

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**UV-C IŞIN UYGULAMALARININ TAZE FASULYENİN DERİM SONRASI
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mujtaba BALKHI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

TEMMUZ 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UV-C IŞIN UYGULAMALARININ TAZE FASULYENİN DERİM SONRASI
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**MUJTABA BALKHI
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından
FKA-2019-4376 nolu proje ile desteklenmiştir**

TEMMUZ 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UV-C IŞIN UYGULAMALARININ TAZE FASULYENİN DERİM SONRASI
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mujtaba BALKHI
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez / / 202..... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERKAN (Danışman)

Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ

Dr. Öğr. Üyesi Adem DOĞAN

ÖZET

UV-C IŞIN UYGULAMALARININ TAZE FASULYENİN DERİM SONRASI FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mujtaba BALKHI

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Temmuz 2022; 43 sayfa

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının taze fasulyelerin hasat sonrası kalite korunumu üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, ticari olgunlukta hasat edilen ‘Bourgondia’ çeşidi fasulyelere 0.1, 0.3 ve 0.5 kJ/m² dozunda UV-C ışını uygulandıktan sonra modifiye atmosferli paketler (MAP) içerisinde 8 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 25 gün depolanmıştır. Muhafaza süresi boyunca 5'er gün aralıklarla alınan örneklerde bazı kalite ve fizyolojik parametrelerde oluşan değişimler izlenmiştir. Çalışmada ayrıca her örnekleme zamanında alınan ve 20 °C sıcaklık ve %60-65 oransal nem koşullarında 3 gün süreyle bekletilen fasulyelerin manav koşullarındaki durumları da araştırılmıştır.

Çalışma sonunda, muhafaza süresince artan ağırlık kayıplarını UV-C uygulamaları etkilememiştir. Muhafaza süresince örneklerin titre edilebilir asit (TEA) miktarı artmış, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı düşmüş ancak artan UV-C dozları TEA miktarındaki artışı yavaşlatmıştır. Muhafaza süresince parlaklık (L^*) değerleri artmış, kroma (C^*) ile hue açısı (h°) değerleri düşmüş ve UV-C uygulamaları daha düşük renk değerlerine yol açmıştır. Muhafaza süresince düşüş gösteren toplam şeker miktarı, UV-C uygulamaları ile daha iyi korunmuştur. Ancak UV-C ışın uygulamaları toplam klorofil miktarını etkilememiştir. Çalışmada, muhafaza süresi uzadıkça ve UV-C dozundaki artış, fasulyelerin toplam fenolik madde miktarını artırmıştır. Depolama başlangıcında artan sonra düşüş eğilimi gösteren ürünün toplam flavonoid miktarını, raf ömrü koşullarında UV-C uygulamaları ve muhafaza süreleri etkilememiştir. UV-C uygulamaları dozdaki artışa bağlı olarak ürünün solunum hızını düşürmüştür. Çalışmamızda orta (0.3 kJ/m²) ve yüksek (0.5 kJ/m²) ışın dozları, 10. günden itibaren ürün yüzeyinde UV-C zararına yol açmıştır. Soğuk depolama süresince gözlenmeyen mantarsal bozulmalar, raf ömrü koşullarında orta ve yüksek doz uygulanan gruplarda, kontrol ve düşük doz uygulananlara göre daha yüksek olmuştur.

Sonuç olarak, 0.1 kJ/m² UV-C ışın dozu taze fasulyelerde kalitenin korunumu ve ürün dayanımı açısından etkili bulunmuş ve 25 gün süren muhafaza süresince güvenle kullanılabileceği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kalite, MAP, *phaseolus vulgaris*, UV-C ışın

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ

Dr. Öğr. Üyesi Adem DOĞAN

ABSTRACT

Effect of UV-C illumination on storage life and postharvest quality of green beans

Mujtaba BALKHI

MSc Thesis in Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

June 2021; 43 pages

This study was conducted to find out the effects of different UV-C doses on the green beans stored under modified atmosphere packages (MAP). For that purpose, “Bourgondia” cultivar of green beans were used as plant material. Harvested green beans were treated with 0.1, 0.3, and 0.5 kJ/m² UV-C doses and stored in MAP at 8 °C for 25 days. Furthermore, the produces were removed at interval of 5 days and kept at 20 °C for 3 days to determine shelf-life performance. The sampling from the cold storage and shelf-life storage was taken on every 5th and 3rd day of storage, respectively. At the end of study, increases in weight loss were found and UV-C illumination had no effects on weight losses. Furthermore, increases in TA and decreases in TSS contents were determined during the storage and UV-C treatments slow down increase trend in TA. During the storage, L* values were increased and C* and h° values were decreased. The total sugar contents were decreased during the storage and UV-C treatments showed a better prevented effect in reduced total sugar. UV-C treatments had no effects on total chlorophyll contents. UV-C illumination application showed effects on total phenolic contents with extension in storage and increased with increase in UV-C illumination dose. Total flavonoid contents exhibited increase initially and later recorded the close value to the initial value. At the same time UV-C illumination and storage duration had no effects on total flavonoid contents during shelf-life conditions. UV-C illumination decreased respiration rate and this decrease were determined to increase with increase in dose. In our study, medium and high doses of UV-C illumination determined damages on 10th day of storage. In our study, it was determined that medium and high doses of UV-C cause radiation damage from the 10th day of storage. No fungal-related deterioration was observed in the storage of green beans under cold storage conditions. However, it was determined higher rate in medium and high doses of UV-C under shelf-life conditions.

As a result, 0.1 kJ/m² UV-C illumination dose in green beans have been found to maintain the quality and it has been determined that it can be used safely for 25 days.

KEYWORDS: Quality, MAP, *phaseolus vulgaris*, UV-C illumination

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ

Asist. Prof. Dr. Adem DOĞAN

ÖNSÖZ

FAO 2020 yılı verilerine göre, Türkiye taze fasulye üretiminde yaklaşık 547 bin tonluk üretim miktarı ile dünyada 4. sırada yer almaktadır. Diğer tüm bahçe ürünlerinde olduğu gibi sebzelerin kalite ve hasat sonrası ömrü işleme, paketlenme, depolama koşulları ve yapılan hasat sonrası uygulamalar gibi birçok faktörle ilişkilidir. Solunum hızı, sıcaklık artışıyla metabolizmayı hızlandırır ve çürümelerin artmasına neden olur. Taze fasulye yüksek solunum hızına sahip olduğundan dolayı hasat sonrası ömrü 1-3 hafta arasında değişmektedir. Su kaybı nedeniyle oluşan ağırlık kaybı ve bozulmalar fasulyelerin muhafaza ömrünü kısaltan en önemli sorunlardır. Taze fasulyelerde %10-12 oranında meydana gelen ağırlık kaybı fasulyelerin pazarlanamaz hale gelmesine neden olabilir. Bu nedenle hasat sonrası ömrü oldukça kısa olan taze fasulyelerde hasat sonrası biyokimyasal kalitenin korunması ve ürün kayıplarının en aza indirilmesi gereklidir. Bu kayıpların azaltılması için de taze fasulyelerde hasat sonrası çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Taze fasulye gibi depolama ve raf ömrü kısa ürünlerde kimyasallara alternatif farklı uygulamalar daha da önemli olmaktadır.

Bu çalışmada, UV-C ışın uygulamalarının taze fasulyenin hasat sonrası kalitesi ve dayanımı üzerine etkileri incelenmiştir. UV-C ışın uygulaması farklı meyve ve sebzelerde çürümeleri engelleyen, fenolik madde içeriklerini artıran, solunum hızını yavaşlatan ucuz ve kolay uygulanabilir yüzeysel bir sterilizasyon yöntemidir. Fasulye özelinde yapılan bu çalışmanın diğer baklagil türleri için de öncü olacağı ve hasat sonrası ürün kayıplarının azaltılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın her aşamasında yardım ve desteklerini benden esirgemeyen, çalışmamın yapılması için gerekli olanakları sağlayan danışmanın Sayın Prof. Dr. Mustafa ERKAN'a teşekkürlerimi sunarım. Katkılarından dolayı değerli Dr. Öğretim Üyesi Adem DOĞAN'a da teşekkür ederim. Tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen Dr. Mehmet Seçkin KURUBAŞ, Hayri ÜSTÜN, Qasid ALI ve Bunyamin PEKER'e teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	i
ÇİZELGELER DİZİNİ	ii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
3. MATERYAL VE METOT	7
3.1. Bitkisel Materyal	7
3.2. UV-C ışın uygulamaları, modifiye atmosferde paketlenme ve depolama	7
3.3. Yöntem	9
3.3.1. Ağırlık kaybı.....	9
3.3.2 Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı.....	10
3.3.3. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı.....	10
3.3.4. Meyve rengi (L^* , C^* , h°).....	10
3.3.5. Toplam şeker miktarı.....	11
3.3.6. Toplam klorofil miktarı	12
3.3.7. Toplam fenolik madde miktarı	12
3.3.8. Toplam flavonoid miktarı.....	13
3.3.9. Solunum hızı.....	13
3.3.10. Etilen üretimi	13
3.3.11. Mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı	14
3.3.12. İstatistiksel değerlendirme	14
4. BULGULAR.....	16
4.1. Ağırlık Kaybı.....	16
4.2. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı.....	17
4.3. Titre Edilebilir Asit (TEA) Miktarı	18
4.4. Kabuk Rengi (L^* , C^* , h°).....	20

4.5. Toplam Şeker Miktarı	24
4.6. Toplam Klorofil Miktarı.....	25
4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı	26
4.8. Toplam Flavonoid Miktarı	28
4.9. Solunum Hızı.....	29
4.10. Etilen Üretimi	30
4.11. Mantarsal Nedenli Bozulmuş Ürün Miktarı	31
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇLAR	36
7. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “UV-C ışın uygulamalarının taze fasulyenin derim sonrası fizyolojisi üzerine etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

29/ 07 /2022

Mujtaba BALKHI

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

KJ	: Kilo joule
°C	: Santigrat derece
,	: Virgül (ondalık ayracının)
L*	: Parlaklık
C*	: Kroma
h°	: Hue açısı
%	: Yüzde
nm	: Nanometre
dk.	: Dakika
mW	: Miliwatt
ml	: Mililitre
g	: Gram
M	: Molar
N	: Normal
mg	: Miligram
μm	: Mikrometre
μl	: Mikrolitre
Kg	: Kilogram
Sa.	: Saat
C ₂ H ₄	: Etilen
AlCl ₃	: Alüminyum klorür
NaNO ₂	: Sodyum nitrit
NaOH	: Sodyum hidroksit
Rpm	: Dakikada dönüş hızı

CO ₂	: Karbondioksit
O ₂	: Oksijen
m ²	: Metrekare
cm ²	: Santi metrekare

Kısaltmalar

UV-C	: Ultraviyole C
MAP	: Modifiye atmosfer paketlenme
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
TEA	: Titre Edilebilir Asitlik
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
Vd.	: Ve diğerleri
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
DNA	: Deoksiribonükleik asit
PG	: Poligalakturonaz
HCL	: Hidroklorik asit
KOH	: Potasyum hidroksit
DPPH	: 1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
KH ₂ PO ₄	: Monopotasyum fosfat
FID	: Alev iyonlaşma detektörü
TCD	: Termal iletkenlik detektörü
LSD	: Least significant difference
Ort.	: Ortalama
Ö.D.	: Önemli değil

GAE : Gallik asit eşdeğeri

KE : Kateşin eşdeğeri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Bitkisel materyalin yetiştirildiği tarladan bir görünüm	7
Şekil 3.2. Fasulyelere UV-C ışın uygulamalarından bir görünüm	8
Şekil 3.3. Doz ölçümlerinde kullanılan dozimetreden bir görünüm.....	8
Şekil 3.4. Taze fasulyelerin MAP torbalarda paketlenmesinden bir görünüm	9
Şekil 3.5. Taze fasulyelerin depolanmasından bir görünüm.....	9
Şekil 3.6. Parlaklık-kroma diyagramı	10
Şekil 3.7. Renk diyagramı.....	11
Şekil 3.8. Şeker içeriği analizlerinde kullanılan spektrofotometre cihazı	12
Şekil 3.9. Solunum ve etilen analizlerinde kullanılan gaz kromatografi (GC) cihazı.....	14
Şekil 4.1. Taze fasulyelerin 20 °C'deki solunum hızları (mL CO ₂ /kg.sa).....	29
Şekil 4.2. Etilen ölçümüne ait kromatogram (0. gün-hasat zamanı).....	30
Şekil 4.3. Etilen ölçümüne ait kromatogram (10. gün-Kontrol uygulaması).....	30
Şekil 4.4. Muhafaza süresince taze fasulyelerde görülen fungal bozulmalar	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri	16
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri	17
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin SÇKM (%) miktarları üzerine etkileri	17
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin SÇKM (%) miktarları üzerine etkileri	18
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin TEA (% malik asit) miktarları üzerine etkileri.....	19
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin TEA (% malik asit) miktarları üzerine etkileri.....	19
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin L^* değerleri üzerine etkileri	20
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin L^* değerleri üzerine etkileri.....	21
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin C^* değerleri üzerine etkileri.....	21
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin C^* değerleri üzerine etkileri	22
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin h° değerleri üzerine etkileri.....	23
Çizelge 4.12. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin h° değerleri üzerine etkileri	24

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam şeker (g/100 g) miktarları üzerine etkileri.....	24
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam şeker (g/100 g) miktarları üzerine etkileri.....	25
Çizelge 4.15. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam klorofil (mg/kg) miktarları üzerine etkileri.....	26
Çizelge 4.16. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam klorofil (mg/kg) miktarları üzerine etkileri.....	26
Çizelge 4.17. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam fenolik madde miktarları (g GAE/100 g) üzerine etkileri.....	27
Çizelge 4.18. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam fenolik madde miktarları (g GAE/100g) üzerine etkileri.....	28
Çizelge 4.19. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam flavonoid miktarları (g KE/100 g) üzerine etkileri.....	28
Çizelge 4.20. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam flavonoid miktarları (g KE/100 g) üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.21. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin mantarsal nedenli bozulma (%) miktarı üzerine etkileri	32

1. GİRİŞ

Taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ülkemizde dört mevsim tüketimi yapılan en önemli sebzelerden birisidir. Taze tüketim yanında konserve, turşu ve kurutmalık olarak da değerlendirilmektedir. Sebzeler içerisinde kendisine önemli bir yer bulan taze fasulye önemli bir besin kaynağıdır. Taze fasulye karbonhidrat ve protein açısından önemli bir sebze olması yanında minareller açısından da zengin bir üründür. Taze fasulyenin 100 g'ında 36 mg kalsiyum, 0.78 mg demir, 12.7 mg magnezyum, 23 mg fosfor, 97 mg potasyum, 282 mg sodyum, 0.19 mg çinko bulunmaktadır (USDA 2019). Ayrıca taze fasulyenin biyokimyasal özellikleri ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri yanısıra yetiştirildiği toprağa da önemli katkılar sağlamaktadır.

