

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**HASAT SONRASI ULTRAVİYOLE-B IŞIN UYGULAMALARININ FARKLI
TİPLERE AİT BİBER ÇEŞİTLERİNİN MUHAFAZASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gülten AKKANAT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKİM 2024

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**HASAT SONRASI ULTRAVİYOLE-B IŞIN UYGULAMALARININ FARKLI
TİPLERE AİT BİBER ÇEŞİTLERİNİN MUHAFAZASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gülten AKKANAT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKİM 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HASAT SONRASI ULTRAVİYOLE-B IŞIN UYGULAMALARININ FAKLI
TİPLERE AİT BİBER ÇEŞİTLERİNİN MUHAFAZASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gülten AKKANAT
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 30/10/2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Adem DOĞAN (Danışman)
Prof. Dr. Ersin POLAT
Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ

ÖZET

HASAT SONRASI ULTRAVİOLE-B IŞIN UYGULAMALARININ FARKLI TİPLERE AİT BİBER ÇEŞİTLERİNİN MUHAFAZASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Gülten AKKANAT

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Adem DOĞAN

Ekim 2024; 50 sayfa

Bu tez kapsamında hasat sonrası farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının ‘Kapya’ ve ‘Şili’ tipi biberlerin muhafaza ve raf ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ticari olum aşamasında hasat edilen ‘Star’ (Kapya) ve ‘Kızıl’ (Şili) biber çeşitlerinin muhafaza ve raf ömrü üzerine 8, 16 ve 24 kJ/m² dozlarında ultraviyole-B (UV-B) uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Hasat sonrasında UV-B uygulaması sonrasında biberler köpük tabaklar içerisine alınarak streç film ile paketlenmiş ve 8°C sıcaklık ile %90-92 oransal nemde depolanmıştır. Ayrıca muhafaza süresince belirli aralıklar ile alınan örnekler 20°C sıcaklık ve %65-70 oransal nemde 3 gün süreyle raf ömrüne tabi tutulmuştur. Çalışmada muhafaza ve raf ömrü sürecinde 10’ar günlük aralıklar ile ağırlık kaybı miktarı, meyve renk değerleri (h°, C* ve L), titre edilebilir asit (TEA) miktarı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, toplam fenolik madde (TFM) miktarı, antioksidan aktivitesi (AA), askorbik asit ve toplam karotenoid miktarları incelenmiştir.

Çalışmada Kapya tipi ‘Star’ ve Şili tipi ‘Kızıl’ biber çeşitlerine ait meyvelerde muhafaza ve raf koşulları süresince en yüksek ağırlık kaybı kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. UV-B dozlarında daha düşük ağırlık kaybı göstermiş ancak kendi aralarında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir. Raf ömrü koşulların sonunda ‘Star’ biber çeşidinde 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarının daha düşük ağırlık kaybına sahip olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süreci sonunda en düşük ortalama hue açısı (h°) değeri ‘Star’ çeşidinde 24 kJ/m² UV-B uygulamasında tespit edilirken ‘Kızıl’ çeşidinde tüm UV-B dozlarında tespit edilmiştir. Raf koşullarında her iki çeşitte de 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarının daha düşük h° değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza ve raf koşullarında en yüksek C* değeri ‘Star’ çeşidinde 8 kJ/m² UV-B, ‘Kızıl’ çeşidinde ise 24 kJ/m² uygulamasında tespit edilmiştir. Hem muhafaza hem de raf koşullarında UV-B ışın uygulanan biberlerde daha yüksek L* değerleri saptanmıştır. Hem muhafaza hem de raf koşulları sonunda UV-B uygulamalarında her iki çeşitte de SÇKM ve TEA miktarları kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki çeşitte de muhafaza sonunda 8 ve 16 kJ/m² UV-B uygulamalarının meyvelerin TFM miktarını artırdığı tespit edilmiştir. ‘Star’ çeşidinde muhafaza süresinde AA ortalaması TFM miktarına benzer olarak 8 ve 16 kJ/m² uygulamasında yüksek tespit edilirken raf koşullarında 8 kJ/m² uygulamasında tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde ise AA ve askorbik asit miktarı açısından ise 8 kJ/m² UV-B uygulamasının daha yüksek değerlere sahip olmuştur. ‘Star’ çeşidinde askorbik asit düzeyindeki düşüşün yavaşlatılmasında 8 kJ/m² UV-B uygulaması etkili bulunmuştur.

Her iki çeşitte de toplam karotenoid miktarı açısından ise 8 ve 16 kJ/m² UV-B uygulamaları ön plana çıkmıştır.

Çalışma sonunda her iki çeşitte de UV-B ışın uygulamaları renk ve biyokimyasal özellikler açısından pozitif katkılar sunmuştur. Çalışmada 8 kJ/m² UV-B uygulamasının depolama ek olarak raf koşullarında bekletme sonrasında diğer dozlara göre daha yüksek askorbik asit ve antioksidant aktivitesi göstermesi nedeniyle her iki çeşit içinde uygun olduğu düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kalite, Muhafaza, Raf ömrü, UV-B

JÜRİ: Doç. Dr. Adem DOĞAN

Prof. Dr. Ersin POLAT

Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ

ABSTRACT

EFFECTS OF POSTHARVEST ULTRAVIOLET-B LIGHT APPLICATIONS ON THE STORAGE OF DIFFERENT TYPES OF PEPPER VARIETIES

Gülten AKKANAT

MSc Thesis in Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Adem DOĞAN

October 2024; 50 pages

The aim of this thesis was to determine the effects of postharvest UV-B illumination at different doses on the storage and shelf-life of capia and chile pepper types. For this purpose, the effects of ultraviolet-B (UV-B) treatments at doses of 8, 16, and 24 kJ/m² were investigated on the storage and shelf-life of the ‘Star’ (Capia) and ‘Kızıl’ (Chile) pepper cultivars, harvested at commercial maturity. After harvest, the peppers treated with UV-B illumination were placed on foam trays, sealed with stretch film, and stored at 8°C with 90-92% relative humidity. Additionally, during the storage period, samples were subjected to shelf-life testing at 20°C and 65-70% relative humidity for 3 days at specific intervals. During the study, parameters such as weight loss, fruit color values (h°, C*, and L), titratable acidity (TA), soluble solid content (SSC), total phenolic content (TPC), antioxidant activity (AA), ascorbic acid content, and total carotenoid content were evaluated at 10-day intervals during storage and shelf life periods.

In the study, the highest weight loss of the Capia type ‘Star’ and Chile type ‘Kızıl’ peppers cultivars was observed in the control group under both cold storage and shelf conditions. While lower weight loss was recorded with UV-B treatments, no statistical difference was found among the UV-B doses. However, at the end of the shelf-life period, 16 and 24 kJ/m² UV-B treatments resulted in lower weight loss in the ‘Star’ variety. At the end of the storage period, the lowest average h° value was found in the ‘Star’ cultivar with the 24 kJ/m² UV-B treatment, while all UV-B doses exhibited similar values for the ‘Kızıl’ cultivar. During shelf life conditions, both varieties showed lower h° values for the UV-B doses of 8, 16, and 24 kJ/m². Throughout storage and shelf-life conditions, the highest C* value was observed with the 8 kJ/m² UV-B dose for the ‘Star’ variety and the 24 kJ/m² dose for the ‘Kızıl’ variety. Both cultivars exposed to UV-B radiation during storage and shelf conditions exhibited higher L* values compared to the control. At the end of storage and shelf-life periods, the levels of SSC and TA were significantly higher in the UV-B treated peppers compared to the control group. For both cultivars, UV-B treatments of 8 and 16 kJ/m² increased the TPC at the end of storage. In the ‘Star’ variety, the average AA activity, during storage was high for the 8 and 16 kJ/m² treatments, while under shelf-life conditions, the 8 kJ/m² treatment was more effective. For the ‘Kızıl’ cultivar, the 8 kJ/m² UV-B treatment resulted in the higher levels of AA and ascorbic acid levels. The 8 kJ/m² UV-B treatment was found effective in slowing down the decrease in ascorbic acid levels in the ‘Star’ cultivar. With respect to total caroteneid content, the 8 and 16 kJ/m² UV-B treatments stood out for both varieties.

In conclusion, UV-B light applications in both varieties provided positive contributions in terms of color and biochemical properties. In the study, 8 kJ/m² UV-B application is considered suitable for both varieties as it demonstrated higher ascorbic acid and antioxidant activity compared to other doses after storage and shelf-life conditions.

KEYWORDS: Shelf life, Storage, Quality, UV-B

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Adem DOĞAN

Prof. Dr. Ersin POLAT

Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ



ÖNSÖZ

Türkiye, ekolojik özellikleri sayesinde birçok sebze türünün rahatlıkla yetiştirilebildiği bir konuma sahiptir. Bu özellikleri sayesinde de dünyanın ilk dört ana sebze üreticisi içerisinde yer almaktadır. Ancak diğer ana üretici ülkelerden Çin, Hindistan ve A.B.D. gibi ülkelerin nüfusları dikkate alındığında Türkiye'nin sürdürülebilir sebze arzında kritik öneme sahip ülkelerin başında geldiği gözlemlenmektedir. Ülkemiz sebze tarımı içerisinde domatesten sonra en önemli ürün olarak biber ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde çok sayıda biber tipi üretilmekte ve farklı tarımsal sanayi endüstrisinde kullanılmaktadır. Özellikle, Akdeniz bölgesi sofralık biberde ön plana çıkmaktadır. Biber tipleri içerisinde 'Kapyra' ve 'Şili' tipi biberler önemli bir yere sahiptir. Bu ürünler sofralık tüketilmekle beraber zaman zaman tarımsal sanayi içinde kullanılmaktadır. Genellikle kırmızı renkli olarak tüketilen bu tipler biyokimyasal özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Biberler yetiştiricilik açısından kalıntı sorunlarının yaşandığı ürün grupları içerisinde yer almaktadır. Ancak, son yıllarda Tarım ve Orman Bakanlığımız bu konuda ciddi adımlar atmış ve biyolojik mücadele yöntemleri biberde yaygın olarak hayata geçirilmiştir. Biberlerin kalite üretimleri yanı sıra üretilen bu kalitenin hasattan sonra da korunması veya kısmen iyileştirilmesi için de kimyasal olmayan yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulamalar içerisinde son yıllarda hasat sonrası UV-B ışın, meyve ve sebzelerde kaliteyi artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Renklenme ve bazı biyokimyasal özellikler üzerine etkili olduğu daha önce bilinen UV-B ışın uygulamasının ülkemiz için önemli biber tiplerinde hangi dozlarda nasıl etki yaptığının ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu çalışmada hasat sonrası UV-B ışın uygulamasının biber tipleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilen bulguların hasat sonrası stres uygulamalarının bitkinin biyokimyasal özelliklerini artırıcı etkilerinin ürün kullanım amacı doğrultusunda değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın yapılması süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen, her türlü olanak ve katkıyı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Adem DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca denememin farklı aşamalarında bana her konuda yardımcı olan, desteklerini esirgemeyen yüksek lisans öğrencisi Ali Burak ARABALI'ya, araştırma görevlisi Nida Selen BAYSAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan sevgili aileme ve kızım Tülay AKKANAT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1. Biber Muhafazasına Yönelik Araştırmalar	4
2.2. Ultraviyole Uygulamalarının Kullanımına Yönelik Araştırmalar.....	9
3. MATERYAL VE METOT.....	15
3.1. Materyal	15
3.2. Ultraviyole-B Uygulaması	15
3.3. Biberlerin Ambalajlanması ve Depolanması	16
3.4. Metot.....	16
3.4.1. Ağırlık kaybı.....	16
3.4.2. Renk ölçümü	16
3.4.3. Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı.....	17
3.4.4. Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı.....	17
3.4.5. Toplam fenolik madde miktarı	17
3.4.6. Toplam antioksidan aktivitesi	17
3.4.7. Askorbik asit miktarı.....	18
3.4.8. Toplam karotenoid miktarı	18
3.4.9. Deneme deseni ve istatistiksel değerlendirme	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Ağırlık Kaybı	19
4.2. Renk Değerleri	21
4.3. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı.....	28
4.4. Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Miktarı	30
4.5. Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı.....	32

4.6 Antioksidan Aktivitesi	34
4.7. Askorbik Asit Miktarı.....	37
4.8. Toplam Karotenoid Miktarı	39
5. SONUÇLAR.....	42
6. KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hasat Sonrası Farklı Dozlarda Ultraviyole-B Işın Uygulamalarının Bazı Biber Tiplerinin Muhafazası Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

30/10/2024

Gülten AKKANAT

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm	: Santimetre
C*	: Chroma
°C	: Santigrat derece
CO ₂	: Karbondioksit
dk	: Dakika
g	: Gram
h°	: Hue açısı
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
kJ	: Kilo jule
L*	: Renk Derecesi (Parlaklık)
mg	: Miligram
m ²	: Metrekare
mL	: Mililitre
mM	: Milimolar
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
μ	: mikro
μmol	: Mikromol
μm	: Mikrometre
μl	: Mikrolitre
%	: Yüzde
ppm	: parts per million

W : Watt

Kısaltmalar

AA : Antioksidan miktarı

CaCl₂ : Kalsiyum klorür

DPPH : 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil radikali

EDTA : Etilen diamin tetraaset

HPLC : Yüksek performanslı sıvı kromatografi

HPO₃ : Metafosforik asit

JA : Jasmonik asit

KA : Kontrollü atmosfer

KH₂PO₄ : Potasyum fosfat

LDPE : Düşük yoğunluklu polietilen

LED : Işık yayan diyot

LSD : Least significant difference

MA : Modifiye atmosfer

MAP : Modifiye atmosferde paketlenme

MeJA : Metil Jasmonat

MeSA : Metil salisilat

Muh. Sür. : Muhafaza süresi

NA : Normal Atmosfer

Na₂CO₃ : Sodyum karbonat

NaOH : Sodyum Hidroksit

ON : Oransal Nem

Ort : Ortalama

PE	: Polietilen
PVC	: Polivinil klorür
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
SA	: Salisilik asit
TEA	: Titre edilebilir asit
TFM	: Toplam fenolik madde
UV	: Ultraviyole
Uyg	: Uygulama
vb.	: Ve benzeri
1-MCP	: 1- Methylcyclopropene

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan ‘Star’ (a) ve ‘Kızıl’ (b) biber çeşitleri.....	15
Şekil 3.2. Doz ayarlaması (a) ve biberlere yapılan uygulamalar (b: ‘Kızıl’, c: ‘Star’) ..	16
Şekil 3.3. Biber örneklerin paketlenmesi (a) ve depolanmasından (b) genel bir görünüm	16



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.....	19
Çizelge 4.2. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü sürecince ‘Star’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri ..	19
Çizelge 4.3. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.....	20
Çizelge 4.4. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü sürecince ‘Kızıl’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.....	20
Çizelge 4.5. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri.....	22
Çizelge 4.6. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri.....	22
Çizelge 4.7. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ‘Kızıl’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri.....	23
Çizelge 4.8. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri.....	23
Çizelge 4.9. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin C^* değeri üzerine etkileri.....	24
Çizelge 4.10. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin C^* değeri üzerine etkileri.....	24
Çizelge 4.11. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ‘Kızıl’ biber çeşidinin C^* değeri üzerine etkileri.....	25
Çizelge 4.12. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin C^* değeri üzerine etkileri.....	25
Çizelge 4.13. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin L^* değeri üzerine etkileri.....	26
Çizelge 4.14. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında ‘Star’ çeşidinin L^* değeri üzerine etkileri	26

Çizelge 4.15. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ‘Kızıl’ biber çeşidinin L* değeri üzerine etkileri	27
Çizelge 4.16. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin L* değeri üzerine etkileri.....	27
Çizelge 4.17. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin SÇKM (%) miktarı üzerine etkileri	28
Çizelge 4.18. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.19. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri	29
Çizelge 4.20. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.21. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri.....	30
Çizelge 4.22. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri.....	31
Çizelge 4.23. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri.....	31
Çizelge 4.24. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri.....	32
Çizelge 4.25. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri	32
Çizelge 4.26. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü süresince ‘Star’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.27. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.28. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri	34

Çizelge 4.29. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin antioksidan aktivite miktarı (mg Troloks/kg) miktarı üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.30. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü süresince ‘Star’ biber çeşidinin antioksidan aktivite miktarı (mg Troloks/kg) üzerine etkileri	35
Çizelge 4.31. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin antioksidan aktivite miktarı (mg Troloks/kg) üzerine etkileri.....	36
Çizelge 4.32. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin antioksidan miktarı (mg Troloks /kg) üzerine etkileri	36
Çizelge 4.33. Hasat sonrası UV-B ışın uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ çeşidinin askorbik asit (mg/100 g) miktarı üzerine etkileri	37
Çizelge 4.34. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında bekletilen ‘Star’ çeşidinin askorbik asit miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri	37
Çizelge 4.35. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ çeşidinin askorbik asit miktarı (mg/100g) üzerine etkileri.....	38
Çizelge 4.36. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında bekletilen ‘Kızıl’ çeşidinin askorbik asit miktarı (mg/100g) üzerine etkileri	38
Çizelge 4.37. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri	39
Çizelge 4.38. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında ‘Star’ çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.39. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri	40
Çizelge 4.40. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında ‘Kızıl’ çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri	41

1. GİRİŞ

Türkiye dünyanın önemli meyve ve sebze üreticisi ülkelerinden birisidir. FAO 2022 yılı verilerine göre Dünya sebze üretimi yaklaşık 1.17 milyar ton olup bu üretimin büyük çoğunluğu Çin (%52.5), Hindistan (%12.4), Amerika Birleşik Devletleri (%2.31) ve Türkiye (%2.27) tarafından gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1). Ana üretici ülkeler sürdürülebilir sebze üretiminin sağlanması ve gıda güvenliği açısından insan beslenmesinde kritik öneme sahiptir. Türkiye ekolojik avantajları, üretim potansiyeli ve kapasitesi açısından ön plana çıkmaktadır. Türkiye'den çok üretim yapan Çin, Hindistan ve Amerika'nın nüfusları dikkate alındığında, Türkiye'nin önemi daha net olarak anlaşılmaktadır.

Türkiye'de yetiştirilen sebzelerin hem miktar hem de tür sayısı bakımından büyük çoğunluğu *Solanaecae* familyasında yer almaktadır. Bu familya içerisinde en çok yetiştiriciliği yapılan ürün domates olup bunu biber (*Capsicum annuum* L.) izlemektedir (Aktaş vd. 2009).

Türkiye'nin 2023 yılı sebze üretim rakamı geçen yıla göre %0.6 artarak 31.8 milyon tona ulaşmıştır. Bu üretim rakamının 3 milyon 081 tonu biber olup yaklaşık %52'si örtüaltında üretilmektedir (Anonim 2024). Türkiye'deki biber üretiminin en yoğun yapıldığı iller Antalya, Çanakkale, Mersin, Adana ve Bursa'dır. Biber sofralık tüketim yanı sıra salça, pul biber ve turşu gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Geniş kullanım alanına ek olarak, üretim ve ihracat durumları da dikkate alındığında biber hem çiftçimiz hem de ülkemiz için önemli bir tarımsal üründür.

Biber, ekonomik değeri yüksek bir ürün olmasının yanı sıra, içerdiği zengin besin maddeleri sayesinde insan sağlığına önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle C vitamini, karotenoidler, flavonoidler ve diğer antioksidan bileşenler bakımından zengin olan biber, bu özellikleriyle dikkat çekmektedir (Howard vd. 1994; Marin vd. 2004). Çeşitlere ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak, 100 g biberde 160 mg'a kadar C vitamini bulunabilir. C vitamini, bağışıklık sistemini güçlendirir ve antioksidan özellikleri sayesinde vücudu serbest radikallerin zararlarından korur (Perucka ve Materska 2007; Maoka vd. 2001). Biberler, yüksek miktarda C ve E vitamini içerir ve antioksidan bileşenler açısından zengindir. Bu antioksidanlar, hücre hasarını önleyerek kronik hastalıkların riskini azaltabilir. Karotenoidler ve ksantofiller gibi bileşenler, prostat büyümesi, katarakt oluşumunun engellenmesi, kalp-damar hastalıklarının önlenmesi ve Alzheimer ile Parkinson gibi nörolojik bozuklukların riskinin azaltılmasında önemli rol oynar (Yılmaz 2010). Biber, ayrıca sindirim sistemi kanserlerine karşı etkili olduğu düşünülen kapsaisin adlı bir alkaloid içerir. Kapsaisin, hücre döngüsünü ve apoptozisi etkileyerek kanser hücrelerinin büyümesini engelleyebilir (Ballard vd. 1970). Birçok epidemiyolojik çalışma, karotenoidlerin kansere karşı koruyucu etkilerini vurgulamaktadır (Maoka vd. 2001). C vitamini, kolajen üretimini artırarak cilt sağlığını desteklerken, E vitamini ise cildi UV ışınlarının zararlı etkilerinden korur ve yaşlanma belirtilerini azaltır. İçerdiği zengin besin maddeleri ile biberler, kronik hastalıklara karşı koruyucu etkiler sunar ve genel sağlığı destekler. Sağlıklı bir diyetin parçası olarak biber tüketimi, hastalık risklerini azaltmak ve genel sağlık durumunu iyileştirmek için önemlidir.

