo 4.12. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin TMA değerine etkisi	34
Tablo 4.13. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin TAA değerine etkisi	35
Tablo 4.14. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin RDR değerine etkisi	36

Kısaltmalar ve Simgeler

g

ml

mg

dk

FAO

TÜİK

Ton

SÇKM

MLT

 $\mu\text{mol/L}$ **Kısaltmalar Açıklama**

Gram

Mililitre

miligram

dakika

Food and Agriculture Organization

Türkiye İstatistik Kurumu

1000 Kg

Suda Çözünür Kuru Madde

Melatonin

Mikro mol

Simgeler Açıklama

°

°C

%

Derece

Santigrat Derece

Yüzde

1.GİRİŞ

Böğürtlen 8000 bin yıllık bir geçmişe sahip, Antarktika ve Avustralya hariç her yerde yabancı olarak yetişebilen üzüksü meyveler grubunda yer alan bir bitki türüdür. Böğürtlen, *Rosales* takımının *Rosaceae* familyası, *Rosadieae* alt familyası, *Rubus* cinsi ve *Eubautus* alt cinsinde yer alır. *Eubatus* alt cinsi içerisinde *Rubus fruticosus*, *Rubus discolor* ve *Rubus laciniatus* türleri bulunmaktadır (Yıldız, 2011). Böğürtlen genellikle *Rubus fruticosus* adı ile anılmaktadır. Avrupa’da bütün kültür böğürtlenleri bu isim altında toplanmaktadır (Ağaoğlu, 1986).

Böğürtlen bitkileri (*Rubus spp.*) taksonomistler tarafından doğru ve kolay bir şekilde türlerine ayırlanamamıştır. Bunun sebebi, böğürtlenin yüksek adaptasyon yeteneği ve soğuğa dayanıklılığı sayesinde yayılım alanının genişlemesi ve doğal seleksiyonla birçok türün ortaya çıkmasıdır. Dünyada 350’ye yakın tür olduğu bilinmektedir (Ağaoğlu,1986). Alplerde 800 metre yükseklikte çeşitleri bulunan böğürtlenin anavatanı Orta Avrupa olarak bilinmektedir. Kültür çeşitlerinin çoğu Kuzey Amerika kökenli olduğu bildirilmiştir. (Yıldız, 2011).

İlk olarak 17. yüzyılda Avrupa’da kültüre alınarak, 19. yüzyılda Amerika’da yetiştiriciliğine başlanmıştır. Kültür formları üzerine yapılan ilk çalışmalar 18. yüzyıl ortalarında başlamış, 1930’lu yıllarda dikensiz böğürtlenler keşfedilmiş ve son yıllarda farklı bölgelere adapte olabilen çeşitli böğürtlen türleri geliştirilmiştir (Kurt ve ark., 2003).

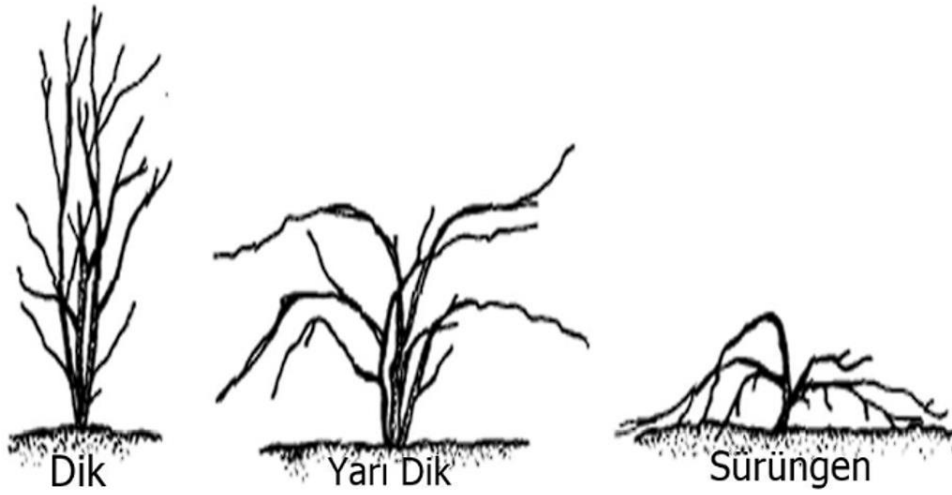
Böğürtlen ülkemizde yabancı olarak eskiden beri yetişmekte ve halk tarafından meyveleri toplanarak yenilmektedir (Ağaoğlu, 1986). Yabancı böğürtlen türleri dünyanın ve özellikle de kuzey yarım küresinin ılıman iklim bölgelerinde, tropik bölgelerin yüksek bölgelerinde doğal olarak bulunmaktadır. Ülkemiz böğürtlenin anavatanlarından biridir. Birçok bölgemizin doğal florasında, özellikle de Karadeniz sahil ve geçiş bölgelerinde böğürtlen yetişmektedir (Onur, 2006).

Ülkemizde adaptasyon çalışmaları ise 1960’lı yıllarda Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü’nde başlatılmıştır (Ağaoğlu, 1986). Başlarda üretimi ülkemizde ekonomik olarak çok yaygın olmadığı bilinmektedir. Fakat daha sonra özellikle sanayiye ham madde olarak ve benzeri çeşitli kullanım alanları bulunması nedeniyle yetiştiricilik önem kazanmıştır (Akbulut ve ark., 2003). Böğürtlen, kendine has renk, aroma, koku ve albenisiyle insanların taze tüketim tercihleri arasında yer almaktadır. Taze olarak tüketimlerinin yanı sıra gıda endüstrisinde; reçel, komposto, meyve suyu, şıra, pasta, dondurma ve dondurulmuş gıda ürünleri için hammadde olarak değerlendirilmektedir (Pehlivan ve Güleriyüz, 2004).

Son yıllarda ülke genelinde böğürtlen üretimi artmıştır. 2012 yılından itibaren böğürtlen üretimi kayıt altına alınmaya başlanmıştır. 2012 yılında 2 426 dekar alandan 2 363 ton böğürtlen üretimi yapılırken, 2022 yılında 3 430 dekar alandan 3 384 ton üretim gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). En çok üretim yapan iller sırasıyla Bursa (1 972 ton), Mersin (248 ton), Kahramanmaraş (135 ton) ve Adana (89 ton) olarak rapor edilmiştir (Yeşil, 2022; TÜİK, 2024).

Böğürtlenler, taze tüketim ve gıda endüstrisinde reel, marmelat ve meyve suyu gibi çeşitli ürünlerde kullanılır. Pigmentler, flavonoidler, fenoller, antioksidanlar, lifler, mineraller ve vitaminler açısından zengin olup, besin değerleri yüksek olduğu için diğer meyvelerden farklı bir yere sahiptir (Khknen ve ark., 1999; Halvorsen ve ark., 2001). Böğürtlen meyveleri doğal olarak kolesterol, doymuş yağlar, sodyum ve kalori açısından düşük olup, kalp hastalıkları ve kolon kanserine karşı koruyucu oldukları bildirilmektedir (ağlar ve ark., 2017). Böğürtlen yaprakları ve meyveleri, tıbbi amaçlarla kullanılabilir; basur, ishal, diş eti iltihapları ve yaraların tedavisinde etkilidir (Kayaalp, 2021).

Böğürtlen çok yıllık bir kök sistemi üzerinde büyür ve iki yıllık sürgünler üretir. Kök yapısı saçak köktür ve geniş bir alana yayılmaktadır (Ağaoğlu, 1986). İlk yıl çıkan sürgünler her bahar ortaya çıkar; bu sürgünler genel olarak meyve vermez. Bir uyku döneminden sonra, ikinci yıl sürgünler iek açar, meyve verir ve yaşlanır; bu tür bğrtlenlere “floricate fruiting” denir (Thompson, 2007). Birçok çeşitte ilk yıl çıkan sürgünlerden iek ve meyve alınmaz. iek ve meyveler iki yıllık dallardan elde edilir. Bu iki yıllık sürgünler hasat sonrası ölürler. Yeni yapılan çalışmalara göre bazı çeşitlerde hem tek yıllık hem de iki yıllık sürgünlerden meyve elde edilir. Bu yeni ışlah edilen çeşitler adaptasyon yeteneği yüksek, kaliteli, dikensiz, oldukça verimli ve güçlü büyüme eğiliminde olup, yıllık 3-4 metre boyunda sürgün oluşturma potansiyeline sahiptirler (Strik ve ark., 2007; Yetgin, 2013; Yıldız, 2017).



Şekil 1. Böğürtlen büyüme formları (Ağaoğlu,1986)

Böğürtlen çeşitleri büyüme şekillerine göre 3 grupta incelenir. Bunlar dik, yarı dik ve sürüngen formlardır. Dik formdaki böğürtlenler destek sistemine ihtiyaç duymazken, yarı dik ve sürüngen formdaki böğürtlenler destek sistemine ihtiyaç duyar. Sürüngen ve yarı dik forma sahip böğürtlenlerin köklerinde çok az göz vardır. Sürgün formdakiler, toprak üstündeki kısımlarda oluşan gözlerden oluşur. Dik formdaki tiplerde sürgünler, köklerde bulunan vejetatif gözlerden oluşur. Sürünücü tiplerin köklerinde çok az tomurcuk vardır ve vejetatif sürgünler yaşlı dalların koltuklarında oluşan gözlerden sürer. Yarı dik formdaki çeşitler her iki form özelliklerini de taşırlar, fakat daha çok yaşlı dallar üzerinde oluşan gözlerden sürgün verirler. Her forma ait dikenli ve dikensiz çeşitleri mevcuttur. Dikenli çeşitler daha çok yabancı çeşitlerdir. Bitki dikenlerini tırmanmak için kullanır (Ağaoğlu, 1986).

Böğürtlen yaprakları koyu yeşil kenarlıdır, üstü parlak ve el ayası şeklinde (palmate) beş yaprakçıktan oluşur. Yaprakçıkların altında gri-yeşil renkli ve beyaz tüyler bulunmaktadır. Yaprak sapında ise uçları geriye doğru kıvrık şekilde dikenler mevcuttur. Böğürtlen sürgünlerinde çeşitlerine göre az veya çok miktarda, kuvvetli, kalın, dik veya yay gibi kıvrık dikenlere mevcuttur. Dikenlerini tırmanabilmek için dayanak olarak kullanılmaktadırlar. Yaprak saplarında ve alt taraftaki yaprak damarlarında da kısa dikencikler bulunmaktadır ve bu dikenler epidermisten oluşmaktadır (Ağaoğlu, 1986).

Böğürtlen çiçeklerinin taç yaprakları beyaz ile pembe renkler arasında oluşmaktadır. Erselik çiçek yapısına sahip olan böğürtlen çiçekleri üzerinde erkek ve dişi organlar bir arada bulunurlar. Bir çiçekte ortalama 60-90 tane dişi organ ve 60-100 adet arası da erkek organ bulunmaktadır. Böğürtlen çeşitlerinin çoğu kendine verimlidir. Tozlanma genellikle arılarla olmaktadır, ancak rüzgâr da tozlanmaya yardımcı olmaktadır. Böğürtlende çiçeklenme

kademeli olarak mayıs ayında başlayıp ağustos sonuna kadar devam etmektedir. Bitki üzerinde değişik olgunlaşma evrelerinde olan meyve salkımları birbirini izlemektedir (Ağaoğlu, 1986; Yıldız, 2017).

Böğürtlən meyveleri toplu sert çekirdekli meyveler grubuna girer. Çiçek ekseninde bulunan diş organlar döllenerek küçük meyveleri, bunlarda birleşerek böğürtlən meyvesini oluşturur. Dikimden sonra ikinci yılda meyve alınmaya başlanan böğürtlende bahçe bakımı iyi yapılırsa 10 yıldan fazla ürün alınabilir. Meyveler çiçeklenmeden itibaren 40-70 gün içinde olgunlaşmaktadırlar. Renkleri yeşilden kırmızı ve siyaha dönüşür. Olgunlaşmanın son günlerinde meyve iriliği %85'e ulaşır ve siyah renge döndükten bir hafta sonra hasat başlar (Ağaoğlu, 1986; Yeşil, 2022).

Genel olarak meyveler solunum şekline göre klimakterik ve klimakterik olmayan tiplere ayrılır. Klimakterik meyveler hasat sonrası olgunlaşmaya devam eder ve daha sonra yaşlanmaya girerken, klimakterik olmayan meyveler hasattan hemen sonra yaşlanmaya girer. Meyve yaşlanması sırasında kabuk rengi ve besin içeriği yavaş yavaş değişir ve ardından lezzet giderek bozulur (Jiang ve ark., 2004; Ze ve ark., 2021).