Taze fasulye çok sayıda ülkede üretilmesine rağmen, üretim daha çok tüketim alışkanlığının fazla olduğu yerlerde yoğunlaşmıştır. FAO 2020 yılı verilerine göre dünyada toplam 23.276.716 tonluk taze fasulye üretiminde 17.964.222 ton ile Çin ilk sırada yer almaktadır. Bu ülkeyi Endonezya (889.495 ton) ve Hindistan (643.820 ton) takip etmektedir. Türkiye ise bu ülkelerin ardından (547.349 ton) 4. sırada yer almaktadır. Türkiye'yi ise Fransa (394.410 ton), Tayland (299.907 ton), Mısır (264.959 ton), Fas (232.078) Bangladesh (198.145 ton), Sri Lanka (179.254 ton), İtalya (162.220 ton) ve İspanya (148.020 ton) takip etmektedir (FAO 2022).

TÜİK, 2021 yılı verileri incelendiğinde; Türkiye'de en çok taze fasulye üretimi Bursa (65.518 ton), Mersin (44.014 ton), Antalya (43.770), İzmir (41.193 ton), Tokat (39.724), Samsun (21.365 ton), Burdur (17.021 ton) ve Muğla (13.818 ton) illerinde gerçekleştirilmiştir (TÜİK 2022).

FAO 2020 yılı rakamlarına göre dünya toplam taze fasulye ithalatı 670.428 tondur. Bu ithalat rakamları içerisinde en fazla paya sahip ülkeler sırasıyla İspanya (131.436 ton), ABD (110.853 ton), Belçika (104.172 ton), Hollanda (67.564 ton), Fransa (47.150 ton), Birleşik Krallık (43.226 ton), Kanada (31.824 ton), Almanya (24.845 ton) ve İtalya (18.918 ton)'dır. Buna karşılık en fazla ihracat yapan ülkeler ise sırasıyla Fas (138.310 ton), Fransa (112.980 ton), Çin (83.780 ton), Meksika (50.738 ton), Hollanda (35.026 ton), Guatemala (34.966 ton), ABD (33.331 ton), Mısır (25.537 ton), İspanya (24.542 ton) ve Almanya (19.297 ton)'dır. Türkiye ise 1.891 ton taze fasulye ihraç ederken hiç ithalat gerçekleştirmemiştir. Birçok ülkenin ithalat ve ihracat listesinde olması bu üründe re-export yapıldığını göstermektedir. Türkiye'nin özellikle istenilen kalitede ürün üretimi ve planlama ile bu pazardan aldığı payı artırabileceği gözükmektedir.

Türkiye'de taze fasulye üretiminin büyük bir bölümü yaz aylarında açıkta gerçekleşmesine rağmen kış aylarında örtüaltı üretimi de mevcuttur. Kış aylarında üretim serada yapıldığı için ürün arzı miktar olarak azalmakta ve üretim maliyetlerinin de artmasıyla birlikte ürün fiyatları yükselmektedir. Ülkemizde taze fasulye üretiminde ve tüketiminde arz-talep dengesi yıl boyunca düzenli sağlanamadığından dolayı üretici satış ve tüketici alış fiyatlarında aşırı dalgalanmalar yaşanmaktadır.

Taze fasulye Türkiye'de genellikle pazarlarda açık olarak ya da köpük tabaklarda streç film ile kaplanarak pazarlanmaktadır. Taze fasulye, yüksek ortam sıcaklığında önemli düzeyde su kaybettiği için sertleşir ve tazeliğini kaybeder. Bunun yanı sıra uygun

olmayan koşullarda bekletilen ya da pazarlanan ürünlerde mantarsal nedenli bozulmalar sonucu ürün kayıpları da yaşanmaktadır.

Türkiye’de yetiştirilen taze fasulyelerde genelde soğukta muhafaza yapılmamaktadır. Bunda en önemli faktör bu sebzenin muhafaza süresinin kısa olması ve üründe görülen bozulmalar nedeniyle kalite ve miktar kayıplarının yüksek olmasıdır. Bu kayıpların azaltılması ve kalitenin korunması için yetiştiricilikte olduğu gibi hasat sonrası hastalık ve zararlılarla mücadelede de kimyasal yöntemlere alternatif olabilecek uygulamaların belirlenmesi ve pratiğe aktarılması hız kazanmaktadır (Usall vd. 2016; Feliziani vd. 2016).

Taze fasulye pazarlamasında ülkemizde yaşanan fiyat dalgalanmalarının engellenmesi için arz-talep dengesinin yıl boyu sağlanması gereklidir. Fakat taze fasulyenin depolama ve raf ömrü çok kısa olduğu için bu ürünün uzun süreli muhafazası mümkün olamamaktadır. Bu kapsamda taze fasulye için uygun olan hasat sonrası teknolojilerden birisi modifiye atmosferli paketlenme (MAP) yöntemidir. Bu yöntem, birçok meyve ve sebze yaygın olarak kullanılmaktadır. MAP uygulaması özellikle su kaybının engellenmesinde yüksek su oranına sahip fasulye gibi sebzelerde etkili şekilde kullanılmaktadır. MAP uygulaması ayrıca, oluşturmuş olduğu atmosfer bileşimi sayesinde çürüme ve metabolizma üzerinede olumlu etkiler yapmaktadır. Ancak bu uygulama ürün kayıplarının engellenmesinde tek başına yeterli olmamaktadır. Son yıllarda kimyasallara alternatif uygulamalar ile birleştirilerek kullanılmaktadır. Ultraviyole-C (UV-C) ışın uygulamaları kimyasallara alternatif uygulamalar arasında önemli bir yere sahiptir ve birçok meyve ve sebze kullanılmıştır. UV-C ışın uygulamaları ile mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi için birçok farklı alanda başvurulan bir yöntemdir. Ancak uygulanan UV-C dozu ürüne göre farklılık göstermektedir. Bu neden ile ürüne özgü dozun belirlenmesi gerekmektedir.

Taze fasulye paketlenme ve depolamasında henüz bir standart oluşmamıştır. Bu üründe yaşanan problemler için ucuz ve pratik uygulamaların pratiğe aktarılması gerekmektedir. Bu nedenle üründe en önemli problemlerden su kaybı ve metabolizması yavaşlayan MAP uygulaması ile hastalık ve bozulmalara karşı etkisi ile bilinen UV-C uygulamasının birlikte kullanılmasının olumlu katkılar sağlanacağı düşünülmüştür. Bu amaçla, çalışmada farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının MAP ile ambalajlanmış taze fasulyelerin muhafaza süresi ve ürün kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Phaseolus vulgaris L. kültürü yapılan fasulyelerin %90'nını oluşturmaktadır ve *Phaseolus* cinsinin önemli bir üyesidir (Ulukapı ve Onus 2012). Taze fasulye ülkemizde ve dünyada insan beslenmesinde önemli bir paya sahip olup hayvansal gıdalarla beslenmenin sınırlı olduğu yerlerde protein ihtiyacının karşılanması için başvuru olan önemli bir kaynaktır.

Bahçe ürünlerinin depolanmasında ürünün fizyolojisine uygun optimum depolama sıcaklığının tercih edilmesi, kalitesini korumak ve muhafaza süresini uzatmak için kullanılan en etkili tekniktir. Fakat depolama sıcaklığının aşırı düşürülmesi ile birlikte ürünlerde üşüme zararının ortaya çıkabilmektedir (Kader 2013). Bu durum bazı bahçe ürünlerinde düşük sıcaklık kullanımını sınırlandırmaktadır. Yapılan bir çalışmada, taze fasulyenin 4 °C'de daha uzun süre muhafaza edildiği ancak bu sıcaklıkta depolama sırasında üşüme zararının ortaya çıktığı bildirilmiştir (Monreal vd. 1999). Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, 10 °C ve daha yüksek sıcaklıklarda taze fasulyelerin hızlı bir şekilde ağırlık kaybettiğini, klorofil pigmenti kaybı yüzünden sarardığını, yumuşadığını, ürünlerdeki suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve askorbik asit miktarının azaldığını bildirmişlerdir (Proulx vd. 2010). Başka bir çalışmada ise 7.5 °C ve daha yüksek sıcaklıklarda ağırlık kaybının, mantarsal bozulmaların ve klorofil kaybının arttığı bildirilmiştir (Zong vd. 1992). Yapılan çalışmalara göre taze fasulye için optimum muhafaza sıcaklığının 8 °C olduğu bildirilmiştir (Sanchez-Mata vd. 2003).

Taze fasulyeler üşüme zararına duyarlı olduğu için üşüme zararına duyarlı ürünlerin muhafaza sürelerinin uzatılması ve kalitelerinin korunumunda UV-C ışın uygulamaları gibi farklı hasat sonrası uygulamalar ön plana çıkmaktadır.

UV ışınları; UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) ve UV-C (100-280 nm) olmak üzere 3 farklı gruba ayrılmaktadır (Gonzalez-Aguilar vd. 2010). 254 nm dalga boyundaki UV-C ışınları en yüksek anti-mikrobiyal etkiye sahiptir ve bu ışınların genel olarak kabul gören etki mekanizması canlı organizmalarda yol açtığı DNA hasarıdır (Gayan vd. 2014).

UV ışınları düşük maliyetli olmasından dolayı çok sayıda mikroorganizma türü için pratikte güvenli olarak kullanılabilir. UV-C ışınları özellikle taze kesilmiş (fresh-cut) meyve ve sebzelerde yüzey sterilizasyonu sağlamak ve mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Manzocco vd. 2011).

UV-C ışın uygulamaları, bazı türlerde yanma ve olumsuz etkilere neden olarak kalite ve ürün kayıpları oluşabilmektedir. UV ışın dozu; ışın kaynağı olan lambanın gücü, uygulama süresi ve ürünle ışık kaynağı arasındaki mesafe dikkate alınarak belirlenmelidir (Bintsis vd. 2000).

Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) teknolojisi farklı bahçe ürünlerinde depolama süresi ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan en etkili yöntemlerden birisidir (Sandhya 2010). MAP uygulaması bahçe ürünlerinde, solunum hızını yavaşlatmak, ağırlık kaybını azaltmak, meyve eti sertliği ve yeşil rengi korumak amacıyla kullanılan bir muhafaza yöntemidir (Cortellino vd. 2015; Belay vd. 2016; Usall vd. 2016).

Fernandez-Leon vd. (2013), brokolileri MAP’de paketleyerek 12 gün süreyle depolamışlar ve üründe ağırlık kayıpları, renk değişimleri, gaz kompozisyonları, klorofil, karotenoid, C vitamini, toplam fenol ve glukosinolat içeriklerini araştırmışlardır. Çalışmada, kontrol grubu başlarında %3.36 oranında ağırlık kaybı saptanırken, MAP ortamında depolananlarda bu oran %0.75 olmuştur. Muhafaza süresince toplam fenol ve glukosinolat içeriğindeki kayıplar MAP koşullarında %20-%23 oranında oluşurken, bu oran kontrol grubunda %48-%57 oranlarında gerçekleşmiştir. Çalışmada, toplam fenol, C vitamini ve klorofil içeriğindeki düşüş hızı kontrol grubunda, MAP ortamında depolanan brokolilerden daha hızlı olmuştur.

Elwan vd. (2015) bezelyede delikli ve deliksiz MAP ile yaptıkları çalışmada, delikli MAP’ın dış görünüşü, gevrekliği, tadı ve yeşil rengi koruduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca delikli MAP ile muhafaza edilen bezelyelerde, deliksiz MAP’a göre daha yüksek klorofil, C vitamini, ŞÇKM ve şeker miktarı saptamışlardır.

Kabuk rengi tüketiciler için satın almada en önemli kriterlerden birisi olup özellikle taze fasulyede yeşil renk kalitenin korunumu açısından oldukça önemlidir (Cubas vd. 2008). Araştırmacılar taze fasulyede 4, 8 ve 12 °C’de muhafaza edilen taze fasulyelerde, 4 ve 12 °C sıcaklıkta depolanan grupta klorofillerin parçalandığını, buna karşın 8 °C’de muhafaza edilenlerde ise klorofill parçalanmasının 15 gün süreyle korunduğunu tespit etmişlerdir (Monreal vd. 1999).

Ağırlık kaybı taze fasulye muhafazasında kaliteyi ve raf ömrü süresini olumsuz etkileyen bir diğer önemli sorundur (Qin vd. 2016). Taze fasulye muhafazası konusunda yapılan bir çalışmada, araştırmacılar 10 °C sıcaklıkta yapılan depolamada MAP’ın bu üründe ağırlık ve klorofil kaybını azalttığını saptamışlardır (Watada vd. 1987). Bir başka çalışmada ise depolama sıcaklığı yükseldikçe fasulyelerde ağırlık kaybının da arttığı bildirilmiştir (Guo vd. 2008).

Yapılan çalışmalarda hasat sonrası UV-C ışın uygulamalarının bahçe ürünlerinde soğuk zararını azalttığı pekçok çalışmada belirlenmiştir. Bu uygulamalar şeftali, muz ve dolmalık biberde soğuk zararının azaltılmasında başarılı sonuçlar vermektedir Gonzalez-Aguilar vd. 2004; Vicente vd. 2005; Pongprasert vd. 2011).

UV-C ışınlarının üşüme zararı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ‘Golden Bell’ dolmalık biber çeşidine 2.2, 4.4 ve 6.6 kJ/m² dozlarında ışın uygulaması yapılmış ve biberler uygulama sonrası 4 °C’de muhafaza edilmiştir. Araştırmada, 6.6 kJ/m² ışın dozu üşüme zararını azaltma, meyve eti sertliğini koruma ve ağırlık kaybını azaltma konusunda daha başarılı bulunmuştur. UV-C ışın uygulamalarının toplam karotenoid miktarı üzerine bir etkisi saptanmamıştır. Ayrıca 6.6 kJ/m² UV-C ışın dozunun antioksidan ve katalaz aktivitesini artırdığı bildirilmiştir (Promyou ve Supapvanich 2013). Kırmızı biberde yapılan başka bir çalışmada ise araştırmacılar, UV-C ışın uygulamalarının antioksidan aktivitesini artırdığı için üşüme zararına karşı dayanıklılık sağladığını bildirmişlerdir (Cuvi vd. 2011).

Brokolide yapılan bir çalışmada, 10 kJ/m² dozunda UV-C ışın uygulaması klorofil a ve klorofil b parçalanmasını geciktirmiş, klorofilaz ve peroksidaz enzim aktivitelerini de azaltmıştır. UV-C ışın uygulaması ayrıca antioksidan aktivitesini korumada da başarılı bulunmuştur (Costa vd. 2006).

Marulda yapılan bir çalışmada, 8.14 kJ/m^2 dozunda UV-C ışın uygulaması 7 günlük muhafaza sonrasında yaprak renginin parlaklığını artırmıştır (Allende ve Artes, 2003). Yine marulda yapılan başka bir çalışmada da 7.11 kJ/m^2 dozunda UV-C uygulaması, 5°C sıcaklıkta 7 günlük muhafaza sonucunda doku yumuşaması ve doku kararmalarını yavaşlatmıştır (Allende vd. 2006).