Üretilen biberler içerisinde kapa ve şili biberleri önemli yer tutmaktadır. Bu biberler taze tüketim yanında salça ve toz biber olarak da değerlendirilebilmektedir. Kırmızı renkli bu biberler biyokimyasal özellikler açısından da zengindir. Ancak, biberlerin hasat sonrası dönemde kalite kaybına uğramaları, raf ömürlerinin kısa olması ve çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlere karşı hassasiyetleri, üretici ve tüketiciler için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Ayrıca bu biberlerin sahip oldukları biyokimyasal özellikleri hasat sonrası geliştirilmesi ve korunması için kimyasallara alternatif uygulamalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Biber meyvelerinin raf ömrü süresince kalitesini korumak ve etkilerini incelemek için hasat sonrası yenilebilir kaplamaların uygulanması, hasat sonrası farklı kimyasallar ile muamele etme, MAP kullanımı gibi uygulamalar mevcuttur. Ancak bu uygulamalara rağmen ülkemizde biberlerin büyük bir bölümü marketlerde köpük tabak içerisinde streç filmle kaplanarak ya da açıkta dökme olarak pazarlanmaktadır. Son yıllarda özellikle renkli olan ve fonksiyonel özelliklere sahip olan ürünlerde, biyokimyasal özellikleri harekete geçirmek ve sentez mekanizmalarını tetiklemek üzere farklı ışık dalga boyları kullanılmaktadır.

Güneşten gelen farklı dalga boylarına sahip ışınlar bitkilerde biyolojik, fizyolojik ve pomolojik özellikleri etkileyerek verim ve kaliteyi etkilemektedir. Bitki yetiştiricilik aşamalarında bu konuda uzun yıllardır çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede günümüzde artık tam kapalı ortamlarda tüm sezon boyunca sebze üretimi, yoğun ışıklandırma ile yüksek verim eldesinde çok ciddi mesafeler almıştır. Işık üzerine yapılan çalışmalar hasat sonrası süreçlere de yansımıştır. Bahçe ürünlerinde en yaygın ve ilk kullanılmaya başlayan dalga boylarından Ultraviyole-C (UV-C) ışın (100-280 nm) üzerine birçok farklı çalışmalar yapılmıştır (Erkan vd. 2008; Dogan vd. 2016; Ustun ve Dogan 2022). Hasat sonrası çalışmalarda, UV-C uygulamaları sterilizasyon özelliği nedeniyle kimyasallara alternatif uygulamalardan birisi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda ise bu özelliği yanında stres sebebiyle fenolik bileşikler artırmasına doğru bir yönelim olmuştur. Diğer dalga boylarındaki renkli ışınlarda bahçe ürünlerinde değişik amaçlar ile kullanılmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar sebze ve meyvelerdeki faydalı içeriklerin artırılmasında ek ultraviyole ışık kullanımının potansiyel bir çözüm sunabileceği belirtilmiştir (Skowron vd. 2024). Bunun yanı sıra hasat sonrasında farklı dalga boylarındaki ışınlar bitkilerde çürümenin engellenmesi, biyokimyasal özelliklerin artırılması ve renklenme üzerine etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur. Son yıllarda, UV-B ışınımı (280-315 nm), bitki metabolizmasını etkileyen ve çeşitli biyokimyasal süreçleri tetikleyen bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Hasat sonrası dönemde UV-B ışınımı uygulamalarının, sebze ve meyvelerin mikrobiyal yüklerini azaltma, antioksidan aktivitelerini artırma ve genel kalite parametrelerini iyileştirme potansiyeli olduğu gösterilmiştir (Topcu vd. 2015). Ancak, UV-B ışınımının bitkisel ürünler üzerindeki etkileri dozaja bağlı olarak değişmekte olup, her bitki türü ve çeşidi için optimal dozun belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, yapılan bu tez çalışmasında 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B dozlarının Kapa tipi 'Star' ve Şili tipi 'Kızıl' biber çeşitlerinin muhafazası ve raf ömrü üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Türkiye mevcut sebze üretimi ile dünya sebze üretimi içerisinde %2.76'lık bir pay ile Çin, Hindistan ve ABD'den sonra dünya üretiminde 4. sırada yer almaktadır. Ülkemizde sebze üretim alanı 2019 yılı verilerine göre 718 bin ha olup, toplam tarım alanları içerisinde %1,86'lık bir paya sahiptir. Sebze üretim miktarımız 2022 yılına göre %0.6 artış göstererek 31.8 milyon tona ulaşmıştır (Anonim 2024).

Türkiye'de biber üretimi 2023 yılı itibariyle 3.081.010 ton olup üretim miktarı açısından sırasıyla Antalya, Çanakkale, Adana, Mersin, Bursa ve Samsun illeri ön plana çıkmaktadır. Antalya, 731.644 ton üretim ile Türkiye toplam biber üretiminin %23.75'ini sağlamaktadır (Anonim 2024). Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde biber yetiştiriciliği yapılmakla birlikte çoğunlukla Akdeniz, Ege, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilmektedir (Duman vd. 2020). Biber, Türkiye'de olduğu gibi bütün dünyada çok tüketilen sebze türleri içerisinde yer almaktadır. Biber *Solanaceae* familyasında ve *Capsicum* cinsi içinde yer almaktadır. En çok tercih edilen tür *Capsicum annuum* L.'dur (Demirkaya ve Gerçek 2013).

Biberin birincil gen merkezi Meksika, ikincil gen merkezi Guatemala'dır. Amerika'nın keşfinden sonra da Christopher Colombus tarafından önce İspanya'ya getirilmiş ve 16. yy'da Avrupa'da yayılmaya başlamıştır. Biber yetiştiriciliği önce Akdeniz havzasında yayılmış, buradan 1548 yılında İngiltere'ye geçmiş ve 16 yy. itibariyle Orta Avrupa'da yetiştirilmeye başlanmıştır. Portekizliler, 1885 yılından önceki yıllarda Hindistan'a götürmüşler ve buradan da 1700'lü yılların sonunda Çin'e geçmiştir. Günümüzde biber soğuk bölgeler hariç dünyanın her yerinde yaygın olarak yetiştirilebilmektedir (Şalk vd. 2008).

Biber, *Capsicum* türünden ve *Solanacea* familyasında yer almaktadır. *Capsicum* geniş bir çeşitliliğe sahip olması ve içinde 20'den fazla biber türü olmasına rağmen ticari olarak 5 türün (*C. annuum*, *C. frutescens*, *C. pubescens*, *C. baccatum*, *C. chinense*) kültürü yapılmaktadır (Kothari vd. 2010, Khoury vd. 2020).

Biber, dünyada olduğu gibi ülkemizde de değişik şekillerde yoğun olarak tüketilen sebze türlerinden biridir. Taze olarak tüketilmekle birlikte; sanayi hammaddesi olarak başta konserve, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünleri (pastırma-sucuk-sosis-salam vb.) gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra başlangıçta tıbbi ve törensel olarak kullanılan 'Şili' biberi önemli bir sebze ve baharat bitkisi olarak kullanılmaya başlamış ve günümüzde 'Şili' biberleri renklendirici, farmasötik, sebze ve baharat olarak kullanılmaktadır (Khoury vd. 2020).

Biberin farklı tipleri olup; ülkemizde çoğunlukla sivri, çarliston ve dolmalık tiplerin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu tiplere göre kullanım amacı da değişebilmektedir. Son yıllarda ülkemizde Avrupa da yaygın olarak yetiştirilen iri kare kesitli biber olarak bilinen California Wonder tipi daha kalın etli dolmalık biberlerinde yetiştiriciliğinde artış gözlenmiştir (Aktaş vd. 2009) kapyra biberi (*Capsicum annuum* L. cv. 'Kapyra'), uzun konik ve kırmızı renkli olup etli ve tatlı bir tada sahiptir ve ülkemizde salçalık ve yağlık biber olarak tanınmaktadır. Taze ve kurutulmuş olarak tüketilmekle birlikte, gıda

sanayisinde salça, konserve, turşu, közleme ve sos üretiminde kullanılmaktadır (Özdikmenli ve Demirel Zorba 2015).

Biber meyveleri, genetik çeşitlilikleri, büyüme ve olgunlaşma sırasında oluşan fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikler nedeniyle şekil, boyut, renk, tat ve kimyasal bileşim açısından farklılık gösterebilir. Kırmızı, sarı ve turuncu renkli meyvelerde sırasıyla kapsantin, viyolaksantin ve zeaksantin bol miktarda bulunur. Biber meyvesinde bulunan karışımlardaki farklı karotenoidler, çok yönlü farmakolojik etkilerinin bir sonucu olarak sağlığı geliştirme potansiyellerinin yanı sıra çeşitli kronik dejeneratif hastalıklara karşı uyumlu bir koruma sağlar. Biber, oldukça güvenli ve sağlığa faydalı karotenoidleri nedeniyle şiddetle tavsiye edilmektedir (Hassan vd. 2019).

Sağlık okuryazarlığının artmasıyla birlikte besin değeri yüksek olan biberin değeri daha iyi anlaşılıyor ve tüketici talepleri artmaya devam ediyor. Aslında fonksiyonel gıda olan acı biber, zengin bir besin kaynağıdır. İçeriğinde C ve E vitaminlerinin yanı sıra provitamin A ve iyi bilinen antioksidan özelliklere sahip bileşikler olan karotenoidler bulunmaktadır (Kalaycı vd. 2022). Biber biyokimyasal içeriği, tat ve aroma açısından insan beslenmesi yanı sıra geniş gıda kullanım alanı ile insan beslenmesinde sıklıkla kullanılan sebzeler içerisinde yer almaktadır.

2.1. Biber Muhafazasına Yönelik Araştırmalar

Düşük sıcaklık bahçe ürünlerinin muhafaza ve raf ömrü sürecinin kalitesinin korunmasında etkili faktörlerdendir. Ancak, her meyve ve sebze için ideal bir depolama sıcaklık değerleri bulunmaktadır. Sıcaklıkların ideal değerin üstüne çıkması muhafaza ve raf ömrünü kısaltırken ideal değerin altına düşmesi ise meyvelerde üşüme zararına neden olmaktadır. Üşüme zararı meyve ve sebzelerde yüzey çukurlaşması, suda ıslanmış gibi görünüm, yüzeyde ve tohumda esmerleşme, meyve etinin yumuşaması veya unlulaşması gibi belirtiler göstermektedir. Aynı zamanda bu ürünlerin hasat sonrası çürümelere hassasiyetinin yüksek olduğu ve hızlı bir şekilde çürüyebileceği bildirilmektedir (Kasım ve Kasım 2021). Subtropik bir ürün olan biber; çeşidine, hasat olgunluğuna, maruz kalma süresine bağlı olarak 7°C altındaki sıcaklıklarda üşüme zararı görülmektedir. Biber meyvelerindeki başlıca üşüme zararı belirtileri tohum esmerleşmesi, yüzey çukurlaşması ve meyve çürümesi olup bunlar ürünün pazarlanmasını olumsuz etkilemektedir (Seo vd. 2020).

Biberlerde muhafaza ve raf ömrü süresini sınırlandıran en önemli faktör ağırlık kaybı ve buna bağlı olarak gelişen buruşmalardır (Thompson 2003). Buna ek olarak yumuşama, kuruma ve mantarsal bozulmalar da biberin hasat sonrası ömrü üzerinde sınırlandırıcı etkiye sahiptir (Rao vd. 2011). Biberlerin hasat sonrası sürecinde en yaygın gözlemlenen etmenler *Botrytis cinerea* ve *Alternaria alternata* ve bakteriyel yumuşamadır (Raffo vd. 2007).

Bahçe bitkileri, hasattan tüketim aşamasına gelinceye kadar depolama paketleme ve nakliye aşmaları başta olmak üzere birçok farklı uygulama ve koşula maruz kalmaktadır. Bu koşullar bitkiler için bazen olumlu bazen ise olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Tarımsal üretimde üretilen her bir ürünün tüketime dönüştürülmesi son derece önemlidir. Bahçe ürünlerinde meydana gelen kayıplar miktar ve kalite kayıpları

olarak ön plana çıkmaktadır. Ülkere ve ürünlere göre değişmekle birlikte %25-40 oranında bir ürünün henüz tüketilmeden kayba uğradığı tahmin edilmektedir. Özellikle son yıllarda hasat sonrası kayıplar için harcanan su miktarı ve kullanılan girdilerin çevresel etkileri ve küresel ısınmadaki rolleri konusundaki yeni yaklaşımlar kayıpların azaltılmasının zorunluluğunu birkez daha ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bahçe bitkilerinin hasat sonrası kalitesinin korunarak ömrünün uzatılması ve kalite korunumuna yönelik çalışmalar giderek artmaktadır. Bahçe bitkilerinde raf ömrünü uzatmak için farklı hasat sonrası işlemler yapılmaktadır. Bu uygulamalar fiziksel, kimyasal veya biyoteknolojik özellikte olabilmektedir. Bitkisel ürünler hasattan sonra sürekli değişime uğrayan aktif metabolizmaya sahip bozulabilir ürünlerdir. Doğru hasat sonrası işlem, gıda fonksiyonel özelliklerini koruma ve içeriğini artırmada önemli bir rol oynar. Hasat sonrası stres uygulamaları hastalık ve zararlıları kontrol etmede, fizyolojik bozukluğu azaltmada, olgunlaşmayı ve yaşlanmayı geciktirmede ve bahçe bitkilerinde depolama kalitesini korumada etkili olmaktadır (Imahori 2014).

Endo vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, muhafaza öncesi ısıtma işlem uygulamasının biberin antioksidan içeriği ve üşüme zararı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla biberler 15 dakika boyunca 45 °C'lik suya daldırma işleminden sonra musluk suyu ile 20°C'ye soğutularak delikli bir polietilen film torba (0.03 mm kalınlığında, 38 cm × 26 cm boyutlarında, her iki tarafında dört adet 5 mm delik) içinde paketlenmiştir. Biber paketleri %95 oransal nem ve 6°C sıcaklıkta karanlık ortamda 13 gün depolanmıştır. Sonuçta sıcak suya daldırma işleminin biberde üşüme zararını azalttığı, antioksidan aktiviteyi ve üşüme zararına olan toleransı arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca üşüme zararını azaltması ve çürümeye karşı direnci artırması bakımından şu anda kullanılan daha düşük depolama sıcaklığında uzun süreli depolamaya izin verilebileceğini belirtmişlerdir.

Nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan-pullulan yenilebilir kaplamanın dolmalık biberin depolama kalitesine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, biberler nar ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan-pullulan (50:50) kaplanarak, oda (23±3°C ve %40–45 oransal nem) ve soğuk depo (4°C sıcaklık ve %90–95 oransal nem) sıcaklıklarında 18 gün süreyle muhafaza etmişlerdir. Kalite özelliklerini belirlemek için ağırlık kaybı, TEA, SÇKM, renk değişimi, meyve sertliği, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı ve antioksidan kapasite incelenmiştir. Çalışma sonucunda yenilebilir kaplama uygulamasının ağırlık ve renk koyulaşmasını önemli ölçüde azaltması yanı sıra TEA, SÇKM ve Ph değerlerini korumada etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, yapılan uygulamanın depolama süresi boyunca dolmalık biberin fenolik madde miktarı, flavonoid madde miktarını, antioksidan aktivitesini ve duyu özelliklerinin korunmasına yardımcı olduğu saptanmıştır (Kumar vd. 2021).

Dolmalık biber, *Alternaria alternata* mantarının neden olduğu hasat sonrası hastalıklara karşı hassastır. Bu neden ile yapılan bir çalışmada α -pinen yüklü nano yapılı kitosan yenilebilir kaplamanın *Alternaria alternata* ile bulaşık biberin hasat sonrası kalitesine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, biberler *A. alternata* ile aşılansak yenilebilir kaplama yapılmıştır. Sonraki aşamada ürünler 2°C sıcaklıkta 0, 7, 14 ve 21 gün süreyle muhafaza edilmişler ve buna ek olarak 20±2°C'de sıcaklıkta 5 gün süreyle oda koşullarında bekletilmişlerdir. Sonuç olarak yenilebilir kaplama uygulamasının kontrol grubuna göre %3-%6 oranında ağırlık kaybında anlamlı değişiklikler sağladığı buna

karşılık sertlik, renk, TEA, SÇKM, olgunluk indeksi, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasite açısından istatistiksel açıdan önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Toplam karotenler, *A. alternata* içermeyen dolmalık biberlerde daha yüksek çıkmıştır. Kitosan nanopartikülleri ve yenilebilir kaplama, dolmalık biberin soğuk depolama döneminde *A. alternata*'yı inhibe ettiği ve fizikokimyasal kalitesini koruduğu belirtilmiştir (Hernandez-Lopez vd. 2020).

Yapılan bir başka çalışmada, Metil Jasmonat (MeJA) ve Metil Salisilat (MeSA) uygulamalarının biber meyvesinde üşüme hasarı ve hücrel mekanizmaları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla biberlere 50 μ M MeJA, 250 μ M MeSA ve her ikisinin kombinasyonu buhar şeklinde uygulanmıştır. Uygulama sonrasında biberler 2°C ve 13°C sıcaklık %90-95 oransal nem de 25 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak, 50 μ M MeJA uygulamasının tohum esmerleşmesini yüksek oranda engellediği ve jasmonik asit (JA) sentezi ile ilişkili genlerin daha erken aktivasyonu yoluyla endojen JA üretimini arttığı bildirilmiştir (Seo vd. 2020).

Kalsiyum tiyosülfat ve potasyum tiyosülfat ile hasat öncesi gübrelemenin dolmalık biberlerin raf ömrü ve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla gübrelenmiş bitkilerden hasat edilen meyveler karanlıkta, 15°C sıcaklıkta ve %60 oransal nem içeren ortamda 30 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, kalsiyum ve potasyum tiyosülfat ile gübreleme, hasat sonrası depolama sırasında dolmalık biberin protein ve prolin içeriğini koruduğu, antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırdığı, selüloz aktivitesini azalttığı belirtilmiştir. Bunlara bağlı olarak meyvelerin yaşlanmasını geciktirdiği, raf ömrünü kontrol meyvelerine kıyasla en az 20 gün uzattığı saptanmıştır (Moosavi-Nezhad vd. 2024).

'Oscar' biber çeşidinde farklı muhafaza sürelerinin verim ve kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Çanakkale yöresinde yetiştirilen çeşide özgü renk ve iriliğini almış biberler hasat edilerek delikli (4 mm çapında 4 adet) kapaklı PET kaplarda 6 ± 1 °C ve %90 oransal nem koşullarında 30 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Çalışmada muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kaybında artış gözlenmiştir. Muhafazanın başlangıçta %7.5 olarak belirlenen SÇKM miktarının muhafaza süresince istatistiksel anlamda değişim göstermediği belirtilmiştir. Buna karşılık, askorbik asit miktarı muhafaza süresince kademeli olarak düşüş gösterdiği belirtilmiştir. Fenolik bileşik miktarı muhafazanın 10. gününden itibaren düşüş göstermiş ancak ilerleyen muhafaza sürelerinde bu düşüşün yavaşladığı ifade edilmiştir. 'Oscar' çeşidinin, L* değeri, TEA, ağırlık kaybı ve karotenoid değerleri incelendiğinde 20 gün süreyle muhafaza kalitesinden önemli değişiklikler olmadan depolanabileceği ve 30. gün sonunda hala tüketilebilir kalitede olduğu bildirilmiştir (Sarıyer ve Çiftçi 2022).

