

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI



**AGARİCUS BİSPORUS MANTARINDA HASAT SONRASI UV-
B VE UV-C UYGULAMALARININ MUHAFAZA SÜRESİ VE
KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ**

BAHÇE BİTKİLERİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

HALİT MURAT TEZCAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Beyhan KİBAR

BOLU, ARALIK 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Halit Murat TEZCAN tarafından hazırlanan “**AGARİCUS BİSPORUS MANTARINDA HASAT SONRASI UV-B VE UV-C UYGULAMALARININ MUHAFAZA SÜRESİ VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 31/12/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Beyhan KİBAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. İhsan CANAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Necibe KAYAK
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....

HALİT MURAT TEZCAN

ÖZET

AGARİCUS BISPORUS MANTARINDA HASAT SONRASI UV-B VE UV-C UYGULAMALARININ MUHAFAZA SÜRESİ VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HALİT MURAT TEZCAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

BAHÇE BİTKİLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. BEYHAN KİBAR)

BOLU, ARALIK - 2024

XIV + 82 sayfa

Günümüzde mantarlarda hasat sonrası kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla ultraviyole (UV) ışık uygulamalarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışma, *Agaricus bisporus* mantar türünde hasat sonrası farklı sürelerde UV-B ve UV-C uygulamalarının muhafaza süresi, kalite özellikleri ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, 2 farklı ultraviyole ışık türü (UV-A ve UV-B) ve 3 farklı uygulama süresinin (5, 10 ve 20 dakika) ele alındığı toplam 7 farklı uygulama kullanılmıştır. Mantarlar 4 °C'de 14 gün süre ile muhafaza edilmiş olup, 7. ve 14. günlerde mantarlarda gerekli ölçüm ve analizler yapılmıştır. Araştırma sonucunda UV ışık uygulamaları, uygulama süreleri ve muhafaza sürelerine bağlı olarak kalite özelliklerinin önemli oranda değiştiği saptanmıştır. Muhafaza süresinin artması ile ağırlık kaybı, protein, kül, pH değeri, solunum hızı, a*, b* ve C* renk değerleri, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, mangan ve çinko içerikleri artarken, suda çözünebilir kuru madde miktarı, demir içeriği, L* ve h° renk değerleri azalmıştır. Çalışmada ele alınan UV-B ve UV-C uygulamalarının genel olarak hasat sonrası kalite kayıplarını azaltmada olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, UV-B ve UV-C uygulamalarının *A. bisporus* mantarının muhafaza süresini uzatma, kalite özelliklerini koruma ve geliştirme açısından kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. UV ışık uygulamaları arasında UV-C uygulamalarının, *A. bisporus* mantarının muhafaza süresi boyunca kalitenin korunmasında UV-B uygulamalarına kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırmada özellikle hasat sonrası 5 dakika süreyle UV-C uygulamasının (UV-C-5), mantarın besin değerinin korunmasında, ağırlık kaybı ve solunum hızının minimum seviyede tutulmasında en etkili yöntem olduğu ve muhafaza için önerilebileceği saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Mantar, Hasat sonrası, Ultraviyole ışık, Muhafaza, Kalite

ABSTRACT

EFFECTS OF POST-HARVEST UV-B AND UV-C APPLICATIONS ON STORAGE TIME AND QUALITY IN AGARICUS BISPORUS MUSHROOM

MSC THESIS

HALİT MURAT TEZCAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: PROF. DR. BEYHAN KİBAR)

BOLU, DECEMBER 2024

XIV + 82 pages

Nowadays, the use of ultraviolet (UV) light applications to preserve post-harvest quality and extend the shelf life of mushrooms has become increasingly common. This study was conducted to determine the effects of UV-B and UV-C applications at different times after harvest on the storage period, quality characteristics and nutrient contents of *Agaricus bisporus* mushroom. In the study, a total of 7 different applications were used, including 2 different types of ultraviolet light (UV-A and UV-B) and 3 different application durations (5, 10 and 20 minutes). Mushrooms were stored at 4 °C for 14 days, and necessary measurements and analyses were performed on the mushrooms on the 7th and 14th days. As a result of the research, it was determined that the quality characteristics changed significantly depending on UV light applications, application durations, and storage periods. With the increase in storage period, weight loss, protein, ash, pH value, respiration rate, a*, b* and C* color values, phosphorus, potassium, magnesium, calcium, manganese and zinc contents increased, while water soluble dry matter amount, iron content, L* and h° color values decreased. It was determined that UV-B and UV-C applications considered in the study generally had positive effects on reducing post-harvest quality losses. In conclusion, it was determined that UV-B and UV-C applications are effective methods that can be used in terms of extending the storage period of *A. bisporus* mushroom, preserving and improving its quality characteristics. Among the UV light applications, UV-C applications were found to be more effective than UV-B applications in preserving the quality of *A. bisporus* mushroom during the storage period. In the research, it was determined that UV-C application (UV-C-5) for 5 minutes after harvest was the most effective method in preserving the nutritional value of the mushroom and keeping weight loss and respiration rate at a minimum level and could be recommended for storage.

KEYWORDS: Mushroom, Post-harvest, Ultraviolet light, Storage, Quality

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xii
TEŞEKKÜR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özetleri	10
1.1.1 Farklı Mantar Türlerinde UV Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar	10
1.1.2 Farklı Sebze Türlerinde UV uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar	16
2. MATERYAL ve YÖNTEM	21
2.1 Materyal	21
2.2 Yöntem	21
2.2.1 Uygulamalar ve Deneme Deseni	21
2.2.2 Örnek Hazırlama.....	21
2.2.3 UV-B ve UV-C Uygulamaların Yapılışı	23
2.2.4 Muhafaza	25
2.2.5 Çalışmada Yapılan Ölçüm ve Analizler	27
2.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi	31
3. BULGULAR	33
3.1 Muhafaza Öncesi Taze <i>A. bisporus</i> Mantarının Bazı Morfolojik ve Besinsel Özellikleri	33
3.2 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Ağırlık Kaybı Üzerine Etkileri	33
3.3 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Protein İçeriği Üzerine Etkileri.....	35
3.4 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kül İçeriği Üzerine Etkileri	36
3.5 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının pH Değeri Üzerine Etkileri.....	38

3.6 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri	39
3.7 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri	40
3.8 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Solunum Hızı Üzerine Etkileri	41
3.9 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının L* Değeri Üzerine Etkileri.....	43
3.10 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının a* Değeri Üzerine Etkileri.....	44
3.11 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının b* Değeri Üzerine Etkileri.....	45
3.12 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kroma (C*) Değeri Üzerine Etkileri	47
3.13 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Hue Açısı (h°) Değeri Üzerine Etkileri	48
3.14 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Azot İçeriği Üzerine Etkileri	49
3.15 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Fosfor İçeriği Üzerine Etkileri.....	51
3.16 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Potasyum İçeriği Üzerine Etkileri	52
3.17 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Magnezyum İçeriği Üzerine Etkileri	54
3.18 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkileri.....	55
3.19 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Sodyum İçeriği Üzerine Etkileri.....	56
3.20 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Demir İçeriği Üzerine Etkileri.....	57
3.21 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Mangan İçeriği Üzerine Etkileri	59
3.22 <i>A. bisporus</i> Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Çinko İçeriği Üzerine Etkileri	60
4. TARTIŞMA.....	62
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR.....	74

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Işığın dalga boyu spektrumu.....	6
---	---



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Çalışmada ele alınan uygulamalar.....	21
Tablo 3.1. <i>A. bisporus</i> mantarının muhafaza öncesi bazı morfolojik ve besinsel özellikleri	33
Tablo 3.2. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri	34
Tablo 3.3. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının protein içeriği (%) üzerine etkileri	36
Tablo 3.4. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının kül içeriği (%) üzerine etkileri	37
Tablo 3.5. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının pH değeri üzerine etkileri	38
Tablo 3.6. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) üzerine etkileri	40
Tablo 3.7. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının kuru madde miktarı (%) üzerine etkileri	41
Tablo 3.8. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının solunum hızı ($\text{mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) üzerine etkileri	42
Tablo 3.9. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının L^* değeri üzerine etkileri	44
Tablo 3.10. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının a^* değeri üzerine etkileri	45
Tablo 3.11. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının b^* değeri üzerine etkileri	46
Tablo 3.12. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının C^* değeri üzerine etkileri	47
Tablo 3.13. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının h° değeri üzerine etkileri	49
Tablo 3.14. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının azot içeriği (%) üzerine etkileri	50
Tablo 3.15. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının fosfor içeriği (%) üzerine etkileri	52
Tablo 3.16. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C potasyum içeriği (%) üzerine etkileri	53
Tablo 3.17. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının magnezyum içeriği (%) üzerine etkileri	54
Tablo 3.18. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının kalsiyum içeriği (%) üzerine etkileri	56
Tablo 3.19. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının sodyum içeriği (%) üzerine etkileri	57
Tablo 3.20. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının demir içeriği (ppm) üzerine etkileri	58
Tablo 3.21. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının mangan içeriği (ppm) üzerine etkileri	60

Tablo 3.22. <i>A. bisporus</i> mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının çinko içeriği (ppm) üzerine etkileri	61
--	----



FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. Yeni hasat edilen ve laboratuvara getirilen <i>A. bisporus</i> mantarının genel görünümü.....	22
Fotoğraf 2.2. UV-B ve UV-C uygulamalarının yapılışı.....	24
Fotoğraf 2.3. Mantar örneklerinin hassas terazide tartılması ve muhafaza öncesi şeffaf plastik kaplara yerleştirilmesi.....	25
Fotoğraf 2.4. Soğuk hava deposunda mantarların muhafazası.....	26
Fotoğraf 2.5. Muhafaza sonrası 14. günde mantar örneklerinin genel görünümü.....	27
Fotoğraf 2.6. Kuru madde içeriğinin belirlenmesi.....	28
Fotoğraf 2.7. pH ölçümü.....	29
Fotoğraf 2.8. Kül içeriğinin belirlenmesi.....	29
Fotoğraf 2.9. Mantar renginin ölçümü.....	30
Fotoğraf 2.10. Suda çözünebilir kuru madde miktarının ölçümü.....	31

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

Ca	: Kalsiyum
CAT	: Katalaz
cm	: Santimetre
cm²	: Santimetrekare
CO₂	: Karbondioksit
Fe	: Demir
g	: Gram
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
kJ	: Kilojul
kJ /m²	: Kilojul/metrekare
L	: Litre
m	: Metre
m²	: Metrekare
MAP	: Modifiye atmosfer paketlenme
MDA	: Malondialdehit
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na	: Sodyum
nm	: Nanometre
öd	: Önemli değil
P	: Fosfor
PAL	: Fenilalaninamonyakliyz
pH	: -logH ⁺ , asitlik ve bazlık ölçüsü
ppm	: Milyonda bir birim
PPO	: Polifenol oksidaz

SÇKM : Suda çözünebilir kuru madde

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

UV : Ultraviyole

UV-A : Ultraviyole A

UV-B : Ultraviyole B

UV-C : Ultraviyole C

W : Watt

W/m² : Watt/metrekare

Zn : Çinko

% : Yüzde

°C : Santigrat derece

µg : Mikrogram

µg/g : Mikrogram/gram

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli yardımlarını, araştırma konumun belirlenmesi ve tez çalışmasının yürütülmesi sürecindeki akademik desteklerini ve kıymetli yol göstericiliğini esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Beyhan KİBAR’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamdaki analizlerin yapılmasında ve araştırma süreçlerindeki çok kıymetli yardımları için Sayın Prof. Dr. Hakan KİBAR’a çok teşekkür ederim.

Bu çalışmaya 2023-TYL6.12.570022 nolu proje kapsamında destek sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman olduğu gibi bu süreçte de sabrı, sevgisi, bilgisi ve anlayışıyla bana en büyük desteği veren sevgili eşim Selma GÖKSU TEZCAN’a, varlığıyla bana güç veren canım kızım Talya’ya sonsuz teşekkürler.

1. GİRİŞ

Mantarlar, insanlık tarihinin ilk dönemlerinden itibaren öncelikle lezzetleri nedeniyle tüketilmişlerdir. Ancak günümüzde, sağlıklı ve dengeli beslenme farkındalığının artmasıyla, tercih edilmelerinin sebebi genellikle içerdikleri sağlıklı bileşenler olmuştur. Mantarlar, zengin protein, diyet lifi, vitamin, mineral, fenolik bileşik ve antioksidan aktivite içerikleri nedeniyle her yaş grubuna uygun sağlıklı bir besin olarak kabul edilmektedir (Kalac, 2013; Valverde vd., 2015). Mantarlar yüksek protein, yüksek lif, düşük kolesterol, düşük kalori ve düşük yağ içeriğine sahiptirler (Kalac, 2009; Kakon vd., 2012; Rathore vd., 2017). Taze mantarlar yüksek oranda su içermektedir. Mantarlar kuru ağırlıklarının yaklaşık %50'si ile %60'ı arasında karbonhidrat içermektedir (Rathore vd., 2017). Ayrıca, mantarlar birçok temel amino asit ile A, B1, B2, B3, B9, D, E ve C vitaminlerini barındırır. Mantarların belirli koşullar altında UV ışığına maruz kaldığında yüksek miktarda D2 vitamini ürettiği saptanmıştır (Gulliamon vd., 2010; Rathore vd., 2017; Marçal vd., 2021). Kuru ağırlığının yaklaşık %2 ile %3'ünü oluşturan yağlar, çoğunlukla doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Bunlara ek olarak, mantarların içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde sağlık açısından çok önemli işlevlere sahip oldukları bilinmektedir (Zhu vd., 2015; Taofiq vd., 2016; Sande vd., 2019).

Mantarlar endüstriyel ve tarımsal atıklar üzerinde yetişebilen canlılar olup, hem bu atıkların değerlendirilmesinde ve doğaya geri dönüştürülmesinde önemli rol oynarken hem de artan nüfusa sağlıklı besin kaynağı oluşturmaktadır. Son yıllarda tüm dünyada kültür mantarı üretimi ve tüketimi hızlı bir şekilde artarak önemli bir sektör konumuna gelmiştir. Dünya genelinde üretimi yapılan kültür mantarları arasında en büyük pay %30 ile *Agaricus* cinsine aittir. Kültür mantarı üretiminde *Agaricus* cinsini, *Pleurotus* cinsi ve *Lentinula* cinsi takip etmektedir. *Agaricus*, *Pleurotus* ve *Lentinula* cinsleri dünya mantar üretiminin yaklaşık %74'ünü oluşturmaktadır. *Agaricus* cinsi içerisinde ise en fazla üretimi yapılan tür *A. bisporus* (beyaz şapkalı mantar)'tur (Royse, 2014).

Türkiye'de kültür mantarı üretimi ve tüketimi son yıllarda önemli ölçüde artmıştır (Eren ve Pekşen, 2016). Ülkemizde 1960'lı yıllarda başlayan kültür mantarı üretimi, 1990'lardan sonra ticari bir sektör haline gelmiştir. 2023 yılında Türkiye'de kültür mantarı üretimi 71.749 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). Türkiye'nin iklimsel özellikleri, büyük pazarlara yakınlığı, daha ucuz hammadde

ve işgücü gibi avantajları göz önünde bulundurulduğunda kültür mantarı üretimi için uygun ülkelerden biridir. Türkiye’de kültür mantarı yetiştiriciliği son derece önemli bir ticari değere sahiptir. Dünya genelindeki kültür mantarı üretimi ile benzerlik göstererek Türkiye’de de en çok üretilen ve tüketilen mantar türü *A. bisporus*’tur (Eren ve Pekşen, 2016).

Yenilebilir mantarlar, insan beslenmesinde önemli bir rol oynamalarına rağmen, hasattan sonra hızlı bir şekilde bozulmakta ve kalitelerini kaybetmektedirler (Reis vd., 2012). Mantarların yüksek nem içerikleri mikrobiyal enzim aktivitesini desteklemektedir. Bu sebeple fiziksel ve mikrobiyal hasarlara karşı oldukça hassastırlar (Xu vd., 2016). Yüksek nem mikroorganizmaların üremesi ve gelişmesi için ideal olduğundan hasat sonrası koruma için düşük sıcaklık tercih edilmelidir. Yüksek solunum hızları ve yüksek enzimatik aktiviteleri mantarların hasattan sonra çabuk bozulmalarına sebep olmaktadır (Zhang vd., 2018). Mantarların epidermal yapısı ince ve gözeneklidir. Onları mikrobiyal saldırılardan, su kaybından ve fiziksel hasarlardan koruyacak bir kütikula tabakası bulunmamaktadır (Villaescusa ve Gil, 2003). Mantarlarda hasattan sonra enzimatik bozunma süreçleri hızla devam ederken, küf mantarları ve bazı bakteriler de bu süreçte gelişmektedir. Yaklaşık %5’lik bir su kaybı mantarlarda büzüşmeye sebep olur. Yaşlanma belirtileri ve dokusal bozulmalar ortaya çıkar (Mahajan vd., 2008). Mantarların oda sıcaklığındaki raf ömrü genellikle sadece 3-4 gün ile sınırlıdır. Bu kısa raf ömrü, mantarların taze ürün olarak dağıtım ve pazarlanmasını zorlaştırmakta ve tüketim miktarını sınırlamaktadır (Singh vd., 2010). Mantarlar, hasat sonrasında kısa süre içinde kalite kaybına uğradığından, hızlı bir şekilde tüketilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, mantarların raf ömrünü uzatma çabaları, mantar üretimi ve tedarik zincirinin sürdürülebilirliği açısından sürekli bir araştırma konusu olmaktadır (Akbarirad vd., 2013).

Mantarlarda hasat sonrası dönemde kalite bozulması gözlemlenmektedir. Hasat sonrası muhafaza sırasında mantarlarda ağırlık kaybı, şapka açılması, büzüşme, çürüme, sap uzaması ve incilmesi, şeker, protein ve çözünebilir kuru madde miktarlarında azalma, lezzet kaybı, istenmeyen koku oluşumu, besin içeriğinde azalma, renk bozulması, kararırma-kahverengileşme, doku değişiklikleri, yumuşama-sertleşme ve mikrobiyal enfeksiyonlar gibi kalite kayıpları meydana gelmektedir (Fernandes vd., 2018; Zhang vd., 2018). Taze mantarların kalitesinin korunmasında muhafaza koşulları kritik bir öneme sahiptir. Mantarlarda hasat

sonrasında kalite kaybının hızı, büyük ölçüde optimum muhafaza koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Hasat sonrası muhafaza koşulları; yenilebilir mantarların duyuşal özellikleri, kimyasal bileşimi, besin değeri, biyoaktif içerikleri ve pazarlanabilirliği üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Rai ve Arumuganathan, 2008). Zhang vd.'ne (2018) göre nem kaybı mantarın taze ağırlığının %5'inden fazla olduğunda ticari değeri sunmaz. Hasat sonrasında mantarlarda ortaya çıkan çeşitli morfolojik ve fizyolojik değışiklikler, onların taze tüketim açısından kabul edilemez bir duruma gelmesine neden olmaktadır. Bu durum, çoğunlukla önemli ekonomik kayıplara yol açmakta ve mantarın ticari değerini ciddi ölçüde azaltmaktadır (Song vd., 2019).

Kültür mantarında hasattan sonra uygun muhafaza şartları sağlanamadığı için ürün kayıpları yaşanmaktadır. Dolayısıyla kültür mantarı üretiminde hasat sonrasında besin içeriklerini koruyucu muhafaza teknikleri de oldukça önemlidir. Uygun muhafaza yöntemleri belirlenirken, mantarların kalite ve besin özelliklerindeki kayıpların en aza indirilmesine dikkat edilmelidir. Bu sebeple taze mantarların raf ömrünü uzatmak, besin değerlerini korumak ve tüketiciye sağlıklı gıda sunmak büyük önem taşımaktadır. Mantarların üretim süreçlerinde herhangi bir sorun yaşanmasa dahi hasat sonrası tüketiciye sorunsuz bir şekilde ulaştırılması iyi yönetilmesi gereken bir süreçtir.

Dünyada ve ülkemizde mantar üretiminin hızla artması hasat sonrası ömrünün uzatılması ve tüketiciye ulaşmaya kadar tazeliğini ve kalitesini daha uzun süre sürdürebilmeleri için teknik geliştirilmesinin önemini de artırmaktadır. Mantar yapısal özellikleri nedeniyle hasattan sonra hızla bozulduğu ve kalitesini kaybettiği için en uygun muhafaza yönteminin belirlenmesi daha da önem kazanmaktadır. Mantarlarda hasat sonrası kayıpların oldukça fazla olması, ekonomik anlamda da oldukça önemlidir.

Düşük sıcaklıkta muhafaza mantarların hasat sonrası raf ömrünü uzatmak, kaliteyi korumak ve kayıpları azaltmak için etkili bir yöntemdir. Kültür mantarının hasattan sonra oda sıcaklığındaki (20-25 °C) raf ömrü genellikle 2 gün kadar olup oldukça kısadır. Saklama ortamı sıcaklığının 0-4 °C aralığında olması raf ömrünü 5-7 güne kadar çıkarır. Düşük sıcaklıkta muhafaza, mantarlarda solunum ve terlemeyi azaltır, yumuşamayı önler, yaşlanma sürecini yavaşlatır, dokusal sertliği artırır, renk bozulmalarını en aza indirir, su kaybını, solmayı ve buruşmayı engelleyerek raf ömrünü uzatır. Raf ömrünün kısa olması depolama ve nakliye

sorunlarını ortaya çıkarır. Yüksek kaliteli üretim yapılsa bile ürünler uygun şartlarda muhafaza edilemezse emek kaybı, zaman kaybı, ürün kaybı ve ekonomik anlamda kayıplar yaşanır. Bu kayıpları en aza indirmek için üretimi yapılan mantarlar hasat sonrasında tüketime kadar soğuk zincirde tutulmalıdır. Ancak bu durum üretimde maliyetleri artırıcı bir unsurdur (Eren ve Pekşen, 2019).

İnsanların tüketimleri göz önüne alındığında *A. bisporus* mantarında kaliteye ve besin içeriğine önem verdikleri görülmektedir. Renk, tat, doku ve koku gibi fiziksel parametreler ve genel görünüm tüketicilerin taze mantara ilişkin satın alma davranışını en çok etkileyen kalite faktörleridir (Nasiri vd., 2018). *A. bisporus*'un yüzeyi mikrobiyal kontaminasyon veya enzimatik aktiviteler nedeniyle kahverengileşmeye eğilimlidir. Enzim aktiviteleri ve fiziki temas meydana gelen kahverengileşmenin ana nedeni olarak kabul edilir. *A. bisporus*'un raf ömrü oda sıcaklığında 1-3 gün, buzdolabında ise 8 gün olarak bildirilmiştir (Zhang vd., 2018).

Türkiye'nin gelecek yıllarda mantar üretim ve ticaretinde dünya piyasasında önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir. Yemeklik mantarın üretilmesi, insanların beslenmesi ve ülkemiz ekonomisi için ne kadar önemli ise, raf ömrünü uzatmak ve tüketilinceye kadar taze özelliklerine en yakın besin bileşimlerini koruyacak şekilde muhafaza etmek de o kadar önemlidir. Çünkü üretilen mantarı muhafaza edemeyip mantar kaliteli bir şekilde tüketiciye ulaştırılamıyorsa, üretimi artırma çabaları büyük bir anlam taşımamaktadır. Mantarların kısa raf ömrü, taze tüketim için hasat sonrası dağıtımda ciddi bir sorundur. Ülkemizde üretimi ve tüketimi giderek artan mantarın taze olarak satışının ve tüketiminin gerçekleştirilmesi, hasat sonrası uygun muhafaza koşullarına bağlıdır. Dolayısıyla, muhafaza süresi kısa olan farklı doğa mantarları ve kültür mantarlarında farklı hasat sonrası uygulamaların ürün kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerine yönelik çalışmalara ülkemizde de ağırlık verilmelidir. Mantar üretiminin ülke ekonomisine katkıları düşünüldüğünde bu tip çalışmaların önemliliği artmaktadır.