Böğürtlən klimakterik bir meyve değildir. Bu nedenle meyveler tamamen olgunlaştıktan sonra hasat edilmelidir (Benichou ve ark., 2018). Hasat sonrası ömrünün 2-5 gün olduğu bilinen böğürtlənin, 0 °C'de ve %90 bağıl nemde 14 güne kadar dayandığı bildirilmiştir (Perkins-Veazie, 2016). Böğürtlən meyvesinin solunum hızı ve metabolizmasının yüksek olması, yapısının sulu olması, kabuk yapısının ince ve yumuşak olması; meyvenin hızlı su kaybetmesine, mekanik hasarlanmalara, patojenik zararlanmalara ve enfeksiyonlara hassas olmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla böğürtlən, hasattan çok kısa bir süre sonra kalite kaybına ve bozulmaya uğrar. Bu da ekonomik anlamda ciddi kayıplara sebep olmaktadır (Shi ve ark., 2022; Martínez-Camacho ve ark., 2022). Böğürtlende ekonomik olarak sıkıntı oluşturun bir diğer durum ise kırmızı üzümçük dönüşümü (Red Drupelet Reversion (RDR) olarak adlandırılan fizyolojik bozukluktur. Bu fizyolojik bozukluk, hasat sırasında veya hasat sonrası oluşan fiziksel hasarlara bağlı olarak tanecikli yapının tek tek veya gruplar halinde siyah renginden bozularak kırmızıya dönmesi olayıdır. Bu bozukluk meyvenin görsel ve fiziksel kalitesini bozarak ticari değerinin düşmesine sebep olmaktadır (Martínez-Camacho ve ark., 2022; Edgley ve ark., 2019).

Meyvelerin metabolizmasındaki değişiklikler, olgunlaşma arttıkça hücre duvarı bileşiminde zayıflamaya ve bütünlüğünün bozulmasına sebep olur (Muro-Villanueva ve ark., 2019;

Martínez-Camacho ve ark., 2022). Meyvelerin bozulma sürecinin bir diğer sebebi de hücre duvarını oluşturan pektin yapısının bozulmasıdır. Pektin hücre duvarını oluşturan önemli bir bileşendir. Hücreler arası yapışmayı sağlayarak doku bütünlüğünü sağlar. Bozulma sürecinde poligalakturonaz (PG) ve pektin esteraz (PE) enzimi pektinin yapısını bozarak çürüme ve kalite kaybına sebep olmaktadır (Wakabayashi ve ark., 2000; Martínez-Camacho ve ark., 2022).

Belirtilen bu sorunların önüne geçebilmek, hasat sonrası muhafaza ömrünü arttırmak ve meyve kalitesini korumak için araştırmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalar hasat öncesi ve hasat sonrası uygulamalar olarak sınıflandırılmaktadır (Martínez-Camacho ve ark., 2022).

Meyve ve sebze yaşlanması, doğada, bir dizi fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik değişiklikleri içeren, renk, tat ve besin değerlerinin azalması ve sonuçta raf ömrünün kısalması ile birlikte gelen, geri dönüşü olmayan bir süreçtir (Rugkong ve ark., 2011; Xu ve ark., 2019). Meyve ve sebzelerin hasat sonrası çürümesi temel olarak kendi besin maddelerinin solunum yoluyla sürekli tüketilmesinden kaynaklanmaktadır; bu da klorofil tahribatı ve ayrışması, substrat oksidasyonu, hücre duvarı yumuşaması ile sonuçlanır. Besin değerleri sıcaklık, nem ve hava bileşiminin etkisi altında sürekli değişmektedir (Barrett ve Lloyd, 2012; Xu ve ark., 2019). Bu nedenle, hasat sonrası korumayı iyileştirmek için, meyve ve sebzelerin depolama süresini uzatmak amacıyla soğutma, kontrollü atmosferde depolama ve havalandırılmalı depolama gibi birçok geleneksel fiziksel depolama yöntemi kullanılmaktadır (Adeyeye ve ark., 2017). Biyoteknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için bazı kimyasal reaktiflerden de faydalanılmaktadır (Wang ve ark., 2012).

Melatonin bitki, hayvan ve insanlarda doğal olarak bulunan bir hormondur. İlk olarak 1958 yılında insanlarda izole edilmiş ve 1995 yılında tek çenekli ve çift çenekli yenilebilir bitkilerde melatonin keşfedilmiştir. (Xu ve ark., 2019). N-asetil-5-metoksitriptamin olarak bilinen melatonin, önemli sayıda bitki türünde yaygın olarak bulunan bir tetikleyicidir (Wang ve Chan, 2018). Melatonin bitkilerde yaprak ve köklerin mitokondri ve kloroplastlarında sentezlenerek ve bunun akabinde bitkilerde çiçeklere, meyvelere ve meristemlere aktarıldığı düşünülmektedir. (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2013; Tan ve ark., 2013). Melatonin bitkilerde tohum gelişimi, kök gelişimi, meyve gelişimi, olgunlaşma, yaşlanma ve biyotik ve abiyotik streslere verilen tepkiler gibi birçok fizyolojik aktiviteye katkıda bulunmaktadır (Ze ve ark.,2021). Melatonin bir diğer etkisi reaktif oksijen türlerini doğrudan ortadan kaldıran bir antioksidan görevi görerek, antioksidan sistemini aktif eder ve diğer antioksidanların etkinliğini yükselterek bitkilerin canlı ve cansız streslere dayanımını artırır (Debnath ve ark., 2019).

Melatonin kaynaklı antioksidanlar, meyve hücresel sistemindeki hidrojen peroksit ve süperoksit anyon gibi reaktif oksijen türlerinin seviyelerini düşürerek, metabolik dengenin korunmasına ve oksidatif hasara karşı korunmasına katkı sağlar (Gao ve ark., 2016). Eksojen melatonin uygulaması, hidrojen peroksit birikimini inhibe ederek savunma sistemini güçlendirir ve hastalık direnci mekanizmalarını tetikler (Lin ve ark., 2019). Melatonin, serbest radikalleri temizleyici ve oksidatif stres hasarına karşı koruyucu bir antioksidan olarak hücresel membran lipidlerini ve proteinleri korur (Tan ve ark., 2002). Ayrıca, fenoller, flavonoidler ve antosiyaninlerin birikimini artırarak membran lipidini korur ve oksidasyon zincirini bozar (Zhang ve ark., 2018). Melatonin tarafından uyarılan antioksidan sistem, yüksek fenol, flavonoid ve antosiyanin içeriği ile reaktif oksijen türlerinin temizlenmesine yardımcı olur ve böylece hasat sonrası kaliteyi korur (Xu ve ark., 2019). Böylece melatoninin oksidatif hasarın azaltılmasında ve hasat sonrası kalitenin korunmasında rol oynadığını öne sürmektedir.

Hasat sonrası meyvelerde melatonin uygulaması içsel melatonin içeriğini artırarak meyvelerdeki birçok fizyolojik değişikliğin düzenlenmesine yardımcı olabileceğini düşündürmektedir (Aghdam ve Fard, 2017 ; Liu ve ark., 2018 ; Zhang ve ark., 2018). Bu nedenle, melatoninin kalite değişiklikleri, oksidatif stres, yaşlanma bozulması, soğuk hasarı ve diğer hasat sonrası kalite özellikleri üzerinde dışsal olarak uygulanmasına ilişkin çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, hasat sonrası domates meyvesinin kalitesini korumak amacıyla daldırma yöntemi ile uygulanan 50 µmol melatoninin, domateslerde likopen seviyesini 5,8 kat artırdığı, meyve yumuşamasını azalttığı, suda çözünür pektini %22,5 oranında artırdığı ve bunun yanında protopektini %19,5 oranında azalttığı bildirilmiştir (Sun ve ark., 2015).

Başka bir çalışmada, 1 °C'de 40 gün boyunca depolanan "Santa Rosa" eriklerinin hasat sonrası kalitesini korumak amacıyla farklı melatonin dozlarının (0, 1, 10, 100 ve 1000 µmol) etkileri incelenmiştir. Çalışmada erikler, hasattan hemen sonra melatonin solüsyonuna daldırılmış ve kalite parametreleri 10 günlük aralıklarla değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar, 100 ve 1000 µmol melatonin uygulamalarının ağırlık kaybını azaltmada ve sertliği korumada etkili olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca, bu dozlarda melatonin uygulamalarının askorbik asit, toplam fenol ve antioksidan aktiviteyi artırdığı da belirtilmiştir. Araştırmacılar özellikle, 1000 µmol melatonin uygulamasının, çürüme oranını önemli ölçüde azaltarak eriklerin hasat sonrası ömrünü uzatmada faydalı bulunduğunu ifade etmiştir (Bal, 2019).

Cao ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, şeftali meyvelerini 50, 100 ve 200 µmol/L melatonin ile 120 dakika muamele edip, 4 °C'de 28 gün boyunca depolamışlardır. Çalışma sonucunda, melatonin uygulanan şeftalilerde, meyve suyu oranı ve SÇKM miktarının arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca, 100 µmol/L melatonin uygulamasının üşüme hasarını azaltmada daha etkili olduğu bildirilmiştir. Yazarlar, melatoninle muamele edilen şeftalilerde poliamin, GABA ve prolin seviyelerinin arttığını ve bunun da üşüme zararını azalttığını belgelemişlerdir.

Liu ve ark. (2018)'nın çilek meyveleriyle yaptıkları çalışmada, 5 dakika boyunca meyveler 0, 0.01, 0.1, 1 ve 10 µmol/L melatonin solüsyonlarına daldırılmış ve 12 gün boyunca 4 °C ve %90 bağıl nemde saklanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, 0.1 ve 1 µmol/L melatonin uygulamalarının meyvelerde çürüme ve ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Bu dozlarda melatonin, çileğin yaşlanmasını geciktirmiş, hidrojen peroksit ve malondialdehit birikimini azaltmış, toplam fenolik ve flavonoid içeriğini artırarak antioksidan kapasitesini yükseltmiştir. 0.1 µmol/L melatonin, melatonin biyosentetik genlerinin ifadesini artırarak içsel melatonin seviyesini yükseltmiştir.

Bir başka çilek çalışmasında, 'Luca' çeşidi çilek meyvelerine farklı dozlarda melatonin uygulaması yapılarak, 4 °C sıcaklıkta ve 12 gün süreyle meyveler muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda, 100 µmol/L melatonin uygulanan çileklerde SÇKM, titre edilebilir asitlik ve antosiyaninin daha iyi korunduğu ve bununda tat değişimini en aza indirdiği belirtilmiştir. Bunun yanında 100 µmol/L melatonin uygulamasının ağırlık kaybı ve çürüme oranını azalttığı meyvenin yaşlanmasını geciktirdiği bildirilmiştir (El-Mogy ve ark., 2019).

Kirazda yapılan bir çalışmada hasat sonrası 50, 100 ve 150 µmol/L melatonin uygulamalarının kirazlarda ağırlık kaybının ve meyve çürüme oranını düşürdüğü; meyve eti sertliği, SÇKM ve Titrasyon asitliğini koruduğu; meyve renk özelliklerini L^* değeri, doygunluk ve hue açısı değerlerini koruyarak meyve yaşlanmasını geciktirdiği rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2019).

Yukarıda belirtildiği üzere birçok çalışma yürütülmüş fakat literatür incelendiğinde böğürtlen meyvesinin hasat sonrası melatonin uygulamasına rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada söz konusu eksiklikler göz önünde bulundurularak böğürtlen meyvelerine melatonin uygulaması yapılacaktır. Uygulama sonucu meyveler muhafaza edilecek ve kalite parametreleri incelenecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde, araştırmacılar böğürtlen meyvesinin hasat sonrası kalite özelliklerini korumak ve raf ömrünü artırmak amacıyla farklı materyal ve yöntemleri test etmektedirler. Önceki yıllarda yapılan bir çalışmada, Perkins-Veazie ve ark. (1999), 'Shawnee' (yumuşak meyve) ve 'Navaho' (sert meyve) böğürtlen çeşitlerinin depolama koşulları altındaki kalite özelliklerini incelemiştir. 'Shawnee' böğürtlenleri, 2°C'de 14 gün veya 5°C'de 7 gün depolandıktan sonra %20'den fazla çürüme göstermiştir. 'Navaho' böğürtlenleri ise benzer koşullarda %10'dan az çürüme ile pazarlanabilir durumda kalmış ve daha iyi sonuç vermiştir. Düşük sıcaklıkta depolamadan sonra 20°C'ye alınan meyvelerde ağırlık kaybı, sızıntı, çürüme ve yumuşama gibi olumsuz etkiler gözlemlenmiştir. 'Shawnee' meyvelerinde %25'e kadar meyve kaybı olurken, 'Navaho' meyvelerinde bu kayıp %10 civarında olmuştur. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemiş; ancak titrasyon asitliği %40-50 oranında azalmıştır. Antosiyanin içeriği, çeşide, depolama sıcaklığına ve süresine bağlı olarak %20-100 arasında artış göstermiştir. Düşük sıcaklıkta depolama sonrasında meyvelerin ısıtılması, toplam şeker kaybını hızlandırmamıştır. 'Navaho' böğürtlenlerinin sürekli olarak 2°C'de tutulduğunda 21 gün boyunca depolanabilir durumda kaldığı rapor edilmiştir.