Glowacz ve Rees (2016) kırmızı ve yeşil acı biberlerin 0.45, 0.9 ve 2 μ mol/mol dozlarında ozona sürekli maruz bırakılmalarının hastalık yoğunluğu ve fizikokimyasal özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Ürünler ozonun eşit dağılımı için hava sirkülasyonun ve düzenli nem ölçümlerinin yapıldığı depolarda 10 ± 1 °C sıcaklık ve %90 $\pm$ 3 oransal nem koşullarında 14 gün süreyle muhafaza edilmiştir. 0.9 μ mol/mol dozunda ozon uygulaması kırmızı acı biberlerin hastalık yoğunluğunu ve ağırlık kaybını azaltması yanında sertliğinin korunmasında da katkı sağlamıştır. Buna karşın uygulamaların toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi üzerine

etkisinin önemsiz olduğu belirtilmiştir. Çalışmada hem kırmızı hem de yeşil acı biberlerin muhafazası sırasında kalite kaybını azaltmak amacıyla 0.9 µmol/mol ozonun kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada bibere hasat sonrası salisilik asit (SA) ve kalsiyum klorür (CaCl_2) uygulamalarının muhafaza ve raf ömrüne etkileri incelenmiştir. Hasat sonrası biberlere, 3 farklı SA (1 mM, 2 mM, 4 mM) ve 3 farklı CaCl_2 (%0.5, %1.5) uygulamaları 15 dk süreyle daldırma şeklinde uygulanmış ve daha sonra tüm biberler plastik polietilen torbalara alınmıştır. Birinci grup 25°C, ikinci grup ise 10°C sıcaklıkta 18 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Çalışmanın sonucunda SA ve CaCl_2 uygulamaları biber meyvelerinin ağırlık kaybı, raf ömrü, SÇKM, pH ve TEA özelliklerini iyileştirmiştir. Ayrıca, SA ve CaCl_2 uygulamaları biberlerin dokusu (özellikle gevrekliğini) ve C vitamininin korunmasında etkili olmuştur. Bu nedenle, biberlerin depolanması ve pazarlanması sırasında kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması için 1 mM ve 2 mM SA ile ve %1.5 CaCl_2 uygulamalarının kullanılabileceği belirtilmiştir (Rao vd. 2011).

Kaynaş ve Özelkök (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ‘Kandil’ dolma biber çeşidinin modifiye atmosfer (MA) ve kontrollü atmosfer (KA) koşullarında depolama olanakları incelenmiştir. Bu amaçla Bursa bölgesinde yetiştirilen biberler 12°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 35 gün süreyle depolanmıştır. Çalışmada MA uygulamalarında deliksiz LDPE torba, delikli LDPE torba ve PVC streç film; KA uygulamalarında %3 O_2 + %3 CO_2 , %3 O_2 + %5 CO_2 ve %5 O_2 + %5 CO_2 atmosfer bileşimleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda MA uygulamalarında delikli ve deliksiz polietilen torbalara göre, PVC hammaddesinden yapılmış streç film uygulaması daha iyi sonuç vermiştir. %5 CO_2 bileşiminin kullanıldığı KA koşullarında (KA2 ve KA3) meyve kabuğunda yüksek CO_2 zararı gözlenmemiş olmasına karşılık, %5 O_2 + %5 CO_2 koşullarında tohumlarda kararın saptanmıştır. 35 günlük depolama sonunda tüm kalite ve ağırlık kaybı değerleri birlikte değerlendirildiğinde en iyi sonucun %3 O_2 + %3 CO_2 ve PVC streç film ile paketlenmiş MA uygulamalarından elde edildiği belirtilmiştir. Ancak depolama sonrası pazarlama aşaması (raf ömrü) dikkate alındığında, ‘Kandil’ dolma biberi meyvelerinin en fazla 30 gün depolanması önerilmiştir.

Erdoğan vd. (2015) yapmış olduğu çalışmada, kalya biberde farklı hasat sonrası uygulamaların etkilerini incelemiştir. Bu amaçla kalya biberlere çörek otu yağı, CaCl_2 ve SemperfreshTM uygulamaları yapılarak 7.5±0.5°C sıcaklık ve %90 oransal nem koşullarında muhafazaya edilmiştir. Depolama ve 2 günlük raf ömrü sonunda biberlerde ağırlık kaybı, renk (h°), SÇKM miktarı, TEA miktarı, pH değeri, toplam fenolik bileşik içeriği ile çürüme ve bozulma oranları incelenmiştir. 15 gün süreyle depolanan %2’lik CaCl_2 çözeltisi uygulanan biberlerde ağırlık kaybı daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, CaCl_2 uygulamasının fenolik bileşik kaybını engellediği belirtilmiştir. Çürüme ve bozulma oranı açısından ise 600 ppm çörekotu yağı uygulaması başarılı olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, buz ve su ile soğuk şok tedavisinin, 10±2°C’de depolama sırasında acı biberlerin fizikokimyasal ve fizyolojik nitelikleri ve uçucu aroma bileşenlerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla biberler, 30, 60 ve 90 dk boyunca soğuk şok (0±2°C buz-su karışımı) uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapılan ürünler üst

köşede iki delik (6 mm çapında) bulunan polietilen (PE) plastik torbalarla (0.07 mm kalınlığında) paketlenerek %90-95 oransal nem ile $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün süre ile depolanmıştır. Tüm uygulamalar içerisinde en düşük ağırlık kaybı 90 dk soğuk şok uygulaması yapılmış biberlerde görülürken, en yüksek ağırlık kaybı soğuk şok tedavisi görmemiş kontrol uygulamasındaki biberlerde gözlenmiştir. Soğuk şok uygulamalarının renk üzerinde etkisinin sınırlı olduğu buna karşılık sertlik korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Tüm soğuk şok uygulamalarında depolama süresince uçucu aroma bileşenlerinde artış izlenmiş, bu da soğuk şoka maruz kalmanın acı biberlerin lezzet kalitesini önemli ölçüde artırdığını buna bağlı olarak da antioksidan kapasitesi üzerine olumlu etki oluşturduğu belirtilmiştir. Tüm bu verilere dayanarak biberlerin fizikokimyasal ve fizyolojik niteliklerinin ve uçucu bileşenlerini korumada ve raf ömrünü uzatmada en iyi uygulamanın 90 dk soğuk şok uygulaması olduğu saptanmıştır (Mi vd. 2023).

Yapılan başka bir çalışmada sivri biberin muhafazası üzerine modifiye atmosfer (MA), 1-methylcyclopropene (1-MCP), salisilik asit ve kalsiyum uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 'Demre' çeşidi sivri biberler farklı kalınlıklardaki (35μ - 50μ) LDPE MAP uygulamalarının yanı sıra, salisilik asit, 1-Metilsiklopropan, kalsiyum klorit gibi kimyasalların iki farklı dozları uygulanarak $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%90\pm 5$ oransal nem koşullarında 50 gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Ayrıca muhafaza süresince 10 gün aralıklarla alınan örnekler, 3 gün de raf ömrü koşullarında ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 5$) oransal nem) bekletilmiştir. MA uygulaması yapılan biberde normal atmosfere (NA) göre daha düşük ağırlık kaybı sağladığı ve en etkili MA uygulamasının ise 35μ LDPE uygulaması olduğu tespit edilmiştir. Farklı kimyasal uygulamaları açısından ise 1 ppm 1-MCP uygulaması ağırlık kaybı açısından öne çıkan uygulama olmuştur. SÇKM değerleri uygulamalara bağlı kalmaksızın dalgalanmalar göstermiş; en düşük değer kontrol örneklerinde belirlenmişken, en yüksek değer NA koşullarında belirlenmiştir. Kimyasal uygulamalarının SÇKM değerine etkileri farklılık göstermiştir. En yüksek SÇKM değeri 1 ppm 1-MCP uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak askorbik asit miktarında azalma görülmüştür. Muhafaza süresince, en yüksek askorbik asit değerini kimyasal uygulamalardan 1 ppm 1-MCP ile $\%1$ CaCl_2 uygulamalarında, MA uygulamalarından ise 35μ LDPE uygulamasında saptanmıştır. Demre sivri biber çeşidi kalite kaybı göz önünde bulundurulduğunda 30 gün süreyle 1 ppm 1-MCP uygulanarak, 35μ LDPE ile paketlenerek muhafaza edilmesinin kalite korunumunda etkili olacağı belirtilmiştir (Gülsoylu 2015).

Raffo vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada biber meyvelerine sıcak su uygulamasının muhafaza süresince kaliteye etkisi incelenmiştir. Bu amaçla kırmızı renkli tatlı biberler kontrol, sıcak su, polietilen poşet ve sıcak su + polietilen poşet olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Çalışma da biberler sıcak su uygulaması 53°C 'de 4 dk olarak uygulanmıştır. Sonrasında biberler 7.5°C sıcaklıkta 21 gün depolanmıştır. Çalışma sonucunda ağırlık kaybının engellenmesinde paketlemenin etkili olduğu buna karşılık biberin biyokimyasal içeriği üzerine istatistiksel bir etki yapmadığı belirlenmiştir. Muhafaza süresince paketlenmiş ve paketlenmemiş biberlerde karetenoid içeriğinin muhafaza süresince bir miktar artış gösterdiği belirtilmiştir.

Sakaldaş (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı California Wonder dolmalık biber çeşitlerinin muhafazası üzerine sıcak su, UV-C ve pakitleme uygulamalarının

etkileri incelenmiştir. Çalışmada ‘Maxibell’ biber çeşidi yeşil ile kırmızı olum dönemlerinde, ‘Dut’ biber çeşidi ise sarı olum döneminde hasat edilmiştir. Uygulama sonrasında biberler, 6-7°C arası sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 45 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda kırmızı aşamada hasat edilen biberlerde ağırlık kaybının 15. günden sonra hızlı artış göstererek kontrol uygulamasında %11’e kadar çıktığı belirtilmiştir. Bu artışa karşılık h° değeri azalış göstermiştir. Başlangıçta 50.84 olan h° değeri muhafaza sonunda 24.95’e kadar düşmüştür. Çalışmada ayrıca SÇKM miktarının muhafaza süresince artış ve azalış gösterdiği buna karşılık askorbik asit miktarını azaldığı belirtilmiştir (Sakaldaş 2012).

2.2. Ultraviyole Uygulamalarının Kullanımına Yönelik Araştırmalar

Ultraviyole ışık, elektromanyetik spektrumun 100-400 nm aralığını kapsayan kısmıdır. UV spektrumu dalga boylarına göre UV-C (100-280 nm), UV-B (280-315 nm) ve UV-A (315-400 nm) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Yer yüzeyine ulaşan ultraviyole radyasyonun yaklaşık %90’lık kısmı UV-A’dan oluşmaktadır. Aşırı süre UV-A maruz kalma insan cildinde renk değişikliklerine sebep olabilmektedir. Güneş spektrumundaki bir diğer radyasyon olan UV-B, cilt yanıklarına dolayısıyla cilt kanserlerine yol açabilen 280-315 nm aralığındaki dalga boyuna sahiptir ve atmosferdeki stratosferik ozonun konsantrasyonuna bağlı olarak değişik oranlarda yer yüzeyine ulaşır. Bakteriyel, viral ve protozoa mikroorganizmaları etkili bir şekilde etkisiz hale getirdiği için antiseptik aralık olarak kabul edilen UV-C, UV radyasyonun en tehlikeli kısmıdır ve tamamı atmosferdeki ozon ve oksijen tarafından emilir (Koutchma 2014). Bu dalga boyları içerisinde UV-C uzun yıllardır bahçe ürünlerinde kullanılmaktadır. Birçok bahçe ürünü bitki savunma mekanizmasını tetikleyici ve kayıpları azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Erkan vd. 2008; Üstün vd. 2021; Üstün ve Doğan 2022). Son yıllarda ise UV-B ışınlar üzerine çalışmalar artış göstermiştir. Stratosferik ozon tabakasının incilmesi sonucunda güneş ışığında artan UV-B radyasyonu hakkında sorular ortaya çıktıkça bitki fizyolojisine olan etkileri daha fazla ilgi görmektedir. UV-B radyasyonunun ekonomik rolünü anlamak için UV-B’nin oluşturacağı zarar, onarım ve koruma gibi fizyolojik süreçlerin ne şekilde işleyeceğinin anlaşılması önemlidir (Zlatev vd. 2012).

İnsanların sağlıklı şekilde beslenebilmesi için önemli bir yer tutan tarımsal ürünler yüksek miktardaki UV-B dozundan olumsuz etkilenebilmektedir. Dünyaya ulaşan UV-B ışınlarındaki her %1’lik artışın bitkisel üretimi %1 oranında azaltabileceğini ve hatta bazı bitki ve canlı türlerinin ise yok olmasına yol açabileceği belirtilmektedir. Bitkileri doğrudan ya da dolaylı yoldan etkileyebilen UV-B ışınları önemli abiotik stres faktörü olarak kabul edilmektedir (Eichholz vd 2012, Tsurunaga vd 2013). Bitkilerin yüksek dozlarda maruziyeti olumsuz sonuçlara yol açmakla birlikte uygun dozlarda maruz kalmanın belirli olumlu sonuçlara yol açabileceği belirlenmiştir. Özellikle bitkilerde biyokimyasal özelliklerin geliştirilmesi ve fideliklerde boy ayarlaması gibi alanlarda kullanılabileceği yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir (Topcu vd. 2015; Topcu vd. 2018; Canbay ve Polat 2020). Li vd. (2017), 280 nm dalga boyundaki ultraviyole ışıkların çıkış gücü (265 nm dalga boyundaki UV ışığından iki kat daha fazla) ve yeniden etkinleştirme performansı göz önüne alındığında, 280 nm UV’ler, *E. Coli*’yi etkisiz hale getirmek için daha iyi bir seçim olarak öne çıktığını belirtmişlerdir. İlk yıllarda yapılan UV-B

alışmaları bitki gelişimi ve tarımsal üretim üzerine yoğunlaşırken son yıllarda hasat sonrası kullanım üzerine çalışmalar artış göstermiştir.

Hasat öncesi UV-B ve UV-C uygulamasının marul çeşitlerinde antioksidan özellikleri ve fotosentetik aktivitesi üzerine etkilerinin incelendiğı çalışmada, UV-B radyasyonunun fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkilemediğini, ikincil metabolitlerin (toplam fenolikler, flavonoidler, antosiyaninler), karotenoidlerin ve askorbik asit seviyelerinin artması yoluyla marulun genel antioksidan potansiyelini önemli ölçüde artırdığı, buna karşılık UV-C uygulamasının antosiyanin birikimine, fotosentetik aktiviteye önemli ölçüde zarar verdiği ve bitki büyümesini sınırladığı tespit edilmiştir (Skowron vd. 2024).

Hasat sonrası UV-B ışın uygulamasının farklı olgunlaşma aşamasında hasat edilen domates meyvelerinin fiziksel ve besin değeri parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, iki farklı olgunluk aşamasındaki (yeşil ve renk kırılım) domatesler günlük 6.08 kJ/m² UV-B uygulaması yapılarak 18°C ve %80 nem içeren iklim odalarında kırmızı olum aşamasına kadar muhafaza edilmişlerdir. Hasat sonrası UV-B ışınlama domates meyvelerindeki antioksidan bileşiklerin (likopen, askorbik asit) konsantrasyonunu arttırdığı belirtilmiştir. Hasat sonrası UV-B uygulaması ile domatestede meyve etinde ve meyve kabuğundaki askorbik asit içeriğini arttırılabileceğı sonucuna varılmıştır (Castagna vd. 2013).

Liu vd. (2011)'nin yapmış olduğı çalışmada, hasat sonrası UV-B uygulamasının domatesin depolama sırasında duysal nitelikleri ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, UV-B geçirgenliğı %25.7 olan 0.1 mm polietilen (PE) özelliklere sahip serada yetiştirilen domatesler yeşil olgunluk aşamasında hasat edilerek 10, 20, 40 ve 80 kJ/m² UV-B ışın uygulanmıştır. Sonrasında domatesler karanlık ortamda 14 °C sıcaklık ve %95 oransal nem koşullarında 37 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda UV-B uygulamaları askorbik asit içeriğı üzerine olumsuz etkiye neden olmuştur. Domatestede hasat sonrası 20/40 kJ/m² UV-B ışınımı; meyve sertliğini korumada, meyve rengini korumada etkili olması yanı sıra toplam fenolik madde ve flavonoidlerin birikimini teşvik ederek depolama sırasında daha yüksek antioksidan kapasiteye yol açtığı belirtilmiştir.

Farklı UV-B dozlarının soğuk hava depolarındaki domateslerde üşüme zararı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Soğuk depolama öncesi 3 farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapılan domatesler 2°C sıcaklıkta 25 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Yapılan alışma sonunda yüksek dozdaki UV-B uygulamasının hücresel DNA'da fotokimyasal hasara neden olabileceğı tespit edilirken, düşük dozlardaki UV-B uygulamasının bitki gelişimini düzenleyerek üşüme zararını önemli ölçüde engellemiştir. Depolamadan önce UV-B ile ön ışınlamanın, domateslerin soğuma toleransını iyileştirmede potansiyel bir uygulamaya sahip olduğı belirtilmiştir (Jiang vd. 2022).

Shang vd. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda (0, 25, 50 ve 100 kJ/m²) UV-B ışınlamanın *A. Bisporus* mantarının antioksidan savunma sisteminin aktivasyon mekanizması üzerine etkileri incelenmiştir. UV-B uygulanmış mantarlar 18 gün süre 4°C sıcaklık ve %90 oransal nem koşullarında muhafaza edilmiştir. Yapılan

Çalışma sonunda 50 kJ/m² dozundaki UV-B uygulamasının hasat sonrası oksidatif stres hasarını azaltmada ve hücrel redoks homeostazını korumada önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Dilimlenmiş şeftali meyvelerine UV-B, UV-C ve UV-B+UV-C uygulamalarının etkileri incelenmiştir. UV uygulamalarının tümü ağırlık kaybı, çürüme ve SÇKM miktarını azaltmış; askorbik asit miktarını arttırmış meyve eti sertliğini ve fenolik miktarını koruma da etkili bulunmuştur (Abdipour vd. 2019).

Castagna vd. (2014)'nin yapmış olduğu çalışmada, domates meyvelerinde hasat sonrası UV-B uygulamasının fenolik ve flavonoid içeriğinin artırılması üzerine olası etkileri incelenmiştir. 'Money Maker' (MM) ve mutant genotip yüksek pigment-1 (*hp-1*) ticari çeşitlere ait meyveler olgun yeşil ve renk kırım aşamalarında günlük UV-B uygulaması yapılmıştır (1 saat, 6.08 kJ/m² gün) alışma sonucunda UV-B uygulaması domates meyvelerinin hem kabuğunda hem de meyve etinde fenolik, flavonoid ve flavonol konsantrasyonunun artırılmasında etkili olmuştur. UV-B ışınlaması hasat aşamasından bağımsız olarak MM ve *hp-1* meyvelerinin hem kabuğunda hem de meyve etinde bireysel flavonoidlerin birikimini artırdığı belirtilmiştir.

Assumpção vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, 'Red Delicious' elma meyvelerine hasat sonrası 36 saat boyunca UV-B uygulaması yapılmıştır. UV-B uygulaması meyvenin kalite parametrelerine etki etmemiş ancak biyoaktif bileşiklerin konsantrasyonunu arttırmada etkili olduğu belirtilmiştir.

Castillejo vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada hasat sonrası UV uygulanmış kırmızı dolmalık biberler %80 nem 7°C'de 8 ve 14 gün süreyle muhafazası ve bunlara ek olarak 8°C'de 4 gün süreyle bekleterek raf ömürleri üzerine etkileri incelenmiştir. Karotenoid biyosentezi ile flavonoid birikiminin UV-C ve UV-B + UV-C uygulamaları ile arttığını belirtmişlerdir. Kırmızı dolmalık biberde hasat sonrası UV-C uygulamasının, UV-B uygulaması ile birleştirildiğinde hormetik bir etki göstererek raf ömrü boyunca sağlığı teşvik eden ana bileşiklerin birikimini büyük ölçüde artırdığı tespit edilmiştir.

Dut meyvelerine hasat sonrası 2 farklı dozda UV-B uygulanmış ve 12 gün süreyle 3±1°C sıcaklıkta %90-95 oransal nem ortamında muhafaza edilmiştir. Çalışmada toksik bileşiklerin konsantrasyonu UV dozuna bağılı olarak değıştiğı tespit edilmiştir. Depolama sonunda UV uygulanmış dut meyvelerindeki naftalin ve flor konsantrasyonu %21-85 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Ultraviyole uygulaması, gen ekspresyonundaki değışiklikler yoluyla, savunma mekanizması oluşturmak için etkili bir araç olarak kullanılabileceğı ve biyokimyasal özellikleri geliştirmede etkili olabileceğı belirtilmiştir (Ghafari vd. 2024)

Kırmızı kapyra biberlere hasat sonrası 4.46 kJ/m² ve 8.93 kJ/m² dozlarında UV-B uygulanmış ve sonra biberler paketlenerek 5±1°C sıcaklıkta %90-95 oransal nem şartlarında 49 gün süreyle depolanmıştır. UV-B uygulamasının her iki dozunun da biberlerin kırmızı renk kalitesini artırdığı, çürüme hızını azaltmak için optimum dozun 4.46 kJ/m² olduğu, 8.93 kJ/m² dozundaki uygulamanın biberlerde solunum hızını, elektrolit sızıntısını, SÇKM ve ağırlık kaybı miktarını artırdığı belirlenmiştir (Kasım ve Kasım 2018).