Domateste yapılan bir çalışmada, 5 dk. süreyle 3.6 kJ/m^2 dozunda UV-C uygulaması meyve sertliğinin korunmasında daha başarılı bulunmuştur. Ayrıca UV-C ışın uygulamasının poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesini de azalttığı tespit edilmiştir (Stevens vd. 2004). Benzer şekilde domateste yapılan başka bir çalışmada ise UV-C ışın uygulamalarının PG enzim aktivitesini azalttığı bildirilmiştir (Barka 2001). Kalantari (2003), domates için en uygun UV-C uygulama dozunun 3.7 kJ/m^2 olduğunu, bu dozda yapılan uygulamanın meyvedeki klorofil kaybını, dokulardaki yumuşamayı ve likopen sentezini geciktirdiğini bildirmiştir. Charles vd. (2005) ise UV-C uygulamalarının domateste SÇKM miktarı üzerinde etkili olmadığını, buna karşın uygulama yapılan meyvelerin daha düşük titre edilebilir asitlik ve pH düzeylerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Taze kesilmiş brokolilerde *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* ve *Listeria monocytogenes*'in etkinliğini azaltmak amacıyla uygulanan farklı UV-C dozlarından (2.5 , 5.0 , 7.5 , 10.0 ve 15.0 kJ/m^2) 2.5 kJ/m^2 dozu daha başarılı bulunmuştur. Artan dozlar mikroorganizma gelişimini kontrol etmesine rağmen bu etki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Çalışmada, UV-C ışınlarına en hassas olan mikroorganizma *Salmonella* olurken, en dayanıklısının ise *Listeria* olduğu belirtilmiştir (Martinez-Hernandez vd. 2015). Ispanakta yapılan başka bir çalışmada farklı UV-C dozları (2.4 – 24 kJ/m^2) *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* ve *Pseudomonas marginalis* bakterilerinin büyüme hızını azaltmıştır (Escalona vd. 2010). Kiraz domatesinde yapılan bir çalışmada ise UV-C ışınları *Salmonella enterica* serovar Typhimurium bakterisinin miktarını azaltmıştır. Benzer şekilde MAP uygulaması da çalışmada *S. Typhimurium*'un gelişimini geciktirmiştir. Ayrıca araştırmacılar UV-C ve MAP kombinasyonunun renk değişimini geciktirdiğini bildirmişlerdir (Choi vd. 2015). Marulda yapılan başka bir çalışmada ise UV-C ışınlarının *S. Typhimurium* gelişimini azalttığı bildirilmiştir (Ge vd. 2013). Dolmalık biberde yapılan bir çalışmada ise 2.2 – 4.4 kJ/m^2 dozunda uygulanan UV-C ışınlarının *B. cinerea* gelişimini azalttığı bildirilmiştir (Mercier vd. 2001).

UV-C ışın uygulamaları mikroorganizmaları etkisizleştirirken aynı zamanda stres tepkisi oluşturarak ürünlerin hasat sonrası dayanımını da artırmaktadır (Kasım ve Kasım 2007). Taze kesilmiş kırmızı biberde 10 kJ/m^2 dozundaki UV-C uygulaması muhafaza ve raf ömrünü uzatmış, çürümeleri ve meyve eti yumuşamasını azaltmıştır (Rodoni vd. 2015). Mangoda yapılan bir çalışmada ise 2.46 ve 4.93 kJ/m^2 dozunda UV-C uygulamalarının meyvelerin raf ömrünü artırdığı bildirilmiştir (Gonzalez-Aguilar vd. 2007). Erkan vd. (2001), dilimlenmiş sakız kabaklarını 1, 10 ve 20 dk. süreyle UV-C ışınlarına maruz bırakmışlardır. Uygulamadan sonra ürünler 5°C ve 10°C sıcaklıkta depolanmıştır. Çalışmada, her iki doz ve her iki sıcaklıkta, depolama periyodu boyunca ortaya çıkan çürük meyve miktarının, kontrol uygulamasına göre belirgin seviyede düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak 10°C 'de depolanan meyvelerin yüzeyinde bir süre sonra UV-C ışın zararı olarak kırmızımsı-kahverengi renk oluşumlarının meydana geldiği gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda hasat sonrası UV-C uygulamalarının meyve ve sebzelerin besin değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. UV-C uygulaması, domateste ve çilekte toplam ve bireysel fenolik madde miktarını artırmıştır (Liu vd. 2018; Erkan vd. 2008). Ananasta meyve etinde C vitamini miktarını, meyve kabuğunda ise toplam fenol, flavonoid ve antioksidan aktivitesini (Sari vd. 2016), satsuma mandarininde ise toplam fenol ve flavonoid miktarlarını artırmıştır (Shen vd. 2013). Ispanak, pırasa ve lahanada yapılan bir çalışmada ise C vitamini, klorofil ve çözünür protein miktarlarını korumuş ya da artırmıştır (Liao vd. 2016). Amarant bitkisinde ise antioksidan aktivite ile toplam fenol ve flavonoid miktarlarında yükselmeye yol açmıştır (Gogo vd. 2018).

Yapılan literatür taraması sonucunda özellikle taze fasulyede MAP uygulamasıyla birlikte UV-C uygulamasının etkisi ve etkili UV-C dozu üzerine bir araştırmaya ulaşılmamıştır. Bu çalışmanın literatürdeki bu açığa katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak ülkemizdeki önemli taze fasulye üretim merkezlerinden birisi olan Burdur iline bağlı Çatağıl köyünde yetiştirilen “Ayşe Kadın” tipi “Bourgondia” fasulye çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1). Taze fasulyeler hasat edildiği gün içerisinde Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Prof. Dr. Mustafa Pekmezci Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Örnekler deneme kurulmadan önce çeşide özgü olarak seçilmiş ve denemede ürün üzerinde mekanik zarar bulunmayan, sağlam taze fasulyeler kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Bitkisel materyalin yetiştirildiği tarladan bir görünüm

3.2. UV-C ışın uygulamaları, modifiye atmosferde paketlenme ve depolama

UV-C ışın uygulamaları özel olarak tasarlanmış bir cihaz ile yapılmıştır. Bu cihaz taşıyıcı bir bant kullanarak durağan veya akış halinde ışın uygulamaya olanak vermektedir. Uygulama dozunu ayarlamak için cihazda lamba yüksekliği de ayarlanabilmektedir. Çalışma öncesinde, hedeflenen dozlara yönelik ön çalışmalar yapılmıştır. Doz ölçümleri UV-metre (Şekil 3.3) yardımı ile gerçekleştirilmiştir. UV ölçümleri ürünün üst düzey yüksekliği dikkate alınarak lamba 5 dk süreyle ısındıktan sonra yapılmıştır. Doz ayarlama ölçümleri karanlık bir ortamda yapılmıştır. Her doz için gerekli sürelerin belirlenmesinden sonra uygulama işlemine geçilmiştir.

UV-C ışın uygulamaları için taze fasulyeler bir grup kontrol olmak üzere 4 farklı gruba ayrılmıştır. Kontrol uygulamasında örneklere hiçbir uygulama yapılmamıştır. Diğer üç gruba ise sırasıyla 0.1, 0.3 ve 0.5 kJ/m² dozlarında UV-C ışın uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Fasulyelere UV-C ışın uygulamalarından bir görünüm



Şekil 3.3. Doz ölçümlerinde kullanılan dozimetreden bir görünüm

UV-C ışın uygulamalarından sonra taze fasulyeler bu tür için özel olarak kullanılan MAP (LifePack) torbalara konulmuş ve poşetlerin ağızları kapatılmıştır (Şekil 3.4). Ambalajlanan fasulyeler 8 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Taze fasulyelerin MAP torbalarda paketlenmesinden bir görünüm



Şekil 3.5. Taze fasulyelerin depolanmasından bir görünüm

3.3. Yöntem

3.3.1. Ağırlık kaybı

Muhafaza periyodunun başlangıcında, her tekerrürde 20 fasulye olacak şekilde bitkisel materyalin konulduğu tabaklar numaralanarak 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartıldıktan sonra soğuk hava deposuna konarak, muhafaza periyodu süresince

5'er gün aralıklarla örnekler tekrar tartılmıştır. Ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi (%) olarak hesaplanmıştır.

3.3.2 Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Her tekerrürden alınan 100 g taze fasulyenin katı meyve sıkacağına sıkılması ile elde olunan homojenatin berrak kısmından alınan örneğin dijital el refraktometresinde (Hanna HI 96801) okunması yolu ile SÇKM değeri % olarak ölçülmüştür

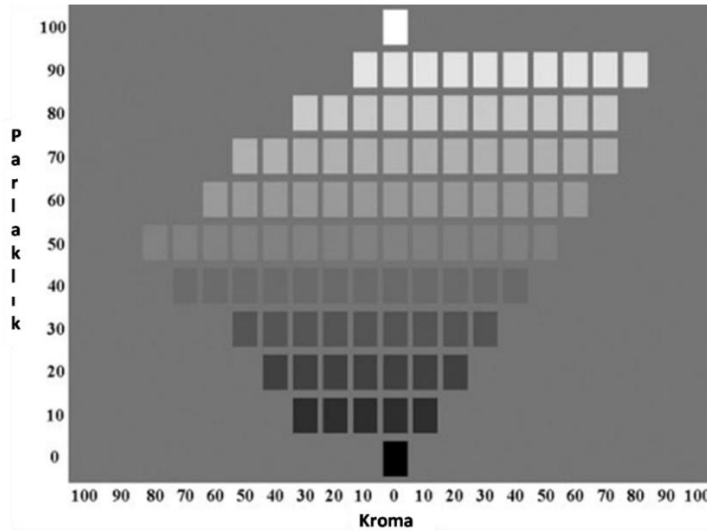
3.3.3. Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı

SÇKM tayinleri için elde edilen homojenattan alınan 2 mL örneğe 38 mL saf su ilave edilmiş ve karışım 0.1 N sodyum hidroksit ile pH metrede (Inolab Ph 720) pH= 8.1'e kadar titre edildikten sonra örneklerdeki TEA miktarı % malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

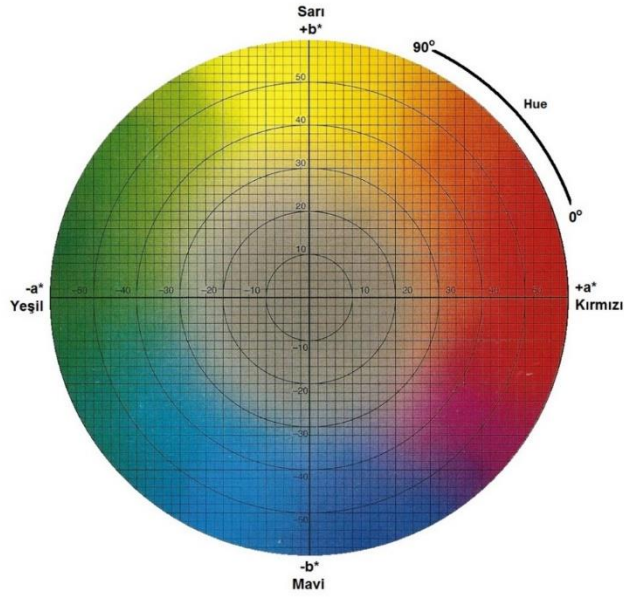
3.3.4. Meyve rengi (L^* , C^* , h°)

Muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında 5'er gün aralıklarla alınan örneklerin renginde meydana gelen değişimler renk ölçüm cihazı (MINOLTA CR400-MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) ile belirlenmiştir. Bu amaçla her tekerrürde 20 örnekte ve her örneğin 3 farklı noktasında ölçüm yapılmıştır. Yapılan toplam 60 ölçümün ortalaması bir tekerrürün renk değeri olarak belirlenmiştir. Üç tekerrürün ortalaması ise bir uygulamanın renk değeri olarak saptanmıştır. Sonuçlar, parlaklık (L^*), chroma (C^*) ve açısı değeri (hue, h°) olarak sunulmuştur (McGuire 1992).

Renk değerlerinin belirlenmesinde parlaklık/chroma (Şekil 3.6) ve renk diyagramından faydalanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Parlaklık-kroma diyagramı



Şekil 3.7. Renk diyagramı

3.3.5. Toplam şeker miktarı

Taze fasulyelerin toplam şeker analizi Guo vd. (2007)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla 100 g taze fasulye örneğinin katı meyve sıkacağı ile suyu çıkarılmış ve bu çözelti 6 mol/L HCL çözeltisi ile karıştırılmış ve 50 °C sıcaklıkta 30 dk. bekletilmiştir. Sonra karışım filtre kâğıdından süzölmüş ve süzöntü 6 mol/L NaOH çözeltisi ile nötrale edilmiştir.

Örneklerin okutulması Miller (1959)'a göre yapılmıştır. Bu amaçla 0.1 mL örnek üzerine sırasıyla 3.9 mL saf su ve 0.08 mL 12 M HCL eklenmiş ve karıştırılmıştır. Karışım 90 °C'lik su banyosunda 5 dk. bekletilmiş ve hidrolize edilmiştir. Daha sonra hidrolizat üzerine 0.2 mL 5 N KOH eklenerek karıştırıldıktan sonra alınan 3 mL'lik örnek yeni bir tüpe aktarılmış ve üzerine 3 mL dinitrosalisilik asit (DNSA) solüsyonu eklenmiştir. Bu aşamada 3 mL saf su üzerine eklenen 3 mL DNSA, kontrol olarak kullanılmıştır. Solüsyon karıştırıldıktan sonra 90 °C'lik su banyosunda 15 dk. bekletilip üzerine renk stabilizasyonunu sağlamak için 1 mL %40'lık potasyum sodyum tartarat eklenmiştir. Örnekler, 20 dk. süreyle soğutulurak spektrofotometre (Analytic Jena AG Specord 40) (Şekil 3.8) yardımıyla 540 nm'de okutulmuştur. Sonuçların hesaplanmasında kullanılan standart kalibrasyon kurvesinden elde edilen $y=59.508x+0.6208$ ($R^2=0.9972$) eşitliği kullanılmış ve sonuçlar g/100 g yaş ağırlık olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.8. Şeker içeriği analizlerinde kullanılan spektrofotometre cihazı

3.3.6. Toplam klorofil miktarı

Bu amaçla bir falkon tüpünün içerisine 10 mL %80'lik aseton koyulmuştur. Daha sonra 3 g örnek tartılarak falkon tüpünün içerisinde ultra-turrax yardımıyla homojenize edilmiştir. Tüpler, 5 °C'de 8600 x g'de 5 dk. sentrifüj edildikten sonra supernatant alınarak 645 ve 663 nm'de spektrofotometrede (Analytic Jena AG Specord 40) %80'lik asetona karşı okutulmuştur. Toplam klorofil miktarı aşağıdaki eşitliklere göre mg/g yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır (Witham vd. 1971).

$$\text{Klorofil a (mg/g)} = [12,7 (D663) - 2,69 (D645)] \times V/1000 \times W$$

$$\text{Klorofil b (mg/g)} = [22,9 (D645) - 4,68 (D663)] \times V/1000 \times W$$

$$\text{Toplam klorofil miktarı} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

V: Örnek hacmi

W: Numune miktarı

3.3.7. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenol madde miktarını belirlemek amacıyla 20 örnek bir blender yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenattan 2 g tartılarak falkon tüpünün içerisine koyulmuştur. Daha sonra tüpe 10 mL %80'lik metanol eklenerek tüp oda sıcaklığında 1 saat inkübasyona bırakılmış ve 0.45 µm filtreden süzülerek süpernatant başka bir tüpün içerisine alınmıştır.

Ekstrakte edilen örneklerden cam tüpe 100 µL alınarak üzerine 900 µL distile su eklenmiştir. Daha sonra 5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 4 mL doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenerek tüpler vorteks yardımı ile karıştırılmıştır. Tüpler, 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra spektrometrede (Analytic Jena AG Specord 40) 765 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Gallik asitten elde edilen standart eğriden yararlanılarak toplam fenolik madde miktarı gallik asit (GA) cinsinden g/100 g yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır (Spanos ve Wrolstad 1990).

3.3.8. Toplam flavonoid miktarı

Toplam flavonoid miktarı, fenolik madde miktarının belirlenmesi için hazırlanan bileşiklerin miktarının belirlenmesinde kullanılan ekstrakte edilen örnekler kullanılmıştır. Bu amaçla cam tüplerin içerisine 1 mL örnek konularak, üzerine 4 mL distile su ve 0.3 mL %5'lik NaNO₂ ilave edildikten sonra karıştırılmıştır. Örnekler 5 dk. sonra 0.6 mL %10'luk AlCl₃.6H₂O ilave edilmiş, 5 dk. bekletildikten sonra üzerine 2 mL 1 mol/L'lik NaOH ilave edilerek toplam hacim distile su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım bir vorteks ile karıştırıldıktan sonra 510 nm dalga boyunda spektrometrede absorbans değerleri okunmuştur. Toplam flavonoid miktarı, farklı konsantrasyonlarda kateşin ile hazırlanan standart eğriden yararlanılarak kateşin (KE) cinsinden g/100 g yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır (Karadeniz vd. 2005).

3.3.9. Solunum hızı

Taze fasulyelerin solunum hızlarının belirlenmesi amacıyla belirli ağırlık ve hacimdeki örnekler 5'er gün arayla alınarak, 2 L'lik gaz geçirmez plastik kavanozlara yerleştirilmiş ve bir saat kapalı kavanozlarda bekletilmiştir. Bu süre sonunda ortamdan gaz geçirmez bir şırınga ile alınan gaz örneği, Thermo marka gaz kromatografisinde (GC) termal iletkenlik detektörü (TCD) ile analiz edilmiştir (Şekil 3.10). Örneklerinin solunum hızları mL CO₂/kg.sa olarak hesaplanmıştır. GC'nin çalışma koşulları aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

Kolon: Supelco 80/100 Poropak N column, 1 Mx 1/4 IN SS

Fırın sıcaklığı:	65 °C
Analiz süresi:	4 dakika
Inlet:	50 ml/dak.
Basınç:	21.322 psi
Toplam akış:	28.345 ml/dak.
Detektör sıcaklığı:	35 °C
Hidrojen akışı:	45 ml/dak.
Kuru hava:	400 ml/dak.
Enjeksiyon:	1 ml

3.3.10. Etilen üretimi

Taze fasulyelerin etilen üretim miktarlarının belirlenmesi amacıyla belirli ağırlık ve hacimdeki örnekler 5'er gün arayla alınarak, 2 L'lik gaz geçirmez solunum kavanozlarına yerleştirilmiştir. Kapalı kavanoz içerisinde bir saat bekletildikten sonra bu ortamdan gaz geçirmez bir şırınga ile alınan gaz örneği, GC'nin alev iyonlaşma

detektörüne (FID) enjekte edilmiştir (Şekil 3.9). Örneklerinin etilen üretim miktarları $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$ olarak hesaplanmıştır. GC'nin çalışma koşulları aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

Kolon:	Supelco 80/100 Alumina F-1 column 1 Mx 3/16 IN x 3.7 mm SS
Fırın sıcaklığı:	130 °C
Analiz süresi:	2 dakika
Inlet:	200 ml/dak.
Basınç:	21.322 psi
Toplam akış:	28.345 ml/dak.
Detektör sıcaklığı:	275 °C
Hidrojen akışı:	35 ml/dak.
Kuru hava:	350 ml/dak.
Enjeksiyon:	1 ml



Şekil 3.9. Solunum ve etilen analizlerinde kullanılan gaz kromatografi (GC) cihazı

3.3.11. Mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı

Bu amaçla 60 adet örnek 3 tekerrürlü olacak şekilde ayrılmış ve teker teker incelenerek muhafaza esnasında ortaya çıkan mantarsal nedenli bozulmaların miktarı, bozulan örneklerin tüm örneklerle oranlanması ile yüzde (%) olarak tespit edilmiştir.

3.3.12. İstatistiksel değerlendirme

Araştırma “Tesadüf Parselleri” deneme desenine göre planlanmıştır. Çalışmalar, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde en az 20 adet taze fasulye olacak şekilde düzenlenmiştir.

Uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının çalışmada incelenen parametreler üzerindeki etkisi genel lineer model kullanılarak belirlenmiştir. Tüm istatistiksel analizler, XLSTAT (sürüm 2016.02.28451) istatistik paket programında yapılmıştır. Varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi ($P \leq 0.05$) kullanılmıştır.



4. BULGULAR

4.1. Ağırlık Kaybı

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğuk depolama süresince ağırlık kaybı miktarı üzerine etkileri çizelge 4.1’de verilmiştir. Muhafaza süresinin ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Buna karşılık uygulamalar ve muhafaza süresi x uygulama interaksiyonlarının etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1). Muhafazanın 5. günü sonunda ortalama %3.10 olan ağırlık kaybı, 15. günü sonunda %6.90 ve 25. günü sonunda da %10.58 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m²	3.20 ¹	6.06	6.51	8.38	10.11	6.85¹
0.3 kJ/m²	3.66	5.61	6.33	9.19	10.72	7.10
0.5 kJ/m²	2.31	4.16	8.22	10.89	11.12	7.34
Kontrol	3.24	4.86	6.52	9.10	10.39	6.82
Ort. (Muh. Sür.)	3.10C	5.18B	6.90B	9.39A	10.58A²	
LSD %5	Uyg.³: Ö.D. Muh. Sür.: 1.874 Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D					

¹ Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

² LSD testine göre, $P \leq 0.05$ hata düzeyinde farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

³ Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Belirli süre soğukta muhafaza edildikten sonra 20 °C sıcaklıkta manav koşullarında 3 gün süreyle bekletilen fasulyelerde farklı dozlarda UV-C uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ağırlık kaybı üzerine etkileri çizelge 4.2’de verilmiştir. Manav koşullarında uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının taze fasulyelerin ağırlık kaybı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Manav koşullarında UV-C dozları, kontrole göre daha yüksek ağırlık kayıplarına yol açmış olmakla birlikte kontrol (%9.26) ile 0.5 kJ/m² (%10.06) grubu değerleri arasında istatistiksel düzeyde farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 4.2).

Manav koşullarında bekletme sürelerinin ağırlık kaybı üzerine etkileri incelendiğinde; 5+3. günde ortalama %6.91 olan ağırlık kaybı, 15+3 günde %9.95 ve 25+3. günde ise %12.79 olarak tespit edilmiş ve genel olarak muhafaza süresinin ilerlemesine paralel olarak bu parametre değerlerinde artış gözlenmiştir (Çizelge 4.2)

Uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarına göre en yüksek ağırlık kaybı aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 20+3. gün ve 25+3. gün örneklerinde kontrol grubu ile 25+3. günde 0.3 kJ/m² UV-C uygulanan fasulyelerde tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı ise tüm uygulamalarda soğuk muhafaza başlangıcında ve 5+3. günde kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin ağırlık kayıpları (%) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m ²	7.06ij ¹	8.26gi	9.39eh	13.46ab	15.27a	10.69A¹
0.3 kJ/m ²	6.92ij	9.29fh	11.03ef	12.19bd	13.99ab	10.68A
0.5 kJ/m ²	7.52hj	8.98fi	9.60eg	12.80bc	11.38ce	10.06AB
Kontrol	6.12j	7.49hj	9.78eg	12.38bd	10.50df	9.26B
Ort. (Muh. Sür.)	6.91D	8.50C	9.95B	12.71A	12.79A	
LSD %5	Uyg. ² : 0.92 Muh. Sür.: 1.029 Muh. Sür. x Uyg.: 2.058					

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: muhafaza süresi.

4.2. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğukta depolama süresince fasulyelerin SÇKM miktarı üzerine etkileri çizelge 4.3'te verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarının SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çalışmada en yüksek SÇKM miktarı 0.1 kJ/m² ve kontrol uygulamalarında, en düşük SÇKM miktarı ise 0.3 ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte soğukta depolama süresi sonuna doğru SÇKM miktarı bir miktar düşüş göstermiştir. Muhafaza başlangıcında örneklerde ortalama %5.97 olarak saptanan SÇKM miktarı, 15. günde %5.41 ve 25. günde de %5.13 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.3).

En yüksek SÇKM miktarı tüm uygulamalarda hasat zamanında tespit edilmiştir. En düşük SÇKM miktarı ise 10. günde 0.3 ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında, 20. günde 0.5 kJ/m² ile 25. günde 0.3 kJ/m² ve kontrol uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin SÇKM (%) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m ²	5.97a	5.57bd	5.20eh	5.57bd	5.17eh	5.37bf	5.47A¹
0.3 kJ/m ²	5.97a	5.30dh	5.00hi	5.30dh	5.13fh	5.03gi	5.29B
0.5 kJ/m ²	5.97a	5.47be	5.03gi	5.13fh	4.77i	5.33cg	5.28B
Kontrol	5.97a	5.37bf	5.27d	5.63bc	5.67ab	4.77i	5.44A
Ort. (Muh. Sür.)	5.97A	5.43B	5.13C	5.41B	5.18C	5.13C	
LSD %5	Uyg. ² : 0.134 Muh. Sür.: 0.164 Muh. Sür. x Uyg. : 0.328						

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Farklı dozlarda UV-C uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ek olarak manav koşullarında tutulan örneklerin SÇKM miktarları üzerine etkileri çizelge 4.4.'de verilmiştir. Uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının taze fasulyelerin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Manav koşullarında 0.5 kJ/m^2 UV-C uygulaması yapılan fasulyelerin SÇKM miktarı, aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 0.15 kJ/m^2 , 0.35 kJ/m^2 ve kontrol gruplarına göre daha düşük olmuştur (Çizelge 4.3).

Muhafazanın başlangıcında örneklerde ortalama %5.97 olan SÇKM miktarı, 15+3. günde %4.90 ve 25+3. günde ise %4.88 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde; en yüksek SÇKM miktarı tüm uygulamalarda hasat zamanında belirlenmiştir. En düşük SÇKM miktarı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 5+3. gün örneklerinde 0.3 kJ/m^2 , 0.5 kJ/m^2 ve kontrol, 15+3. günde 0.3 kJ/m^2 ve 0.5 kJ/m^2 , 20+3. günde UV-C uygulamaları ile 20+3. günde 0.5 kJ/m^2 uygulamalarında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin SÇKM (%) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m²	5.97a	5.00bf	5.10be	5.23bd	4.77dh	4.90bf	5.16A¹
0.3 kJ/m²	5.97a	4.73dh	4.87cg	4.73dh	4.83ch	5.10be	5.04A
0.5 kJ/m²	5.97a	4.60eh	4.73d	4.33h	4.37gh	4.53fh	4.76B
Kontrol	5.97a	4.80ch	5.40b	5.30bc	4.93bf	5.00bf	5.23A
Ort. (Muh. Sür.)	5.97A	4.78BC	5.03B	4.90BC	4.73C	4.88BC	
LSD %5	Uyg.² 0.208		Muh. Sür.: 0.255		Muh. Sür. x Uyg. : 0.509		

¹ LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

4.3. Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Miktarı

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğukta depolama süresince TEA miktarı üzerine etkileri çizelge 4.5'te verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çalışmada en yüksek TEA miktarı 0.1 kJ/m^2 ve kontrol gruplarında, en düşük TEA miktarı ise 0.3 ve 0.5 kJ/m^2 gruplarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte TEA miktarı dalgalanmalar göstermiştir. Depolama başlangıcında fasulyelerde ortalama %0.051 olarak belirlenen TEA miktarı, 20. günde %0.092 ve 25. günde de %0.064 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5).

Uygulama x muhafaza süresi interaksyonunun TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde; en yüksek TEA miktarı 20. günde 0.1 kJ/m^2 ve kontrol gruplarında, en düşük TEA miktarı ise tüm uygulamalarda depolama başlangıcında, 5., 10. ve 15. günlerde 0.5 kJ/m^2 uygulamasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin TEA (% malik asit) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m²	0.051eh	0.040h	0.050eh	0.061cf	0.115a	0.061cf	0.063A¹
0.3 kJ/m²	0.051eh	0.046g	0.048gh	0.058df	0.056d	0.071c	0.055B
0.5 kJ/m²	0.051eh	0.040h	0.048fh	0.045g	0.091b	0.063ce	0.056B
Kontrol	0.051eh	0.040h	0.049fh	0.064cd	0.106ab	0.062ce	0.062A
Ort. (Muh. Sür.)	0.051CD	0.041E	0.049D	0.057C	0.092A	0.064B	
LSD %5	Uyg.²: 0.005 Muh. Sür.: 0,006 Muh. Sür. x Uyg. : 0.013						

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Farklı dozlarlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafazaya ek olarak manav koşullarında tutulan fasulyelerin TEA miktarları üzerine etkileri çizelge 4.6.'da verilmiştir. Muhafaza sürelerinin taze fasulyelerin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Buna karşılık uygulamalar ile uygulama x muhafaza süresi interaksyonları TEA miktarları üzerinde istatistiksel düzeyde etkili olmamıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin TEA (% malik asit) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m²	0.051 ¹	0.053	0.053	0.057	0.093	0.069	0.063¹
0.3 kJ/m²	0.051	0.054	0.052	0.060	0.108	0.077	0.067
0.5 kJ/m²	0.051	0.052	0.055	0.071	0.074	0.062	0.061
Kontrol	0.051	0.055	0.057	0.054	0.079	0.066	0.060
Ort. (Muh. Sür.)	0.051D²	0.053CD	0.055CD	0.061B	0.089A	0.069B	
LSD %5	Uyg.³: Ö.D. Muh. Sür.: 0,009 Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D						

¹Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

²LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

³Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: muhafaza süresi.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde; muhafazanın başlangıcında fasulyelerde ortalama %0.051 olarak ölçülen TEA miktarı, 20+3. günde %0.089 ve 25+3. günde ise %0.069 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

4.4. Kabuk Rengi (L^* , C^* , h°)

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğuk depolama süresince fasulyelerin meyve rengi L^* değeri üzerine etkileri çizelge 4.7’de sunulmuştur. UV-C uygulamaları, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafa süresi interaksiyonlarının L^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çalışmamızda kontrol gruplarında ortalama L^* değeri diğer uygulamalardan daha düşük olmuştur (Çizelge 4.7).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte L^* değeri artış trendi göstermiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama 56.72 olan L^* değeri, 15. günde 57.86 ve 25. günde de 59.35 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının L^* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek L^* değeri 25. günde kontrol grubunda, en düşük L^* değeri ise muhafaza süresi başlangıcında tüm gruplarda, 10. günde 0.3 kJ/m², 15. günde 0.1 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında, 20. günde 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında ve 25. günde 0.3 kJ/m² uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin L^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m ²	56.72j	60.07bc	58.48c1	57.781j	58.91cf	58.58ch	58.42B ¹
0.3 kJ/m ²	56.72j	59.24ce	56.971j	59.56bd	57.05hj	57.25gj	57.80B
0.5 kJ/m ²	56.72j	59.64bd	58.68cg	57.41fj	57.90ej	58.88cf	58.20B
Kontrol	56.72j	59.75bd	58.37d1	56.69b	60.89b	62.70a	59.18A
Ort. (Muh. Sür.)	56.72E	59.68A	58.12DC	57.86D	58.69B	59.35A	
LSD %5	Uyg. ² : 0.649		Muh. Sür.: 0,795		Muh. Sür. xUyg. : 1.59		

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafazaya ek olarak manav koşullarında bekletilen fasulyelerin L^* değerleri üzerine etkileri çizelge 4.8.’de verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının taze fasulyelerin L^* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Manav koşullarında bekletme sonunda en yüksek L^* değeri kontrol grubunda (%59.97), en düşük L^* değeri ise 0.3 kJ/m² (%57.48) ve 0.5 kJ/m² (%57.82) uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Manav koşullarında bekletme süresinin uzamasıyla birlikte örneklerin L^* değeri artmış ve muhafaza başlangıcında ortalama %56.72 olan değer, 15+3. günde 58.23 ve 25+3. günde ise 59.39 olarak ölçülmüş olmakla birlikte bu değer ile 5+3. gün (58.55),

10+3. gün (58.90), 20+3. gün (58.68) değerleri aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 4.8).