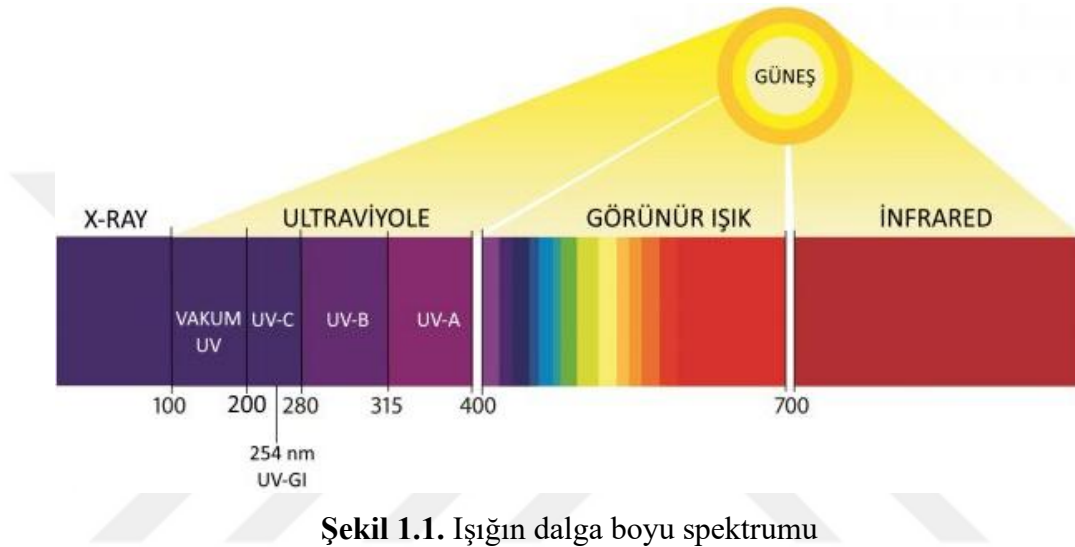
Hasat sonrası mantarların raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak amacıyla birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında soğukta muhafaza, modifiye atmosfer paketlenme, kontrollü atmosferde muhafaza, kurutma, konserveye işleme ve dondurma gibi işlemler yer almaktadır (Kibar ve Kibar, 2015). Dünyada üretilen yemeklik mantarın %45'i taze olarak tüketilirken, geri kalan %55'i işlenmektedir. İşlenen mantarların %5'i kurutulmakta, %50'si ise konserve olarak kullanılmaktadır (Singh vd., 2010). Taze mantar tüketiminin düşük

olması, mantarların kısa raf ömrüne sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden, mantarların muhafaza süresini birkaç gün dahi uzatabilecek araştırmalar büyük bir önem taşımaktadır. Mantarların hasat sonrası muhafazasında termal yöntem olarak kurutma, soğutma ve dondurma teknikleri, fiziksel yöntem olarak modifiye atmosfer paketlenme (MAP), ışınlama, darbeli elektrik alanı ve ultrason teknikleri, kimyasal yöntem olarak antimikrobiyal maddelerle yıkama, ozon, kaplama ve elektrolize su teknikleri kullanılmaktadır (Zhang vd., 2018).

Günümüzde mantarlarda hasat sonrası kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması için kolay uygulanabilen, ucuz, daha uzun sürede etkili olan, bulunması kolay ve en önemlisi ürün kalitesini ve besin değerini koruyan uygulamaların kullanımına olan ilgi artmaktadır. Ultraviyole (UV) ışık uygulamaları düşük yatırım maliyeti gerektirmesi ve kolay uygulanabilmesi gibi çeşitli avantajlar sebebiyle de günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır (Koca vd., 2018). UV ışık uygulaması; ekonomik, etkili, ısıl olmayan, çevre dostu, kalıntı bırakmayan, daha az enerji gerektiren, iyonlaştırıcı ve toksik olmayan özellikleriyle alternatif olarak ön plana çıkmıştır. Dolayısıyla, UV ışınların hasat sonrasında kullanımı ile farklı mantar türlerinde muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar son dönemlerde yoğunluk kazanmıştır. Yapılan çalışmalar hasat edilen ürünün belirli dozlarda ve sürelerde UV ışınlara maruz bırakılması esasına dayanır. Hasat sonrası yeni teknolojilerden biri olan ve fiziksel yöntemler arasında yer alan UV ışık uygulaması, kimyasal yöntemlere göre en umut verici alternatif yaklaşımlardan biridir. UV ışık uygulamasının soğukta muhafazayı destekleyerek faydalı olabileceği belirtilmektedir (Turhan vd., 2006; Kasım ve Kasım, 2007; Cumhuri, 2022).

UV ışık, elektromanyetik spektrumun iyonlaşmayan kısmında bulunmakta ve toplam güneş ışığının %8-9'luk kısmını oluşturmaktadır. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi UV ışığı, X ışınları ile görünür bölge ışınları arasında yer almaktadır (Koutchma, 2009; Shetta ve Area, 2009). Görünür ışıktan daha kısa dalga boylarına sahip olan UV ışık, görünür dalga boylarından çok daha yüksek enerjiye sahiptir. UV ışıkların birincil kaynağı güneştir. UV ışınları farklı dalga boylarına göre UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) ve UV-C (100-280 nm) olmak üzere 3'e ayrılmaktadır (Katerova ve Todorova, 2009; Shetta ve Area, 2009). UV-A dünya üzerine gelen güneş ışığının %6-7'sini oluşturmakta ve UV ışıkları içerisinde en az zararlı etki yaratan ışık olarak değerlendirilmektedir (Hollösy,

2002; Koutchma, 2009). UV-B, toplam spektrumun %1.5'ini oluşturmalarına rağmen canlı organizmalarda farklı zararlı etkilere neden olabilmektedir. UV-C, doğal güneş ışığında bulunmayıp, canlılar için oldukça zararlı yapıdadır. UV-C ürünlerin hasat sonrasında yüzey dezenfeksiyonu için kullanılmaktadır. Farklı dalga boylarındaki UV ışınları, bitki büyüme ve gelişimine farklı şekillerde etki yapmaktadır. UV uygulaması bitkilerde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlere neden olabilmektedir (Dhanya Thomas ve Puthur, 2017).



Isıl olmayan teknolojilerden biri olan UV ışık teknolojisi hasat sonrası meyve ve sebzeler üzerinde genel olarak iki farklı yararlı etki ortaya koymaktadır. UV ışık teknolojisi birinci etki olarak ürünlerde mikroorganizmaların inaktivasyonunu sağlamakta ve bu doğrultuda ürünlerin raf ömrünü arttırmaktadır. UV ışık teknolojisi ikinci yararlı etki olarak ürünlerin mikroorganizmalara karşı savunmalarını iyileştirmek, insan sağlığı için yararlı etkileri olan bileşenlerin içeriğini arttırmak, raf ömrünü uzatmak, duyuşal özellikleri korumak ve hatta iyileştirmek için bazı istenen sonuçları ortaya çıkarmaktadır (Koutchma vd., 2019). Bu noktada hasat sonrası düşük UV ışık dozları ($0.125-9 \text{ kJ/m}^2$) ile muamele, meyve ve sebzelerin ürün kayıplarını azaltması bakımından gıda endüstrisinin ve pek çok araştırmacının ilgisini çekmektedir. Hasat sonrası meyve ve sebzelerde UV ışık uygulamaları; ağırlık kaybını azaltmak, yumuşamayı geciktirmek, hastalıkları azaltmak, klorofil parçalanmasını geciktirmek, duyuşal ve besinsel özellikleri korumak ve iyileştirmek, sekonder (ikincil) metabolitlerin (fitokimyasal, fenolik madde, flavonoid, antosiyanin, vitamin vb.) sentezini artırmak, antioksidan

kapasiteyi artırmak ve üşüme zararlanmalarını azaltmak gibi önemli etkilere sahiptir (Zhang ve Jiang, 2019).

UV uygulamalarının kullanımının avantajlarından bazıları;

- Kimyasal kalıntı içermemesi
- Yapılan işlemin kontrolünün kolay olması
- Mikroorganizmalara karşı geniş spektrumlu koruma sağlaması
- Ürünlerin paketlerinden çıkarılmadan uygulamaların yapılabilmesi
- Ürünlerin uygulamadan hemen sonra dağıtıma çıkarılma için bekleme süresinin olmamasıdır (Roberts, 2014).

UV-B uygulamaları daha çok kalitenin korunması ve iyileştirilmesi (renk koruma, antosiyanin, likopen, antioksidan madde seviyesi ve şeker miktarının artırılması, üşüme zararı vb.) amacıyla kullanılmaktadır (Aiamla vd., 2010; Liu vd., 2011; Castagna vd., 2013; Kasım ve Kasım, 2015). UV-B uygulamalarının bahçe bitkilerinde hasat sonrası enfeksiyonları engellemede ve sararmayı engellemede etkileri vardır. UV-B ışık uygulamalarının fitokimyasal bileşenler ile vitaminlerin sentezini ve birikmesini teşvik ettiği, antioksidan kapasiteyi arttırdığı, duyuşsal özellikleri iyileştirdiği, ürün kayıplarını azalttığı ve raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir (Cumhur, 2022). UV-B ışınlamanın soğukta depolanan meyve ve sebzelerde olgunlaşma ve yumuşamayı geciktirmek, üşüme zararını azaltmak, görsel kaliteyi korumak ve dolayısıyla raf ömrünü uzatmak üzerinde etkili olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Liu vd., 2012; Ruan vd., 2015; Kasım ve Kasım, 2017; Kasım ve Kasım, 2018; Abdipour vd., 2020).

UV-C ışınlaması bahçe bitkilerinde hasat sonrası kayıplara yol açan patojenlerin ve mikroorganizmaların kontrolünde ve ürünün olgunlaşmasıyla oluşan metabolik faaliyetlerin geciktirilmesinde kullanılabilmektedir (Turhan vd., 2006). UV-C ışınlamanın en önemli etkisi, mikroorganizmaları inaktive ederek çürümeyi geciktirmesidir (Artes-Hernandez vd., 2009; Escalona vd., 2010). Ayrıca hasat sonrası dönemde ürün kayıplarına neden olan fizyolojik bozulmaların önlenmesi, üşüme zararının engellenmesi ve yaşlanmanın geciktirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Kasım ve Kasım, 2007; 2014). UV-C uygulamaları içsel etilen sentezini baskı altına alarak olgunlaşmayı yavaşlatmakta (Stevens vd., 2004) ve patojenlere karşı direnç sağlamaktadır (Shama ve Alderson, 2005). UV-C uygulamasının hasat sonrası kayıpların azaltılması ve çürümelerin engellenmesinde olumlu sonuçlar verebileceği belirtilmiştir (Kasım ve Kasım, 2007). UV-C ışık

uygulamaları uygulanan ürün yüzeyinde mikroorganizma faaliyetlerini kontrol altına alarak çürümeyi engellemekte ve olgunlaşmayı geciktirerek raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır (Turhan vd., 2006).

Sebze ve meyvelerin hasat sonrası muhafazasında çoğunlukla UV-B ve UV-C ışık etkileri üzerine çalışılmıştır (Costa vd., 2006; Harbaum vd., 2010; Liu vd., 2011; Avena-Bustillos vd., 2012; Du vd., 2014; Darre vd., 2017; Formica-Oliveira vd., 2017a; 2017b; Lacasse ve Holcroft, 2018; Aztekin vd., 2020; Castillejo vd., 2022; Ünal vd., 2022). UV-A ışık uygulamalarına yönelik çalışmaların daha az olduğu tespit edilmiştir. Örneğin yapılan çalışmalarda; hasat sonrası UV ışık uygulamalarının domatesin antioksidan kapasitesini arttırdığı (Liu vd., 2011; Dyshlyuk vd., 2020), havucun antioksidan kapasitesi ile toplam fenolik madde miktarını arttırdığı (Avena-Bustillos vd., 2012), depolama sırasında brokkolinin yeşil rengini ve sağlığını koruduğu (Aiamla vd., 2009; Formica - Oliveira vd., 2017), hasat edilen meyve ve sebzelerin rengini geliştirdiği ve çürümeyi azalttığı (Kasım ve Kasım, 2017; Kasım ve Kasım, 2018), mantarlardaki D2 vitamini konsantrasyonunu arttırdığı (Huang vd., 2015; Gallotti ve Lavelli, 2020; Salemi vd., 2021) bildirilmiştir. Meyve ve sebzelerde UV uygulaması insan sağlığı için faydalı olan bazı vitaminlerin (D ve C vitamini gibi) sentezi ve birikmesini teşvik edebilmektedir. UV uygulamalarının ürünlerde fitokimyasal içeriğini iyileştirdiği ve hasat sonrası kayıpları azalttığı belirlenmiştir. Meyve ve sebzelerde mikrobiyal kontaminasyonun etkili bir şekilde azaltıldığı ve kalitesinin iyileştirildiği bildirilmiştir (Koutchma vd., 2019). Benzer şekilde, UV uygulamaları ile taze kesilmiş meyve ve sebzelerde polifenol oksidaz aktivitesi kontrol edilerek kahverengileşmenin engellendiği tespit edilmiştir (Lante vd., 2016).

Bununla birlikte, bazı araştırmalarda UV uygulamaları ile herhangi bir etki tespit edilmediği veya olumsuz etkilerin olduğu bildirilmiştir (Cantos vd., 2000; Liu vd., 2011; Aztekin vd., 2020). UV uygulamalarının kontrolsüz ve yüksek dozda uygulamaları gibi bazı uygulama parametreleri lipid ve protein oksidasyonlarına, renk bozulmalarına ve duysal kalitede bozulmalara sebep olabilmektedir (Koca vd., 2018). UV uygulamalarının etkileri; meyve veya sebzenin türü ve çeşidi, ışık türü, dalga boyu, uygulama dozu, maruz kalma süresi, maruz kalınan alan, UV kaynağından uzaklık, uygulama ve depolama sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Zhang vd., 2018; Koutchma vd., 2019).

Dünyada *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* ve *Flammulina velutipes* gibi kültürü yapılan farklı mantar türlerinde hasat sonrası UV ışık uygulaması ile çalışmalar yapılmıştır (Guan vd., 2012; Kalaras vd., 2012; Guan vd., 2013; Wu vd., 2016; Wang vd., 2017; Gallotti ve Lavelli, 2020; Salemi vd., 2021; Malik vd., 2022; Wang vd., 2022). Mantarlarda hasat sonrası UV ışık uygulamaları ile mikrobiyal bozulmanın geciktiği, biyokimyasal içeriğinin korunduğu, raf ömrünün ve muhafaza süresinin uzadığı belirlenmiştir. Özellikle mantarlarda UV ışık uygulamasının D vitamini içeriğini artırdığı ve mantarlarda D vitamini üretimi için UV ışık teknolojisinin uygun ve güvenli olduğu belirtilmiştir (Simon vd., 2013). Hasat sonrası UV ışınlanması yapılan çeşitli mantarlarda ergosterolden önemli miktarlarda D2 vitaminin üretildiği bildirilmiştir (Jasinghe ve Perera, 2005; Huang vd., 2015; Gallotti ve Lavelli, 2020). Mantarlardaki UV uygulamaları besin içeriğini artırması ve raf ömrünü uzatması sebebiyle özellikle vejetaryen diyet uygulayan nüfus için kompleks besin ihtiyacının karşılanmasında kullanılabilecek önemli bir uygulamadır. UV uygulamaları sonucunda mantarlarda D vitamini artışı görülmektedir. Vejetaryen beslenmede D vitamini eksikliğini en aza indirmek için kullanılabilecek hayvansal olmayan gıda bazlı bir yöntem olarak UV ile ışınlanmış mantarlar kullanılabilir (Bhasin vd., 2019).

Yenilebilir mantarlarda hasat sonrası kalite kayıplarının azaltılarak gerek iç pazar gerekse dış pazar için yeterli miktarda ve kalitede ürün sunmak, ancak bu ürünlerin en uygun muhafaza koşullarının belirlenmesi ile mümkün olabilecektir. Bu amaçla, ülkemizde yetiştiriciliği, pazar ve ekonomik değeri oldukça yüksek olan *A. bisporus* mantar türünün raf ömrünün uzatılması ve kalitesinin korunması açısından en uygun hasat sonrası muhafaza koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, yapılan literatür taramalarında ülkemizde kültürü yapılan mantarlarda hasat sonrası UV ışık uygulamasının kalite üzerine etkileri konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın özgün bir çalışma olduğu düşünülmektedir. Hasat sonrası UV uygulamalarının üretim potansiyeli yüksek olan *A. bisporus* mantar türünde muhafaza süresi ve kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi oldukça önem taşımaktadır. Dünyada farklı mantar türlerinde hasat sonrası UV ışınların etkileri konusunda çalışmalar yapılmasına rağmen, elde edilen sonuçların tür, çeşit, çevresel koşullar, uygulama yöntemi ve süresi gibi birçok faktöre bağlı olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bu uygulamaların tarımsal pratiğe tam anlamıyla

aktarılabilmesi için bu konuyla ilgili daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

Bu çalışmada hasat sonrası raf ömrü çok kısa olan ve bu sebeple üretimin ardından tüketiciye ulaşmaya kadar önemli miktarda ürün kayıpları yaşanan hem dünyada hem de Türkiye’de üretim ve tüketim bakımından en büyük paya sahip olan *A. bisporus* mantar türüne hasat sonrası farklı sürelerde UV-B ve UV-C uygulamalarının muhafaza süresi, kalite özellikleri ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ele alınan UV uygulamalarının *A. bisporus* mantar türünde hasat sonrasında muhafaza süresini uzatma ve kalite kayıplarını azaltmada kullanım potansiyelinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

1.1 Literatür Özetleri

1.1.1 Farklı Mantar Türlerinde UV Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Jiang vd. (2010) shiitake mantarında (*Lentinula edodes*) UV-C radyasyonun antioksidan kapasitesi, antioksidan enzim aktivitesi ve mantarların sertliği üzerindeki etkisini yaptıkları çalışmada incelemişlerdir. Mantar örnekleri yaklaşık 60 cm mesafede UV-C radyasyonuna maruz bırakılmıştır. UV-C dozu 4.0 kJ/m² olarak ayarlanmıştır. Işınlanmayan örnekler kontrol grubu olarak tanımlanmıştır. Mantar örnekleri 15 gün boyunca 1±1 °C’de ve %95 nispi nemde depolanıp ardından 20 °C’de 3 gün raf ömrüne tutulmuştur. Çalışma sonucunda UV-C ile ışınlanmış örneklerin kontrol grubuna göre daha yüksek sertlik seviyesine sahip oldukları belirtilmiştir. UV-C ile muamele edilen mantarların, kontrole kıyasla 1 °C’de 15 gün ve 20 °C’de 3 gün sonra nispeten daha yüksek fenolik madde içeriklerine sahip olduğu görülmüştür. Askorbik asit tüm örneklerde başlangıç seviyelerine göre yaklaşık %50 oranında azalmıştır. Ancak kontrol grubuna göre ışınlamaya maruz kalan örneklerde askorbik asit miktarındaki azalma daha az olmuştur. Shiitake mantarının UV-C işlemiyle kalitesinin korunması, doku sertliğinin korunması, flavonoid ve askorbik asit içeriğinin artması ve antioksidan yeteneğinin artması ile sonuçların beslenme açısından faydalı olabileceği bildirilmiştir. Sonuç olarak, UV-C ışınlamanın shiitake mantarının kalitesini

korumak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için yararlı olabileceği ortaya konulmuştur.

Guan vd. (2012) yaptıkları çalışmada beyaz şapkalı kültür mantarında (*Agaricus bisporus*) UV-C radyasyonun *Escherichia coli* O157:H7 inaktivasyonu, mikrobiyal büyüme ve genel kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Mantarların düz ve ters olarak iki tarafı için de radyasyon süreleri 0 (kontrol), 5, 30, 45, 60, 75, 90 ve 105 saniye, radyasyon dozları ise sırasıyla 0 (kontrol), 0.45, 0.90, 1.25, 1.80, 2.25, 2.70 ve 3.15 kJ/m² olarak belirlenmiştir. Uygulamalardan önce mantarlara *E. coli* O157:H7 inokülasyonu yapılmıştır. Mantarlar 4 °C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Sonuçta UV-C uygulanan örneklerde *E. coli* O157:H7 inaktivasyonu belirlenmiş ve toplam aerobik plak sayında azalma saptanmıştır. UV-C ile muamele edilen mantarlarda ilk günlerde kahverengileşme oldukça hızlı artarken, depolamanın ilerleyen günlerinde kahverengileşme hızında azalma meydana gelmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında 21 günün sonunda tüm örneklerde daha iyi renk elde edilmiştir. UV-C uygulanan tüm örneklerde kontrol grubuna göre mantar yüzeyinde lezyon oluşumu oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. İlk 7 gün boyunca, UV-C ile muamele edilmiş mantarlarda ışınlanmamış örneklere (kontrol) kıyasla antioksidan aktivitesi, toplam fenolik içeriği ve askorbik asit miktarında daha düşük değerler görülmüş ancak depolamanın 14. gününden sonra kontrol grubu ile benzer değerler görülmüştür. Çalışmanın sonucunda uygun dozlarda kullanılacak UV-C radyasyonunun taze mantarlar üzerinde besin kalitesinde değer kaybı yaşamadan, dezenfeksiyon sağlayan, mikrobiyal gelişimi engelleyen ve bununla birlikte raf ömrünü uzatmak için yüksek potansiyelli bir hasat sonrası uygulama olduğu ortaya konulmuştur.

Guan vd. (2013) ultraviyole ışık ve hidrojen peroksit kombinasyonunun *Escherichia coli* O157:H7'nin inaktivasyonu, doğal mikrobiyal yükler ve beyaz şapkalı kültür mantarının (*A. bisporus*) genel kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada suyla yıkama (kontrol), %3 H₂O₂ (hidrojen peroksit) ile yıkama, 0,45 kJ/m² UV-C radyasyonu ve H₂O₂ ile UV-C kombinasyonu (H₂O₂ + UV-C) olmak üzere 4 grup oluşturulmuştur. Her gruba işleme geçmeden önce *E. coli* O157:H7 inokülasyonu yapılmıştır. 14 gün boyunca 4 °C'de depolama sırasında mantarların mikrobiyal yükleri ve ürün kalitesi değişimleri saptanmıştır. Uygulamalar sonucunda en fazla *E. coli* inaktivasyonu H₂O₂ + UV-C kombinasyonunda sağlanmıştır. UV-C uygulanan örnekler başlangıçta kontrol

örneklerine göre daha fazla kahverengileşme gösterse de depolama süresince kahverengileşmenin hızı azalmıştır. H_2O_2 ve H_2O_2+UV-C ile muamele edilen mantarlar kontrole göre daha yüksek L^* (daha açık) ve daha düşük a^* (daha az kahverengi) değerlerini vermiştir. Kontrol grubuna kıyasla, tüm işlemlerde 14. günde mantar yüzeylerinde lezyon gelişiminin engellendiği görülmüştür. Uygulamalar arasında askorbik asit ve toplam fenolik miktarda önemli bir fark olmadığı saptanmıştır. Çalışmada H_2O_2+UV-C kombinasyonun mikrobiyal büyümeyi azaltan ve genel kalite değerlerinde bozulmaya neden olmadan depolama ömrünü uzatan bir etken olduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, hasat sonrası koruma için ultraviyole ışınların gerek tek başına gerekse farklı kombinasyonlar ile kullanılmasının önemli bir potansiyel barındırdığı ifade edilmiştir.

Krings ve Berger (2014) yaptıkları çalışmada UV-B ışınları ile istiridye mantarında (*Pleurotus ostreatus*) sterollerin ve yağ asitlerinin değişimlerini incelemiştir. Mantar örnekleri 20 °C’de 310-320 nm ve 11.5 W/m² maksimum ışık yoğunluğuna sahip UV-B ile 60 dakika boyunca radyasyona maruz bırakılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda mantar gövdelerinde linoleik asit hariç, yağ asidi konsantrasyonlarının neredeyse sabit kaldığı belirtilmiştir. Ergokalsiferol (D2 vitamini) oluşumu aydınlatmanın başlangıcından itibaren mantarların gövde, sap ve dilimlenmiş örneklerinde başlamıştır. 100 µg/g kuru maddenin üzerindeki doygunluk konsantrasyonlarına 1 saat sonra ulaştığı belirtilmiştir. 22-Dihidroergokalsiferol (D4 vitamini), benzer bir artış göstermiş ve yaklaşık 20 µg/g kuru madde konsantrasyonuna ulaşmıştır. Sonuç olarak, UV-B radyasyonu ile işlem görmüş *P. ostreatus* mantarının dilimlenmiş örneklerinin yetişkin bir kişinin haftalık D vitamini ihtiyacını karşılayacağı ortaya konmuştur.