Kasım ve Kasım (2016) tarafından taze kesilmiş ıspanaklara farklı UV uygulamalarının muhafaza sonrasında kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada çürümenin baskılanması klorofil kaybının azaltılması ve sararmanın geciktirilmesi açısından UV-B uygulaması ön plana çıkmıştır. Çalışmada ayrıca UV-A ve UV-C uygulamalarına göre UV-B uygulamasının daha az stress oluşturduğu belirtilmiştir.

Sheng vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada depolama sırasında üzüm kalitesini iyileştirme ve korumada UV uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Üzüm meyvelerinde fenolik bileşik ve antioksidan içeriği arttırmada en etkili uygulama UV-C olduğu belirtilmiştir.

Martinez Zamora vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada kırmızı dolmalık biberlerin hasat sonrası karotenoid içeriğini arttırmak için 9 kJ/m² lik hasat sonrası UV-B işlemi + 14 saat Florasan ve 10 saat kırmızı mavi LED aydınlatmanın etkili bir yol olduğu bildirilmiştir.

Ruiz vd. (2016) olgun dönemde hasat edilen limon meyvelerine 3 dk süre ile UV-B uygulamasının meyvelerin radyasyona alışıma tepkisini indükleyerek *P. Digitatum*'un yayılmasını önleyen flavedo dokusunun mekanik/kimyasal modifikasyonları ile meyvenin doğal savunmasının arttırdığını belirtmişlerdir.

Kasım ve Kasım (2015), farklı olgunlaşma aşamalarında hasat edilen domateslere (kırılım, pembe, kırmızı) farklı dozlardaki UV-B ışın uygulamalarının domateslerin kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. UV-B ışın uygulaması tüm hasat aşamalarında domateslerin kırmızı renk oluşumunu hızlandığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, kırmızı olum aşamasında UV-B (1.128 kJ/m²) ile muamele edilen domateslerin glikoz, fruktoz ve TEA içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Aztekin (2018) tarafından yapılan çalışmada Ereğli siyah havucun biyokimyasal kalite bileşenlerine üzerine hasat sonrası UV-B uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla 1.5, 3.15 ve 6.3 kJ/m² UV-B uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda, UV-B uygulamasının özellikle 3.15 kJ/m² ve 6.3 kJ/m² uygulamalarında fenolik madde, antosiyanin, glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı ile diğer kalite bileşenleri üzerinde önemli etkileri bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada hasat sonrası UV-B ile LED ışık uygulamalarının '0900 Ziraat' çeşidi kiraz meyvelerine 4±1°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem şartlarında muhafaza süresince görsel ve biyokimyasal kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 2.97 kJ/m² (UVB10), 5.95 kJ/m² (UVB20) ve 11.89 kJ/m² (UVB40) dozlarında UV-B uygulaması yapılmıştır. Çalışmada ayrıca mavi (M), kırmızı (KR) ve UV-A ve LED ışık etkileri de incelenmiştir. Karanlık ortamda depolanan meyveler ise kontrol olarak kullanılmıştır. Depolanan meyvelerde, meyve eti sertliğinin ve SÇKM miktarının korunmasında en iyi uygulama UVB40 olduğu tespit edilmiştir. UVB20 uygulaması TEA korumada ve kiraz meyvelerinin tat kalitesini (fruktoz ve glikoz miktarı) arttırmada başarılı bulunmuştur. Fenol ve antosiyanin miktarlarının artırılması ve aynı zamanda meyve renginin korunması açısından en iyi uygulamalar ise KR, UVB40 ve UVB20 olduğu belirtilmiştir. Ağırlık kayıpları en az UV-A ve LED uygulamasında görülmüş bunu UVB10 ve UVB20 uygulamaları takip etmiştir. Araştırma sonucunda özellikle

meyvenin biyokimyasal ve görsel kalitesinin korunması açısından UV-B uygulamalarının öne çıktığı bu uygulamalar içinde de UVB20'nin en iyi uygulama olduğu sonucuna varılmıştır (Şahin 2018).

Devlez (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, UV uygulamalarının marullarda muhafaza kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, marullara hasat sonrası 3 farklı doz ve 3 farklı sürelerde UV-A ve UV-B ışık uygulanması yapılarak $4\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Yapılan UV-A ve UV-B uygulama dozlarının ve depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulanan dozlar içerisinde yüksek doz UV-A (4.55 kJ/m^2) ve UV-B (4.56 kJ/m^2) uygulamalarının diğerlerine göre ön plana çıktığı belirtilmiştir. Yüksek doz UV-B (4.56 kJ/m^2) uygulamasının kontrole göre; askorbik asit miktarını %10.9, antioksidan aktivitesini %53.7 ve antioksidan aktivitenin %29.7 arttırdığı tespit edilmiştir.

Topcu vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada hasat öncesi döneminde UV ışın uygulamasının; brokolinin antioksidan içerik ve hasat sonrası kalitesine etkilerinin incelendiği. UV uygulamaları askorbik asit, toplam fenolikler ve flavonoidleri artırmıştır. Bu nedenle de UV-B uygulamasının bitkide faydalı sağlık bileşenlerinin arttırmak için kullanılabilecek bir araç olduğu belirtilmiştir.

Duan ve Eom (2023) tarafından yapılan çalışmada, UV-B'nin lignin sentezi ile ilgili genleri aktive ettiğini ve bu etkinin doza bağlı olduğunu ortaya konmuştur. UV-B ışınlanmasının düşük yoğunluğu lignin yerine antosiyanin artışına neden olmaktadır. Elmalara hasat sonrası uygun süre ve dozdaki UV-B uygulamasının antosiyanini artırarak, lignin hiperakümüleyasyonunu önlediği belirtilmiştir. Lignin hiperakümüleyasyonunun neden olduğu sertlik artışı ve meyve tadının azalmasını engelleyerek, meyvede hızlı renklenmenin gerçekleşmesi için, uygulamanın $5 \text{ W/m}^2\text{s}^{-1}$ 'nin altında olması gerektiği belirtilmiştir.

Üç farklı genotipe sahip şeftali meyvelerinde ('Suncrest', 'Big Top' ve 'Babygold 7') UV-B uygulamasının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, meyvelere 12 saat, 24 saat ve 36 saat UV-B uygulaması yapılmıştır. UV-B uygulaması 'Big Top' ve 'Suncrest' meyvelerinde fenoliklerin artmasında etkili iken, 'Babygold 7'de düşüşe neden olmuştur. UV-B ışınlanması, şeftali meyvelerinin sağlığı geliştirme potansiyelini artırmak ve dolaylı olarak daha yüksek antosiyanin içeriği nedeniyle estetik değeri iyileştirmek için umut verici bir teknik olarak kabul edilebileceği belirtilmiştir (Scattino vd. 2014). Bu neden ile çeşitlerde dozlara göre farklılıkların belirlenmesi son derece önemlidir.

Ruiz vd. (2017) tarafından UV-B uygulamasının limon meyvelerinden hazırlanan flavedo ekstraktlarının yeşil küfe karşı antifungal aktivitesini incelemiştir. Meyvelerin UV-B'ye maruz kalma süresi arttıkça limon kabuğu ekstraktının antifungal aktivitesinin arttığı belirtilmiştir. Limonlara kısa süreli UV-B uygulanması, meyvenin flavedo dokusundaki toplam fenolik bileşikleri ve flavonoid içeriğini artırarak hasat sonrası limonlarda yeşil küfün önlenmesine fayda sağladığı belirtilmiştir.

Daha önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde UV-B uygulamasının hasat sonrası alanda bitki biyokimyasal özelliklerini iyileştirmede öne çıktığı ancak etkisinin doz, çeşit, olgunluk aşaması gibi birçok faktöre göre değişebildiği anlaşılmaktadır. Bunlara ek olarak biber tiplerinin UV-B uygulamasına vermiş olduğu tepkilerinin de farklı olabilmektedir.

İnsan beslenmesinde yaygın kullanılan ve birçok alanda tarımsal hammadde olarak kullanılan biberde hasat sonrası UV-B uygulaması ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma ile farklı dozlarda UV-B uygulamalarının iki farklı tipteki biber çeşidinin hasat sonrası kalitesine olan etkisi ortaya konarak literatüre ve pratik kullanıma katkı sağlanması amaçlanmıştır.



3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2022-2023 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Prof. Dr. Mustafa Pekmezci Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

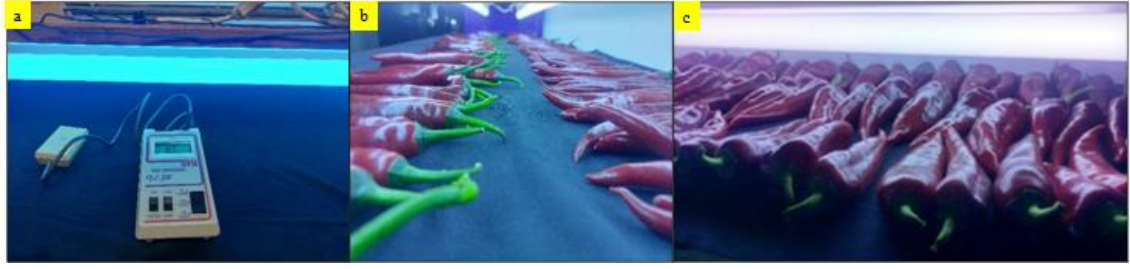
Çalışmada deneme materyali olarak ‘Star F1’ (Kapya) ve ‘Kızıl F1’ (Şili) biber çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 3.1). Çalışmada kullanılan meyveler Kepez, Antalya’da bulunan üretici serasından temin edilmiştir. ‘Star F1’ çeşidi sera ve açık tarla yetiştiriciliğine uygun bir çeşittir. Fide dikiminden itibaren 60-65 gün sonra olgunlaşmaktadır. Meyveleri 2-3 odacıklı, düz-konik şekilli, et kalınlığı 6-7 mm, boyu 16-18 cm genişliği 6-7 cm olup ortalama ağırlığı 200-230 gr’dır. ‘Kızıl F1’ çeşidi sera ve açık tarla yetiştiriciliğine uygundur. Soğuğa dayanıklılığı ve yüksek adaptasyon yeteneği ile uzun hasat periyoduna sahiptir. Meyveleri acı tatta, koyu yeşil-kırmızı renkte, kalın etli ve yaklaşık 18 cm boy ve 4 cm enine sahiptir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan ‘Star F1’ (a) ve ‘Kızıl F1’ (b) biber çeşitleri

3.2. Ultraviyole-B Uygulaması

Ticari olum aşamasında hasat edilen biberler laboratuvara getirilmiş ve burada seçilerek, kusurlu ve ciddi şekil bozuklukları olan ürünler ayrılmıştır. Sonrasında her iki çeşitte kontrol (0), 8, 16, 24 kJ/m² UV-B uygulaması olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. UV-B uygulamaları özel olarak tasarlanan UV-B lambalar kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla 311 nm dalga boyunda ışın yayan ve 25 mm çapında dar band UV-B lambalar (Philips TL 100W/01 UV-B) kullanılmıştır. Çalışmada doz ayarlamaları için UV-B lambalar 10 dakika süreyle çalıştırılmış ve sonrasında 311 nm dalga boyunda okuma yapabilen bir sensör ve dijital radyometre (UVX- 31) kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 3.2). Belirtilen dozların ayarlaması, Watt x saniye = Joule formülünden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayarlanan dozlar biberlere iki yönlü olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Doz ayarlaması (a) ve biberlere yapılan uygulamalar (b: ‘Kızıl’, c: ‘Star’)

3.3. Biberlerin Ambalajlanması ve Depolanması

UV-B ışın uygulamasından sonra ‘Star’ biber çeşidi her pakette 6 adet ($360-560 \pm 10$ g), ‘Kızıl’ biber çeşidi ise her pakette 10 adet ($170-240 \pm 10$ g) meyve olacak şekilde polistiren köpük tabaklara yerleştirilmiş ve üzerleri streç film (8 mikron) ile kaplanmıştır (Şekil 3.3a). Paketlenen ürünler $8 \pm 1^\circ\text{C}$ ve %90-92 oransal nemde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3b).



Şekil 3.3. Biber örneklerin paketlemesi (a) ve depolanmasından (b) genel bir görünüm

3.4. Metot

3.4.1. Ağırlık kaybı

Muhafaza öncesinde her uygulama için biberler ayrı arı numaralandırılmış ve ağırlık kaybı grupları oluşturulmuştur. Muhafazanın başlangıcında ve analiz zamanlarında örnekler 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartılmıştır. Biberlerde meydana gelen ağırlık kaybı miktarı başlangıç ağırlığının %’si olarak hesaplanmıştır (Doğan 2014).

3.4.2. Renk ölçümü

Muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında belirli aralıklarla alınan biber örnekleri renginde meydana gelen değişimler renk ölçüm cihazı (CR-400, Minolta Camera Co, LTD Ramsey, NJ) ile yapılmıştır. Her bir biberin renk değişimini belirlemek üzere ölçümler biberlerin baş, orta ve uca yakın kısımlarından olmak üzere üç noktadan yapılmıştır (Doğan 2014).

3.4.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Biber örneklerinin SÇKM miktarları belirlemek üzere muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında belirli aralıklarla alınan örnekler katı meyve sıkacağından geçirilerek meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen bu usare dijital refraktometre ile ölçülerek örneklerin SÇKM miktarı yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Doğan 2014).

3.4.4. Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı

Biber örneklerinin TEA miktarının belirlemek amacıyla biberler katı meyve sıkacağından geçirilerek meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyundan alınan 5 ml örnek üzerine 35 mL saf su ilave edilerek, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH= 8.1 olana kadar titre edilmiştir. Titrasyon işlemi her bir örnek için 3 defa tekrarlanmış ve elde edilen titrasyon değerlerinin ortalaması alınarak TEA miktarı sitrik asit cinsinden % olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Cemeroğlu vd. 2007).

$$\text{Titre edilebilir asitlik \%} = \frac{V \cdot F \cdot E}{M} \cdot 100 \quad (3.1)1$$

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı (mL)

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin normalitesi

E: Sitrik asidin miliekivalan değeri = 0.0064)

M: Alınan örnek miktarı (mL)

3.4.5. Toplam fenolik madde miktarı

Biberlerin toplam fenolik madde miktarını Zheng vd. (2003) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemde 5±0.01 g biber parçaları tartılarak %80'lik aseton ile ekstrakte edilmiştir. Çalışmada homojenizör ile parçalanmıştır. Örnekler 5000 g devir hızında, 4°C sıcaklıkta ve 5 dk süre satrifiy yapılarak üst faz alınmış ve analizlerde kullanılmıştır. Elde edilen örnekler analiz işlemi yapılmaya kadar -20 °C sıcaklıkta derin dondurucuda saklanmıştır. Meyve suyu ekstrasyonları %80 metanol ile yapılmıştır. Ekstraktlardan cam tüplere 0.5 mL alındıktan sonra üzerine sırasıyla 2.5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ve 2 mL %7.5'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek, vorteksle karışmaları sağlandıktan sonra 50 °C sıcaklıkta su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Ardından oda sıcaklığında ve karanlıkta 10 dk soğutulan örneklerin absorbans değerleri şahit numunesine karşı 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Analytic Jena AG Specord 40) ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi amacıyla gallik asit standardı ile kalibrasyon eğrisi oluşturularak sonuçlar hesaplanmıştır (Şkerget vd. 2005).

3.4.6. Toplam antioksidan aktivitesi

Örneklerin antioksidan aktivitesi Fernández-León vd. (2013) tarafından belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle göre uygun oranda seyreltilmiş örnek ekstraktından 50 µL alınarak ependorf tüplerine aktarılmıştır. Örneklerin üzerine 950 µL 6.10⁻⁵ M DPPH çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Bu karışım 30 dakika süreyle

karanlık bir ortamda oda sıcaklığında bekletilmiş ve sonrasında spektrofotometrede 516 nm dalga boyunda metanole karşı okutulmuştur. Aynı işlemler şahit örnek için numune yerine %80 metanol kullanılarak kontrol örneğinin absorbans değeri elde edilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesi kontrol örneğinin absorbansının örnek absorbansları arasındaki farkları kullanılarak ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış troloks ile elde edilen eğri yardımıyla mg troloks eşdeğer aktivite kg örnek olarak hesaplanmıştır.

3.4.7. Askorbik asit miktarı

Biberlerin askorbik asit miktarları Karhan vd. (2004) tarafından belirtilen yöntemle göre HPLC ile belirlenmiştir. Meyve örnekleri 100 mL'lik cam şişelere konularak üzerine 10^{-6} M EDTA ve 10^{-7} M dietilditiyokarbamik asit içeren %6 HPO_3 ilave edilmiş ve sonrasında 250 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım 24.000 devir/dk ultratorrax ile homojenize edilmiş ve sonrasında $+4^\circ\text{C}$ 'de, 3.000 devir/dk hızında 30 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Elde edilen örnek Whatman 42 filtre kağıdından geçirilerek süzölmüştür. Süzölen örnekten alınan numuneler 0.45 µm membran filtreden geçirilerek ölçüm için cam viyallere alınmıştır.

Ölçümler HPLC cihazında C_{18} (2) 5µ (150 x 4.6 mm I.D.) kolon ve guard kolon C_{18} (4 x 3.0 mm I.D.) kullanılarak yapılmıştır. Cihazda kolon sıcaklığı: 30°C , hareketli faz: 20 mM KH_2PO_4 pH: 3.0/ Acetonitril (95:5), hareketli faz akışı: 0.7 mL/dk, enjeksiyon: 20 µL ve analiz süresi 7 dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.4.8. Toplam karotenoid miktarı

Biber örneklerinin toplam karotenoid miktarı Witham vd. (1971) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla 1.0 g homojenize edilmiş örnek tartılmış ve %80'lik aseton ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında örnekler 4°C sıcaklık ve 5000 g hızında 10 dakika süreyle santrifüj edilerek üst faz alınarak ölçümlerde kullanılmıştır. Ölçümler 663, 645 ve 440 nm dalga boylarında yapılmıştır. Örneklerin hesaplamaları Witham vd. (1971) tarafından belirtilen eşitlik ile yapılmıştır.

$$\text{Toplam karotenoid} = [4.69 (\text{D440}) - (\text{Klorofil a} + \text{b}) \times 0.286] \times \left(\frac{V}{1000}\right) \times W \quad (3.2)$$

Bu eşitlikte V ekstract hacmini, W ise örnek miktarını ifade etmektedir.