'Cancaska' ve 'Chester' böğürtlen çeşitlerinin perakende raf ömrünü artırmak amacıyla farklı paketleme malzemelerinin kullanımını incelemiştir. Çalışmada, yönlendirilmiş poli(laktik asit) (OPLA) ve yönlendirilmiş polistiren (OPS) malzemeleri kullanılmıştır. Böğürtlenler, bu malzemelerden yapılan geçmeli kapalı paketlere yerleştirilmiş ve 3°C ile %85 nem koşullarında üç hafta boyunca depolanmıştır. Depolama süresince her iki çeşitte de pH değeri, ağırlık kaybı, SÇKM/TA (şeker asit dengesi) oranı ve mantar sayısında artış gözlenmiştir. Sertlik, antosiyanin içeriği, TA (titrasyon asitliği) ve SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) gibi diğer kalite parametrelerinde ise paketleme malzemesinin belirgin bir etkisi tespit edilmemiştir. OPS kaplarında paketlenen böğürtlenler, OPLA kaplarına kıyasla daha az ağırlık kaybı yaşamış ve SÇKM ile TA değerlerinde daha az düşüş göstermiştir. Hem OPS hem de OPLA kaplarındaki böğürtlenler, 3°C'de 12 gün boyunca depolanabilmiş ve "ABD standardı No. 1" derecesini karşılayacak kalitede kalmıştır. Bu çalışma, biyobazlı (OPLA) ve petrol bazlı (OPS) paketleme malzemelerinin, böğürtlenlerin depolama süresince kalitesini korumada önemli bir rol oynadığını ve ticarileştirme sürecinde tercih edilebilecek etkili stratejiler sunduğunu göstermektedir (Joo ve ark., 2011).

Tupy böğürtlen meyvelerinin fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri, kontrol grubu (kaplamasız), %1,5 kitosan kaplama, %2,5 manyok nişastası kaplama ve %20 suda kefir taneleri kaplama ile muamele edilerek incelenmiştir. Meyveler, 0°C ve 10°C sıcaklıklarda muhafaza edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, %1,5 kitosan kaplama ve 0°C'de soğutma, fizyolojik ağırlık kaybını (%4,41) azaltmada, meyve sertliğini (19,1 N) korumada ve daha düşük çürüme oranı (%6,19) göstermede etkili olmuştur. Ayrıca, 18 günlük depolama süresince SÇKM değerlerinde önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir (Oliveira ve ark., 2013).

Dikensiz böğürtlen üzerinde yapılan bir çalışmada, yönlendirilmiş polistiren (OPS) ve yönlendirilmiş poli mısır nişastası (OPCS) bazlı iki farklı ambalaj malzemesinin böğürtlenin raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Böğürtlenler, 0°C, 4°C ve 25°C'de 14 gün boyunca depolanmış ve bu süre zarfında meyve kalitesi değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, böğürtlenler 0°C'de 14 gün, 4°C'de 8 gün ve oda sıcaklığında sadece 3 gün dayanabilmiştir. OPS ambalajında saklanan böğürtlenler, OPCS'ye kıyasla daha yüksek pazarlanabilirlik ve daha düşük ağırlık kaybı göstermiştir. Görsel renk ve pazarlanabilirlik açısından OPS ambalajındaki meyveler, daha iyi performans sergilemiştir. Fenolik bileşen miktarı açısından ise OPCS kabındaki meyveler daha iyi sonuç vermiştir. Ancak, OPCS ambalajı, nano kil parçacıkları kullanmasına rağmen meyve suyu kaybını azaltmada etkili olmamıştır. Yüksek geçirgenliği nedeniyle OPCS ambalajı, diğer ambalajlara kıyasla daha fazla meyve ağırlık kaybına neden olmuştur. Sonuç olarak, OPS ambalajının, dikensiz böğürtlenlerin raf ömrünü uzatma ve pazarlanabilirliğini koruma açısından OPCS'ye göre daha etkili olduğu, ancak OPCS ambalajının fenolik bileşenlerin korunmasında avantaj sağladığı, ancak yüksek geçirgenliği nedeniyle meyve ağırlık kaybını artırdığı bildirilmiştir (Hadadinejad ve ark., 2018).

Rodríguez ve ark. (2020), böğürtlenlere uygulanan manyok nişastası, peynir altı suyu proteini, balmumu, kitosan, gliserol, stearik asit ve buzlu asetik asit bazlı yenilebilir bir kaplamanın (EC), 4°C'de depolanan böğürtlenlerin raf ömrü üzerindeki etkisini araştırmışlardır. EC'nin etkileri, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada, EC'nin meyvenin fizyolojik süreçlerini yavaşlatarak fizikokimyasal ve duyu özellikler üzerinde olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak, renk değişikliklerinin antosiyanin kayıplarından kaynaklandığı belirtilmiştir. 10 günlük depolama sonunda, ağırlık kayıpları %39,6 daha düşük, sertlik ise %81,4 daha yüksek olarak saptanmıştır. Ayrıca, kitosan uygulamasının küf ve maya sayısını azaltmada etkili olduğu

görülmüştür. Sonuç olarak, EC'nin And Dağları böğürtlenlerinin raf ömrünü %100 oranında uzattığı rapor edilmiştir.

Kastilya böğürtleni (*Rubus Glaucus Benth*) üzerinde yapılan bir çalışmada, *Komagataeibacter xylinus* bakterisinden elde edilen bakteriyel selüloz kaplama kullanılarak böğürtlenler kaplanmış ve 4°C'de depolanmıştır. Bakteriyel selüloz kaplaması, Kastilya böğürtlenlerinin raf ömrünü önemli ölçüde artırmış ve meyveler 9 güne kadar dayanıklılık göstermiştir. Kaplama uygulanan meyveler, başlangıçtaki taze doku yapısını, renk, koku ve tat gibi fizikokimyasal özelliklerini korumuş, ayrıca mikrobiyal saldırılara karşı koruma sağlayarak meyvenin hızlı bozulmasını önlemiştir (Toscano Ávila ve ark., 2020).

Böğürtlen meyvelerinin hasat sonrası raf ömrünü uzatmak amacıyla mikro fibrille selüloz (NC) ve limon otu esansiyel yağı (EO) içeren nano parçacık kaplamalarının etkisi araştırılmıştır. EO ile kaplanmış böğürtlenlerde NC konsantrasyonları sırasıyla %0, %0.2, %0.4, %0.6 ve %0.8 olarak uygulanmıştır. Meyveler, kaplamadan hemen sonra, depolamanın üçüncü ve altıncı günlerinde analiz edilmiştir. EO (1000 ppm) ile kaplanan böğürtlenlerde, %0.2, %0.4 ve %0.6 NC konsantrasyonları, meyvelerin korunmasında ve depolama süresince renk değişiminin azaltılmasında etkili olmuştur. Limon otu esansiyel yağı ve nanoselüloz ile yapılan bu kaplama, böğürtlen meyvelerinin altı gün boyunca taze kalmasını sağlamıştır. Özellikle %0.4 NC + 1000 ppm EO kaplaması, meyvenin şeker seviyesini sabit tutmuş ve görsel olarak tazeliğini korumasına yardımcı olmuştur (Silva ve ark., 2020).

Yapılan bir çalışmada, And Dağları böğürtlenlerinin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak için Aloe vera ve esansiyel yağ içeren polimer bazlı bir kaplama geliştirilmiştir. Böğürtlenler 4 °C'de depolanmış ve kaplamanın etkileri 19 gün boyunca takip edilmiştir. Alınan sonuçlarda, kaplanmış meyvelerin kaplanmamış meyvelere kıyasla daha düşük kayıplar gösterdiği ve toplam fenol içeriğinin kaplanmış meyvelerde 19. güne kadar daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış meyveler arasındaki SÇKM miktarında önemli bir fark tespit edilmiştir. Kaplanmış meyvelerin toplam fenol içeriği, 19. Günde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu kaplama, böğürtlenlerin fizikokimyasal özelliklerini koruyarak raf ömrünü 4 günden 19 güne çıkarmıştır. Sonuç olarak, Aloe vera ve esansiyel yağ içeren polimer bazlı kaplamanın, And Dağları böğürtlenlerinin hasat sonrası korunması için etkili, düşük maliyetli ve kolayca uygulanabilir bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Arrubla Vélez ve ark., 2021).

Castilla böğürtlenlerinin raf ömrünü ve kalite özelliklerini artırmak amacıyla yapılan çalışmada, modifiye atmosfer ambalajı ve guar zamkı esaslı yenilebilir kaplamanın etkisi incelenmiştir. Üç tip ambalaj (delikli polietilen tereftalat (PET) istiridye kabukları, kapalı PET istiridye kabukları ve üstünde polilaktik asit filmi bulunan kapalı PET istiridye kabukları) ile iki tip kaplama (%0,3 ve %0,4 suda guar zamkı çözeltileri) değerlendirilmiştir. Polilaktik asit içeren PET ambalajlar, dengeli bir modifiye atmosfer oluşturmuş ve ağırlık kaybını azaltmıştır. En düşük bozulma oranı, %0,3 guar zamkı kaplamalı ve delikli PET ambalajda görülmüş, ancak yüksek ağırlık kaybı (%23,23) gözlenmiştir. Polietilen tereftalat ve polilaktik asit film ile %0,3 zamlı guar kaplaması, daha düşük bir ağırlık kaybı (%1,75) ile meyveleri 12 gün boyunca korumuş ve ticari açıdan en iyi uygulama olarak rapor edilmiştir (Pérez ve ark., 2021).

Böğürtlenlerde yapılan bir çalışmada, kandelilla mumu (CW) ve guar zamkı (GG) bazlı yenilebilir kaplamaların (EC) raf ömrüne etkisi incelenmiştir. 25 ± 2 °C'de 6 gün depolanan böğürtlenler üzerinde yapılan çalışmada, EC3 kaplaması (%0,2 CW ve %0,3 GG içeren) çürüme oranını (%47) ve fizyolojik ağırlık kaybını (%64) azaltarak raf ömrünü uzatma potansiyeli göstermiştir. EC3 kaplaması, böğürtlenlerin pH'nı korumuş, sertliğini azaltmış, SÇKM'yi artırmış ve titrasyon asitliğini düşürmüştür. Ayrıca, EC3 kaplaması böğürtlenlerde toplam antosiyanin içeriğini korumuş ve toplam fenolik içeriği düşürmüştür; ancak antioksidan kapasitesinde hızlı bir artışı önlemiştir. Sonuç olarak, EC3 kaplaması böğürtlenlerin raf ömrünü uzatma ve kalitesini koruma potansiyeline sahip umut verici bir yenilebilir kaplama olarak rapor edilmiştir (Ascencio-Arteaga ve ark., 2022).

Shi ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, polilaktik asit (PLA) ve polikaprolakton (PCL) bazlı, kekik esansiyel yağı (OEO) ve β -siklodekstrin (β -CD) içeren elektro eğrilmiş nanofiber malzeme kaplı polietilen kaplarda saklanan böğürtlenler, 4 ± 1 °C ve 90 ± 5 nemde 10 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Araştırmada, OEO@ β -CDs/PLA/PCL nanofiber ambalaj nanokompozit uygulamalarının böğürtlenlerin görünümünü koruduğu ve renk bozulmasını 10. günde 0,21'lik a^* ve 2,03'lük toplam renk farkı ile engellediği bulunmuştur. Depolama süresi sonunda, bozulma oranı %27,8 ve ağırlık kaybı %3,56 olarak diğer uygulamalardan daha düşük bulunmuştur. Bu kaplama, böğürtlenlerin yumuşamasını geciktirmiş ve sertliği 10. günde 6,78 N olarak korumuştur. SÇKM miktarı 8,94, çözünür protein 14,03 g/kg ve askorbik asit 0,195 g/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca, antioksidan enzimlerin aktivitesini korumuş ve düşük H₂O₂ içeriği (0,13 mol/kg) ile mikro yapıdaki oksidatif hasarı azaltmıştır. Hasat sonrası çürümeyi, besin kalitesinin kaybını ve böğürtlenlerin oksidatif hasarını engelleyerek meyve depolama kalitesini artırdığı rapor edilmiştir.