Lu vd. (2016a) *A. bisporus* mantarında UV-C radyasyonunun kahverengileşme ve antioksidan özelliklerine etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmada UV-C lambalarına olan uzaklık 20 cm olarak belirlenmiş ve radyasyon dozları sırasıyla 0.5, 1.0 ve 2.0 kJ/m² olarak ayarlanmıştır. Mantarlar 6 günde bir değerlendirilmek üzere 18 gün boyunca 4 °C’de muhafaza edilmiştir. Süreç boyunca yapılan değerlendirmeler sonucu depolamanın 18. gününde, kontrol örnekleri en yüksek kahverengileşme indeksi değerine sahipken, 1.0 kJ/m² dozu uygulanan örnekler en düşük değerleri vermiştir. Tüm depolama boyunca radyasyona maruz kalmış mantarların toplam fenolik içeriğinin kontrolden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Wang vd. (2017) yaptıkları çalışmada istiridye mantarında (*Pleurotus osteratus*) UV-C ışınlarının kalite, enzim aktivitesi ve mikrobiyal büyüme üzerine etkilerini analiz etmişlerdir. Çalışmada ultraviyole ışın yoğunluğu $230 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ve kullanılan mesafe 42 cm olarak belirlenmiştir. Mantarlar 15 gün boyunca 4°C 'de buzdolabında muhafaza edilmiş ve her 2 günde bir analiz yapılmıştır. Çalışma sonucunda renk, çözünebilir kuru madde, çözünebilir protein ve genel kalite bakımından olumlu sonuçlar alınmıştır. UV-C ışınlarına maruz bırakılan örneklerin MDA (malondialdehit) oluşumu kontrol grubuna göre önemli ölçüde gecikmiştir. PAL (fenilalaninamonyakliya) ve CAT (katalaz) enzim aktivitelerinin azalmasının geciktiği görülmüştür. Depolama süresince mantar yüzeyinde mikrobiyolojik popülasyonun artışının geciktirilebileceği ortaya konulmuştur.

Lei vd. (2018) *A. bisporus* mantarında UV-C radyasyonun, mantarların farklı dokularındaki esmerleşme derecesi, PPO (polifenol oksidaz) aktivitesi ve PPO genlerinin gen transkripsiyonu seviyesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada UV-C radyasyon dozu $1.0 \text{ kJ}/\text{m}^2$, mesafe 30 cm ve süre 100 saniye olarak belirlenmiştir. Mantarlar tek katman halinde şapkaları yukarı bakacak şekilde dizilmiştir. Aynı işlem sapları yukarı bakacak şekilde tekrar edilmiştir. Mantarlar 1, 7, 14 ve 21. günlerde analiz edilmek üzere 4°C 'de muhafaza edilmiştir. UV-C uygulamasının kontrol grubuna göre mantarların yumuşama derecesini azalttığı, rengini önemli ölçüde koruduğu ve duyuşal anlamda (aroma, renk, doku, mikrobiyal kaynaklı çürüme) daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Kontrolle karşılaştırıldığında 14. ve 21. günde UV-C ile muamele edilmiş mantarlarda esmerleşmenin kabuk, şapka, lamel ve sap kısımlarında daha az olduğu belirlenmiştir. PPO aktivitesi kabuk hariç tüm kısımlarda daha düşük seviyelerde ölçülmüştür ve bununla benzer şekilde PPO genleri de 4°C 'de kabuk kısmında uyarılırken şapka, lamel ve sap kısımlarında inhibe edildiği görülmüştür. UV-C uygulamasının esmerleşme, PPO inaktivasyonu ve PPO genlerinin baskılanması ile ilişkili olduğu ve kaliteyi koruma adına önemli bir potansiyele sahip olduğu ifade edilmiştir.

Bhasin vd. (2019) yaptıkları çalışmada UV ışınlarının beyaz şapkalı kültür mantarının (*A. bisporus*) besin bileşimi ve raf ömrü üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Mantar örnekleri temizlenip uzunlamasına dilimlenmiş ve UV-A (280-315 nm), UV-B (315-400 nm) ve UV-C (100-280 nm) radyasyonlarına maruz bırakılmıştır. Mantar örnekleri UV ışınlarına farklı mesafelerde (30, 45 ve 60 cm)

ve farklı sürelerde (10, 20 ve 30 dakika) maruz bırakılmıştır. Kontrol grubu olarak ışınlanmamış mantar örneği kullanılmıştır. Ayrıca güneş ışınlarına maruz bırakılan örnek grup oluşturularak 10, 20 ve 30 dakika sürelerince güneş ışığına maruz bırakılmıştır. Örnekler dondurularak kurutulmuş ve ardından besin analizleri yapılmıştır. En fazla D2 vitamini içeriği UV-B ile muamele edilmiş (mesafe 60 cm ve süre 30 dakika) mantar örneğinde tespit edilmiştir. UV ile ışınlanmış mantar örneklerinde protein, ham yağ ve ham lif içeriğinde önemli bir farklılık gözlenmezken, UV radyasyonunun mineral içeriğinin artırmasına neden olduğu belirtilmiştir. Analizi yapılan örnek grubunda proteinlerin in-vitro sindirilebilirliğinin, kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu ve toplam fenollerde de artış olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucunda, UV ışınlarına maruz kalmanın, in vitro protein sindirilebilirliği, toplam fenol miktarı, yağ asidi bileşimi ve mineral içeriğinde önemli artışa neden olduğu belirtilmiştir.

Wang vd. (2022) yaptıkları çalışmada UV-C radyasyonunun beyaz şapkalı kültür mantarında (*A. bisporus*) kahverengileşmeye olan etkisini, kimyasal ve enzimatik değişimlerini, inoküle edilen *Pseudomonas tolaasii*'nin inaktivasyonunu incelemişlerdir. Mantar örnekleri ortam sıcaklığında (23 °C) yaklaşık 20 cm mesafeden 0, 50, 100, 200, 300, 600 ve 900 saniye süreyle ışınlanmış ve ışınlama dozları sırasıyla 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 6.0 ve 9.0 kJ/m² olarak ayarlanmıştır. Işınlanmış ve ışınlanmamış tüm örnekler 21 gün süre ile 4 °C'de muhafaza edilmiştir. *P. tolaasii* popülasyonu uygulanan her UV-C dozunda azalma göstermiştir ancak 6.0 kJ/m² UV-C dozunda en düşük seviyeye düşmüştür. UV-C uygulaması kahverengileşmeyi geciktirmiş ancak 1.0 kJ/m² ve 3.0 kJ/m² UV-C uygulamaları arasında belirgin bir fark tespit edilmemiştir. Düşük dozlu UV-C uygulamasının kahverengileşmeyi engellemede etkili olduğu belirtilmiştir. Depolama sırasında UV-C + *P. tolaasii* uygulanan mantarlarda sadece *P. tolaasii* uygulanan mantarlara göre PPO aktivitesinin daha düşük olduğu 14. günden sonra önemli bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum esmerleşme derecesinin depolama sırasında yalnız *P. tolaasii* uygulananlardan daha hafif olması ile uyumlu çıkmıştır. PAL aktiviteleri tüm örneklerde depolamanın ilk günlerinde artmış 14. günde en üst seviyeye çıkmış ardından 21. güne kadar önemli ölçüde azalma göstermiştir. UV-C + *P. tolaasii* uygulanan mantarlarda depolamanın sonunda PAL aktivitesinin kontrol ve yalnızca *P. tolaasii* uygulanan örneklere göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Toplam fenolik içeriği tüm örneklerde ilk 7 gün artış

göstermiş ardından depolamanın sonuna kadar azalmıştır. En yüksek toplam fenolik içeriği kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Bu durum *P. tolaasii* uygulanan mantarlarda daha yüksek PPO aktivitesi görülmesi ve bunun fenolik bileşiklerin oksidasyonu ve melanin senteziyle sonuçlanması ile açıklanmıştır. Depolama sırasında UV-C + *P. tolaasii* ile muamele edilen mantarların toplam fenolik içeriği yalnız *P. tolaasii* ile muamele edilenlere göre 7 günlük depolamadan sonra belirgin bir fark göstermiştir. UV-C ışınlamasının *P. tolaasii* ile inoküle edilmiş *A. bisporus* mantarında fenoliklerin biyosentezini belirgin şekilde indüklediğini, bunun da esas olarak PAL enzimlerinin indüklenmesinden kaynaklı olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak UV-C uygulamasının *P. tolaasii* popülasyonunu etkili bir şekilde azalttığı ve kahverengileşmeyi engellediği ortaya çıkarılmıştır. Bu sebeplerle UV-C uygulamasının kullanılabilirliğinin önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir.

Cardwell vd. (2023) yapmış oldukları çalışmada UV ışınlarının beyaz şapkalı kültür mantarında (*A. bisporus*) 25-hidroksivitamin D₂ (25(OH)D₂) ve D₂ vitamini oluşumlarına etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada taze ve kurutulmuş mantarlar kullanılmıştır. Taze mantarlara uygulanan UV ışınlarının, kurutulmuş örneklerle uygulananlara göre D₂ vitamini konsantrasyonunu yaklaşık iki kat fazla artırdığı belirlenmiştir. D₂ vitamini konsantrasyonları sırasıyla 9.5 µg/g kuru ağırlık (taze mantar örnekleri) ve 4.6 µg/g kuru ağırlık (kurutulmuş mantar örnekleri) şeklinde ortaya konulmuştur. Taze mantarlara UV uygulaması sonrasında 25(OH)D₂ konsantrasyonu 0.14 µg/g kuru ağırlık olarak belirlenmiş ve kurutulmuş mantar örneklerinde uygulanan UV sonrasında mantarlarda tespit edilebilir 25(OH)D₂ konsantrasyonuna rastlanmamıştır.

Nunes vd. (2024) yaptıkları çalışmada farklı UV-C radyasyon dozları altında yenilebilir taze beyaz shimeji mantarlarının (*Hypsizygus tessulatus*) hasat sonrası özelliklerini değerlendirmişlerdir. Farklı UV-C dozlarına (0 (kontrol), 1, 2, 3 ve 4 kJ/m²) maruz bırakılan mantar örnekleri daha sonra 2 ± 0.5 °C'de 14 gün boyunca muhafaza edilmiş ve 2 günde bir değerlendirilmiştir. 2 kJ/m² dozunun beyazlık indeksi, pH, toplam polifenoller ve antioksidan aktivitesi açısından en olumlu sonuçları verdiği ortaya konulmuştur. UV-C ışınlarının, gıda güvenliğini artırma, raf ömrünü uzatma, kaliteyi koruma ve kimyasal koruyuculara olan ihtiyacı azaltma yeteneği nedeniyle mantar üretimi ve muhafazasında kullanılabilecek faydalı bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

1.1.2 Farklı Sebze Türlerinde UV uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Erkan vd. (2001) yaptıkları çalışmada kabak bitkisinin meyve dokusunda UV-C uygulamasının mikrobiyal popülasyonlara etkisini incelemişlerdir. Farklı sürelerde ve farklı ışınlama dozlarının kabak dilimleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, UV-C ışınlarının 10 ve 20 dakika süre ile uygulandığı örneklerde mikrobiyal popülasyonda azalma sağladığı görülmüştür. Ayrıca UV-C ışınlarının kabak bitkisinin meyvelerinde yaşlanmayı ve bozulmayı geciktirici etkisi olduğu ortaya konmuştur.

Allende ve Artes (2003) kırmızı kıvırcık marul ile yaptıkları çalışmada UV-C radyasyonunun genel kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Taze toplanmış marullar yaklaşık 60 cm mesafeden UV-C radyasyonuna maruz bırakılmıştır. Çalışma iki deney şeklinde gerçekleşmiş ve ilk 5 örnek için UV-C dozları sırasıyla (1) 0.407, (2) 0.814, (3) 2.443, (4) 4.07 ve (5) 8.14 kJ/m² olarak belirlenmiş ve marul başlarının ortalama çapları 15 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. İlk deneyde birbirine çok yakın dozlar arasında önemli farklar oluşmadığı için ikinci deneyde üç örnek için UV-C dozları sırasıyla (1) 0.814, (2) 4.07 ve (3) 8.14 kJ/m² olarak belirlenmiş ve marul başlarının ortalama çapları 25 cm olarak ayarlanmıştır. Işınlanmamış örnekler kontrol grubu olarak belirlenmiştir. 10 günlük depolama boyunca, kontrolle karşılaştırıldığında, tüm UV-C dozlarının bakteri büyümesini azalttığı, ancak yalnızca en yüksek dozların (4.06 ve 8.14 kJ/m²) önemli bir fark oluşturduğu gözlemlenmiştir. Genel görsel kalite özellikleri için birinci deney kullanılmış olup 7 günlük depolamanın sonucunda işlenmemiş örneklerin ve düşük dozda UV-C uygulanan (0.407 ve 0.814 kJ/m²) örneklerin tüketici tarafından kabul edilebilirlik sınırının altında kaldığı belirtilmiştir. Diğer örnekler için (2.44, 4.07 ve 8.14 kJ/m²) kabul edilebilirlik sınırına 8. günün sonunda ulaşılmıştır. Bu durum UV-C ışınlamasının ürünün görsel kalitesini olumlu etkilediğini göstermiştir. Ayrıca yüksek doz UV-C uygulanan örneklerde marul dokusunun daha parlak hale geldiği belirtilmiştir. Yapılan çalışmada UV-C radyasyon dozlarının mikrobiyal popülasyonları azaltarak ve saklama kalitesini iyileştirerek taze işlenmiş sebzelerde yaşlanmayı ve bozulmayı geciktirmede etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Allende vd. (2006) marulda yaptıkları çalışmada UV-C uygulamasının mikrobiyal büyümeyi engellemede ve raf ömrünü uzatmada etkisini

incelemişlerdir. Uygulamada marul yapraklarının her iki tarafı da UV-C ile muamele edilmiş ve 5 °C’de 10 güne kadar depolanmıştır. Analiz edilen tüm örneklerde mikrobiyal grupların, muhafaza süresince UV-C radyasyonu etkisi ile azaldığı görülmüştür. Çalışmada 2.37 kJ/m² dozundaki UV-C uygulaması marulun genel kalitesini etkilemeden mikrobiyal büyümeyi azaltmada en etkili uygulama olmuştur. UV-C radyasyonunun uygun dozlarda uygulanmasının marulun kalitesini olumsuz yönde etkilemeden mikrobiyal büyümeyi azaltabileceği ve raf ömrünü uzatabileceği sonucuna varılmıştır.

Costa vd. (2006) hasat sonrasında UV-C radyasyonunun brokkoli bitkisinin çiçek kısımlarına etkisini incelemişlerdir. Uygulamada brokkolilerin çiçek kısımları üste gelecek şekilde dizilmiş ve UV lambaları ile mesafe 30 cm olarak ayarlanmıştır. Örneklere sırasıyla 0 (kontrol), 4, 7, 10 ve 14 kJ/m² dozlarında UV-C uygulanmıştır. Ardından örnekler 20 °C’de 6 gün karanlıkta depolanmış ve 2, 4 ve 6. günlerde örnekler değerlendirilmiştir. 20 °C’de 4. gün sonunda, UV-C ile muamele edilen çiçeklerde kontrol çiçeklerinden yaklaşık %53 daha fazla klorofil varlığı tespit edilmiştir. UV-C uygulamasından sonra depolamanın başlarında kontrol grubu ve ışınlanmış brokkoli örnekleri arasında solunum hızları bakımından önemsenecek bir fark oluşmamıştır ancak depolama süresince kontrol grubunda CO₂ üretimi belirgin bir şekilde artış göstermiştir. 4. günde kontrol grubunun UV-C ile ışınlanmış örneklere göre belirgin bir şekilde daha yüksek oranda solunum yaptığı görülmüştür. Işınlanmış brokkolilerde antioksidan kapasitesinin arttığı ve bunun insan beslenmesinde önemli fayda sağlayacağı bildirilmiştir. Çalışmada kısa süreli UV-C uygulamalarının brokkolide yaşlanmayı geciktirmek için faydalı bir kimyasal olmayan yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Escalona vd. (2010) yaptıkları çalışmada UV-C radyasyonunun ıspanak yapraklarındaki bakteriyel büyüme üzerine etkilerini incelemişlerdir. *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enterica*’nın mikrobiyal büyümesini engellemek için farklı UV-C (0, 2.4, 7.2, 12 ve 24 kJ/m²) dozları kullanılmış ve 5 °C’de muhafaza yapılmıştır. Tüm uygulamaların mikrobiyal popülasyonların büyümesini azalttığı ve düşük dozların daha fazla uygun olduğu ortaya konulmuştur. Düşük dozlarda çift taraflı UV-C radyasyonu kullanımının, test edilen bakteri türlerinin popülasyonunu azaltmada etkili olduğu saptanmıştır. UV-C uygulamalarının yapraklardaki duyu kaliteyi etkilemeden kullanılabilecek bir koruma yöntemi olabileceği belirtilmiştir.

Seylam Küşümler (2011) yaptığı çalışmada depolama sonrası 3 kJ/m² UV-C uygulanan hıyarda raf ömrünün 14 gün olduğunu, kontrol grubu örneklerinin ise depolamanın 11. gününde görsel olarak tüketilemez hale geldiğini belirtmiştir. Literatürdeki çalışmaların genellikle kontrollü atmosfer uygulanan veya ambalajlı olarak muhafaza edilen hıyarlar olduğunu ancak bu çalışmada ambalajsız olarak depolama yapıldığını ve ambalajsız depolamanın muhafaza sürelerini azaltıcı bir etken olduğunu bildirmiştir. UV-C uygulamasının hıyarlarda depolama süresi ve soğuk zararlanmalarının geciktirilmesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada 15 kJ/m² UV-C uygulamasıyla ambalajsız olarak depolanan patlıcanların görsel kalitelerinin kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu ve kontrol örneklerinden 3 gün daha fazla depolanabilir oldukları gözlemlenmiştir. UV-C ile muamele edilen patlıcan örneklerinin raf ömrünün 14 gün olduğu ve bu sürelerin ancak ambalajlı muhafaza yöntemleri ile elde edilebileceği belirtilmiştir.

Pinheiro vd. (2015) UV-C radyasyonunun taze bütün domatesin raf ömrüne etkilerini araştırmışlardır. UV-C ile muamele edilmiş örneklerin renk parametrelerine bakıldığında, kırmızı renk gelişimindeki gecikme en düşük yoğunlukta (0.32 kJ/m²) UV-C ile muamele edilen domateslerde elde edilmiştir. Depolama sırasında tüm numunelerin sertliğinde azalma meydana gelmiştir ancak UV-C ile muamele edilmiş numunelerin kontrol grubuna göre meyve dokusunda daha fazla sertlik barındırdığı gözlemlenmiştir. UV-C ile muamele edilmeyen domatesler, raf ömrü sınırına 9. depolama gününde ulaşmıştır. Bu sınıra depolamanın 15. gününde UV-C ışınlamanın 0.97 kJ/m² dozu ile muamele edilen örneklerde rastlanmıştır. Daha yüksek dozlarda uygulanan radyasyonun ağırlık kayıplarını azaltacağı belirtilmiştir. Depolamanın sonunda uygulama yapılmamış kontrol örneklerinde mikrobiyal yükün en yüksek değere sahip olduğu, UV-C dozlarının 0.97 ve 4.83 kJ/m² olduğu örneklerde ise bu yükün en az olduğu saptanmıştır. Yüksek dozlu UV-C uygulamalarının doku hasarına sebep olabileceğinden mikrobiyal yükü artırabileceği belirtilmiştir. Düşük yoğunluklu UV-C işleminin (0.97 kJ/m²) taze domatesin iki önemli kalite özelliğini (renk ve doku) koruduğu ve 10 °C'de depolama sırasında doğal mikrobiyal büyümeyi geciktirdiği görülmüştür.

Lu vd. (2016b) yaptıkları çalışmada UV-C uygulamasının yaralı domates meyveleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Görsel kusurları olmayan boyutlarına ve renklerine göre benzer seçilen domatesler 4 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu

hiçbir işleme tabi tutulmadan doğrudan 20 °C’de depolanmıştır. İkinci grup 1.5 metre yükseklikten beton zemine bırakılıp ardından depolama işlemi yapılmıştır. Görünür yara veya parçalanma olan meyveler çıkarılmıştır. Üçüncü gruptaki örnek meyveler UV-C radyasyonuna (4.1 kJ/m²) maruz bırakılmıştır. Dördüncü grup örnekleri (Yara + UV-C) 1.5 metre yükseklikten beton zemine bırakılıp ve ardından 4.1 kJ/m² UV-C radyasyonuna maruz bırakılmıştır. Örnekler 20 °C’de 12 gün boyunca depolanıp 3 günde bir değerlendirmeler yapılmıştır. Tüm örneklerde depolama süresince meyve sertliğinde azalma meydana gelmiştir. Depolamanın sonunda kontrol meyveleri %66.13 oranında sertlikte azalma gösterirken, yaralı meyveler depolamadan sonra %74.6 oranında sertlikte azalma göstermiştir. Yara + UV-C uygulaması ise 12 gün sonrasında sertlikte %69.3 oranında azalmaya yol açmıştır. Meyvelerdeki oluşan yaraların yumuşamayı artırdığı UV-C uygulamasının ise yumuşamayı geciktirdiği sonucuna varılmıştır. UV-C uygulanan örneklerde meyvelerdeki renk kayıplarının daha az olduğu saptanmıştır. Meyvelerdeki etilen üretimi ve solunum hızları incelendiğinde yaralı olan meyvelerde dördüncü günde üretilen etilen miktarının ve solunum hızının en yüksek değere ulaştığı görülmüş ancak UV-C ile ışınlanan yaralı meyvelerde en yüksek değere sekizinci günde ulaşılmıştır. UV-C radyasyonu domates meyvesinde olgunlaşmayı geciktirmiş ve raf ömrünün uzamasını sağlamıştır. Depolama süresince UV-C yaralı domates meyvelerinin protopektin çözünmesini geciktirmiştir. Çalışma sonucunda UV-C radyasyonunun meyvelerde olgunlaşma süresinin geciktirilmesi ve meyve sertliğinin korunması için kullanılabilecek basit ve ekonomik bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Hoşafcı (2023), farklı dozlarda UV-A, UV-B ve UV-C radyasyonu uygulamalarının taze kesilmiş karpuzun raf ömrünün uzatılmasında etkisini araştırmıştır. Çalışmada küp şeklinde kesilmiş ve ambalajlanmış karpuzlara farklı dalga boylarına sahip UV-A (400-315 nm), UV-B (315-280 nm) ve UV-C (200-100 nm) ışınları çift yönlü olacak şekilde ve 2.8, 5.6 ve 11.2 kJ/m² dozlarında uygulanmıştır. Daha sonra karpuzlar 5±1 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren soğuk odada 10 gün süreyle depolanmıştır. Çalışma sonucunda en uzun dalga boyuna sahip olan UV-A uygulaması ağırlık kayıplarını azaltmış ancak karpuzların toplam çözünür fenol miktarı diğer uygulamalardan daha düşük olmuştur. UV-B uygulaması karpuz küplerinin hem SÇKM hem de sakkaroz miktarını arttırmıştır. En kısa dalga boyuna sahip UV-C uygulamasının ise elektrolit sızıntısını azalttığı

bulunmuştur. Tüm uygulamalardaki karpuz küpleri 10 günlük muhafaza süresince pazarlanabilir kalitesini korumuştur.

Parça (2023) tarafından yapılan çalışmada hasat sonrası UV-A, UV-B ve UV-C uygulamalarının depolama süresince siyah havucun kalite parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Siyah havuç köklerinin her iki yüzeyine toplamda 15 kJ/m² radyasyon uygulandıktan sonra ambalajlanan havuçlar 0 °C sıcaklıkta %85-90 oransal nem içeren soğuk depoda 49 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Çalışmada UV uygulamaları toplam antosiyanin miktarı üzerinde önemli etkiye bulunmamasına karşın en yüksek antosiyanin miktarı UV-A uygulamasında belirlenmiştir. Denemede UV uygulamaları toplam çözünür fenol miktarını önemli oranda arttırmış olup, en yüksek değerler UV-C ile UV-A uygulamasında saptanmıştır. UV uygulamaları siyah havuçların L* değerini önemli oranda arttırmıştır. Ayrıca UV uygulamaları siyah havuçların a* değerlerini azaltarak, b* ve h° renk değerlerini arttırarak havuçların rengini korumuştur. UV uygulamaları ayrıca SÇKM, fruktoz ve sakkaroz miktarını etkilememiş, glikoz miktarını ise kontrole göre arttırmıştır. Çalışmada UV uygulamaları elektrolit sızıntısını ve ağırlık kayıplarını arttırmasına karşın havuç kökü sertliğini etkilememiştir.

2. MATERİYAL ve YÖNTEM

Araştırma 2024 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk hava deposu ve laboratuvarlarda yürütülmüştür.

2.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak *Agaricus bisporus* mantar türü kullanılmış olup, mantar örnekleri Bolu’da ticari olarak mantar üretimi yapan özel bir firmadan temin edilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1 Uygulamalar ve Deneme Deseni

Çalışmada, 2 farklı ultraviyole ışık türü (UV-A ve UV-B) ve 3 farklı uygulama süresinin (5, 10 ve 20 dakika) ele alındığı toplam 7 farklı uygulama kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan UV ışık uygulamaları ve süreleri Tablo 2.1’de verilmiştir. Kontrol uygulamasında herhangi bir UV uygulaması yapılmamıştır. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde içerisinde yaklaşık 500 g mantar olan 3 paket yer almıştır.

Tablo 2.1. Çalışmada ele alınan uygulamalar.