Çalışmada manav koşullarında en yüksek L^* değeri kontrol grubunda 5+3. günde (60.35), 10+3. günde (60.56) ve 25+3. günde (62.06) belirlenmiştir. En düşük L^* değeri ise tüm uygulamalarda muhafaza süresi başlangıcında, 5+3. günde 0.3 kJ/m^2 (57.84) ve 0.5 kJ/m^2 (57.04), 10+3. günde 0.3 kJ/m^2 (57.79), 15+3. günde 0.1 kJ/m^2 (57.83), 0.3 kJ/m^2 (57.23) ve 0.5 kJ/m^2 (57.91), 20+3. günde 0.3 kJ/m^2 (57.15) ve 0.5 kJ/m^2 (57.78), 25+3. günde 0.3 kJ/m^2 (57.15) uygulamalarında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin L^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m²	56.72g	58.98be	58.76cf	57.83eg	58.59df	59.35be	58.37B¹
0.3 kJ/m²	56.72g	57.84eg	57.79eg	57.23fg	58.17eg	57.15fg	57.48C
0.5 kJ/m²	56.72g	57.04fg	58.47df	57.91eg	57.78eg	59.02be	57.82C
Kontrol	56.72g	60.35ac	60.56a	59.96bd	60.19bd	62.06a	59.97A
Ort. (Muh. Sür.)	56.72C	58.55BA	58.90BA	58.23B	58.68BA	59.39A	
LSD %5	Uyg.²: 0.701 Muh. Sür.: 0.859 Muh. Sür. x Uyg.: 1.717						

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğukta depolama süresince fasulyelerin C^* değeri üzerine etkileri çizelge 4.9'da verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafa süresi interaksiyonlarının C^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin C^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m²	35.06bc	35.18b	34.67bd	34.76bd	34.31ce	34.32ce	34.72A¹
0.3 kJ/m²	35.06bc	34.55bd	33.59eg	34.86bd	32.86gi	32.70hi	33.94B
0.5 kJ/m²	35.06bc	34.05df	32.62hi	32.20i	31.25j	32.33i	32.92C
Kontrol	35.06bc	36.07a	34.80bd	32.83gi	34.33ce	33.37fh	34.41A
Ort. (Muh. Sür.)	35.06A	34.96A	33.92B	33.66B	33.19C	33.18C	
LSD %5	Uyg.²: 0.349 Muh. Sür.: 0.428 Muh. Sür. x Uyg.: 0.855						

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Çalışmada en yüksek C^* değeri 0.1 kJ/m^2 ve kontrol uygulamalarında, en düşük C^* değeri ise 0.5 kJ/m^2 uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte düşüş gösteren C^* değeri muhafaza başlangıcında ortalama 35.06 olarak, 15. günde 33.66 ve 25. günde de 33.18 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına göre en yüksek C^* değeri 5. gün örneklerinde kontrol grubunda, en düşük değer ise 20. günde 0.5 kJ/m^2 uygulamasında sırasıyla 36.07 ve 31.25 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Manav koşullarında bekletilen örneklerin C^* değerleri, UV-C uygulamaları, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına bağlı olarak değişmiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.10).

Manav koşullarında en yüksek C^* değeri kontrol (33.99) ve 0.1 kJ/m^2 (33.96) uygulamasında, en düşük değer ise 0.5 kJ/m^2 (31.33) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.10).

Manav koşulları süresinin uzamasıyla birlikte fasulyelerin C^* değeri düşüş göstermiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama 35.06 olan C^* değeri, 15+3. günde 32.54, 25+3. günde ise 31.82 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına göre en yüksek C^* değeri tüm uygulamalarda muhafaza başlangıcında ve 5+3. günde kontrol grubunda (34.93), en düşük değer ise 20+3. gün ve 25+3. günde 0.5 kJ/m^2 (sırasıyla 29.60 ve 29.61) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin C^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m²	35.06a	33.92cd	34.19b	34.09c	33.23d	33.24de	33.96A¹
0.3 kJ/m²	35.06a	32.72ef	32.12fg	31.57gi	30.99ij	31.23hj	32.28B
0.5 kJ/m²	35.06a	31.86gh	31.17hj	30.67j	29.62k	29.61k	31.33C
Kontrol	35.06a	34.93ab	33.66c	33.82c	33.23d	33.21de	33.99A
Ort. (Muh. Sür.)	35.06A	33.36B	32.79C	32.54C	31.77D	31.82D	
LSD %5	Uyg.²: 0.328 Muh. Sür.: 0.402 Muh. Sür. x Uyg.: 0.803						

¹LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğuk depolama süresince taze fasulyelerin h° değeri üzerine etkileri çizelge 4.11'de sunulmuştur. Uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonları, örneklerin h° değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$).

Çalışmada en yüksek değer, kontrol ve 0.1 kJ/m² uygulamalarında, en düşük değer ise 0.5 kJ/m² uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte h° değeri düşüş göstermiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama 119.02° olan bu parametre değeri, 15. günde 116.33° ve 25. günde de 114.51° olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.11).

Uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına göre en yüksek h° değeri tüm uygulamalarda muhafaza başlangıcında, 5. günde 0.3 kJ/m², 0.5 kJ/m² ve kontrol; 10. günde 0.1 kJ/m², 0.5 kJ/m² ve kontrol; 15. günde 0.1 kJ/m² ve 0.3 kJ/m²; 20. günde 0.1 kJ/m² ve kontrol; 25. günde 0.1 kJ/m² ve kontrol gruplarında ölçülmüştür. En düşük C^* değeri ise 25. günde 0.5 kJ/m² uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin h° değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m²	119.02a	115.66ce	117.98ac	117.78ac	117.39ac	116.93ad	117.46BA¹
0.3 kJ/m²	119.02a	118.44a	115.81b	118.71a	114.26df	113.74ef	116.66B
0.5 kJ/m²	119.02a	118.29ac	116.64a	114.28df	112.77f	109.72g	115.12C
Kontrol	119.02a	118.70a	118.79a	114.55df	118.47a	117.65ac	117.86A
Ort. (Muh. Sür.)	119.02A	117.77A	117.30B	116.33C	115.72D	114.51E	
LSD %5	Uyg.²: 1.102		Muh. Sür.: 1.35		Muh. Sür. x Uyg.: 2.7		

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Manav koşullarında, fasulyelerin h° değerleri uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına göre istatistiksel düzeyde önemli değişim göstermiştir ($P \leq 0.05$).

Manav koşullarında, en yüksek h° değeri kontrol grubunda, en düşük değer ise 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Manav koşullarında bekletme süresinin uzamasıyla birlikte örneklerin h° değeri düşüş göstermiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama 119.02° olan bu parametre değeri, 15+3. günde 115.47° ve 25+3. günde 114.45° olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.12).

Uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına göre en yüksek h° değeri tüm uygulamalarda depolama başlangıcında ve 5+3 gün, 10+3 gün, 15+3 gün, 20+3 gün ve 25+3 gün depolanan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük değer ise 10+3 gün depolanan 0.5 kJ/m² uygulamasında ve 20+3 gün depolanan 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin h° değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m²	119.02a	117.97b	117.59c	116.99d	116.30ef	115.65f	117.25B¹
0.3 kJ/m²	119.02a	112.57gi	113.46g	113.15g	111.91ik	111.45jk	113.59C
0.5 kJ/m²	119.02a	112.96gi	112.21h	112.75gi	111.41k	112.53gk	113.48C
Kontrol	119.02a	119.10a	119.12a	118.97a	119.09a	118.16ac	118.91A
Ort. (Muh. Sür.)	119.02A	115.65B	115.60B	115.47B	114.68C	114.45C^y	
LSD %5	Uyg.²: 0.468 Muh. Sür.: 0.573 Muh. Sür. x Uyg.: 1.145						

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

4.5. Toplam Şeker Miktarı

Çalışmamızda, uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafa süresi interaksiyonları farklı dozlarda UV-C ışın uygulanarak depolanan fasulyelerin depolama süresince toplam şeker miktarını istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.13).

Çalışma sonunda en yüksek toplam şeker miktarı 0.5 kJ/m² uygulamasında, en düşük değer ise kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte düşüş eğilimi gösteren örneklerdeki toplam şeker miktarı, muhafaza başlangıcında ortalama 5.54 g/100 g, muhafaza süresi sonunda ise 1.88 g/100 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.13).

Uygulama x muhafaza süresi interaksiyonları, en yüksek toplam şeker miktarının depolama süreci başlangıcı ile ve 5. günde tüm uygulamalarda, 10. günde 0.1 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında gerçekleştiğini göstermiştir. En düşük değer ise 25. günde kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam şeker (g/100 g) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m²	5.54ab	5.44ac	5.51ab	4.85de	3.10g	1.47j	4.32B¹
0.3 kJ/m²	5.54ab	5.55ab	5.13cd	4.57e	2.54h	2.12i	4.24B
0.5 kJ/m²	5.54ab	5.65a	5.54ab	4.57e	3.93f	2.47h	4.62A
Kontrol	5.54ab	5.63a	5.28bc	2.95g	2.80gh	1.44j	3.94C
Ort. (Muh. Sür.)	5.54A	5.57A	5.36B	4.23C	3.09D	1.88E	
LSD %5	Uyg.²: 0.137 Muh. Sür.: 0.168 Muh. Sür. x Uyg.: 3.366						

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafazaya ek olarak manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam şeker miktarları üzerine etkileri çizelge 4.14’de verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonları fasulyelerin toplam şeker miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çalışma sonunda kontrol uygulamasının toplam şeker miktarı diğer uygulamalara göre daha düşük bulunmuştur. Buna karşılık UV-C uygulamaları arasında istatistiksel farklılık tespit edilememiştir (Çizelge 4.14).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte örneklerin toplam şeker miktarı düşmüştür. Muhafaza başlangıcında ortalama 5.54 g/100 g olan toplam şeker miktarı, 15+3. günde 3.35 g/100 g ve 25+3. günde ise 2.24 g/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Uygulama x muhafaza süresi interaksiyonları, en yüksek toplam şeker miktarının depolama süreci başlangıcında, 5+3. günde 0.1 kJ/m², 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² tüm uygulamalarda, 10. günde 0.5 uygulamasında gerçekleştiğini göstermiştir. En düşük değer ise 25. günde kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam şeker (g/100 g) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m ²	5.54a	6.02a	4.71b	3.56df	3.75ce	2.94fg	4.42A ¹
0.3 kJ/m ²	5.54a	6.32a	4.09bd	3.63cf	2.68g	2.38g	4.11A
0.5 kJ/m ²	5.54a	6.02a	5.94a	3.11eg	2.69g	2.58g	4.31A
Kontrol	5.54a	4.39bc	4.03bd	3.11eg	2.65g	1.06h	3.46B
Ort. (Muh. Sür.)	5.54A	5.69A	4.69C	3.35D	2.94E	2.24E	
LSD %5	Uyg. ² : 0.330 Muh. Sür.: 0.404 Muh. Sür. x Uyg.: 8.08						

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

4.6. Toplam Klorofil Miktarı

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğukta depolama süresince toplam klorofil miktarı üzerine etkileri çizelge 4.15’de verilmiştir. Uygulamalar ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun toplam klorofil miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$), muhafaza sürelerinin toplam klorofil miktarı üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte toplam klorofil miktarı artış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 7.81 mg/kg olan toplam klorofil miktarı, 15. günde 14.08 mg/kg ve 25. günde 13.59 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğukta depolama süresine ek olarak manav koşullarında bekletilen taze Fasulyelerin toplam klorofil miktarı üzerine etkileri

çizelge 4.16’da verilmiştir. Uygulamalar ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonunun toplam klorofil miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz, buna karşılık muhafaza sürelerinin toplam klorofil miktarı üzerine etkisi ise istatistiksel önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam klorofil (mg/kg) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m ²	7.81 ¹	5.77	15.64	18.57	12.57	8.76	11.52 ¹
0.3 kJ/m ²	7.81	9.54	15.89	14.9	13.22	12.46	12.30
0.5 kJ/m ²	7.81	9.73	14.02	20.64	17.76	14.95	14.15
Kontrol	7.81	10.76	10.,78	22.23	14.39	18.19	14.03
Ort. (Muh. Sür.)	7.81C ²	8.95C	14.08B	19.08A	14.49B	13.59B	
LSD %5	Uyg. ³ : Ö.D. Muh. Sür.: 3.993 Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D						

¹ Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

² LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

³ Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: muhafaza süresi.

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte fasulyelerin toplam klorofil miktarı artmıştır. Muhafaza başlangıcında ortalama 7.81 mg/kg olan toplam klorofil miktarı, 15+3. günde 15.35 mg/kg ve 25+3. günde 17.53 mg/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam klorofil (mg/kg) miktarları üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uygulama)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m ²	7.81 ¹	14.63	27.7	14.62	11.27	20.69	16.12 ¹
0.3 kJ/m ²	7.81	15.24	14.7	13.07	14.69	25.64	15.19
0.5 kJ/m ²	7.81	16.99	17.56	14.47	21.34	7.37	14.26
Kontrol	7.81	10.83	18.75	19.25	28.05	16.4	16.85
Ort. (Muh. Sür.)	7.81B ²	14.42A	19.68A	15.35A	18.84A	17.53A	
LSD %5	Uyg. ³ : Ö.D. Muh. Sür.: 6.526 Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D						

¹ Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

² LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

³ Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Soğukta depolama süresince, farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları, muhafaza süreleri ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonları, taze fasulyelerin toplam fenolik madde miktarını istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.17).

Çalışma sonunda en yüksek ortalama toplam fenolik madde miktarı 0.3 kJ/m² (70.43 g GAE/100 g) ve 0.5 kJ/m² (68.04 g GAE/100 g) uygulamalarında, en düşük değer

ise 0.1 kJ/m² (65.91 g GAE/100 g) ve (63.36 g GAE/100 g) kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte örneklerin toplam fenolik madde miktarı artış göstermiştir. Muhafaza başlangıcında ortalama 60.02 g GAE/100 g olarak belirlenen toplam fenolik madde miktarı, 15. günde 70.46 g GAE/100 g ve 25. günde de 72.81 g GAE/100 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam fenolik madde miktarları (g GAE/100 g) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m²	60.02fg	59.66fg	64.88dg	68.85bf	70.52be	71.53be	65.91BC¹
0.3 kJ/m²	60.02fg	59.50g	74.52ac	74.47ac	76.55ab	77.51ab	70.43A
0.5 kJ/m²	60.02fg	62.48eg	59.04g	73.19bd	83.00a	70.52be	68.04AB
Kontrol	60.02fg	64.00dg	62.57eg	65.33cg	56.52g	71.69be	63.36C
Ort. (Muh. Sür.)	60.02C	61.41B	65.25B	70.46A	71.65A	72.81A	
LSD %5	Uyg.²: 3.781		Muh. Sür.: 4.631		Muh. Sür. x Uyg.: 0.009		

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarına göre, en yüksek toplam fenolik madde miktarı 0.3 kJ/m² uygulamasının 10. (74.52 g GAE/100 g), 15. (74.47 g GAE/100 g), 20. (76.55 g GAE/100 g) ve 25. (77.51 g GAE/100 g) günleri ile 0.5 kJ/m² uygulamasının 20. gününde (83.00 g GAE/100 g) belirlenmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı ise muhafaza süreci başlangıcında tüm uygulamalarda, 5. günde tüm uygulamalarda, 10. günde 0.1 kJ/m², 0.5 kJ/m² ve kontrol grupları ile 20. günde kontrollerde ölçülmüştür (Çizelge 4.17).

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğuk depolamaya ek olarak manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri çizelge 4.18’de verilmiştir. Uygulamalar ve muhafaza sürelerinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$), buna karşılık uygulama x muhafaza süresi interaksyonlarının bu parametre değerleri üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Manav koşullarında en yüksek toplam fenolik madde miktarı 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında, en düşük değer ise 0.1 kJ/m² ve kontrol gruplarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Manav koşullarında bekletme süresinin uzamasıyla birlikte örneklerin toplam fenolik madde miktarı artmıştır. Muhafaza başlangıcında fasulyelerin ortalama 60.02 g GAE/100 g olan toplam fenolik madde miktarı, 15+3. günde 70.96 g GAE/100 g ve 25+3. günde ise 73.37 g GAE/100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam fenolik madde miktarları (g GAE/100g) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m ²	60.02 ¹	59.75	67.56	67.56	68.98	78.10	67.00B ²
0.3 kJ/m ²	60.02	67.87	72.92	72.30	72.73	75.29	70.19AB
0.5 kJ/m ²	60.02	66.43	74.78	77.39	90.95	79.41	74.83A
Kontrol	60.02	63.47	65.71	66.57	71.27	73.37	66.73B
Ort. (Muh. Sür.)	60.02D ²	64.38C	70.24B	70.96A	75.98A	76.54A ^Y	
LSD %5	Uyg. ² : 4.952 Muh. Sür.: 6.065 Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D						

¹Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

²LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

³Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: muhafaza süresi.

4.8. Toplam Flavonoid Miktarı

Soğuk muhafaza döneminde fasulyelerin toplam flavonoid miktarı, 'da UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin istatistiksel düzeydeki etkisi ile değişmiş ($P \leq 0.05$) ancak uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının bu parametre değerleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta muhafaza edilen taze fasulyelerin toplam flavonoid miktarları (g KE/100 g) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5	10	15	20	25	
0.1 kJ/m ²	6.88 ¹	7.51	8.11	9.11	8.22	3.77	7.27BC ²
0.3 kJ/m ²	6.88	6.37	9.51	8.73	9.51	8.01	8.17AB
0.5 kJ/m ²	6.88	8.57	11.8	8.42	8.99	7.25	8.65A
Kontrol	6.88	7.51	8.45	5.41	8.67	3.89	6.80C
Ort. (Muh. Sür.)	6.88CD ²	7.49C	9.47A	7.92BC	8.85AB	5.73D	
LSD %5	Uyg.: 1.09 Muh. Sür.: 1.335 Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D						

¹Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

²LSD testine göre, farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

³Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

Çalışma sonunda en yüksek toplam flavonoid miktarı 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında, en düşük değer ise 0.1 kJ/m² ve kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte fasulyelerin toplam flavonoid miktarı dalgalanmalar göstermiştir. Muhafaza başlangıcında örneklerde ortalama 6.88 g KE/100 g olarak saptanan toplam flavonoid miktarı, 15. günde 7.92 g KE/100 g ve 25. günde de 5.73 g KE/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğuk depolama süresine ek olarak manav koşullarında bekletilen fasulyelerin toplam flavonoid miktarı üzerine etkileri çizelge 4.20’de verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza sürelerine uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun flavonoid miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

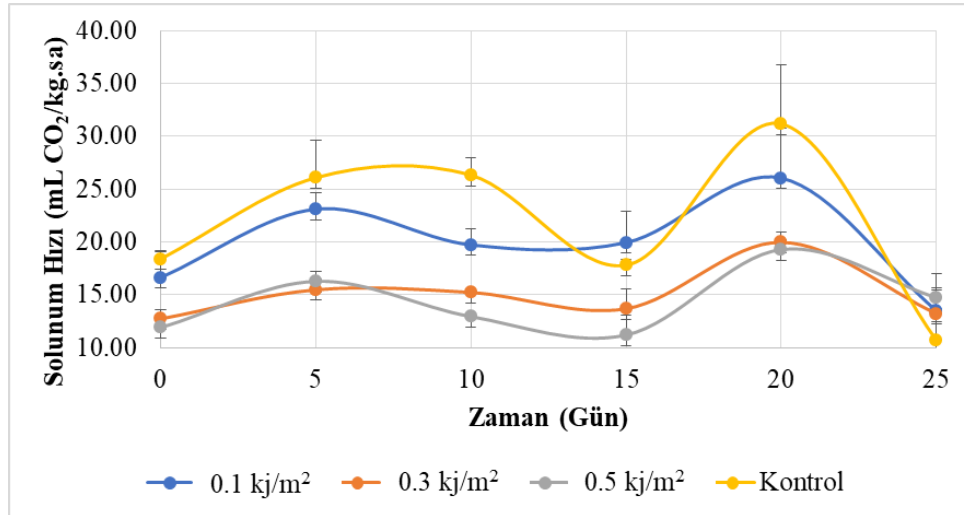
Çizelge 4.20. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin toplam flavonoid miktarları (g KE/100 g) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Ort. (Uyg.)
	0	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m ²	6.88	4.26	5.97	5.19	5.57	5.20	5.51
0.3 kJ/m ²	6.88	6.22	7.67	4.68	6.78	5.39	6.27
0.5 kJ/m ²	6.88	7.50	6.45	7.38	6.57	7.14	6.99
Kontrol	6.88	7.20	4.86	5.23	4.74	7.05	5.99
Ort. (Muh. Sür.)	6.88	6.30	6.24	5.62	5.91	6.20	
LSD %5	Uyg. : Ö.D ¹ . Muh. Sür.: Ö.D. Muh. Sür. x Uyg.: Ö.D						

¹ Ö.D.: $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir, Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: Muhafaza süresi.

4.9. Solunum Hızı

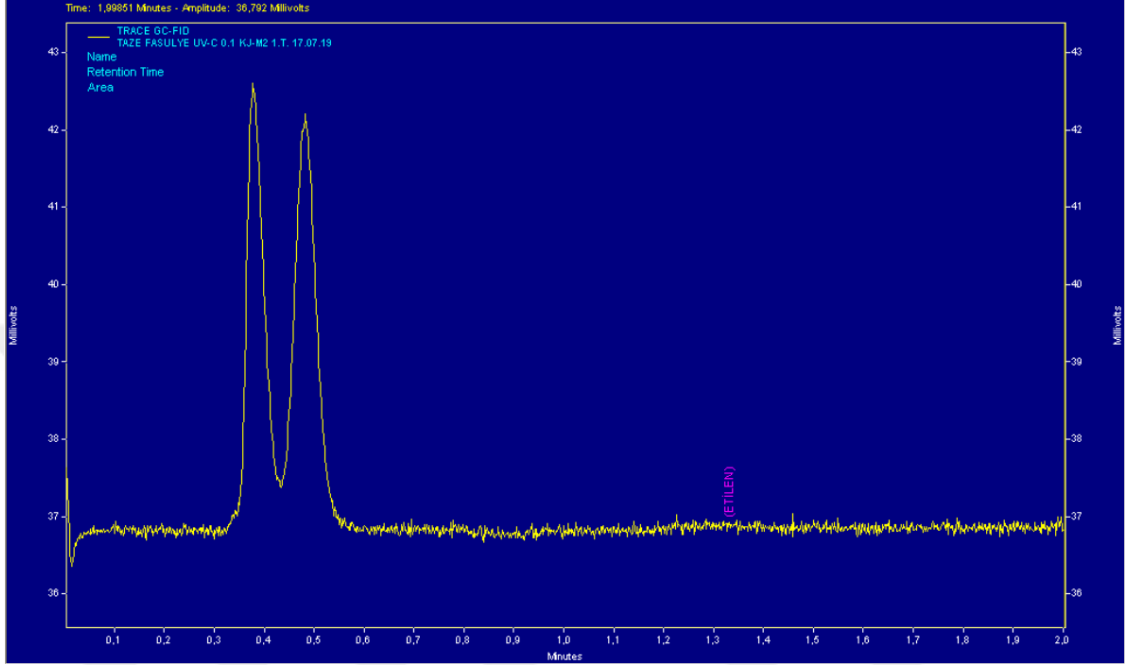
Çalışmamızda fasulyelerin 20 °C sıcaklıkta 25 gün süreyle solunum hızları ölçülmüştür (Şekil 4.1). Araştırmada UV-C ışın uygulamalarının fasulyelerin solunum hızlarını düşürdüğü ve doz arttıkça solunum hızındaki düşüşün de arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca muhafaza süresince taze fasulyelerin solunum hızlarının başlangıca göre kısmen arttığı ve ölçümlerin 25. gün sonunda başlangıç değerlerine yakın veya daha düşük değerler aldığı saptanmıştır. En yüksek solunum hızı değerleri, tüm uygulamalarda 20. günde belirlenmiştir. Muhafaza sonunda en yüksek solunum hızı (8.23 mL CO₂/kg.sa) kontrol grubunda, en düşük solunum hızı ise 0.5 kJ/m² uygulamasında (5.48 mL CO₂/kg.sa) ölçülmüştür.



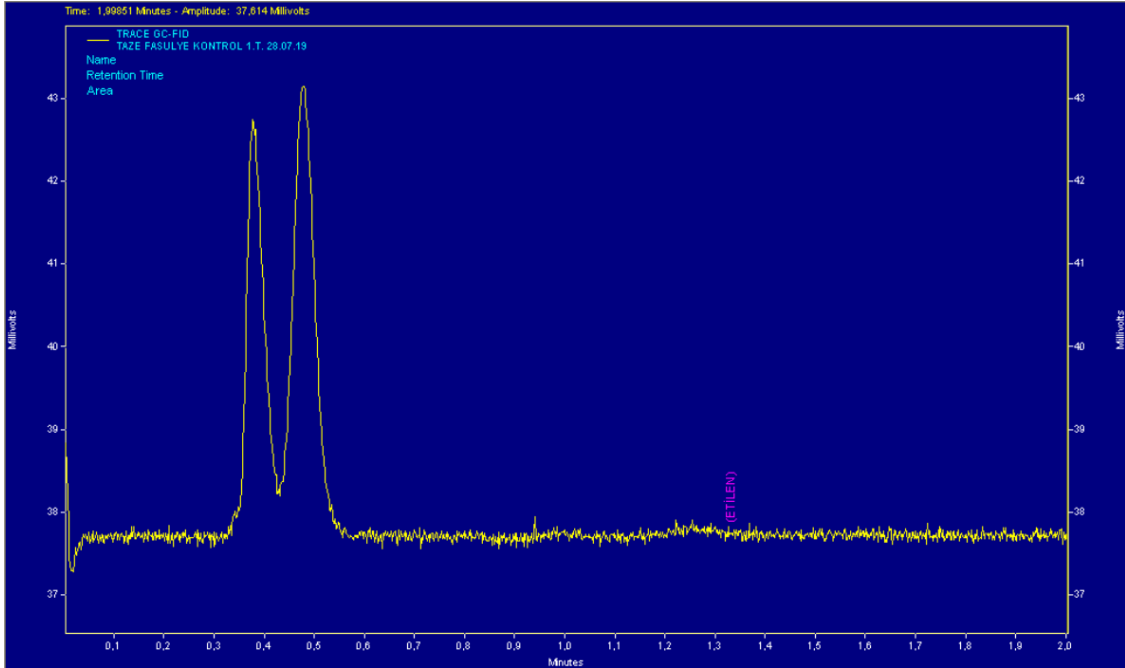
Şekil 4.1. Taze fasulyelerin 20 °C'deki solunum hızları (mL CO₂/kg.sa)

4.10. Etilen Üretimi

Çalışmamızda, taze fasulyelerin açığa çıkardığı etilen miktarı, cihazımızın belirleyebildiği düzeyin çok altında belirlendiği için etilen üretimine ait bulgularımız tezde sunulamamıştır. Farklı günlere ait etilen ölçümlerinin kromatogramları şekil 4.2. ve 4.3. de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Etilen ölçümüne ait kromatogram (0. gün-hasat zamanı)



Şekil 4.3. Etilen ölçümüne ait kromatogram (10. gün-Kontrol uygulaması)

4.11. Mantarsal Nedenli Bozulmuş Ürün Miktarı

Çalışmamızda soğukta depolama sırasında taze fasulyelerde mantarsal nedenli herhangi bir bozulma tespit edilmemiştir.

Soğukta muhafazaya ek olarak manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerde saptanan mantarsal nedenli bozulma miktarları ise çizelge 4.21’de verilmiştir. Çalışmada ürünlerin yüzeyinde ortaya çıkan çürümeler mantar nedenli bozulmuş ürün olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Muhafaza süresince taze fasulyelerde görülen fungal bozulmalar

Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamalarının soğukta depolama süresine ek olarak manav koşullarında bekletilen mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı üzerine etkileri çizelge 4.21’de verilmiştir. Uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarının mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Manav koşullarında en yüksek mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı kontrol ve 0.1 kJ/m^2 uygulamalarında, en düşük ürün miktarı ise 0.5 kJ/m^2 uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).

Manav koşullarında bekletme süresinin uzamasıyla birlikte mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı artmıştır. Raf ömrü süreçlerinde 10+3. güne kadar mantarsal nedenli bozulma görülmemiştir. Ancak 15+3. günde mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı %2.59 olarak tespit edilmiştir. Mantarsal nedenli bozulmuş ürün miktarı 20+3. günde %4.07 ve 25+3. günde de %11.30’a ulaşmıştır (Çizelge 4.21).

Uygulama x muhafaza süresi interaksiyonlarına göre; en düşük mantarsal nedenli bozulma miktarı, 5+3. gün ve 10+3. günde tüm uygulamalarda, 15+3. günde 0.3 kJ/m² uygulamasında, en yüksek bozulma miktarı ise 25+3 günde depolanan 0.5 kJ/m² uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Farklı dozlarda UV-C ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilen taze fasulyelerin mantarsal nedenli bozulma (%) miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)					Ort. (Uyg.)
	5+3	10+3	15+3	20+3	25+3	
0.1 kJ/m ²	0.00f	0.00f	2.22e	4.44d	5.19d	2.37C ¹
0.3 kJ/m ²	0.00f	0.00f	0.74f	2.22e	11.85b	2.96B
0.5 kJ/m ²	0.00f	0.00f	5.19d	6.67c	22.96a	6.96A
Kontrol	0.00f	0.00f	2.22e	2.96e	5.19d	2.07C
Ort. (Muh. Sür.)	0.00D ¹	0.00D	2.59C	4.07B	11.30A	
LSD %5	Uyg. ² : 0.56 Muh. Sür.: 0.626 Muh. Sür. x Uyg. :0.56					

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

²Uyg.: UV-C ışın uygulamaları, Muh.Sür.: muhafaza süresi.

Yüksek dozda UV-C ışın uygulamalarında sonra ürünün yüzeyinde ortaya çıkan bozulmaların yüksek dozların yol açtığı zararlanmadan kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Farklı dozlarda UV-C uygulanan taze fasulyelerin depolama ve raf ömrü süreci sonundaki (25+3. gün) görünüşleri (A: Kontrol; B: 0.1 kJ/m²; C: 0.3 kJ/m² ve D: 0.5 kJ/m²)

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda taze fasulyelerin muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarlarının arttığı ve artışın UV-C ışın uygulamalarından etkilenmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bununla birlikte, manav koşullarında UV-C uygulamalarının ağırlık kaybını artırdığı ve UV-C ışın dozlarının bir miktar ağırlık kaybını artırdığı saptanmıştır (Çizelge 4.2). Bizim çalışmamıza benzer şekilde mangoda yapılan bir çalışmada muhafaza süresince UV-C uygulamalarının ağırlık kayıpları üzerinde bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Gonzalez-Aguilar vd. 2001). Buna karşılık, Bal ve Kok (2009), kivide UV-C uygulamasının ağırlık kaybı üzerine sınırlı bir etkisinin olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda özellikle manav koşullarında ağırlık kaybının artan sıcaklık ile birlikte belirgin şekilde arttığı tespit edilmiştir. Bu etkinin su kaybının ve UV-C uygulamasının ürün metabolizmasının hızlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Taze fasulyelerin SÇKM miktarları muhafaza süresince bir miktar azalış göstermiştir. Soğukta muhafaza süresi sonunda 0.3 ve 0.5 kJ/m² UV-C ışın uygulamaların SÇKM miktarı diğer uygulamalara göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3). Ancak manav koşulları sonunda ise 0.5 kJ/m² uygulamasının SÇKM miktarı üzerine diğer uygulamalara göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.4). Gou vd. (2008) taze fasulyelerde muhafaza süresince SÇKM miktarının önce arttığını daha sonra ise sabit kaldığını bildirmiştir. Araştırmacılar bu artışın sebebini ağırlık kaybının artmasına bağlamışlardır. Bu araştırmacıların yaptıkları çalışmanın aksine bizim çalışmamızda MAP faktörünün etkili olduğu ve ağırlık kayıplarını azalttığı düşünülmektedir. Ayrıca yüksek dozda UV-C uygulamasının ürünleri strese soktuğu ve metabolizmasını hızlandırarak yüksek solunum hızı nedeniyle daha fazla SÇKM kaybına yol açtığı sonucuna varılmıştır. Taze fasulyelerin TEA miktarları muhafaza süresinin ilk 20 günü genel olarak artmış 25. günde ise bir miktar düşüş göstermiştir. UV-C ışın uygulamalarının orta ve yüksek dozlarının TEA miktarlarında, düşük doz ve kontrole göre artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Manav koşullarına sonunda ise uygulamalar arasında istatistiksel farklılık tespit edilememiştir (Çizelge 4.6). Muhafaza koşullarında elde edilen bulgular, edilen sonuçlar Pan vd. (2004) ve Cia vd. (2007)'ın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Manav koşullarına sonunda UV-C uygulamalarının etkisinin önemsiz çıkması, ağırlık kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Taze fasulyelerde renk önemli bir pazarlama ve tazelik parametresi olarak değerlendirilmektedir. Taze fasulyelerin kabuk rengi L^* değerleri muhafaza ve manav koşulları süresince genel olarak artış eğilimi göstermiştir (Çizelge 4.7 ve 4.8). Ancak çalışmamızda UV-C uygulamalarının Costa vd. (2006) ve Pan vd. (2004)'dan farklı olarak, fasulyelerin L^* değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Bu farklılığın çeşit, UV-C uygulama yöntemi ve uygulama dozundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Taze fasulyelerde C^* değerleri muhafaza ve manav süresince azalmıştır (Çizelge 4.9 ve 4.10). Düşük dozda UV-C ışın uygulamalarının, kontrole göre bir etkisi olmazken, orta ve yüksek dozlar ise C^* değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Taze fasulyelerin h° değerlerinin muhafaza süresince düşüş gösterdiği, ayrıca dozdaki artışa bağlı olarak bu düşüşün arttığı saptanmıştır (Çizelge 4.11 ve 4.12). Renk değerlerinde yaşanan bu değişim, yüksek dozlarda UV-C uygulamasının ürün yüzeylerinde renk değişimine neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Taze fasulyelerin toplam şeker miktarları soğukta depolama sırasında 0.5 kJ/m^2 UV-C ışın uygulamasının kontrole göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.13). Buna karşılık manav koşullarında ise aralarında fark olmayan UV-C uygulamalarının toplam şeker içeriği kontrolde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.14). Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte toplam şeker miktarı düşüş göstermiştir. Bulgularımız Pan vd. (2004) ve Guo vd. (2008) ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca Gonzalez-Aguilar vd. (2001) 20 dk. süreyle yapılan UV-C ışın uygulamalarının fruktoz ve glikoz miktarı üzerinde bir etkisinin olmadığını ancak sakaroz miktarının atmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda UV-C ışın uygulamalarının soğukta muhafaza ve manav koşullarında toplam klorofil miktarları üzerine bir etkisinin olmadığı ancak muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte toplam klorofil miktarının arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2). Costa vd. (2006)'tarafından yapılan bir çalışmada UV-C uygulamasının klorofil miktarı üzerine etkili olduğu, muhafaza süresince toplam klorofil miktarlarının ise benzer şekilde arttığı ifade edilmiştir. Ayrıca Lemoine vd. (2007) ve Pongprasert vd. (2011) UV-C uygulamalarının klorofil parçalanmasını yavaşlattığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda UV-C ışın dozunun etkisinin istatistiksel olarak farklı olmasının çeşit, uygulama dozu ve depolama farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Muhafaza süresince fenolik madde miktarı artış trendi göstermiş ve UV-C dozundaki artış fenolik madde miktarındaki yükselişi hızlandırmıştır. Çalışmada 0.3 ve 0.5 kJ/m^2 uygulamaların toplam fenolik madde miktarı muhafaza süresi sonunda daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.17 ve 4.18). Bu etkinin UV-C ışınlarının oluşturduğu stresten kaynaklandığı düşünülmektedir. UV-C ışın uygulamalarının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkilerini konu alan ve Pan vd. (2004), Gonzalez-Aguilar vd. (2007), Lemoine vd. (2007), Perkins-Veazie vd. (2008), Jagadeesh vd. (2011) ve Jiang vd. (2010) tarafından yapılan çalışmalarda ulaşılan sonuçlar, bizim çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Liu vd. (2012)'nin domateste yaptığı bir çalışmada, UV-C uygulamalarının toplam fenol içeriği üzerinde bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bravo vd. (2012)'tarafından da benzer sonuçlar alınmıştır. Bizim çalışmamızda UV-C ışın dozlarındaki artışla beraber toplam fenol miktarları da artış göstermiştir. Muhafaza süresince toplam fenol miktarındaki bu artışın nedeni olarak UV-C ışın uygulamalarıyla birlikte fenilalanin amonyaliyaz aktivitesinin artışı gösterilmiştir (Stevens vd. 1998).

Soğukta depolama sürecinde fasulyelerin toplam flavonoid miktarları, toplam fenolik madde miktarına benzer değişimler göstermiş ancak manav koşullarında bu etkiler ortadan kalkmıştır (Çizelge 4.19 ve 4.20). Bunun taze fasulyelerde oluşan ağırlık kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda soğukta depolamanın 20. gününden sonra toplam flavonoid miktarında bir miktar azalma olduğu tespit edilmiştir. Gonzalez-Aguilar vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada da bizim çalışmamıza benzer olarak toplam flavonoid miktarı muhafaza süresince önce artmış daha sonra ise başlangıç değerine yakın bir değer almıştır. Ayrıca, edilmiştir Gonzalez-Aguilar vd. (2007) ve Jiang vd. (2010)'na benzer şekilde, soğuk depo koşullarında UV-C ışın dozlarının artışına paralel olarak toplam flavonoid miktarının arttığı tespit edilmiştir. Liu vd. (2012) ve Lemoine vd. (2007) de muhafaza süresince toplam flavonoid miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda UV-C ışın uygulamalarının Costa vd. (2006), Yang vd. (2014) ve Jiang vd. (2010)'na paralel olarak fasulyelerin solunum hızını düşürdüğü ve bu düşüşün doz artışı ile birlikte arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Ayrıca, taze fasulyelerin etilen üretim miktarları ölçülmüş ancak taze fasulyelerin etilen üretimlerinin gaz kromatografisi ile belirlenemeyecek kadar düşük olduğu saptanmıştır (Şekil 4.2 ve 4.3).

Taze fasulyelerin 25 gün süren soğuk depo koşullarında muhafazasında mantarsal nedenli bir bozulma görülmemiştir. Ancak manav koşullarında UV-C uygulamalarının orta ve yüksek dozlarının mantarsal nedenli bozulmaları engellemekte başarısız olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). Düşük ışın dozunun kontrolle aynı mantarsal bozulma miktarlarına sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca mantarsal nedenli bozulmaların muhafaza süresince arttığı tespit edilmiş, ancak bu artışın muhafazanın 15+3. gününden sonra başladığı saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda UV-C ışın uygulamalarının mantarsal nedenli bozulmaları azalttığı ifade edilmiştir (Stevens vd. 1996; Wilson vd. 1997; Nigro vd. 2000; Pan vd. 2004). Bu çalışmalarda ürünler MAP poşetler içerisinde ya da kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza edilmemiştir. Ayrıca UV-C ışınlarının bitkisel materyallerde strese yol açtığı bilinen bir gerçektir. Soğuk depodan manav koşullarına alınan taze fasulyelerde sıcaklık değişimi ile birlikte stres toleransının düştüğü ve ürünün mantarsal bozulmalara yol açan sporlara daha hassas hale geldiği düşünülmektedir. Bununla birlikte sıcaklık artışı ile MAP poşetlerinin içerisindeki oransal nem miktarının da değişebileceği göz önüne alınmalıdır. Sonuç olarak, çalışmamızda manav koşullarındaki mantarsal nedenli bozulmaların orta ve yüksek dozlarda UV-C uygulama gruplarında daha yüksek olmasının, normal atmosfer şartlarında muhafaza edilmemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

UV-C dozları, taze fasulyelerde soğuk depolama sürecinde ağırlık kaybını etkilememiş buna karşılık manav koşulları sonrasında bir miktar artışa neden olmuştur. Her iki süreçte de ağırlık kaybı artış göstermiştir.

Orta ve yüksek dozlarda UV-C uygulamaları, SÇKM miktarının daha fazla düşmesine yol açmış, bu etki manav koşullarında sadece yüksek dozda gözlenmiştir.

UV-C dozlarının soğuk depolama sonunda TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde orta ve yüksek dozda artışın kontrol ve düşük doza göre sınırlı kaldığı bu etkinin ise manav koşullarında gözlenmediği tespit edilmiştir.

Düşük dozda yapılan UV-C uygulamaları, soğuk depolama ve manav koşulları sonunda taze fasulyelerde renk değerleri üzerinde daha etkili olmuş, özellikle yüksek dozda renk bozulmaları artmıştır.

UV-C uygulamaları, soğuk depolama ve manav koşulları sonunda taze fasulyelerde toplam klorofil miktarını etkilememiştir.

Orta ve yüksek dozda UV-C uygulamaları, soğuk depolama ve manav koşullarında depolama süresince toplam fenolik madde miktarında artışa yol açmıştır.

Orta ve yüksek dozda UV-C uygulamaları, soğuk depolama sürecinde fasulyelerin flavonoid miktarında artışa yol açmış ancak bu etki manav koşullarında gözlenmemiştir.

UV-C uygulamaları, soğuk depolama sırasında, taze fasulyelerde solunum hızını yavaşlatmış ve dozdaki yükselişe bağlı olarak solunum hızındaki düşüş de artmıştır. Ayrıca muhafaza süresince taze fasulyelerin solunum hızlarının başlangıça göre dalgalanarak arttığı ve solunum hızı değerlerinin 25. gün sonunda başlangıç değerlerine yakın veya daha düşük olduğu saptanmıştır. Taze fasulyelerin etilen üretimi düşük belirlendiğinden UV-C uygulamalarının bu parametre üzerindeki etkileri konusunda net bir sonuca ulaşamamıştır.

Soğuk depolama süresince taze fasulyelerde mantarsal nedenli bir kayıp tespit edilememiştir. Buna karşılık soğuk depolamayı izleyen manav koşulları sonunda kontrol ve 0.1 kJ/m² uygulamaları mantarsal nedenli bozulma miktarını daha düşük bulunmuştur. Çalışmada 0.3 ve 0.5 kJ/m² uygulamalarında daha yüksek mantarsal kayıp oluşmasının bu dozların taze fasulye yüzeylerinde fizyolojik değişimlere yol açmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak taze fasulyede 0.1 kJ/m² UV-C ışın uygulaması, kalitenin korunumu açısından ümitvar bulunmuş ve 25 gün süren muhafaza süresince 0.3 kJ/m² ve 0.5 kJ/m² dozlarına göre güvenle kullanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca MAP poşetleri kullanılmadan taze fasulyeye UV-C ışın uygulamalarının yapılması ve mantarsal nedenli bozulmaların derinlemesine araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Bununla birlikte UV-C uygulamasının taze fasulyede etki mekanizmasını daha net ortaya koymak için moleküler ve enzim düzeyinde kısa süreli yüksek dozlarda veya kısa süre düşük dozda uygulamalar ile araştırılması konusunda çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Allende, A. and Artes, F. 2003. Combined ultraviolet-C and modified atmosphere packaging treatments for reducing microbial growth of fresh processed lettuce. *LWT-Food Science and Technology*, 36: 779-786.
- Allende, A., McEvoy, J.L., Luo, Y., Artes, F. and Wang, C.Y. 2006. Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce. *Food Microbiology*, 23: 241-249.
- Bal, E. and Kok, D., 2009. Effects of UV-C treatment on kiwifruit quality during the storage period. *J. Cent. Eur. Agric.* 10, 375–382. <https://doi.org/10.5513/jcea.v10i4.793>.
- Barka, E.A. 2001. Protective enzymes against reactive oxygen species during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits in response to low amounts of UV-C. *Aust. J. Plant Physiology*, 28: 785-791.
- Belay, Z.A., Caleb, O.J., Opara, U.L. 2016. Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: a review. *Food Packaging and Shelf Life*, 10: 1-15.
- Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E. and Robinson, R.K. 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – A critical review. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 637-645.
- Bravo vd. (2012 Bravo, S., García-Alonso, J., Martín-Pozuelo, G., Gomez, ' V., Santaella, M., NavarroGonzalez, ' I., Periago, M.J., 2012. The influence of post-harvest UV-C hormesis on lycopene, β -carotene, and phenolic content and antioxidant activity of breaker tomatoes. *Food Res. Int.* 49, 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.018>
- Charles, M.T., Kalantari, R., Corcuff, R. and Arul, J., 2005. Postharvest quality and sensory evaluation of UV-treated tomato fruit. *Acta Horticulturae*, 682: 537-542.
- Choi, D.S., Park, S.H., Choi, S.R., Kim, J.S. and Chun, H.H. 2015. The combined effects of ultraviolet-C irradiation and modified atmosphere packaging for inactivating *Salmonella enterica serovar* Typhimurium and extending the shelf life of cherry tomatoes during cold storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 3: 19-30.
- Cia, P., Pascholati, S.F., Benato, E.A., Camili, E.C., Santos, C.A. 2007. Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. *Postharvest Biology and Technology* 43:366-373.
- Cortellino, G., Gobbi, S., Bianchi, G. and Rizzolo A. 2015. Modified atmosphere packaging for shelf life extension of fresh-cut apples. *Trends in Food Science and Technology*, 46: 320-330.

- Costa, L., Vicente, A.R., Civello, P.M., Chaves, A.R. and Martinez, G.A., 2006. UV-C treatments delays postharvest senescence in broccoli florets. *Postharvest Biology and Technology*, 39: 204-210.
- Cubas, C., Lobo, M.G. and Gonzalez, M. 2008. Optimization of the extraction of chlorophylls in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by N, N-dimethylformamide using response surface methodology. *Journal of Food Compositions and Analysis*, 21: 125-133.
- Cuvi, M.J.A., Vicente, A.R., Concellon A. and Chaves, A.R. 2011. Changes in red pepper antioxidants as affected by UV-C treatments and storage at chilling temperatures. *LWT – Food Science and Technology*, 44: 1666-1671.
- Elwan, M.W.N., Nasef, I.N., El-Seifi, S.K., Hassan, M.A. and Ibrahim, R.E. 2015. Storability, shelf-life and quality assurance of sugar snap peas (cv süper sugar snap) using modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 100: 205-211.
- Erkan, M., Wang, C., Krizek, D.T. 2001. UV-C irradiation reduces microbial populations and deterioration in Cucurbita pepo fruit tissue. *Environmental and Experimental Botany*, 45:1-9.
- Erkan, M., Wang, S.Y. and Wang, C.Y. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 48: 163-171.
- Escalona, V.H., Aguayo, E., Martinez-Hernandez, G.B. and Artes, F. 2010. UV-C doses to reduce pathogen and spoilage bacterial growth in vitro and in baby spinach. *Postharvest Biology and Technology*, 56: 223-231.
- FAO. 2022. “World fresh bean production and trade”, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>. [Son erişim tarihi: 01.09.2018].
- Feliziani vd. 2016 Feliziani, E., Lichter, A., Smilanick, J.L., Ippolito, A., 2016. Disinfecting agents for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. *Postharvest Biol. Technol.* 122, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.016>.
- Fernandez-Leon, M.F., Fernandez-Leon, A.M., Lozano, M., Ayuso, M.C., Amodio, M.I., Colelli, G. and Gonzalez-Gomez, D. 2013. Retention of quality and functional values of broccoli ‘Parthenon’ stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31: 302-313.
- Gayan, E., Condon, S. and Alvarez, I. 2014. Biological aspects in food preservation by ultraviolet light: A review. *Food Bioprocess Technol.*, 7: 1-20.
- Ge, C., Bohrerova, Z. and Lee, J. 2013. Inactivation of internalized *Salmonella Typhimurium* in lettuce and green onion using ultraviolet C irradiation and chemical sanitizers. *Journal of Applied Microbiology*, 114 (5): 1415-1424.

- Gogo, E.O., Förster, N., Dannehl, D., Frommherz, L., Trierweiler, B., Opiyo, A.M., Ulrichs, C. and Huyskens-Keil, S. 2018. Postharvest UV-C application to improve health promoting secondary plant compound pattern in vegetable amaranth. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45: 426-437.
- Gonzalez-Aguilar, G., Wang, C.Y. and Buta, G.J. 2004. UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. *J. Sci. Agric.*, 84: 415-422.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Ayala-Zavala, J.F., Olivas, G.I., Rosa, L.A. and Alvarez-Parrilla, E. 2010. Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. *J. Verbr. Lebensm.*, 5: 65-72.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Wang, C.Y., Buta, J.G. and Krizek, D.T. 2001. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. *International Journal of Food Science and Technology*, 36:767-773.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Zavaketa-Gatica, R. and Tiznado-Hernandez, M.E. 2007. Improving postharvest quality of mango 'Haden' by UV-C treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 45: 108-116.
- Guo, L., Ma, Y., Sun, D. and Wang, P. 2008. Effects of controlled freezing-point storage at 0 °C on quality of green bean as compared with cold and room-temperature storages. *Journal of Food Engineering*, 86: 25-29.
- Jiang, T., Jahangir, M.M., Jiang, Z., Lu, X., 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: 209-215.
- Jagadeesh, S.L., Charles, M.T., Garipey, Y., Goyette, B., Raghavan, G. S. V., Vigneault, C. 2011. Influence of postharvest UV-C hormesis on the bioactive components of tomato during post-treatment handling. *Food Bioprocess Technology*, 4: 1463-1472.
- Kader, A.A. 2013. Postharvest technology of horticultural crops – An overview from farm to fork. *Ethiopian Journal of Science and Technology*, (Special Issue No:1): 1-8.
- Kalantari, S., 2003. Effect of hormic dose of uv radiation (UV-C) on the delayed ripening of tomato pericarp disc: biochemical and physiological basis. Ph.D. Dissertation, Université Laval, Canada.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N. ve Soyer, Y. 2005. Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turk. J. Agric. For.*, 29: 297-303.

- Kasım, M.U. ve Kazım, R. 2007. Sebze ve meyvelerde hasat sonrası kayıpların önlenmesinde alternatif bir uygulama: UV-C. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (4): 413-419.
- Lemoine vd. (2007 Lemoine, M.L., Civello, P.M., Martinez, G.A., Chavez, A.R., 2007. Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *J. Sci. Food Agric.* 87, 1132–1139. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2826>
- Liao, C., Liu, X., Gao, A., Zhao, A., Hu, J., Li, B. 2016. Maintaining postharvest qualities of three leaf vegetables to enhance their shelf lives by multiple ultraviolet-C treatment. *LWT – Food Science and Technology*, 73: 1-5.
- Liu vd. (2012 Liu, C., Cai, L., Lu, X., Han, X., Ying, T. 2012. Effects 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.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu W. and Zheng, L. 2018. Effects of postharvest UV-C irradiation on phenolic acids, flavonoids, and key phenylpropanoid pathway genes in tomato fruit. *Scientia Horticulturae*, 241: 107-114.
- Manzocco, L., Pieve, S.D., Bertolini, A., Bartolomeoli, I., Maifreni, M., Vianello, A. and Nicoli, M.C. 2011. Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effect on structure, colour and sensory properties. *Postharvest Biology and Technology*, 61: 165-171.
- Martinez-Hernandez, G.B., Huertas, J., Navarro-Rico, J., Gomez, P.A., Artes, F., Palop, A. and Artes-Hernandez, F. 2015. Inactivation kinetics of foodborne pathogens by UV-C radiation and its subsequent growth in fresh-cut kailan-hybrid broccoli. *Food Microbiology*, 46: 263-271.
- McGuire 1992 McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience* 27, 1254–1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>.
- Mercier, J., Baka, M., Reddy, B., Corcuff, R. and Arul, J. 2001. Shortwave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in bell pepper: Induced resistance and germicidal effects. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126 (1): 128-133.
- Miller (1959 Miller, G.L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31 (3), 426–428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>.
- Monreal, M., Ancos, B.D. and Cano, M.P. 1999. Influence of critical storage temperatures on degradative pathways of pigments in green beans (*Phaseolus vulgaris* cvs. Perona and Bobby). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 19-24.

- Nigro, F., Ippolito, A., Lattanzio, V., Venere, D.D., Salerno, M. 2000. Effect of ultraviolet-C light on postharvest decay of strawberry. *Journal of Plant Pathology*, 82 (1): 29-37.
- Pan vd. (2004 Pan, J., Vicente, A.R., Martínez, G.A., Chaves, A.R., Civello, P.M., 2004. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. *J. Sci. Food Agric.* 84, 1831–1838. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1894>.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., Howard, L. 2008. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest Biology and Technology*, 47 (3): 280-285.
- Pongprasert, N., Sekozawa, Y., Sugaya, S. and Gemma, H. 2011. A novel postharvest UV-C treatment to reduce chilling injury (membrane damage, browning and chlorophyll degradation) in banana peel. *Scientia Horticulturae*, 130: 73-77.
- Promyou, S. and Supapvanich, S. 2013. Chilling injury alleviation in ‘golden bell’ sweet pepper caused by UV-C treatment. *Acta Horticulturae*, 1011: 357-362.
- Proulx, E., Y. Yagiz, M.C.N. Nunes, and J. Emond. 2010. Quality attributes limiting green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) postharvest life at chilling and non-chilling temperatures. *HortScience*, 45(8):1238-1249.
- Qin, Y., Y. Zhuanga, Y. Wua, and L. Li. 2016. Quality evaluation of hot peppers stored in biodegradable poly (lactic acid)-based active packaging. *Scientia Horticulturae*, 202:1–8.
- Rodoni, L.M., Zaro, M.J., Hasperue, J.H., Concellon, A. and Vicente, A.R. 2015. UV-C treatments extend the shelf life of fresh-cut peppers by delaying pectin solubilization and inducing local accumulation of phenolics. *LWT – Food Science and Technology*, 63: 408-414.
- Sanchez-Mata, M.C., Camara, M. and Diez-Marques, C. 2003. Extending shelf-life and nutritive value of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by controlled atmosphere storage: micronutrients. *Food Chemistry*, 80: 317-322.
- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT – Food Science and Technology*, 43: 381-392.
- Sari, L.K., Setha, S. and Naradisorn, M. 2016. Effect of UV-C irradiation on postharvest quality of ‘Phulae’ pineapple. *Scientia Horticulturae*, 213: 314-320.
- Shen, Y., Sun, Y., Qiao, L., Chen, J., Liu, D. and Ye, X. 2013. Effect of UV-C treatments on phenolic compounds and antioxidant capacity of minimally processed Satsuma mandarin during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology*, 76: 50-57.

- Spanos ve Wrolstad 1990 Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., 1990. Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Thompson Seedless Grape Juice. *J. Agric. Food Chem.* 38, 1565–1571. <https://doi.org/10.1021/jf00097a030>.
- Stevens, C., Khan, V.A., Lu, J.Y., Wilson, C.L., Pusey, P.L., Kabwe, M.K., Igwegbe, E.C.K., Chalutz, E., Droby, S., 1998. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. *Crop Prot* 17, 75–84. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(98\)80015-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(98)80015-X).
- Stevens, C., Wilson, C.L., Lu, J.Y., Khan, V.A., Chalutz, E., Droby, S., Kabwe, M.K., Haung, Z., Adeyeye, O., Pusey, L.P., Wisniewski, M.E., West, M. 1996. Plant hormesis induced by ultraviolet light-C for controlling postharvest diseases of tree fruits. *Crop Protection*, 15 (2): 129-134.
- Stevens, C., Liu, J., Khan, V.A., Lu, J.Y., Kabwe, M.K., Wilson, C.L., Igwegbe, E.C.K., Chalutz, E. and Droby, S. 2004. The effects of low-dose ultraviolet light-C treatments on polygalacturonase activity, delay ripening and Rhizopus soft rot development of tomatoes. *Crop Protection*, 23: 551-554.
- TUİK. 2022. Bitkisel üretim rakamları. <http://www.tuik.gov.tr>. [Son erişim tarihi: 20.05.2022].
- Ulukapı, K. ve Onus, A.N. 2012. Selekte edilmiş bazı yerel taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin moleküler karakterizasyonu. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18: 277-286.
- Usall, J., Ippolito, A., Sisquella, M. and Neri, F. 2016. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 122: 30-40.
- USDA 2019. Food data central. Beans, snap, green, canned, regular pack, drained solids. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/321611/nutrients>. [Son erişim tarihi: 20.05.2022].
- Vicente, A.R., Pineda, C., Lemoine, L., Civello, P.M., Martinez, G.A. and Chaves, A.R. 2005. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 35: 69-78.
- Watada, A.E., Kim, S.D., Kim, K.S. and Harris, T.C. 1987. Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. *Journal of Food Science*, 52(6): 1637-1641.
- Wilson, C.L., El Ghaouth, A., Upchurch, B., Stevens, C., Khan, V., Droby, S., Chalutz, E. 1997. Using an on-line UV-C apparatus to treat harvested fruit for controlling postharvest decay. *HorTechnology* 7(3): 278-282
- Witham, F.H., Blaydes, D.F. and Dewlin, R.M. 1971. Experiments in Plant Physiology, Von Nostrand Reinhold Company, New York, 55-56.

- Yang, Z., Cao, S., Su, X., Jiang, Y. 2014. Respiratory activity and mitochondrial membrane associated with fruit senescence in postharvest peaches in response to UV-C treatment. *Food Chemistry*, 161: 16-21.
- Zong, R.J., M. Cantwell, L. Morris, and V. Rubatzky. 1992. Postharvest studies on four fruit-type Chinese vegetables. *Acta Horticulturae*, 318:345-354.



ÖZGEÇMİŞ

Mujtaba BALKHİ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2012-2015	Balkh Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Balkh