Sabir ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, jumbo böğürtlenlerin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak için UV-C ışınlaması ve kitosan kaplamanın etkileri incelenmiştir. Çalışmada kontrol grubu, 5 dakika UV-C ışınlaması, %1 kitosan kaplama ve UV-C + kitosan kaplama olarak dört uygulama yapılan böğürtlenler 14 gün boyunca soğuk depoda saklanmıştır. En fazla ağırlık kaybı kontrol grubunda (%3,04) görülürken, en düşük kayıp UV-C + kitosan kombinasyonunda (%1,59) tespit edilmiştir. UV-C + kitosan uygulaması, depolama süresince en iyi görsel kaliteyi sağlamıştır. UV-C + kitosan uygulaması, SÇKM, titrasyon asitliği, L*, C*, h° değerleri, antioksidanlar, askorbik asit ve toplam antosiyaninlerdeki değişiklikleri geciktirmiştir. UV-C ışınlaması (254 nm'de 5 dakika) ve %1 kitosan kaplama kombinasyonu, taze böğürtlenlerin biyoaktif bileşenlerini ve pazarlanabilir kalitesini artırmak için etkili, güvenli, sağlıklı, çevre dostu ve sürdürülebilir bir yöntem olarak rapor edilmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Deneme Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkez Müdürlüğü'nde yer alan böğürtlen parselinde yürütülmüştür



Şekil 3.1. Böğürtlen bahçesine (40°19'56"N 36°28'35"E) ait uydudan çekilmiş bir fotoğraf (Google Earth)

3.1.1. Bitki materyali

Jumbo böğürtlen çeşidine ait 4 yaşlı bitkilerinden homojen renklenmiş, yeknesak büyüklükte, zarar görmemiş sağlıklı ve kusursuz olan meyveler hasat edilecek ve kullanılmıştır.

Jumbo Böğürtlen Çeşidi

Ülkemizde üretimde kullanılan en yaygın çeşitlerden biridir. Özellikle meyvelerinin sahip olduğu lezzet ve irilikleri sebebiyle tercih edilen bir çeşittir. Jumbo çeşidi böğürtlenin bitki gelişimi iyi, yarı dik büyüyen, dikensiz, meyveleri çok iri, uzun silindirik ve aromalı, çiçekleri beyaz ve olgunlaşmış meyveleri siyah olan bir çeşittir. Kendine verimlidir. Yaz ayları boyunca hasadı yapılabilen bir çeşittir (Karşlı, 2016).



Şekil 3.2. Böğürtlen hasatından bir görüntü

3.1.2. Hasat Sonrasında Kullanılacak Materyaller

Melatonin uygulaması

Ticari olarak alınan melatonin, 50, 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ olmak üzere üç farklı dozda hasat sonrasında meyvelere püskürtülerek uygulandı.

Kontrol uygulaması

Hasat edilen meyvelere saf su püskürtülerek uygulama yapıldı (kontrol).

3.2. YÖNTEM

Çalışmada kullanılacak meyvelerin homojen renklenmiş, tekdüze büyüklükte, zarar görmemiş sağlıklı ve kusursuz olanları hasat edildi. Hasat edilen meyveler plastik ambalajlara konulacak derhal Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Meyvecilik Laboratuvarı'na getirildi. Laboratuvar ortamına getirilen meyvelere dört farklı dozda 0 (Kontrol), 50, 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin çözeltisi sprey yardımıyla püskürtüldü, daha sonra meyveler kurutma kâğıdı üzerinde laboratuvarda kurumaya bırakıldı. Deneme, her bir uygulama ve analiz dönemi için 3 tekerrürlü olarak düzenlendi. Her ölçüm zamanında meydana gelen değişimi tespit etmek için her bir uygulamaya ait tekerrürde yaklaşık 500 g meyve

kullanılmıştır. Hasat döneminde yapılan ölçüm ve analizlerden sonra meyveler 15 gün boyunca, 2 ± 0.5 °C ve $\%85\pm5$ bağıl nem koşullarında muhafaza edilmiştir. Depolama süresince 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerde meyve kalite parametrelerine ait ölçüm ve analizler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Biyoaktif Moleküller Laboratuvarında yapıldı.



Şekil 3.3. Muhafaza deposundan bir görünüm

3.3. Meyvede yapılan ölçümler

3.3.1. Ağırlık kaybı oranı (%)

Ağırlık kaybı ölçümü için ayrılan meyveler depolamanın başlangıcında ve her bir analiz döneminde 0.01 g hassasiyete sahip teraziyle tartılıp elde edilen değerlerin aşağıdaki formülde yerine konulması ile belirlendi.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = (\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Son ağırlık}) / (\text{Başlangıç ağırlığı}) \times 100$$



Şekil 3.4. Meyve ağırlık ölçümü

3.3.2. Kırmızı Üzümcük Dönüşüm (KÜD) oranı (%)

Üç veya daha fazla parlak kırmızı renk içeren ancak sızdıran üzümcük içermeyen böğürtlenler, KÜD pozitif olarak kabul edilecektir (Kim ve ark., 2019). Her tekrerde tüm meyveler, KÜD 'ün varlığı açısından ayrı ayrı değerlendirilecektir. KÜD, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı ve KÜD yüzdesi olarak ifade edildi;

Kırmızı Üzümcük Dönüşümü durubent (%) = (KÜD hasarlı meyve sayısı) / (Toplam meyve sayısı) x 100

3.3.3. Çürüme oranı (%)

Her bir uygulamaya ait tekrerlerdeki meyve sayısı belirlenecek ve her bir analiz tarihinde, meyvelerin yüzeyindeki misel gelişim belirtileri çürümüş meyve olarak kabul edilmiştir. Çürüme oranı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

Çürüme oranı (%) = (Toplam meyve sayısı – Sağlam meyve sayısı) / (Toplam meyve sayısı) x 100

3.3.4. Meyve rengi tayini

Meyve kabuk rengi CIE L^* , a^* ve b^* parametreleri ile belirlenmiştir. Meyvelerde renk özelliklerine ait değerler, bir renk ölçer (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japonya) vasıtasıyla, depolamanın her bir analiz döneminde, her bir uygulamaya ait tekerrürde belirlenen 20 meyvenin ekvatorial kısmından iki ölçüm alınması ile belirlenecektir. Hazırlanan skalaya göre L^* değeri 0 ile 100 arasında değer almaktadır. Sıfıra yaklaştıkça koyuluk artmakta, yüze yaklaştıkça açıklık artmaktadır. a^* değeri pozitif değer aldığı anda kırmızı ve tonlarını, negatif değer aldığı anda yeşil ve tonlarını; b^* değeri ise pozitif değer aldığı anda sarı ve tonlarını, negatif değer aldığı anda mavi ve tonlarını temsil etmektedir (McGuire, 1992).



Şekil 3.5. Meyve renk ölçümü

3.3.5. Meyve eti sertliği (Newton)

Meyve sertliği her tekerrürde 10 adet meyvenin ekvatorial kısmının 2 farklı yanağından olacak şekilde Agrostas ®100 Field dijital sertlik ölçerin 2.5 µmol ucu kullanılarak belirlenecek ve değerler Newton (N) cinsinden ifade edilecektir.



Şekil 3.6. Meyve eti sertliği ölçümü

3.3.6. Titre edilebilir (serbest) asit (TA- %):

pH ölçümünden sonra aynı örnekler üzerinde TA ölçümü yapılacaktır. Örnekler pH 8.1 değerine ulaşana kadar 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilecek ve titrasyonda harcanan NaOH miktarı esas alınarak sitrik asit cinsinden ifade edilecektir.

$$A = (S \times N \times F \times E) / C \times 100$$

A: Asitlik yüzdesi (%), S: Kullanılan sodyum hidroksit miktarı (ml), N: Kullanılan sodyum hidroksitin normalitesi, F: Kullanılan sodyum hidroksit faktörü, E: Karşılık gelen asidin eşdeğer değer (sitrik asit için 0.064), C: Alınan örnek miktarı (ml).



Şekil 3.7. Titrasyon asitliği ölçümü

3.3.7.pH

Blenderden çekilecek olan meyvelerden 5 g örnekler alınacak ve üzerine 95 ml saf su eklenerek 100 ml'ye tamamlanacak ve pH ölçüm cihazı ile pH belirlenecektir.



Şekil 3.8. pH ölçümü

3.3.8.Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM- %)

Meyveler homojenize edildikten sonra kaba filtre kâğıdından geçirilen meyve sularının, saf suya göre kalibre edilmiş dijital refraktometrede (PAL-1, McCormick Fruit Tech. Yakima, ABD) okumaları yapılacak ve değerler % olarak ifade edilecektir.



Şekil 3.9. Suda çözünebilir kuru madde ölçümü

3.3.9. C vitamini

C vitamini, meyve suyu içerisine askorbik asit kiti daldırılarak Reflectoquant (Merck RQflex plus 10) cihazı yardımıyla ölçülecek, bulunan değerler mg 100 g⁻¹ olarak ifade edilecektir.



Şekil 3.10. C vitamini ölçümü

3.3.10. Toplam fenolik madde (TF- μg gallik asit eşdeğer g^{-1})

Toplam fenol miktarı Singleton ve Rossi (1965) de tarif edildiği üzere Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak yapılacaktır. Bu amaçla homojenize edilen püre aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi kullanılarak bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemi uygulanır. Folin-Ciocalteu's kimyasalı ve saf su karıştırılarak 8 dakika bekletilir. Sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülecektir. Sonuçlar gallik asit cinsinden μg gallik asit eşdeğer/g taze meyve olarak hesaplanacaktır.

3.3.11. Toplam antioksidan aktivite (TAA- μmol Troloks eşdeğeri g^{-1})

Meyvelerin antioksidan kapasiteleri Özgen ve ark. (2006) tarafından tavsiye edilen ve bitkisel materyaller için sık kullanılan TEAC (Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi) yöntemi kullanılarak belirlenecektir. TEAC analizi için (Özgen ve ark., 2006) 7 nm ABTS (2,2'-Azino-bis 3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2,45 $\mu\text{mol/L}$ potasyum bisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilecektir. Daha sonra bu solüsyon 20 $\mu\text{mol/L}$ sodium asetat (pH 4.5) bafırı ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda $0,700 \pm 0,01$ absorbans olacak şekilde sadeleştirilecektir. Nihayetinde 30 μL ekstrakt 2.97 mL hazırlanan bakır karıştırılarak absorbance 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülecektir. Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10–100 $\mu\text{mol/L}$) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak μmol Troloks eşdeğeri/g yaş ağırlık olarak sunulacaktır.



Şekil 3.11. TEAC analizi

3.3.12. Toplam monomerik antosiyanin (TMA- *Toplam antosiyanin*- $\mu\text{g cy-3-glu g}^{-1}$):

Meyvelerdeki toplam antosiyanin pH farkı metodu kullanılarak belirlenecektir (Giusti ve ark., 1999). Ekstraktlar pH 1,0 ve 4,5 bafurlarında hazırlanarak 531 ve 700 nm dalga boylarında ölçülecektir. Toplam antosiyanin miktarı (Molar weight 449.2 and molar extinction coefficient of 29600 cyanidin-3-glucoside), absorbanslar [(A531–A700) pH 1.0 - (A531–A700) pH 4.5] $\mu\text{g cyanidin-3-glucoside /g taze meyve}$ ($\mu\text{g cy-3-glu/g tm}$) olarak hesaplanacaktır.

3.4.Verilerin İstatistiksel Analizi

Deneme neticesinde hasat sonrası melatonin uygulamalarının muhafaza kalitesine olan etkisini belirlemek amacıyla elde edilen veriler SAS paket programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulduktan sonra uygulama ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığı Duncan ($P<0.05$) çoklu karşılaştırma testine tabi tutulacaktır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Böğürtlendi meyvelerinin hasat sonrası ömrünün melatonin farklı dozlarının (50,100 ve 150 µmol/L) etkisinin incelendiği bu çalışmada kapsamında, ağırlık kaybı oranı, çürüme oranı, kırmızı durubent dönüşümü (RDR), meyve rengi özellikleri, meyve eti sertliği, titre edilebilir asitlik, pH, SÇKM, toplam fenol tayini, toplam antioksidan kapasitesi ve toplam monomerik antosiyanin tayini gibi özellikler incelenmiştir.