Uygulama Adı	UV Işık Türü	Uygulama Süresi
Kontrol	-	-
UV-B-5	UV-B	5 dakika
UV-B-10	UV-B	10 dakika
UV-B-20	UV-B	20 dakika
UV-C-5	UV-C	5 dakika
UV-C-10	UV-C	10 dakika
UV-C-20	UV-C	20 dakika

2.2.2 Örnek Hazırlama

Çalışmada 1. ürün dönemine (flaş) ait mantarlar kullanılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen mantarlar hasat edildikten sonra bekletilmeden, hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir (Fotoğraf 2.1). Denemede homojenliği sağlamak için aynı büyüklük ve olgunluktaki mantarlar seçilmiştir. Yaralı, ezilmiş ve hasar görmüş mantarlar elemine edilmiştir. Başlangıçtaki taze mantar örneğinin morfolojik

özellikleri (şapka çapı, sap uzunluğu, sap çapı ve ortalama mantar ağırlığı), kuru madde miktarı, pH, kül, renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°), suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM), toplam azot (N), protein ve mineral element (K, Mg, Ca, P, Na, Fe, Mn ve Zn) içerikleri belirlenmiştir. Uygulamalar yapılmak üzere taze mantar örnekleri 7 eşit gruba ayrılmıştır. Daha sonra mantarlar çalışmada yer alan uygulamalara tabi tutulmuştur.



Fotoğraf 2.1. Yeni hasat edilen ve laboratuvara getirilen *A. bisporus* mantarının genel görünümü

2.2.3 UV-B ve UV-C Uygulamaların Yapılışı

UV-B ve UV-C uygulamalarında 60×100×60 cm boyutlarındaki ahşap kabin kullanılmıştır. UV-B ve UV-C lambalar kabinin üst kısmına yerleştirilmiştir. Mantar örneklerindeki kararmayı engellemek amacıyla, düşük Watt UV lambalar tercih edilmiştir. Bu nedenle, kabin içerisinde Philips TL 20W/01 UV-B (290-315 nm) ve Philips 15W T8 UV-C (254 nm) lambalar kullanılmıştır.

Mantar örnekleri raflara yerleştirilmeden önce, lambaların ışık etkinliğinin stabil hale getirilmesi için en az 5 dakika çalıştırılmıştır. Mantar örnekleri lamba düzeneğinin altına; düzeneğe aralarında 30 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. UV ışığı örnekler iki yönlü olarak uygulanmıştır. Bu amaçla örnekler düzeneğin altına konularak bir yüzeye ışık uygulandıktan sonra çevrilmiş ve diğer yüzeye de ışık uygulaması yapılmıştır (Fotoğraf 2.2). Literatür araştırmaları dikkate alınarak bu çalışmada UV-B ve UV-C ışık 5, 10 ve 20 dakika boyunca mantarlara uygulanmıştır.

Mantar muhafazasında kullanılacak şeffaf plastik kapların kapakları üzerinde 1 mm çapında 10 adet delik açılmıştır. UV uygulamaları yapıldıktan sonra mantar örnekleri yaklaşık 500 g olacak şekilde tartılarak şeffaf plastik kaplar içerisine yerleştirilip kapağı kapatılmıştır (Fotoğraf 2.3).



Fotoğraf 2.2. UV-B ve UV-C uygulamalarının yapılışı



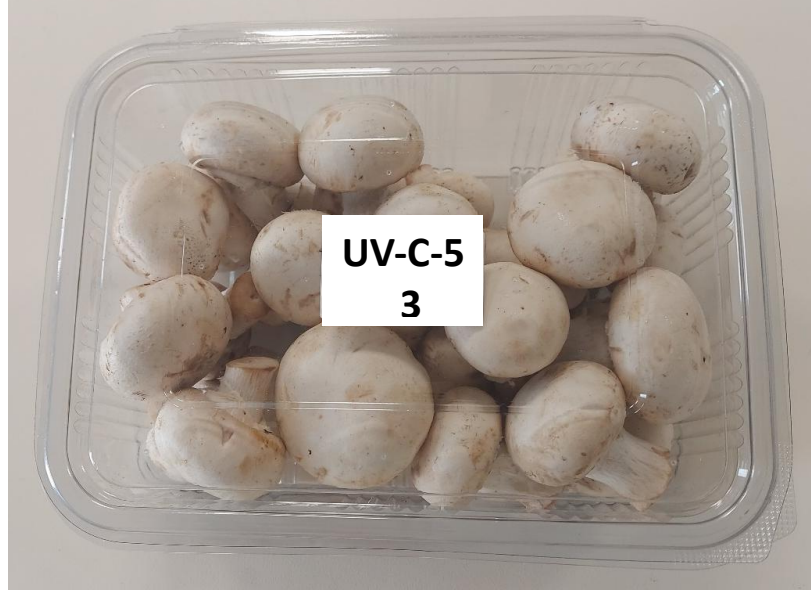
Fotoğraf 2.3. Mantar örneklerinin hassas terazide tartılması ve muhafaza öncesi şeffaf plastik kaplara yerleştirilmesi

2.2.4 Muhafaza

Üç tekerrürlü olarak ambalajlanan örnekler 4 ± 0.5 °C sıcaklık ve $\%85 \pm 5$ oransal nem içeren soğuk hava deposunda 14 gün süre ile muhafaza edilmiştir (Fotoğraf 2.4). Muhafaza süresince 7'şer gün aralıklarla (7. ve 14. günlerde) soğuk hava deposundan çıkarılan mantar örneklerinde ağırlık kaybı, kuru madde miktarı, pH, kül, renk, SÇKM, toplam azot, protein ve mineral element içerikleri tespit edilmiştir. Muhafaza sonrası 14. günde mantar örneklerinin genel görünümü Fotoğraf 2.5'te gösterilmektedir.



Fotoğraf 2.4. Soğuk hava deposunda mantarların muhafazası



Fotoğraf 2.5. Muhafaza sonrası 14. günde mantar örneklerinin genel görünümü

2.2.5 Çalışmada Yapılan Ölçüm ve Analizler

Mantar ağırlığı (g): Sapın ortam yüzeyi ile birleştiği kısımdan kesilerek mantarların (sap + şapka) hassas terazide tartılması ile belirlenmiştir.

Şapka çapı (cm): Şapka çapı dijital kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir.

Sap çapı (mm): Sap çapı dijital kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir.

Sap uzunluğu (cm): Sapın şapka ile ortam yüzeyine bağlandığı yer arasındaki mesafenin dijital kumpas ile ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Ağırlık kaybı (%): Muhafaza süresince oluşan ağırlık kayıpları 0.01 g duyarlılıktaki hassas terazi kullanılarak mantarların muhafaza başlangıcında ve her

analiz döneminde tartılmaları suretiyle belirlenmiştir. Muhafaza süresince ağırlık kayıpları başlangıca göre % olarak hesaplanmıştır (Kim vd., 2006).

Ağırlık kaybının ölçülmesi için;

Ağırlık kaybı (%) = $[(\text{İlk ağırlık} - \text{Son ağırlık}) / \text{İlk ağırlık}] * 100$ formülü kullanılmıştır.

Kuru madde oranı (%): Mantar örnekleri 0.01 g duyarlılıktaki hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlendikten sonra etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş ve etüvden çıkarılan örnekler desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar bekletildikten sonra tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Fotoğraf 2.6). Kuru ağırlığın yaş ağırlığa bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile örneklerin kuru madde oranı tespit edilmiştir (Kacar, 1972).



Fotoğraf 2.6. Kuru madde içeriğinin belirlenmesi

pH: Mantar örneklerinin pH değerleri her tekerrürden 10 g örnek alınarak 40 mL destile su içerisinde 8 saat bekletildikten sonra doğrudan pH metre (Thermo Scientific, Orion Star A111) ile ölçülmüştür (Fotoğraf 2.7).



Fotoğraf 2.7. pH ölçümü

Kül (%): Kül içeriği, kurutulmuş örneklerin gri beyaz kül elde edilene kadar 550 °C’de yaklaşık 8 saat bir kül fırınında yakılmasıyla elde edilmiştir (AOAC, 1990; Fotoğraf 2.8).



Fotoğraf 2.8. Kül içeriğinin belirlenmesi

Solunum hızı ($\text{mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$): Uygulamalara ait mantar örneğinin yaymış olduğu CO_2 miktarı ölçülmüş ve Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 yardımıyla solunum hızı hesaplanmıştır (Raudiene vd., 2017).

$$RR = \frac{\Delta_{CO_2} \times M_{CO_2} \times V_h}{V_m \times m \times \Delta t} \quad (1)$$

$$V_m = \frac{R \times T}{P} \quad (2)$$

Eşitliklerde;

RR : CO₂ solunum hızı, (mgCO₂ kg⁻¹ h⁻¹)

Δ_{CO₂} : ppm düzeyinde CO₂ hacimsel konsantrasyon değişimi, (10⁻⁶ L L⁻¹)

M_{CO₂} : CO₂ gazının moleküler ağırlığı, (44.01 g mol⁻¹)

V_h : Kabın hacmi, (L)

m : Örnek ağırlığı, (g)

Δt : Deney süresi, (h)

V_m : Gazın molar hacmi, (L mol⁻¹)

R : Gaz sabiti, (0.08206 L⁻¹ mol⁻¹ K⁻¹)

T : Sıcaklık, (°K)

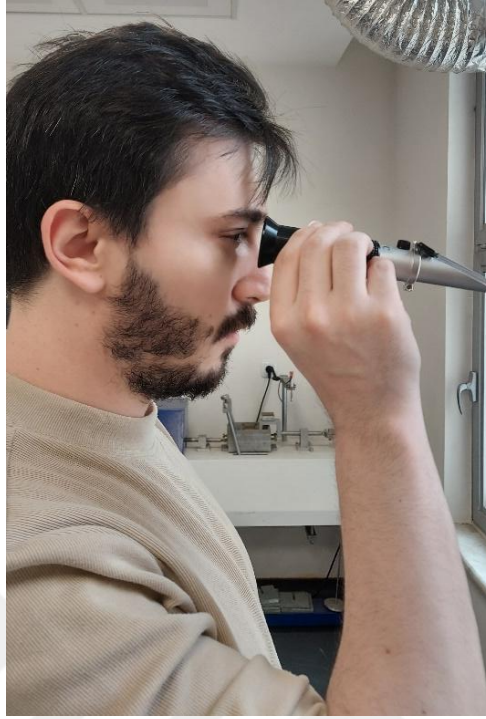
P : Basınç, (atm)

Renk: Mantar örneklerinin renk özellikleri, renk ölçer cihazı (3NH NR60CP) ile L*, a*, b*, C* ve h° renk değerleri okunarak belirlenmiştir (Fotoğraf 2.9).



Fotoğraf 2.9. Mantar renginin ölçümü

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, %): Mantar örneklerinin suyu çıkarıldıktan sonra el refraktometresi (ATC 0-32) ile belirlenmiştir (Fotoğraf 2.10).



Fotoğraf 2.10. Suda çözünebilir kuru madde miktarının ölçümü

Toplam azot (N, %): mantar örnekleri etüvde 65 °C’de kurutulup öğütüldükten sonra örneklerinin azot içeriği Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Protein (%): Mantar örneklerinin protein içeriği, Kjeldahl metoduna göre bulunan azot değerinin 6.25 katsayısı ile çarpılmasıyla tespit edilmiştir (AOAC, 1990).

Makro ve Mikro Elementler: K (%), Mg (%), Ca (%), P (%), Na (%), Zn (ppm), Fe (ppm) ve Mn (ppm) içeriklerinin belirlenmesi için mantar örnekleri etüvde 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Kurutulup öğütülen örnekler yaş yakıldıktan sonra element içerikleri İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES, Perkin-Elmer Optima 7000 DV) cihazında belirlenmiştir.

2.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP 16.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Hasat sonrası uygulama × muhafaza süresi interaksyonu ve hasat sonrası uygulamalara ait istatistiki olarak önemli

bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD (Tukey's Honestly Significant Difference Test) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Muhafaza sürelerinin ortalamaları arasındaki farklılıkları belirlemek için bağımsız t-testi yapılmıştır. Morfolojik özellikler ile ilgili ölçümler 10 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Kimyasal analizler 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır.



3. BULGULAR

3.1 Muhafaza Öncesi Taze *A. bisporus* Mantarının Bazı Morfolojik ve Besinsel Özellikleri

Tablo 3.1, yeni hasat edilmiş *A. bisporus* mantarının muhafaza öncesindeki bazı temel morfolojik ve besinsel özelliklerini göstermektedir. Bu özellikler, mantarın tazeliği ve kalitesini belirleyen önemli parametrelerdir. Taze mantar örneğinin protein, kuru madde, pH, kül, potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyum içerikleri sırasıyla %28.13, %5.72, 5.95, %11.96, %2.58, %1.04, %0.14 ve %0.13 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza öncesi *A. bisporus* mantarının solunum hızı 6.11 mgCO₂ kg⁻¹ h⁻¹ olarak bulunmuş olup, bu durum mantarın metabolik aktivitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek protein, potasyum ve demir içeriği, mantarı besinsel açıdan değerli bir gıda haline getirmektedir. Ayrıca, parlak renk özellikleri ve uygun morfolojik yapısı, tüketici tercihlerini olumlu yönde etkileyebilir.

Tablo 3.1. *A. bisporus* mantarının muhafaza öncesi bazı morfolojik ve besinsel özellikleri.

Özellik	Ortalama ± SD	Özellik	Ortalama ± SD
L*	94.98±4.68	SÇKM (%)	4.95±0.10
a*	0.78±0.12	Kül (%)	11.96±0.85
b*	8.63±0.91	Solunum hızı (mgCO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	6.11±0.64
C*	8.70±0.90	Azot (N, %)	4.50±0.62
h°	84.80±5.43	Potasyum (K, %)	2.58±0.26
Ort. mantar ağırlığı (g)	26.90±5.97	Fosfor (P, %)	1.04±0.12
Şapka çapı (mm)	46.60±3.41	Magnezyum (Mg, %)	0.14±0.06
Sap uzunluğu (mm)	10.85±2.30	Kalsiyum (Ca, %)	0.13±0.03
Sap çapı (mm)	20.86±2.36	Sodyum (Na, %)	0.06±0.04
Protein (%)	28.13±1.21	Demir (Fe, ppm)	113.20±7.24
Kuru madde (%)	5.72±0.17	Mangan (Mn, ppm)	10.20±0.96
pH	5.95±0.14	Çinko (Zn, ppm)	42.70±3.34

SD: Standart sapma

3.2 *A. bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Ağırlık Kaybı Üzerine Etkileri

Hasat sonrası farklı doz ve sürelerde uygulanan UV-B ve UV-C ışınlarının *A. bisporus* mantarında muhafaza süresince ağırlık kaybı üzerindeki etkileri Tablo 3.2’de gösterilmektedir. Ağırlık kaybı bakımından uygulamalar (P<0.05) ve

muhafaza süreleri ($P<0.01$) arasındaki farklılıklar ile uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, uygulama sürelerinin ağırlık kaybına etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.2. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Ağırlık kaybı (%)
Kontrol		7	1.56±0.04f
		14	3.11±0.10a
UV-B	5	7	2.19±0.03d
		14	3.13±0.04a
	10	7	1.92±0.08e
		14	2.56±0.04b
	20	7	0.80±0.05h
		14	2.35±0.05c
UV-C	5	7	0.83±0.03h
		14	2.12±0.02d
	10	7	0.75±0.05h
		14	2.36±0.04c
	20	7	1.05±0.05g
		14	3.10±0.05a
U		Kontrol	2.33±0.25A
		UV-B	2.16±0.23AB
		UV-C	1.70±0.30B
Ortalama	US	5	2.07±0.55
		10	1.90±0.43
		20	1.83±0.68
	MS	7	1.30±0.56B
		14	2.68±0.41A
	U	*	
Önemlilik	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: $P<0.05$, **: $P<0.01$.

UV-C uygulamaları (%1.70) mantarların ağırlık kaybını azaltmada genel olarak daha etkili olmuştur. Özellikle UV-C-5 ve UV-C-10 uygulamaları, 7. ve 14. günlerde en düşük ağırlık kaybı oranlarını göstermiştir. Bu sonuç, UV-C ışınlarının mantarın su kaybını azaltıcı etkisini göstermektedir. UV-B uygulamaları da kontrol grubuna göre ağırlık kaybını azaltmada etkili olmuş, ancak UV-C kadar başarılı olamamıştır. UV-B uygulamalarında ise, UV-B-20 en düşük ağırlık kaybı ile dikkat

çekmiştir. Ancak diğer UV-B uygulamaları, özellikle düşük süreli uygulamalar (UV-B-5), kontrol grubuna göre daha az etkili olmuştur. Kontrol grubunda, ağırlık kaybı en fazla (%2.33) olmuştur. Bu durum, UV ışınlarının mantarların ağırlık kaybını geciktirici bir etkisi olduğunu desteklemektedir. Tüm uygulamalarda 7. günde ağırlık kaybı (%1.30), 14. güne (%2.68) kıyasla önemli oranda daha düşük bulunmuştur. Muhafaza süresinin artması ile (7. günden 14. güne) ağırlık kaybı da artış göstermiştir. Bu durum, muhafaza süresi uzadıkça su kaybının doğal bir sonucu olarak ağırlık kaybının arttığını göstermektedir. Muhafaza süresinin uzaması, ağırlık kaybını artırmıştır, ancak UV ışınları bu kaybı azaltmada etkili olmuştur. UV-C-5 ve UV-C-10 uygulamaları, ağırlık kaybını azaltmada en etkili yöntemler olmuştur. Çalışmada ağırlık kaybı değerleri %0.75-3.13 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek ağırlık kaybı 14. günde kontrol, UV-B-5 ve UV-C-20 uygulamalarında saptanmıştır. En düşük ağırlık kaybı ise 7. günde UV-C-5, UV-C-10 ve UV-B-20 uygulamalarında belirlenmiştir. 14. günde UV-C-5 (%2.12), uygulaması ağırlık kaybını minimize etmiştir. Bu durum, UV-C'nin düşük sürelerde ağırlık kaybını kontrol etmede etkili olduğunu göstermektedir (Tablo 3.2).

3.3 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Protein İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.3'teki istatistiksel analiz sonuçlarına göre, protein içeriği bakımından muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ile uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksiyonu $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, uygulamalar ve uygulama süreleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Protein içeriği UV-B ve UV-C uygulamalarıyla belirgin şekilde değişmiştir. UV-B uygulamaları (%32.50), kontrol grubuna (%31.85) kıyasla protein içeriğinde bir artış sağlamıştır. Bu, UV ışınlarının protein sentezini artırıcı etkisini göstermektedir. Genel olarak, muhafaza süresinin uzamasıyla (7. günden 14. güne) tüm uygulamalarda protein içeriğinde artış gözlenmiştir. Protein içeriği 7. günde %30.25 iken, 14. günde %33.54 olarak tespit edilmiştir. Bu artışın muhafaza sırasında meydana gelen biyokimyasal değişikliklerden kaynaklandığı düşünülebilir. Çalışmada protein içeriğinin %25.00-35.35 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek protein içeriği 14. günde UV-B-10, UV-C-5 ve UV-C-20 uygulamaları ile elde edilmiştir. En düşük protein içeriği ise 7. günde UV-C-10 uygulamasında kaydedilmiştir. Bu durum, UV ışınlarının

türüne ve süresine bağlı olarak protein sentezinde farklı etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının protein içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Protein içeriği (%)
Kontrol		7	31.15±2.13ab
		14	32.55±2.24ab
UV-B	5	7	32.55±3.73ab
		14	33.60±2.15ab
	10	7	32.25±2.10ab
		14	35.00±3.50a
	20	7	28.70±1.57bc
		14	32.90±2.15ab
UV-C	5	7	32.00±2.25ab
		14	35.35±2.12a
	10	7	25.00±2.15c
		14	30.31±1.57abc
	20	7	30.10±2.40abc
		14	35.06±1.65a
Ortalama	U	Kontrol	31.85±1.95
		UV-B	32.50±2.75
		UV-C	31.30±3.87
	US	5	33.38±2.37
		10	30.64±4.23
		20	31.69±2.91
	MS	7	30.25±3.08B
		14	33.54±2.37A
	U	öd	
	US	öd	
Önemlilik	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

3.4 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kül İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.4'teki analiz sonuçlarına göre, uygulamalar (P<0.05) ve muhafaza süreleri (P<0.01) ile uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu (P<0.01) kül içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunmuştur. Ancak, uygulama sürelerinin kül içeriği üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Çalışmada hem UV-B (%16.29) hem de UV-C (%16.63) uygulamaları kontrol grubuna (%14.78) kıyasla kül içeriğini artırmıştır. Bu

sonuçlar, UV uygulamalarının kül içeriği üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. UV-C uygulamaları, kül içeriğini artırmada UV-B uygulamalarından biraz daha etkili olmuştur. Genel olarak, muhafaza süresinin uzamasıyla kül içeriğinde artış gözlenmiştir. Kül içeriği 7. günde %15.03 iken, 14. günde %17.40 olarak tespit edilmiştir. Bu artış, UV ışınlarının etkisiyle oluşan biyokimyasal değişimlere bağlanabilir. Çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak kül içeriği %13.79-18.72 arasında bulunmuştur. UV-B-10 (%18.72), UV-C-5 (%18.45) ve UV-C-20 (%18.63) uygulamaları, 14. günde en yüksek kül içeriğine ulaşmıştır. En düşük kül içeriği 7. günde UV-B-20 uygulamasında %13.79 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının kül içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Kül içeriği (%)
Kontrol		7	14.50±0.52gh
		14	15.05±0.05e-h
UV-B	5	7	15.46±0.22efg
		14	16.34±0.31cde
	10	7	15.92±1.22def
		14	18.72±1.02a
	20	7	13.79±0.15h
		14	17.48±0.12abc
UV-C	5	7	15.38±0.37efg
		14	18.45±0.45ab
	10	7	14.71±0.21fgh
		14	17.14±0.14bcd
	20	7	15.46±0.15efg
		14	18.63±0.13a
Ortalama	U	Kontrol	14.78±0.43B
		UV-B	16.29±1.67AB
		UV-C	16.63±1.59A
	US	5	16.41±1.32
		10	16.62±1.67
		20	16.34±1.94
Önemlilik	MS	7	15.03±0.79B
		14	17.40±1.34A
	UxUSxMS	*	
		öd	
		**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

3.5 A. bisporus Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının pH Değeri Üzerine Etkileri

Tablo 3.5, *A. bisporus* mantarında hasat sonrası uygulanan UV-B ve UV-C ışınlarının pH değerleri üzerindeki etkilerini göstermektedir. Çalışmada uygulamaların ($P<0.05$), muhafaza sürelerinin ($P<0.01$) ve uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksiyonunun ($P<0.01$) pH değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken, uygulama sürelerinin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.5. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının pH değeri üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	pH
Kontrol		7	6.78±0.19abc
		14	6.69±0.17c
UV-B	5	7	6.95±0.11abc
		14	7.17±0.1 abc
	10	7	6.72±0.20bc
		14	7.22±0.22abc
	20	7	6.77±0.10abc
		14	7.25±0.25ab
UV-C	5	7	6.70±0.28c
		14	7.22±0.22abc
	10	7	6.85±0.15abc
		14	7.17±0.17abc
	20	7	6.90±0.13abc
		14	7.28±0.48a
	U	Kontrol	6.74±0.10B
		UV-B	7.01±0.26A
		UV-C	7.02±0.27A
Ortalama	US	5	7.01±0.26
		10	6.99±0.27
		20	7.05±0.29
	MS	7	6.81±0.15B
		14	7.14±0.26A
Önemlilik	U	*	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: $P<0.05$, **: $P<0.01$.