3.4.9. Deneme deseni ve istatistiksel değerlendirme

Bu çalışma "Tasadüf Parselleri" deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütölmüştür. 'Kızıl' biber çeşidinde her tekerrürde 10 adet 'Star' biber çeşidinde ise her tekerrürde 6 adet meyve kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan tüm istatistiksel analizlerde için SAS (sürüm 9.4) istatistik paket programı kullanılmıştır. Varyasyon kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi ($P \leq 0.05$) kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ağırlık Kaybı

‘Star’ biber çeşidinin muhafaza süresi sonunda, en yüksek ortalama ağırlık kaybı kontrol uygulamasında (%2.09) tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında (%1.94, %1.91 ve %2.00) belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzaması ile birlikte ağırlık kaybı miktarı artış eğilimi göstermiştir. Muhafazanın 10. gününde %1.12 olan ortalama ağırlık kaybı, muhafazanın 40. gününde %2.81 olarak tespit belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun ağırlık kaybı miktarı incelendiğinde en yüksek ağırlık kaybı miktarı 40 gün süreyle muhafaza edilen kontrol, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilirken, en düşük ağırlık kaybı miktarı 10 gün muhafaza edilen 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	10	20	30	40	
Kontrol	1.19 g	1.74 ef	2.48 b	2.97 a ²	2.09 A¹
8 kJ/m²	1.17 g	1.76 e	2.37 bc	2.47 b	1.94 B
16 kJ/m²	0.99 h	1.58 f	2.17 d	2.92 a	1.91 B
24 kJ/m²	1.12 gh	1.77 e	2.22 cd	2.90 a	2.00 B
Ort. (Muh. Sür.)	1.12 D	1.71 C	2.31 B	2.81 A	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.0872 Uyg.: 0.0872 Muh. Sür. x Uyg.: 0.1744					

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşullarında bekletilen ‘Star’ biber çeşidinde en yüksek ağırlık kaybı miktarı ortalaması kontrol uygulamasında (%3.65) tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı miktarı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında (%3.28 ve %3.23) belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü sürecince ‘Star’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	2.08 h	2.55 g	4.12 d	5.87 a ²	3.65 A¹
8 kJ/m²	1.99 h	2.59 g	3.77 e	4.97 c	3.33 B
16 kJ/m²	2.01 h	2.67 g	3.35 f	5.08 bc	3.28 BC
24 kJ/m²	1.98 h	2.11 h	3.70 e	5.15 b	3.23 C
Ort. (Muh. Sür.)	2.01 D	2.48 C	3.73 B	5.27 A	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.086 Uyg.: 0.086 Muh. Sür. x Uyg.: 0.172					

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Raf ömrünün 10+3. gününde %2.01 olan ağırlık kaybı, 40+3. günde %5.27 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun raf ömrü süresince ‘Star’

biber çeşidinin ağırlık kaybı miktarına etkisi incelendiğinde, en yüksek ağırlık kaybı miktarı 40+3 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında tespit edilirken, en düşük ağırlık kaybı miktarı 10+3. günde kontrol, 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamaları ile 20+3 gün depolanan 24 kJ/m² uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

‘Kızıl’ biber çeşidinde, muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama ağırlık kaybı kontrol uygulamasında (%4.22) tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında (%3.97, %3.92 ve %4.04) belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte ağırlık kaybı miktarı artmış ve muhafazanın 10. günde ortalama %1.55, 30. günde %3.35, 50. gün sonunda ise %7.46 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun ağırlık kaybı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek ağırlık kaybı miktarı 50 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında, en düşük ağırlık kaybı 10 gün muhafaza edilen kontrol, 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	10	20	30	40	50	
Kontrol	1.58 g	2.47 f	3.40 e	5.60 c	8.04 a ²	4.22 A¹
8 kJ/m²	1.65 g	2.46 f	3.29 e	5.17 d	7.30 b	3.97 B
16 kJ/m²	1.44 g	2.40 f	3.35 e	5.19 d	7.22 b	3.92 B
24 kJ/m²	1.51 g	2.38 f	3.37 e	5.68 c	7.26 b	4.04 B
Ort. (Muh. Sür.)	1.55 E	2.43 D	3.35 C	5.41 B	7.46 A	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.1348 Uyg.: 0.1205 Muh. Sür. x Uyg.: 0.2695						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde, raf ömrü koşulları sonrasında en yüksek ortalama ağırlık kaybı miktarı kontrol uygulamasında (%5.74), en düşük ağırlık kaybı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında (%5.42, %5.41 ve %5.44) belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü sürecince ‘Kızıl’ biber çeşidinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	3.20 g	4.16 f	5.63 e	7.52 bc	8.18 a	5.74 A
8 kJ/m²	3.09 g	3.96 f	5.32 e	7.15 bcd	7.56 bc	5.42 B
16 kJ/m²	3.00 g	3.99 f	5.51 e	7.02 d	7.55 bc	5.41 B
24 kJ/m²	3.04 g	4.05 f	5.43 e	7.09 cd	7.60 b	5.44 B
Ort. (Muh. Sür.)	3.08 E	4.04 D	5.47 C	7.19 B	7.72 A	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.2378 Uyg.: 0.2127 Muh. Sür. x Uyg.: 0.4757						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Raf ömrünün 10+3. gününde %3.08 olan ortalama ağırlık kaybı, 30+3. günde %5.47, 50+3. günde se %7. 72 olarak tespit edilmiştir. Raf ömrü süresi ve uygulama interaksiyonunun ‘Kızıl’ biber çeşidinin ağırlık kaybına etkisi incelendiğinde en yüksek değer 50+3 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer ise 10+3 gün muhafaza edilen kontrol, 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Muhafaza ve raf koşullarında ağırlık kaybı miktarı artış eğilimi göstermiştir. ‘Star’ çeşidi 40 gün muhafaza ve +3 gün raf koşulları sonrasında tespit edilen ortalama ağırlık kaybı sırasıyla %2.81 ve %5.27 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen ‘Star’ biber çeşidinin soğukta muhafazası sırasında UV-B uygulamalarının, kontrol uygulamasına göre daha düşük ağırlık kaybına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak, UV-B dozlarının arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Raf koşullarında ise 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında daha düşük ağırlık kaybı tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ biber çeşidinde ise soğukta ve raf koşullarında UV-B uygulamalarının kontrole göre ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu bulunmuştur. ‘Kızıl’ biber çeşidinin 50 gün muhafaza ve +3 gün raf koşulları sonrasında tespit edilen ortalama ağırlık kaybı miktarı sırasıyla %7.46 ve %7.72 olarak tespit edilmiştir.

Ağırlık kaybı, bahçe ürünlerde solma ve buruşmaya yol açarak hem piyasa değerini hem de tüketici beğenisini azaltan ve özellikle uzak pazarlara ihracatta potansiyelini engelleyebilmektedir (Maalekuu vd. 2005). UV-B uygulamalarının oluşan bu ağırlık kaybını engellemesinin biyokimyasal özellikleri etkileyerek hücrelerde su tutumunu artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Darré vd. (2017) tarafından brokkolinin muhafazası üzerine yapılan çalışmada 0, 2, 4, 8 ve 12 kJ/m² UV-B uygulamaların 4 °C 17 gün depolama sürecindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara benzer şekilde UV-B dozlarının ağırlık kaybı miktarının kontrole göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık 5 °C sıcaklıkta depolanan karpas biberlerinde yapılan bir çalışmada 15 ve 30 dk UV-B uygulamasının ağırlık kaybını kontrole göre artırdığı ancak 15 ve 30 dk uygulamalarının arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (Kasım ve Kasım 2018). Kalifornia biberinde yapılan bir çalışmada ise UV uygulamalarının ağırlık kaybı miktarı üzerine negatif bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Castillejo vd. 2022). Ağırlık kaybı açısından oluşan farklılıkların depolama koşulları, lamba yüksekliği, paketleme veya çeşit farklılıklarından oluşabileceği düşünülmektedir.

4.2. Renk Değerleri

‘Star’ biber çeşidinin muhafaza süresi sonunda, en yüksek ortalama h° değeri kontrol uygulamasında (30.57), en düşük ortalama h° değeri ise 24 kJ/m² UV-B uygulamasında (27.27) belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte h° değeri düşüş eğilimi göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında 35.61° olan ortalama açısı değeri, 20. gün sonunda 29.50°, 40. günde ise 17.35° olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksiyonunun bu değer üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek h° değeri muhafazanın başlangıcında tüm uygulamalarda, en düşük değer ise 40 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

‘Star’ biber çeşidinde raf ömrü koşulları sonrasında en yüksek ortalama h° değeri kontrol uygulamasında (28.81°) tespit edilmiştir. En düşük h° değeri ise aralarında

istatistiksel farklılık bulunmayan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında (26.73°, 26.86° ve 26.38°) belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 35.61 olan ortalama h° değeri, raf ömrünün 20+3. gününde 27.56°, 40+3. günde 15.99° olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun h° değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek h° değeri tüm uygulamaların başlangıcında, en düşük h° değeri ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 40+3. günde 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	35.61 a	33.60 b	32.42 c	31.03 de	20.19 i ²	30.57 A¹
8 kJ/m²	35.61 a	30.14 de	28.79 fg	28.30 gh	16.80 j	27.93 B
16 kJ/m²	35.61 a	30.33 de	28.69 fgh	28.66 fgh	16.87 j	28.03 B
24 kJ/m²	35.61 a	29.41 ef	28.12 gh	27.69 h	15.52 k	27.27 C
Ort. (Muh. Sür.)	35.61 A	30.87 B	29.50 C	28.92 D	17.35 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.5315 Uyg.: 0.4754 Muh. Sür. X Uyg.: 1.063						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	35.61 a	32.87 b	29.68 c	27.55 efg	18.35 h ²	28.81 A¹
8 kJ/m²	35.61 a	28.64 cde	27.04 fg	26.80 g	15.58 i	26.73 B
16 kJ/m²	35.61 a	29.04 cd	27.06 fg	27.26 fg	15.31 i	26.86 B
24 kJ/m²	35.61 a	28.19 def	26.46 g	26.95 fg	14.72 i	26.38 B
Ort. (Muh. Sür.)	35.61 A	29.69 B	27.56 C	27.14 C	15.99 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.6355 Uyg.: 0.5684 Muh. Sür. X Uyg.: 1.2709						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde, muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama h° değeri kontrol uygulamasında (30.00°), en düşük değer ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında (sırasıyla 28.09°, 27.89° ve 28.32°) belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte h° değeri düşüş eğilimi göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında 34.46° olan ortalama h° değeri, muhafazanın 20. gününde 32.03°, 50. gününde ise 19.85° olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun h° değeri üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek h° değeri muhafazanın başlangıcında tüm uygulamalar ile kontrol uygulamasının 10 ve 20. günlerinde tespit edilmiştir. En düşük h° değeri ise 50 gün süreyle muhafaza edilen 8, 16 ve 24 kJ/m² uygulamaları ile 40 gün süreyle muhafaza edilen 8 ve 16 kJ/m² uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

‘Kızıl’ biber çeşidinde muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları sonrasında en yüksek ortalama h° değeri kontrol uygulamasında (29.00°) tespit edilmiştir. En düşük değer ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 8, 16 ve 24 kJ/m^2 UV-B ışın uygulamalarında (27.33° , 27.09° ve 27.33°) belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 34.46 olan h° değeri, 20+3. günde 31.43° , 50+3. günde 18.34° olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun h° değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer tüm uygulamaların başlangıcında, en düşük değer ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 50+3 gün süreyle muhafaza edilen 16 ve 24 kJ/m^2 UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ‘Kızıl’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	34.46 a	34.68 a	33.59 ab	33.30 bc	22.05 f	21.94 f ²	30.00 A¹
8 kJ/m²	34.46 a	32.18 de	31.55 de	31.82 de	19.17 gh	19.38 gh	28.09 B
16 kJ/m²	34.46 a	32.54 bcd	31.35 e	31.80 de	18.67 gh	18.50 h	27.89 B
24 kJ/m²	34.46 a	32.21 cde	31.61 de	32.41 cde	19.65 g	19.59 gh	28.32 B
Ort. (Muh. Sür.)	34.46 A	32.90 B	32.03 C	32.33 C	19.89 D	19.85 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.5538 Uyg.:0.4522 Muh. Sür. x Uyg.:1.1077							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin h° değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	34.46 a	32.66 b	32.92 b	32.18 bc	21.55 f	20.26 g ²	29.00 A¹
8 kJ/m²	34.46 a	30.74 de	30.99 d	30.84 de	18.65 h	18.30 hi	27.33 B
16 kJ/m²	34.46 a	30.88 de	30.67 de	30.57 de	18.18 hi	17.80 ij	27.09 B
24 kJ/m²	34.46 a	31.36 cd	31.15 d	30.04 e	19.98 g	16.99 j	27.33 B
Ort. (Muh. Sür.)	34.46 A	31.41 B	31.43 B	30.91 C	19.59 D	18.34 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.4187 Uyg.:0.3419 Muh. Sür. x Uyg.:0.8374							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Star’ biber çeşidinde muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama C^* değeri, 8 kJ/m^2 UV-B uygulamasında, en düşük ortalama değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafaza süresince C^* değeri dalgalanma göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında 29.26 olan ortalama C^* değeri, 20. günde 34.11 , 40. günde ise 25.63 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun C^* değeri üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek C^* değeri muhafazanın 20. gününde 8 kJ/m^2 UV-B ışın uygulamasında, en düşük C^* değeri 40 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin C* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	29.56 g	32.64 d	32.31 de	30.20 g	24.20 i ²	29.78 C¹
8 kJ/m²	29.56 g	34.76 b	35.88 a	32.20 df	26.04 h	31.69 A
16 kJ/m²	29.56 g	33.69 c	34.47 bc	31.47 ef	26.10 h	31.06 B
24 kJ/m²	29.56 g	33.77 c	33.78 c	31.37 f	26.19 h	30.93 B
Ort. (Muh. Sür.)	29.56 C	33.71 A	34.11 A	31.31 B	25.63 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.4576 Uyg.: 0.4093 Muh. Sür. x Uyg.: 0.9153						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Star’ biber çeşidinde, muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları sonrasında en yüksek ortalama C* değeri 8 kJ/m² UV-B uygulamasında (31.56), en düşük değer ise kontrol uygulamasında (29.48) belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 29.56 olan C* değeri, 20+3. günde 34.49, 40+3. gün sonunda 25.32 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun C* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek C* değeri 10+3 ve 20+3 gün depolanan 8 kJ/m² uygulamasında en düşük değer ise 40+3 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin C* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	29.56 g	33.32 de	32.65 e	29.14 g	22.73 i ¹	29.48 C²
8 kJ/m²	29.56 g	35.26 ab	35.98 a	31.40 f	25.62 h	31.56 A
16 kJ/m²	29.56 g	34.37 bc	34.81 bc	29.42 g	25.09 h	30.65 B
24 kJ/m²	29.56 g	34.28 cd	34.54 bc	29.68 g	25.32 h	30.68 B
Ort. (Muh. Sür.)	29.56 B	34.31 A	34.49 A	29.91 B	24.69 C	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.484 Uyg.: 0.4329 Muh. Sür. X Uyg.: 0.9681						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ çeşidinde muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama C* değeri 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük C* değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 40.06 olan ortalama C* değeri, 20. günde 31.18, 50. günde ise 31.76 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun C* değeri üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek C* değeri 20 gün depolanan 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamaları ile 10 gün depolanan 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük C* değeri 40 gün süreyle muhafaza edilen kontrol uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ‘Kızıl’ biber çeşidinin C* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	40.06 d	40.16 cd	38.70 e	37.12 f	30.95 j	29.95 k ²	36.16 C¹
8 kJ/m²	40.06 d	41.09 bc	41.54 b	38.72 e	32.78 gh	31.32 j	37.59 B
16 kJ/m²	40.06 d	41.18 b	41.90 ab	38.63 e	32.39 hi	31.21 j	37.56 B
24 kJ/m²	40.06 d	41.99 ab	42.60 a	41.26 b	33.45 g	31.76 ij	38.52 A
Ort. (Muh. Sür.)	40.06 B	41.10 A	41.18 A	38.93 C	32.39 D	31.06 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.4799 Uyg.:0.3918 Muh. Sür. X Uyg.:0.9597							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde muhafaza süresine ek olarak raf koşulları sonrasında en yüksek ortalama C* değeri 24 kJ/m² UV-B uygulamasında (38.11), en düşük C* değeri ise kontrol uygulamasında (35.39) belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 40.06 olan C* değeri, 20+3. günde 41.31, 50+3. günde 29.65 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun C* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 10+3 ve 20+3 gün depolanan 24 kJ/m² UV-B uygulamasında, en düşük değer ise 50+3 gün muhafaza edilen kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin C* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	40.06 de	41.09 cd	38.35 f	36.95 g	28.75 j	27.14 k ²	35.39 C¹
8 kJ/m²	40.06 de	41.47 bc	42.08 bc	37.23 g	31.02 hi	30.37 i	37.04 B
16 kJ/m²	40.06 de	41.55 bc	42.42 b	37.69 fg	30.68 i	30.09 i	37.08 B
24 kJ/m²	40.06 de	43.51 a	42.37 ab	39.75 e	31.95 h	31.00 hi	38.11 A
Ort. (Muh. Sür.)	40.06 C	41.90 A	41.31 B	37.90 D	30.60 E	29.65 F	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.5357 Uyg.:0.4374C Muh. Sür. x Uyg.:1.0714							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Star’ biber çeşidinde, muhafaza süresi sonunda en yüksek L* değeri ortalaması 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında belirlenirken, en düşük L* değeri ortalaması ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte L* değeri düşüş göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında 34.15 olan L* değeri ortalaması, muhafazanın 20. günü sonunda 34.21, 40. günü sonunda ise 27.87 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun L* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer tüm uygulamaların başlangıcında, en düşük değer 40 gün muhafaza edilen kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Hasat sonrası farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları yapılarak soğukta muhafaza sürecine ek olarak raf koşullarında bekletilen ‘Star’ biber çeşidinde, en yüksek ortalama

L* değeri 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 34.15 olan ortalama L* değeri, 20+3. günde 30.58, 40+3. günde 26.95 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun L* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer tüm uygulamaların başlangıcında, en düşük L* değeri ise 40+3. günde kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin L* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	34.15 a	31.32 cd	29.65 fg	27.18 h	25.79 i ²	29.62 B¹
8 kJ/m²	34.15 a	32.49 b	32.09 b	30.92 de	27.40 h	31.41 A
16 kJ/m²	34.15 a	32.11 b	31.31 cd	30.32 ef	29.18 g	31.41 A
24 kJ/m²	34.15 a	32.10 b	31.78 bc	30.86 de	29.10 g	31.60 A
Ort. (Muh. Sür.)	34.15 A	32.00 B	31.21 C	29.82 D	27.87 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.3923 Uyg.:0.3509 Muh. Sür. x Uyg.: 0.7846						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında ‘Star’ çeşidinin L* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	34.15 a	29.98 cd	28.80 eg	26.26 h	24.76 i ²	28.79 B¹
8 kJ/m²	34.15 a	31.72 b	31.43 b	29.10 dg	26.64 h	30.61 A
16 kJ/m²	34.15 a	30.95 bc	30.99 b	29.21 df	28.12 g	30.69 A
24 kJ/m²	34.15 a	31.25 b	31.12 b	29.74 de	28.28 fg	30.91 A
Ort. (Muh. Sür.)	34.15 A	30.98 B	30.58 B	28.58 C	26.95 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.5008 Uyg.:0.4479 Muh. Sür. x Uyg.:1.0016						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Hasat sonrası UV-B ışın uygulamaları yapılarak soğukta muhafaza edilen ‘Kızıl’ biber çeşidinde tespit edilen en yüksek ortalama L* değeri, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzaması ile birlikte L* değeri düşüş göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında 36.76 olan ortalama L* değeri, 20. günde 34.18, 50. günde ise 33.14 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun L* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek L* değeri tüm uygulamaların başlangıcında, en düşük L* değeri 40 ve 50 gün muhafaza edilen kontrollerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Hasat sonrası farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları yapılarak soğukta muhafazaya ek olarak raf ömrü koşullarında bekletilen ‘Kızıl’ biber çeşidinde tespit edilen en yüksek ortalama L* değeri, tüm UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte L* değeri düşüş göstermiş ve muhafazanın başlangıcında 36.76 olan L* değeri, 20+3. günde 33.44, 50+3. günde ise

31.70 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun L^* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek L^* değeri muhafaza sürecinin başlangıcında, en düşük değer 50+3. günde kontrol uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.15. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ‘Kızıl’ biber çeşidinin L^* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	36.76 a	34.29 bd	32.94 eg	32.20 fg	31.96 gh	30.93 h ²	33.18 C¹
8 kJ/m²	36.76 a	34.61 bc	34.52 bd	33.00 eg	33.75 ce	33.63 ce	34.38 B
16 kJ/m²	36.76 a	35.03 b	34.94 b	33.16 ef	33.53 de	33.62 ce	34.51 AB
24 kJ/m²	36.76 a	35.27 b	34.32 bd	33.80 ce	34.56 bd	34.37 bd	34.85 A
Ort. (Muh. Sür.)	36.76 A	34.80 B	34.18 C	33.04 D	33.45 D	33.14 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.537 Uyg.:0.4385 Muh. Sür. X Uyg.:1.0741							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin L^* değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	36.76 a	33.83 bd	32.43 eh	31.88 h	31.77 h	29.56 i ²	32.71 B¹
8 kJ/m²	36.76 a	34.28 b	33.65 bd	33.31 be	33.43 be	31.98 fh	33.90 A
16 kJ/m²	36.76 a	34.31 b	34.02 bc	32.53 eh	32.83 dh	31.93 gh	33.73 A
24 kJ/m²	36.76 a	34.01 bc	33.64 bd	32.96 cg	33.01 cf	33.34 be	33.95 A
Ort. (Muh. Sür.)	36.76 A	34.11 B	33.44 C	32.67 D	32.76 D	31.70 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.5321 Uyg.:0.5321 Muh. Sür. X Uyg.:1.0641							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Her iki çeşidin h° ve L^* değerleri, muhafaza ve raf koşulları süresince düşüş eğilimi göstermiştir. Buna karşılık C^* değeri önce bir miktar artış sonrasında ise düşüş göstermiştir. Benzer sonuçlar daha önce farklı ambalaj uygulamalarının kapya biber üzerine etkilerini inceleyen Dogan vd. (2016), ozon uygulamasının etkilerinin incelendiği Şimsek ve Koyuncu (2024) ve kapsaisin uygulamasının etkilerinin incelendiği Erbaş ve Koyuncu (2024)’ya benzer trend göstermiştir. C^* değerinin bir miktar artış ve sonrasında düşüş göstermiş olmasının ise uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. ‘Star’ biber çeşidinin renk değerleri incelendiğinde, muhafaza süreci sonunda en düşük ortalama h° değeri 24 kJ/m² UV-B uygulamasında tespit edilirken, bunu izleyen raf koşulları sonrasında 8,16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarının kontrole göre daha düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ biber çeşidinin renk değerleri incelendiğinde, 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarının h° değerleri hem muhafaza hem de raf koşullarında daha düşük bulunmuştur. ‘Star’ çeşidinin, C^* değeri incelendiğinde muhafaza süresince en yüksek C^* değeri 8 kJ/m² UV-B uygulamasında tespit edilirken en düşük C^* değeri kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ biber çeşidinin C^* değeri incelendiğinde hem muhafaza hem de raf koşulları sonunda en yüksek C^* değeri

24 kJ/m² uygulamasında tespit edilirken en düşük değer kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. C* değeri açısından çeşitlerin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerinin farklılıklara yol açtığı saptanmıştır. Benzer olarak her iki çeşitte de UV-B uygulamalarının L* değerindeki düşüşü yavaşlattığı gözlenmiştir. Her iki çeşitte de rengin kırmızılığın artırılması açısından UV-B uygulamaları etkili bulunmuştur. Sonuçlarımıza benzer bulgular domates (Kasım ve Kasım 2015), biber (Kasım ve Kasım 2018) şeftalide de (Kataoka ve Beppu 2004) belirtilmiştir.