4.1. Ağırlık Kaybı

Ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde depolama günleri ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan fark görülmüştür (Tablo 4.1). Muhafaza sonu incelendiğinde en fazla ağırlık kaybı (7.61) kontrol uygulamasında, en düşük ağırlık kaybı (6.31) 100 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Muhafaza günleri arasındaki farklılıklara bakıldığında muhafaza başlangıcından sonuna kadar ağırlık kaybı değerlerinde sürekli bir artış görülmüştür. Uygulamalar ve günler beraber bakıldığında en iyi doz 100 µmol/L melatonin uygulaması olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlendi meyvelerinin Ağırlık kaybı değerine etkisi

Ağırlık Kaybı						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*		1,60 E b	3,06 D ab	4,47 C ab	5,69 B a	7,61 A a
50 µmol/L		1,84 E a	3,23 D a	4,55 C a	5,85 B ab	7,29 A ab
100 µmol/L		1,37 E c	2,56 D c	3,73 C c	5,09 B c	6,31 A c
150 µmol/L		1,61 E b	2,86 D bc	4,03 C bc	5,24 B bc	6,52 A bc

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Depolama sırasında meyvede meydana gelen ağırlık kaybı genellikle solunumdan kaynaklanır ve bu da meyvenin iç neminin ve organik maddesinin kaybına neden olur (Shi ve ark., 2022). Tablo 4.1 incelendiğinde depolama boyunca ağırlık kayıpları düzenli olarak olmuştur. Depolama boyunca incelendiğinde 100 µmol/L melatonin uygulaması tüm günlerde ağırlık kaybında en iyi sonuçları vermiş ve böğürtlende ağırlık kaybını azaltmıştır. Wang ve ark. (2019) tatlı kirazda yaptıkları farklı (50, 100 ve 150 µmol/L) melatonin uygulamalarının ağırlık kaybı üzerine olumlu sonuçlar verdiğini ve ağırlık kaybının azaldığını bildirmiştir. Bal (2019)

Santo Rosa erik çeşidinde 100 ve 1000 µmol/L dozlarında melatonin uygulamasının ağırlık kaybını azaltmada ve daha fazla sertliği korumada etkili olduğunu bildirmiştir. Yapılan literatür araştırmasında bulduğumuz sonuçları desteklemektedir.

4.2. Çürüme Oranı

Çürüme oranı değerleri tablo 4.2. de verilmiştir. En yüksek çürüme oranı (15.0) 15. Günde kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Depolama günleri incelendiğinde çürüme oranı başlangıçtan sona doğru artış göstermiştir. Depolamanın son günü incelendiğinde Kontrol uygulaması kıyasla 100 ve 150 µmol/L melatonin uygulamaları çürüme oranını önemli düzeyde düşürmüştür.

Tablo 4.2. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin çürüme oranı değerine etkisi

ÇÜRÜME %						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*		0,00 B a	0,00 B a	3,33 B a	0,00 B a	15,00 A a
50 µmol/L		0,00 B a	0,00 B a	0,00 B a	0,00 B a	10,00 A ba
100 µmol/L		0,00 B a	0,00 B a	0,00 B a	1,67 B a	5,00 A b
150 µmol/L		0,00 A a	0,00 A a	1,66 A a	0,00 A a	1,67 A b

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Böğürtlenin ince perikarp ve sulu meyvesi kolaylıkla mikrobiyal kontaminasyona ve mekanik hasara maruz kalır, bu da kısa raf ömrüne yol açar ve hatta 25 ± 2 °C depolamada 1. günden itibaren çürümeye başlar (Shi ve ark., 2022). Bulgular incelendiğinde çürüme depolamanın 9.gününde başlamıştır. Depolamanın son günü incelendiğinde 100 ve 150 µmol/L melatonin uygulamaları böğürtlende çürümeyi yavaşlattığı gözlemlenmektedir. Luca çilek çeşidinde 100 µmol/L melatonin uygulanan ve 12 gün boyunca 4°C'de muhafaza edilen çileklerde çürüme oranında düşme olduğu bildirilmiştir (El-Mogy ve ark., 2019). Sofralık üzümlere uygulanan melatonin çürüme oluşumunu yavaşlatmıştır. Çürüme depolamanın onuncu gününden sonra kontrol meyvelerinin çürüme indeksi hızla artarken, melatonin meyve çürümesini önemli ölçüde geciktirmiştir (Wang ve ark., 2020).

4.3. Meyve Sertliği

Meyve sertliği değerleri incelendiğinde depolama günleri arasında düşüş görülürken uygulamalar arasında fark gözlenmemiştir (Tablo 4.3). En düşük meyve sertliği değer (16.97) depolamanın 15. Gününde 150  mol/L melatonin uygulamasında saptanmıştır. En yüksek meyve sertliği değer (42.17) ise 0. Günde tespit edilmiştir. Muhafaza sonunda uygulamalar arasındaki değerler incelendiğinde istatistiki açıdan fark görülmemiştir. Depolama süreleri kıyasladığında 0. günden muhafaza sonuna kadar meyve eti sertliği değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin Meyve sertliği değerine etkisi

Meyve Sertliği						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	42,17 A a	32,0 B a	31,20 B a	33,0 B a	29,67BCab	23,07 C a
50 �mol/L	42,17 A a	30,40 B a	30,40 B a	29,80 B a	31,83 B a	19,20 C a
100 �mol/L	42,17 A a	33,27 B a	29,70 B a	32,13 B a	29,27 B ab	18,50 C a
150 �mol/L	42,17 A a	33,27 B a	31,70 B a	30,37 B a	28,07 B b	16,97 C a

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı k  k harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Hasat sonrası depolamanın yaşlanma sırasında, meyvelerin solunum yoluyla su kaybı ağırlık kaybına neden oldu ve hücre duvarı yapısındaki değişiklikler ve bozulma meyve sertliğini etkilediği bildirilmiştir (Edgley ve ark., 2020). Tablo 4.3 incelendiğinde depolama boyunca meyve sertliği düşmüştür melatonin uygulamalarının meyve eti sertliğine olumlu bir etkisi görülememiştir. Benzer şekilde Cao ve ark. (2016) tarafından yapılmış hasat sonrası 120 dakika boyunca 50, 100 ve 200  mol/L melatonin ile muamele edilmiş ve ardından 28 gün boyunca 4  C'de depolanmıştır. Melatonin uygulamalarının meyve eti sertliği bakımından herhangi bir fark görülememiştir.

4.4. Meyve Renk Tayini

4.4.1. Meyve Rengi L^* Değeri

Tablo 4.4 de L^* değerleri verilmiştir. Buna göre en düşük L^* değeri (10.43) 6. günde 100Mmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. En büyük L^* değeri (15.34) 12. Günde kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalar arasında sadece 6. günde önemli bir fark tespit edilmiştir. 6. günde 100 μ mol/L melatonin uygulaması kontrole kıyasla L^* değerini düşürmüştür. Fakat depolamanın sonunda (15. Gün) bu fark önemsiz bulunmuştur. Depo günleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde tüm uygulamalarda 6. Gün L^* değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. 0. Gün L^* değerleri ile 15. Gün L^* değerleri incelendiğinde kontrol 50 ve 100 Mmol/L melatonin uygulamalarında önemli bir farklılık bulunmazken, 150 μ mol/L melatonin uygulamasında önemli bir düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.4. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin L^* değerine etkisi

L^*						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	13,56 ABa	13,46 ABa	11,54 B a	12,96 AB a	15,34 A a	13,80 AB a
50 μ mol/L	13,56AB a	14,42 A a	10,95D ab	11,59 CD a	13,15 B a	12,70 BC a
100 μ mol/L	13,56 A a	13,24 A a	10,43 B b	11,02 B a	13,18 A a	13,18 A a
150 μ mol/L	13,56 A a	13,59 A a	10,92C ab	12,19 B a	13,06 AB a	12,29 B a

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur ($p>0.05$)

L^* değeri açıklığı temsil eder ve depolama sırasında meyvelerde kahverengiliğini ve koyuluğunu değerlendirmek için yararlıdır (Liu ve ark., 2018). Depolama sırasında hem kontrolde hem de melatonin uygulamalarında L^* değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. Melatonin uygulamaları kontrole kıyaslandığında L^* renk değeri açısından herhangi bir fark oluşturmamıştır.

4.4.2. Meyve Rengi a^* Değeri

Meyve rengi a^* değerleri tablo 4.5 de verilmiştir. Buna göre en düşük a^* değeri (0.45) 0. günde tespit edilmiştir. En yüksek a^* değeri (9.02) 15. Günde 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında belirlenmiştir. Depolama günleri incelendiğinde 3. Günde a^* değerleri artmış daha sonra düşüşe geçmiştir. Depolamanın son gününe gelindiğinde ise a^* değerleri tekrar yükselişe geçmiş ve en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Depolama süresince a^* değerlerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Depolamanın son gününde a^* değerleri başlangıç değerlerine kıyasla tüm uygulamalarda benzer oranda artış göstermiştir. Uygulamaların etkisi ise 3. ve 12. Günlerde önemli bulunmuştur. Depolamanın son gününde ise uygulamalar arasında oluşan farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Tablo 4.5. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlü meyvelerinin a^* değerine etkisi

a^*						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	0,45 E a	4,24 B a	1,45 DE a	2,89 C a	2,16 CD b	7,75 A a
50 $\mu\text{mol/L}$	0,45 D a	4,01 B ab	1,23 D a	2,50 C a	3,72 B a	8,79 A a
100 $\mu\text{mol/L}$	0,45 D a	4,74 B a	1,39 CD a	2,55 C a	2,74 C ab	8,28 A a
150 $\mu\text{mol/L}$	0,45 C a	3,19 B b	1,39 C a	2,95 B a	3,57 B a	9,02 A a

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur ($p>0.05$)

a^* değeri pozitif değer aldığı anda kırmızı ve tonlarını, negatif değer aldığı anda yeşil ve tonlarını ifade etmektedir (McGuire, 1992). Depolama boyunca a^* değerleri artmış depolamanın en son günü en yüksek değerlere ulaşmıştır. Depolamanın son günü incelendiğinde melatonin uygulamaları ve kontrol arasında bir fark görülmemiştir.

4.4.3. Meyve Rengi b^* Değeri

Tablo 4.6 da b^* değerleri verilmiştir. Buna göre en düşük b^* değeri (-2.07) 15. günde 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek b^* değeri (-0.30) 0. Günde tespit edilmiştir. Depolama günleri incelendiğinde 3. Gün b^* değerleri düşmüş daha sonra yükselişe geçmiştir. Depolamanın son gününe gelindiğinde b^* değeri tekrar düşüşe geçmiştir. Depolama süresince b^* değerleri önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Depolamanın son gününde b^* değerleri başlangıç değerlerine kıyasla tüm uygulamalarda benzer oranda düşüş göstermiştir. Uygulamaların etkisi sadece 12. Günde önemli bulunmuştur. Depolamanın son gününde ise uygulamalar arasında oluşan farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Tablo 4.6. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin b^* değerine etkisi

b^*	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	-0,30 A a	-2,05 C a	-0,50 A a	-1,44 BC a	-0,69 BA a	-1,93 C a
50 $\mu\text{mol/L}$	-0,30 A a	-1,70 CD a	-0,29 A a	-1,34 CB a	-1,23 B b	-2,07 D a
100 $\mu\text{mol/L}$	-0,30 A a	-1,72 C a	-0,33 A a	-1,18 B a	-0,81 BA a	-1,69 C a
150 $\mu\text{mol/L}$	-0,30 A a	-1,72 CD a	-0,47 AB a	-1,62 C a	-0,79 B a	-2,05 D a

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur ($p>0.05$)

b^* değeri pozitif değer aldığındaki sarı ve tonlarını, negatif değer aldığındaki mavi ve tonlarını temsil etmektedir (McGuire, 1992). b^* değerleri incelendiğinde dalgalanmalar görülmüştür. Depolamanın son günü incelendiğinde b^* değerlerinde uygulamalar ve kontrol arasında fark görülebilmiştir. Uygulamaların etkisi sadece 12. Günde önemli bulunmuştur.

4.5. Toplam Kuru Madde Miktarı (SÇKM)

SÇKM değerleri incelendiğinde uygulamalar ve depolama süreleri arasında dalgalanmalar görülmektedir. (Tablo 4.7) En düşük SÇKM değeri (9) depolamanın 12. Gününde Kontrol uygulamasında saptanmıştır. En yüksek SÇKM değeri (12,0) ise 6. Günde Kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Depolama süreleri kıyaslandığında 0.güne kıyasla depolamanın son dönemlerinde SÇKM değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Uygulamaların SÇKM üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Muhafazanın son dönemi incelendiğinde, en yüksek SÇKM miktarı 150 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Bunu 50 µmol/L melatonin uygulaması takip etmiştir. 100 µmol/L melatonin uygulaması ise kontrol ile benzer etkiyi göstermiştir.