UV-B ve UV-C uygulamaları pH değerlerini kontrole göre artırmıştır. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), pH değerlerinde genel bir artış gözlenmiştir. Bu durum, depolama sırasında mantarların metabolik aktivitelerinin

değişmesiyle açıklanabilir. Bu bulgular, UV ışınlarının mantarların depolama sırasında kimyasal özelliklerini koruma ve iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. pH artışı, mantarların tazelik ve lezzet özelliklerini olumlu etkileyebilir. Çalışmada pH değerleri 6.69 (14. gün kontrol)-7.28 (14. gün UV-C-20) arasında değişmiştir (Tablo 3.5)

3.6 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Analiz sonuçlarına göre, muhafaza süreleri ve interaksiyon (UxUSxMS) etkileri suda çözünabilir kuru madde miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunmuştur ($P<0.01$). Buna karşılık, suda çözünabilir kuru madde miktarı bakımından uygulamalar ve uygulama süreleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. UV-B ve UV-C uygulamalarının kontrole göre suda çözünabilir kuru madde miktarını genel olarak azalttığı görülmektedir. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), tüm uygulamalarda suda çözünabilir kuru madde miktarında azalma gözlenmiştir. Suda çözünabilir kuru madde miktarı 7. günde %4.11 iken, 14. günde %2.96 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça mantarların su kaybı ve metabolik aktivitelerindeki değişiklikler bu azalmaya neden olabilir. Çalışmada en yüksek suda çözünabilir kuru madde miktarı (%4.60) 7. günde UV-C-20 uygulamasında elde edilmiştir. En düşük suda çözünabilir kuru madde miktarı ise 14. günde UV-B-10 uygulamasında (%2.10) kaydedilmiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)
Kontrol		7	4.10±0.16b
		14	3.90±0.05b
UV-B	5	7	3.95±0.14b
		14	3.00±0.03c
	10	7	4.00±0.04b
		14	2.10±0.05c
	20	7	3.95±0.13b
		14	3.00±0.03c
UV-C	5	7	4.05±0.05b
		14	3.20±0.20c
	10	7	4.10±0.05b
		14	3.00±0.03c
	20	7	4.60±0.17a
		14	2.50±0.15d
Ortalama	U	Kontrol	4.00±0.13
		UV-B	3.33±0.72
		UV-C	3.58±0.75
	US	5	3.55±0.48
		10	3.30±0.85
		20	3.51±0.86
	MS	7	4.11±0.23A
		14	2.96±0.54B
	U	öd	
	US	öd	
Önemlilik	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

3.7 *A. bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Tablo 3.7’de görüldüğü gibi, uygulamalar (P<0.05), uygulama süreleri (P<0.05) ve uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu (P<0.01) (P<0.01) kuru madde miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunurken, kuru madde miktarı bakımından muhafaza süreleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. UV-B uygulamaları (%7.04), kontrol grubuna (%6.80) kıyasla kuru madde miktarını artırmıştır. UV uygulamaları arasında en düşük kuru madde miktarı UV-C uygulamasında (%6.73) tespit edilmiştir. Uygulama süreleri incelendiğinde, en yüksek kuru madde miktarı 5 dakika süreyle UV uygulamasından elde edilmiştir. Kuru madde miktarı 10 ve 20

dakika UV uygulamalarında en düşük bulunmuştur. Çalışmada en yüksek kuru madde miktarı 14. günde UV-B-20 uygulamasında (%7.20) belirlenirken, en düşük değerler 14. günde kontrol (%6.43) ve 7. günde UV-C-20 uygulamasında (%6.40) saptanmıştır (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının kuru madde miktarı (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Kuru madde miktarı (%)
Kontrol		7	7.16±0.16ab
		14	6.43±0.20d
UV-B	5	7	7.05±0.05a-d
		14	7.17±0.17ab
	10	7	6.94±0.10a-d
		14	7.15±0.15abc
	20	7	6.74±0.18a-d
		14	7.20±0.21a
UV-C	5	7	6.86±0.27a-d
		14	7.16±0.16ab
	10	7	6.48±0.14cd
		14	6.50±0.52bcd
	20	7	6.40±0.43d
		14	6.99±0.22a-d
U		Kontrol	6.80±0.43AB
		UV-B	7.04±0.20A
		UV-C	6.73±0.38B
Ortalama	US	5	7.06±0.18A
		10	6.77±0.30B
		20	6.83±0.23B
	MS	7	6.80±0.31
		14	6.94±0.38
Önemlilik	U	*	
	US	*	
	MS	öd	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

3.8 *A. bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Solunum Hızı Üzerine Etkileri

Tablo 3.8’de görüldüğü gibi, uygulamalar, muhafaza süreleri ve interaksiyon (UxUSxMS) solunum hızı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (P<0.01). Diğer taraftan, uygulama sürelerinin solunum hızı üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.8. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının solunum hızı ($\text{mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Solunum hızı ($\text{mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$)
Kontrol		7	7.86±0.04b
		14	8.40±0.19a
UV-B	5	7	6.18±0.18d
		14	7.46±0.04c
	10	7	5.14±0.06f
		14	7.32±0.08c
	20	7	4.37±0.03g
		14	5.52±0.12e
UV-C	5	7	4.20±0.05g
		14	5.23±0.16ef
	10	7	4.15±0.04g
		14	5.28±0.13ef
	20	7	5.21±0.21f
		14	5.99±0.09d
Ortalama	U	Kontrol	8.13±0.30A
		UV-B	6.00±1.16B
		UV-C	5.01±0.67C
	US	5	5.77±1.26
		10	5.47±1.21
		20	5.27±0.63
	MS	7	5.30±1.27B
		14	6.46±1.19A
Önemlilik	U	**	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: $P<0.01$.

Uygulamalar arasında UV-B ve UV-C uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla mantarların solunum hızını önemli ölçüde azaltmıştır. UV-C uygulamaları ($5.01 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) solunum hızını azaltmada en etkili bulunmuştur. Kontrol grubunda ise solunum hızının oldukça yüksek ($8.13 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) olduğu saptanmıştır. UV-C uygulamaları, özellikle düşük sürelerde (UV-C-5 ve UV-C-10), mantarların solunum hızını düşürerek metabolik aktivitelerini yavaşlatmada daha etkili olmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), tüm gruplarda solunum hızında artış gözlenmiştir. Bu, depolama süresinin uzamasıyla mantarın metabolik aktivitesinin artmasına bağlanabilir. Ancak UV uygulamaları solunum hızındaki artışı kontrol altında tutmada başarılı olmuştur. Çalışmada en yüksek

solunum hızı kontrol grubunda 7. ve 14. günlerde (sırasıyla 7.86 ve 8.40 mgCO₂ kg⁻¹ h⁻¹) gözlenmiştir. En düşük solunum hızı 7. günde UV-B-20, UV-C-5 ve UV-C-10 uygulamalarıyla elde edilmiştir. Bu, UV-C ışınlarının düşük dozda mantarın metabolizmasını yavaşlatıcı etkisini göstermektedir. Solunum hızı 14. günde yine UV-C-5 uygulamasıyla düşük kalmıştır (Tablo 3.8).

3.9 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının L* Değeri Üzerine Etkileri

Tablo 3.9, *A. bisporus* mantarında hasat sonrası uygulanan UV-B ve UV-C ışınlarının renk parametrelerinden L* (parlaklık) değeri üzerindeki etkilerini incelemektedir. Analiz sonuçlarına göre, muhafaza süresi ve interaksiyon (UxUSxMS) L* değeri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (P<0.01). Buna karşılık, L* değeri üzerine uygulamaların ve uygulama sürelerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Mantarlarının rengi, tüketicilerin satın alma davranışlarını etkileyen en belirgin kalite özelliğidir. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), L* değeri genel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Rengin açıklık ve koyuluğunu ifade eden L* renk değeri (0=Siyah, 100=Beyaz) incelendiğinde 7. günde 91.92 iken, 14. günde 88.17 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek L* değeri 7. günde UV-B-20 uygulamasında gözlenmiştir. En düşük L* değeri ise 14. günde UV-B-5 uygulamasında bulunmuştur. Bu durum, depolama sırasında mantarların yüzeyinde kararmaya veya renk bozulmasına işaret etmektedir (Tablo 3.9). Elde edilen sonuçlar, UV uygulamalarının mantarların renk tonu değişikliklerini kontrol etmede etkili bir araç olduğunu ve ticari depolama süreçlerinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 3.9. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının L* değeri üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	L* değeri
Kontrol		7	92.46±0.80ab
		14	90.50±2.20abc
UV-B	5	7	92.08±1.50ab
		14	84.84±5.83e
	10	7	92.56±0.90ab
		14	86.75±3.66de
	20	7	93.09±1.20a
		14	89.95±1.33a-d
UV-C	5	7	92.47±1.01ab
		14	88.22±3.00cde
	10	7	90.83±1.49abc
		14	88.02±2.24cde
	20	7	89.95±1.63a-d
		14	89.03±1.20bcd
Ortalama	U	Kontrol	91.48±1.90
		UV-B	89.88±4.24
		UV-C	89.74±2.40
	US	5	89.38±4.55
		10	89.54±3.21
		20	90.51±2.03
	MS	7	91.92±1.58A
		14	88.17±3.51B
Önemlilik	U	öd	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

3.10 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının a* Değeri Üzerine Etkileri

Çalışmada a* renk değeri bakımından uygulamalar (P<0.05) ve muhafaza süreleri (P<0.01) arasındaki farklılıklar ile uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu (P<0.01) önemli bulunmuştur. Buna karşılık, a* değeri üzerine uygulama sürelerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif) renk değişimlerini ifade etmektedir. UV uygulamaları arasında en yüksek a* değeri UV-C’de belirlenirken, en düşük a* değeri kontrol grubunda tespit edilmiştir. UV-B (3.58) ve UV-C (3.77) uygulamaları, kontrol grubuna (2.59) kıyasla a* değerini artırmıştır. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), tüm gruplarda a* değeri artış göstermiştir. a* değeri 7. günde 2.42 iken, 14. günde 4.62

olarak tespit edilmiştir. Bu, depolama sırasında mantarın yüzeyinde renk değişikliklerinin oluştuğuna işaret etmektedir. En yüksek a* değeri 14. günde UV-B-5 uygulamasında gözlenmiştir. En düşük a* değeri ise 7. günde UV-B-20 uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 3.10).

Tablo 3.10. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının a* değeri üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	a* değeri
Kontrol		7	2.00±0.38de
		14	3.18±1.34cde
UV-B	5	7	2.35±0.64de
		14	6.35±2.81a
	10	7	2.00±0.37de
		14	5.54±1.91ab
	20	7	1.70±0.37e
		14	3.53±1.11cde
UV-C	5	7	2.02±0.47de
		14	4.54±1.88abc
	10	7	2.95±0.81cde
		14	4.84±1.47abc
	20	7	3.87±1.07bcd
		14	4.38±0.99abc
	U	Kontrol	2.59±0.13B
		UV-B	3.58±1.29AB
		UV-C	3.77±0.52A
Ortalama	US	5	3.82±1.43
		10	3.83±0.89
		20	3.37±0.36
	MS	7	2.42±0.93B
		14	4.62±1.95A
Önemlilik	U	*	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

3.11 *A. bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının b* Değeri Üzerine Etkileri

Tablo 3.11, *A. bisporus* mantarında hasat sonrası uygulanan UV-B ve UV-C ışınlarının renk parametrelerinden b* değeri üzerindeki etkilerini göstermektedir. b* değeri bakımından uygulamalar ve muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ile

uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu önemli bulunmuştur ($P<0.01$). b^* değeri sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini ifade etmektedir.

Tablo 3.11. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının b^* değeri üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	b^* değeri
Kontrol		7	10.87±1.39ef
		14	13.90±1.55bcd
UV-B	5	7	12.17±1.94def
		14	17.92±3.02a
	10	7	11.17±1.34def
		14	17.32±2.35a
	20	7	10.18±1.08f
		14	15.71±2.06abc
UV-C	5	7	11.20±1.49def
		14	16.54±2.35ab
	10	7	13.32±1.44cde
		14	17.69±2.36a
	20	7	15.14±2.27abc
		14	17.50±1.12a
Ortalama	U	Kontrol	12.38±2.11B
		UV-B	14.08±3.64AB
		UV-C	15.23±2.98A
	US	5	14.46±3.61
		10	14.88±3.34
		20	14.63±3.21
Önemlilik	MS	7	12.01±2.21B
		14	16.66±2.48A
		U	**
	UxUSxMS	öd	
		**	
		**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: $P<0.01$.

UV-B ve UV-C uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla b^* değerini artırmıştır. UV uygulamaları arasında en yüksek b^* değeri UV-C’de (15.23) belirlenirken, en düşük b^* değeri kontrolde (12.38) gözlenmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), tüm gruplarda b^* değerinde genel bir artış gözlenmiştir. Bu, depolama sırasında mantarın yüzeyinde sarı tonların daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. Çalışmada b^* değeri 10.18-17.92 arasında değişmiştir. En yüksek b^* değeri 14. günde UV-B-5 uygulamasında tespit

edilmiştir. En düşük b* değeri ise 7. günde UV-B-20 uygulamasında gözlenmiştir (Tablo 3.11).

3.12 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kroma (C*) Değeri Üzerine Etkileri

Analiz sonuçlarına göre, uygulamalar, muhafaza süresi ve interaksyon (UxUSxMS) C* değeri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (P<0.01). Buna karşılık, C* değeri üzerine uygulama sürelerinin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.12. A. *bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının C* değeri üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Kroma (C*)
Kontrol		7	10.97±1.32gh
		14	14.37±1.73c-f
UV-B	5	7	12.40±2.01e-h
		14	19.09±3.74a
	10	7	11.35±1.37fgh
		14	18.22±2.78ab
	20	7	10.32±1.12h
		14	16.11±2.24a-d
UV-C	5	7	11.39±1.54fgh
		14	17.20±2.75abc
	10	7	13.66±1.56d-g
		14	18.36±2.62ab
	20	7	15.64±2.45b-e
		14	18.05±1.26ab
Ortalama	U	Kontrol	12.67±2.30B
		UV-B	14.58±3.11AB
		UV-C	15.72±3.23A
	US	5	15.02±4.10
		10	15.40±3.69
		20	15.03±3.41
Önemlilik	MS	7	12.25±2.35B
		14	17.34±2.87A
	U	**	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

C* değeri renk yoğunluğunu veya doygunluğunu ifade etmektedir. C* değeri büyüdükçe renk daha doymuş ve canlı hale gelir. UV-B ve UV-C uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla C* değerlerini artırmıştır. UV uygulamaları arasında en yüksek C* değeri UV-C’de (15.72) belirlenirken, en düşük C* değeri kontrolde (12.67) gözlenmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), tüm gruplarda C* değerlerinde genel bir artış gözlenmiştir. Bu artış, mantarların depolama sırasında renklerinin yoğunlaşması ile ilişkilendirilebilir. Çalışmada en yüksek C* değeri 14. günde UV-B-5 uygulamasında belirlenmiştir. En düşük C* değeri ise 7. günde UV-B-20 uygulamasında tespit edilmiştir. Bu bulgular, UV uygulamalarının mantarların görsel kalitesini artırmada ve renk tonu değişikliklerini kontrol etmede etkili bir araç olduğunu ve ticari depolama süreçlerinde kullanılabileceğini göstermektedir (Tablo 3.12).

3.13A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Hue Açısı (h°) Değeri Üzerine Etkileri

Çalışmada uygulamaların ve uygulama sürelerinin h° (hue açısı, renk tonu açısı) değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ve uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksiyonu önemli bulunmuştur (P<0.01). UV-B ve UV-C uygulamaları, genel olarak kontrol grubuna kıyasla daha düşük h° değerlerine yol açmıştır. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), h° değeri genel olarak azalmıştır. h° değeri 7. günde 78.94 iken, 14. günde 75.06 olarak belirlenmiştir. Bu durum, depolama sırasında mantarların renk tonunun daha sıcak tonlara kaydığını göstermektedir. Çalışmada UV-B-20 uygulaması, 7. günde en yüksek h° değerini (80.60) sağlamıştır. Bu, yüksek doz UV-B ışınlarının mantarın renginin daha serin tonlarda kalmasına yardımcı olduğunu göstermektedir. UV-B-20 uygulaması, mantarların renk tonunu (serin renk tonlarını koruyarak) en iyi şekilde muhafaza etmiştir. En düşük h° değeri (71.32) 14. günde UV-B-5 uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 3.13). Doğru doz ve süre ile UV uygulamaları, mantarların rengini koruyarak pazarlanabilirliğini artırabilir.

Tablo 3.13. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının h° değeri üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Hue açısı (h°)
Kontrol		7	79.53±1.17ab
		14	77.55±3.73abc
UV-B	5	7	79.20±1.53abc
		14	71.32±5.49e
	10	7	79.88±1.03ab
		14	72.68±3.80de
	20	7	80.60±1.22a
		14	77.62±2.42abc
UV-C	5	7	79.83±1.29ab
		14	75.15±3.97cde
	10	7	77.66±2.17abc
		14	75.03±2.85cde
	20	7	75.90±2.16bcd
		14	76.05±2.57bcd
Ortalama	U	Kontrol	78.54±2.87
		UV-B	76.88±4.64
		UV-C	76.61±3.03
	US	5	76.37±4.85
		10	76.31±3.75
		20	77.54±2.82
	MS	7	78.94±2.13A
		14	75.06±4.15B
Önemlilik	U	öd	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: $P<0.01$.

3.14 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Azot İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.14'teki istatistiksel analiz sonuçlarına göre, azot içeriği bakımından muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ve uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu $P<0.01$ düzeyinde önemli, uygulama süreleri arasındaki farklılıklar ise $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna karşılık uygulamaların azot içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.14. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının azot içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Azot içeriği (%)
Kontrol		7	4.98±0.06cde
		14	5.21±0.17bc
UV-B	5	7	5.21±0.04bc
		14	5.38±0.08ab
	10	7	5.16±0.16bc
		14	5.60±0.24a
	20	7	4.59±0.09f
		14	5.26±0.12bc
UV-C	5	7	5.12±0.13bcd
		14	5.66±0.04a
	10	7	4.00±0.75g
		14	4.85±0.86def
	20	7	4.82±0.82ef
		14	5.61±0.04a
Ortalama	U	Kontrol	5.10±0.14
		UV-B	5.20±0.33
		UV-C	5.01±0.58
	US	5	5.34±0.22A
		10	4.90±0.33B
		20	5.07±0.18B
	MS	7	4.84±0.41B
		14	5.37±0.28A
Önemlilik	U	öd	
	US	*	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

Azot içeriği UV-B ve UV-C uygulamalarıyla belirgin şekilde değişmiştir. UV-B uygulamaları (%5.20), kontrol grubuna (%5.10) kıyasla protein içeriğinde bir artış sağlamıştır. Genel olarak, muhafaza süresinin uzamasıyla (7. günden 14. güne), azot içeriğinde artış gözlenmiştir. Azot içeriği 7. günde %4.84 iken, 14. günde %5.37 olarak tespit edilmiştir. Bu artışın muhafaza sırasında meydana gelen biyokimyasal değişikliklerden kaynaklandığı düşünülebilir. Uygulama süreleri incelendiğinde, en yüksek azot miktarı 5 dakika süreyle UV uygulamasından (%5.34) elde edilmiştir. Azot miktarı 10 ve 20 dakika UV uygulamalarında (sırasıyla, %4.90 ve %5.07) en düşük bulunmuştur. Çalışmada azot içeriğinin %4.00-5.66 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek azot içeriği 14. günde UV-

B-10, UV-C-5 ve UV-C-20 uygulamaları ile elde edilmiştir. Bu bulgular, UV uygulamalarının muhafaza süresi boyunca protein sentezini ve azotlu bileşiklerin korunmasını desteklediğini göstermektedir. En düşük azot içeriği ise 7. günde UV-C-10 uygulamasında kaydedilmiştir. Bu durum, UV ışınlarının türüne ve süresine bağlı olarak protein sentezinde farklı etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Tablo 3.14).

3.15A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Fosfor İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.15, *A. bisporus* mantarlarında hasat sonrası uygulanan UV-B ve UV-C ışınlarının fosfor içeriği üzerindeki etkilerini göstermektedir. Fosfor içeriği bakımından muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ve interaksiyon (UxUSxMS) önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Uygulamalar ve uygulama sürelerinin fosfor içeriğine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. UV-B ve UV-C uygulamaları, fosfor içeriğini kontrol grubuna kıyasla bir miktar artırmıştır. Muhafaza süresi uzadıkça, fosfor içeriğinde belirgin bir artış gözlenmiştir. Çalışmada 14. gündeki fosfor içeriği (%1.39). 7. gündeki fosfor içeriğine (%1.00) göre önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, UV ışınlarının depolama sırasında fosfor birikimi ve korunmasını desteklediğini göstermektedir. Çalışmada fosfor içeriği %0.85-1.50 arasında değişmiştir. UV-B-10, UV-C-5, UV-C-10 ve UV-C-20 uygulamaları muhafaza süresinin sonunda (14. günde) en yüksek fosfor içeriğine ulaşmıştır. En düşük fosfor içeriği, 7. günde UV-B-20 uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 3.15). Bu bulgular, UV ışınlarının mantarların mineral içeriğini artırmak ve muhafaza sırasında besin değerini korumak için etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 3.15. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının fosfor içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Fosfor içeriği (%)
Kontrol		7	1.15±0.05d
		14	1.20±0.02cd
UV-B	5	7	1.22±0.02cd
		14	1.27±0.02bc
	10	7	0.96±0.01e
		14	1.48±0.04a
	20	7	0.85±0.02f
		14	1.33±0.01b
UV-C	5	7	0.98±0.01e
		14	1.50±0.03a
	10	7	0.91±0.02ef
		14	1.47±0.03a
	20	7	0.91±0.02ef
		14	1.45±0.05a
Ortalama	U	Kontrol	1.18±0.04
		UV-B	1.19±0.22
		UV-C	1.20±0.28
	US	5	1.24±0.19
		10	1.20±0.28
		20	1.14±0.27
	MS	7	1.00±0.13B
		14	1.39±0.12A
Önemlilik	U	öd	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

3.16 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Potasyum İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.16’da görüldüğü gibi, uygulama süresi (P<0.05), muhafaza süresi (P<0.01) ve interaksiyon (UxUSxMS) (P<0.01) potasyum içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunmuştur. Ancak potasyum içeriği bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. UV-C uygulaması, potasyum içeriğini kontrol grubuna kıyasla bir miktar artırmıştır. Uygulama süreleri incelendiğinde, en yüksek potasyum içeriği 5 dakika süreyle UV uygulamasından (%3.87) elde edilmiştir. Onu 10 dakika süreyle UV uygulaması yakından takip etmiştir. Potasyum içeriği, 20 dakika UV uygulamasında (%3.23) en düşük bulunmuştur. Muhafaza süresinin uzaması ile, potasyum içeriği de

artmıştır. Ancak bu artış UV ışınlarının etkisiyle daha belirgin hale gelmiştir. Potasyum içeriği 7. günde %3.35 iken, 14. günde %3.86 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek potasyum içeriği 14. günde UV-C-5 (%4.62) uygulamasında elde edilmiştir. Bu sonuç, düşük süreli UV-C (5 dakika) uygulamasının potasyum birikimini destekleyici etkisini ortaya koymaktadır. En düşük potasyum içeriği, 7. günde UV-B-20 (%2.02) uygulamasında gözlenmiştir (Tablo 3.16). Bu bulgular, UV uygulamalarının depolama sırasında mineral içeriğini koruma ve artırma etkisini desteklediğini göstermektedir.

Tablo 3.16. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C potasyum içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Potasyum içeriği (%)
Kontrol		7	3.89±0.13cd
		14	3.48±0.11def
UV-B	5	7	4.13±0.13bc
		14	3.42±0.20ef
	10	7	3.34±0.20ef
		14	4.42±0.09ab
	20	7	2.02±0.02g
		14	3.54±0.12def
UV-C	5	7	3.31±0.24ef
		14	4.62±0.20a
	10	7	3.26±0.26f
		14	3.70±0.18de
	20	7	3.52±0.02def
		14	3.84±0.17cd
Ortalama	U	Kontrol	3.69±0.24
		UV-B	3.48±0.79
		UV-C	3.71±0.48
	US	5	3.87±0.58A
		10	3.68±0.50AB
		20	3.23±0.66B
	MS	7	3.35±0.65B
		14	3.86±0.46A
	U	öd	
	US	*	
Önemlilik	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

3.17 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Magnezyum İçeriği Üzerine Etkileri

Analiz sonuçlarına göre, muhafaza süresi ve interaksiyon (UxUSxMS) magnezyum içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunmuştur ($P<0.01$). Diğer taraftan, uygulamalar ve uygulama sürelerinin magnezyum içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.17. A. *bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının magnezyum içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Magnezyum içeriği (%)
Kontrol		7	0.16±0.02def
		14	0.16±0.01def
UV-B	5	7	0.17±0.02cde
		14	0.18±0.01bcd
	10	7	0.14±0.01efg
		14	0.20±0.02abc
	20	7	0.12±0.01g
		14	0.21±0.03ab
UV-C	5	7	0.15±0.02d-g
		14	0.22±0.03a
	10	7	0.14±0.02efg
		14	0.20±0.02abc
	20	7	0.13±0.01fg
		14	0.21±0.02ab
Ortalama	U	Kontrol	0.16±0.01
		UV-B	0.17±0.03
		UV-C	0.18±0.04
	US	5	0.18±0.03
		10	0.17±0.03
		20	0.17±0.05
Önemlilik	MS	7	0.14±0.02B
		14	0.20±0.02A
		öd	
	UxUSxMS	öd	
		**	
		**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: $P<0.01$.