4.3. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

‘Star’ biber çeşidinde muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama SÇKM miktarı, UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında %7.93 olan ortalama SÇKM miktarı, 20. günde %8.51, 40. günde ise %8.26 olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 30 gün muhafaza edilen 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük değer ise tüm uygulamaların başlangıcında ve 40 gün depolanan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin SÇKM (%) miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	7.93 h	8.27 fg	8.37 df	8.20 fg	8.07 gh ²	8.17 B¹
8 kJ/m²	7.93 h	8.43 df	8.57 cd	8.80 ac	8.30 eg	8.41 A
16 kJ/m²	7.93 h	8.57 cd	8.53 de	8.83 ab	8.37 df	8.45 A
24 kJ/m²	7.93 h	8.60 bd	8.57 cd	8.93 a	8.30 eg	8.47 A
Ort. (Muh. Sür.)	7.93 D	8.47 B	8.51 B	8.69 A	8.26 C	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.1238 Uyg.:0.1107 Muh. Sür. x Uyg.: 0.2475						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Star’ çeşidin raf ömrü süresinin başlangıcında %7.93 olan ortalama SÇKM miktarı, 20+3. günde %8.61, 40+3. günde ise %8.11 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek SÇKM miktarı 10+3 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamaları ile 20+3 gün depolanan 8 ve 16 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük SÇKM miktarı tüm uygulamaların başlangıcında, 40+3 gün depolanan kontrol, 16, 24 kJ/m² UV-B ışın uygulaması ile 30+3 gün depolanan kontrollerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

‘Kızıl’ biber çeşidinde muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama SÇKM miktarı, 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında %9.43 olan ortalama SÇKM değeri, 20. günde %10.17, 50. günde ise %9.91 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek SÇKM miktarı 30 gün süreyle muhafaza edilen 8, 16 ve 40 gün depolanan 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilirken, en düşük SÇKM miktarı depolama süreci başlangıcında tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.18. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	7.93 h	8.33 eg	8.40 df	8.03 gh	7.90 h ²	8.12 B¹
8 kJ/m²	7.93 h	8.80 ab	8.77 ac	8.50 bf	8.27 fg	8.45 A
16 kJ/m²	7.93 h	8.65 ae	8.67ad	8.60 be	8.20 fh	8.41 A
24 kJ/m²	7.93 h	8.93 a	8.60be	8.47 cf	8.07 gh	8.40 A
Ort. (Muh. Sür.)	7.93 D	8.68 A	8.61 A	8.40 B	8.11 C	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.1478 Uyg.:0.1653 Muh. Sür. X Uyg.: 0.3306						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	9.43 i	9.83 h	9.97 gh	10.10 fg	10.33 ce	9.77 h ²	9.91 C¹
8 kJ/m²	9.43 i	10.20 df	10.27 df	10.53 ac	10.37 cd	9.80 h	10.10 B
16 kJ/m²	9.43 i	10.13 eg	10.07 fg	10.63 ab	10.20 df	9.97 gh	10.07 B
24 kJ/m²	9.43 i	10.27 df	10.37 cd	10.50 bc	10.73 a	10.10 fg	10.23 A
Ort. (Muh. Sür.)	9.43 D	10.11 B	10.17 B	10.44 A	10.41 A	9.91 C	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.1149 Uyg.:0.0938 Muh. Sür. X Uyg.:0.2297							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Raf ömrü koşullarında ‘Kızıl’ biber çeşidinde, muhafazanın başlangıcında %9.43 olan ortalama SÇKM miktarı, 20+3. günde %10.31, 50+3. günde ise %10.00 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değerler 20+3, 30+3 ve 40+3. günlerde 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük SÇKM değer ise muhafaza süreci başlangıcında tespit edilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	9.43 h	9.65 gh	10.10 bf	10.10 bf	9.90 eg	9.87 fg ²	9.84 B¹
8 kJ/m²	9.43 h	10.00 df	10.37 ac	10.47 a	10.40 ab	10.07 bf	10.12 A
16 kJ/m²	9.43 h	10.05 cf	10.30 ad	10.23 ae	10.35 ac	10.07 bf	10.07 A
24 kJ/m²	9.43 h	10.03 cf	10.47 a	10.37 ac	10.37 ac	10.00 bf	10.11 A
Ort. (Muh. Sür.)	9.43 C	9.93 B	10.31 A	10.29 A	10.25 A	10.00 B	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.1745 Uyg.:0.1424 Muh. Sür. X Uyg.:0.3489							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

UV-B uygulamaları her iki çeşitte de SÇKM miktarını bir miktar artırmış sonrasında ise azaltmıştır. SÇKM miktarı sadece ürünlerde şeker içeriğini değil aynı zamanda diğer bileşikleri de kapsamaktadır. Örneğin domatestte SÇKM miktarı %65'ini şekerler (sakaroz ve heksozlar), %13'ünü asitler (sitrik ve malik asit) ve geri kalanını fenoller, amino asitler, çözünür pektinler, askorbik asit ve mineraller gibi bileşenler oluşturduğu bildirilmektedir (Balibrea vd. 2006; Kader 2008). Bu artışın UV-B uygulamasının diğer biyokimsal özellikleri korumada ve artırmada etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Renk değerlerindeki gelişmeler az miktarda olsa olgunlaşma işleminin devam ettiği ve SÇKM miktarındaki artışın bundan kaynaklanabileceğini de desteklemektedir. Ayrıca, olgunlaşma süreci biberde polisakkaritlerin parçalanmasını hızlandırarak şeker miktarını artmasına neden olan süreçlerden birisidir (Ghasemnezhad vd. 2011).

4.4. Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Miktarı

Hasat sonrası farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları yapılarak soğukta muhafaza edilen 'Star' biber çeşidinde en yüksek ortalama TEA miktarı 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrollerde belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında %0.236 olan TEA miktarı ortalaması, muhafazanın 20. günde %0.258, 40. günde ise %0.223 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 10 gün depolanan 24 kJ/m² UV-B, 20 gün depolanan 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamaları ile 30 gün süreyle muhafaza edilen 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük değer 40 gün depolanan kontrol uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.21).

'Star' biber çeşidinde raf ömrü koşullarında en yüksek ortalama TEA miktarı 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında %0.236 olan TEA miktarı, 20+3. günde %0.245, 40+3. günde ise %0.199 olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 10+3 ve 20+3 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük değer ise 40+3 gün depolanan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.21. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince 'Star' biber çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	0.236 fh	0.243 eg	0.250 cf	0.241 eg	0.210 i ²	0.236 B¹
8 kJ/m²	0.236 fh	0.253b ce	0.252 be	0.268 a	0.226 h	0.247 A
16 kJ/m²	0.236 fh	0.249 df	0.262 ad	0.270 a	0.228 gh	0.249 A
24 kJ/m²	0.236 fh	0.264 ac	0.267 ab	0.261 ad	0.230 gh	0.251 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.236 C	0.252 B	0.258 AB	0.260 A	0.223 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.0074 Uyg.:0.0066 Muh. Sür. X Uyg.: 0.0148						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Star’ biber çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	0.236 cd	0.241 bc	0.213 ef	0.208 f	0.177 h	0.215 B¹
8 kJ/m²	0.236 cd	0.257 a	0.253 ab	0.242 bc	0.193 g	0.236 A
16 kJ/m²	0.236 cd	0.257 a	0.257 a	0.217 ef	0.210 f	0.235 A
24 kJ/m²	0.236 cd	0.260 a	0.256 a	0.224 de	0.215 ef	0.238 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.236 C	0.254 A	0.245 B	0.223 D	0.199 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.0064 Uyg.:0.0058 Muh. Sür. X Uyg.:0.0129						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde, muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama TEA miktarı 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük ortalama değer ise kontrollerde belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında %0.245 olan bu parametre değeri, 20. günde %0.259, 50. günde ise %0.235 olarak saptanmıştır. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek TEA miktarı 10. günde 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B, 20. günde 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamaları ile 30. günde 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir. En düşük TEA miktarı ise 30, 40 ve 50 gün depolanan kontroller ile 50 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	0.245 df	0.252 cd	0.246 df	0.232 g	0.230 g	0.230 g ²	0.239 B¹
8 kJ/m²	0.245 df	0.272 a	0.257 bd	0.254 bd	0.256 bd	0.239 eg	0.254 A
16 kJ/m²	0.245 df	0.271 a	0.271 a	0.265 ab	0.248 de	0.236 fg	0.256 A
24 kJ/m²	0.245 df	0.265 ab	0.264 ac	0.251 d	0.254 bd	0.234 fg	0.252 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.245 B	0.265 A	0.259 A	0.251 B	0.247 B	0.235 C	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.006 Uyg.:0.0049 Muh. Sür. x Uyg.:0.0121							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde raf ömrü sürecinde en yüksek ortalama TEA miktarı 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrollerde belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında %0.245 olan bu değer, 20+3. günde %0.258, 50+3. günde ise %0.234’e düşmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek TEA miktarı 10+3 gün depolanan 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamaları ile 20+3 ve 30+3 gün depolanan 16 kJ/m² UV-B uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük TEA miktarı ise 30+3 gün, 40+3 ve 50+3 gün depolanan kontroller ile 50+3 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ çeşidinin TEA miktarı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	0.245 gi	0.247 fh	0.244 hi	0.240 hi	0.234 ij	0.225 j ²	0.239 B¹
8 kJ/m²	0.245 gi	0.263 bd	0.260 de	0.260 de	0.255 dg	0.236 ij	0.253 A
16 kJ/m²	0.245 gi	0.272 ac	0.273 ab	0.265 ad	0.249 eh	0.238 hi	0.257 A
24 kJ/m²	0.245 gi	0.275 a	0.255 dg	0.260 de	0.257 df	0.239 hi	0.255 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.245 D	0.264 A	0.258 B	0.256 BC	0.249 CD	0.234 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:0.0057 Uyg.: 0.0046 Muh. Sür. x Uyg.:0.0114							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

TEA miktarı her iki çeşitte de muhafaza ve raf sürecinin uzamasına bağlı olarak önce bir miktar artış sonra düşüş eğilimi göstermiştir. Muhafaza süresinin uzaması sonrasındaki düşüşün meyvenin yaşlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. TEA meyvedeki organik asit miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Metabolik değişimler veya organik asitlerin solunum sürecinde kullanılması sonucunda meyvenin asitlik düzeyinin azalabileceği belirtilmektedir (Maftoonazad vd. 2008). UV-B uygulamasının TEA miktarını artırması ile ilgili sonuçlarımız Abdipour vd. (2019) tarafından şeftalide, Nguyen vd. (2014) tarafından maviyemişte elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.5. Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı

‘Star’ çeşidinde, muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama TFM miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 143.51 mg/100 g olan ortalama TFM değeri, 20. günde 154.54 mg/100 g, 40. günde ise 120.71 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TFM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 20 gün depolanan 24 kJ/m² UV-B uygulamasında, en düşük değer 40 gün depolanan kontrol uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	143.51 ef	145.23 de	131.18 h	129.01 h	107.76 j ²	131.34 C¹
8 kJ/m²	143.51 ef	157.18 bc	160.37 b	147.07 d	129.95 h	147.62 A
16 kJ/m²	143.51 ef	156.71 c	159.11 bc	141.70 f	131.74 gh	146.55 A
24 kJ/m²	143.51 ef	157.57 bc	167.49 a	134.89 g	113.41 i	143.37 B
Ort. (Muh. Sür.)	143.51 B	154.17 A	154.54 A	138.17 C	120.71 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:1.6414 Uyg.:1.4681 Muh. Sür. X Uyg.:3.2829						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Star’ biber çeşidinde raf ömrü sürecinde en yüksek ortalama TFM miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 143.51 mg/100 g olan TFM, muhafazanın 20+3. günde 149.69 mg/100 g, 40+3. günde ise 114.04 mg/100 g olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TFM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 10+3 gün depolanan 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer 40+3 gün depolanan kontrol uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü süresince ‘Star’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	143.51 e	151.52 d	127.85 g	117.84 i	101.09 k ²	128.36 C¹
8 kJ/m²	143.51 e	189.04 a	156.41 c	140.72 ef	124.97 gh	150.93 A
16 kJ/m²	143.51 e	190.57 a	158.63 c	138.63 fd	121.70 hi	150.61 A
24 kJ/m²	143.51 e	175.55 b	155.88 cd	128.59 g	108.39 j	142.38 B
Ort. (Muh. Sür.)	143.51 C	176.67 A	149.69 B	131.44 D	114.04 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:2.319 Uyg.:2.0742 Muh. Sür. X Uyg.:4.638						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde soğuk muhafaza periyodunda ortalama en yüksek TFM değeri 8 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 167.06 mg/100 g olan TFM, muhafazanın 20. günde 171.97 mg/100 g, 50. günde ise 137.48 mg/100 g olarak saptanmıştır. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TFM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 20 ve 30 gün depolanan 8 kJ/m² UV-B uygulamasında, en düşük değer 50 gün depolanan kontrol uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	167.06 fg	168.28 ef	157.48 hi	156.44 hi	136.88 l	122.69 m ²	151.47 D¹
8 kJ/m²	167.06 fg	176.03 bc	182.86 a	180.55 ab	154.78 ij	146.13 k	167.90 A
16 kJ/m²	167.06 fg	173.66 cf	176.64 bc	170.39 df	156.49 hi	144.38 k	164.77 B
24 kJ/m²	167.06 fg	168.16 ef	170.91 cf	162.19 gh	149.40 jk	136.71 l	159.07 C
Ort. (Muh. Sür.)	167.06 B	171.54 A	171.97 A	167.39 B	149.39 C	137.48 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 2.8776 Uyg.: 2.3495 Muh. Sür. x Uyg.: 5.7552							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde raf ömrü süreçlerinde en yüksek ortalama TFM değeri 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 167.06 mg/100 g olan ortalama TFM,

muhafazanın 20+3. günde 178.23 mg/100 g, 50+3. günde ise 131.05 mg/100 g'a gerilemiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun TFM değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 20+3 gün depolanan 16 kJ/m² UV-B ile 10+3, 20+3 gün ve 30+3 gün depolanan 8 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük değer 50+3. günde kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü süresince 'Kızıl' biber çeşidinin fenolik madde miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	167.06 e	174.59 d	167.74 e	163.09 e	131.35 i	118.45 j ²	153.71 C¹
8 kJ/m²	167.06 e	181.86 ac	186.20 a	182.94 ab	149.44 fg	138.34 h	167.64 A
16 kJ/m²	167.06 e	186.16 a	181.10 bc	174.07 d	152.20 f	137.14 h	166.29 A
24 kJ/m²	167.06 e	176.05 d	177.89 cd	165.03 e	147.29 g	130.26 i	160.60 B
Ort. (Muh. Sür.)	167.06 C	179.66 A	178.23 A	171.28 B	145.07 D	131.05 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 2.4248 Uyg.: 1.9798 Muh. Sür. x Uyg.: 4.8495							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çalışmada biberlerin TFM miktarı muhafaza ve raf ömrü koşulları süreçlerinde önce artış sonra düşüş eğilimi göstermiştir. 'Star' çeşidinin soğukta muhafaza ve raf koşullarında 8 ve 16 kJ/m² uygulamalarının daha yüksek TFM değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. 'Kızıl' çeşidinde ise soğukta muhafaza sonunda 8 kJ/m², raf koşulları sonunda 8 ve 16 kJ/m² uygulaması ön plana çıkmıştır. Yüksek doz uygulamasının 24 kJ/m² TFM değeri, diğer dozlara göre düşük ancak kontrolden yüksek bulunmuştur. Liu vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada domatestte 10, 20, 30, 40 ve 80 kJ/m² UV-B uygulamalarının TFM miktarı üzerine etkileri incelemişlerdir. Çalışmada UV-B uygulamasının TFM miktarı artırıcı etki yaptığı ve 20 ve 40 kJ/m² uygulamalarının TFM açısından ön plana çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca, UV-B uygulamalarının TFM'nı artırıcı etkisi dolmalık biberde (Castillejo vd. 2022), marul (Du vd. 2014) ve havuçta (Formica-Oliveira vd. 2017) yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir.

4.6 Antioksidan Aktivitesi

'Star' biber çeşidinde, soğuk muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama AA miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 128.92 mg Troloks/kg olan bu değer, 20. gün sonunda 158.97 mg Troloks/kg, 40. günde ise 121.91 mg Troloks/kg olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun AA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek aktivite 20 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük aktivite 40 gün depolanan kontrol ve 24 kJ/m² UV-B gruplarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.29).

'Star' biber çeşidinde muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama AA miktarı 8 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 128.92 mg Troloks/kg olan aktivite değeri, muhafazanın 20+3. günde 164.59 mg Troloks/kg, 40+3. günde ise 114.41 mg Troloks/kg olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun AA

miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 20+3 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında, en düşük değer 40+3 gün depolanan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.29. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ biber çeşidinin antioksidan miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	128.92 gh	134.63 cf	136.40 cd	123.85 h	108.52 i ²	126.47 C¹
8 kJ/m²	128.92 gh	152.44 b	168.89 a	139.21 c	133.36 eg	144.56 A
16 kJ/m²	128.92 gh	151.31 b	166.80 a	138.54 cd	131.66 eg	143.45 A
24 kJ/m²	128.92 gh	153.26 b	163.80 a	130.09 fg	114.08 i	138.03 B
Ort. (Muh. Sür.)	128.92 D	147.91 C	158.97 A	132.92 C	121.91 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 2.8358 Uyg.: 2.5364 Muh. Sür. X Uyg.: 5.6716						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü süresince ‘Star’ biber çeşidinin antioksidan aktivite miktarı (mg Troloks/kg) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	128.92 fg	138.76 cd	139.60 c	119.68 i	100.73 k	125.54 D¹
8 kJ/m²	128.92 fg	161.14 b	175.52 a	134.80 de	127.62 fg	145.60 A
16 kJ/m²	128.92 fg	158.68 b	172.08 a	130.89 ef	121.65 hi	142.44 B
24 kJ/m²	128.92 fg	157.46 b	171.16 a	125.66 gh	107.64 j	138.17 C
Ort. (Muh. Sür.)	128.92 C	154.01 B	164.59 A	127.76 C	114.41 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 2.3008 Uyg.: 2.0579 Muh. Sür. X Uyg.: 4.6016						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde, muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama AA miktarı 8 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 156.68 mg Troloks/kg olan bu parametre değeri, 20. günde 214.53 mg Troloks/kg, 50. günde ise 162.73 mg Troloks/kg olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun AA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer 20 ve 30 gün depolanan 8 kJ/m² UV-B uygulamasında, en düşük değer 50. günde kontrol ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.31).