Tablo 4.7. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin SÇKM değerlerine etkisi

SÇKM						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	11,6 B a	11,4 B b	12,0 A a	10,54 D c	9,0 F c	9,86 E c
50 µmol/L	11,6 A a	11,66 A a	11,20 B c	11,34 B b	10,80D a	10,20 E b
100 µmol/L	11,6 A a	10,34 C c	11,34 B b	11,40 B b	9,86 D b	9,74 D c
150 µmol/L	11,6 B a	10,14 E d	11,40 BC b	11,94 A a	10,86 D a	11,46 BC a

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Meyvelerde SÇKM içeriğinin hasat sonrası depolama süresince azaldığına dair literatürde bahsedilmiştir. Buna sebep olarak depolama sırasında meyvedeki şekerlerin substrat olarak parçalanması yoluyla enerji sağladığı ve hücrel metabolizmasının devam ettirildiği düşünülmektedir (Xia ve ark., 2023). SÇKM miktarı meyvelerde tadın oluşumundan sorumludur. Dolayısıyla depolama boyunca SÇKM'nin muhafazası ticari değeri açısından kilit rol oynamaktadır. Tablo 4.7 de 15.gün verileri incelendiğinde 0. güne kıyasla 150 µmol/L melatonin uygulamasının SÇKM miktarındaki düşüşü yavaşlatmıştır. Literatür incelendiğinde luca çilek çeşidinde 100 µmol/L melatonin uygulaması aynı şekilde SÇKM değerini korumuş ve yaşlanmayı geciktirmiştir (El-Mogy ve ark., 2019). Şeftalide 50, 100 ve 200 µmol/L

melatonin uygulaması SÇKM değerini artırdığı gözlenmiştir (Cao ve ark., 2016). Hasat sonrası 50, 100 ve 150 µmol/L dozlarında melatonin uygulamalarının 0±5°C'de depolama sırasında kirazlarda SÇKM miktarını koruduğu meyve yaşlanmasını geciktirdiği tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2019). Melatonin uygulaması kontrole kıyasla SÇKM değerinde olumlu etki göstermiş SÇKM değerlerini koruduğu gözlenmektedir. Tablo 4.7 incelendiğinde uygulamalar arasında en iyi doz 150 µmol/L uygulaması tespit edilmiştir.

4.6. pH

pH değerleri tablo 4.8 de verilmiştir. Buna göre en düşük pH değeri (2.87) 3. günde 50 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri (3.29) 12. Günde kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Depolamanın son gününde melatonin uygulamalarının kontrole kıyasla pH değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Melatonin dozları arasında ise herhangi bir fark görülmemiştir. Depolama sürelerinin etkisi incelendiğinde kontrol uygulamasında 0. Gün ile depolamanın son günleri arasında herhangi bir fark bulunmazken, melatonin uygulamalarında başlangıçtaki değerlere kıyasla depolamanın son günlerinde pH değerleri düşüş göstermiştir

Tablo 4.8. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin pH değerine etkisi

pH						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	3,27 A a	2,96 C a	3,03 BC a	3,08 B a	3,29 A a	3,24 A a
50 µmol	3,27 A a	2,87 D c	2,98 C b	3,02 C c	3,17 B b	3,16 B b
100 µmol	3,27 A a	2,92 D ab	3,02 C a	2,96 D d	3,11 B c	3,13 B b
150 µmol	3,27 A a	2,91 D bc	2,93 D c	3,05 C b	3,16 B bc	3,16 B b

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Genel olarak, kaplanmış ve kaplanmamış meyveler, olgunlaşma sırasında pektin parçalarının polifenollerle birleşmesinden kaynaklanarak depolama sırasında pH' ta artışlar gösterir ve buda bozulmanın göstergesi olabilir (Ascencio-Arteaga ve ark., 2022). Tablo 4.8 incelendiğinde pH değerlerinde düşüş görülmüştür. 15 gün incelendiğinde kontrole kıyasla tüm melatonin uygulamalarında pH değerleri kontrole kıyasla daha düşüktür. Buda melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinde depolama boyunca bozulmaları azalttı göstergesidir. Yaban mersininde

yapılan bir çalışmada melatoninle muamele edilen yaban mersinleri depolama boyunca pH artışını yavaşlatmış ve bozulmaları yavaşlatmıştır (Magri ve Petriccione, 2022).

4.7. Titre Edilebilir Asitlik (TA)

TA değerleri incelendiğinde uygulamalar ve depolama süreleri arasında dalgalanmalar görülmektedir (Tablo 4.9). En düşük TA değeri (3.73) depolamanın 15. Gününde 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında saptanmıştır. En yüksek TA değeri (6.08) ise 3. Günde 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Tablo 4.9 incelendiğinde uygulamalar arasında muhafaza sonunda kontrol ve 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamalarında fark görülmemiştir. Kontrol ve 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamaları, 100- 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin dozlarına kıyasla daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Depolama sürelerine bakıldığında kontrol ve melatonin uygulamalarında başlangıçtaki değerlere kıyasla depolamanın son günlerinde TA değerlerinde düşüşler görülmüştür.

Tablo 4.9. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin TA değerine etkisi

TA (Titre edilebilir asitlik)						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	5,28 B a	5,55 A b	5,11 C a	4,82 D a	4,07 F b	4,38 E a
50 $\mu\text{mol/L}$	5,28 A a	5,96 A a	5,0 C ab	4,53 D b	4,41 E a	4,35 E a
100 $\mu\text{mol/L}$	5,28 A a	5,21 A c	4,90 B b	4,64 C b	4,50 D a	3,97 E b
150 $\mu\text{mol/L}$	5,28 B a	6,08 A a	5,02 C ab	4,33 D c	4,10 E b	3,73 F c

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur ($p>0.05$)

Meyvelerin titre edilebilir asitlik değeri, metabolizma aktivitesinden ve organik asitleri tüketen solunum değerinden etkilendiği için solunumun artmasıyla birlikte asitlik miktarının azaldığı bildirilmiştir (Jin ve ark., 2012). Tablo 4.9 incelendiğinde TA değerlerinde düşüş görülmüştür. Son gün incelendiğinde 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması düşüşü artırırken 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması TA değerinin düşüşünü yavaşlatmıştır. Liu ve ark. (2018) çilek meyvesinde yaptıkları çalışma da benzer sonuçlar bulmuşlardır. Çalışmada, 0.1 ve 1 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamaları çilek meyvesinde TA oranında depolama boyunca meydana gelen düşüşü yavaşlattığı belirlenmiştir.

4.8. C Vitamini (ml/L)

C vitamini değerleri incelendiğinde, uygulamalar ve depolama süreleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar çıkmıştır (Tablo 4.10). En düşük C vitamini değeri (101.0) depolamanın 9. Gününde 50 µmol/L melatonin uygulamasında saptanmıştır. En yüksek C vitamini değeri (151.0) ise 15. Günde yine 50 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Depolama süresince uygulamaların C vitamini üzerine önemli etkileri g rlmştır. 15. Gün analizinde 50 ve 100 µmol/L melatonin uygulamalarında kontrole kıyasla C vitamini içeriklerinde artış gözlenmiştir, bu artış 50 µmol/L melatonin uygulamasında daha fazla olmuştur. 150 µmol/L melatonin uygulamasında ise kontrole kıyasla bir azalış gözlemlenmiştir. Depolama süresince C vitamini değerleri dalgalı bir seyir izlemiştir. Depolamanın 0. Gününe kıyasla depolamanın son günü bütün uygulamalarda C vitamini içeriği artmıştır.

Tablo 4.10. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin C vitamini değerine etkisi

C vitamini (ml/L)						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	110,0 E a	107,0 E b	117,0 C c	105,0 F c	124,0 B c	125,0 A c
50 µmol/L	110,0 E a	126,0 C a	115,0 D d	101,0 F d	135,0 B a	151,0 A a
100 µmol/L	110,0 D a	107,0 E b	133,0 C b	135,0 B a	105,0 F c	144,0 A b
150 µmol/L	110,0 E a	105,0 F c	134,0 A a	118,0 C b	131,0 B b	114,0 D d

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Meyve ve sebzelerde genellikle zengin C vitamini (askorbik asit) içerikleriyle bilinir ve insan beslenmesine katkıda bulunur. Meyvelerin olgunlaşması ilerledikçe askorbik asit seviyelerinin azaldığı da iyi bilinmektedir (Lee ve Kader, 2000). Depolama sırasında askorbik asit düzeyinde azalma, L-askorbik asidi dehidroaskorbik aside dönüştüren enzimatik aktiviteye bağlanabilir (Cao ve ark., 2018). Melatonin uygulamaları askorbik asit üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Son gün incelendiğinde 50 ve 100 µmol/L melatonin uygulamaları kontrole kıyasla önemli düzeyde yükselme g rlmştır. En olumlu sonuçlar 50 µmol/L melatonin uygulamasında gözlemlenmiştir. Melatonin uygulamaları C vitamini üzerine olumlu etkileri g rlmştır.

Nektarinde farklı dozlarda uygulanan melatonin C vitamini üzerine olumlu etkiye bulunmuştur. Kontrol göre 500 µmol ve 1000 µmol melatonin uygulamaları C vitamini düzeyini düşüşleri yavaşlattığı tespit edilmiştir (Bal, 2021). Melatonin tedavisinin, askorbik asit oksidaz enziminin aktivitesini azaltarak veya geciktirerek askorbik asit içeriğini koruduğu bildirmişlerdir (Zhai ve ark., 2018). Literatür sonuçlarımızı desteklemektedir.

4.9. Toplam Fenolik Madde

Toplam fenolik madde miktarı değerleri incelendiğinde uygulamalar ve depolama süreleri arasında dalgalanmalar görülmektedir (Tablo 4.11). En düşük toplam fenol değeri (3252,2) depolamanın 6. Gününde kontrol uygulamasında saptanmıştır. En yüksek toplam fenol değeri (4362,2) ise 15. Günde 100 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Tablo 4.11 incelendiğinde uygulamalar arasında muhafaza sonunda 50 µmol/L melatonin ve 100 µmol/L melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan fark görülmüştür. Kontrol ve 150 µmol/L melatonin uygulamaları arasında fark görülmemiştir.

Tablo 4.11. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin toplam fenol değerine etkisi

Toplam Fenolik Madde						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	3810,6 A a	3962,2 A a	3252,2 A a	3760,6Aab	3767,2 A a	3792,2A ab
50 µmol/L	3810,6 A a	3603,9ABa	3290,6 B a	3293,9 B b	3585,6ABa	3680,6ABb
100µmol/L	3810,6 B a	3787,2 B a	3315,6 B a	3292,2 B b	3717,2 B a	4362,2 A a
150µmol/L	3810,6 A a	3572,2 A a	3790,6 A a	3830,6 A a	3652,2 A a	3745,6A ab

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Fenolik bileşikler meyvelerde yaygın olarak bulunan, çoğunlukla flavonoidler ve fenolik asitlerle temsil edilen ikincil metabolitlerdir (Haminiuk ve ark., 2012). Toplam fenolik miktarı incelendiğinde muhafaza boyunca dalgalanmalar olduğu genel olarak düşüşler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Son gün incelendiğinde 100 µmol/L melatonin uygulamasının kontrole kıyasla toplam fenolik miktarını artırdığı gözlemlenmektedir. Aynı şekilde mango meyvesinde yapılan bir çalışmada 1000 µmol/L melatonin ile muamele edilen meyveler, kontrol ve diğer muamelelerden önemli ölçüde daha yüksek toplam fenol içeriği gösterdi (Rastegar ve ark.,

2020). Beyaz dutta uygulanan melatonin kontrole göre toplam fenolik madde miktarını koruduğunu ve artırdığını bildirilmiştir (Kakaei ve ark., 2024).

4.10. Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA)

TMA değerleri incelendiğinde uygulamalar ve depolama süreleri arasında dalgalanmalar görülmektedir (Tablo 4.12). En düşük TMA değeri (219,31) depolamanın 15. Gününde 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında saptanmıştır. En yüksek TMA değeri (471,69) ise 3. Günde 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Tablo 4.12 incelendiğinde uygulamalar arasında muhafaza sonunda istatistiksel açıdan fark görülmüştür. Depolamanın son günü incelendiğinde 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin ve 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamaları kontrole kıyasla daha yüksek değerler vermiştir ve antosiyanin miktarını korumuştur.