UV-B ve UV-C uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla magnezyum içeriğini bir miktar artırmıştır. Bu durum, UV ışınlarının depolama sırasında magnezyumun korunmasına ve birikmesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Muhafaza süresi uzadıkça, magnezyum içeriğinde de genel bir artış gözlenmiştir ve UV

uygulamaları bu artışı desteklemiştir. Çalışmada 14. gündeki magnezyum içeriği (%0.20). 7. gündeki magnezyum içeriğine (%0.14) göre önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. UV-C-5 uygulaması, 14. gün itibarıyla en yüksek magnezyum içeriğini (%0.22) sağlamıştır. En düşük magnezyum içeriği 7. günde UV-B-20 (%0.12) uygulamasında görülmüştür (Tablo 3.17).

3.18 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkileri

Kalsiyum içeriği bakımından uygulama süreleri ve muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ile interaksiyon (UxUSxMS) önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bununla birlikte, kalsiyum miktarı üzerine uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır. Uygulama sürelerinin etkisi incelendiğinde, en yüksek kalsiyum içeriği 5 dakika süreyle UV uygulamasından elde edilmiştir. Diğer taraftan, kalsiyum içeriği 10 ve 20 dakika UV uygulamalarında en düşük bulunmuştur. Bu sonuç, düşük süreli UV ışınlarının kalsiyum birikimini artırıcı etkisini göstermektedir. Genel olarak kalsiyum içeriği muhafaza süresinin uzamasıyla artmış ve UV uygulamaları bu artışı desteklemiştir. Kalsiyum içeriği 7. günde %0.11 iken, 14. günde %0.22 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kalsiyum içeriği %0.05-0.33 arasında değişmiştir. En yüksek kalsiyum içeriği 14. günde UV-C-5 (%0.32) ve UV-B-5 (%0.33) uygulamalarında elde edilirken, en düşük kalsiyum içeriği 7. günde UV-B-20 (%0.05) ve UV-C-20 (%0.06) uygulamalarında görülmüştür (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının kalsiyum içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Kalsiyum içeriği (%)
Kontrol		7	0.16±0.01c
		14	0.17±0.01c
UV-B	5	7	0.18±0.02c
		14	0.33±0.04a
	10	7	0.07±0.01de
		14	0.17±0.01c
	20	7	0.05±0.01e
		14	0.18±0.02c
UV-C	5	7	0.17±0.01c
		14	0.32±0.03a
	10	7	0.09±0.01d
		14	0.16±0.01c
	20	7	0.06±0.01e
		14	0.23±0.03b
Ortalama	U	Kontrol	0.17±0.02
		UV-B	0.16±0.09
		UV-C	0.17±0.08
	US	5	0.25±0.08A
		10	0.12±0.04B
		20	0.13±0.08B
	MS	7	0.11±0.05B
		14	0.22±0.07A
Önemlilik	U	öd	
	US	**	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

3.19A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Sodyum İçeriği Üzerine Etkileri

Sodyum içeriği bakımından muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ve interaksiyon (UxUSxMS) önemli (P<0.01) iken, uygulamalar ve uygulama süreleri arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu saptanmıştır. Muhafaza süresi uzadıkça (7. günden 14. güne), genel olarak sodyum içeriği de artmıştır. Çalışmada 14. gündeki sodyum içeriği (%0.08). 7. gündeki sodyum içeriğine (%0.05) göre önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. UV ışın uygulamalarına, uygulama sürelerine ve muhafaza sürelerine bağlı olarak sodyum içeriği %0.03-0.09 arasında değişmiştir. UV-B-5, UV-B-10 ve UV-C-10 uygulamaları, 14. günde en yüksek sodyum

içeriğine ulaşmıştır. En düşük sodyum içeriği ise 7. günde UV-B-10, UV-B-5 ve UV-C-20 uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 3.19).

Tablo 3.19. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının sodyum içeriği (%) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Sodyum içeriği (%)
Kontrol		7	0.07±0.01b
		14	0.08±0.02ab
UV-B	5	7	0.08±0.02ab
		14	0.09±0.03a
	10	7	0.03±0.01d
		14	0.09±0.03a
	20	7	0.04±0.01cd
		14	0.08±0.02ab
UV-C	5	7	0.03±0.01d
		14	0.08±0.02ab
	10	7	0.05±0.01c
		14	0.09±0.03a
	20	7	0.03±0.01d
		14	0.08±0.02ab
Ortalama	U	Kontrol	0.08±0.01
		UV-B	0.07±0.03
		UV-C	0.06±0.02
	US	5	0.07±0.02
		10	0.07±0.02
		20	0.06±0.01
	MS	7	0.05±0.01B
		14	0.08±0.02A
	U	öd	
	US	öd	
Önemlilik	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

3.20 *A. bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Demir İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.20, UV-B ve UV-C ışınlarının farklı uygulama sürelerinde ve muhafaza sürelerinde *A. bisporus* mantarlarının demir içeriği üzerindeki etkilerini göstermektedir. Uygulamalar, muhafaza süresi ve interaksiyonun (UxUSxMS) demir içeriği üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (P<0.01). Bununla birlikte, uygulama sürelerinin demir içeriği üzerine etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.20. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının demir içeriği (ppm) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Demir içeriği (ppm)
Kontrol		7	125.70±5.32de
		14	103.40±3.43e
UV-B	5	7	166.60±20.12d
		14	47.30±3.48f
	10	7	249.20±21.12c
		14	101.10±2.65e
	20	7	392.90±20.54a
		14	136.20±8.61de
UV-C	5	7	365.60±30.32a
		14	270.90±10.77bc
	10	7	313.90±13.50b
		14	229.20±20.54c
	20	7	273.80±10.77bc
		14	231.70±20.47c
Ortalama	U	Kontrol	114.55±22.76B
		UV-B	182.22±34.13B
		UV-C	280.85±40.25A
	US	5	212.60±68.40
		10	223.35±51.44
		20	258.65±66.13
	MS	7	269.67±62.12A
		14	159.97±45.19B
Önemlilik	U	**	
	US	öd	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, **: P<0.01.

UV-B ve UV-C uygulamaları, demir içeriğini kontrol grubuna kıyasla önemli oranda artırmıştır. UV-C uygulamaları, demir içeriğini artırmada UV-B uygulamalarından daha etkili olmuştur. UV uygulamaları arasında en yüksek demir içeriği UV-C’de (280.85 ppm) elde edilirken, en düşük demir içeriği kontrolde (114.55 ppm) saptanmıştır. Çalışmada tüm gruplarda 7. günde demir içeriği (269.67 ppm), 14. güne (159.97 ppm) kıyasla önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte demir içeriğinde bir azalma olduğunu göstermektedir. Bu durum, depolama sırasında mineral kaybının doğal bir sonucu olabilir. Ancak UV uygulamaları bu kaybı belirli ölçüde engellemektedir. En yüksek demir içeriği 7. günde UV-B-20 (392.90 ppm) ve UV-C-5 (365.60 ppm) uygulamalarında ölçülmüştür. Bu, uzun süreli UV-B ve düşük

sürekli UV-C'nin demir içeriğini artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu durum, UV ışınlarının muhafaza sırasında demir birikimi üzerindeki olumlu etkisini vurgulamaktadır. En düşük demir içeriği, 14. günde UV-B-5 uygulamasında (47.30 ppm) tespit edilmiştir. Genel olarak, UV-B ve UV-C uygulamaları, *A. bisporus* mantarının demir içeriği üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Özellikle UV-B-20 ve UV-C-5 uygulamaları, demir içeriğinde belirgin artışlar sağlamıştır (Tablo 3.20). Bu bulgular, UV ışınlarının *A. bisporus* mantarının demir içeriğini artırmak ve muhafaza sırasında mineral kaybını önlemek için etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır

3.21 A. *bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Mangan İçeriği Üzerine Etkileri

Tablo 3.21'deki analiz sonuçlarına göre, uygulamalar ($P<0.01$), muhafaza süreleri ($P<0.05$) ve uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksiyonu ($P<0.01$) mangan içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip bulunmuştur. Ancak, uygulama sürelerinin mangan içeriği üzerindeki etkilerinin önemsiz olduğu saptanmıştır. Kontrol grubunda mangan içeriği, UV uygulamalarına kıyasla daha düşük seviyede kalmıştır. UV-C uygulamaları, mangan içeriğini artırmada UV-B uygulamalarına göre daha etkili olmuştur. UV uygulamaları arasında en yüksek mangan içeriği UV-C'de (14.43 ppm) elde edilirken, en düşük mangan içeriği kontrolde (11.75 ppm) saptanmıştır. Özellikle UV-C-5 ve UV-C-20 uygulamaları yüksek mangan birikimi sağlamıştır. Bu durum, UV-C ışınlarının mangan birikimi üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir. Çalışmada 7. günde mangan içeriği (13.04 ppm), 14. güne (13.94 ppm) kıyasla önemli oranda daha düşük bulunmuştur. Bu durum, muhafaza süresi uzadıkça mangan içeriğinin arttığını göstermektedir. Bu artış, UV uygulamalarının etkisiyle daha belirgin hale gelmiştir. Çalışmada en yüksek mangan içeriği 14. günde UV-C-5 ve UV-C-20 uygulamalarında (sırasıyla 16.00 ve 16.10 ppm) gözlenmiştir. En düşük mangan içeriği ise 7. günde kontrol grubunda (11.20 ppm) kaydedilmiştir (Tablo 3.21). Bu bulgular, UV ışınlarının mangan birikimini desteklediğini ve muhafaza sırasında içeriğin korunmasını sağladığını göstermektedir.

Tablo 3.21. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının mangan içeriği (ppm) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Mangan içeriği (ppm)
Kontrol		7	11.20±0.05f
		14	12.30±0.06e
UV-B	5	7	13.50±0.15d
		14	12.20±0.04e
	10	7	13.30±0.21d
		14	13.20±0.25d
	20	7	12.00±0.58e
		14	14.60±0.21bc
UV-C	5	7	14.70±0.37b
		14	16.00±0.15a
	10	7	14.10±0.17c
		14	13.20±0.21d
	20	7	12.50±0.05e
		14	16.10±0.15a
Ortalama	U	Kontrol	11.75±0.60C
		UV-B	13.13±0.91B
		UV-C	14.43±1.38A
	US	5	14.10±1.48
		10	13.45±0.42
		20	13.80±1.74
	MS	7	13.04±1.17B
		14	13.94±1.56A
Önemlilik	U	**	
	US	öd	
	MS	*	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

3.22 *A. bisporus* Mantarında Hasat Sonrası UV-B ve UV-C Uygulamalarının Çinko İçeriği Üzerine Etkileri

Çinko içeriği bakımından uygulama süreleri arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemli, muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar ve uygulama x uygulama süresi x muhafaza süresi interaksyonu ise P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların çinko içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubunda çinko içeriği UV uygulamalarına kıyasla daha düşük seviyede kalmıştır. Uygulama sürelerinin etkisi incelendiğinde, en yüksek çinko içeriği 5 ve 10 dakika süreyle UV uygulamalarından (sırasıyla 56.10 ve 57.63 ppm) elde edilmiştir. Diğer taraftan, çinko içeriği 20 dakika UV

uygulamasında (42.05 ppm) en düşük bulunmuştur. Bu sonuç, düşük ve orta süreli UV ışınlarının çinko birikimini artırıcı etkisini göstermektedir. Muhafaza sürelerinin etkisi incelendiğinde, 14. gündeki çinko içeriği (62.54 ppm), 7. gündeki çinko içeriğine (39.87 ppm) göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça çinko içeriği artış göstermiştir ve UV uygulamaları bu artışı desteklemiştir. Çalışmada en yüksek çinko içeriği 14. günde UV-B-10 (78.70 ppm) ve UV-C-5 (76.30 ppm) uygulamalarında tespit edilmiştir. Bu durum, UV ışınlarının muhafaza sırasında çinko birikimi üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir. En düşük çinko içeriği ise 7. günde UV-B-20 (22.40 ppm) ve UV-C-20 (21.30 ppm) uygulamalarında gözlenmiştir (Tablo 3.22).

Tablo 3.22. *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C uygulamalarının çinko içeriği (ppm) üzerine etkileri.

Uygulama (U)	Uygulama süresi (US)	Muhafaza süresi (MS)	Çinko içeriği (ppm)
Kontrol		7	43.10±1.73d
		14	50.70±1.15cd
UV-B	5	7	48.90±2.15d
		14	50.50±0.58cd
	10	7	51.10±3.73cd
		14	78.70±2.17a
	20	7	22.40±2.15e
		14	63.40±3.73b
UV-C	5	7	48.70±4.31d
		14	76.30±2.94a
	10	7	43.60±3.73d
		14	57.10±3.32bc
	20	7	21.30±2.54e
		14	61.10±2.15b
Ortalama	U	Kontrol	46.90±4.75
		UV-B	52.50±11.40
		UV-C	51.35±9.56
	US	5	56.10±12.47A
		10	57.63±13.86A
		20	42.05±15.21B
Önemlilik	MS	7	39.87±12.22B
		14	62.54±10.94A
	U	öd	
	US	*	
	MS	**	
	UxUSxMS	**	

U: Uygulama, US: Uygulama süresi, MS: Muhafaza süresi, öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, *A. bisporus* mantarının hasat sonrası UV-B ve UV-C ışınlarına maruz bırakılması ile ağırlık kaybı, protein içeriği, mineral kompozisyonu, pH değeri ve renk özellikleri gibi kalite parametrelerindeki değişimler detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Taze hasat edilmiş *A. bisporus* mantarının ilk analizi, bazı morfolojik ve besinsel özelliklerini ortaya koymuştur. Yüksek protein içeriği (%28.13) ile önemli potasyum (%2.58) ve demir (113.20 ppm) seviyeleri, *A. bisporus*'un bir gıda kaynağı olarak besin değerini vurgulamaktadır. Yüksek solunum hızıyla ($6.11 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) gözlemlenen yüksek metabolik aktivite, bu mantarın son derece bozulabilir olduğunu ve depolama sırasında kalitesini korumak için etkili muhafaza yöntemlerinin gerekli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada *A. bisporus* mantarının besinsel kompozisyonu ile ilgili elde edilen bulgular Miles ve Chang (2004), Valverde vd. (2015), Rahi ve Malik (2016) ve Sönmez vd.'nin (2016) bulguları ile uyumlu bulunmuştur.

UV-C ışınlarının muhafaza sırasında *A. bisporus* mantarının ağırlık kaybını UV-B'ye kıyasla daha etkin bir şekilde azalttığı gözlenmiştir. Özellikle UV-C-5 ve UV-C-10 uygulamaları, 14 günlük muhafaza süresinde en düşük ağırlık kaybı oranlarını sağlamıştır. UV-B uygulamaları da ağırlık kaybını azaltmada kontrole göre etkili olmakla birlikte, UV-C kadar başarılı olmamıştır. Muhafaza süresinin uzaması, ağırlık kaybını artırmıştır, ancak UV ışınları bu kaybı kontrol altında tutmada yardımcı olmuştur. Bu durum, UV ışınlarının su kaybını azaltıcı etkisini göstermektedir. Bu bulgular, mantarların ticari muhafaza süreçlerinde UV ışınlarının ağırlık kaybını azaltarak tazeliklerini ve ticari değerlerini koruma açısından etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Mantarların muhafazası sırasında meydana gelen ağırlık kayıpları, kalite düşüşünün temel göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Khan vd., 2015). Barkai-Golan ve Follet'e (2017) göre, mantarların hasat sonrası depolanması sırasında karşılaşılan temel sorunlardan biri, su kaybı nedeniyle hızlı dehidrasyon ve dolayısıyla ağırlık kaybıdır. Hasattan sonra mantarların nem içeriği kademeli olarak azalır ve bununla birlikte ağırlık da kaybolur (Kumar vd., 2013). Mantarların terleme hızını kontrol edemeyecek kadar ince bir epidermal tabakaya sahip olmaları ve yüksek solunum hızları, muhafaza sırasında ağırlık kaybının

artmasına ve raf ömürlerinin kısılmasına yol açmaktadır (Cliffe-Byrnes ve O’Beirne, 2008; Jiang vd., 2013). Taze mantarların raf ömrünü uzatmak için, su kaybı belirli bir düşük seviyede kontrol edilmelidir (Gantner vd., 2017). Su kaybı taze mantar ağırlığının %5’ine ulaştığında mantarlar bozulmuş olarak kabul edilir (Mahajan vd., 2008). Bulgularımızla uyumlu olarak, daha önceki araştırmalar da farklı mantar türlerinde muhafaza süresi boyunca ağırlık kaybının düzenli bir şekilde arttığını ortaya koymuştur (Sarıçam, 2008; Jafri vd., 2013, Lagnika vd., 2014; Khan vd., 2015; Olotu vd., 2015; Gupta ve Bhat, 2016; Ventura-Aguilar vd., 2017; Çavuşoğlu, 2018; Şahin, 2023). Önceki çalışmalarda *A. bisporus* mantarının 4 °C’de 12 gün süreyle muhafaza edilmesi sonucunda ağırlık kaybının %0.49-8.22 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Aday, 2016; Gupta ve Bhat, 2016). Elde ettiğimiz bulgular, önceki çalışmalarla uyum göstermektedir. Kalaras vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada hasat sonrası UV ışık uygulanan ve 3 °C’de 11 gün muhafaza edilen *A. bisporus* mantarında ağırlık kaybının muhafaza süresince arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca UV uygulanan mantarlarda ağırlık kaybının kontrole göre bir miktar attığı fakat bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Başka bir çalışmada, taze kesilmiş brokkolide hasat sonrası UV-C uygulamalarının soğukta muhafaza süresince kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmış olup, UV-C uygulamasında ağırlık kaybı kontrole göre önemli oranda daha düşük bulunmuştur (Ünal vd., 2022). UV ışınlarının hücre zarlarını stabilize ederek ve terleme oranlarını azaltarak su kaybını azaltabileceği vurgulanmaktadır (Cumhur, 2022).

UV ışınlarının protein içeriği üzerinde olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle UV-B uygulamaları genel olarak kontrol grubuna kıyasla *A. bisporus*’un protein içeriğini artırmıştır. En yüksek protein içeriği 14. günde UV-B-10, UV-C-5 ve UV-C-20 uygulamaları ile elde edilmiştir. Bu durum, UV ışınlamasının depolama sırasında protein sentezini artırabileceğini veya protein bozulmasını azaltabileceğini göstermektedir. Muhafaza süresi uzadıkça protein içeriğinde önemli bir artış gözlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca protein içeriğindeki artış, mantarların biyokimyasal aktivitelerinin depolama sırasında devam ettiğini göstermektedir.

Protein içeriği, mantar kalitesini belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Sulieman vd. (2019), mantarın besin değerini artıran en önemli faktörün yüksek protein içeriği olduğunu belirtmişlerdir. *A. bisporus* mantarının zengin bir protein

kaynağı olduğu ifade edilmektedir (Bengü vd., 2019; Öztürk ve Eyiler Kaya, 2022). Mantarların protein ve şeker içeriğindeki düşüşler, hasat sonrası dönemde meydana gelen bozulmanın en belirgin göstergelerinden biridir (Burton vd., 1997). Bizim sonuçlarımızla uyumlu olarak, Sarıçam (2008), *A. bisporus* mantar türü üzerinde yaptığı çalışmada, muhafaza süresi uzadıkça protein içeriğinin arttığını belirlemiştir. Benzer bir şekilde, Ozturk vd. (2021), 0 °C’de 12 gün boyunca muhafaza edilen *Cantharellus cibarius* mantarında, depolama süresi ilerledikçe protein miktarında belirgin artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Şahin (2023) 4 °C’de 14 gün süre ile muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında istatistiksel olarak önemli farklılık gözlenmemekle birlikte, muhafaza süresince protein miktarında artışların gözlendiğini bildirmiştir. Öte yandan, Ramdas (2012) ve Li vd. (2021), farklı depolama sıcaklıklarında muhafaza edilen *Pleurotus* mantar türlerinde, depolama süresi uzadıkça protein içeriğinin azaldığını rapor etmişlerdir. Duan vd. (2010) ve Mami vd. (2014) ışınlanmış *A. bisporus*’ta depolama sırasında protein içeriğinin daha yüksek oranda korunduğunu rapor etmişlerdir. Hasat sonrası farklı mesafelerde farklı sürelerle farklı UV ışınları (UV-A, UV-B ve UV-C) ile ışınlamanın *A. bisporus* mantarının besin bileşimi üzerindeki etkisini araştıran Bhasin vd. (2019), mantarın protein içeriğinde önemli bir etki gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Genel mineral yoğunluğunun göstergesi olan kül içeriği de UV uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Çalışmada hem UV-B hem de UV-C uygulamaları kontrol grubuna kıyasla kül içeriğini artırmıştır. UV-C uygulamaları, kül içeriğini artırmada UV-B uygulamalarından biraz daha etkili olmuştur. Bu durum, UV uygulamalarının kül içeriği üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Kül içeriği, mantarın mineral içeriği hakkında bilgi verdiğinden, bu artış özellikle ticari değer açısından önemlidir. Bu bulgular, UV ışınlarının muhafaza edilen mantarların kimyasal ve besinsel özelliklerini koruma ve geliştirme potansiyelini desteklemektedir. Genel olarak, muhafaza süresinin uzamasıyla kül içeriğinde artış gözlenmiştir. Bu artış, UV ışınlarının etkisiyle oluşan biyokimyasal değişimlere bağlanabilir.

Ramdas (2012), depolama süresi boyunca mantarların kül içeriğinde meydana gelen değişimin, mineral içeriğinde görülen değişimleri doğrudan etkilediğini ifade etmiştir. Bu çalışmadaki bulgulara benzer şekilde, Ozturk vd. (2021), 0 °C’de 12 gün boyunca depolanan *Cantharellus cibarius* mantarında,

muhafaza süresi uzadıkça su kaybının doğal bir sonucu olarak kül miktarında belirgin artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Şahin (2023) 4 °C’de 14 gün süre ile muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında istatistiksel olarak önemli farklılık gözlenmemekle birlikte, muhafaza süresince kül miktarında artışların gözlemlendiğini bildirmiştir. Öte yandan, Ramdas (2012), farklı depolama sıcaklıklarında (0-3, 3-5 ve 8-10 °C) depolanan *Pleurotus* mantar türlerinde, depolama süresinin uzamasıyla birlikte kül içeriğinin azaldığını tespit etmiştir. Hasat sonrası farklı mesafelerde farklı sürelerle farklı UV ışınları (UV-A, UV-B ve UV-C) ile ışınlamanın *A. bisporus* mantarının besin bileşimi üzerindeki etkisini araştıran Bhasin vd. (2019), UV radyasyonunun mantarın kül içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular, bu sonuçlarla uyumlu bir görünüm sergilemektedir. Başka bir çalışmada, Simon vd. (2011), *A. bisporus*’ta UV-B ışınlamanın kül içeriğinde önemli değişikliklere neden olmadığını bildirmiştir.

UV uygulamaları, mantarların pH değerlerini kontrol grubuna kıyasla artırmıştır. Özellikle uzun süreli UV uygulamaları (UV-C-20 ve UV-B-20), pH değerindeki artışta etkili olmuştur. Ayrıca, muhafaza süresi uzadıkça, pH değerlerinde genel bir artış gözlenmiştir. pH’daki bu artış, UV ışınımının neden olduğu metabolik aktivitelerdeki ve biyokimyasal süreçlerdeki değişikliklerle ilişkilendirilebilir. pH seviyesinin kontrolü, mantarların mikrobiyal kontaminasyona karşı direncini artırır ve duyuşal özelliklerini (tat, koku, doku vb.) korur.

Depolama süresi boyunca pH’da meydana gelen değişim, mikroorganizmaların çoğalması ve buna bağlı olarak organik asitlerin üretilmesiyle ilişkilendirilmektedir (Heard, 2002). Çavuşoğlu (2018), bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumlu olarak, *A. bisporus* mantarının 4 °C’de 20 gün boyunca muhafazası sonucunda, pH değerinin başlangıç seviyesine göre yükseldiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Villaescusa ve Gil (2003), *P. ostreatus* mantarının 4 °C’de 7 gün depolanmasının ardından pH değerinin başlangıç seviyesine kıyasla arttığını bildirmişlerdir. Şahin (2023) yürüttüğü çalışmada 4 °C’de 14 gün süre ile muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında muhafaza süresinin artması ile pH değerinin de arttığını tespit etmiştir. Pataro vd. (2015) hasat sonrası UV-C uygulanan domatestede pH değerinin UV-C ışık uygulamasından sonra ve depolama süresince hemen hemen aynı kaldığını rapor etmiştir.

UV-B ve UV-C uygulamalarının kontrole göre SÇKM miktarını genel olarak azalttığı saptanmıştır. Muhafaza süresinin artması ile birlikte, tüm uygulamalarda SÇKM miktarında azalma gözlenmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça mantarların su kaybı ve metabolik aktivitelerindeki değişiklikler bu azalmaya neden olabilir.

Mantarlarda suda çözünebilir kuru madde içeriğinin büyük bir kısmını şekerler oluşturmaktadır. Depolama süresince solunum sırasında şekerlerin parçalanarak miktarlarının azaldığı bilinmektedir. Bu durum, solunum aktivitesi yüksek olan mantarların kısa raf ömrüne sahip olmasının başlıca nedenlerinden biridir. Ayrıca, hızlı metabolik aktivite nedeniyle şekerler oksitlenmekte ve depolama süresi uzadıkça daha fazla kayıp yaşanmaktadır (Ares vd., 2007). Bu çalışmada elde edilen bulgularla uyumlu olarak, *A. bisporus* mantarının 4 °C’de 20 gün boyunca muhafazası sonucunda, çözünebilir kuru madde miktarının başlangıç seviyesine kıyasla azaldığı belirlenmiştir (Çavuşoğlu, 2018). Villaescusa ve Gil (2003), *P. ostreatus* mantarının 4 °C’de 7 gün muhafazasının ardından SÇKM miktarının başlangıç seviyesine göre azaldığını tespit etmişlerdir. Wang vd. (2017) hasat sonrası UV-C uygulamasının 15 gün boyunca 4 °C’de muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar UV-C uygulamasının kontrole kıyasla SÇKM içeriğinde daha yavaş değişimlere neden olduğunu ve UV-C uygulamasının kontrole göre SÇKM içeriğini artırdığını ifade etmişlerdir. Ünal vd. (2022) taze kesilmiş brokkolide hasat sonrası UV-C uygulamalarının soğukta muhafaza süresince kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlar ve UV-C uygulamasının SÇKM miktarını kontrole göre bir miktar artırdığını bildirmişlerdir. Charles vd. (2005) ve Vicente vd. (2005) hasat sonrası UV uygulanan domates ve biberde depolama süresince SÇKM içeriği bakımından kontrol ve UV uygulaması arasında önemli bir farklılık gözlenmediğini ifade etmişlerdir. Parça (2023), siyah havuçta yaptığı çalışmada UV uygulamalarının kontrole göre SÇKM miktarını artırdığını, en yüksek SÇKM’nin UV-A’da tespit edildiğini bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca muhafaza süresinin artması ile SÇKM miktarının azaldığını ifade etmiştir.

UV-B uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla kuru madde miktarını artırmıştır. Uygulama süreleri incelendiğinde, en yüksek kuru madde miktarı 5 dakika süreyle UV uygulamasından elde edilmiştir. Kuru madde miktarı 10 ve 20

dakika UV uygulamalarında en düşük bulunmuştur. Çalışmada en yüksek kuru madde miktarı 14. günde UV-B-20 uygulamasında belirlenmiştir.

Jiang vd. (2012), solunum sırasında kuru madde tüketildiği için depolama süresince kuru madde miktarının azalmasının doğal bir sonuç olduğunu ifade etmiştir. Şahin (2023) yürüttüğü çalışmada 4 °C’de 14 gün süre ile muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında muhafaza süresinin artması ile birlikte kuru madde miktarının azaldığını tespit etmiştir. Diğer taraftan, Ozturk vd. (2021), 0 °C’de 12 gün boyunca depolanan *Cantharellus cibarius* mantarında, muhafaza süresinin ilerlemesiyle kuru madde miktarında belirgin artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir.

UV-B ve UV-C uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla mantarların solunum hızını önemli ölçüde azaltmıştır. UV-C uygulamaları, özellikle düşük sürelerde (UV-C-5 ve UV-C-10), mantarların solunum hızını azaltmada daha etkili olmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça, solunum hızında önemli bir artış gözlenmiştir. Bu durum, depolama süresinin uzamasıyla mantarın metabolik aktivitesinin artmasına bağlanabilir. Ancak UV uygulamaları mantarların solunum hızını önemli ölçüde azaltmıştır. Solunum hızındaki bu azalma, metabolik aktivitelerde bir yavaşlamaya işaret eder ve bu da raf ömrünü uzatmaya ve depolama sırasında mantarların kalitesini korumaya yardımcı olabilir. Bu bulgular, UV ışınlarının mantarların depolama sırasında metabolik süreçlerini kontrol ederek tazeliklerini ve raf ömürlerini artırabileceğini göstermektedir

Solunum, taze mantarların potansiyel fizyolojik yaşlanma süreci için iyi bir göstergedir. Mantarlardaki solunum hızı sebzelere ve meyvelere göre nispeten daha yüksektir (Mistriotis vd., 2016; Singh vd., 2010; Wei vd., 2017). Mantarın solunum hızı depolama sıcaklığından, depolama süresinden ve mantarların dilimler halinde kesilip kesilmediğinden etkilenir (Azevedo vd., 2015). Daha yüksek depolama sıcaklığı, hasat sonrası dönemde mantarda daha yüksek solunum hızına yol açar. Xu vd. (2016), 4 °C’de %90 bağıl nemde depolanan *A. bisporus*’un solunum hızı yaklaşık 2.5 mg kg⁻¹ h⁻¹ iken, 20 ± 2 °C’de %70 ± 5 bağıl nemde 3 günlük depolamadan sonra yaklaşık 4.7 mg kg⁻¹ h⁻¹’e yükseldiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca depolama sırasında solunum hızının arttığını ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, hasat sonrası UV-C uygulamasının havuç, brokkoli, kuşkonmaz ve biberde muhafaza süresince

solunum hızını kontrole göre azalttığı bildirilmiştir (Vicente vd., 2005; Costa vd. 2006; Lemoine vd., 2007; Alegria vd., 2012; Hassenberg vd., 2012). Elde ettiğimiz bulgular, bu sonuçlarla uyumlu bir görünüm sergilemektedir.

Muhafaza süresi boyunca mantarların renk parametreleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h° değerleri) UV uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir. UV-B ve UV-C ışınlarının mantarların renk özellikleri üzerinde olumlu etkileri gözlenmiştir. Dolayısıyla, UV-B ve UV-C uygulamaları, mantarların görsel kalitesini ve tazeliğini korumasına yardımcı olmuştur. UV-B ve UV-C uygulamaları kontrole göre a^* , b^* ve C^* renk değerlerini artırmıştır. Muhafaza süresi uzadıkça, genel olarak L^* ve h° değerleri azalırken, a^* , b^* ve C^* değerleri artmıştır. Renk parametrelerindeki bu değişiklikler mantarların görsel çekiciliği ve pazarlanabilirliği açısından önemlidir. Renk özelliklerindeki iyileşme, mantarların ticari kabul edilebilirliğini artırabilecek önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen bulgular, UV uygulamalarının muhafaza sırasında mantarların görsel kalitesini artırmada ve renk tonu değişikliklerini kontrol etmede etkili bir araç olduğunu ve ticari depolama süreçlerinde kullanılabileceğini göstermektedir. Doğru doz ve süre ile UV uygulamaları, mantarların rengini koruyarak pazarlanabilirliğini artırabilir.

Renk, yenilebilir mantarların tüketici tercihleri üzerinde etkili olan başlıca kalite unsurlarından biridir (Jiang, 2013; Khan vd., 2015). Mantarlarda meydana gelen renk değişiklikleri genellikle oksidatif süreçle bağlantılıdır (Ventura-Aguilar vd., 2017). Hasattan sonra mantarların rengi enzim aktivitesine bağlı olarak değişir (Kumar vd., 2013). Hasattan sonra mantardaki renk değişimleri ayrıca enzimatik olmayan kahverengileşmeyi de içermektedir (Cai vd., 2022). Muhafaza sırasında mantar renginde meydana gelen kararmada fizyolojik bozukluklar, çok yüksek polifenol oksidaz (PPO) içeriği ve fenolik bileşiklerin etkili olduğu ifade edilmiştir (Mohapatra vd., 2008). Beyaz mantarların yüzeyi mikrobiyal kontaminasyon veya enzimatik aktiviteler nedeniyle kahverengileşmeye meyillidir. Bazı hasat sonrası iç (çeşit, nem içeriği, olgunluk, solunum hızı, mikroorganizmalar vb.) ve dış (sıcaklık, nem, gaz bileşimi, mekanik hasar vb.) faktörler mantarın esmerleşmesine neden olur (Zhang vd., 2018). *A. bisporus*'un hasat sonrası kararma ve kahverengileşmesinin ana nedeninin PPO olduğu düşünülmektedir (Lei vd., 2018). L^* değerinin düşmesi mantarın koyulaştığını, a^* değerinin artması kırmızılığın arttığını, b^* değerinin artması ise sarılığın arttığını göstermektedir (Du vd., 2009).

Sarıçam (2008) ve Çavuşoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmalarda *A. bisporus* mantarında L* değerinin depolama süresi boyunca düzenli bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Brennan vd. (2000), *A. bisporus* mantarının 4 °C’de 19 gün süreyle depolanması sonucunda L* değerinin azaldığını, b* değerinin ise arttığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde, *A. bisporus* (Gupta ve Bhat, 2016) ve *P. ostreatus* (Olotu vd., 2015) mantar türleri üzerinde yapılan çalışmalarda, muhafaza süresi boyunca L* değerinin sürekli olarak azaldığı, buna karşın a* ve b* değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulguların, önceki araştırmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu gözlenmiştir. Guan vd. (2012) ve Lei vd. (2018) hasat sonrası UV-C uygulamasının *A. bisporus*’ta kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. 4 °C’de 21 gün boyunca muhafaza edilen mantarda muhafaza süresinin sonunda kontrol ile karşılaştırıldığında daha iyi renk elde edilmiştir. UV-C uygulamasının kontrol grubuna göre mantarların rengini önemli ölçüde koruduğu, esmerleşme ve lezyon oluşumunun daha az olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca L* değeri azalırken, a* ve b* değerleri artmıştır. Çalışmada ayrıca kontrol ile karşılaştırıldığında, UV-C ile muamele edilen mantarların daha yüksek L* değerlerine ve daha düşük a* ve b* değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kalaras vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmada hasat sonrası UV ışık uygulanan ve 3 °C’de 11 gün muhafaza edilen *A. bisporus* mantarında L* değerinin kontrole göre arttığı ve muhafaza süresi boyunca azaldığı tespit edilmiştir. Lu vd. (2016a) hasat sonrası UV-C radyasyonunun 18 gün boyunca +4 °C’de muhafaza edilen *A. bisporus* mantarında kahverengileşme üzerine etkilerini incelemişler ve UV-C uygulanan mantarlarda kahverengileşme indeksinin kontrole göre önemli oranda daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. UV-C işlemi, mantar yüzeyinde kahverengi lezyona neden olan *Pseudomonas tolaasii* dahil toplam bakteri sayısını azaltabilir ve bu da soğuk depolamanın sonraki aşamasında mantar beyazlığının daha iyi korunmasına yol açabilir (Brennan vd., 2000). Wang vd. (2017) hasat sonrası UV-C uygulamasının 15 gün boyunca 4 °C’de muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında UV-C uygulamasının kontrole kıyasla renk üzerinde daha yavaş değişimlere neden olduğunu ve L* değerini artırdığını bildirmişlerdir. Farklı mantar türlerinde yapılan çalışmalarda da UV-C uygulamasıyla muhafaza süresince rengin kontrole göre daha iyi korunduğu rapor edilmiştir (Wang vd., 2017; Wang vd., 2022; Nunes vd., 2024).

UV uygulamaları *A. bisporus* mantarının mineral içeriğini olumlu yönde etkilemiştir. UV uygulamalarının muhafaza süresince fosfor, magnezyum, demir, mangan ve çinko gibi önemli minerallerin birikimini desteklediği ve mineral içeriğin korunmasında yardımcı olduğu tespit edilmiştir. UV-C-5 ve UV-B-10 uygulamaları kontrole göre fosfor, potasyum, çinko gibi mineral içeriklerini artırarak besin değerlerinin korunmasına katkı sağlamıştır. Özellikle UV-C-5 uygulaması, birçok mineralde en yüksek değerleri sağlamıştır. Bu bulgular, UV ışınlarının mantarların depolama sırasında kimyasal özelliklerini koruma ve iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. UV ışınlarının hücresel membran geçirgenliğini artırarak minerallerin tutulmasını veya alınmasını kolaylaştırdığı ve dolayısıyla mineral alımını ve depolanmasını teşvik ettiği düşünülmektedir. Muhafaza süresinin artması ile fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, mangan ve çinko içerikleri artarken, demir içeriği azalmıştır.

Kalac (2009), mantarlarda en yüksek oranda bulunan minerallerin K, Ca, Mg, Na, P ve S olduğunu ifade etmiştir. *Agaricus* mantar türleri, değerli bir mineral element kaynağı olarak öne çıkmaktadır (Miles ve Chang, 2004; Koyyalamudi vd., 2013; Saravanan vd., 2013). Mantarların mineral element içerikleri, hasat sonrasında kullanılan muhafaza yöntemlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Şahin (2023) yürüttüğü çalışmada 4 °C’de 14 gün süre ile muhafaza edilen *P. ostreatus* mantarında muhafaza süresinin artması ile birlikte fosfor, demir ve çinko içeriklerinin arttığını tespit etmiştir. Araştırmacı ayrıca potasyum, magnezyum, kalsiyum ve mangan içerikleri üzerinde muhafaza sürelerinin etkisinin önemsiz olduğunu ifade etmiştir. Hasat sonrası farklı mesafelerde farklı sürelerle farklı UV ışınları (UV-A, UV-B ve UV-C) ile ışınlamanın *A. bisporus* mantarının besin bileşimi üzerindeki etkisini araştıran Bhasin vd. (2019), UV radyasyonunun mantarın fosfor, potasyum, çinko ve demir gibi mineral içeriklerini artırdığını bildirmişlerdir.

Muhafaza süresince ağırlık kaybı, besin içeriğinde azalma ve renk özelliklerinde bozulma gibi değişiklikler gözlenmiştir. Ancak, UV ışınlarının bu olumsuz etkileri minimize etmede etkili olduğu görülmüştür. Bu durum, UV ışınlarının depolama sırasında tazelik ve kaliteyi koruma potansiyelini göstermektedir. Bu sonuç, UV ışınımının yaşlanmayı geciktirmek ve bahçe ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için olumlu etkilerinin vurgulandığı önceki çalışmalarla uyumludur (Turhan vd., 2006; Kasım ve Kasım, 2007; Liu vd., 2012;

Ruan vd., 2015; Kasım ve Kasım, 2017; Kasım ve Kasım, 2018; Abdipour vd., 2020).

Pratik bir bakış açısından, özellikle düşük sürelerde UV-C uygulamaları (UV-C-5), *A. bisporus* mantarının raf ömrünü uzatmak ve pazarlanabilirliğini artırmak için uygulanabilir ve uygun maliyetli bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tür işlemlerin ticari mantar depolamasında uygulanması, hasat sonrası kayıpları azaltabilir, tüketici memnuniyetini iyileştirebilir ve kârlılığı artırabilir.

Guan vd. (2012) ve Guan vd. (2013) hasat sonrası UV-C uygulamasının *A. bisporus* mantarında besin kalitesinde değer kaybı yaşamadan raf ömrünü uzatmak için yüksek potansiyelli bir uygulama olduğunu rapor etmişlerdir. Bhasin vd. (2019), hasat sonrası UV uygulamasının *A. bisporus* mantarının besin değerinde önemli bir artışa yol açtığını ifade etmişlerdir. Shang vd. (2025) UV-B radyasyonunun antioksidan savunma sistemini düzenleyerek hasat sonrası *A. bisporus*'taki oksidatif stres hasarını hafiflettiğini bildirmişlerdir. Jiang vd. (2010) shiitake mantarında (*L. edodes*) UV-C radyasyonun hasat sonrası kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada UV-C ışınlamanın shiitake mantarının kalitesini korumak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için yararlı olabileceğini bildirmişlerdir. Nunes vd. (2024) hasat sonrası farklı UV-C dozlarına maruz bırakılan ve 2 °C'de 14 gün boyunca muhafaza edilen beyaz shimeji mantarında UV-C uygulamasının beyaz shimeji mantarının hasat sonrası kalitesini korumada etkili olduğunu ifade etmişlerdir. UV-C ışınlamasının, solunum oranlarını azaltarak, çürüme gelişimini kontrol ederek ve besin kalitesini artırarak mantarların hasat sonrası kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir (Desmukh vd., 2015). Tür, çeşit, UV türü (UV-A, UV-B veya UV-C), ışık yoğunluğu, uygulama süresi, muhafaza koşulları ve laboratuvar ortamı gibi faktörler, hasat sonrası UV uygulamalarının etkisini önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Zhang ve Jiang, 2019).

Araştırma sonuçlarına göre, UV-B ve UV-C uygulamaları, *A. bisporus* mantarının hasat sonrası kalite özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle, UV-C-5 uygulaması, mantarın besin değerinin korunmasında ve ağırlık kaybının minimum seviyede tutulmasında en etkili yöntem olarak öne çıkmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, UV ışınlarının *A. bisporus* mantarının kalite ve besin değerlerini koruma ve geliştirme açısından etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde kültürü yapılan mantarlar arasında en fazla üretimi yapılan tür olan *A. bisporus*'ta hasat sonrası kalitenin korunarak daha uzun süre muhafazanın sağlanması için uygun yöntem veya uygulamaların belirlenmesi hasat sonrası kayıpların azaltılabilmesi için oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışmada, *A. bisporus* mantarında hasat sonrası UV-B ve UV-C ışık uygulamalarının muhafaza süresi ve kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, UV uygulamalarının mantarın protein, kül, mineral içerikleri gibi besin değerlerini koruma, ağırlık kaybını ve solunum hızını azaltma açısından olumlu etkiler sağladığı gözlemlenmiştir. Özellikle, UV-C uygulamalarının, *A. bisporus* mantarının ağırlık kaybını ve solunum hızını azaltmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. UV-C-5 ve UV-B-10 uygulamaları ise kontrole göre protein ve kül içerikleri ile fosfor, potasyum, magnezyum, çinko gibi mineral içeriklerini artırarak besin değerlerinin korunmasına katkı sağlamıştır.

Muhafaza süresi boyunca UV ışınlarının, mantarın renk değerleri üzerinde de etkili olduğu saptanmıştır. UV-B ve UV-C uygulamaları, L*, C* ve h° gibi renk parametrelerini olumlu yönde etkileyerek mantarların tazeliğini korumasına yardımcı olmuştur. Elde edilen bulgular, UV uygulamalarının muhafaza sırasında mantarın görsel kalitesini korumada ve renk tonu değişikliklerini kontrol etmede etkili olduğunu göstermektedir.

Mineral içerikleri incelendiğinde, UV uygulamalarının muhafaza süresince özellikle fosfor, potasyum, magnezyum, demir ve çinko gibi önemli minerallerin birikimini desteklediği ve mineral içeriğin korunmasında yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular, mantar üreticileri ve tüketiciler açısından önemli sonuçlar ortaya koymuştur. UV-B ve UV-C uygulamalarının, *A. bisporus* mantarının besin değerlerini ve renk özelliklerini olumlu yönde etkileyerek muhafaza sonrası tüketici taleplerini karşılamada faydalı olduğu görülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, UV-B ve UV-C uygulamalarının, *A. bisporus* mantarının kalite özelliklerini koruma ve geliştirme açısından etkili bir yöntem olduğu ortaya koyulmuştur. Özellikle UV-C uygulamaları, mantarın muhafaza süresi boyunca kalite kayıplarını azaltmada etkili olmuştur. UV-C uygulamaları hem besin değerinin artırılması hem de ticari değerinin korunması açısından UV-

B'ye kıyasla daha üstün bir performans sergilemiştir. Sonuç olarak, UV-B ve UV-C ışınlarının *A. bisporus* mantarının muhafaza süresini uzatmada ve kalitesini korumada kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Hem besin değerlerinin hem de fiziksel özelliklerinin korunmasına yönelik bu olumlu etkiler, UV ışınlarının gıda muhafazasında kullanılabilirliğini desteklemektedir. Özellikle ticari muhafaza süreçlerinde UV doz ve sürelerinin dikkatli bir şekilde optimize edilmesi kalite kayıplarının önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Araştırma bulguları doğrultusunda öneriler aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1- Farklı mantar türleri üzerinde de UV-B ve UV-C uygulamalarının benzer etkileri olup olmadığını belirlemek amacıyla geniş çaplı araştırmalar yapılmalıdır. Böylelikle türler arasındaki farklılıklar gözlemlenebilir ve mantar üretiminde kaliteyi artırmaya yönelik daha genel ve etkili muhafaza yöntemleri geliştirilebilir.

2- UV ışığı dozlarının optimize edilmesi konusunda daha fazla çalışma yapılmalıdır. Gelecekteki çalışmalarda, farklı doz ve sürelerde UV ışınlarının etkilerinin detaylı şekilde araştırılması önerilmektedir.

3- UV-C uygulamaları mantarların muhafaza süresini ve kalitesini koruma açısından oldukça etkili olduğu için, ticari mantar üreticileri bu yöntemi değerlendirebilir. Özellikle kısa raf ömrüne sahip olan taze mantarların daha uzun süre yüksek kalitede saklanabilmesi için bu teknoloji pratikte uygulanabilir.

Bu öneriler, *A. bisporus* mantarının muhafaza süresi ve kalitesini artırmaya yönelik daha ileri düzey araştırmalar için yol gösterici olabilir.

KAYNAKLAR

- Abdipour, M., Malekhossini, P. S., Hosseinfarahi, M. ve Radi, M. (2020). Integration of UV irradiation and chitosan coating: A powerful treatment for maintaining the postharvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 264, 109197.
- Aday, M. S. (2016). Application of electrolyzed water for improving postharvest quality of mushroom. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 44-51.
- Aiamla, S., Yamauchi, N., Takino, S. ve Shigyo, M. (2009). Effect of UV-A and UV-B irradiation on broccoli (*Brassica oleracea* L. Italica Group) floret yellowing during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 54(3), 177-179.
- Aiamla, S., Kaewsuksaeng, S., Shigyo, M. ve Yamauchi, N. (2010). Impact of UV-B irradiation on chlorophyll degradation and chlorophyll-degrading enzyme activities in stored broccoli (*Brassica oleracea* L. Italica Group) florets. *Food Chemistry*, 120(3), 645-651.
- Akbarirad, H., Kazemeini, S. M. ve Shariaty, M. A. (2013). Deterioration and some of applied preservation techniques for common mushrooms (*Agaricus bisporus*, followed by *Lentinus edodes*, *Pleurotus* spp.). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(6), 2398-2402.
- Alegria, C., Pinheiro, J., Duthoit, M., Gonçalves, E. M., Moldão-Martins, M. ve Abreu, M. (2012). Fresh-cut carrot (cv. Nantes) quality as affected by abiotic stress (heat shock and UV-C irradiation) pre-treatments. *LWT-Food Science and Technology*, 48(2), 197-203.
- Allende, A. ve Artes, F. (2003). UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed 'Lollo Rosso' lettuce. *Food Research International*, 36(7), 739-746.
- Allende, A., McEvoy, J. L., Luo, Y., Artes, F. ve Wang, C. Y. (2006). Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce. *Food Microbiology*, 23(3), 241-249.
- Ares, G., Lareo, C. ve Lema, P. (2007). Modified atmospheric packaging for the postharvest storage of mushrooms a review. *Fresh Produce*, 1, 32-40.
- Artes-Hernandez, F., Escalona, V. H., Robles, P. A., Martínez-Hernández, G. B. ve Artes, F. (2009). Effect of UV-C radiation on quality of minimally processed spinach leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(3), 414-421.
- Avena-Bustillos, R. J., Du, W. X., Woods, R., Olson, D., Breksa III, A. P. ve McHugh, T. H. (2012). Ultraviolet-B light treatment increases antioxidant capacity of carrot products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11), 2341-2348.
- Azevedo, S., Cunha, L. M. ve Fonseca, S. C. (2015). Modelling the influence of time and temperature on the respiration rate of fresh oyster mushrooms. *Food Science and Technology International*, 21(8), 593-603.
- Aztekin, M. F., Kasım, R. ve Kasım, M. U. (2020). Different doses of UV-B treatments increase total soluble phenols and anthocyanin content of Eregli Black Carrot (*Daucus carota* L. spp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) during storage. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences* 35(2), 14-23.
- Barkai-Golan, R. ve Follett, P. A. (2017). *Irradiation for quality improvement, microbial safety and phytosanitation of fresh produce*. Academic Press. London, UK, 277 p.
- Bengü, A. Ş., Yılmaz, H. Ç., Türkekul, İ. ve Işık, H. (2019). Doğadan toplanan ve kültürü yapılan *Pleurotus ostreatus* ve *Agaricus bisporus* mantarlarının toplam protein, vitamin ve yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 222-229.

- Bhasin, A., Sharma, S. ve Kapoor, S. (2019). Effect of ultraviolet irradiation on the nutritional composition of post-harvest Button mushrooms. *Think India Journal*, 22(37), 265-274.
- Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E. ve Robinson, R. K. (2000). Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry-A critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(6), 637-645.
- Brennan, M., Le Port, G. ve Gormley, R. (2000). Post harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, 33, 285-289.
- Burton, K. S., Partis, M. D., Wood, D. A. ve Thurston, C. F. (1997). Accumulation of serine proteinase in senescent sporophores of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). *Mycological Research*, 101(2), 146-152.
- Cai, Z. X., Chen, M. Y., Lu, Y. P., Guo, Z. J., Zeng, Z. H., Liao, J. H. ve Zeng, H. (2022). Metabolomics and transcriptomics unravel the mechanism of browning resistance in *Agaricus bisporus*. *Plos One*, 17(3), e0255765.
- Cantos, E., García-Viguera, C., de Pascual-Teresa, S. ve Tomás-Barberán, F. A. (2000). Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of cv. Napoleon table grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4606-4612.
- Cardwell, G., Bornman, J. F., James, A. P., Daly, A., Strobel, N., Jakobsen, J. ve Black, L. J. (2023). Effect of air-drying on the generation of vitamin D2 and 25-hydroxyvitamin D2 by pulsed UV irradiation in button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 115, 105034.
- Castagna, A., Chiavaro, E., Dall'Asta, C., Rinaldi, M., Galaverna, G. ve 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.
- Castillejo, N., Martínez-Zamora, L. ve Artés-Hernández, F. (2022). Postharvest UV radiation enhanced biosynthesis of flavonoids and carotenes in bell peppers. *Postharvest Biology and Technology*, 184, 111774.
- Charles, M. T., Kalantari, S., Corcuff, R. ve Arul, J. (2005). Postharvest quality and sensory evaluation of UV-treated tomato fruit. *Acta Horticulturae*, 682, 537-542.
- Cliffe-Byrnes, V. ve O'Beirne, D. (2008). Effects of washing treatment on microbial and sensory quality of modified atmosphere packaged fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and Technology*, 48(2), 283-294.
- Costa, L., Vicente, A. R., Civello, P. M., Chaves, A. R. ve Martínez, G. A. (2006). UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. *Postharvest Biology and Technology*, 39(2), 204-210.
- Cumhur, Ö. (2022). Hasat sonrası UV-A ve UV-B ışık uygulamalarının meyve ve sebzelerin kalite kriterlerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 461-477.
- Çavuşoğlu, Ş. (2018). Modifiye atmosfer ve metil jasmonat uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri. *Mantar Dergisi*, 9(2), 206-218.
- Darre, M., Valerga, L., Araque, L. C. O., Lemoine, M. L., Demkura, P. V., Vicente, A. R. ve 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.
- Desmukh, S., Ranjitha, K. ve Pandey, M. (2015). Effect of UV-C irradiation on post harvest quality of oyster mushrooms. *Mushroom Research*, 23(2).

- Dhanya Thomas, T. T. ve Puthur, J. T. (2017). UV radiation priming: A means of amplifying the inherent potential for abiotic stress tolerance in crop plants. *Environmental and Experimental Botany*, 138, 57-66.
- Du, J., Fu, Y. ve Wang, N. (2009). Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on browning of fresh-cut lotus root. *LWT-Food Science and Technology*, 42(2), 654-659.
- Du, W. X., Avena-Bustillos, R. J., Breksa, A. P. ve 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, Z., Xing, Z., Shao, Y. ve Zhao, X. (2010). Effect of electron beam irradiation on postharvest quality and selected enzyme activities of the white button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(17), 9617-9621.
- Dyshlyuk, L., Babich, O., Prosekov, A., Ivanova, S., Pavsky, V. ve Chaplygina, T. (2020). The effect of postharvest ultraviolet irradiation on the content of antioxidant compounds and the activity of antioxidant enzymes in tomato. *Heliyon*, 6, e03288.
- Eren, E. ve Pekşen, A. (2016). Türkiye’de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(3), 189-196.
- Eren, E. ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(3), 225-233.
- Erkan, M., Wang, C. Y. ve Krizek, D. T. (2001). UV-C irradiation reduces microbial populations and deterioration in *Cucurbita pepo* fruit tissue. *Environmental and Experimental Botany*, 45(1), 1-9.
- Escalona, V. H., Aguayo, E., Martínez-Hernández, G. B. ve Artés, F. (2010). UV-C doses to reduce pathogen and spoilage bacterial growth in vitro and in baby spinach. *Postharvest Biology and Technology*, 56(3), 223-231.
- Formica-Oliveira, A. C., Martínez-Hernández, G. B., Díaz-López, V., Artés, F. ve Artés-Hernández, F. (2017a). Effects of UV-B and UV-C combination on phenolic compounds biosynthesis in fresh-cut carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 127, 99-104.
- Formica-Oliveira, A. C., Martínez-Hernández, G. B., Díaz-López, V., Artés, F. ve Artés-Hernández, F. (2017b). Use of postharvest UV-B and UV-C radiation treatments to revalorize broccoli byproducts and edible florets. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43, 77-83.
- Gallotti, F. ve Lavelli, V. (2020). The effect of UV irradiation on vitamin D2 content and antioxidant and antiglycation activities of mushrooms. *Foods*, 9(8), 1087.
- Gantner, M., Guzek, D., Pogorzelska, E., Brodowska, M., Wojtasik-Kalinowska, I. ve Godziszewska, J. (2017). The effect of film type and modified atmosphere packaging with different initial gas composition on the shelf life of white mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), e13083.
- Guan, W., Fan, X. ve Yan, R. (2012). Effects of UV-C treatment on inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, microbial loads, and quality of button mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 64(1), 119-125.
- Guan, W., Fan, X. ve Yan, R. (2013). Effect of combination of ultraviolet light and hydrogen peroxide on inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, native microbial loads, and quality of button mushrooms. *Food Control*, 34(2), 554-559.
- Gupta, P. ve Bhat, A. (2016). Efficacy of different washing treatments on quality of button mushrooms (*A. bisporus*). *Journal of Food Processing and Technology*, 7(6), 590-595.

- Harbaum-Piayda, B., Walter, B., Bengtsson, G. B., Hubbermann, E. M., Bilger, W. ve Schwarz, K. (2010). Influence of pre-harvest UV-B irradiation and normal or controlled atmosphere storage on flavonoid and hydroxycinnamic acid contents of pak choi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*). *Postharvest Biology and Technology*, 56(3), 202-208.
- Hassenberg, K., Huyskens-Keil, S. ve Herppich, W. B. (2013). Impact of postharvest UV-C and ozone treatments on microbiological properties of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85(2), 174.
- Heard, G. M. (2002). *Microbiology of fresh-cut produce*. Science, Technology and Market, CRC Press, Boca Raton.
- Hollosy, F. (2002). Effects of ultraviolet radiation on plant cells. *Micron*, 33(2), 179-197.
- Hoşafcı, A. (2023). *Farklı dozlarda ultraviyole-A, B ve C radyasyonu uygulamalarının taze kesilmiş karpuzun raf ömrünün uzatılmasında etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Huang, S. J., Lin, C. P. ve Tsai, S. Y. (2015). Vitamin D2 content and antioxidant properties of fruit body and mycelia of edible mushrooms by UV-B irradiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 38-45.
- Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D. S. ve Ram, R. C. (2013). Quality retention of oyster mushrooms (*Pleurotus florida*) by a combination of chemical treatments and modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 112-118.
- Jasinghe, V. J. ve Perera, C. O. (2005). Distribution of ergosterol in different tissues of mushrooms and its effect on the conversion of ergosterol to vitamin D2 by UV irradiation. *Food Chemistry*, 92(3), 541-546.
- Jiang, T., Jahangir, M. M., Jiang, Z., Lu, X. ve Ying, T. (2010). Influence of UV-C treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and texture of postharvest shiitake (*Lentinus edodes*) mushrooms during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 56(3), 209-215.
- Jiang, T., Feng, L. ve Li, J. (2012). Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan–glucose complex coating under cold storage. *Food Chemistry*, 131(3), 780-786.
- Jiang, T. (2013). Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 91-97.
- Jiang, T., Feng, L., Zheng, X. ve Li, J. (2013). Physicochemical responses and microbial characteristics of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) to gum arabic coating enriched with natamycin during storage. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1992-1997.
- Kakon, A. J., Choudhury, M. B. K. ve Saha, S. (2012). Mushroom is an ideal food supplement. *Journal of Dhaka National Medical College & Hospital*, 18(1), 58-62.
- Kalac, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1), 9-16.
- Kalac, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209-218.
- Kalaras, M. D., Beelman, R. B. ve Elias, R. J. (2012). Effects of postharvest pulsed UV light treatment of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) on vitamin D2 content and quality attributes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(1), 220-225.
- Kasım, M. ve Kasım, R. (2007). Sebze ve meyvelerde hasat sonrası kayıpların önlenmesinde alternatif bir uygulama: UV-C. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (4): 413-419.

- Kasım, R. ve Kasım, M. U. (2014). Biochemical and color changes of fresh-cut melon (*Cucumis melo* L. cv. Galia) treated with UV-C. *Food Science and Technology*, 34, 547-551.
- Kasım, M. U. ve 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 (Campinas)*, 35(4), 742-749.
- Kasım, M. U. ve Kasım, R. (2017). Yellowing of fresh-cut spinach (*Spinacia oleracea* L.) leaves delayed by UV-B applications. *Information Processing in Agriculture*, 4(3), 214-219.
- Kasım, M. U. ve 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.
- Katerova, Z. I. ve Todorova, D. (2009). Endogenous polyamines lessen membrane damages in pea plants provoked by enhanced ultraviolet-C radiation. *Plant Growth Regulation*, 57, 145-152.
- Khan, Z. U., Bu, J., Khan, N. M., Khan, R. U., Jiang, Z., Mou, W., Luo, Z., Mao, L. ve Ying, T. (2015). Integrated treatment of CaCl₂ citric acid and sorbitol reduces loss of quality of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2008-2016.
- Kibar, H. ve Kibar, B. (2015). Mantar muhafazasında hipobarik depolama tekniği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(2), 117-125.
- Kim, K. M., Ko, J. A., Lee, J. S., Park, H. J. ve Hanna, M. A. (2006). Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, 39(4), 365-372.
- Koca, N., Saatli, T. E. ve Urgan, M. (2018). Gıda sanayisinde ultraviyole ışığın yüzey uygulamaları. *Akademik Gıda*, 16(1), 88-100.
- Koutchma, T. (2009). Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. *Food and Bioprocess Technology*, 2(2), 138-155.
- Koutchma, T., Popović, V. ve Green, A. (2019). Overview of ultraviolet (UV) LEDs technology for applications in food production. In *Ultraviolet LED technology for food applications* (pp. 1-23). Academic Press.
- Koyyalamudi, S. R., Jeong, S. C., Manavalan, S., Vysetti, B. ve Pang, G. (2013). Micronutrient mineral content of the fruiting bodies of Australian cultivated *Agaricus bisporus* white button mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(1), 109-114.
- Krings, U. ve Berger, R. G. (2014). Dynamics of sterols and fatty acids during UV-B treatment of oyster mushroom. *Food Chemistry*, 149, 10-14.
- Kumar, A., Singh, M. ve Singh, G. (2013). Effect of different pretreatments on the quality of mushrooms during solar drying. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 165-170.
- Lacasse, S. T. ve Holcroft, D. M. (2018). Novel Use of UV-C: Sanitation of fresh and fresh-cut produce. *IUVA News*, 19, 4-9.
- Lagnika, C., Zhang, M., Nsor-Atindana, J. ve Bashari, M. (2014). Effects of ultrasound and chemical treatments on white mushroom (*Agaricus bisporus*) prior to modified atmosphere packaging in extending shelf-life. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12), 3749-3757.
- Lante, A., Tinello, F. ve Nicoletto, M. (2016). UV-A light treatment for controlling enzymatic browning of fresh-cut fruits. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 34, 141-147.

- Lei, J., Li, B., Zhang, N., Yan, R., Guan, W., Brennan, C. S., Gao, H. ve Peng, B. (2018). Effects of UV-C treatment on browning and the expression of polyphenol oxidase (PPO) genes in different tissues of *Agaricus bisporus* during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 139, 99-105.
- Lemoine, M. L., Civello, P. M., Martínez, G. A. ve Chaves, A. R. (2007). Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(6), 1132-1139.
- Li, R., Zheng, Q., Lu, J., Zou, Y., Lin, J., Guo, L., Ye, S. ve Xing, Z. (2021). Chemical composition and deterioration mechanism of (*Pleurotus tuoliensis*) during postharvest storage. *Food Chemistry*, 338, 127-731.
- Liu, C., Han, X., Cai, L., Lu, X., Ying, T. ve 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.
- Liu, C., Cai, L., Lu, X., Han, X. ve Ying, T., (2012). Effect of postharvest UV-C irradiation on phenolic compound content and antioxidant activity of tomato fruit during storage. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(1), 159-165.
- Lu, Y., Zhang, J., Wang, X., Lin, Q., Liu, W., Xie, X., Wang, Z. ve Guan, W. (2016a). Effects of UV-C irradiation on the physiological and antioxidant responses of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1502-1508.
- Lu, H., Li, L., Limwachiranon, J., Xie, J. ve Luo, Z. (2016b). Effect of UV-C on ripening of tomato fruits in response to wound. *Scientia Horticulturae*, 213, 104-109.
- Mahajan, P. V., Rodrigues, F. A. S., Motel, A. ve Leonhard, A. (2008). Development of a moisture absorber for packaging of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and Technology*, 48(3), 408-414.
- Malik, M. A., Jan, Y., Haq, A., Kaur, J. ve Panda, B. P. (2022). Enhancement of vitamin D2 in edible mushroom using ultraviolet irradiation and assessing its storage and cooking stability. *Nutrition & Food Science*, 52(8), 1254-1269.
- Mami, Y., Peyvast, G., Ziaie, F., Ghasemnezhad, M. ve Salmanpour, V. (2014). Improvement of shelf life and postharvest quality of white button mushroom by electron beam irradiation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 1673-1681.
- Marçal, S., Sousa, A. S., Taofiq, O., Antunes, F., Morais, A. M. B., Freitas, A. C., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R. ve Pintado, M. (2021). Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 418-431.
- Miles, P. G. ve Chang, S. T. (2004). *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. CRC Press. Boca Raton, FL, USA, 480 p.
- Mistriotis, A., Briassoulis, D., Giannoulis, A. ve D'Aquino, S. (2016). Design of biodegradable bio-based equilibrium modified atmosphere packaging (EMAP) for fresh fruits and vegetables by using micro-perforated poly-lactic acid (PLA) films. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 380-389.
- Mohapatra, D., Frias, J. M., Oliveira, F. A. R., Bira, Z. M. ve Kerry, J. (2008). Development and validation of a model to predict enzymatic activity during storage of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus* spp.). *Journal of Food Engineering*, 86(1), 39-48.
- Nasiri, M., Barzegar, M., Sahari, M. A. ve Niakousari, M. (2018). Application of Tragacanth gum impregnated with *Satureja khuzistanica* essential oil as a natural coating for enhancement of postharvest quality and shelf life of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 218-226.

- Nunes, M. P. C., Vespucci, I. L., Rimoli, P. A. R., Morgado, C. M. A. ve de Campos, A. J. (2024). Postharvest of fresh white shimeji mushroom subjected to UV-C radiation. *Heliyon*, 10(3).
- Olotu, I. O., Obadina, A. O., Sobukola, O. P., Adegunwa, M., Adebawale, A. A., Kajihausa, E., Sanni, L. O., Asagbra, Y., Ashiru, B. ve Keith, T. (2015). Effect of chemical preservatives on shelf life of mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivated on cassava peels. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(6), 1477-1483.
- Ozturk, B., Havsut, E. ve Yildiz, K. (2021). Delaying the postharvest quality modifications of *Cantharellus cibarius* mushroom by applying citric acid and modified atmosphere packaging. *LWT-Food Science and Technology*, 138, 110639.
- Öztürk, N. ve Eyiler Kaya, E. (2022). Popüler mantarların besin değerleri ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda*, 47(4), 539-563.
- Parça, G. (2023). *Hasat sonrası ultraviyole-A, B ve C radyasyonu uygulamalarının depolama süresince siyah havucun kalite parametrelerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pataro, G., Sinik, M., Capitoli, M. M., Donsi, G. ve Ferrari, G. (2015). The influence of post-harvest UV-C and pulsed light treatments on quality and antioxidant properties of tomato fruits during storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 30, 103-111.
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E. M. ve Silva, C. L. (2015). Use of UV-C postharvest treatment for extending fresh whole tomato (*Solanum lycopersicum*, cv. Zinac) shelf-life. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 5066-5074.
- Rahi, D. K. ve Malik, D. (2016). Diversity of mushrooms and their metabolites of nutraceutical and therapeutic significance. *Journal of Mycology*, 2016(1), 7654123.
- Rai, R. D. ve Arumuganathan, T. (2008). Post harvest technology of mushroom. *National Research Centre for Mushroom Indian Council of Agricultural Research Solan*, 173, 22-37.
- Ramdas, A. A. (2012). *Packaging and sorage of oyster mushroom (Pleurotus spp.)*. University of Agricultural Science, PhD Thesis, Bangalore, India.
- Rathore, H., Prasad, S. ve Sharma, S. (2017). Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*, 5(2), 35-46.
- Raudienė, E., Rušinskas, D., Balčiūnas, G., Juodeikienė, G. ve Gailius, D. (2017). Carbon dioxide respiration rates in wheat at various temperatures and moisture contents. *Mapan*, 32(1): 51-58.
- Reis, F. S., Barros, L., Martins, A. ve Ferreira, I. C. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms an inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 191-197.
- Roberts, P. B. (2014). Food irradiation is safe: Half a century of studies. *Radiation Physics and Chemistry*, 105, 78-82.
- Royse, D. J. (2014, November 19-22). *A global perspective on the high five: Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Auricularia & Flammulina*. Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, New Delhi, India.
- Ruan, J., Li, M., Jin, H., Sun, L., Zhu, Y., Xu, M. ve Dong, J. (2015). UV-B irradiation alleviates the deterioration of cold-stored mangoes by enhancing endogenous nitric oxide levels. *Food Chemistry*, 169, 417-423.
- Salemi, S., Saedisomeolia, A., Azimi, F., Zolfigol, S., Mohajerani, E., Mohammadi, M. ve Yaseri, M. (2021). Optimizing the production of vitamin D in white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) using ultraviolet radiation and measurement of its stability. *LWT - Food Science and Technology*, 137, 110401.

- Sande, D., de Oliveira, G. P., Moura, M. A. F., de Almeida Martins, B., Lima, M. T. N. S. ve Takahashi, J. A. (2019). Edible mushrooms as a ubiquitous source of essential fatty acids. *Food Research International*, 125, 108524.
- Saravanan, R., Senthilkumar, K., Dhachinamoorthi, D., Heena, N. S., Benarjee, K., Narendra, K. ve Prudhvi, C. (2013). Analysis of nutrients and minerals content in commercially purchased *Agaricus bisporus*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 6(7), 765-768.
- Sarıçam, Ş. (2008) *Ambalajlama, sitrik asit ve sıcak su uygulamalarının mantarda (Agaricus bisporus) hasat sonrası kaliteye etkileri* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Seylam Küşümler, A. (2011). *Ultraviyole (UV-C) ışını uygulamasının patlıcan ve salatalıklarda soğuk zararlanması üzerine etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Shama, G. ve Alderson, P. (2005). UV hormesis in fruits: A concept ripe for commercialisation. *Trends in Food Science & Technology*, 16(4), 128-136.
- Shang, X., Bai, S., Wen, L., Mariga, A. M., Ma, N., Fang, D., Yang, W., Hu, Q. ve Pei, F. (2025). UV-B radiation mitigates oxidative stress damage in postharvest *Agaricus bisporus* by modulating the antioxidant defense system. *Postharvest Biology and Technology*, 219, 113266.
- Shetta, D. N. ve Areaf, M. I. (2009). Impact of ultraviolet-C radiation on seed germination and chlorophyll concentration of some woody trees grown in Saudi Arabia. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 8, 1-21.
- Simon, R. R., Phillips, K. M., Horst, R. L. ve Munro, I. C. (2011). Vitamin D mushrooms: comparison of the composition of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) treated postharvest with UVB light or sunlight. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(16), 8724-8732.
- Simon, R. R., Borzelleca, J. F., DeLuca, H. F. ve Weaver, C. M. (2013). Safety assessment of the post-harvest treatment of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) using ultraviolet light. *Food and Chemical Toxicology*, 56, 278-289.
- Singh, P., Langowski, H. C., Wani, A. A. ve Saengerlaub, S. (2010). Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(9), 1393-1402.
- Song, Y., Hu, Q., Wu, Y., Pei, F., Kimatu, B. M., Su, A. ve Yang, W. (2019). Storage time assessment and shelf-life prediction models for postharvest (*Agaricus bisporus*). *LWT- Food Science and Technology*, 101, 360-365.
- Sönmez, S., Üras, D. S., Demir, E., Özen, N. ve Kılıç, E. (2016). Antalya-Korkuteli yöresinde üretilen kültür mantarlarının (*Agaricus bisporus*) beslenme durumlarının belirlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 215-219.
- Stevens, C., Liu, J., Khan, V. A., Lu, J. Y., Kabwe, M. K., Wilson, C. L., Igwegbe, E. C. K., Chalutz, E. ve Droby, S. (2004). The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. *Crop Protection*, 23(6), 551-554.
- Sulieman, A. A., Zhu, K. X., Peng, W., Hassan, H. A., Obadi, M., Siddeeg, A. ve Zhou, H. M. (2019). Rheological and quality characteristics of composite gluten-free dough and biscuits supplemented with fermented and unfermented (*Agaricus bisporus*) polysaccharide flour. *Food Chemistry*, 271, 193-203.
- Şahin, B. (2022). *Hasat sonrası putresin, salisilik asit, sitrik asit ve metil jasmonat uygulamalarının Pleurotus ostreatus mantarında muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

- Taofiq, O., Martins, A., Barreiro, M. F. ve Ferreira, I. C. (2016). Anti-inflammatory potential of mushroom extracts and isolated metabolites. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 193-210.
- Turhan, İ., Topuz, A., Tetik, N. ve Karhan, N. (2006, Mayıs 24-26). *Meyve ve sebzelerin muhafazasında ultraviyole ışık uygulamaları*. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 17 Kasım 2024).
- Ünal, S., Savran, H. M. ve Sabır, F. K. 2022. UV-C ve kitosan uygulamalarının taze kesilmiş brokkolide muhafaza süresi ve kaliteye etkileri. *Alatarım*, 21(2), 59-66.
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T. ve Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Microbiology*, 2015(1), 376387.
- Ventura-Aguilar, R. I., Colinas-Leon, M. T. ve Bautista-Baños, S. (2017). Combination of sodium erythorbate and citric acid with map extended storage life of sliced oyster mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 437-444.
- Vicente, A. R., Pineda, C., Lemoine, L., Civello, P. M., Martinez, G. A. ve Chaves, A. R. (2005). UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 35(1), 69-78.
- Villaescusa, R. ve Gil, M. I. (2003). Quality improvement of *Pleurotus* mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 169-179.
- Wang, Q., Chu, L. ve Kou, L. (2017). UV-C Treatment maintains quality and delays senescence of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Scientia Horticulturae*, 225, 380-385.
- Wang, X., He, X., Wu, X., Fan, X., Wang, F., Lin, Q., Guan, W. ve Zhang, N. (2022). UV-C treatment inhibits browning, inactivates *Pseudomonas tolaasii* and reduces associated chemical and enzymatic changes of button mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(8), 3259-3265.
- Wei, W., Lv, P., Xia, Q., Tan, F., Sun, F., Yu, W., Jia, L. & Cheng, J. (2017). Fresh-keeping effects of three types of modified atmosphere packaging of pine-mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 132, 62-70.
- Wu, X., Guan, W., Yan, R., Lei, J., Xu, L. ve Wang, Z. (2016). Effects of UV-C on antioxidant activity, total phenolics and main phenolic compounds of the melanin biosynthesis pathway in different tissues of button mushroom. *Postharvest Biology and Technology*, 118, 51-58.
- Xu, Y., Tian, Y., Ma, R., Liu, Q. ve Zhang, J. (2016). Effect of plasma activated water on the postharvest quality of button mushrooms *Agaricus bisporus*. *Food Chemistry*. 197, 436-444.
- Zhang, K., Pu, Y.Y. ve Sun, D.W. (2018). Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 72-82.
- Zhang, W. ve Jiang, W. (2019). UV treatment improved the quality of postharvest fruits and vegetables by inducing resistance. *Trends in Food Science & Technology*, 92, 71-80.
- Zhu, F., Du, B., Bian, Z. ve Xu, B. (2015). Beta-glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 165-173.