‘Kızıl’ biber çeşidinde, raf ömrü süreçlerinde en yüksek ortalama AA miktarı 8 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük AA değeri ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 156.68 mg Troloks/kg olan ortalama AA miktarı, muhafazanın 20+3. günü sonunda 253.57 mg Troloks/kg, 50+3. günü sonunda ise 157.07 mg Troloks/kg olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun AA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek AA miktarı

10+3. ve 30+3. günlerde 8 kJ/m² UV-B uygulamasında, en düşük değer 50+3. günde kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.31. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin antioksidan aktivite miktarı (mg Troloks/kg) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	156.68 i	183.99 fg	189.51 f	191.18 ef	172.86 h	149.05 i ²	173.88 D¹
8 kJ/m²	156.68 i	206.72 cd	225.12 ab	230.93 a	198.56 de	176.98 gh	199.17 A
16 kJ/m²	156.68 i	204.74 cd	222.05 b	217.76 b	188.76 f	170.36 h	193.39 B
24 kJ/m²	156.68 i	207.09 c	221.43 b	222.01 b	171.60 h	154.52 i	188.89 C
Ort. (Muh. Sür.)	156.68 E	200.63 B	214.53 A	215.47 A	182.95 C	162.73 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 4.1133 Uyg.: 3.3585 Muh. Sür. x Uyg.: 8.2267							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.32. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf ömrü koşulları süresince ‘Kızıl’ biber çeşidinin antioksidan miktarı (mg Troloks /kg) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	156.68 k	201.11 h	229.00 g	234.61 g	171.86 j	141.09 l ²	189.06 D¹
8 kJ/m²	156.68 k	286.37 ab	271.76 cd	290.45 a	196.72 h	166.94 j	228.15 A
16 kJ/m²	156.68 k	279.93 bc	255.65 f	277.1 c	183.70 i	167.44 j	220.09 B
24 kJ/m²	156.68 k	266.33 de	257.85 ef	262.26 ef	172.79 j	152.82 k	211.46 C
Ort. (Muh. Sür.)	156.68E	258.43B	253.57 C	266.11 A	181.27 D	157.07 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 4.6092 Uyg.: 0.7634 Muh. Sür. x Uyg.: 9.2184							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Biber içermiş olduğu biyokimyasal özellikleri sebebiyle önemli antioksidan özelliğe sahip bahçe ürünlerindendir. Antioksidan aktivitesi (AA) miktarı muhafaza süresince bir miktar artmış sonrasında ise düşüş eğilimi göstermiştir. Bu artışta UV-B uygulamaları etkili olmuştur. Üzümde UV-B’nin antioksidan aktivite düzeylerine etkisi konusunda Sheng vd. (2018) tarafından yürütülen çalışmanın bulguları ile bulgularımız benzerlik göstermiştir. ‘Star’ çeşidinin soğukta muhafazası sonrasında en yüksek ortalama antioksidan aktivitesi 8 ve 16 kJ/m² uygulamalarında, raf koşullarında ise 8 kJ/m² uygulamasında belirlenmiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde ise hem soğukta muhafaza hem de raf koşullarında 8 kJ/m² uygulamasında daha etkili sonuçlar alınmıştır. AA’de ilerleyen muhafaza süresi ve özellikle raf koşullarında gözlenen hızlı düşüşün, ürünün yaşlanması ve oluşan reaktif bileşiklerin yok edilme çabası ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Artan UV-B dozun ürünlerde metabolik ve biyokimyasal değişimleri olumsuz etkilemesinden kaynaklı olarak antioksidan aktivitesini korumada düşük dozlar kadar etkili olmadığı düşünülmektedir. Liu vd. (2011) tarafından domates meyvelerinde yapılan çalışmaya benzer olarak 20 ve 40 kJ/m² dozlarının kontrol, 10 ve 80 kJ/m² dozlarından antioksidant aktivitesi bakımından daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

4.7. Askorbik Asit Miktarı

‘Star’ biber çeşidinde soğuk muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama askorbik asit miktarı 8 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 133.31 mg/100 g olan ortalama askorbik asit miktarı, 20. günde 117.88 mg/100 g, 40. günde ise 109.66 mg/100 g’a gerilemiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun askorbik asit miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer muhafaza süresi başlangıcında, en düşük değer 40 gün depolanan kontrol ve 24 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Hasat sonrası UV-B ışın uygulamalarının muhafaza süresince ‘Star’ çeşidinin askorbik asit (mg/100 g) miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	133.31 a	120.58 d	114.08 f	106.13 g	102.77 h ²	115.37 D¹
8 kJ/m²	133.31 a	128.37 b	123.10 c	119.24 de	117.73 e	124.35 A
16 kJ/m²	133.31 a	124.87 c	119.56 de	114.56 f	113.78 f	121.22 B
24 kJ/m²	133.31 a	123.71 c	114.80 f	112.80 f	104.37 gh	117.80 C
Ort. (Muh. Sür.)	133.31 A	124.38 B	117.88 C	113.18 D	109.66 E	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:1.0258 Uyg.:0.9175 Muh. Sür. X Uyg.:2.0516						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Star’ biber çeşidinde raf koşullarında en yüksek ortalama askorbik asit miktarı 8 kJ/m² UV-B ışın uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 133.31 mg/100 g olan bu parametre değeri, 20+3. günde 113.18 mg/100 g, 40+3. günde ise 99.86 mg/100 g olarak saptanmıştır. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun askorbik asit miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek askorbik asit miktarı depolama süreci başlangıcında, en düşük değer ise 40+3 gün depolanan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında bekletilen ‘Star’ çeşidinin askorbik asit miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	133.31 a	117.80 d	108.22 g	100.59 i	92.73 k ²	110.53 D¹
8 kJ/m²	133.31 a	125.77 b	118.23 d	113.67 e	106.22 h	119.44 A
16 kJ/m²	133.31 a	120.81 cd	115.15 e	110.25 f	101.80 i	116.26 B
24 kJ/m²	133.31 a	119.29 e	111.12 f	105.95 h	98.67 j	113.67 C
Ort. (Muh. Sür.)	133.31 A	120.92 B	113.18 C	107.62 D	99.86 E	
Lsd_{0.05}: Muh. Sür.:0.9342 Uyg.: 0.8356 Muh. Sür. X Uyg.:1.8684						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde, soğuk muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama askorbik asit miktarı 8 kJ/m^2 UV-B ışın uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 115.31 mg/100 g olan askorbik asit miktarı, 20. gün sonunda 101.88 mg/100 g ’e, 50. günde ise 84.57 mg/100 g ’a düşmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun askorbik asit miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer, muhafaza süresi başlangıcında, en düşük değer ise 40 gün depolanan kontrol ve 24 kJ/m^2 UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Aynı çeşitte raf koşullarında belirlenen ortalama en yüksek askorbik asit miktarı 8 kJ/m^2 UV-B uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında ölçülmüştür. Muhafazanın başlangıcında ortalama 115.31 mg/100 g olan askorbik asit miktarı, 20+3. günde 99.07 mg/100 g , 50+3. günde ise 80.22 mg/100 g ’a düşmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun askorbik asit miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değer tüm uygulamalarda muhafaza süreci başlangıcında, en düşük değer ise 40 gün depolanan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.35. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ çeşidinin askorbik asit miktarı (mg/100g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	115.31 a	104.67 de	98.41 g	91.62 i	87.60 j	79.97 l ²	96.26 D¹
8 kJ/m²	115.31 a	110.97 b	105.18 d	100.64 f	95.22 h	90.85 i	103.03 A
16 kJ/m²	115.31 a	108.22 c	103.01 e	98.32 g	91.35 i	85.71 k	100.32 B
24 kJ/m²	115.31 a	107.65 c	100.92 f	96.21 h	90.19 i	81.74 l	98.67 C
Ort. (Muh. Sür.)	115.31 A	107.87 B	101.88 C	96.70 D	91.09 E	84.57 F	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 0.9339 Uyg.: 0.7625 Muh. Sür. x Uyg.: 1.8677							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında bekletilen ‘Kızıl’ çeşidinin askorbik asit miktarı (mg/100g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	115.31 a	100.34 d	94.18 fg	85.92 k	80.57 lm	73.05 n ²	91.56 D¹
8 kJ/m²	115.31 a	107.56 b	103.12 c	97.67 ef	90.58 i	86.64 jk	100.15 A
16 kJ/m²	115.31 a	102.84 c	100.19 d	95.95 fg	88.26 j	82.37 l	97.49 B
24 kJ/m²	115.31 a	105.84 b	98.79 de	92.37 hi	84.92 k	78.81 m	96.01 C
Ort. (Muh. Sür.)	115.31 a	104.15 B	99.07 C	92.98 D	86.09 E	80.22 F	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 1.0302 Uyg.: 0.8412 Muh. Sür. x Uyg.: 2.0605							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Biber önemli bir askorbik asit kaynağı olup bu açıdan insan beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Bahçe ürünlerinde vitamin C içeriği hasat öncesi ve hasat sonrası birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Lee ve Kader 2000). Çalışmamızda, muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte askorbik asit miktarı düşüş göstermiştir. Ancak bu düşüşün

yavaşlatılmasında UV-B dozları etkili olmuştur. Özellikle bu dozlardan 8 kJ/m² UV-B uygulaması ön plana çıkmıştır. Benzer şekilde limonda yapılan çalışmada 19 kJ/m² UV-B uygulamasının kontrole göre bu düşüşü yavaşlattığı belirtilmiştir (Kaewsuksaeng vd. 2011). UV-B'ye benzer şekilde taze fasulyede yapılan çalışmada orta ve yüksek dozda UV-C uygulamasının düşük doza göre askorbik asit miktarını korumada etkili olduğu bulunmuştur (Ustun vd. 2021).

4.8. Toplam Karotenoid Miktarı

'Star' biber çeşidinde, soğuk muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama toplam karotenoid miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 137.67 mg/ 100g olan değer, 20. günde 187.11 mg/100 g, 40. günde ise 171.77 mg/100 g olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük değerler tüm uygulamalarda muhafaza süreci başlangıcında ve 10 gün depolanan kontrol uygulamasında, en yüksek değerler ise 20 gün depolanan 8 kJ/m² ve 30 gün depolanan 8 ve 16 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince 'Star' çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	
Kontrol	137.67 j	143.49 ij	150.79 hi	158.74 fg	151.77 gh ²	148.49 C¹
8 kJ/m²	137.67 j	165.61 ef	212.57 a	216.75 a	183.93 c	183.31 A
16 kJ/m²	137.67 j	175.21 d	200.89 b	212.12 a	178.85 cd	180.95 A
24 kJ/m²	137.67 j	177.03 cd	184.19 c	194.23 b	172.54 de	173.13 B
Ort. (Muh. Sür.)	137.67 E	165.34 D	187.11 B	195.46 A	171.77 C	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:3.8431 Uyg.: 3.4274 Muh. Sür. X Uyg.: 7.6863						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

'Star' biber çeşidinde raf koşullarında en yüksek ortalama toplam karotenoid miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 137.67 mg/100 g olan toplam karotenoid miktarı, 20+3. günde 200.96 mg/100 g, 40+3. günde ise 166.21 mg/100 g olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük değer tüm uygulamalarda muhafaza süreci başlangıcında, en yüksek değerler ise 20+3 gün depolanan 8 ve 16 kJ/m² ve 30 gün depolanan 8 kJ/m² UV-B uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.38).

'Kızıl' çeşidinde soğuk muhafaza süresi sonunda en yüksek ortalama toplam karotenoid miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında 163.72 mg/100 g olan ortalama toplam karotenoid miktarı, 20. günde 232.89 mg/100 g, 50. günde ise 181.56 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük değer, tüm uygulamalarda

muhafaza süreci başlangıcında ve 10 gün depolanan kontrol ve 16 kJ/m² uygulamalarında tespit edilirken en yüksek toplam karotenoid miktarı 40 gün depolanan 8 kJ/m² UV-B uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.38. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında ‘Star’ çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	137.67 k	151.37 j	161.77 i	152.72 j	150.06 j ²	150.72 C¹
8 kJ/m²	137.67 k	183.49 g	219.26 a	213.44 ac	178.31 gh	186.43 A
16 kJ/m²	137.67 k	192.75 f	215.49 ab	209.57 bd	175.00 h	186.09 A
24 kJ/m²	137.67 k	205.32 de	207.31 cd	200.38 e	161.47 i	182.43 B
Ort. (Muh. Sür.)	137.67 E	183.23 C	200.96 A	194.03 B	166.21 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:3.3732 Uyg.: 3.0171 Muh. Sür. X Uyg.:6.7465						

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresince ‘Kızıl’ çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10	20	30	40	50	
Kontrol	163.72 h	171.55 gh	204.93 de	188.76 eg	205.15 de	162.38 h ²	182.75 C¹
8 kJ/m²	163.72 h	198.45 df	247.86 b	242.19 bc	283.42 a	198.63 df	222.38 A
16 kJ/m²	163.72 h	202.96 de	236.16 bc	249.85 b	240.38 bc	189.55 eg	213.77 AB
24 kJ/m²	163.72 h	187.30 eh	242.59 bc	243.35 b	218.25 cd	175.67 fh	205.15 B
Ort. (Muh. Sür.)	163.72 C	190.06 B	232.89 A	231.04 A	236.80 A	181.56 B	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.:12.504 Uyg.:10.21 Muh. Sür. x Uyg.:25.009							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

‘Kızıl’ biber çeşidinde raf koşulları sonunda en yüksek ortalama toplam karotenoid miktarı 8 ve 16 kJ/m² UV-B ışın uygulamalarında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 163.72 mg/ 100g olan toplam karotenoid miktarı, 20+3. günde 260.38 mg/100 g, 50+3. günde ise 190.57 mg/100 g’a düşmüştür. Muhafaza süresi ve uygulama interaksyonunun toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük değer tüm uygulamalarda muhafaza süreci başlangıcında ve 10 gün depolanan kontrol uygulamasında, en yüksek değer ise 20+3 ve 30+3 gün depolanan 8, 16 ve 24 kJ/m² UV-B uygulamaları ile 40+3 gün depolanan 8 kJ/m² UV-B uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.40).

Toplam karotenoid miktarı UV-B uygulamaları ile artış göstermiştir. ‘Star’ ve ‘Kızıl’ biber çeşitlerinin muhafaza ve raf koşullarında 8 ve 16 kJ/m² uygulamaları karotenoid miktarının artmasında olumlu etki yapmıştır. Castillejo vd. (2022) tarafından biberde yapılan çalışmada, 7 °C’de 14 gün muhafaza sonrasında UV-B ve UV-C ışınları toplam karotenoid içeriğini %59 oranında artırdığı bu iki uygulamanın kombine şeklinde

yapılması ile artışın %94'e ulaştığı bildirilmiştir. Bu çalışmadan elde olunan sonuçların, bizim sonuçlarımız ile paralel olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.40. Hasat sonrası UV-B uygulamalarının muhafaza süresine ek olarak raf koşullarında 'Kızıl' çeşidinin toplam karotenoid miktarı (mg/100 g) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza + Raf Ömrü Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	10+3	20+3	30+3	40+3	50+3	
Kontrol	163.72 g	178.35 fg	209.69 de	209.08 de	215.00 de	169.15 g ²	190.83 C¹
8 kJ/m²	163.72 g	204.84 e	285.04 a	270.67 ab	294.75 a	198.63 ef	236.28 A
16 kJ/m²	163.72 g	217.24 de	276.31 a	280.63 a	247.59 bc	215.88 de	233.56 AB
24 kJ/m²	163.72 g	231.15 cd	270.49 ab	275.32 a	221.96 ce	178.60 fg	223.54 B
Ort. (Muh. Sür.)	163.72 E	207.89 C	260.38 A	258.93 A	244.82 B	190.57 D	
Lsd_{0.05} Muh. Sür.: 13.01 Uyg.:10.623 Muh. Sür. x Uyg.:26.02							

¹ Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ² Muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş ve küçük harfle gösterilmiştir.

5. SONUÇLAR

Çalışma sonucunda hasat sonrası farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının Kapyra tipi ‘Star’ ve Şili tipi ‘Kızıl’ biber çeşitlerinin muhafazası üzerine etkileri ele alınmıştır.

Farklı UV-B dozları, biberlerin muhafaza ve bunu izleyen raf koşulları sonrasında ağırlık kaybı miktarını kontrole göre daha az olmasına katkı sağlamıştır. Çalışmada muhafaza ve raf koşullarının uzamasına bağlı olarak ağırlık kaybı miktarı artış göstermiştir. ‘Star’ çeşidinin soğukta muhafazası sürecinde farklı UV-B dozları uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmezken, raf koşulları sürecinde 16 ve 24 kJ/m² uygulamalarında daha düşük ağırlık kaybı tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde ise hem soğukta muhafaza hem de izleyen raf koşulları sonrasında UV-B dozları arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir.

Kırmızı biber çeşitlerinde en önemli görsel parametrelerden birisi renk değerleridir. Muhafaza ve raf koşullarında biberlerin h° değeri düşüş göstermiştir. Bir başka ifade ile muhafaza ve raf koşullarında bekletme ile birlikte renk koyu kırmızıya doğru ilerlemiştir. Biber çeşitlerinde h° değerinin değişimi incelendiğinde kontrole göre UV-B uygulamalarının daha düşük h° değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. ‘Star’ çeşidinde muhafaza sonrasında en düşük ortalama h° değeri 24 kJ/m² uygulamasında saptanmıştır. Raf koşullarında bekletme, UV-B dozları arasında istatistiksel farklılığa yol açmamıştır. ‘Kızıl’ çeşidinde ise hem soğukta muhafaza hem de raf koşulları sonrasında en düşük ortalama h° değerleri UV-B uygulamalarında gözlenmiştir.

‘Star’ çeşidinin C* değeri üzerine UV-B uygulamalarının etkileri incelendiğinde, en yüksek ortalama değer 8 kJ/m² UV-B uygulamasında, en düşük ortalama C* değeri ise kontrol grubu biberlerde tespit edilmiştir. Muhafaza ve raf koşullarının uzamasına bağlı olarak C* değeri önce artış sonra düşüş göstermiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde ise en yüksek C* değerleri 24 kJ/m² uygulamasında, en düşük değer ise kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak L* değeri düşüş eğilimi göstermiştir. ‘Star’ biber çeşidinin L* değerleri incelendiğinde hem muhafaza hem de raf koşulları sonunda kendi aralarında farklılık bulunmayan UV-B dozları kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. ‘Kızıl’ çeşidinin muhafazası sonunda en yüksek ortalama L* değeri 16 ve 24 kJ/m² uygulamalarında, raf koşullarında ise 8, 16 ve 24 kJ/m² uygulamaları ön plana çıkmıştır.

SÇKM miktarı muhafaza sonrasında bir miktar artış göstermiş sonrasında ise düşüş göstermiştir. ‘Star’ çeşidinde muhafaza ve raf koşulları sonrasında SÇKM miktarı UV-B uygulamalarında kontrole göre daha yüksek olmuştur. Benzer durum TEA miktarı değişiminde de gözlenmiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde en yüksek ortalama SÇKM değeri muhafaza sonunda 24 kJ/m² uygulamasında, raf koşulları sonrasında 8, 16 ve 24 kJ/m² uygulamalarında tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde gerek soğuk muhafaza gerekse raf koşullarından sonra TEA değerlerinin korunumunda UV-B uygulamaları kontrole göre daha etkili olmuştur.

UV-B uygulamaları toplam fenolik madde miktarını (TFM)kontrole göre arttırıcı etki göstermiştir. ‘Star’ çeşidinde en yüksek ortalama TFM değeri hem muhafaza hem de raf koşulları sonrasında 8 ve 16 kJ/m² uygulamalarında tespit edilmiştir. ‘Kızıl’ çeşidinde

ise soğukta muhafaza esnasında 8 kJ/m² UV-B, raf koşulları sonrasında 8 ve 16 kJ/m² uygulamalarında tespit edilmiştir.

TFM miktarına benzer olarak UV-B uygulaması antioksidan aktivite (AA) düzeyini artırıcı etki göstermiştir. ‘Star’ çeşidinin muhafazası sonunda en yüksek ortalama AA değeri 8 ve 16 kJ/m² uygulamalarında, raf koşulları sonrasında 8 kJ/m² uygulamasında ölçülmüştür. ‘Kızıl’ çeşidinde ise 8 kJ/m² uygulaması daha yüksek AA değerlerine yol açmıştır. Her iki çeşit ve depolama koşulunda 8 kJ/m² UV-B uygulaması AA kaybını yavaşlatmıştır.

Çalışmada hem soğukta muhafaza hem raf koşulları sonrasında her iki çeşitte de askorbik asit miktarı düşüş göstermiş ve bu düşüşün engellenmesinde 8 kJ/m² uygulaması ön plana çıkmıştır.

Toplam karotenoid miktarı açısından ise 8 ve 16 kJ/m² UV-B uygulamaları her iki çeşit için de etkili bulunmuştur.