Tablo 4.12. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin TMA değerine etkisi

TMA (toplam monomerik antosiyanin)						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	422,93A a	352,57 B b	372,39 B a	269,63C cb	357,35 B a	305,92 C b
50 $\mu\text{mol/L}$	422,93 B a	471,69 A a	369,60 C a	241,35 D c	346,0 C ab	355,46 C a
100 $\mu\text{mol/L}$	422,93 A a	343,66Cbc	394,32ABa	369,04BCa	254,83D c	346,78 C a
150 $\mu\text{mol/L}$	422,93 A a	300,14 C c	370,72 B a	293,79 C b	312,49 C b	219,31D c

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur ($p>0.05$)

Önemli bir bitki pigmenti olan antosiyanin, bitkilerin mor, kırmızı, pembe ve mavi gibi renklerinden sorumludur (Albert ve ark., 2009). Böğürtlenler, antioksidan, anti-inflamatuar, antikanser, anti-diyabetik ve anti-obezite özellikleri gösteren biyoaktif antosiyaninler içerir. Yapılan çalışmalar antosiyanin içeriğinin antioksidan kapasite ile ilişkili olduğunu, böğürtlen gelişiminin farklı evrelerinde içeriğinin değişmeye devam ettiğini, dolayısıyla hasat aşamasında meyvenin olgunluğundan etkilendiğini göstermiştir (Huang ve diğerleri, 2022). Tablo 4.12 incelendiğinde antosiyanin miktarında dalgalanmalar görülmüştür. Depolamanın son günü incelendiğinde 50 $\mu\text{mol/L}$ ve 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamaları antosiyanin miktarındaki düşüşü yavaşlatmış ve kontrole kıyasla daha yüksek antosiyanin değerleri

vermişlerdir. Yabanimersini ile yapılan bir çalışmada, 0.05 µmol/L melatonin uygulamasının askorbik asitin parçalanmasını geciktirdiği, antosiyanin ve toplam fenol içeriğini önemli ölçüde artırdığı ve daha sonraki kayıplarını geciktirdiği, böylece serbest radikallerin meyvelere verdiği zararı azalttığı sonuçları ortaya konulmuştur (Shang ve ark., 2021).

4.11. Toplam Antioksidan Aktivitesi (TAA)

TAA değerleri incelendiğinde uygulamalar ve depolama süreleri arasında dalgalanmalar görülmektedir (Tablo 4.13). En düşük TAA değeri (8.09) depolamanın 12. Gününde 100 µmol/L melatonin uygulamasında saptanmıştır. En yüksek TAA değeri (15.45) ise 3. Günde 50 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulamanın son günü incelendiğinde uygulamalar arasında muhafaza sonunda istatistiksel açıdan fark görülmüştür. 50 µmol/L melatonin kontrole kıyasla daha yüksek değerler vermiştir.

Tablo 4.13. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin TAA değerine etkisi

TAA (toplam antioksidan aktivitesi)						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*	15,08 A a	11,64 B c	11,35 B b	8,76 C c	11,42 B b	11,25 B c
50 µmol/L	15,08 A a	15,45 A a	10,91 C b	7,25 D d	13,87 B a	14,43 B a
100µmol/L	15,08 A a	12,73 BC b	13,46 B a	12,41 C a	8,09 D c	13,55 B b
150µmol/L	15,08 A a	9,19 E d	13,98 B a	10,95 D b	11,74 C b	9,36 E d

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

Meyveler, birçok farklı antioksidan bileşenden oluşan çok iyi antioksidan kaynaklarıdır. Antioksidan aktivite, meyvenin fizyolojik durumuna bağlıdır ve yaşlanma sırasında azalır (Bal, 2021). Tablo 4.13 incelendiğinde depolama boyunca antioksidan aktivitesinde dalgalanmalar görülmüş ve depolamanın ilk gününe göre düşüşler olmuştur. Depolamanın son günü incelendiğinde 50 µmol/L melatonin uygulaması antioksidan düşüşünü yavaşlatmış ve kontrole kıyasla daha yüksek değer saptanmıştır. Literatür incelendiğinde Beyaz dut hasat sonrası sprej olarak uygulanan 500 ve 1000 µmol/L melatonin toplam antioksidan miktarını artırmış ve depolama sonunda antioksidan miktarını korumuştur (Kakaei ve ark., 2024). Benzer şekilde

çilekte melatonin uygulamalarının kontrole kıyasla antioksidan miktarını artırdığı ve koruduğunu ortaya koymuşlardır (Aghdam ve Fard, 2017). Melatoninle muamele edilen yaban mersinleri antioksidan miktarını depolamanın son günlerinde düşüşü yavaşlatmış ve antioksidan miktarını artırmıştır (Shang ve ark., 2021).

4.12. Kırmızı Durubent Dönüşümü (RDR)

RDR değerleri Tablo 4.14 de verilmiştir. En düşük RDR oranı 3. Günde tespit edilmiştir. En yüksek RDR oranı 15. Günde (60.00) 150 µmol/L melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Depolama boyunca RDR oranları artış göstermiştir. Uygulamalar incelendiğinde istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4.14. Depolama boyunca Melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinin RDR değerine etkisi

RDR %						
	0.gün*	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün	15.gün
Kontrol*		0,00 D a	13,33 C a	21,66 C a	33,33 B a	48,33 A a
50 µmol/L		0,00 D a	13,33 CD a	23,33 BC a	31,66 B a	51,66 A a
100 µmol/L		0,00 D a	8,33 CD a	21,67 BC a	33,33 B a	56,67 A a
150 µmol/L		0,00 D a	15,00 C a	11,67 C a	26,7 B a	60,00 A a

* Aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen depo günleri arasında fark yoktur. Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasında fark yoktur (p>0.05)

RDR, tamamen olgunlaşmış böğürtlenlerdeki bireysel drupeletlerin parlak siyahtan kırmızı, olgunlaşmamış bir görünüme geri dönmesine neden olan bir hasat sonrası bozukluktur. Hasat ve nakliye sırasında mekanik hasar, iklim koşulları, hasat zamanı ve aşırı azot gübrelemesi dahil olmak üzere birçok faktör RDR'nin görülme sıklığını ve şiddetini etkiler. Kimyasal düzeyde RDR, vakuollerden antosiyaninlerin yer değiştirmesi ile karakterize edilir ve bu da bozulmaya ve renk değişimine yol açar (Chizk ve ark., 2023). Depolamanın 6. Gününden itibaren RDR oluşmaya başlamıştır ve depolamanın son gününe kadar sürekli artarak devam etmiştir. Melatonin uygulamaları kontrole kıyasla herhangi bir değişiklik oluşturmamış ve istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

5. SONUÇ

Çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında SÇKM değerleri 0. Gün ile 15. Gün kıyaslandığında düşüş göstermiş fakat 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması SÇKM düşüşünü yavaşlatmıştır. pH değerlerinde düşüş görülmüştür. 15 gün incelendiğinde kontrole kıyasla tüm melatonin uygulamalarında pH değerleri kontrole kıyasla daha düşüktür. Bu da melatonin uygulamalarının böğürtlen meyvelerinde depolama boyunca bozulmaları azalttığının göstergesidir. TA değerleri incelendiğinde 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasının TA değerinin düşüşünü yavaşlattığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek C vitamini içeriği 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasında tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriklerinde depolama boyunca dalgalanmalar meydana gelmiştir. Son analiz dönemi incelendiğinde 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç vermiş ve toplam fenolik miktarını artırmıştır. Depolamanın son gününde toplam monomerik antosiyanin içeriklerine bakıldığında 50 ve 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamalarının antosiyanin miktarının düşüşünü yavaşlattığı tespit edilmiştir. Toplam antioksidan aktivite içeriklerinde depolama boyunca düşüş olmuştur. Depolamanın son günü incelendiğinde 50 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulaması diğer dozlara göre antioksidan düşüşünü yavaşlatmıştır. Ağırlık kaybı ve çürüme oranı incelendiğinde melatonin uygulamaları olumlu etkide bulunmuştur. 100 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamasının ağırlık kaybını yavaşlattığı saptanmıştır. 100 ve 150 $\mu\text{mol/L}$ melatonin uygulamalarının çürüme oranını azalttığı belirlenmiştir. Depolamanın son gününde melatonin uygulamalarının L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Meyve sertliği ve RDR oranı incelendiğinde melatonin uygulamaları kontrolle aynı sonuçları vermiş ve istatistiki açıdan fark bulunmamıştır.

Çalışma sonucunda melatonin uygulaması ve dozlarının böğürtlen meyveleri muhafaza için kullanılabilir bir uygulama olduğu tespit edilmiştir. Çalışma içinde kullanılan melatonin dozlarının böğürtlen meyveleri için uygun doz olabileceği ve tavsiye edilebilir olduğu düşünülmektedir. Ayrıca böğürtlen meyvelerinde hasat sonrası melatoninle ilgili öncesinde çalışmaya rastlanmadığından ileride yapılacak çalışmalara kaynak oluşturacaktır.

6.KAYNAKÇA

- Adeyeye, O., Sadiku, E., Selvam, S. P., Perumal, A., & Nambiar, R. (2017). Post-harvest preservation of mango using tray and freeze drying methods. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 10(09), 11-20.
- Aghdam, M. S., & Fard, J. R. (2017). Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (*Fragaria* × *anannasa* cv. Selva) by enhancing GABA shunt activity. *Food Chemistry*, 221, 1650-1657.
- Ağaoğlu, Y. S., & Gerçekçioğlu, R. (1986). Üzümsü meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 984, 377.
- Akbulut, M., Kaplan, N., Macit, İ., Özdemir, C., 2003. Samsun Çarşamba Ovası Koşullarına Uygun Böğürtlen Çeşitlerinin Belirlenmesi. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 357-360, Ordu
- Albert, N. W., Lewis, D. H., Zhang, H., Irving, L. J., Jameson, P. E., & Davies, K. M. (2009). Light-induced vegetative anthocyanin pigmentation in *Petunia*. *Journal of experimental botany*, 60(7), 2191-2202.
- Ali, A., Zahid, N., Manickam, S., Siddiqui, Y., Alderson, P. G., & Maqbool, M. (2013). Effectiveness of submicron chitosan dispersions in controlling anthracnose and maintaining quality of dragon fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 147-153.
- Arnao, M. B., & Hernández-Ruiz, J. (2013). Growth conditions determine different melatonin levels in *L. upinus albus* L. *Journal of Pineal Research*, 55(2), 149-155.
- Arrubla Vélez, J. P., Guerrero Álvarez, G. E., Vargas Soto, M. C., Cardona Hurtado, N., Pinzón, M. I., & Villa, C. C. (2021). Aloe vera gel edible coating for shelf life and antioxidant proprieties preservation of Andean blackberry. *Processes*, 9(6), 999.
- Ascencio-Arteaga, A., Luna-Suárez, S., Cárdenas-Valdovinos, J. G., Oregel-Zamudio, E., Oyoque-Salcedo, G., Ceja-Díaz, J. A., ... & Mena-Violante, H. G. (2022). Shelf life of blackberry fruits (*Rubus fruticosus*) with edible coatings based on candelilla wax and guar gum. *Horticulturae*, 8(7), 574.
- Bal, E. (2019). Physicochemical changes in ‘Santa Rosa’ plum fruit treated with melatonin during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 1713-1720.
- Bal, E. (2021). Effect of melatonin treatments on biochemical quality and postharvest life of nectarines. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 288-295.
- Barrett, D. M., & Lloyd, B. (2012). Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(1), 7-22.
- Benichou, M., Ayour, J., Sagar, M., Alahyane, A., Elateri, I., & Aitoubahou, A. (2018). Postharvest technologies for shelf life enhancement of temperate fruits. *Postharvest biology and technology of temperate fruits*, 77-100.
- Bureau, S., Chahine, H., Gouble, B., Reich, M., Albagnac, G., & Audergon, J. M. (2001, September). Fruit ripening of contrasted apricot varieties: physical, physiological and biochemical changes. In XII International Symposium on Apricot Culture and Decline 701 (pp. 511-516).

- Cao, S., Shao, J., Shi, L., Xu, L., Shen, Z., Chen, W., & Yang, Z. (2018). Melatonin increases chilling tolerance in postharvest peach fruit by alleviating oxidative damage. *Scientific reports*, 8(1), 806.
- Cao, S., Song, C., Shao, J., Bian, K., Chen, W., & Yang, Z. (2016). Exogenous melatonin treatment increases chilling tolerance and induces defense response in harvested peach fruit during cold storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(25), 5215-5222.
- Chizk, T. M., Clark, J. R., Johns, C., Nelson, L., Ashrafi, H., Aryal, R., & Worthington, M. L. (2023). Genome-wide association identifies key loci controlling blackberry postharvest quality. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1182790.
- Debnath B, Islam W, Li M, Sun YT, Lu XC, Mitra S, Hussain M, Liu S, Qiu D (2019). Melatonin mediates enhancement of stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(5):1040.
- Edgley, M., Close, D. C., & Measham, P. F. (2020). Red drupelet reversion in blackberries: A complex of genetic and environmental factors. *Scientia Horticulturae*, 272, 109555.
- Edgley, M., Close, D. C., Measham, P. F., & Nichols, D. S. (2019). Physiochemistry of blackberries (*Rubus* L. subgenus *Rubus* Watson) affected by red drupelet reversion. *Postharvest Biology and Technology*, 153, 183-190.
- El-Mogy, M. M., Ludlow, R. A., Roberts, C., Müller, C. T., & Rogers, H. J. (2019). Postharvest exogenous melatonin treatment of strawberry reduces postharvest spoilage but affects components of the aroma profile. *Journal of Berry Research*, 9(2), 297-307.
- Gao, H., Zhang, Z. K., Chai, H. K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D. N., ... & Cao, W. (2016). Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 118, 103-110.
- Giusti, M.M., L.E. Rodríguez-Saona, D. Griffin, and R.E. Wrolstad. 1999. Electrospray and tandem mass spectroscopy as tools for anthocyanin characterization. *J. Agric. Food Chem.* 47(11):4657–4664.
- Hadadinejad, M., Ghasemi, K., & Mohajmoladi, A. A. (2018). Effect of storage temperature and packaging material on shelf life of thornless blackberry. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 5(2), 265-275.
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., Wold, A.B., Haffner, K., Baugerød, H., Andersen, L.F., Moskaug, Ø., 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *The Journal of nutrition*, 132(3), 461-471.
- Haminiuk, C. W., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S., & Peralta, R. M. (2012). Phenolic compounds in fruits—an overview. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(10), 2023-2044.
- Huang, X., Wu, Y., Zhang, S., Yang, H., Wu, W., Lyu, L., & Li, W. (2022). Variation in bioactive compounds and antioxidant activity of *Rubus* fruits at different developmental stages. *Foods*, 11(8), 1169.
- Jiang, Y., Duan, X., Joyce, D., Zhang, Z., & Li, J. (2004). Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. *Food Chemistry*, 88(3), 443-446.

- Joo, M., Lewandowski, N., Auras, R., Harte, J., & Almenar, E. (2011). Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail storage conditions. *Food chemistry*, 126(4), 1734-1740.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., Heinonen, M., 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47(10), 3954-3962.
- Kakaei, S., Saba, M. K., Mansouri, S., & Darvishi, H. (2024). Melatonin postharvest spray influence on white mulberry browning, storage life, and biochemical changes. *Postharvest Biology and Technology*, 213, 112947.
- Karakoç, D. (2011). Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi doğal florasındaki böğürtlen genotipleri arasındaki biyoçeşitliliğin moleküler belirteçlerle saptanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tokat,
- Karslı, A. (2016). Böğürtlen pası Kuehneola uredinis (Link) Arth.'e karşı klasik ve organik ilaçlama programlarının etkinliği üzerinde çalışmalar (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi).
- Kayaalp A. S. (2021). Siirt Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Chester Böğürtlen Çeşidinin Bazı Meyve ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Siirt 1-57 (Yayınlanmamıştır)
- Kurt H, Turan A, Ruşen M. 2003 Bazı Ahududu ve Böğürtlen Çeşitlerinin Giresun Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu. Ulusal Kivive Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 365-371, Ordu.
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest biology and technology*, 20(3), 207-220.
- Lin, Y., Fan, L., Xia, X., Wang, Z., Yin, Y., Cheng, Y., & Li, Z. (2019). Melatonin decreases resistance to postharvest green mold on citrus fruit by scavenging defense-related reactive oxygen species. *Postharvest Biology and Technology*, 153, 21-30.
- Liu ChangHong, L. C., Zheng HuanHuan, Z. H., Sheng KangLiang, S. K., Liu Wei, L. W., & Zheng Lei, Z. L. (2018). Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., & Zheng, L. (2018). Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 139, 47-55.
- Magri, A., & Petriccione, M. (2022). Melatonin treatment reduces qualitative decay and improves antioxidant system in highbush blueberry fruit during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(10), 4229-4237.
- Martínez-Camacho, J. E., Guevara-González, R. G., Rico-García, E., Tovar-Pérez, E. G., & Torres-Pacheco, I. (2022). Delayed senescence and marketability index preservation of blackberry fruit by preharvest application of chitosan and salicylic acid. *Frontiers in Plant Science*, 13, 796393.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.

- Muro-Villanueva, F., Mao, X., & Chapple, C. (2019). Linking phenylpropanoid metabolism, lignin deposition, and plant growth inhibition. *Current opinion in biotechnology*, 56, 202-208.
- Oliveira, D. M., Kwiatkowski, A., Rosa, C. I. L. F., & Clemente, E. (2014). Refrigeration and edible coatings in blackberry (*Rubus* spp.) conservation. *Journal of food science and technology*, 51, 2120-2126.
- Onur, C. (2006). Üzümsü Meyveler Islah Programından Sempozyumlara. II. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 14-16.
- Ozgen, M., R.N. Reese, A.Z. Tulio, A.R. Miller, and J.C. Scheerens. 2006. Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *J. Agric. Food Chem.* 54 (4):1151–1157. doi: 10.1021/jf051960d.
- Ozturk, B., Aglar, E., Gun, S., & Karakaya, O. (2020). Change of fruit quality properties of jujube fruit (*Ziziphus jujuba*) without stalk and with stalk during cold storage. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1891-S1903.
- Pehlivan, M. ve Güleriyüz., 2004. Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi, *Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 33(1-2), 51 – 57.
- Pérez, D. A., Gómez, J. M., & Castellanos, D. A. (2021). Combined modified atmosphere packaging and guar gum edible coatings to preserve blackberry (*Rubus glaucus Benth*). *Food Science and Technology International*, 27(4), 353-365.
- PERKINS-VEAZIE, P., Collins, J. K., & Clark, J. R. (1999). SHELF-LIFE AND QUALITY OF ‘NAVAHO’AND ‘SHAWNEE’BLACKBERRY FRUIT STORED UNDER RETAIL STORAGE CONDITIONS 1. *Journal of Food Quality*, 22(5), 535-544.
- Perkins-Veazie, P. (2016). The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. in *Agriculture Handbook Number 66. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks* (Washington, DC:USDA), 237.
- Rastegar, S., Khankahdani, H. H., & Rahimzadeh, M. (2020). Effects of melatonin treatment on the biochemical changes and antioxidant enzyme activity of mango fruit during storage. *Scientia Horticulturae*, 259, 108835.
- Rodríguez, M. C., Yépez, C. V., González, J. H. G., & Ortega-Toro, R. (2020). Effect of a multifunctional edible coating based on cassava starch on the shelf life of Andean blackberry. *Heliyon*, 6(5).
- Rugkong, A., McQuinn, R., Giovannoni, J. J., Rose, J. K., & Watkins, C. B. (2011). Expression of ripening-related genes in cold-stored tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 61(1), 1-14.
- Sabir, A., KÜÇÜKBASMACI SABIR, F. A. T. M. A., & ÜNAL, S. (2023). Some physicochemical and bioactive features of organically grown blackberry fruits (*Rubus fruticosus* L.) as influenced by postharvest UV-C and chitosan treatments. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 47(6), 907-917.
- Shang, F., Liu, R., Wu, W., Han, Y., Fang, X., Chen, H., & Gao, H. (2021). Effects of melatonin on the components, quality and antioxidant activities of blueberry fruits. *Lwt*, 147, 111582.

- Shekari, A., Hassani, R. N., Aghdam, M. S., Rezaee, M., & Jannatizadeh, A. (2021). The effects of melatonin treatment on cap browning and biochemical attributes of *Agaricus bisporus* during low temperature storage. *Food Chemistry*, 348, 129074.
- Shi, C., Fang, D., Huang, C., Zhou, A., Lu, T., Wang, J., ... & Li, W. (2023). Active electrospun nanofiber packaging maintains the preservation quality and antioxidant activity of blackberry. *Postharvest Biology and Technology*, 199, 112300.
- Shi, C., Xia, S., Gao, M., Han, T., Wu, W., & Li, W. (2022). Postharvest quality comparison of six blackberry cultivars under two storage conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5), e16575.
- Shi, C., Zhou, A., Fang, D., Lu, T., Wang, J., Song, Y., ... & Li, W. (2022). Oregano essential oil/ β -cyclodextrin inclusion compound polylactic acid/polycaprolactone electrospun nanofibers for active food packaging. *Chemical Engineering Journal*, 445, 136746.
- Silva, E. L. P., Carvalho, T. C., Ayub, R. A., & Almeida, M. C. M. (2020). Blackberry extend shelf life by nanocellulose and vegetable oil coating. *Horticult Int J*, 4(2), 54-60.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Strik, B.C., Clark, J.R., Finn, C.E., Bañados, P., 2007. Worldwide blackberry production, *HortTechnology* 17, 205-213.
- Sun, Q., Zhang, N., Wang, J., Zhang, H., Li, D., Shi, J., ... & Guo, Y. D. (2015). Melatonin promotes ripening and improves quality of tomato fruit during postharvest life. *Journal of Experimental Botany*, 66(3), 657-668.
- Tan, D. X., Manchester, L. C., Liu, X., Rosales-Corral, S. A., Acuna-Castroviejo, D., & Reiter, R. J. (2013). Mitochondria and chloroplasts as the original sites of melatonin synthesis: a hypothesis related to melatonin's primary function and evolution in eukaryotes. *Journal of pineal research*, 54(2), 127-138.
- Tan, D. X., Reiter, R. J., Manchester, L. C., Yan, M. T., El-Sawi, M., Sainz, R. M., ... & Hardeland, R. (2002). Chemical and physical properties and potential mechanisms: melatonin as a broad spectrum antioxidant and free radical scavenger. *Current topics in medicinal chemistry*, 2(2), 181-197.
- Thompson, E. (2007). Primocane-fruited blackberries: the effect of summer-pruning, tipping, and chilling on primocane morphology, fruiting season, and yield.
- Toscano Ávila, J. A., Terán, D. A., Debut, A., Vizuite, K., Martínez, J., & Cerda-Mejía, L. A. (2020). Shelf life estimation of Blackberry (*Rubus glaucus* Benth) with bacterial cellulose film coating from *Komagataeibacter xylinus*. *Food Science & Nutrition*, 8(4), 2173-2179.
- Wakabayashi, K., Chun, J. P., & Huber, D. J. (2000). Extensive solubilization and depolymerization of cell wall polysaccharides during avocado (*Persea americana*) ripening involves concerted action of polygalacturonase and pectinmethylesterase. *Physiologia Plantarum*, 108(4), 345-352.
- Wang, F., Zhang, X., Yang, Q., & Zhao, Q. (2019). Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries. *Food Chemistry*, 301, 125311.

- Wang, J. Z., Zhang, S. L., Zhou, Q., Tao, S. T., Shahrokh, K., Ye, Y. X. (2012). The effect of six post-harvest treatment methods on strawberry fruit quality. *Food Res. Dev.* 33, 179–181.
- Wang, L., Luo, Z., Yang, M., Li, D., Qi, M., Xu, Y., ... & Li, L. I. (2020). Role of exogenous melatonin in table grapes: first evidence on contribution to the phenolics-oriented response. *Food chemistry*, 329, 127155.
- Wang, R., Yang, X., Xu, H., & Li, T. (2016). Research progress of melatonin biosynthesis and metabolism in higher plants. *Plant Physiol J*, 52(5), 615-627.
- Wang, Y., Reiter, R. J., & Chan, Z. (2018). Phytomelatonin: a universal abiotic stress regulator. *Journal of Experimental Botany*, 69(5), 963-974.
- Xia, S., Fang, D., Shi, C., Wang, J., Lyu, L., Wu, W., ... & Li, W. (2023). Preparation of a thermosensitive nanofibre membrane for blackberry preservation. *Food Chemistry*, 415, 135752.
- Xu, T., Chen, Y., & Kang, H. (2019). Melatonin is a potential target for improving post-harvest preservation of fruits and vegetables. *Frontiers in plant science*, 10, 488368.
- Yeşil.B (2022). Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Farklı Olgunlaşma Dönemlerinde Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yetgin, M. A., 2013. Üzümsü Meyveler, *Samsun İl Tarım Müdürlüğü*, Samsun.
- Yıldız, A. (2011). Hayrat (Trabzon) koşullarında yetiştirilen bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin adaptasyonu (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yıldız, E. (2017). Bazı böğürtlen çeşitlerinin pomolojik, fitokimyasal ve biyolojik aktivite özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ze, Y., Gao, H., Li, T., Yang, B., & Jiang, Y. (2021). Insights into the roles of melatonin in maintaining quality and extending shelf life of postharvest fruits. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 569-578.
- Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C., ... & Xu, L. (2018). Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (*Pyrus communis* L.) fruit during senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 139, 38-46.
- Zhang, Y., Huber, D. J., Hu, M., Jiang, G., Gao, Z., Xu, X., ... & Zhang, Z. (2018). Delay of postharvest browning in litchi fruit by melatonin via the enhancing of antioxidative processes and oxidation repair. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(28), 7475-7484.