Hasat sonrası UV-B ışın uygulamalarının etkisinin doz ve muhafaza sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterebileceği tespit edilmiştir. Çalışmada özellikle biyokimyasal özellikler ve kabuğun kırmızılık düzeyinin artırılmasında UV-B dozlarının biber üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Kısa süreli ya da amaca yönelik olarak UV-B uygulamasının, pratikte kullanılabileceği ve ek uygulamanın maliyeti ve incelenen parametrelerin değişimi dikkate alındığında 8 kJ/m² uygulamasının yeterli olabileceği düşünülmektedir. Biber gibi fonksiyonel ürünlerde UV-B uygulaması biyokimyasal özelliklerin korunması ve geliştirilmesi konusunda etkili bir araç olabilecektir. İlerleyen çalışmalarda özellikle raf koşullarında bekletme süresince UV-B dozlarının biyokimyasal içeriği artırıcı etkilerinin incelenmesi ve bu etkilerin genetik mekanizmasının araştırılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdipour, M., Hosseinifarahi, M. and Naseri, N. 2019. Combination method of UV-B and UV-C prevents post-harvest decay and improves organoleptic quality of peach fruit. *Scientia Horticulturae*, 256: 108-564.
- Aktaş, H., Söylemez, S. ve Pakyürek, A.Y. 2009. Farklı budama şekillerinin sera dolmalık biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliği üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(3): 31-36.
- Anonim 1: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> [Son erişim tarihi: 25.10.2024].
- Anonymous 1: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Son erişim tarihi: 25.10.2024].
- Assumpção, C. F., Hermes, V. S., Pagno, C., Castagna, A., Mannucci, A., Sgherri, C., Pinzino, C., Ranieri, A., Flores, S.H., de Oliveira Rios, A. 2018. Phenolic enrichment in apple skin following post-harvest fruit UV-B treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 138: 37-45.
- Aztekin, M. F. 2018. Farklı dozlarda ultraviyole-B (UV-B) uygulamalarının Ereğli siyah havucunda (*Daucus Corata* L. spp *sativus* var *atrorubens* Alef) depolama süresince toplam çözünür fenol, antosiyanin ve şeker miktarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 54 s.
- Balibrea, M. E., Martínez-Andújar, C., Cuartero, J., Bolarín, M. C. and Pérez-Alfocea, F. 2006. The high fruit soluble sugar content in wild *Lycopersicon* species and their hybrids with cultivars depends on sucrose import during ripening rather than on sucrose metabolism. *Functional Plant Biology*, 33(3): 279-288.
- Ballard, T.S., Mallikarjunan, P., Zhou, K. and O'Keefe, S.F. 2010. Hydrodynamic cavitation to improve transesterification kinetics of biodiesel production. *Energy & Fuels*, 24(10): 6179-6184.
- Canbay, S. ve Polat, E. 2020. Patlıcan fidelerine yapılan UV-B ışın uygulamalarının fidelede bitki besin maddesi içeriğine etkisi. *Akdeniz Tarım Bilimleri*, 33(3): 321-325.
- Castagna, A., Chiavaro, E., Dall'Asta, C., Rinaldi, M., Galaverna, G. and Ranieri, A. 2013. Effect of postharvest UV-B irradiation on nutraceutical quality and physical properties of tomato fruits. *Food Chemistry*, 137(1-4): 151-158.
- Castagna, A., Dall'Asta, C., Chiavaro, E., Galaverna, G. and Ranieri, A. 2014. Effect of post-harvest UV-B irradiation on polyphenol profile and antioxidant activity in flesh and peel of tomato fruits. *Food and Bioprocess Technology*, 7: 2241-2250.
- Castillejo, N., Martínez-Zamora, L. and Artés-Hernández, F. 2022. Postharvest UV radiation enhanced biosynthesis of flavonoids and carotenes in bell peppers. *Postharvest Biology and Technology*, 184: 111774.
- Cemeroğlu, B. 2007. Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34: 168-171.
- Darré, M., Valerga, L., Araque, L.C.O., Lemoine, M.L., Demkura, P.V., Vicente, A.R., and Concellón, A. 2017. Role of UV-B irradiation dose and intensity on color

- retention and antioxidant elicitation in broccoli florets (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Postharvest Biology and Technology*, 128: 76-82.
- Demirkaya, M. ve Gerçek, S. 2013. Farklı renkli su yastıklarının sera koşullarında biberin (*Capsicum annum* L.) verimi ve su kullanma etkinliği üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19(4): 281-288.
- Devlez, E. 2022. Ultraviyole A ve B ışık uygulamasının hasat sonrası marullarda (*Lactuca sativa*) bazı kalite değerlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, 72 s.
- Doğan, A. 2014. Kalıntısız ve geleneksel olarak serada yetiştirilen kapyra tipi ‘urartu’ biber çeşidinin meyve kalitesi ve muhafazası bakımından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 31 s.
- Dogan, A., Selcuk, N., and Erkan, M. 2016. Comparison of pesticide-free and conventional production systems on postharvest quality and nutritional parameters of peppers in different storage conditions. *Scientia Horticulturae*, 207: 104-116.
- Dogan, A., Topcu, Y. and Erkan, M. 2016, June. UV-C illumination maintains postharvest quality of minimally processed broccoli florets under modified atmosphere packaging. *Acta Horticulturae*, 1194: 537-544.
- Du, W. X., Avena-Bustillos, R. J., Breksa III, A. P., and McHugh, T. H. 2014. UV-B light as a factor affecting total soluble phenolic contents of various whole and fresh-cut specialty crops. *Postharvest Biology and Technology*, 93: 72-82.
- Duan, S. and Eom, S. H. 2023. Regulation of anthocyanin and lignin contents in postharvest ‘Fuji’ apple irradiated with UV-B. *Scientia Horticulturae*, 322: 112-428.
- Duman, İ., Tüzel, Y. ve Appelman, D. J. 2020. Türkiye’de sebze üretiminde tür ve çeşit tercihleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*: 169-178.
- Eichholz, I., Rohn, S., Gamm, A., Beesk, N., Herppich, W.B., Kroh, L.W., Ulrichs, C. And Huyskens-Keil, S. 2012. UV-B-mediated flavonoid synthesis in white asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Food research international*, 48: 196-201.
- Endo, H., Miyazaki, K., Ose, K. and Imahori, Y. 2019. Hot water treatment to alleviate chilling injury and enhance ascorbate-glutathione cycle in sweet pepper fruit during postharvest cold storage. *Scientia Horticulturae*, 257: 108715.
- Erbaş, D. ve Koyuncu, M. A. 2024. Kapsaisin uygulamasıyla biberde depolama sırasında kalite kayıplarının geciktirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1): 87-98.
- Erdoğan, A. Ö., Kaynaş, K. ve Kaya, S. 2015. Kırmızı biberde (*Capsicum annum* L. cv. Kapyra) bazı hasat sonrası uygulamaların depolama kalitesi üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2): 45-53.
- Erkan, M., Wang, S. Y. and Wang, C. Y. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 48(2): 163-171.
- Fernández-León, M. F., Fernández-León, A. M., Lozano, M., Ayuso, M.C. and González-Gómez, D. 2013. Altered commercial controlled atmosphere storage conditions

- for ‘Parhenon’ broccoli plants (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). Influence on the outer quality parameters and on the health-promoting compounds. *LWT-food science and technology*, 50(2): 665-672.
- Formica-Oliveira, A. C., Martínez-Hernández, G. B., Díaz-López, V., Artés, F. and Artés-Hernández, F. 2017. Effects of UV-B and UV-C combination on phenolic compounds biosynthesis in fresh-cut carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 127: 99-104.
- Ghafari, H., Hassanpour, H. and Motafakkerazad, R. 2024. Post-harvest ultraviolet irradiation induces changes in physical–chemical properties and levels of polycyclic aromatic hydrocarbons and gene expression in mulberry fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(2): 1008-1019.
- Ghasemnezhad, M., Sherafati, M., and Payvast, G. A. 2011. Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annuum*) fruits at two different harvest times. *Journal of Functional Foods*, 3(1): 44-49.
- Glowacz, M. and Rees, D. 2016. The practicality of using ozone with fruit and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(14): 4637-4643.
- Gülsoylu, N.E. 2015. Sivri biberin (*Capsicum annuum* L. cv. Demre) modifiye atmosferde muhafazasında 1-methylcyclopropene, salisilik asit ve kalsiyum uygulamalarının kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, 97 s.
- Hassan, N.M, Yusof, N.A., Yahaya, A.F., Rozali, N.N.M. and Othman R. 2019. carotenoids of capsicum fruits: pigment profile and health-promoting functional attributes. *Antioxidants*, 8(10): 469
- Hernández-López, G., Ventura-Aguilar, R.I., Correa-Pacheco, Z.N., Bautista-Baños, S. and Barrera-Necha, L.L. 2020. Nanostructured chitosan edible coating loaded with α -pinene for the preservation of the postharvest quality of *Capsicum annuum* L. and *Alternaria alternata* control. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165: 1881-1888.
- Howard, L.R., Smith, R.T., Wagner, A.B., Villalon, B. and Burns, E.E. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. *Journal of Food Science*, 59(2): 362-365.
- Imahori, Y. 2014. Role of ascorbate peroxidase in postharvest treatments of horticultural crops. In *Oxidative damage to plants*. Academic Press, 425-451.
- Jiang, Z., Xu, M., Dong, J., Zhu, Y., Lou, P., Han, Y., Hao, J., Yang, Y., Ni, J. and Xu, M. 2022. UV-B pre-irradiation induces cold tolerance in tomato fruit by SIUVR8-mediated upregulation of superoxide dismutase and catalase. *Postharvest Biology and Technology*, 185: 111777.
- Kader, A.A. 2008. Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(11): 1863-1868.
- Kaewsuksaeng, S., Urano, Y., Aiamla-or, S., Shigyo, M. and Yamauchi, N. 2011. Effect of UV-B irradiation on chlorophyll-degrading enzyme activities and postharvest

- quality in stored lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 61(2-3): 124-130.
- Kalaycı M. Z., Eren E., Aydın M.A., Sarkaya C., Yalabıyık H. and Yılmaz N. 2022. Functional Foods: Capsaicin And Receptor-Independent. *Anadolu Tıbbi Dergisi*, 1(2): 1-10.
- Karhan, M., Aksu, M., Tetik, N. and Turhan, I. 2004. Kinetic modeling of anaerobic thermal degradation of ascorbic acid in rose hip (*Rosa Canina* L) pulp. *Journal of Food Quality*, 27(5): 311-319.
- Kasım, M. U., Kasım, R. 2016. Taze kesilmiş ıspanaklarda farklı dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının hasat sonrası kaliteye etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 348-359.
- Kasım, R., Kasım M. U. 2021. Meyve ve sebzelerde hasat sonrası üşüme zararının azaltılmasında poliaminlerin rolü. 3. Uluslararası Çukurova Tarım ve Veterinerlik Kongresi, ss. 969-977, 9-10 Ekim, Adana.
- Kasım, M. U. and Kasım, R. 2015. Postharvest UV-B treatments increased fructose content of tomato (*Solanum lycopersicon* L. cv. Tayfun F1) harvested at different ripening stages. *Food Science and Technology*, 35(4): 742-749.
- Kasım, M. U. and Kasım, R. 2018. The effects of ultraviolet B (UV-B) irradiation on color quality and decay rate of Capia pepper during postharvest storage. *Food Science and Technology*, 38(2): 363-368.
- Kataoka, I. and Beppu, K. 2004. UV irradiance increases development of red skin color and anthocyanins in 'Hakuho' peach. *HortScience*, 39(6): 1234-1237.
- Kaynaş K. ve Özelkök İ.S. 2018. Kandil dolma biber çeşidinin modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanma olanağı. *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü*, 5: 49-56.
- Khoury C. K., Carver D., Barchenger D.W., Barboza G. E., Zonneveld M., Jarret R., Bohs L., Kantar M., Uchanski M., Mercer K., Nabhan G. P., Bosland P.W. and Greene S. L. 2020. Modelled distributions and conservation status of the wild relatives of chile peppers (*Capsicum* L.), *Diversity and Distributions*, 26: 209-225.
- Kothari, S. L., Joshi, A., Kachhwaha, S. ve Ochoa-Alejo, N. 2010. Acı biber doku kültürü ve transgenез üzerine bir inceleme. *Biyoteknoloji gelişmeleri*, 28(1): 35-48.
- Koutchma, T. 2014. Fundamentals of UV Light Emission, Transmission, and Absorption. In: Koutchma, T. (Ed.), Preservation and shelf life extension: UV applications for fluid foods. Elsevier, pp. 1-3.
- Kumar, N., Ojha, A., Upadhyay, A., Singh, R. and Kumar, S. 2021. Effect of active chitosan-pullulan composite edible coating enrich with pomegranate peel extract on the storage quality of green bell pepper. *LWT- Food Science and Technology*, 138: 110435.
- Lee, S.K. and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3): 207-220.

- Li, G.Q., Wang, W.L., Huo, Z.Y., Lu, Y. and Hu, H.Y. 2017. Comparison of UV-LED and low pressure UV for water disinfection: Photoreactivation and dark repair of *Escherichia coli*. *Water Research*, 126: 134-143.
- Liu, C., Han, X., Cai, L., Lu, X., Ying, T. and Jiang, Z. 2011. Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 59(3): 232-237.
- Maalekuu, K., Tuvia-Alkalai, S., Shalom, Y., Fallik, E., Elkind, Y., Jenks, M.A. and Goodwin, M.S. 2005. Characterization of physiological and biochemical factors associated with postharvest water loss in ripe pepper fruit during storage. *Journal of the American Society Horticultural Science* 130(5): 735-741.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S. and Marcotte, M. 2008. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International journal of Food Science & Technology*, 43(6): 951-957.
- Maoka, T., Fujiwara, Y., Hashimoto, K. and Akimoto, N. 2001. Spectroscopic analysis of minor carotenoids in the fruits of red paprika (*Capsicum annuum*) and red chili pepper (*Capsicum frutescens*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11): 4630-4635.
- Marin, A., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F.A. and Gil, M.I. 2004. Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12): 3861-3869.
- Martínez-Zamora, L., Castillejo, N. and Artés-Hernández, F. 2021. Postharvest UV-B and photoperiod with blue+ red LEDs as strategies to stimulate carotenogenesis in bell peppers. *Applied Sciences*, 11(9): 3736.
- Mi, S., Li, T., Sang, Y., Wang, X. and Duan, Y. 2023. Effect of cold shock precooling on the physicochemical, physiological properties and volatile profiles of chili peppers during postharvest storage. *LWT*, 187: 115300.
- Moosavi-Nezhad, M., Homayoonzadeh, M., Tsaniklidis, G., Roessner, U., Woltering, E. J., Fanourakis, D. and Aliniaiefard, S. 2024. Enhancing the shelf life of bell peppers through preharvest fertigation with calcium and potassium thiosulfate: A focus on antioxidant and cell wall degradation enzymes. *Journal of Agriculture and Food Research*, 17: 101262.
- Nguyen, C.T., Kim, J., Yoo, K.S., Lim, S. and Lee, E.J. 2014. Effect of prestorage UV-A, -B, and -C radiation on fruit quality and anthocyanin of 'Duke' blueberries during cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(50): 12144-12151.
- Özdikmenli S. ve Demirel Zorba N.N. 2015. Közlenmiş kırmızı biber (Kapya) konservesi üretiminde gıda güvenliği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1): 55- 64.
- Perucka, I. and Materska, M. 2007. Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(4): 67-74.
- Raffo, A., Baiamonte I., Nardo, N. and Paoletti, F. 2007. Internal quality and antioxidants content of cold-stored red sweet peppers as affected by polyethylene bag

- packaging and hot water treatment. *European Food Research and Technology*, 225: 395-405.
- Rao, T.R., Gol, N.B.S. and Shah, K.K. 2011. Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 132: 18-26.
- Ruiz, V.E., Cerioni, L., Zampini, I.C., Cuello, S., Isla, M.I., Hilal, M. and Rapisarda, V. A. 2017. UV-B radiation on lemons enhances antifungal activity of flavonoid extracts against *Penicillium digitatum*. *LWT-Food Science and Technology*, 85: 96-103.
- Ruiz, V.E., Interdonato, R., Cerioni, L., Alborno, P., Ramallo, J., Prado, F.E., and Rapisarda, V.A. 2016. Short-term UV-B exposure induces metabolic and anatomical changes in peel of harvested lemons contributing in fruit protection against green mold. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 159: 59-65.
- Sakaldaş, M. 2012. Çanakkale yöresinde yetiştirilen California wonder biber tipinde farklı hasat sonrası uygulamaların kaliteye etkileri. Doktora tezi, Çanakkale Üniversitesi, Çanakkale, 170 s.
- Sarıyer T. ve Çiftçi H.N. 2022. Biberde (*Capsicum annuum* L. cv. Oskar F1) Farklı Muhafaza Sürelerinin Kalite Özelliklerine Etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 137-142.
- Scattino, C., Castagna, A., Neugart, S., Chan, H. M., Schreiner, M., Crisosto, C. H., Tonutti, P. and Ranieri, A. 2014. Post-harvest UV-B irradiation induces changes of phenol contents and corresponding biosynthetic gene expression in peaches and nectarines. *Food Chemistry*, 163: 51-60.
- Skowron, E., Trojak, M. and Pacak I. 2024. Effects of UV-B and UV-C spectrum supplementation on the antioxidant properties and photosynthetic activity of lettuce cultivars. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(17): 9298.
- Seo, J., Yi, G., Lee, J.G., Choi, J.H. and Lee, E.J. 2020. Seed browning in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit during cold storage is inhibited by methyl jasmonate or induced by methyl salicylate. *Postharvest Biology and Technology*, 166:111210.
- Shang, X., Bai, S., Wen, L., Mariga, A.M., Ma, N., Fang, D., Yang, W., Hu, Q., and Pei, F. 2024. UV-B radiation mitigates oxidative stress damage in postharvest *Agaricus bisporus* by modulating the antioxidant defense system. *Postharvest Biology and Technology*, 219: 113266.
- Sheng, K., Zheng, H., Shui, S., Yan, L., Liu, C. and Zheng, L. 2018. Comparison of postharvest UV-B and UV-C treatments on table grape: Changes in phenolic compounds and their transcription of biosynthetic genes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 138: 74-81.
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A.R., Simonič, M. and Knez, Ž. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2): 191-198.

- Şahin, T. 2018. Kiraz (*Prunus avium* L. cv. 0900 ziraat) meyvelerinin depolama süresince görsel ve biyokimyasal kalitesi üzerine LED ve UV-B ışığının etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 90 s.
- Şalk A., Arın L., Deveci M. ve Polat S. 2008. Özel Sebzecilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ders Kitabı, Tekirdağ, 448 s.
- Şimşek, Y. ve Koyuncu, M.A. 2024. Ozonlu su uygulamasının kapya biberinde depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkisi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 6(1): 55-63.
- Thompson, A.K. 2003. Fruit and vegetables harvesting, handling and storage. Blackwell publishing. Second edition. Oxford UK, pp. 198.
- Topcu, Y., Dogan, A., Kasimoglu, Z., Sahin-Nadeem, H., Polat, E. and Erkan, M. 2015. The effects of UV radiation during the vegetative period on antioxidant compounds and postharvest quality of broccoli (*Brassica oleracea* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 93: 56-65.
- Topcu, Y., Dogan, A., Sahin-Nadeem, H., Polat, E., Kasimoglu, Z. and Erkan, M. 2018. Morphological and biochemical responses of broccoli florets to supplemental ultraviolet-B illumination. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 259: 1-10.
- Tsurunaga, Y., Takahashi, T., Katsube, T., Kudo, A., Kuramitsu, O., Ishiwata, M. and Matsumoto, S. 2013. Effects of UV-B irradiation on the levels of anthocyanins, rutin and radical scavenging activity of buckwheat sprouts. *Food Chemistry*, 141: 552-556.
- Ustun, H., Ali, Q., Kurubas, M. S., Dogan, A., Balkhi, M., Peker, B. and Erkan, M. 2021. Influence of postharvest UV-C illumination on biochemical properties of green beans. *Scientia Horticulturae*, 289: 110499.
- Ustun, H. and Dogan, A. 2022. The effect of different UV-C illumination doses on postharvest quality of fresh Fig. *Gıda*, 47(5): 744-753.
- Yılmaz, E. 2010. Importance of carotenoids in human nutrition. *Journal of Human Nutrition*, 43(1): 45-53.
- Zlatev, Z.S., Lidon, F.J., and Kaimakanova, M. 2012. Plant physiological responses to UV-B radiation. *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)*, 24(6).
- Zheng, Y., Wang, C.Y., Wang, Y.S. and Zheng W. 2003. Effect of high-oxygen atmospheres on blueberry phenolic, anthocyanins, and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 7162-7169.

ÖZGEÇMİŞ

Gülten AKKANAT

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
2004-2008	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi	Tarım ve Orman Bakanlığı
2010-Devam Ediyor	Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü