

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

**UV-B IŞIN UYGULAMALARININ BROKKOLİNİN BİTKİ GELİŞİMİ,
ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLER VE HASAT SONRASI KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Yasin TOPÇU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2015

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

**UV-B IŞIN UYGULAMALARININ BROKKOLİNİN BİTKİ GELİŞİMİ,
ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLER VE HASAT SONRASI KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Yasin TOPÇU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2014.02.0121.001 no'lu Proje olarak Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi ve 112O352 no'lu Proje olarak Tübitak
Tarafından Desteklenmiştir.**

2015

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

**UV-B IŞIN UYGULAMALARININ BROKKOLİNİN BİTKİ GELİŞİMİ,
ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLER VE HASAT SONRASI KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Yasin TOPÇU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez .../.../20... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Doç. Dr. Ersin POLAT

Yrd. Doç. Dr. Hilal Şahin NADEEM

ÖZET

UV-B IŞIN UYGULAMALARININ BROKKOLİNİN BİTKİ GELİŞİMİ, ANTIOKSİDAN BİLEŞİKLER VE HASAT SONRASI KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yasin TOPÇU

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERKAN
Ocak 2015, 136 sayfa

Son yıllarda hava ve çevre kirliliğindeki artışlar ozon tabakasında incelmelere neden olmaktadır. Ozon tabakasındaki incelmeler nedeniyle, dünyamıza ulaşan değişik gazların ve zararlı ışınların miktarlarında önemli artışlar meydana gelebilmektedir. Bunun doğal sonucu olarak dünyamıza ulaşan zararlı ışınlar nedeniyle yeryüzünde yaşayan bitkiler dahil tüm canlılar direkt veya dolaylı olarak olumsuz şekilde etkilenmektedir. Bu ışınlar arasında yer alan UV-B ışınları, en basit tek hücreli bitkilerden, kültür bitkilerine ve insanlara kadar bütün canlılar üzerinde zararlı etkiler meydana getirebilmektedir. Diğer tüm canlılarda olduğu gibi bahçe bitkilerinin de tamamı yüksek dozlardaki UV-B ışınlarına karşı oldukça duyarlıdır. Yapılan çalışmalar, dünyadaki besin üretiminin, dünyaya ulaşan UV-B ışınlarındaki her %1'lik artışla birlikte %1 oranında azalabileceğini göstermektedir.

Dünyada ve ülkemizde özellikle son yıllarda brokkoli sebzesine olan yoğun talep daha çok bu ürünün içermiş olduğu yüksek antioksidan özelliği sayesinde. Bu nedenle, bu üründe yetiştiricilik ve hasat sonrası aşamalarda besin içeriği ve antioksidan aktivitesinin korunması son derece önemlidir. Yüksek glukosinolat, C vitamini, beta-karoten ve antioksidan aktivitesi sayesinde brokkoli talebinin hem ülkemizde hem de yurt dışında önümüzdeki yıllarda daha da fazla artması beklenmektedir. Bu durumda, üreticilerin pazara sundukları brokkolinin ürün kalitesi ve besin içeriği tüketim açısından daha fazla önem kazanacaktır.

Bu çalışmada, yetiştiricilik sırasında üç farklı dozda UV-B ışın uygulamasının brokkoli bitkisinin bitki gelişimi, verim, besin içeriği, antioksidan aktivitesi ve hasat sonrası depolama kapasitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, topraksız ortamda yetiştirilen brokkolilere 2.2, 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün olmak üzere üç farklı dozda UV-B ışın uygulanmıştır.

Yetiştiricilik sırasında artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları, brokkolilerde verim, bitki boyu, klorofil ve taç çapında azalmalara sebep olurken, gövde çapı ve yaprak kalınlığının artışına neden olmuştur. Diğer yandan, yetiştiricilik sırasında UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkolilerin görünüş ve taç rengi doz artışından olumsuz şekilde etkilenmiştir. Ayrıca doz artışı, bitki besin elementlerinden kükürt ve sodyum miktarının artmasına, buna karşılık fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan, demir, bakır ve çinko miktarlarının azalmasına yol açmıştır.

Hasat sonrasında ise artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları, brokkolilerde kontrole göre daha düşük ağırlık kaybı, titre dilebilir asit, h° değeri, SÇKM ve kuru madde miktarıyla sonuçlanmıştır. Benzer şekilde, yüksek dozlarda UV-B ışın uygulamaları, antioksidan aktivite, karotenoid, klorofil a ve b miktarlarını azaltmış, buna karşılık fenolik madde, L-askorbik asit, sinigrin ve glukotropaeolin miktarını ise artırmıştır.

ANAHTAR KELİMELE: UV-B ışını, besin elementi, glukosinolat, flavonoid, muhafaza, kalite

JURİ: Prof. Dr. Mustafa ERKAN (Danışman)
Doç. Dr. Ersin POLAT
Yrd. Doç. Dr. Hilal Şahin NADEEM



ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT UV-B IRRADIATION DOSES ON PLANT GROWTH, ANTIOXIDANT COMPOUNDS AND POSTHARVEST QUALITY OF BROCCOLIS

Yasin TOPÇU

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

January 2015, 136 pages

Increasing of air and environmental pollution due to various reasons causes a decrease in ozone layer which is negatively effects the plants and living organisms on earth. Fortunately, most of this harmful UV irradiation is filtered out by the ozone layer, which strongly absorbs UV lights. Unfortunately, especially in recent years, this protective shield is being continually damaged by different human activity and environmental pollution. Due to decreasing of the ozone layer, various gases and harmful radiations may reach to our world without any filtration. UV-B irradiation is harmful for all types of living organisms including fruit and vegetables even the most primitive single-cell plants.

As with all other living organisms, horticultural crops are quite sensitive to high doses of UV-B irradiations. Several studies showed that, world food production can be decrease by 1%, with each 1% increasing of UV-B irradiation reaching to the earth.

Broccoli consumption in the world and in our country has been increasing in recent years, especially due to high consumer demand since broccoli contains high amount of plant nutrients, phenolic substances and antioxidants. Therefore, the preservation of the nutrient content and antioxidant activity of broccolis after harvest is extremely important. The main nutrients in broccolis are glucosinolate, vitamin C, beta carotene and antioxidants.

In this study, the effects of three different doses of UV-B irradiations during the growing period on yield, plant growth and development, plant nutrients, phenolic compounds, antioxidant activity and postharvest quality of broccoli heads were investigated. For this purpose, supplemental 2.2, 8.8 and 16.4 kJ/m²/day of three different doses of UV-B irradiations were tested on the broccoli plants grown in soilless culture in glasshouse.

Use of supplemental UV-B irradiations during the growing period has resulted a lower yield, plant height, chlorophyll and head diameter while it has increased stem diameter and leaf thickness. In addition, UV-B irradiations caused a lower weight loss, titratable acidity, h° value, soluble solids and dry matter comparing to control plants. UV-B irradiations during growing period has negative effects on head appearance and visual color as well. Sulfur and sodium amount of broccoli heads were increased by increasing UV-B doses. However, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, iron, copper and zinc contents were decreased. Antioxidant activity,

carotenoids, chlorophyll a and b content were decreased with increasing UV-B irradiations levels. However, total phenolics, L ascorbic acid, sinigrin, glucotropaeolin contents were increased.

KEYWORDS: UV-B irradiation, nutrition element, glucosinolate, flavonoids, storage, quality

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ERKAN (Supervisor)
Assoc. Prof. Dr. Ersin POLAT
Asst. Prof. Dr. Hilal Şahin NADEEM



ÖNSÖZ

İnsanların satın alma güçleri iyileştikçe fonksiyonel gıdaları tüketme eğilimleri de artmaktadır. Bu gıdaların insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri yapılan çok sayıda çalışmada ortaya konulmuştur. Önemli fonksiyonel gıdalardan birisi olan brokkolinin içermiş olduğu yüksek glukosinolat, beta karoten ve C vitamini bu ürünün antioksidan aktivitesini artıran özellikleri ile ön plana çıkmasını sağlamıştır.

Son yıllarda brokkoli tüketimine olan aşırı talep bu ürünün üretim miktarını da artırmıştır. Üretim sırasındaki ekolojik koşullar, atmosferdeki gazlar ve dünyamıza ulaşan değişik zararlı ışınlar, ürünlerin kalitelerini ve biyokimyasal yapılarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu ışınlardan en önemlilerinden birisi de, son yıllarda ozon tabakasında meydana gelen incelmeler sonucunda miktarında artış gözlemlenen UV-B ışınlarıdır. Dünyamıza ulaşan UV-B ışınlarının artışı bitkiler üzerinde direkt ve dolaylı etkiler meydana getirebilmektedir. Gerek ülkemizde gerekse yurt dışında UV-B ışınlarının bitki gelişimi, verimi ve besin içeriği üzerine etkilerini araştıran bazı çalışmalar yapılmıştır. Ancak, yetiştiricilik sırasında UV-B ışın uygulamalarının hasat sonrası kalite, besin içeriği değişimi, antioksidan bileşikler ve muhafaza süresi üzerine olan etkileri konusunda yapılan çalışmalar son derece azdır.

Brokkoli, klimakterik bir sebze olup, uygun ortamlarda muhafaza edilmezse hasattan sonra kısa süre içerisinde bozulmakta ve meyvenin kalite ve besin değeri hızla azalmaktadır. Bu nedenle, bu sebzenin kısa süreli de olsa depolanması pazarlama süresinin uzatılması ve besin değerinin korunması bakımından oldukça önemlidir. Brokkolinin hasat sonrası kalitesinin korunması amacıyla değişik muhafaza yöntemleri kullanılmakta olup, bu yöntemlerden en yaygın kullanılan tekniklerden birisi de modifiye atmosferde paketlenme tekniğidir. Bu nedenle, projenin muhafaza kısmında brokkoliler modifiye atmosferli paketler içerisinde depolanmıştır.

Bu çalışmada, yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının, brokkolinin verim, bitki gelişimi, besin içeriği, antioksidan aktivitesi ve hasat sonrası dayanımı üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulguların diğer ürünlerle UV-B konusunda yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamasını ve temel oluşturmalarını dilerim.

Çalışmamın her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, bana bu araştırma konusunda yüksek lisans yapma imkânı veren, çalışmalarım sırasında her türlü olanağı sağlayan danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Mustafa ERKAN'a, (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanı) ve lisans döneminde Bahçe Bitkileri Bölümünü seçmem için eşsiz çabalarından dolayı emekli öğretim üyesi Prof. Dr. İbrahim BAKTİR'a (Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin savunulmasındaki katkılarından dolayı değerli jüri üyeleri Doç. Dr. Ersin POLAT'a ve Yrd. Doç. Dr. Hilal Şahin NADEEM'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın başından sonuna kadar yardımlarını esirgemeyen ve HPLC analizlerin gerçekleştirilmesinde sağladığı teknik destekten dolayı doktora öğrencisi Zehra KASIMOĞLU'na ve yüksek lisans öğrencisi Emrah EROĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında büyük bir titizlik ile bilgi ve tecrübesini gece gündüz demeden paylaşan, her türlü özveride bulunarak yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Adem DOĞAN'a, denemenin kurulmasında yardımlarını esirgemeyen doktora öğrencileri İsmail TANTAWY ve Recep BALKIÇ'a, Arş. Gör. Birgül GÜDEN'e ve son olarak yüksek lisans öğrencileri Lokman ALTINKAYA ve Esmanur ÇETİNKAYA'ya, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarımın çeşitli aşamalarında bana her konuda yardımcı olan, desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör. Alper ADAK, Arş. Gör. Rüstem ÜSTÜN, Arş. Gör. Seçkin KURUBAŞ, Arş. Gör. Gizem ŞAHİN ÖZALP, Arş. Gör. Ahmet Şafak MALTAŞ, Arş. Gör. Gafur GÖZÜKARA, Arş. Gör. Begüm TÜTÜNCÜ, Dr. Nurten SELÇUK ve yüksek lisans öğrencisi Serkan TOKGÖZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimin süresince arazi ve laboratuvar çalışmalarım esnasında maddi ve manevi desteklerini esirgemedi, moral ve motivasyon sağlamak için her türlü zorluğa katlanan Sevgili annem Yüksel TOPÇU, kıymetli babam İsmail TOPÇU, sevgili kardeşim Beyza TOPÇU'ya ve müstakbel eşim karıcım canım bitanem Ayşe ONUR'a tezimin her döneminde eşsiz desteğinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, projemi maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal.....	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Yetiştiricilik ve hasat sırasında yapılan ölçüm ve gözlemler	25
3.2.1.1. Gövde çapı.....	26
3.2.1.2. Yapraktaki toplam klorofil miktarı.....	27
3.2.1.3. Bitki boyu	27
3.2.1.4. Yaprak kalınlığı	27
3.2.1.5. Brokkoli taçlarının hasadı.....	27
3.2.1.6. Toplam verim	29
3.2.1.7. Taç ağırlığı.....	29
3.2.1.8. Taç çapı	29
3.2.1.9. Makro ve mikro besin elementi analizleri ile yaş ve kuru ağırlık miktarı	29
3.2.1.10. Brokkoli taçlarının muhafazası.....	31
3.2.2. Depolama süresince gerçekleştirilen fiziksel- kimyasal analizler.....	33
3.2.2.1. Ağırlık kayıpları	33
3.2.2.2. Renk ölçümleri	33
3.2.2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM).....	35
3.2.2.4. Titre edilebilir asit miktarı (TEA)	36
3.2.2.5. pH miktarının belirlenmesi.....	37
3.2.2.6. CO ₂ ve O ₂ konsantrasyonlarının belirlenmesi	37
3.2.2.7. Toplam kuru madde miktarı	38
3.2.2.8. Taç renginde meydana gelen değişimler	39
3.2.2.9. Tat ve görünüş	39
3.2.2.10. Mantarsal nedenli bozulma miktarı	39
3.2.2.11. Fizyolojik nedenli bozulmaların miktarı	40
3.2.2.12. L-Askorbik asit (C Vitamini) miktarı	41
3.2.2.13. Antioksidan aktivite.....	42
3.2.2.14. Toplam karotenoid miktarı	43
3.2.2.15. Toplam flavonoid miktarı.....	45
3.2.2.16. Toplam fenolik madde miktarı	46
3.2.2.17. Toplam klorofil (klorofil a ve klorofil b) miktarı	47
3.2.2.18. Toplam glukosinolat miktarı	48
3.2.2.19. Meyvelerin raf ömürlerinin (shelf-life) belirlenmesi	51
3.2.2.20. İstatistiksel değerlendirme	51
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	52
4.1. İklimsel Veriler ve Ölçümler.....	52

4.1.1 Antalya ili ortalama sıcaklık değerleri	55
4.1.2. Sera içi sıcaklık değerleri	56
4.1.3. Antalya ili ortalama bağıl nem değerleri.....	56
4.1.4. Sera içi ve dışı ışık şiddeti değerleri.....	57
4.1.5. Sera içi ve dışı ultraviyole ışın değerleri.....	58
4.1.6. Antalya ili toplam güneş radyasyonu	58
4.1.7. Antalya ili toplam güneşlenme süresi	59
4.2. Yetiştiricilik ve Hasat Sırasında Yapılan Ölçüm Ve Gözlemler	60
4.2.1. Gövde çapı.....	60
4.2.2. Yapraktaki klorofil miktarı.....	60
4.2.3. Bitki boyu.....	61
4.2.4. Yaprak kalınlığı.....	63
4.2.5. Taç ağırlığı	65
4.2.6. Taç çapı	65
4.2.7. Verim.....	66
4.3.8. Makro ve mikro besin elementi miktarları	67
4.3.8.1 Fosfor miktarı	67
4.3.8.2. Potasyum miktarı.....	68
4.3.8.3. Sodyum miktarı	68
4.3.8.4. Kalsiyum miktarı.....	69
4.3.8.5. Magnezyum miktarı.....	69
4.3.8.6. Mangan miktarı	70
4.3.8.7. Demir miktarı	70
4.3.8.8 Bakır miktarı.....	71
4.3.8.9. Çinko miktarı.....	71
4.3.8.10. Kükürt miktarı	72
4.3. Muhafaza Sırasında Yapılan Analiz ve Gözlemler	74
4.3.1. Ağırlık kayıpları	74
4.3.2. Taç rengi (L^* , C^* , h°)	75
4.3.2.1. L^* değerleri.....	75
4.3.2.2. Hue açısı (h°) değerleri.....	77
4.3.2.3. Chroma (C^*) değerleri	80
4.3.3. Suda çözünabilir kuru madde miktarı	82
4.3.4. Titre edilebilir asit miktarı.....	84
4.3.5. pH.....	86
4.3.6. Karbondioksit ve oksijen konsantrasyonları.....	86
4.3.6.1. CO ₂ konsantrasyonu.....	86
4.3.6.2. O ₂ konsantrasyonu	89
4.3.7. Toplam kuru madde miktarı.....	91
4.3.8. Taç rengi.....	93
4.3.9. Meyve tat ve görünüş paneli	94
4.3.10. Mantarsal nedenli bozulmaların miktarı	97
4.3.11. Fizyolojik nedenli bozulmaların miktarı	99
4.3.12. L-Askorbik asit (C vitamini) miktarı	99
4.3.13. Antioksidan aktivite miktarı.....	101
4.3.14. Toplam karotenoid miktarı.....	104
4.3.15. Toplam flavonoid miktarı.....	106
4.3.16. Toplam fenolik madde miktarı.....	108

4.3.17. Klorofil miktarı	110
4.3.17.1. Klorofil a miktarı	110
4.3.17.2 Klorofil b miktarı.....	110
4.3.18. Glukosinolat (sinigrin ve glukotropaeolin) miktarı.....	113
4.3.18.1. Sinigrin miktarı.....	113
4.3.19.2. Glukotropaeolin miktarı	114
5. SONUÇ	1178
6. KAYNAKLAR	124
ÖZGEÇMİŞ	



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
µW	Microwatt
a*	Renk derecesi (yeşilden kırmızıya dönüşüm)
AlCl ₃	Aliminyum klorür
b*	Renk derecesi (maviden sarıya dönüşüm)
C*	Chroma
Ca	Kalsiyum
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyum nitrat
CH ₃ COOH	Asetik asit
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekaire
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
d/dk	Devir/dakika
da	Dekar
dk	Dakika
Fe	Demir
g	Gram
h°	Hue açısı
HPO ₃	Metafosforik asit
J	Joule
K	Potasyum
kg	Kilogram
kJ	Kilojoule
L	Litre
L*	Renk derecesi (parlaklık)
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mg/100 g	Miligram/100 gram
MgO	Magnezyum oksit
mL	Mililitre
mM	Milimolar
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidrooksit
nm	Nanometre

O ₂	Oksijen
P	Fosfor
ppm	parts per million (milyonda bir)
P ₂ O ₅	Fosfor pentoksit
S	Kükürt
s	saniye
sa	saat
W	Watt
Zn	Çinko

Kısaltmalar

a	askorbik asit standart eğrisi eğimi
C*	Chroma
DAD	Diode array detector (sıvı kromatografi dedektörü)
DPA	Diphenylamine
DPPH	2,2-diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl
GAE	Gallik asit eşdeğeri
h°	Hue açısı
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografi
ICP-OES	Inductively coupled plasma-optical emission spectrophotometer
INT	İnteraksiyon
LSD	Least significant difference
MAP	Modifiye atmosferde paketlenme
ME	Mikroelement
Muh. Sür.	Muhafaza süresi
NA	Normal atmosfer
Ort.	Ortalama
Ö.D	Önemli değil
PAR	Photosynthetic active reaction
R.L	Residu level
SAS	Statistical analysis software
SÇKM	Suda çözünabilir kuru madde
Sf	Seyreltme faktörü
spp	species plural (türleri)
Sür.	Süresi
TE	Tamamen eriyen
TEA	Titre edilebilir asitlik
TFA	Trifloraasetik asit
UV	Ultraviyole
UV-B	Ultraviyole B ışını
UYG	Uygulama
β-karoten	Beta-karoten
ε	Ekstinksiyon katsayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Elektromanyetik spektrum.....	3
Şekil 2.2. Bitkilerin UV-B ışınlarına gösterdiği tepkiler (Jansen 1998).....	6
Şekil 3.1. Yetiştiriciliğin yapıldığı cam seradan bir görünüm	14
Şekil 3.2. Yetiştiriciliğin yapıldığı cam seranın içinden bir görünüm	14
Şekil 3.3. ‘Naxos F ₁ ’ brokkoli çeşidinin taçlarından bir görünüm	15
Şekil 3.4. ‘Naxos F ₁ ’ brokkoli çeşidine ait fidelerden bir görünüm	15
Şekil 3.5. Torf + perlit karışımının hazırlanışı (a) ve saksılara doldurulmasından bir görünüm (b)	17
Şekil 3.6. Brokkoli fidelerinin saksılara dikilmesi (a) ve saksıların doldurulduktan sonraki genel görünümü (b)	17
Şekil 3.7. Naxos brokkoli fidesinin (a) dış ortama dikilmesinden genel bir görünüm (b).....	17
Şekil 3.8. Philips TL 100W/01 darband Ultraviyole B (UV-B) lambasından bir görünüm.....	18
Şekil 3.9. UV-X 31 dijital radyometreden bir görünüm	18
Şekil 3.10. UV-B ışın dozu ayarlanmasından bir görünüm	19
Şekil 3.11. UV-B ışın uygulama sisteminin ayaklarının hazırlanmasından bir görünüm.....	19
Şekil 3.12. Seraya dikimden 15 gün sonra ilk UV-B ışın uygulanmasından bir görünüm.....	20
Şekil 3.13. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması.....	20
Şekil 3.14. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması.....	21
Şekil 3.15. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması.....	21
Şekil 3.16. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması.....	22

Şekil 3.17. Zaman ayarlı dosatron injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi ve kontrol panosundan bir görünüm	22
Şekil 3.18. Lahana keleşbeği (<i>Pieris brassicae</i> L) larvasına ait bir görünüm.....	24
Şekil 3.19. Lahana keleşbeği larvaları için ilaç hazırlığı (a) ve dış ortamda yetiştirilen brokkolilerin ilaçlanmasından bir görünüm (b).....	24
Şekil 3.20. Yetiştiricilik sırasında ve hasat sonrasında yapılan uygulamalar	25
Şekil 3.21. Lux metre cihazına ait bir görünüm.....	26
Şekil 3.22. Bitkilerde gövde çapının ölçülmesinden bir görünüm.....	26
Şekil 3.23. Yapraktaki klorofil miktarının belirlenmesinden genel bir görünüm	27
Şekil 3.24. Hasat işleminden bir görünüm	28
Şekil 3.25. Hasat edilmiş brokkoli taçlarından bir görünüm	28
Şekil 3.26. Brokkoli taç çaplarının ölçülmesinden bir görünüm	29
Şekil 3.27. Havalandırmalı kurutma dolabından bir görünüm.....	30
Şekil 3.28. Kurutulmuş brokkoli örneklerinin (a) öğütülmesinden bir görünüm (b).....	30
Şekil 3.29. Mikro ve makro element analizi için örneklerin okutulduğu ICP cihazından bir görünüm	31
Şekil 3.30. Hasat edilmiş brokkoli taçlarının modifiye atmosferli torbalar (MAP) içerisinde muhafazası	32
Şekil 3.31. Brokkolilerin 0°C sıcaklık ve modifiye atmosfer ortamında muhafazası	32
Şekil 3.32. Taçların renk ölçümünün yapıldığı MİNOLTA CR-200 kromametresi.....	34
Şekil 3.33. Parlaklık-kroma diyagramı	35
Şekil 3.34. a* ve b* renklerinin karşılık geldiğı renk diyagramı	35
Şekil 3.35. Hanna HI 96801 dijital refraktometreye ait bir görünüm	36
Şekil 3.36. Brokkolilerde TEA miktarını belirlemek için yapılan titrasyon işleminden bir görünüm.....	37
Şekil 3.37. Gaz ölçümlerinin yapıldığı CO ₂ ve O ₂ gaz ölçüm cihazları	38

Şekil 3.38. Kuru maddenin belirlenmesi amacıyla örneklerin etüve konulmadan önce cam petrillerdeki görünümü	38
Şekil 3.39. Cantwell renk ölçeği	39
Şekil 3.40. Skala değeri 4 olan ve %80 enfeksiyonlu brokkoli tacından bir görünüm.....	40
Şekil 3.41. Santrifüjlenmiş usarenin spektrofotometre için hazırlanmasından bir görünüm	41
Şekil 3.42. Brokkoli çözeltisinin (%50 usare + %50 metanol) 5 farklı konsantrasyona seyreltilmesi işleminden bir görünüm	42
Şekil 3.43. Beş farklı konsantrasyonda hazırlanmış örneklerin 516 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmasından bir görünüm	43
Şekil 3.44. Vakum yardımıyla Buchner hunisine yerleştirilmiş Whatman No.2 kağıdından örneğin süzdürülmesi işleminden bir görünüm	44
Şekil 3.45. Epifazik katmanın 3 kez yıkanmasından önceki hali.....	44
Şekil 3.46. Epifazik katmanın filtre kâğıdı yardımıyla fitre edildikten sonraki berrak ekstrakt	45
Şekil 3.47. Flavonoid analizi için hazırlanmış kimyasallar ve santrifüjlenmiş brokkoli usaresi	46
Şekil 3.48. Vortekslenen örneklere %10'luk $AlCl_3$ ve NaOH ekledikten sonraki renk değişiminden bir görünüm	46
Şekil 3.49. Toplam fenol için hazırlanmış kimyasallar ve santrifüjlenmiş brokkoli usaresi	47
Şekil 3.50. Örneklerin su banyosunda bekletilmeden önceki görünümü.....	47
Şekil 3.51. 0.25 g taze örneğin %80'lik 10 ml aseton ile homojenizatörde parçalandıktan sonraki görünümü	48
Şekil 3.52. Santrifüj cihazından bir görünüm	49
Şekil 3.53. 0.45 µm membran filtreden geçen örneklerin HPLC için viallere alınması	49
Şekil 3.54. Filtre edilmiş örneklerin HPLC' de okunmasından görünüm	50
Şekil 3.55. Örnek ekstraktlarının HPLC kromatogramı (1: Sinigrin, 2: Glukotropaeolin)	51

Şekil 4.1. 16.4 kJ/m ² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki zararlanmalardan bir görünüm	52
Şekil 4.2. 16.4 kJ/m ² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki hücre ölümlerinden bir görünüm	53
Şekil 4.3. 16.4 kJ/m ² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki kıvrılmalardan bir görünüm.....	53
Şekil 4.4. 16.4 kJ/m ² /gün UV-B uygulanmış brokkoli bitkisinin taç oluşturmaya başlaması	54
Şekil 4.5. 16.4 kJ/m ² /gün UV-B uygulanmış brokkolilerde dağınık taç oluşumu (a, b).....	54
Şekil 4.6. Kontrol bitkisine ait kompakt taçtan bir görünüm (a,b)	55
Şekil 4.7. 2014 Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C) (MGM 2014)	56
Şekil 4.8. Yetiştiricilik süresince sera içi günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)	56
Şekil 4.9. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük ortalama bağıl nem değerleri(MGM 2014)	57
Şekil 4.10. Yetiştiricilik süresince sera içi ve dışı anlık ışık şiddeti değişimleri (lux)	57
Şekil 4.11. Yetiştiricilik süresince sera içi ve dışı anlık toplam UV ışın değişimleri (µW/cm ²)	58
Şekil 4.12. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük toplam güneş radyasyonu miktarları (x100 Watt/m ²), (MGM, 2014)	59
Şekil 4.13. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük toplam güneşlenme süreleri (sa), (MGM, 2014)	59
Şekil 4.14. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin fosfor (P) içeriği üzerine etkileri (ppm)	68
Şekil 4.15. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin potasyum (K) içeriği üzerine etkileri (ppm)	68
Şekil 4.16. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin sodyum (Na) içeriği üzerine etkileri (ppm).....	69

Şekil 4.17. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkileri (ppm).....	69
Şekil 4.18. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkileri (ppm).....	70
Şekil 4.19. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin mangan (Mn) içeriği üzerine etkileri (ppm).....	70
Şekil 4.20. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin demir (Fe) içeriği üzerine etkileri (ppm)	71
Şekil 4.21. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin bakır (Cu) içeriği üzerine etkileri (ppm).....	71
Şekil 4.22. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin çinko (Zn) içeriği üzerine etkileri (ppm).....	72
Şekil 4.23. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin kükürt (S) içeriği üzerine etkileri (ppm)	72
Şekil 4.24. Glucoraphanin (4-methylsulfinylbutyl glucosinolate).....	74
Şekil 4.25. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının CO ₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri	88
Şekil 4.26. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının CO ₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri	89
Şekil 4.27 Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının O ₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri	90
Şekil 4.28. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının O ₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Açık bir yaz gününde dünyamıza ulaşan UV-B ışın miktarının farklı enlemlerde 2 farklı zaman dilimindeki yüzdelik dağılımı	4
Çizelge 2.2. Farklı enlemlere göre minimum eritem doz cinsinden mevsimler bazında günlük ve yıllık UV-B ışın dozları.....	4
Çizelge 3.1. Yetiştirme ortamını oluşturan substratların fiziksel özellikleri	16
Çizelge 3.2. Fertigasyon ünitesi gübreleme programı	23
Çizelge 3.3. Mantarsal nedenli bozulmaların tesbiti için kullanılan skala.....	40
Çizelge 3.4. Fizyolojik nedenli bozulmaların tespiti için kullanılan skala	41
Çizelge 3.5. Gradient elüsyon	50
Çizelge 4.1. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda gövde çapı değerleri üzerine etkileri (mm)	62
Çizelge 4.2. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda klorofil değerleri üzerine etkileri (SPAD)	62
Çizelge 4.3. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda bitki boyu üzerine etkileri (cm).....	64
Çizelge 4.4. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda yaprak kalınlığı üzerine etkileri (mm)	64
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin taç ağırlığı değerleri üzerine etkileri (g)	65
Çizelge 4.6. Farklı dozlardaki UV-B ışınlarının brokkolinin taç çapı üzerine etkileri (cm)	66
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin toplam verim değerleri üzerine etkileri (kg/m ²)	67
Çizelge 4.8. Farklı UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolinin ağırlık kaybı üzerine etkileri (%).....	76
Çizelge 4.9. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin ağırlık kaybı üzerine etkileri (%)	76

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L^* renk değeri üzerine etkileri	78
Çizelge 4.11. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L^* değeri üzerine etkileri	78
Çizelge 4.12. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının Hue açısı (h°) değeri üzerine etkileri	79
Çizelge 4.13. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin Hue açısı (h°) değeri üzerine etkileri	79
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının Chroma (C^*) değeri üzerine etkileri.....	81
Çizelge 4.15. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin Chroma (C^*) değeri üzerine etkileri	81
Çizelge 4.16. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının SÇKM miktarı üzerine etkileri (%)	83
Çizelge 4.17. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin SÇKM miktarı üzerine etkileri (%)	83
Çizelge 4.18. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının TEA miktarı üzerine etkileri (g sitrik asit/100 mL)	85
Çizelge 4.19. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin TEA miktarı üzerine etkileri (g /100 mL)	85
Çizelge 4.20. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının pH değerleri üzerine etkileri	87
Çizelge 4.21. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin pH değerleri üzerine etkileri.....	87
Çizelge 4.22. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının kuru madde miktarı üzerine etkileri (%).....	92

Çizelge 4.23. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokolilerin kuru madde miktarı üzerine etkileri (%)	92
Çizelge 4.24. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının taç rengi skala değeri (1-5)* üzerine etkileri	95
Çizelge 4.25. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının taç rengi üzerine etkileri	95
Çizelge 4.26. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının tat ve görünüş skala değeri (1-5)* üzerine etkileri	96
Çizelge 4.27. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının tat ve görünüş skala değeri (1-5) üzerine etkileri	96
Çizelge 4.28. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının mantarsal nedenli bozulma skala değeri (0-5) üzerine etkileri	98
Çizelge 4.29. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin mantarsal nedenli bozulma skala değeri (0-5) üzerine etkileri	98
Çizelge 4.30. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L-askorbik asit miktarı üzerine etkileri (g/100 g KM)	100
Çizelge 4.31. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin L- askorbik asit miktarı üzerine etkileri (g/100 g KM)	100
Çizelge 4.32. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin antioksidan aktivite üzerine etkileri (IC50 değerleri, mg DM/mg DPPH)	103
Çizelge 4.33. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin antioksidan aktivite üzerine etkileri (IC50 değerleri, mg DM/mg DPPH)	103
Çizelge 4.34. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri (mg β -karoten/100 g)	105

Çizelge 4.35. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri (mg β -karoten/100 g)	105
Çizelge 4.36. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının toplam flavonoid miktarı üzerine etkileri (mg CE/g KM)	107
Çizelge 4.37. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin toplam flavonoid miktarı üzerine etkileri (mg CE/g KM)	107
Çizelge 4.38. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli talarına ait toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi (mg GAE/g KM)	109
Çizelge 4.39. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi (mg GAE/g KM)	109
Çizelge 4.40. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli talarına ait klorofil a miktarı üzerine etkileri (mg / g)	111
Çizelge 4.41. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının klorofil a miktarları (mg / g)	111
Çizelge 4.42. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli talarına ait klorofil b miktarı üzerine etkileri (mg / g)	112
Çizelge 4.43. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının klorofil b miktarları (mg / g)	112
Çizelge 4.44. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli talarına ait sinigrin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)	115
Çizelge 4.45. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının sinigrin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)	115
Çizelge 4.46. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli talarına ait glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)	116

Çizelge 4.47. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının ait glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM).....	116
--	-----



1. GİRİŞ

Değişik nedenlerle hava ve çevre kirliliğinin artması ve bunun doğal sonucu olarak ozon tabakasındaki incelmeler, bitkiler dahil yeryüzünde yaşayan tüm canlıları direkt veya dolaylı olarak olumsuz şekilde etkilemektedir. Ozon tabakasındaki incelmeler nedeniyle yeryüzüne ulaşan değişik gazların ve zararlı ışınların miktarlarında önemli artışlar meydana gelebilmektedir. Bu ışınlar arasında yer alan UV-B ışınları, en basit tek hücreli bitkilerden, kültür bitkilerine ve insanlara kadar bütün canlılar üzerinde zararlı etkiler meydana getirebilmektedir.

Dünyamıza ulaşan yüksek dozlardaki UV-B ışınları, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan kültür bitkilerinin gelişme, büyüme, verim ve besin içerikleri üzerine de olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir. Diğer tüm canlılarda olduğu gibi bahçe bitkilerinin de tamamı yüksek dozlardaki UV-B ışınlarına karşı oldukça duyarlıdır. Yapılan çalışmalar, dünyadaki bitkisel ürün üretiminin, dünyaya ulaşan UV-B ışınlarındaki her %1'lik artışla birlikte %1 oranında azalabileceğini ve bazı bitki ve canlı türlerinin ise yok olabileceğini göstermektedir.

İnsanların satın alma güçleri iyileştikçe fonksiyonel gıdaları tüketme eğilimleri de artmaktadır. Bu gıdaların insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri yapılan çok sayıda çalışmada ortaya konulmuştur. Brokkoli, Brassicaceae familyası bitkileri arasında yer alan bir sebze olup, başta Avrupa ve Amerika olmak üzere dünyanın çok sayıda ülkesinde yetiştirilmektedir. İçermiş olduğu yüksek C vitamini, glukosinolat ve beta karoten gibi antioksidanlar sayesinde fonksiyonel gıdalar arasında yer almakta ve tüm dünyadaki tüketimi de hızla artmaktadır. Brokkolinin içermiş olduğu antioksidanlar sayesinde insan sağlığı üzerine olan olumlu etkilerinin anlaşılması, bu ürüne olan talebi ülkemizde de son yıllarda arttırmaya başlamıştır. Brassicaceae familyası sebzeleri içerisinde en yüksek karotenoid miktarına sahip olan sebzelerden birisi de brokkolidir.

Çabuk bozulabilen ürünler olan meyve ve sebzelerin hasattan sonra tüketiciye ulaşmaya kadar hasat zamanındaki kalitelerinin korunması ve hasat sonrası ürün kayıplarının azaltılması amacı ile kullanılan en yaygın teknikler; soğukta muhafaza, kontrollü atmosferde muhafaza ve modifiye atmosferde muhafaza yöntemleridir. Brokkoli hızlı solunum yaptığı için ve yapısı gereği uzun süre soğukta muhafazaya uygun bir sebze türü değildir. Bu nedenle, bu ürünün muhafaza süresinin 1-2 gün bile uzatılması pazarlama ve antioksidan aktivitenin korunması için büyük önem taşımaktadır. Brokkolinin hasat sonrası kalitesi bu ürünün ancak en kısa sürede soğuk zincirine alınması ve uygun ortamlarda muhafazası ile korunabilmekte ve muhafaza süresi uzatılabilmektedir. Özellikle ihracatta brokkoli gibi çabuk bozulabilen nitelikteki ürünlerin hasat sonrası ömürlerinin birkaç gün bile uzatılabilmesinin ne kadar önemli olduğu herkesçe bilinmektedir. Bu çalışmada, yetiştiricilik sırasında uygulanan farklı dozlardaki UV-B ışınlarının brokkolinin bitki gelişimi, verim, besin içeriği, antioksidan bileşikler ve hasat sonrası dayanımı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Böylece, çalışma sadece yetiştiricilik ile sınırlı kalmamış, üretim ve hasat sonrası aşamalarını da kapsayan bir bütün olarak ele alınmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda dünya üzerinde giderek artmakta olan UV-B ışın miktarının meyve ve sebzelerin yetiştiricilik ve hasat sonrası kalitesi üzerine yapılacak olan çalışmalara büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Son yıllarda teknolojiadaki gelişmeler beslenme ve hastalıklar arasındaki ilişkiyi daha çok ön plana çıkarmış ve fonksiyonel besinler konusu önem kazanmıştır. Fonksiyonel gıdaların insan sağlığı üzerine etkileri konusunda yapılan çalışmalar hızlı bir şekilde artmaktadır. Besinler artık sadece makro ve mikro besin içerikleri ile değerlendirilmemekte, biyolojik düzenleyici rolleri üzerinde daha çok durulmaktadır. Temel besleyici özelliklerinin ötesinde sağlığınıza olumlu katkıları olan gıdalara fonksiyonel besinler adı verilmektedir. Meyve ve sebzeler insanlar için en önemli besin kaynağıdır. Bu ürünler yüksek miktarlarda; karotenoid, polifenol, vitaminler, fenoller, flavonoid, koenzim Q10 ve içsel metabolitler gibi doğal antioksidanlar içerirler. Bu fonksiyonel ürünlerin başında da brokkolinin geldiği bildirilmiştir (Coşkun 2005).

Brokkoli başta glukosinolatlar olmak üzere flavonoidler ve karotenoidler gibi çok sayıda yararlı fitokimyasal madde içermektedir. Yapılan birçok çalışma, brokkolinin içerdiği glukosinolatların değişik kanser türlerine karşı vücutta etkili olduğunu göstermiştir (Van poppel vd 1999). İnsan sağlığı yönünden bakıldığı zaman glukosinolatların hidrolizi sonucu oluşan izotiyosinatların brokkolide en çok çalışılan fitokimyasal olduğu belirtilmiştir.

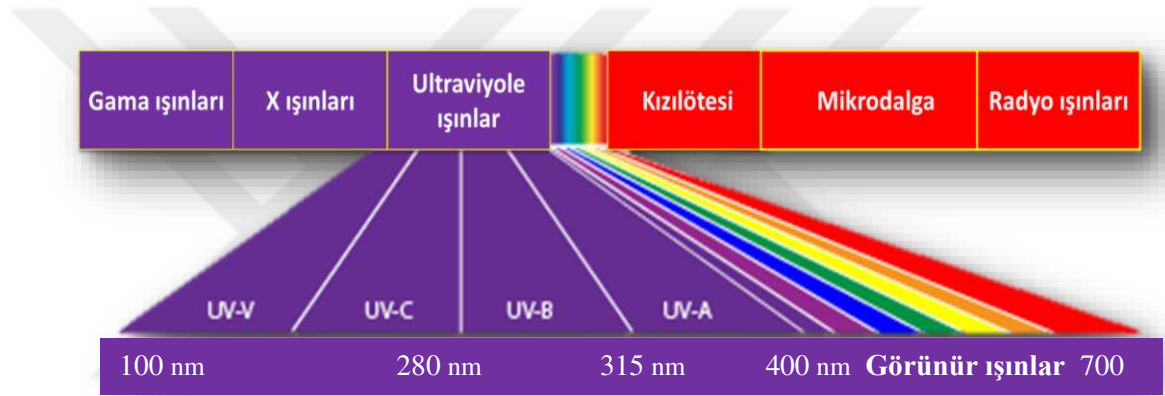
Beslenme konusunda yapılan çok sayıda çalışmada, düzenli meyve ve sebze tüketiminin kanser riskini azalttığı bildirilmiştir. Özellikle bazı meyve ve sebzeler insan sağlığına olan faydalarından dolayı son yıllarda sofralarımızda daha fazla yer almaktadırlar. Bunların başında da *Brassicae* familyasındaki brokkoli gelmektedir. Brokkoli, içerdiği yüksek miktarlardaki vitamin, mineral ve glukosinolat olarak adlandırılan antioksidanlar sayesinde güçlü bir anti-konserojen olarak bilinmektedir. Benzer şekilde, brokkoli, indoller, sülforafan, beta-karoten, selenyum, ditiyoltiyonlar, quersetin, lutein, C ve E vitamini gibi insan sağlığı üzerine çok faydalı birçok maddeyi içerir. Diğer yandan, brokkolinin özel selülozik yapısı bağırsaklardaki zehirli maddeleri ve ağır metalleri uzaklaştırarak koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır (Anonim 2002).

Jeffery ve Araya (2009) yaptıkları çalışmada, brokkolinin insanlarda kanser riskini azalttığını bildirmişlerdir. Brokkoliler diğer *Brassicae* familyasındaki sebzeler gibi C ve E vitamini, quercetin ve kaempferol glikozitleri ve glucobrassicin (3-indolylmethyl glucosinolate), glucoraphanin (4-methylsulphanylbutyl glucosinolate) gibi antioksidanlar ve biyoaktif maddeler bakımından da zengin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, aynı zamanda, brokkolilerin içerdikleri yüksek glukosinolatlar, flavonoidler ve mineral maddelerden dolayı insanları kanserden koruduğunu bildirmişlerdir.

Tüm bitkilerde olduğu gibi besinlerin biyokimyasal ve hasat sonrası kaliteleri yetiştiricilik koşulları ile yakından ilişkilidir. Yetiştiricilik koşulları arasında ışık, bitki gelişimi üzerine etkili olan en önemli faktörlerden birisidir. Güneş, tüm ekosistem için

vazgeçilmez bir enerji kaynağı olup, yaşayan tüm canlıların biyolojik yaşamının devamı için güçlü bir düzenleyicidir. Güneşin bu özelliği dışarıya yaydığı değişik dalga boylarındaki ışınlar yoluyla olmaktadır. Bu ışınlar içerisinde en önemli yeri tutan ise ultraviyole (UV) ışınlardır (Tekbaş vd 2005).

Güneş tüm canlılar için enerji kaynağıdır. Canlıların yaşamını etkileyen, biyolojik olayları aktif ya da inaktif eden, olumlu olumsuz etki yapıp hızlandırıp ya da yavaşlatan, sürdüren ve sonuçlandıran güçlü bir düzenleyicidir. Dünyamızdaki ultraviyole ışınlarının kaynağı güneştir ve dünyamıza ulaşan ultraviyole ışınları, solar radyasyonun yaklaşık olarak %5' ini oluşturur. UV ışınlarının dalga boyları 100-400 nm arasındadır (Şekil 2.1). Bunun % 95-98'i UV-A, % 2-5' i UV-B' dir. UV-C ise yeryüzüne ulaşmadan stratosferik ozon tabakası tarafından absorbe edilir. UV-A; 320-400 nm, UV-B; 280-315 nm, UV-C;100-280 nm dalga boylarına sahip ışınlardır (IARC 1992).



Şekil 2.1. Elektromanyetik spektrum

Ultraviyole ışınlar, yeryüzüne erişen güneş enerjisinin bir parçasıdır. Ultraviyole ışınlar içerisinde en çok bulunan ışın UV-A atmosfer tarafından absorbe edilmez ve UV-A dünya yüzeyine ulaşır. UV-B ise normalde ozon tabakası tarafından büyük miktarda tutulur. Ancak, son yıllarda ozon tabakasındaki incelmeler nedeniyle dünyaya ulaşan UV-B ışın miktarı giderek artmaktadır. Yer yüzeyine ulaşan solar enerjinin yaklaşık %5'ini UV-B ışınları oluşturur (Farmer ve Naylor 1996). Son 50 yılda kloroflorokarbonlar ve diğer sera gazı etkisi yapan gazların salınımındaki artışlar ozon tabakasının incelmesine ve dünya yüzeyine ulaşan UV-B gibi zararlı ışınların miktarlarında artışlara neden olduğu bildirilmiştir (Andrady vd 2006).

Günümüzde çevre kirliliğini önleme konusunda yapılan tüm çabalara ve ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımlarını sınırlandırmalara rağmen, gelecek yıllarda dünya yüzeyine ulaşacak olan UV-B ışınlarının miktarlarında artışlar olacağı tahmin edilmektedir (EEAP 2010).

Yeryüzüne ulaşan toplam UV-A ve UV-B ışın miktarları ekvator dan uzaklaştıkça ve deniz seviyesinden yükseğe çıkıldıkça artmaktadır. Buna ek olarak

toplam UV-A ve UV-B ışın miktarını etkileyen bir diğer önemli faktör ise stratosferik ozondur. UV-B, UV-A'ya göre ozon tabakası tarafından daha fazla tutulmaktadır. Bu yüzden ozon tabakasındaki herhangi bir farklılık direkt olarak yeryüzüne ulaşan toplam UV-B miktarını etkiler. Stratosferik ozondaki bu farklılığa mevsimler ve enlemler de neden olabilmektedir. Enlem derecesi arttıkça yeryüzüne ulaşan toplam UV-B ışın miktarı azalır (Çizelge 2.1). Kış aylarında düşük seviyelerde olan UV-B ışın miktarı, yaz aylarında en yüksek seviyeye çıkabilir (Çizelge 2.2). Çizelge 2.2'den de görüleceği gibi enlem derecesi arttıkça ciltte kansere neden olabilecek eritem dozları da azalmaktadır. Mevsimler arasında ise özellikle yaz mevsimi, melanoma kanserine neden olabilecek ışınların miktarında artışlara neden olabilmektedir. Aynı zamanda güneşin dik geldiği öğle saatlerinde, gün içerisindeki en yüksek toplam UV-B ışın miktarı gözlemlenir. Buna karşılık, hava kirliliğinin yoğun olduğu alanlar ve bulutlu havalar ise bir nevi filtre görevi görüp, yeryüzüne ulaşan toplam UV-B miktarını azaltabilir. Genellikle havanın kapalı olduğu günlerdeki UV-B miktarı, açık olduğu günlere oranla %10 daha azdır. Yeryüzündeki yansımaların ise maruz kalınan UV-B miktarını artırdığı rapor edilmiştir (IARC 1992).

Çizelge 2.1. Açık bir yaz gününde dünyamıza ulaşan UV-B ışın miktarının farklı enlemlerde 2 farklı zaman dilimindeki yüzdelik dağılımı

Enlem (°N)	UV-B (% günlük toplam)	
	11:00 – 13:00	9:00 – 15:00
20	30	78
40	28	75
60	26	69

Çizelge 2.2. Farklı enlemlere göre minimum eritem doz cinsinden mevsimler bazında günlük ve yıllık UV-B ışın dozları

Günlük UV-B ışın dozları (MED)				
Enlem (°N)	Kış	İlkbahar/Sonbahar	Yaz	Yıllık
20, Hawaii	14	20	25	6000
30, Florida	5	12	15	4000
40, New Jersey	2	7	12	2500
50, Washington	0.4	3	10	1500

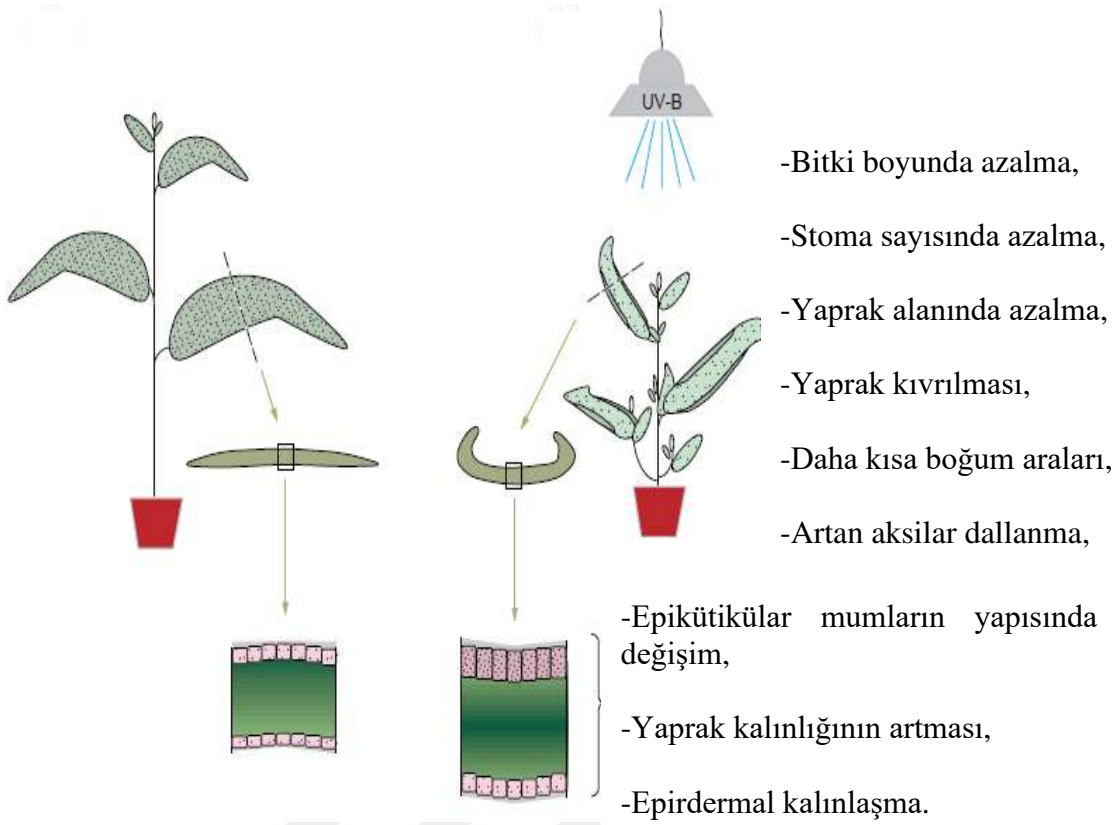
Ozon tabakasının incilmesi ya da delinmesi iklimleri, iklimlerdeki değişiklikler de ozonu etkilemektedir. Ozon tabakasında önemli miktarda incelmelerin olduğu alanlarda yapılan çalışmalar, artan dozlardaki UV-B ışın miktarının karasal bitkilerin üretkenliğini %6 oranında azalttığını ortaya koymuştur. Yine bu alanlarda yetişen bitkilerdeki böcek zararının, UV-B miktarının az olduğu alanlara oranla daha az olduğu tespit edilmiştir (IARC 1992).

Dünyamıza ulaşan yüksek dozlardaki UV-B ışınları, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan kültür bitkilerinin gelişme, büyüme, verim ve besin içerikleri üzerine olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir. Diğer tüm canlılarda olduğu gibi bahçe bitkilerinin de tamamı yüksek dozlardaki UV-B ışınlarına karşı oldukça duyarlıdırlar. Yapılan çalışmalar, dünyadaki bitkisel ürün üretiminin, dünyaya ulaşan

UV-B ışınlarındaki her %1'lik artışla birlikte %1 oranında azalabileceğini ve bazı bitki ve canlı türlerinin ise yok olabileceğini göstermektedir. UV-B ışınları konusunda yapılan çalışmalar, bitkileri direkt veya dolaylı yoldan etkileyen en önemli abiotik stresin UV-B ışınları olduğunu göstermiştir (Eichholz vd 2012, Tsurunaga vd 2013).

UV-B ışınları üzerinde yapılan araştırmalar, artan dozlarda UV-B ışınlarının bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur (Bilger vd 2001, Jansen 2002, Frohnemeyer ve Staiger 2003, Warren vd 2003, Kozłowska vd 2007, Ravindran vd 2008, Ranjbarfordoei vd 2009, Kataria vd 2014). Bazı araştırmacılar da, UV-B ışınlarının bitki gelişimine, kütle artışına ve verimine olumsuz etki ettiğini bildirmişlerdir (Rozema vd 1997, Gao vd 2003, Ravindran vd 2008, Kataria vd 2014).

Jansen vd (1998) UV-B ışınları konusunda yaptıkları çalışmada, bitkilerin UV-B ışınlarına gösterdiği tepkileri açıklamışlardır. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi araştırmacılar, UV-B ışınlarının bitkiler üzerine direkt ya da dolaylı etkilerinden bahsetmişler ve bunlar arasında en önemli etkilerin DNA, protein ve membranlara verdiği zarar olduğunu belirtmişlerdir. UV-B ışınları, özellikle UV ışınlarına hassas olan DNA'yı etkilemektedir. DNA içerdiği proteinlerin UV-B ışınlarını absorbe etmesi sonucu, cyclobutane pyrimidine dimerleri (CPDs) ve pyrimidine (6-4) pyrimidinone dimers (6-4 PPs) üretilmesi, m-RNA polimeraz enzim aktivitesini bloke etmesine neden olmaktadır (Britt ve May, 2003). Yaşamın devam etmesi, DNA kopyalama ve transkripsiyonu için CPDs ve PPs aktivitelerinin yok edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Jansen vd (1998) genel olarak UV-B'nin etkilerini fotosistem II'nin (PSII) inaktivasyonu, PS II proteinlerinden D1 ve D2'nin yapısının bozulması, kloroplastta fotosentezi gerçekleştirmek üzere bulunan thylakoid membranlarının azalması, rubisko ve diğer enzim aktivitelerinin azalması, klorofil ve diğer karoteneidlerin azalması, kloroplastın mikroskobik yapısının bozulması, yağların peroksidasyonu, antosiyonin ve flavonoid birikimi, alkaloid, mum ve polyaminlerin birikimi, glutathione ve ascorbate seviyesinde artış, peroksidaz, superoxide dismutaz ve glutathione redüktaz aktivitelerinde artış olarak sıralamışlardır. Morfolojik olarak ise UV-B ışınlarının bitki boylarında azalmaya yol açtığını ve bitkileri kısmen bodurlaştırdığını bodurlaşmanın da yaprak alanında ve stoma sayısında azalmayı beraberinde getirdiğini bildirmişlerdir. UV-B'nin ayrıca yaprak kenarlarında görülen kıvrılmalar ve epidermis tabakasının kalınlaşmasından sorumlu olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2.2. Bitkilerin UV-B ışınlarına gösterdiği tepkiler (Jansen 1998).

Diğer yandan UV-B ışınlarının bitkilerin fotosistem II proteinlerinin yapısını bozarak, fotosentezi yavaşlattığı, klorofil ve karatoneidlerin yapısını bozarak da rubisko aktivitesini düşürdüğü tespit edilmiştir (Sullivan vd 2003, Surabhi vd 2009, Cicek vd 2012, Yu vd 2013).

Liu vd (2013) UV-B ışınlarının soya bitkisi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu kapsamda 3 farklı soya çeşidinde 2 yıl süreyle yaptıkları arazi çalışmalarında, soya bitkilerine yaklaşık 1 metre yükseklikten 7 saat süreyle UV-B ışını uygulamışlardır. Tohum ağırlıkları bakımından UV-B ışını uygulanmış soya bitkileri, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak daha büyük bulunmuşlardır. UV-B ışın uygulamaları 3 farklı soya çeşidinin bitki boylarını ise yaklaşık olarak %21.7, %10.0 ve %14.8 oranında azaltmış, verimlerini de %39.1, %41.4, %50.6 oranında düşürdüğü belirtilmiştir.

Yao vd (2014) kışlık buğdayda yaptıkları araştırmada, buğdaylara 60 cm yükseklikten günde 8 saat süreyle 2.54 kJ/m² UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının, buğday yetiştiriciliğinde verimi önemli derecede düşürdüğünü, kardeşlenme, fide ve nişasta olum dönemlerinde uygulanan UV-B'nin ise verimi etkilemediğini ortaya koymuşlardır. Yapılan yaprak analizleri sonucunda UV-B ışın uygulaması ile azot, fosfor ve demir elementlerinin alımının azaldığı, buna karşılık magnezyum, çinko ve bakır elementlerinin ise UV-B ışın uygulaması ile arttığı, potasyum içeriğinin ise değişmediği bildirilmiştir.

Kakani vd (2003) UV-B ışınları konusunda yaptıkları derlemede, 1975'ten bu yana yapılan 129 farklı çalışmada, 35 farklı bitki türünde artan dozlarda UV-B ışınlarının, bitkilerin klorofil içeriğini yaklaşık olarak %10-70 oranında azalttığını, doğrudan fotosistemi etkileyerek dolaylı olarak yaprak pigmentlerini ve alanlarını azaltarak da fotosentezi %3 ile %90 oranında düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Bitkilerdeki klorofil pigmentleri ve fotosentezdeki bu azalışın daha düşük kütle ve azalan verimi beraberinde getirdiğini bildirmişler ve buna ek olarak yaprak anatomisinin de farklılaştığını bunun da epidermis, kutikula, mezofil hücrelerinin farklılaşmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Yuan vd (1998) baharlık buğday çeşidinde, ozon tabakasının %12, %20 ve %25 oranında incelendiğini varsayarak yaptıkları çalışmada, buğdaylara 2.54, 4.25 ve 5.31 kJ /m² olmak üzere üç farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar, yaptıkları çalışmada, özellikle kardeşlenme döneminde buğdayın bitki boyunda azalma ve organlarının gelişmesinde yavaşlama olduğunu gözlemlemişlerdir. UV-B ışınları buğdayın yapısını değiştirirken, azalan kardeşlenme sayısı ve artan ölü kök sayısı düşük kütle oluşumunu ve neticesinde de verimde azalmayı beraberinde getirmiştir. Ayrıca araştırmacılar, verim düşüklüğünü başak sayısı ve bin dane ağırlığındaki azalmalara bağlamışlardır.

Ravindran ve Indrajith (2009) tıbbi bir bitki olan amla (*Phyllanthus amarus* L.) ile yaptıkları çalışmada, fidelere 8 gün süreyle günde 2 saat UV-B ışının uygulamışlardır. UV-B ışın uygulaması, amla bitkisinin yapraklarında buruşma ve kıvrımlara neden olmuştur. Benzer şekilde, UV-B ışın uygulaması yapılmış amlalarda, kontrol bitkilerine göre kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık ve yaprak alanı %23.4, %37.3, %28.9 ve %28.7 oranında daha düşük bulunmuştur. Yaprak alanındaki bu küçülmeyi Krizek vd (1997) UV-B ışınlarına adapte olabilmek için bitkilerin yaprak alanını azaltması olarak açıklamışlardır. Ravindran ve Indrajith (2009) yaprak kalınlığının UV-B ışın uygulaması yapılmış amlalarda %16, antosiyanin ve flavonoid içeriklerinin de %84 ve %91 oranında arttığını, klorofil ve karotenoid içeriğinin ise %20.1 ve %30.3 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Karotenoidlerdeki bu düşüş ise karotenoid sentezin engellenmesi ya da pigmentlerin zarar görmesi olarak açıklanmıştır. Ambast ve Agarwal (1998) mısırdaki yaptıkları çalışmada ise UV-B ışın uygulanmış mısırların antosiyanin içeriklerinin %275 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

Shaukat vd (2013) bir tür baklagil olan siyah gram'a (*Vigna mungo*) 40 dk süreyle UV-B ışın uygulaması yapmış ve UV-B ışın uygulaması sonucunda bitkilerin flavonoid içeriğinin, kontrol grubu örneklerine kıyasla 4 kat arttığını; ayrıca fenolik birikme hızının UV-B ışınlarına maruz kalma süresiyle ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Yao vd (2006) Tataristan karabuğdayında (*Fagopyrum tataricum*) yaptıkları çalışmada, buğdaylara ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde 5.30 ve 8.50 kJ/m²/gün olmak üzere iki farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. UV-B ışın uygulaması, buğdayların bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alanı indeksinde önemli ölçüde düşüşe yol açmıştır. UV-B ışın uygulaması yapılmış buğdayların klorofil a, klorofil b, klorofil a+b ve toplam karotenoid miktarlarının kontrol buğdaylarına göre daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Smith vd (2000) fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ile yaptıkları çalışmada, bitki büyüme düzenleyicisi olan poliaminlerin UV-B stresi boyunca arttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada, 2 haftalık periyotta *Phaseolus vulgaris* L.'nin UV-B'ye duyarlı legümenleri üzerinde UV-B'nin etkileri araştırılmıştır. Primer olarak Putrescine'deki düşüşten dolayı UV-B ışınına cevap olarak total serbest poliaminler fark edilir bir düşüş göstermiştir. Buna karşılık, serbest poliaminlerin azalışının ise UV-B ışınlarındaki artışla birlikte klorofil kaybıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Alexieva vd (2001) bezelye üzerinde yaptıkları bir çalışmada, susuzluk ve UV-B ışınlarının etki ve ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada, araştırmacılar bezelye bitkilerine UV-B ışını uygulandıktan sonra yapraktaki antosiyanin ve fenollerde görülen artışların, UV-B ışın uygulamasından sonra ortaya çıktığını gözlemlemişlerdir. Fizyolojik ve biyokimyasal parametreler, UV-B ışınlarının bezelyenin gelişiminde, susuzluktan daha güçlü bir stres olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Mewis vd (2012) brokkolide yaptıkları çalışmada, 12 günlük brokkoli sürgünlerine 40 cm yükseklikten 0.30, 0.45 ve 0.90 kJ/m²/gün olmak üzere 3 farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar, farklı dozların ve aralıkların brokkoli sürgünlerinin klorofil, glukosinolat ve karotenoid içeriklerine etkisini araştırmışlardır. UV-B ışın uygulamaları brokkoli sürgünlerinin kaempferol, quercetin gibi flavonoid, 4-methylsulfinylbutyl (glucoraphanin), 4-methoxy-indol-3-ylmethyl, 3-methylsulfinylpropyl gibi glukosinolat seviyelerinde önemli miktarlarda artışlara neden olmuştur. UV-B ışın uygulamaları brokkoli sürgünlerinin ise karotenoid ve klorofil miktarlarında azalmalara yol açmış, ancak bu azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Araştırmacılar yaptıkları diğer bir çalışmada ise 13 günlük brokkoli fidelerine 5 gün süreyle 1 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapmışlar ve brokkoli sürgünlerine *Pieris brassicae* (L.) (lahana keleşi) larvaları ve *Myzus persicae* (yaprak biti) afidlerini transfer etmişlerdir. Çalışmada, brokkoli sürgünlerinin bu böceklerle karşı dirençleri test edilmiştir. UV-B ışın uygulamasının brokkolilere getirdiği direnç lahana keleşinin ağırlık artışında ve afidlerin sayısında kontrol gruplarına göre önemli miktarda durdurucu etki sağladığı belirtilmiştir.

Kumar ve Dey (2011) çilekte yaptıkları bir arazi çalışmasında, farklı malçların, bitki kök yoğunluğu ve uzunluğu, bitki besin elementlerinin alınımı, bitki su kullanım kapasitesi ve çilek verimine etkisini araştırmışlardır. Bitki kök uzunluğu ve aktif kök yoğunluğunun azalması, bitkilerin topraktan kaldırdığı besin elementlerinin alınımı ve bunların sonucunda da çilek verimini azaltmıştır. Peng ve Zhou (2010) soyada yaptıkları çalışmada, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının kuru madde birikimini azalttığını ve alınan bitki besin elementlerinin dağılımını olumsuz etkilediğini bunların neticesinde ise bitki gelişiminin engellendiğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar da bu besin elementlerinin alınımını, dağılımını ve konsantrasyonunu UV-B ışın uygulamalarının etkilediğini bildirmişlerdir (Li ve Wang 2000, Schmitz-Eiberger ve Noga 2001, Julkunen-Tiitto vd 2005, Yao ve Liu 2009).

Peng ve Zhou (2010) tarafından bildirildiğine göre, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan ve demirin UV-B ışını uygulanmış brokolilerde kontrol bitkilerine göre daha az olduğunu tespit etmiştir. Buna karşılık bakır, molibden ve çinkonun alınımının ise arttığını belirtmişlerdir.

Hecht-Buchholz vd (1982) stres koşullarında yaptıkları çalışmada, sodyum elementinin potasyum ile bir rekabet içerisine girdiğini ve böylece bitkiler tarafından potasyum alınımının engellendiği ya da kök vakuollerindeki potasyumun sodyum ile yer değiştirdiğini ifade etmişlerdir.

Ko vd (2008) Shiitake (*Lentinus edodes*) ve kültür mantarında (*Agaricus bisporus*) yaptıkları çalışmada, mantarları farklı şekillerde keserek 25, 50 ve 75 kJ/m²/gün olmak üzere üç farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Shiitake mantarında başlangıçta 2.77 µg/g olan D₂ vitamini miktarı, 25 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış mantarların şapka, sap ve ortadan ikiye kesilmiş kısımlarında 36.7, 68.6, 106.4 µg/g'a kadar yükseldiği belirtilmiştir.

Zlatev vd (2012) tarafından bildirildiğine göre, çimlenme sonrası fasulye örneklerinde ilk 15 günlük periyotta UV-B ışın uygulamasının fasulyelerin askorbik asit içeriğini artırdığını, buna karşılık çimlenme sonrası 30 gün geçtikten sonra ise, fasulyelerin askorbik asit içeriğinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Santos vd (2004) patatesten yaptıkları çalışmada, artan dozlarda UV-B ışınlarının patates bitkisinin yaprak alanını azalttığını ve bitki boyunu bodurlaştırdığını, Shaukat vd (2013) ise yaptıkları çalışmada artan dozlarda UV-B ışın uygulamasının siyah mercimeğin kök ve sürgün uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir.

Ravindran vd (2010) tarafından bildirildiğine göre, UV-B ışın uygulaması ile bitkinin savunma mekanizmasının uyarıldığını ve buna bağlı olarak ikincil metabolitler olan flavonoidler ve antosiyaninlerin konsantrasyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar UV-B ışın uygulamalarının bitkilerde stres faktörlerini ve diğer fotomorfogenik tepkileri tetiklediğini göstermektedir.

Eichholz vd (2012) 'Gijnlim' çeşidi kuşkonmazda yaptıkları çalışmada, kuşkonmazlara 0.54 ve 1.08 kJ/m²/gün olmak üzere iki farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. UV-B ışın uygulamalarının kuşkonmaz bitkisinin flavonoid içeriği, phenylalanine ammonia-lyase, (PAL) ve peroksidaz (POD) enzim aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kuşkonmazların flavonoid (quercetin-3,4'-O-diglucoside, quercetin-4'-O-monoglucoside, ve quercetin) içeriği, POD ve PAL enzim aktiviteleri UV-B ışın uygulamaları ile paralel olarak artmıştır. Eichholz vd (2011) maviyemişte yaptıkları bir diğer çalışmada ise yüksek dozda UV-B ışın uygulamalarının maviyemişlerin fenolik bileşiklerini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Du vd (2014) yaptıkları çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının bazı minimal işlem görmüş ya da görmemiş ürünlerin fenolik içeriklerinin artırılmasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir. UV-B ışın uygulamaları taze kesilmiş havuç ve marulda fenolik bileşikleri arttırmıştır. Çalışmada, bütün meyvelerden çilek, maviyemiş, üzüm, sebzelerden ise kiraz domatesi, tatlı mısır ve yumrusu, yumruları yenen sebzelerden tatlı ve renkli patates ve minimal işlem görmüş ürünlerden elma dilimi, iceberg, brokkoli ve turp bitkilerine artan dozlarda 1.3-5.9 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış ve ürünlerin toplam fenol içerikleri araştırılmıştır. Bütün üzüm, maviyemiş, pembe ve kırmızı kiraz domatesleri UV-B ışınlarından etkilenmemiş, çilek nispeten etkilenirken, asıl etkinin elma dilimlerinde, brokkoli taçlarında ve gövdesinde,

kırmızı ve beyaz turplarda gözlemlendiği bildirilmiştir. Taze kesilmiş iceberg ve marulda toplam fenolik miktarı yaklaşık 2.3 kat artış göstermiştir. Du vd (2009) ürünlerin fenolik içeriklerini arttırmak için en uygun dozların 1.3-5.9 kJ/m²/gün olduğunu bildirmişlerdir.

Avena-Bustillos vd (2012) havuçta yaptıkları çalışmada, havuçlara 1.3-12 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapmışlar ve UV-B ışın uygulamalarının havuçların antioksidan kapasitesi, fenolik ve phenylalanine ammonia-lyase (PAL) enzim aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. UV-B ışın uygulaması havuçların antioksidan aktivitesi ve toplam çözünabilir fenol miktarını artırmış ve stres ortamında bitki savunma sisteminin ilk uyarıtısı olan PAL enzim aktivitesinin bütün UV-B dozlarında kontrol grubuna göre arttığı saptanmıştır. Avena-Bustillos vd (2012) UV-B ışın uygulamalarının meyve ve sebzelerin potansiyel besin değerlerinin artırılmasında kullanabileceğini ve böylece tüketicilerin antioksidanca zenginleştirilmiş ürünler tüketebileceğini bildirmişlerdir.

UV-B üzerine yapılan tüm bu çalışmalar, artan dozlarda UV-B uygulamalarının, bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur (Jansen 2002, (Frohnmeier ve Staiger 2003, Warren vd 2003, Kozłowska vd 2007, Ravindran vd 2008, Ranjbarfordoei vd 2009, Kataria vd 2014). Bazı araştırmacılar da, UV-B ışınlarının bitki büyümesi ve gelişimini olumsuz etkilediğini, kütle artışını azalttığını ve bunların sonucu olarak da verimi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir (Rozema vd 1997, Gao vd 2003, Ravindran vd 2008, Kataria vd 2014).

Makhlouf vd (1989) tarafından bildirildiğine göre, klimakterik bir sebze olan brokkolinin, yaşlanma sürecinde hızlı bir şekilde solunum yaptığını ve etilen ürettiğini bildirmişlerdir. Brokkolilerde stoma sayısının azlığı ve stres koşullarında kapanan stoma sayısı solunum hızını yavaşlatmıştır. Solunum hızı düşük olan UV-B uygulanmış brokkoli taçlarının, solunumda daha az su kaybettiği ve suda çözünür kuru madde miktarının oransal olarak kontrol grubundan daha düşük olduğu bulunmuştur. Martínez-Hernández vd (2013) tarafından bildirildiğine göre, suda çözünür kuru madde miktarındaki bu düşüşü, metabolik aktivite sonucunda, suda çözünür kuru maddelerin solunumda kullanılmasına bağlamışlardır. Majidi vd (2011) domateslerde yaptığı çalışmada, muhafaza süresince domateslerin suda çözünür kuru madde miktarlarında azalmalar tespit etmişlerdir. Artés vd (2001) ve Martínez-Hernández vd (2013) brokkolide yaptıkları çalışmalarda, muhafaza süresince brokkolilerin suda çözünür kuru madde miktarlarında azalmalar tespit etmişlerdir.

Serrano vd (2006) brokkolide yaptıkları çalışmada, brokkolileri 3 farklı MAP ortamında ve 1°C sıcaklıkta 28 gün süreyle depolamışlardır. Çalışmada, kontrol brokkolilerinde hızlı bir ağırlık kaybı, klorofil parçalanması ile antioksidan, askorbik asit ve fenolik bileşik miktarlarında azalmalar saptanmıştır. Serrano vd (2006) MAP uygulamalarının kalite kaybını azalttığını ve geciktirdiğini ortaya koymuşlardır. Jia vd (2009) ise 4 ve 20°C sıcaklıkta depoladıkları brokkolileri 3 farklı MAP ortamında muhafaza etmişler ve sonuçları kontrol grubuna göre karşılaştırmışlardır. MAP ortamında depolanan brokkolilerin, kontrol bitkilerine göre tüm kalite özellikleri bakımından daha üstün oldukları belirtilmiştir.

Artes vd (2001) tarafından bildirildiğine göre, shogun brokkoli talarını taşımacılık ve manav koşullarındaki durumlarını belirlemek için brokkolileri kalınlığı ve gaz geçirgenliği belli olan bir PVC ve 3 farklı LDPE ile ambalajlamışlar ve daha sonra 1°C’de 7 gün, manav ömrü için ise 20°C’de 2.5 gün süreyle depolamışlardır. Araştırmacılar, taşıma ve manav koşullarında yaptıkları analiz ve gözlemlerde, brokkolilerin SÇKM, pH, titre edilebilir asitlik, ağırlık kaybı, fizyolojik bozukluklar, dış görünüş ve gaz kompozisyonlarındaki değişimleri araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonunda, ağırlık kaybında, pH seviyesinde ve CO₂ miktarında artış, asitlik O₂ miktarı ve SÇKM miktarında ise azalış, dış görünüşte ise kalite kaybı gözlemlemişlerdir.

Dai vd (1995) 3 farklı pirinç çeşidinde yaptıkları çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının stoma sayısında belirgin bir azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Stoma sayısının azlığı ise su kaybını yavaşlatmış, dolayısıyla artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının muhafaza periyodu süresince ağırlık kaybını azalttığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Liu vd (2012) domateste yaptığı çalışmada, UV-B uygulanmış domateslerin, kontrol gruplarına göre daha az ağırlık kaybettiği belirtilmiştir.

Fernández-León vd (2013) brokkolileri kontrol ve MAP ortamında 12 gün süreyle depolamışlar ve brokkolilerin ağırlık kayıpları, renk, gaz kompozisyonları, klorofil, karotenoid, C vitamini, toplam fenol ve glukosinolat içeriklerini araştırmışlardır. Çalışmada, kontrol bitkilerinde %3.36 oranında ağırlık kaybı saptanırken, MAP ortamında depolanan bitkilerde bu oran %0.75 olmuştur. Toplam fenol ve glukosinolat kayıpları MAP koşullarında %20 ve %23 oranında olurken, bu oran kontrol gruplarında %48 ve %57 olarak gerçekleşmiştir. Toplam fenol, C vitamini ve klorofil azalış hızı kontrol gruplarında, MAP ortamında depolanan brokkolilerden daha hızlı olduğu saptanmıştır.

Hasat sonrası yaşlanmaya bağlı olarak brokkoli örneklerinde, klorofil parçalanması sonucu yeşil rengin kaybolduğu ve brokkoli taçlarının sarımsı renge büründüğü bildirilmiştir (Yamauchi ve Watada 1998). Diğer taraftan, UV-B ışın uygulamasıyla da klorofil a ve b değerlerinde önemli oranda azalmalar olduğu ve bunun yine bitkinin UV-B ışın uygulaması etkisiyle yaşlanmasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Hoffman 1999, Skorska 2000, Ravindran vd 2008, Shaukat vd 2013).

Bitkilere yeşil rengini veren ve fotosentez için çok önemli olan klorofil pigmenti, brokkoli taçlarının *L** değeri ile ters orantılıdır. 1975’ten 2003 yılına kadar 35 farklı bitki türünde yapılan 129 çalışmada, UV-B ışınlarının bitkilerin klorofil içeriğini yaklaşık olarak %10-70 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Kakani vd 2003). UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkoli bitkilerinin *L** değerinin, kontrol bitkilerinin *L** değerinden yüksek olması bu bitkilerdeki klorofilin parçalanması ile açıklanmaktadır (Ranjbarfordoei vd 2011). Muhafaza periyodu süresince *L** değerinin artışını Fernandez-Leon vd (2013) klorofil içeriğinin azalması ile açıklamışlardır.

Tian vd (1994) brokkolide yaptıkları çalışmada, *h°* değeri ile klorofil içeriği arasındaki bağlantıyı ortaya koymuşlardır. Kontrol bitkilerinin *h°* değerinin, UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerden yüksek çıkması, UV-B ışın uygulamalarının klorofil içeriği üzerine olan olumsuz etkisi ile açıklamıştır. Sabır (2012), Pramanik vd (2004),

Fan ve Mattheis (2000), brokkolilerde yaptıkları çalışmalarda muhafaza süresi boyunca h° değerinde azalmalar gözlemlemişlerdir.

Makhlouf vd (1989) tarafından bildirildiğine göre, brokkolinin klimakterik bir sebze olması nedeniyle yaşlanma sırasında solunum ve etilen hızının artışı ile brokkolilerin sararması arasında bağlantı olduğunu açıklamışlardır. Brokkoli bitkilerine yeşil rengini veren klorofilin, muhafaza süresince parçalanmasıyla artış gösteren sararmaların nedenini Fan ve Mattheis (2000) brokkolilerde muhafaza ile beraber C^* değerindeki artışlardan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Wright vd (1997) çilekte, Lima vd (2013) brokkolide, Selcuk ve Erkan (2015) muşmulada, yaptıkları çalışmalarda, muhafaza süresinin sonunda, başlangıça göre titre edilebilir asitlik (TEA) miktarında azalmalar tespit etmişlerdir. Echeverria ve Valich (1989), muhafaza süresince TEA miktarındaki düşüşü, organik asitlerin solunum sırasında kullanılmasıyla ilişkilendirmiştir. Guillén vd (2006) tarafından bildirildiğine göre, olgunlaşma sırasında etilen üretiminin artmasıyla meyve ve sebzelerde bulunan şeker ve organik asit miktarlarının etkilenebileceğini bildirmişlerdir.

Winkler vd (2007) yaptıkları çalışmada, brokkolileri 1 ve 4°C’de 2, 7, 14 ve 28 gün süreyle depolamışlar ve taşıma sırasında brokkoli kalitesinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Brokkoliler hasat zamanında yüksek glukosinolat, flavonoid ve dış kaliteye sahip iken, yüksek sıcaklıkta ve muhafazanın ilerleyen zamanlarında bu özelliklerin azaldığını tespit etmişlerdir. Özellikle de brokkolilerde yeşil renk, dış görünüş ve turgoritenin yüksek sıcaklıklarda kaybolduğunu bildirmişlerdir.

Hagen vd (2007) elmada yaptıkları çalışmada, elmaları hasattan sonra 10 gün süreyle 10°C sıcaklık ve %95–98 oransal nemde günde 12 saat süreyle 0.2 W/m² UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. UV-B ışın uygulamalarının elmaların antioksidan kapasitesi, fenolik bileşikler, toplam fenoller, askorbik asit, kabuk rengi, suda çözünür kuru madde ve titre edilebilir asitlik üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, antioksidan kapasitesi, toplam fenol, antosiyanin, quercetin, glycosides, chlorogenic asit ve askorbik asit miktarının hasat sonrası UV-B ışın uygulamaları ile arttığı, buna karşılık titre edilebilir asitlik ve suda çözünür kuru madde miktarının ise UV-B ışın uygulamalarından etkilenmediği bildirilmiştir. Hagen vd (2007) tarafından bildirildiğine göre, elmalara dış görünüş ve tat içeriği olarak herhangi bir zarar yapmayan UV-B’nin kalite özelliklerini zenginleştirmede kullanabileceğini bildirmişlerdir.

Rybarczyk-Plonska vd (2014) brokkolide yaptıkları çalışmada brokkolileri önce 0 ve 4°C de, 4 ve 7 gün, daha sonra ise brokkolileri 10 ve 18°C’de manav koşullarında 3 gün süreyle bekletmişlerdir. Manav koşullarında brokkolilere 13, 19, 25 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ olmak üzere 3 farklı görünür ışık ve 20 kJ/m²/gün dozunda UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Günlük 12 saat uygulanan ışınlardan sonra brokkoliler karanlıkta manav koşullarına bırakılmıştır. Araştırmacılar brokkolilerin manav koşulları sonunda L-askorbik asit miktarının sıcaklık değişimlerinden etkilendiğini ve hasat zamanındaki değerine göre önemli miktarda kayıp yaşadığını bildirmiştir. UV-B ışın uygulamasının ise brokkolilerin L-askorbik asit miktarını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Liu vd (2011) domatestte yaptıkları çalışmada, domateslere 10, 20, 40 ve 80 kJ/m²/gün olmak üzere 4 farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapmışlar ve domatesleri karanlıkta 14°C sıcaklık ve %95 oransal nemde 37 gün süreyle depolamışlardır. Çalışmada, 20, 40 ve 80 kJ/m²/gün dozlarındaki UV-B ışın uygulamaları sertlik ve renk değişimini olumlu yönde etkilemiştir. UV-B ışın uygulamaları, askorbik asit içeriğini azaltmasına rağmen, toplam fenolik, flavonoid, likopen ve antioksidan kapasitesini muhafaza süresince arttırmıştır.

Li vd (2014) ve Tian vd (1994) brokkolide yaptıkları çalışmalarda, klorofil içerikleri ile taç sararması arasında ters bir ilişki bulmuşlardır. Bu araştırmacılar, UV-B uygulanmış brokkoli taçlarının daha erken sararmasını, klorofil içeriklerinin kontrol gruplarına göre daha düşük olması ile açıklamışlardır.

Jia vd (2009), brokkolide yaptıkları çalışmada, brokkoli taçlarında muhafaza süresince meydana gelen sararmaları, Rangkadilok vd (2002) kullandıkları ölçeğe göre değerlendirmişler, muhafaza süresi ve sıcaklık artıkcı sararmaların daha hızlı olduğunu belirlemişlerdir.

Rangkadilok vd (2002) brokkolide yaptıkları çalışmada, hasat sonrası farklı ambalaj uygulamalarının brokkolilerin glucoraphanin konsantrasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. 20°C sıcaklıkta ilk 3 günde açık halde depolananlarda glucoraphanin konsantrasyonunun %55 azaldığı, plastik kapta depolananlarda 7. günde %56 azaldığı tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer koşullarında depolananlarda ise 4°C sıcaklıkta deliksiz torbalarda, 20°C sıcaklıkta ise delikli modifiye atmosferli torbalarda 10 güne kadar hiç kayıpsız depolanabildiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2014 yılında Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezine ait cam sera ve uygulama parseli ile Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı ve soğuk hava depolarında yürütülmüştür (36° 54' N; 30° 38' E) (Şekil 3.1). Üretim serası kompartıman özellikte; yan ve tepe havalandırılmalı, ısıtmasız, 6.5 m mahya yüksekliği olan modern bir seradır. 10 m x 14 m ebatlarında olan sera, saksılarda topraksız ortamda yetiştiricilik yapmaya uygun olarak kurulmuştur (Şekil 3.2). Denemenin muhafaza çalışmaları ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ve soğuk hava depolarında yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Yetiştiriciliğin yapıldığı cam seradan bir görünüm



Şekil 3.2. Yetiştiriciliğin yapıldığı cam seranın içinden bir görünüm

3.1. Materyal

Araştırmada deneme materyali olarak, ‘Naxos F1’ (*Brassica oleracea* var. *italica*) brokkoli çeşidi kullanılmıştır. Dikim tarihinden itibaren iklim koşullarına göre 75-80 gün içinde hasat olgunluğuna ulaşan ‘Naxos F1’ brokkoli çeşidi, kubbemsi ve kaliteli ta yapısına sahip, ortalama 400-600 g ta ağırlığına sahip, sıcaklık toleransı yüksek olan bir çeşittir (şekil 3.3). Araştırmada kullanılan Naxos F1 çeşidine ait fideler, Antalya merkezli ‘Fidesan’ firmasından sağlanmıştır (şekil 3.4).



şekil 3.3. ‘Naxos F₁’ brokkoli çeşidinin talarından bir görünüm



şekil 3.4. ‘Naxos F₁’ brokkoli çeşidine ait fidelerden bir görünüm

3.2. Yöntem

Çalışmada topraksız yetiştirme ortamı kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise torf + perlit (%50 + %50) karışımından oluşan katı ortam kültürü kullanılmıştır. Yetiştirme ortamının fiziksel özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yetiştirme ortamını oluşturan substratların fiziksel özellikleri

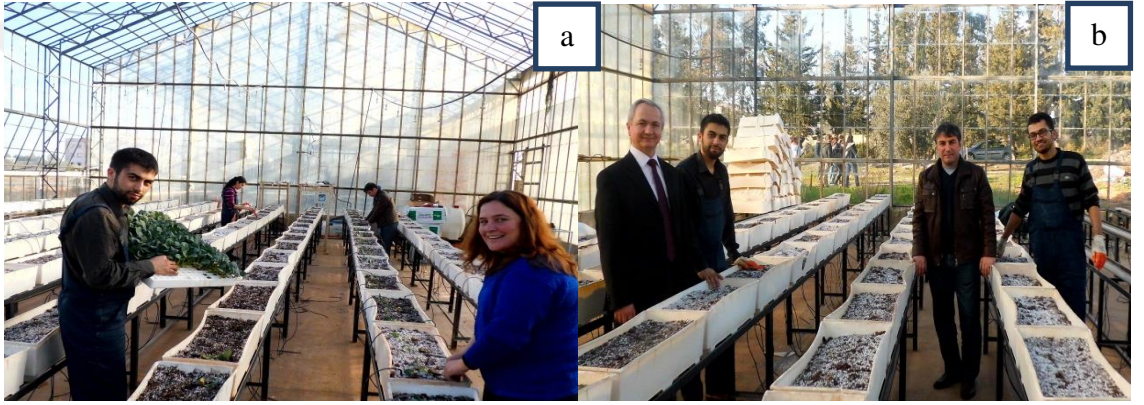
Yetiştirme Ortamları	Hacim ağırlık (g/cm ³)	Toplam porozite (%)	Havalanma (%)	Su tutma kapasitesi (%)
Torf	0.18	93	33	65
Perlit	0.38	66	53	38

Araştırma serasında, torf + perlit karışımından oluşan ortamlar 75 cm uzunluğunda, 25 cm genişliğinde ve 25 cm derinliğinde ölçülere sahip beyaz renkli sert plastikten oluşan saksılara doldurulmuştur (Şekil 3.5a,b ve 3.6a,b). Saksılar, yine genişliği 25 cm, uzunluğu 13.5 m ve yüksekliği 75 cm olan tezgahlar üzerine yerleştirilmiş ve bu tezgahlara %1’lik bir eğim verilerek drenaj sağlanmıştır. Bitki sıraları arasında (tezgâhlar) ise 75 cm’lik yürüme yolu bırakılmıştır. Hazır fide olarak Fidesan firmasınca üretilen brokkoli fideleri 07.01.2014 tarihinde her saksıya 3 adet fide olacak şekilde dikilmiştir. Araştırmada, brokkoli yetiştiriciliğinin yapıldığı 320 m²’lik alana sahip olan cam sera farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları için 4 eşit bölüme ayrılmıştır. Seranın ilk üç bölümünde, üç farklı dozda (2.2, 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün) UV-B ışın uygulaması yapılan bitkiler, dördüncü bölümünde ise UV-B uygulaması yapılmayan kontrol bitkileri yetiştirilmiştir. Beşinci bölümü oluşturan dış ortamdaki kontrol bitkileri ise açıkta yetiştirilmiştir. Bu bitkilere de ilave UV-B ışını uygulanmamıştır (Şekil 3.7a,b).Fidelerin seraya dikiminden sonra, ilk 2 hafta süreyle bitkilere UV-B ışın uygulaması yapılmamıştır. Bunun nedeni, dikim aşamasındaki fidelerin UV-B ışınlarına oldukça hassas olmalarından dolayı zararlanmalarını engellemektir. Dikimden 2 hafta sonra bitkilere 2.2, 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün olmak üzere üç farklı dozda UV-B ışın uygulaması yapılmaya başlanmıştır. Kontrol ve dış ortamda yetiştirilen bitkilere ise yetiştiricilik süresince UV-B ışın uygulaması yapılmamıştır.

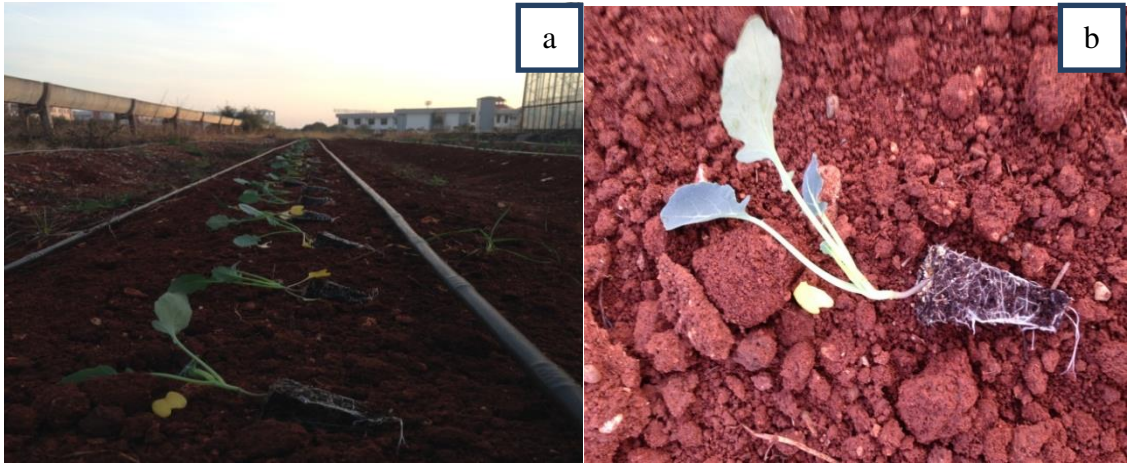
UV-B ışın uygulamaları 311 nm dalga boyunda ışın yayan ve 25 mm çapında dar band UV-B lambalar (Philips TL 100W/01 UV-B) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.5. Torf + perlit karışımının hazırlanışı (a) ve saksılara doldurulmasından bir görünüm (b)



Şekil 3.6. Brokkoli fidelerinin saksılara dikilmesi (a) ve saksıların doldurulduktan sonraki genel görünümü (b)



Şekil 3.7. Naxos brokkoli fidesinin (a) dış ortama dikilmesinden genel bir görünüm (b)



Şekil 3.8. Philips TL 100W/01 darband Ultraviyole B (UV-B) lambasından bir görünüm

Farklı UV-B ışın dozlarının ayarlanmasında 311 nm dalga boyunda okuma yapabilen bir sensör ve dijital radyometre (UVX- 31) kullanılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. UV-X 31 dijital radyometreden bir görünüm

Belirtilen dozların ayarlaması, $\text{Watt} \times \text{saniye} = \text{Joule}$ formülünden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. UV-B ışın dozları yetiştiricilik sezonu boyunca bitki gelişimine bağlı olarak ayarlanmıştır. İlk uygulamada doz ayarlaması dijital radyometrenin 0 değeri ölçtüğü akşam saatinde, UV-B lambası açılmış ve sensör lambadan 15 cm altta olacak şekilde tutularak yaklaşık 10 farklı noktadan ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.10). Radyometrede okunan ortalama $227 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($2.27 \text{ W}/\text{m}^2$)

olan formülde yerine koyulduğunda, $16.4 \text{ kJ m}^2/\text{gün}$ için lambalar, her 2 saksı için yaklaşık olarak 120 dk, $8.8 \text{ kJ m}^2/\text{gün}$ için, 64 dk, $2.2 \text{ kJ m}^2/\text{gün}$ için 27 dk olacak şekilde tespit edilmiştir.



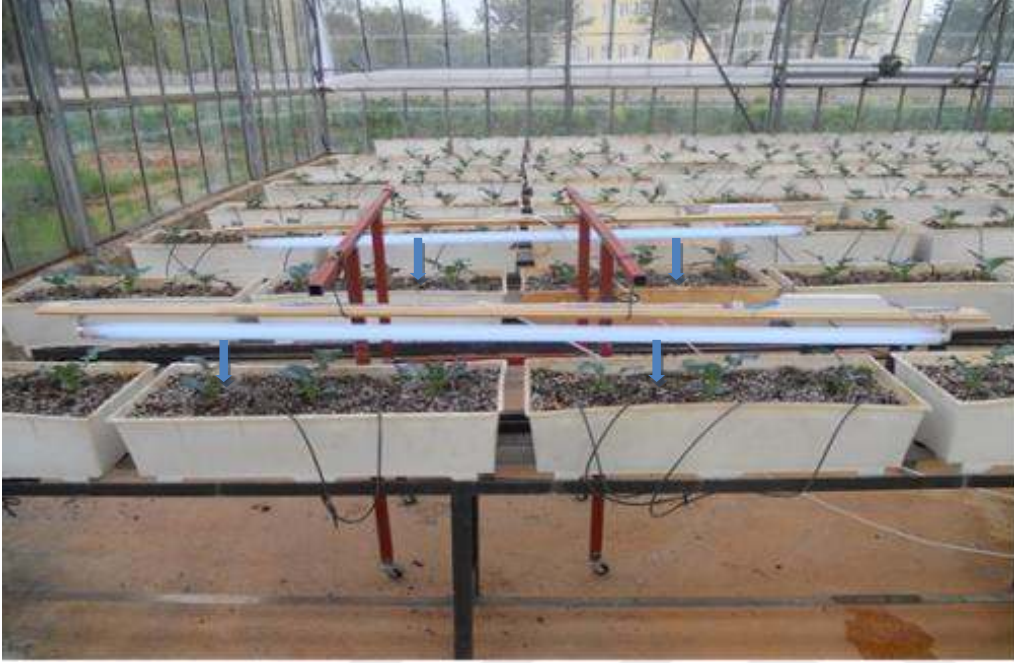
Şekil 3.10. UV-B ışın dozu ayarlanmasından bir görünüm

Yetiştiricilik sezonu boyunca tekrarlanan doz ayarlama işlemlerine, hasat zamanına kadar 15'er gün aralıklarla devam edilmiş ve lambalar her ölçümden sonra uygun doz için ayarlanmıştır. Uygun lamba yüksekliği ve doz ayarlamaları için, lambaların aşağı yukarı hareketine izin veren bir sistem geliştirilmiştir (Şekil 3.11)



Şekil 3.11. UV-B ışın uygulama sisteminin ayaklarının hazırlanmasından bir görünüm

Bitkilere UV-B ışın uygulaması tüm yetiştiricilik sezonu süresince yapılmıştır. Farklı gelişme aşamalarındaki bitkilere yapılan UV-B ışın uygulamaları Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15 ve Şekil 3.16’da gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Seraya dikimden 15 gün sonra ilk UV-B ışın uygulanmasından bir görünüm



Şekil 3.13. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması



Şekil 3.14. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması

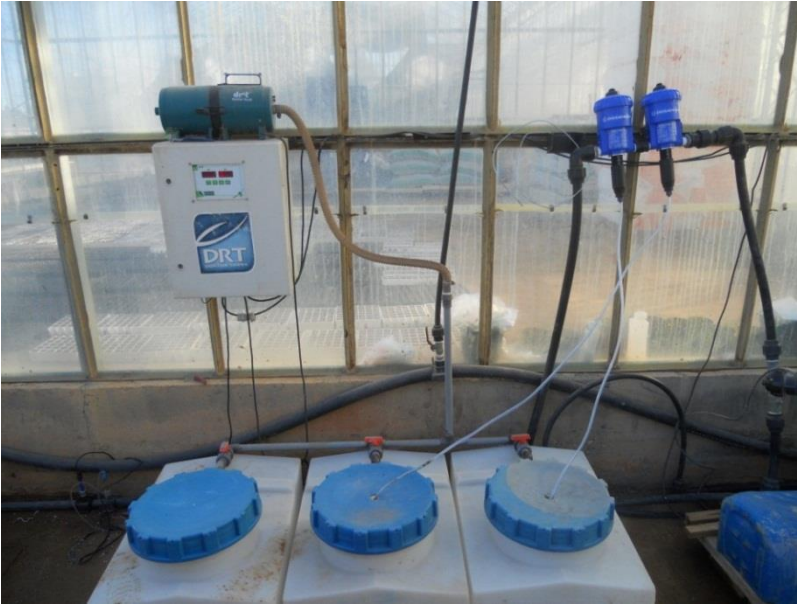


Şekil 3.15. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması



Şekil 3.16. Farklı gelişme aşamalarındaki brokkoli bitkilerine UV-B ışın uygulanması

Bitki materyalinin yetiştirilmesinde zaman ayarlı dosatron injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi kullanılmış, her saksıya 8 L/sa kapasitesindeki 4'lü dağıtıcı damla sulama sistemi ve saksı altlarına drenaj sistemleri döşenmiştir (Şekil 3.17). Klasik yetiştiricilikte bir dekar için uygun görülen 16 kg N, 6.5 kg P_2O_5 , 18 kg K_2O , 2 kg MgO, gübre miktarları (Şalk vd 2008) modifiye edilerek fertigasyon için yeni bir solüsyon hazırlanmıştır. Gübrelemede makro elementlerden N,P,K ve Mg kaynağı olarak 15-30-15 + ME ve 16+8+24+3MgO kompoze gübre kullanılmıştır. Ca^{++} kaynağı olarak $Ca(NO_3)_2$ gübreleri kullanılmıştır.



Şekil 3.17. Zaman ayarlı dosatron injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi ve kontrol panosundan bir görünüm

Mikro elementlerden ise Fe kaynağı olarak Fe EDDHA (%6 Fe); Mn kaynağı olarak Mangan (Mn) EDTA formunda; Zn kaynağı olarak %15 EDTA şelatlı Çinko; Cu kaynağı olarak Bakır (Cu) EDTA formunda iz element kompleksi şeklinde verilmiştir.

Bitki besleme işlemlerine, fide dikiminden yaklaşık 2 hafta sonra, 15-30-15+ME kompoze gübre günde 50 g/320 m², dikimden 4 hafta sonra ise de 16+8+24+3MgO kompoze gübre günde 100 g/320 m² olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Her gün sabah 10:00' da 2 dk, öğle 12:00' da 1 dk ve öğleden sonra 17:00'da 2 dk toplamda da 5 dk olacak şekilde başlanan gübreleme programına, hasat zamanına kadar kademeli olarak artırılarak devam edilmiş ve son dönemde de Çizelge 3.2'de verilen değerlere göre günde 200 g 16+8+24+3MgO kompoze gübre 320 m²'lik deneme alanına verilmiştir.

Fide dikiminden itibaren her gün saat 09:00'da 2 dk, 11:00'da 3 dk, 13:00'da 4 dk ve 15:00'da 2 dk olacak şekilde günlük sulama yapılmıştır. Daha sonraki dönemde ise bitkinin su isteğine ve iklimsel faktörlere bağlı olarak sulamalara devam edilmiştir.

Çizelge 3.2. Fertigasyon ünitesi gübreleme programı

Saat	Uygulama süresi (dk)	Gübre miktarı (g)
08:00	5	Sadece su
09:00	6	12 g (16+8+24+3MgO+TE)
10:00	9	18 g (16+8+24+3MgO+TE)
11:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
12:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
13:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
14:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
15:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
16:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
17:00	10	20 g (16+8+24+3MgO+TE)
18:00	9	18 g (16+8+24+3MgO+TE)
19:00	6	12 g (16+8+24+3MgO+TE)
20:00	5	Sadece su

Bitki koruma işlemlerine ise, sera dezenfeksiyonu ile başlanılmıştır. Bu kapsamda %57 hidrojen peroksit (H₂O₂) ve %0.036 kolloid gümüş içeren Huwa-san TR-50 konsantre çözelti kullanılmıştır. Tüm yetiştiriciliğin yapılacağı alan, saksılar ve gübreleme üniteleri sodyum hipokloritle (NaClO) temizlendikten sonra, bir sırt pompası yardımıyla dezenfekte edilmiştir.

Yetiştiricilik sezonunda ise hastalık ve zararlı çıkışları kontrol edilmiştir. Dikim ile beraber ilk sulamada, fide kök çürüklüğüne karşı (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.*) Fludioxonil ve Mefenoxam etken maddeli Maxim ticari isimli fungusit ile koruyucu bir ilaçlama yapılmıştır. Kontroller sonucunda tespit edilen lahanada kebeği (*Pieris brassicae* L.) için Cypermethrin etken maddeli İmparator ticari isimli insektisit, Mildyö'ye (*Peronospora parasitica*) karşı da Antracol ticari isimli fungusit

kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca koruyucu olarak yaprak bitleri için Dimethoate etken maddeli Poligor kullanılmıştır (Şekil 3.18 ve 3.19a,b).



Şekil 3.18. Lahana kelebeği (*Pieris brassicae* L) larvasına ait bir görünüm

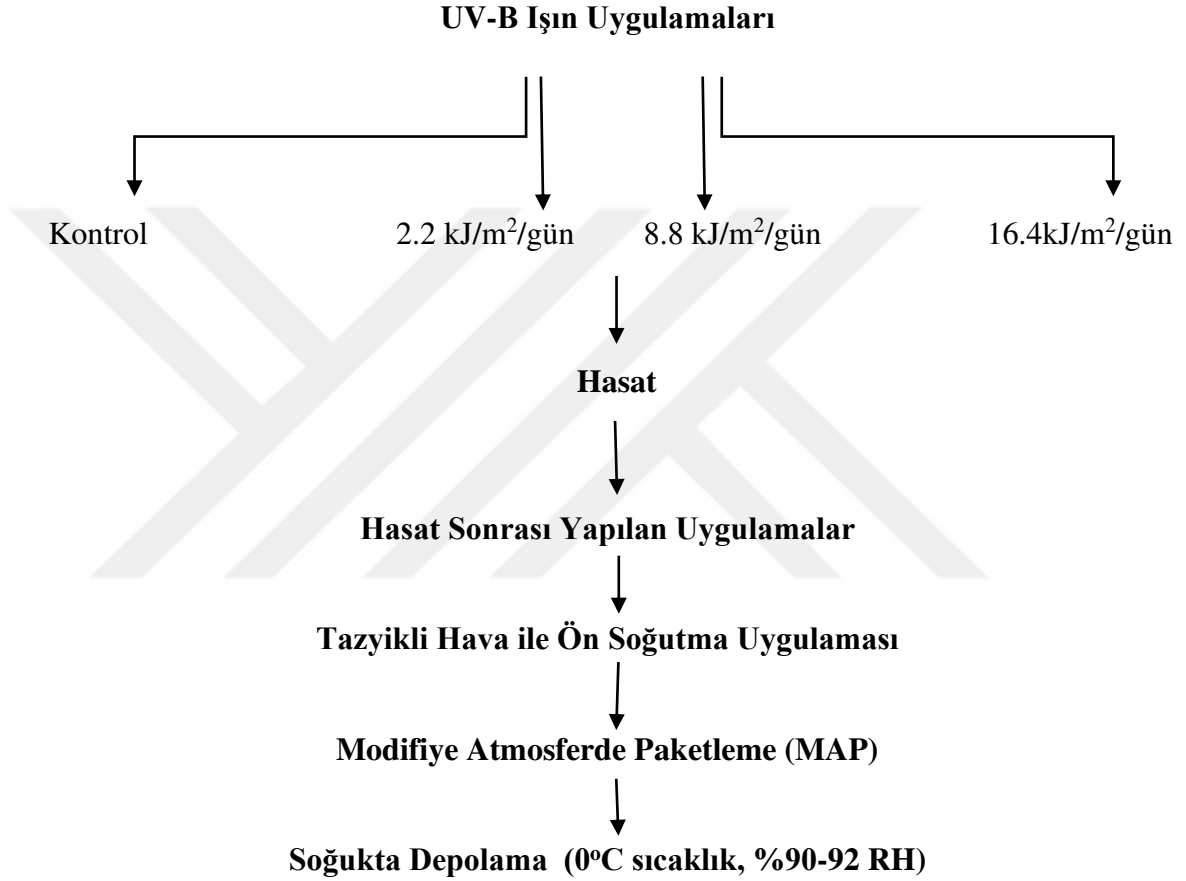


Şekil 3.19. Lahana kelebeği larvaları için ilaç hazırlığı (a) ve dış ortamda yetiştirilen brokkolilerin ilaçlanmasından bir görünüm (b)

3.2.1. Yetiştiricilik ve hasat sırasında yapılan ölçüm ve gözlemler

Yetiştiricilik sırasında ve hasat sonrasında yapılan uygulamalar Şekil 3.20’de gösterilmiştir.

YETİŞTİRİCİLİK SIRASINDA VE HASAT SONRASINDA YAPILAN UYGULAMALAR VE ÖLÇÜMLER



Şekil 3.20. Yetiştiricilik sırasında ve hasat sonrasında yapılan uygulamalar

Fide dikiminden 2 hafta sonra araştırma serasının hem iç hem de dış koşullardaki anlık ışık ve anlık toplam UV-B ışın miktarını belirlemek amacıyla bir Lux metre (Light Meter Lx-1108) ve bir dijital radyometre (UV-X 31) yardımıyla her hafta Çarşamba günü sabah 9:00, öğle 12:00 ve öğleden sonra 15:00 saatlerinde olmak üzere üç farklı zamanda anlık ışık ve anlık toplam UV-B ölçümü yapılarak değerleri kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Lux metre cihazına ait bir görünüm

Denemede, sera içi iklimsel veriler sürekli olarak kontrol altında tutulmuştur. Bu amaçla sıcaklık değerleri elektronik bir veri kaydedici Onset-HOBO ölçüm cihazı ve dijital bir termometre ile ölçülmüştür. Ayrıca Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden 17302 Antalya- Bölge Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu'na ait, Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük ortalama bağıl nem değerleri, Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük toplam güneş radyasyonu, Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük toplam güneşlenme süreleri alınarak kayıt altına alınmıştır.

3.2.1.1. Gövde çapı

Fide dikiminden itibaren 15'er gün aralıklarla, her bir uygulama grubu için daha önceden belirlenen 24 brokkoli bitkisinin gövde çapları, dijital bir kumpas yardımıyla kök boğazının hemen üstünden ölçülerek bitkilerin yetiştiricilik periyodu süresince gövde çapları belirlenmiştir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Bitkilerde gövde çapının ölçülmesinden bir görünüm

3.2.1.2. Yapraktaki toplam klorofil miktarı

Fide dikiminden itibaren 15'er gün aralıklarla yapraklardaki toplam klorofilin belirlenmesi için, ölçüm yapılan brokkoli yaprakları önceden işaretlenmiştir. Her bir uygulama grubu için daha önceden belirlenen 24 brokkoli bitkisinin yaprakları, 6 farklı noktadan Spad-502 Plus klorofilmetre cihazı ile ölçülmüş ve yaprakların ortalama klorofil miktarları SPAD cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Yapraktaki klorofil miktarının belirlenmesinden genel bir görünüm

3.2.1.3. Bitki boyu

Fide dikiminden itibaren 15'er gün aralıklarla, her bir uygulama grubu için daha önceden belirlenen 24 brokkoli bitkisinin boyu bir mezura yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.4. Yaprak kalınlığı

Fide dikiminden itibaren 15'er gün aralıklarla bitkilerin yaprak kalınlıkları belirlenmiştir. Bu amaçla belirlenen 24 brokkoli bitkisinin yaprakları, 3 farklı noktadan yaprak damarlarına gelmeyecek şekilde dijital bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve yaprakların ortalama kalınlıkları mm cinsinden belirlenmiştir.

3.2.1.5. Brokkoli taçlarının hasadı

07.01.2014 tarihinde seraya dikimleri yapılan brokkoli bitkileri, dikimden yaklaşık 3 ay sonra 08.04.2014 tarihinde hasat edilmiştir (Şekil 3.24 ve 3.25). Dış kontrol bitkileri ise, seradaki hasattan 15 gün sonra hasat edilebilmiştir. Hasat zamanının belirlenmesinde, tüm grupların çeşide özgü ortalama bir taç çapına (15-20 cm) ve ağırlığına (400-600 g) ulaşması dikkate alınmıştır.



Şekil 3.24. Hasat işleminden bir görünüm



Şekil 3.25. Hasat edilmiş brokkoli taçlarından bir görünüm

3.2.1.6. Toplam verim

Hasat edilen tüm brokkoli taçları 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tek tek tartılmıştır. Çalışmada toplam verim kg/m^2 olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.7. Ta ağırlığı

Hasat edilen tüm brokkoli taçları 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tek tek tartılmıştır.

3.2.1.8. Ta apı

Yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulanmış brokkoli bitkilerinin hasadından her grup için tesadüfen seçilen 18 adet ana ta bir cetvel yardımıyla ölçölmüş ve ortalama ta çapları cm olarak tespit edilmiştir (şekil 3.26).



şekil 3.26. Brokkoli ta çaplarının ölçölmesinden bir görünüm

3.2.1.9. Makro ve mikro besin elementi analizleri ile yaş ve kuru ağırlık miktarı

Üretim serasından hasat edilen brokkolilerden tesadüfen seçilmiş 10 adet ana tata makro ve mikro besin elementi analizleri yapılmıştır. Brokkoli taçları hasat edilip, laboratuvar ortamında saf su ile yıkandıktan sonra kese kâğıtlarına konularak ağızları açık olacak şekilde 70°C 'de havalandırılmalđ kurutma dolabında sabit bir ağırlığa kadar kurutulduktan sonra öğütölerek analize hazır hale getirilmiştir (şekil 3.27 ve 3.28a,b).



Şekil 3.27. Havalandırılmalı kurutma dolabından bir görünüm

Bitki taşlarında bulunan P, K, Ca, S, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu mikro ve makro elementleri yaş yakma sonucu elde edilen süzükte ICP cihazında tespit edilmiştir.



Şekil 3.28. Kurutulmuş brokkoli örneklerinin (a) öğütülmesinden bir görünüm (b)

Fosfor (P) miktarı

Kaçar ve İnal'ın (2008) bildirdiği yaş yakma metodu ile elde edilen süzöntüde fosfor (P), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Mikro ve makro element analizi için örneklerin okutulduğu ICP cihazından bir görünüm

Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Demir, Çinko, Mangan, Bakır miktarı

Yaş yakma metodu (Kaçar ve İnal 2008) ile elde edilen süzüntüden potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu) ve sodyum (Na) miktarları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar kuru maddede ppm olarak verilmiştir.

3.2.1.10. Brokkoli taçlarının muhafazası

Hasat edilen brokkoli taçları, hasat sonrası işlemleri ve muhafaza çalışmaları için Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı'na taşınmıştır. Burada ön soğutmaları yapılan brokkoliler, taç çapları ve ağırlıkları homojen olacak şekilde seçilerek modifiye atmosfer ortamında muhafazaya alınmışlardır (Şekil 3.30).

Çalışmada, brokkoli taçları özel bir firma tarafından geliştirilen ve gaz geçirgenlikleri belli olan Xtend marka modifiye atmosferli torbalar (MAP: Xtend® film XF.A12 (Kod: 815-PG3, Patent Numarası: 6190710, StePac Şirketi., Antalya, Türkiye) içerisinde ve her torbada 4 adet taç olacak şekilde muhafazaya alınmışlardır. Modifiye atmosferde paketlemenin özelliği, torbaların içermiş olduğu küçük açıklıklar sayesinde ortamdaki O₂ konsantrasyonunun hiçbir şekilde fermantasyona neden olabilecek konsantrasyona kadar düşmemesidir. Benzer şekilde bu torbalardaki CO₂

konsantrasyonu da belirli bir seviyeye kadar yükselmekte bu sayede ürünün depolandığı ortamda kontrollü atmosfer etkisi yaratabilmektedir.



Şekil 3.30. Hasat edilmiş brokkoli taçlarının modifiye atmosferli torbalar (MAP) içerisinde muhafazası

Modifiye atmosferde paketlenen brokkoli taçları, 0°C sıcaklık ve %90-92 oransal nemde 60 gün süreyle muhafaza edilmiştir (Şekil 3.31). Denemede kullanılan soğuk hava deposu yaklaşık 30 m³ hacimli ve 6 ton kapasitelidir. Bu depo, Freon 12 gazı ile direkt ve termostatik olarak ayrı ayrı çalışan soğutma sistemine sahip bulunmaktadır. Ayrıca depoda merkezi havalandırma sistemi ile higrostatik nem ayar ve kontrol sistemi mevcuttur.



Şekil 3.31. Brokkolilerin 0°C sıcaklık ve modifiye atmosfer ortamında muhafazası

0°C sıcaklık ve %90-92 oransal nemde muhafazaya alınan örneklerde, muhafaza sırasında meydana gelen çeşitli fiziksel ve kimyasal değişimler 15'er gün aralıklarla incelenmiştir. Ayrıca, ürünlerin manav koşullarını (shelf-life) belirlemek amacıyla 15'er gün aralıklarla soğuk depodan alınan örneklerin bir kısmı 20°C sıcaklıkta 2 gün süreyle bekletilmiştir.

3.2.2. Depolama süresince gerçekleştirilen fiziksel- kimyasal analizler

3.2.2.1. Ağırlık kayıpları

Deneme periyodunun başlangıcında, brokkoli taçları soğuk hava depolarına konulmadan önce 9 adet taç 3 tekerrürlü olacak şekilde teker teker numaralandırılmış ve 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartılmıştır. Muhafaza periyodu süresince değişik muhafaza ortamlarından, 15 günde bir alınan brokkoli taçları tekrar tartılarak ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak saptanmıştır.

(Başlangıç Ağırlığı-Son Ağırlık)

$$\text{Ağırlık Kaybı (\%)} = \frac{\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık}}{\text{Başlangıç Ağırlığı}} \times 100$$

3.2.2.2. Renk ölçümleri

Muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında belirli aralıklarla alınan örneklerinin taç renginde meydana gelen değişimler MINOLTA CR-200 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka kromametre ile belirlenmiştir (Şekil 3.32). Renk kromametresi her okumasında rengin ifadesinde kullanılan üç farklı (L^* , a^* , b^*) sayısal değer vermektedir. ' L^* ' değeri parlaklığı ifade etmekte ve değer 0-100 arasında değişmektedir. Sıfır değerini siyah renkte hiçbir yansımının olmadığı durumda alırken, 100 değerini mükemmel yansımının olduğu beyaz renkte almaktadır (Şekil 3.33). Pozitif a^* değerleri kırmızılığı gösterirken, negatif a^* değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. Pozitif b^* değerleri sarılığı gösterirken, negatif b^* değerleri maviliği temsil etmektedir (Şekil 3.34). Sıfır kesim noktasında ($a=0$ ve $b=0$) renksizlik yani grilik olmaktadır. L , a^* ve b^* değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk olguları olmadığı için bu değerlerden insanların renk algısına hitap eden Hue açısı (h°) ve Chroma (C^*) değerleri hesaplanmaktadır. Hue açısı değeri, a^* ve b^* değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun X eksenine yaptığı açıyı ifade etmektedir. Açı 0° olduğunda kırmızı; 90° olduğunda sarı; 180° olduğunda yeşil ve 270° olduğunda mavi renge karşılık gelmektedir. C^* , değeri meyve kabuğunun canlılığını-donukluğunu ifade etmektedir. Donuk renklerde C^* değerleri düşerken canlı renklerde ise C^* değeri yükselmektedir. C^* değeri ve h° değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır.



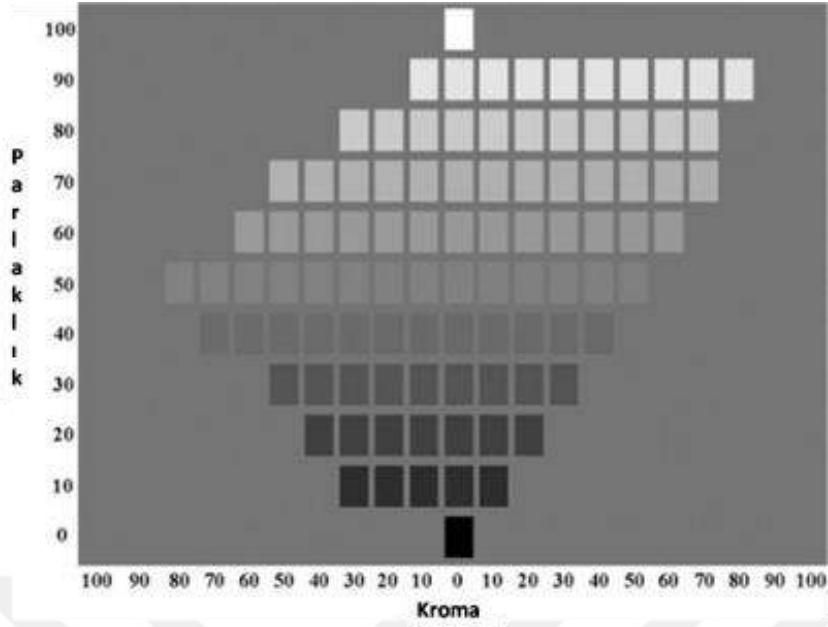
Şekil 3.32. Taçların renk ölçümünün yapıldığı MINOLTA CR-200 kromametresi

Meyvelerin C* değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

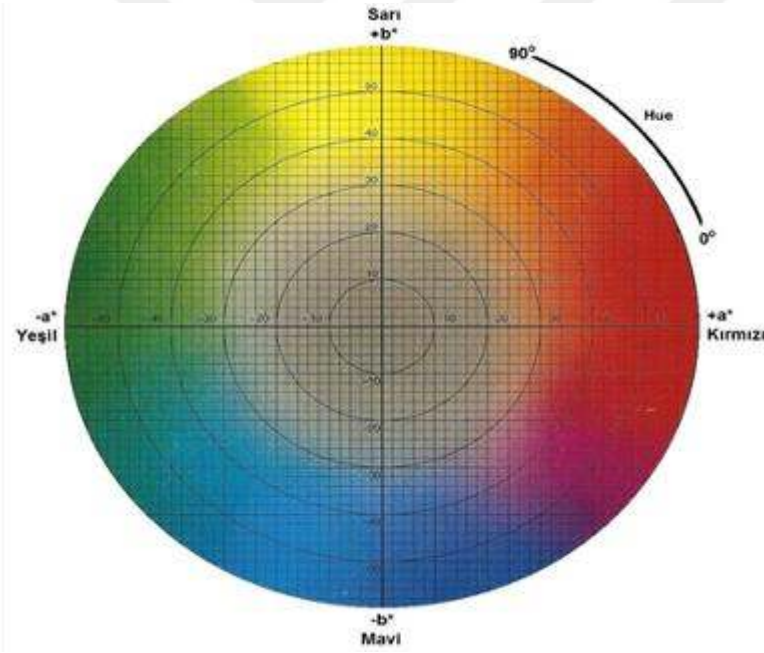
$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Meyvelerin hue değeri hesaplanırken şu formül kullanılmıştır:

$$H = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$



Şekil 3.33. Parlaklık-kroma diyagramı



Şekil 3.34. a^* ve b^* renklerinin karşılık geldiği renk diyagramı

3.2.2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında değişik depolama ortamlarından belirli aralıklarla alınan brokkoli taçlarından elde edilen usaredaki yüzde SÇKM miktarı Hanna HI 96801 marka dijital bir refraktometreyle ölçülmüştür (Şekil 3.35). SÇKM miktarı için usareden alınan 3 ayrı örnekte 3 tekrarlı ölçüm yapılmıştır. Sonuçta bu değerlerin ortalaması alınarak SÇKM miktarı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Erkan 1997).



Şekil 3.35. Hanna HI 96801 dijital refraktometreye ait bir görünüm

3.2.2.4. Titre edilebilir asit miktarı (TEA)

Muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında belirli aralıklarla alınan brokkoli taçlarından blender yardımıyla elde edilen usare süzöldükten sonra, süzöntüden alınan 2 ml örnek üzerine 40 ml saf su ilave edilerek, 0.1 N NaOH çözeltisi ve bir pH metre yardımıyla titre edilmiştir (Şekil 3.36). Titrasyon işlemi her bir örnek için 3 kez tekrarlanmış ve elde edilen titrasyon değerlerinin ortalaması alınarak her bir örnek için titre edilebilir asit miktarı g sitrik asit / 100 ml usare olarak hesaplanmıştır (Erkan 1997). Titrasyon asitliği aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{(V) (F) (E)}{M} \times 100$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml)

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin normalitesi tam 0.1 değilse, bu F değeri çözeltinin faktörüdür. Çözeltinin normalitesi tam 0.1 ise F = 1'dir.

E: 1 mL 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı (g) (sitrik asit sabiti 0.0064)

M: Alınan örnek miktarı (mL)



Şekil 3.36. Brokkolilerde TEA miktarını belirlemek için yapılan titrasyon işleminden bir görünüm

3.2.2.5. pH miktarının belirlenmesi

Muhafazanın başlangıcında ve muhafaza sırasında değişik depolama ortamlarından belirli aralıklarla alınan brokkoli taçlarından elde edilen usaredeki pH miktarı WTW 720 marka pH metre ile ölçülmüştür. Usaredeki pH miktarını belirlemek için blender yardımı ile parçalan brokkoli örnekleri, ince bir bez yardımı ile sıkılmış ve daha sonra elektrot doğrudan usareye sokularak okuma yapılmıştır. Bu değerlerin ortalaması alınarak da örneklerin pH miktarı belirlenmiştir.

3.2.2.6. CO₂ ve O₂ konsantrasyonlarının belirlenmesi

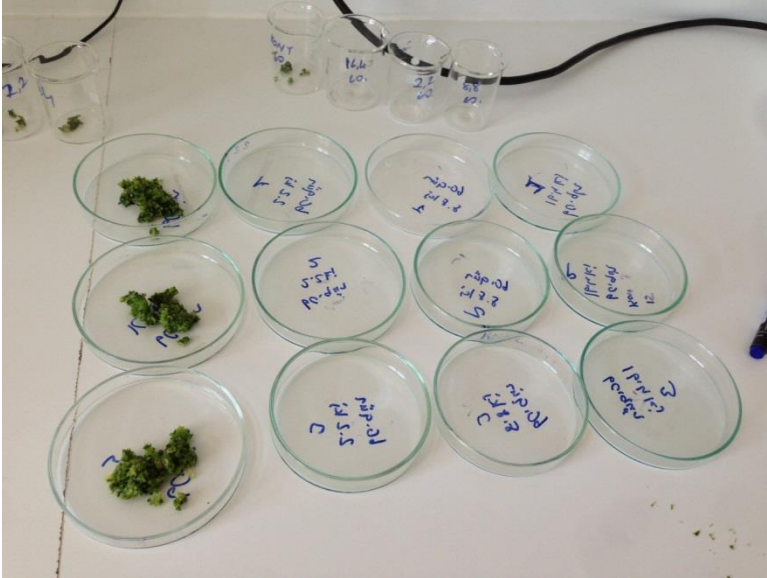
Modifiye atmosfer (MA) torbaları içerisindeki CO₂ ve O₂ gazlarının konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler BÜHLER marka CO₂ gaz analiz cihazı (IR Analysator typ-3000) ve SERVOMEX marka O₂ gaz analiz cihazı (Oxygen analyser 570 A Inj.) ile % olarak ölçülmüştür (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Gaz ölçümlerinin yapıldığı CO₂ ve O₂ gaz ölçüm cihazları

3.2.2.7. Toplam kuru madde miktarı

Brokkoli örneklerinde toplam kuru madde miktarını belirlemek amacıyla yaklaşık 5-6 g yaş örnek 70°C’de sabit ağırlığa ulaşana kadar etüvde kurutulmuştur (Şekil 3.38). Örneklerin ağırlık kaybından gidilerek toplam kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır.



Şekil 3.38. Kuru maddenin belirlenmesi amacıyla örneklerin etüve konulmadan önce cam petrilerdeki görünümü

3.2.2.8. Taç renginde meydana gelen değişimler

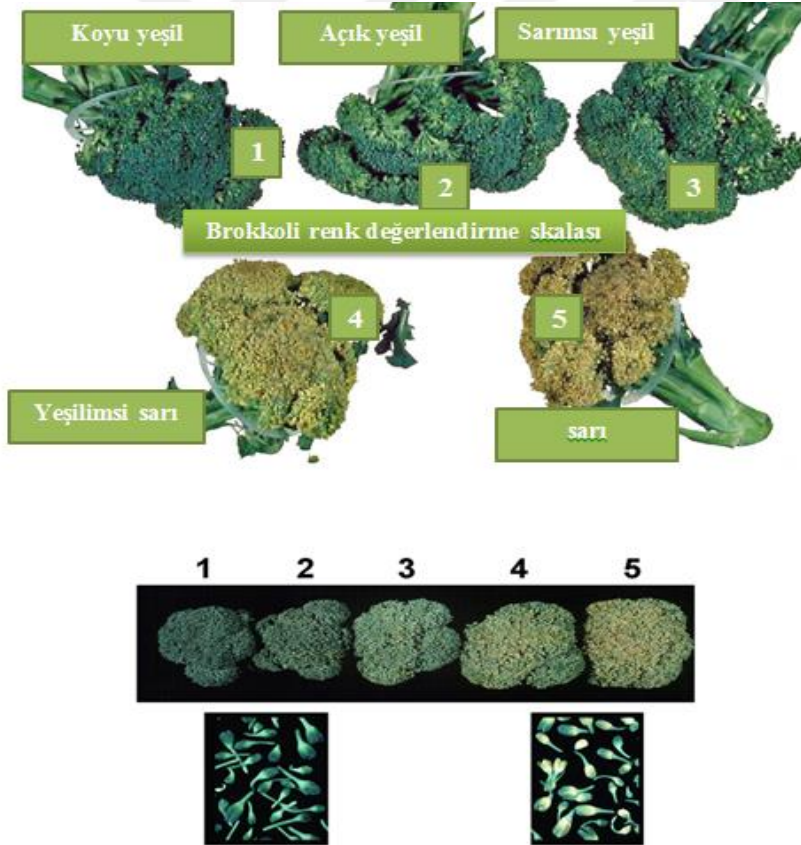
Taç renginde meydana gelen renk değişimleri aşağıda verilen Cantwell (2014) renk ölçeği kullanılarak (1-5) belirlenmiştir. Bu skalada 1, rengin koyu-yeşil ve taçların sıkı olduğu aşamaya, 5 ise taç renginin sarardığı ve taçların açıldığı aşamaya karşılık gelmektedir (Şekil 3.39).

3.2.2.9. Tat ve görünüş

Brokkoli taçlarında muhafaza süresince tat ve görünüşteki değişimler, oluşturulan 10 kişilik panelistler tarafından 5- çok iyi, 4-iyi, 3-orta, 2-kötü ve 1- çok kötü olacak şekilde değerlendirilmiştir.

3.2.2.10. Mantarsal nedenli bozulma miktarı

Değişik ortamlarda muhafaza edilen brokkoli taçlarından belirli aralıklarla alınan örnekler teker teker incelenerek, muhafaza sırasında ortaya çıkan mantarsal nedenli bozulmaların miktarı aşağıda belirtilen skala değerleri üzerinden saptanmıştır. Taçlarda gözlemlenen mantarsal bozulmalar toplam alanın %0-20 ise skalada 1, %20-40 ise 2, %40-60 ise 3, %60-80 ise 4, %80-100 ise 5 rakamı kullanılmıştır (Şekil 3.40). Mantarsal nedenli bozulmaların belirlenmesinde kullanılan skala Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.39. Cantwell renk ölçeği

Çizelge 3.3. Mantarsal nedenli bozulmaların tespiti için kullanılan skala

Misel kaplı alan/ Toplam alan	Skala Değeri
%0-20	1
%20-40	2
%40-60	3
%60-80	4
%80-100	5



Şekil 3.40. Skala değeri 4 olan ve %80 enfeksiyonlu brokkoli tacından bir görünüm

3.2.2.11. Fizyolojik nedenli bozulmaların miktarı

Değişik ortamlarda muhafaza edilen brokkoli taçları belirli aralıklarla teker teker incelenerek muhafaza sırasında ortaya çıkan fizyolojik nedenli bozulmaların tespiti yapılmıştır. Başlarda gözlemlenen fizyolojik bozulmalar toplam alanın %0-20 ise skalada 1, %20-40 ise 2, %40-60 ise 3, %60-80 ise 4, %80-100 ise 5 rakamı ile gösterilmiştir. Fizyolojik nedenli bozulmaların belirlenmesinde kullanılan skala Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Fizyolojik nedenli bozulmaların tespiti için kullanılan skala

Fizyolojik bozukluk ile kaplı alan/ Toplam alan	Skala Değeri
%0-20	1
%20-40	2
%40-60	3
%60-80	4
%80-100	5

3.2.2.12. L-Askorbik asit (C Vitamini) miktarı

Brokkoli talarında askorbik asit analizi Cemeroğlu (2007) tarafından belirtilen spektrofotometrik yntemle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 15 ml taze brokkoli usaresi 1:1 (w/w) oranında %6’lık metafosforik asit ile karıştırılmış ve ekstrakt haline getirilen burnden belli bir miktar alınarak 1 ml’sinde 0.02 mg askorbik asit bulunacak şekilde yine %6’lık metafosforik asitle 100 mL’ye seyreltilmiştir. Sonrasındarnek katlı filtre kâğıdından szlmş ve burnek filtratından 5 ml alınarak cam deney tüplerine aktarılmıştır (şekil 3.41). Diğer deney tüpüne de aynı miktarda %6’lık metafosforik asit eklenmiştir. Sonrasında her iki tüpe 5 mL asetat tampon eklenmiş (pH 3.6-3.8) ve bunu takiben her iki tüpe 1 mL boyarrzeltisi (2,6-diklorofenolindofenol) eklenerek tüpler karıştırılmıştır. Her iki tüpe 10 mL ksilen eklenip, 6-10 saniye çalkalama ve santrifüj sonrasında renkli ksilen tabakasının absorbansı 500 nm’de ksilene karşı okunmuştur (Tp 1 A1 ve Tp 2 A2). Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart askorbik asitin aynı şekilde absorbansının okutulmasıyla elde edilen doğrunun eğimi kullanılarakrnekteki askorbik asit miktarı g/100 g kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.



şekil 3.41. Santrifüjlenmiş usarenin spektrofotometre için hazırlanmasından bir grnm

3.2.2.13. Antioksidan aktivite

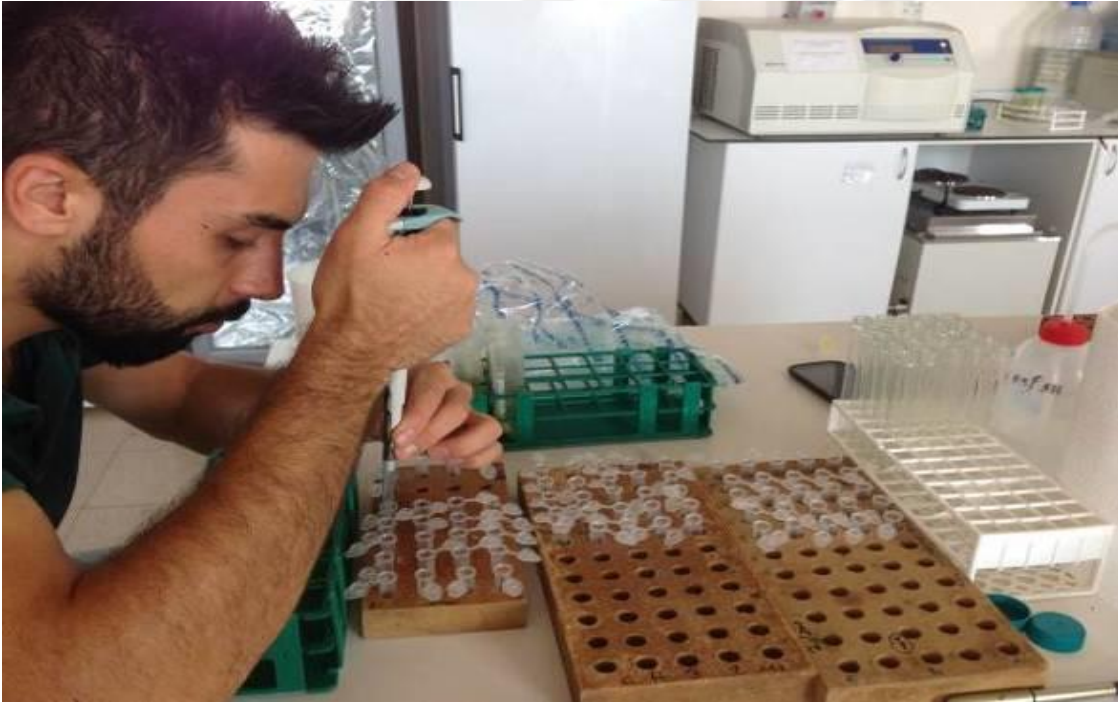
Antioksidan aktivite miktarı DPPH radikalinin inhibisyonuna dayanan yöntemle yapılmıştır. Yöntemin uygulanmasında Molyneux'un (2004) bildirdiği metod dikkate alınmıştır. Bu yöntemde yukarıda belirtilen ilk örnek ekstraktlarının her birinden beş farklı konsantrasyonda hazırlanan çözeltilerden birer tüp içerisine 100'er µL alınarak üzerine 4'er mL 6x10⁻⁵ M DPPH çözeltisi (metanol içerisinde hazırlanmış) ilave edilmiştir (Şekil 3.42). Daha sonra çözeltiler oda sıcaklığında karanlık bir ortamda

30 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözeltilerin absorpsansı ($A_{A(t)}$) %80'lik metanole karşı spektrofotometrede (Shimadzu UV-is 160A) 516 nm dalga boyunda okunmuştur (Şekil 3.43). Bunun yanında örnek yerine çözücü (%80'lik metanol) ve yine 4 mL

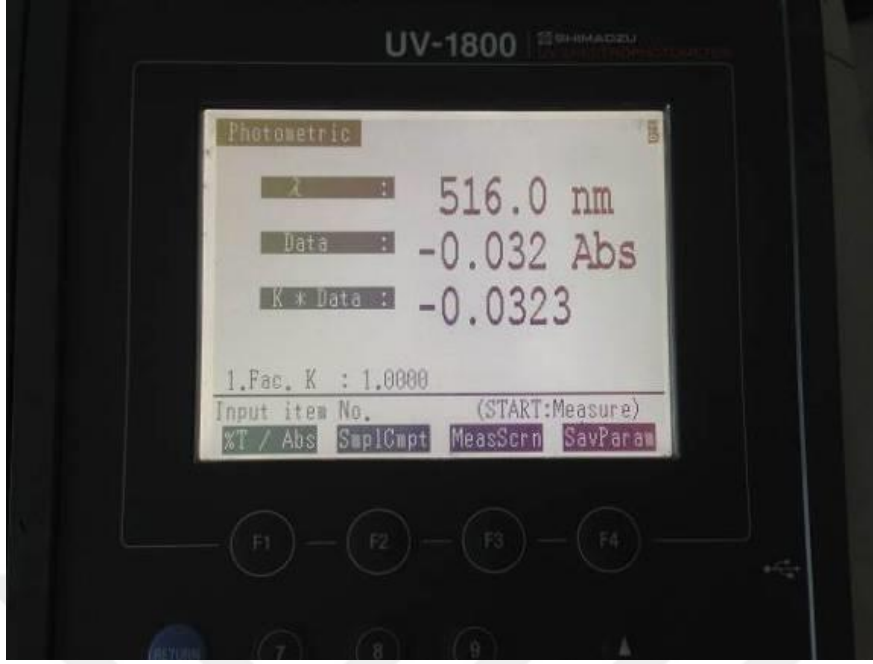
DPPH çözeltisi ilave edilerek elde edilen çözeltinin absorpsansı ($A_{C(0)}$) aynı dalga boyunda okunarak aşağıdaki formül yardımıyla inhibisyon değerleri hesaplanmıştır (Molyneux 2004, Bilušić-Vundać vd 2007).

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \left[\frac{(A_{C(0)} - A_{A(t)})}{A_{C(0)}} \right] \times 100 \quad t=30 \text{ dk}$$

DPPH radikalinin %50'sini inhibe eden ekstrakt konsantrasyonu olarak tanımlanan IC₅₀ değeri ise 4 farklı konsantrasyonda hazırlanan ekstraktlara karşı çizilen DPPH radikalinin % inhibisyon oranından elde edilen doğru denkleminde hesaplanmıştır.



Şekil 3.42. Brokkoli çözeltisinin (%50 usare+ %50 methanol) 5 farklı konsantrasyona seyreltilmesi işleminden bir görünüm



Şekil 3.43. Beş farklı konsantrasyonda hazırlanmış örneklerin 516 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmasından bir görünüm

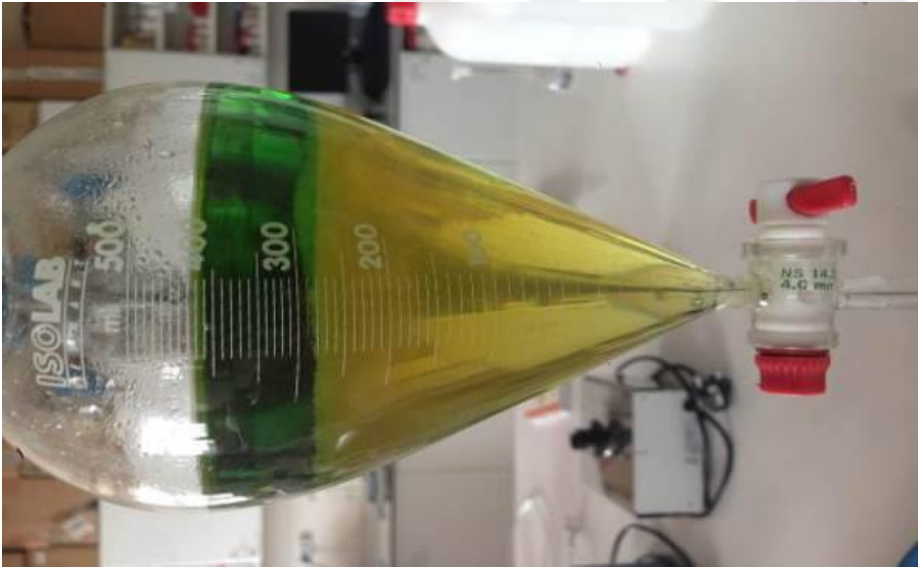
3.2.2.14. Toplam karotenoid miktarı

Örneklerde toplam karotenoid miktarının belirlenmesi Cemeroğlu (2007)'ye göre yapılmıştır. Homojen bir ekstrakt haline getirilmiş materyalden 30 g tartılmış ve üzerine 5 g Hyflo Supercel ve 75 ml %70'lik metanol eklenip iyice çalkalanıp karıştırılmıştır (Şekil 3.44). Vakum uygulanarak bir Buchner hunisine yerleştirilmiş Whatman No.2 filtre kağıdından filtre edilen örnek kalıntısı her defa 75 ml 'aseton-petrol eter (1:1, V/V) kullanılarak peş peşe 2 defa daha ekstrakte edilmiştir.

Böylece toplanmış olan yaklaşık 225 ml ekstrakt, içerisinde 25 ml %10'luk (W/V) KOH çözeltisi bulunan 500 ml'lik bir ayırma hunisine aktarılmış ve hafif çalkalandıktan sonra 45 dakika çökmesi beklenmiştir. Bu süre sonunda ayırma hunisine 75 ml petrol eter ve 100 ml %20'lik NaCl çözeltisi eklenip tekrar hafifçe çalkalanarak bir süre kendi haline bırakıldıktan sonra hipofazik katman atılmış ve ayırma hunisinde kalan epifazik katman su ile 3 defa yıkanmıştır (Şekil 3.45).



Şekil 3.44. Vakum yardımıyla Buchner hunisine yerleştirilmiş Whatman No.2 kağıdından örneğin süzdürülmesi işleminden bir görünüm



Şekil 3.45. Epifazik katmanın 3 kez yıkanmasından önceki hali

İşlem sonunda ayırma hunisinde kalan epifazik katman, susuz Na_2SO_4 kullanılarak bir filtre kâğıdından filtre edilmiş ve elde edilen berrak ekstrakt, 250 ml'lik bir ölçü balonuna aktarılıp balon, petrol eterle çizgisine kadar tamamlanmıştır (Şekil 3.46).



Şekil 3.46. Epifazik katmanın filtre kâğıdı yardımıyla fitre edildikten sonraki berrak ekstrakt

Balondaki petrol eter ekstraktının, 350-750 nm arasındaki absorpsiyon spektrasi alınarak, ekstraktın maksimumdaki absorbens değerinden (A) yararlanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneğin toplam karotenoid içeriği hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Karotenoid mg/100 g} = (A) \cdot (Sf) / \epsilon \times 1000$$

A: absorbens değeri

(Sf): Seyreltme faktörü:8.33

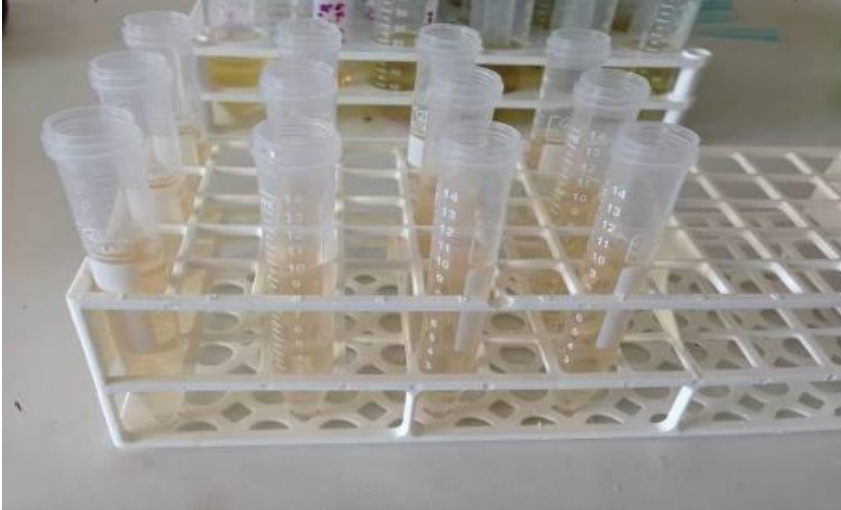
ϵ : Ekstinksiyon katsayısı:2500 (β -karoten cinsinden hesaplamak için)

3.2.2.15. Toplam flavonoid miktarı

Brokkolilerin toplam flavonoid miktarı spektrofotometrik yöntemle Dincer vd (2012)'ye göre belirlenmiştir. Bu amaçla, %50'lik metanolla 1:1 (w/w) oranında karıştırılarak elde edilen ekstraktlardan alınan 0,5 mL örnek cam tüpler içerisine konularak üzerine 2,5 mL saf su ve 150 μ L %5'lik NaNO₂ çözeltisi eklendikten sonra vortekste 30 sn karıştırılmıştır (Şekil 3.47). Elde edilen çözelti 5'er dk bekletilerek önce 300 μ L %10'luk AlCl₃ çözeltisi daha sonra 1 mL 1 M NaOH çözeltisi ve 550 μ L saf su ilave edilmiştir (Şekil 3.48). Örnek 5 dk bekletildikten sonra çözeltinin absorbens spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda okutulmuştur. Elde edilen absorbens değerleri örneklerde olduğu gibi (+)- kateşinle hazırlanan kurve yardımıyla mg (+)- kateşin eşdeğeri/g kuru örnek ağırlığına hesaplanmıştır.



Şekil 3.47. Flavonoid analizi için hazırlanmış kimyasallar ve santrifüjlenmiş brokkoli usaresi

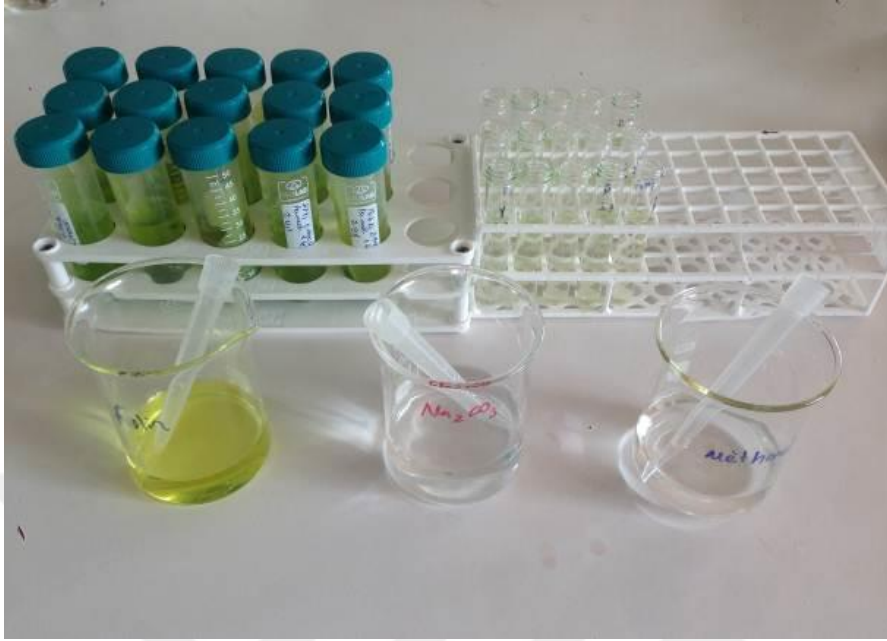


Şekil 3.48. Vortekslenen örneklere %10'luk $AlCl_3$ ve $NaOH$ ekledikten sonraki renk değişiminden bir görünüm

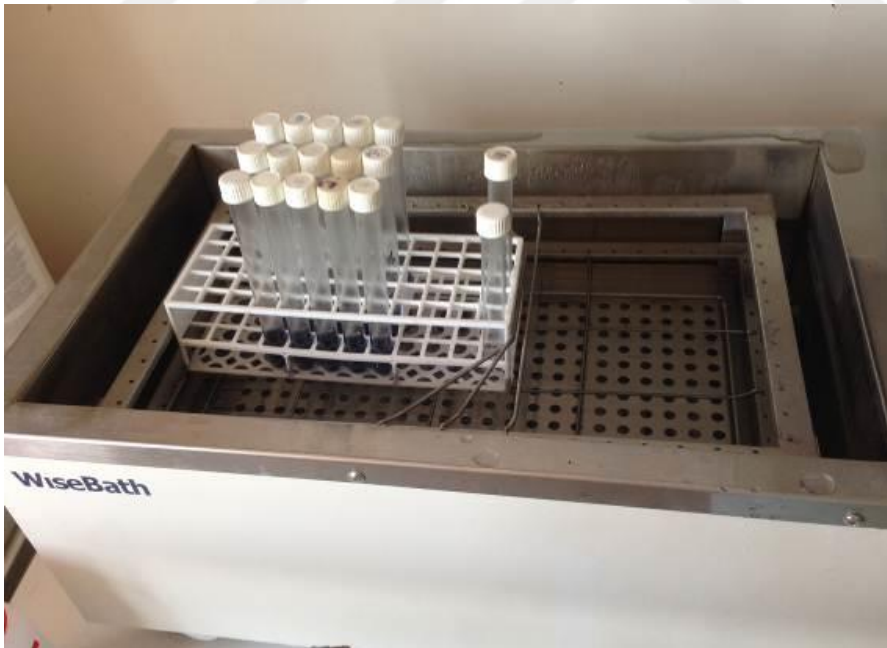
3.2.2.16. Toplam fenolik madde miktarı

Örneklerin toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla, %50'lik metanolla 1:1 (w/w) oranında karıştırılarak elde edilen ekstraktan 0.5 mL örnek alınıp metanolla uygun dilüsyonda seyreltilmiştir. Seyreltilmiş ekstraktlardan 0.5 mL örnek sızdırmaz kapaklı cam tüpler içerisine aktarılmış, üzerine sırasıyla 2.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ve (0.5 ile 2 dk arasında bekleme süresinden sonra) 2 mL %7.5'lik Na_2CO_3 çözeltisi eklenmiştir (Şekil 3.49). Elde edilen karışım vorteksle 30 sn karıştırıldıktan sonra 50°C'deki su banyosunda 5 dk bekletilmiştir (Şekil 3.50). Daha sonra oda sıcaklığına soğutulularak spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 160A) 760 nm' de absorbansı okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri gallik asit çözeltileri ile

oluşturulan kurve yardımıyla mg gallik asit eşdeğeri/g kuru örnek ağırlığına dönüştürülmüştür (Şkerget vd, 2005).



Şekil 3.49. Toplam fenol için hazırlanmış kimyasallar ve santrifüjlenmiş brokkoli usaresi



Şekil 3.50. Örneklerin su banyosunda bekletilmeden önceki görünümü

3.2.2.17. Toplam klorofil (klorofil a ve klorofil b) miktarı

Depolama süresince taçlardaki klorofil a ve klorofil b miktarındaki değişimler Lichtenthaler vd (1983) tarafından belirlenen yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla

0.25 g taze örnek %80'lik 10 ml aseton ile homojenizatörde parçalandıktan sonra %80'lik aseton ile 25 ml'ye tamamlanmıştır (Şekil 3.51). Bu örneklerin spektrofotometrede 663 nm ve 645 nm dalga boylarında absorbansı okutulmuştur. Elde edilen bu değerler aşağıdaki formül kullanılarak klorofil a ve klorofil b için mg/g cinsinden hesaplanmıştır:

Klorofil a (mg/g) = $(12.7 \times D_{663}) - (2.69 \times D_{645}) \times V / W \times 1000$ V----- Ekstrakt Hacmi

Klorofil b (mg/g) = $(22.91 \times D_{645}) - (4.68 \times D_{663}) \times V / W \times 1000$ W----- Bitki Ağırlığı



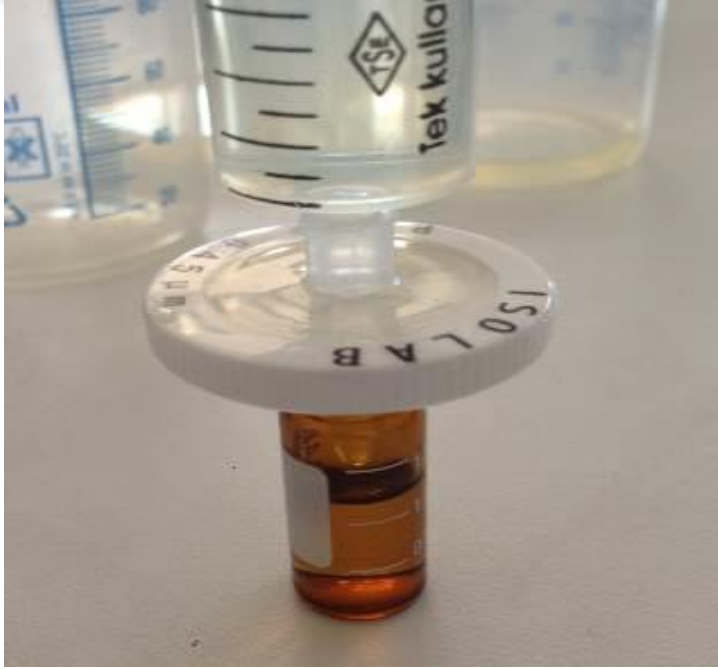
Şekil 3.51. 0.25 g taze örneğin %80'lik 10 ml aseton ile homojenizatörde parçalandıktan sonraki görünümü

3.2.2.18. Toplam glukosinolat miktarı

Örneklerin glukosinolat miktarını belirlemek amacıyla Rosecler'den vd (2008) adapte edilen yöntem kullanılmıştır. Uygulanan yöntemde göre sıvı azotta dondurulup sonrasında öğütülerek toz haline getirilen 125 mg brokkoli örneği santrifüj tüpüne aktarılır ve tüpe 1 ml %70'lik metanol ve %0.1'lik trifloraasetik asit (TFA) eklenmiştir. Ardından tüpe 50 µl sinigrin standardı eklenmiş ve örnekler 70°C'de 20 dk karıştırılarak soğumaya bırakılmıştır. Alınan örnekler 13000 g' de oda sıcaklığında 10 dk santrifüj edilmiş ve 0.45 µm kalınlığında filtre viallere aktarılmıştır (Şekil 3.52 ve 3.53). Süzülen örnekler HPLC (HP 1100) cihazına enjekte edilmiştir. Kromatografik analiz koşulları aşağıda verilmiştir. Gradient elüsyon ise Çizelge 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.52. Santrifüj cihazından bir görünüm



Şekil 3.53. 0.45 μm membran filtreden geçen örneklerin HPLC için viallere alınması

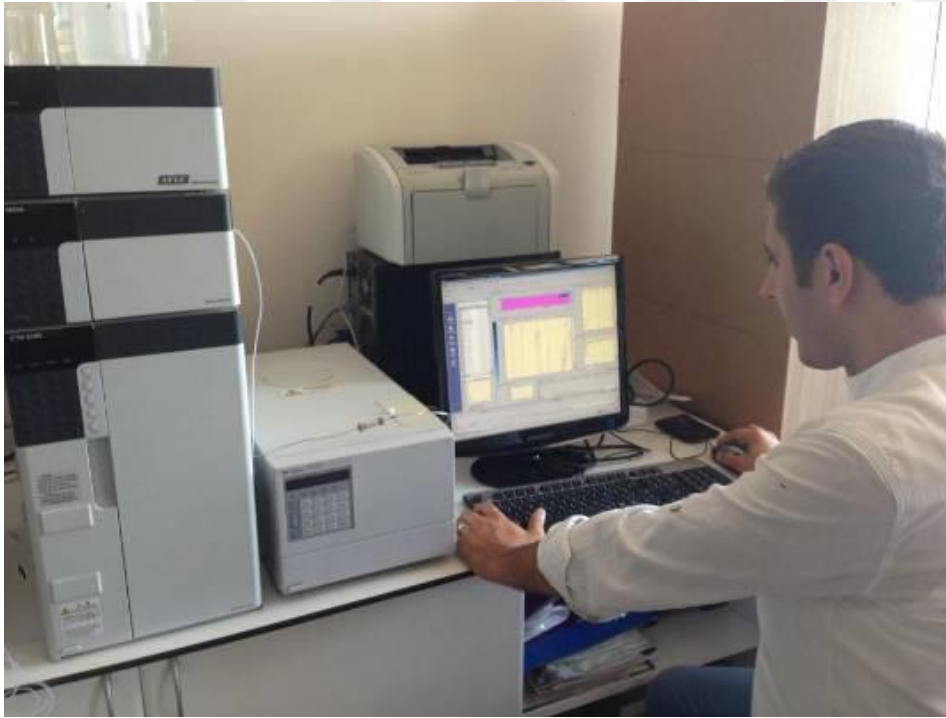
Kromatografi Koşulları

Kolon	: Nucleosil® ¹⁰⁰ (LiChroCART 250-4) C 18kolon (250 mm $\times$ 4.0 mm, 5 μm)
Guard kolon	: Nucleosil® ¹⁰⁰ C18 (Lichrocart 4.4)
Kolon sıcaklığı	: 30 °C
Hareketli faz	: (A) : 0.1% (v/v) TFA + Su
	: (B) : 0.1% (v/v) TFA + Metanol
Hareketli faz akışı	: 0.8 mL min ⁻¹
Dedektör	: Diode Array Detector (DAD), 228 nm
Enjeksiyon miktarı	: 20 μL

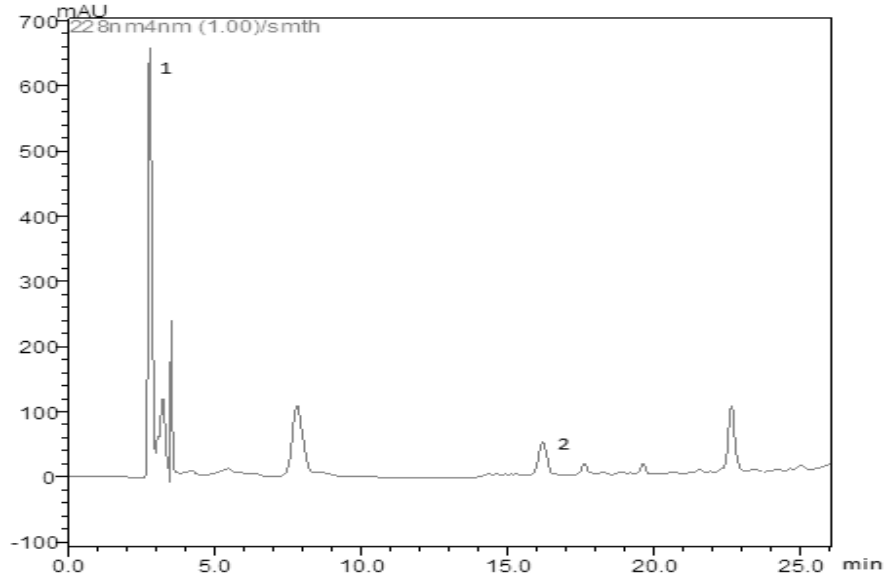
Çizelge 3.5. Gradient elüsyon

Süre (dk)	A (%)	B (%)
10	100	0
15	80	20
25	50	50
35	0	100
45	0	100
55	100	0

Kromatogram üzerinde ayrılan pikler, sinigrin ve glukotropaeolin standartlarına ait piklerin alıkonma zamanları ve spektrum profili dikkate alınarak tanımlanmıştır. Örnek viallerine standard eklenmesiyle de doğrulama yapılmıştır. Standard maddelerden 5 farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanmış ve elde edilen kalibrasyon doğrusundan örneklerde bulunan sinigrin ve glukotropaeolin miktarları hesaplanmıştır (Şekil 3.54). Kromatogram üzerinde belirlenen pikler Şekil 3.55’de gösterilmiştir



Şekil 3.54. Filtre edilmiş örneklerin HPLC’ de okunmasından görünüm



Şekil 3.55. Örnek ekstraktlarının HPLC kromatogramı (1: Sinigrin, 2: Glukotropaeolin)

3.2.2.19. Meyvelerin raf ömürlerinin (shelf-life) belirlenmesi

Depolama periyodu süresince değişik muhafaza ortamlarından 15'er gün aralıklarla alınan brokkoli taçları, $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki bir odada 2 gün süreyle manav koşullarında bekletilmiş ve bu talarda da soğukta muhafaza süresince yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerin aynısı yapılmıştır.

3.2.2.20. İstatistiksel değerlendirme

Araştırma “Tesadüf Parselleri” deneme desenine göre planlanmıştır. Çalışmada yetiştiricilik kısmı 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 18 adet brokkoli, hasat sonrası kısmı ise yine 3 tekerrürlü fakat her tekerrürde 4 brokkoli olacak şekilde düzenlenmiştir. Tüm istatistiksel analizler, SAS (versiyon 9.0) istatistik paket programında yapılmıştır. Varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi ($P \leq 0.05$) kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. İklimsel Veriler ve Ölçümler

UV-B ışın uygulamalarının başlamasıyla beraber bitkilerde meydana gelen tüm değişiklikler yetiştiricilik sezonu boyunca gözlemlenmiş ve kayıt altına alınmıştır. Çalışmada, $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan brokkoli bitkilerinin yaprak kenarlarında yanmalara ve hücre ölümlerine rastlanılmıştır. Yetiştirme sezonun sonunda, uygulanan UV-B ışın dozlarının artışına bağlı olarak bitki boyları arasında belirgin bir bodurlaşma gözlemlenmiştir. Ayrıca bitkilerde doz artışına bağlı olarak yapraklarda klorozlar gözlemlenmiştir (Şekil 4.1- 4.3).

Yetiştiricilik sezonunda ilk çiçeklenme ise 14.03.2014 tarihinde dikimden yaklaşık 73 gün sonra $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerde gözlemlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.1. $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki zararlanmalardan bir görünüm



Şekil 4.2. $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki hücre ölümlerinden bir görünüm



Şekil 4.3. $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki kıvrılmalardan bir görünüm



Şekil 4.4. 16.4 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkoli bitkisinin taç oluşturmaya başlaması

Artan dozlarda UV-B ışınları, bitkilerin büyümesi ve gelişimini, kütle artışı ve yaprak karakterlerini doğrudan etkilerken, bitkilerin çiçeklenme zamanlarını da değiştirebilmektedir (Fagerberg ve Bornman 2005, Hectors vd 2007).

Çalışmada, kontrol grubu bitkilerinin taçları oldukça düzgün ve kompakt, 16.4 kJ/m²/gün dozunda UV-B ışını uygulanmış bitki taçlarının ise küçük ve dağınık olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.5a.b ve Şekil 4.6a.b).



Şekil 4.5. 16.4 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde dağınık taç oluşumu (a, b)



Şekil 4.6. Kontrol bitkisine ait kompakt taçtan bir görünüm (a,b)

UV-B ışınları üzerine yapılan araştırmalar, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur (Bilger vd 2001, Jansen 2002, Frohnmeier ve Staiger 2003, Warren vd 2003, Kozłowska vd 2007, Ravindran vd 2008, Ranjbarfordoei vd 2009, Kataria vd 2014).

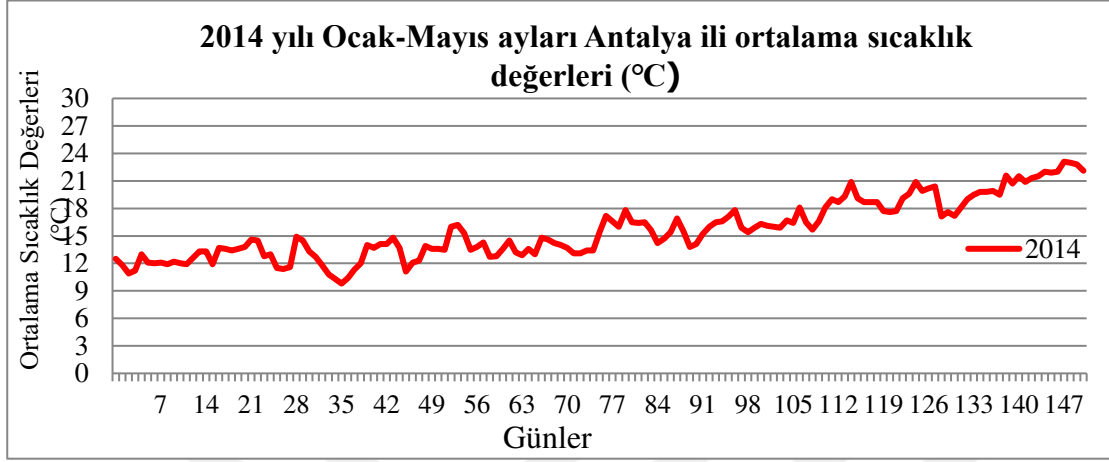
Jansen vd (2002) ve Zuk-Golaszewska vd (2003) tarafından bildirildiğine göre, yaprak kenarlarında meydana gelen kıvrılmaların ve oluşan nekrotik halkaların UV-B'nin bir sonucu olduğunu belirtmişler, bunu da bitkilerin abiotik bir stres olan UV-B ışınlarına karşı gösterdiği tepki olarak belirtmişlerdir. Yaprak üzerinde oluşan nekrotik halkalar ve yanmaların, UV-B ışın uygulamasının yaprakta bulunan klorofil hücrelerini öldürmesi olarak açıklamışlardır.

Ravindran ve Indrajith (2009) tıbbi bir bitki olan amlada, Julkunen-Tiitto vd (2005) hibrid kavakta yaptıkları çalışmada artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının amla ve kavak bitkisinin yapraklarında kıvrılmalar ve büzüşmeler meydana getirdiğini bildirmiştir. Jansen vd (2002) brokkoli taçlarında düzensiz taç oluşumu ve erken çiçeklenmenin ise UV-B ışın uygulamasının bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. DNA'nın içerdiği proteinlerin UV-B'yi absorbe etmesi sonucu, cyclobutane pyrimidine dimers (CPDs) ve pyrimidine (6-4) pyrimidinone dimers (6-4 PPs) üretilmesi ve bunların m-RNA polimeraz enzim aktivitesini bloke etmesi ve böylece DNA ve RNA'nın sorumlu olduğu biyolojik olayların düzgün olarak gerçekleşemediğini bildirmiştir. Ravindran vd (2010) UV-B ışın uygulamalarının bitkilerde stres koşullarını ve diğer fotomorfogenik faktörleri tetiklediği ve bitkilerin bu koşullara gösterdiği tepkilerden UV-B'nin sorumlu olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular, yukarıda verilen araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiştir.

4.1.1 Antalya ili ortalama sıcaklık değerleri

2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili haftalık ortalama sıcaklık değerleri Şekil 4.7'de verilmiştir. Bu şekildeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere

denemenin yürütüldüğü 2014 yılında ortalama sıcaklıklar mevsim normalleri seviyesinde seyretmiştir. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arasında en düşük ortalama sıcaklık 10.3°C, en yüksek ortalama sıcaklık ise 23.1°C, ortalama sıcaklık ise 15.6 °C olmuştur.



Şekil 4.7. 2014 Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C) (MGM 2014a)

4.1.2. Sera içi sıcaklık değerleri

Denemenin yetiştiricilik kısımlarının yürütüldüğü 08.01.2014-09.04.2014 tarihleri arası sera içi günlük ortalama sıcaklık değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir. Bu şekildeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere, sera içi sıcaklıklarda yetiştiriciliği aksatacak aşırı ya da düşük sıcaklıklara rastlanmamıştır. Yetiştiricilik süresi içerisinde sera içi en düşük sıcaklık ortalaması 17.8°C, sera içi en yüksek sıcaklık ortalaması ise 25.8°C olarak ölçülmüştür.

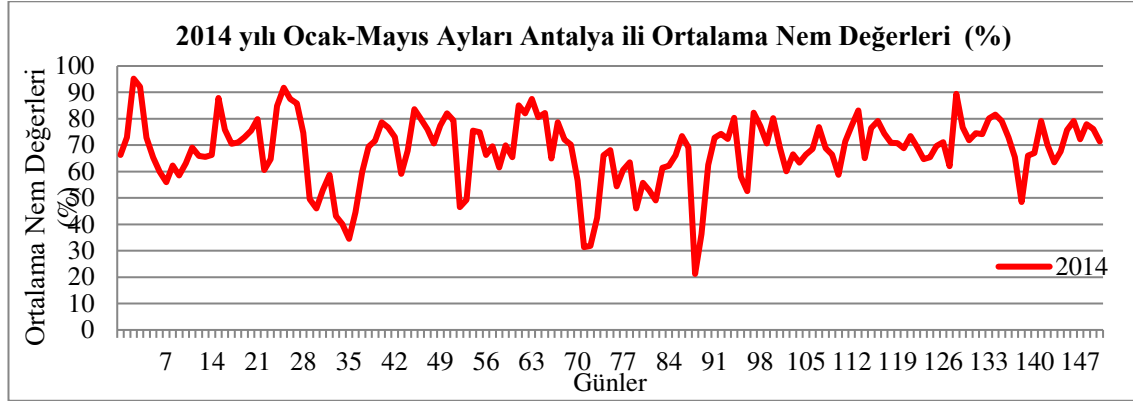


Şekil 4.8. Yetiştiricilik süresince sera içi günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)

4.1.3. Antalya ili ortalama bağıl nem değerleri

2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili haftalık ortalama bağıl nem değerleri Şekil 4.19’da verilmiştir. Yetiştiricilik süresince ortalama bağıl nem değerleri büyük dalgalanmalar göstermiştir. Şekil 4.9’dan da görüleceği üzere bağıl nemin

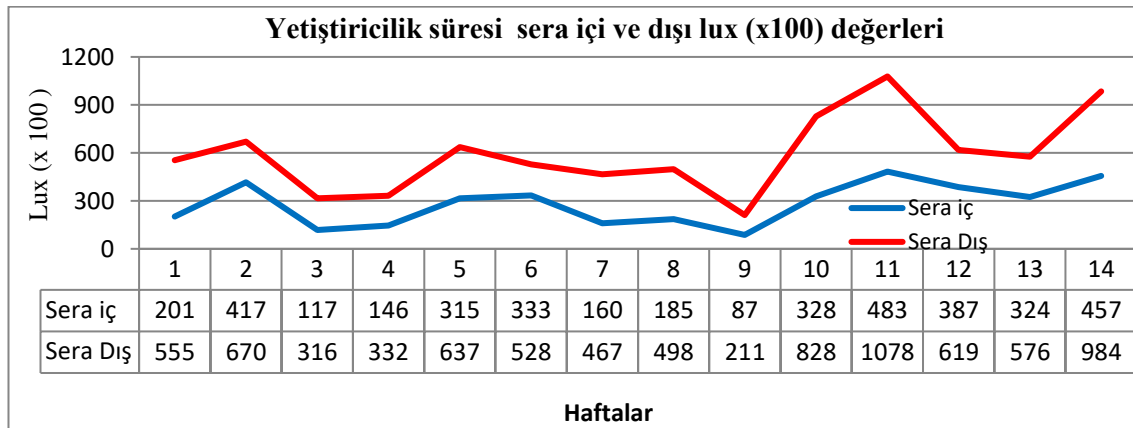
%100'lere yaklaştığı dönemlerde havanın kapalı ve çok bulutlu olduğu, bağıl nemin %100'ü aştığı zamanlarda ise havanın yağışlı olduğu gözlemlenmiş ve bu dönemlerde yeryüzüne ulaşan toplam ultraviyole ışınlarının miktarında önemli düşüşler olduğu ölçümler sonucu kayıt altına alınmıştır.



Şekil 4.9. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük ortalama bağıl nem değerleri (MGM 2014b)

4.1.4. Sera içi ve dışı ışık şiddeti değerleri

Denemenin yetiştiricilik kısımlarının yürütüldüğü 08.01.2014-09.04.2014 tarihleri arası haftalık olarak ölçülen sera içi ve dışı anlık ışık (aydınlatma) şiddeti değerleri Şekil 4.10'da verilmiştir. Çalışmada, saat 09:00, 12:00 ve 15:00 olmak üzere günde üç farklı zamanda ölçüm yapılmış ve ışık şiddetinin en yüksek olduğu değerler güneş ışınlarının dik geldiği öğle saatleri (12:00) olduğu belirlenmiştir. Işık şiddeti güneş ışınlarının geliş açısı ve zamanına bağlı olarak haftalar arasında farklılıklar göstermiştir. Yetiştiricilik süresince sera içi anlık en düşük ışık şiddeti 8700 lux ile 9.haftada, sera içi anlık en yüksek ışık şiddeti ise 48300 lux ile 11. haftada ölçülmüştür. Sera dışı anlık en düşük ışık şiddeti 21100 lux ile 9. hafta ve anlık en yüksek ışık şiddeti ise 107800 lux ile 11. haftada ölçülmüştür. Sera içi ve dışı anlık ışık şiddetlerinin farklı olmasının sebebi ise sera camının ışığı kırmasından kaynaklanmış olabilir. Çalışmamızda bu kırma değeri yaklaşık %48 olarak ölçülmüştür.

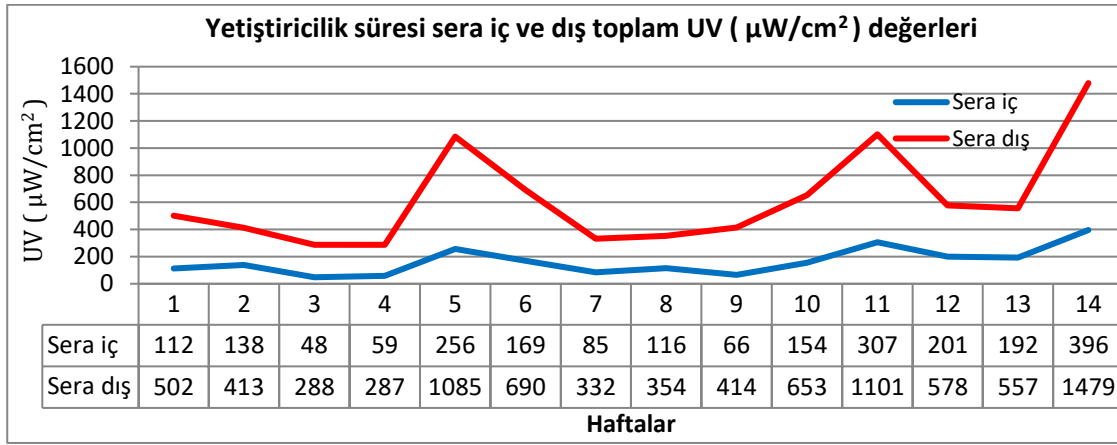


Şekil 4.10. Yetiştiricilik süresince sera içi ve dışı anlık ışık şiddeti değişimleri (lux)

4.1.5. Sera içi ve dışı ultraviyole ışın değerleri

Yetiştiricilik süresince haftalık olarak yapılan sera içi ve dışı toplam anlık UV ışın miktarı ölçümleri Şekil 4.11’de verilmiştir. Çalışmada, sabah saat 09:00, öğle 12:00 ve öğleden sonra 15:00 olmak üzere günde üç farklı zamanda yapılan anlık toplam UV ışın miktarı ölçümlerinin en yüksek olduğu değerler, güneş ışınlarının dik geldiği, havanın güneşli ve açık olduğu öğle saatleri olmuştur. Yetiştiricilik süresince güneş ışınlarının geliş açısı ve zamanına bağlı olarak haftalar arasında belirli farklılıklar ortaya çıkmıştır.

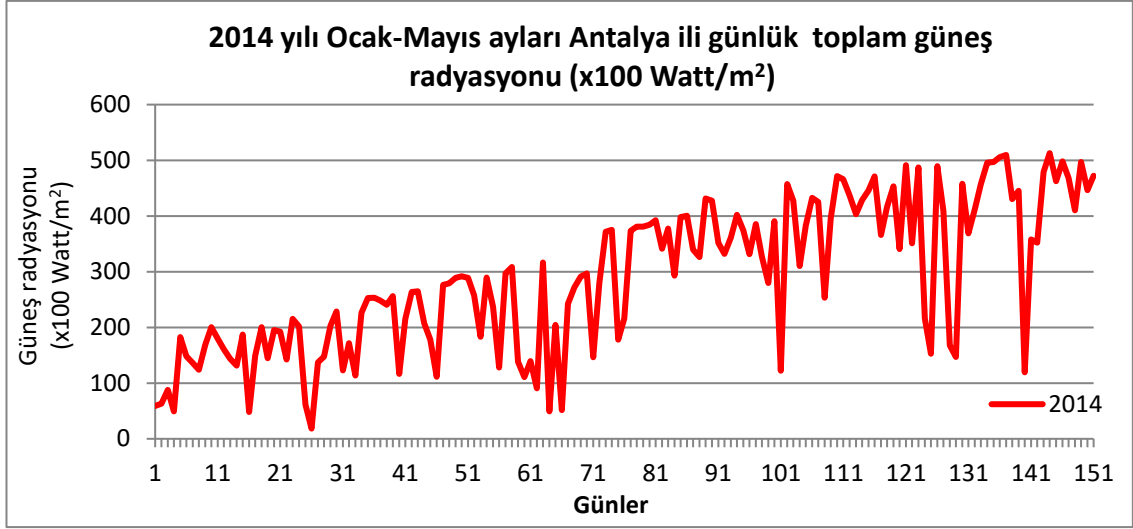
Yetiştiricilik süresince sera içi anlık en düşük toplam UV ışın miktarı $48 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ile 3.haftada, sera içi anlık en yüksek toplam UV ışın miktarı ise $396 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ile denemenin son haftasında ölçülmüştür. Sera dışı en düşük anlık toplam UV ışın miktarı $288 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, sera dışı en yüksek anlık toplam UV ışın miktarı ise $1479 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ile yine denemenin son haftasında belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Yetiştiricilik süresince sera içi ve dışı anlık toplam UV ışın değişimleri ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

4.1.6. Antalya ili toplam güneş radyasyonu

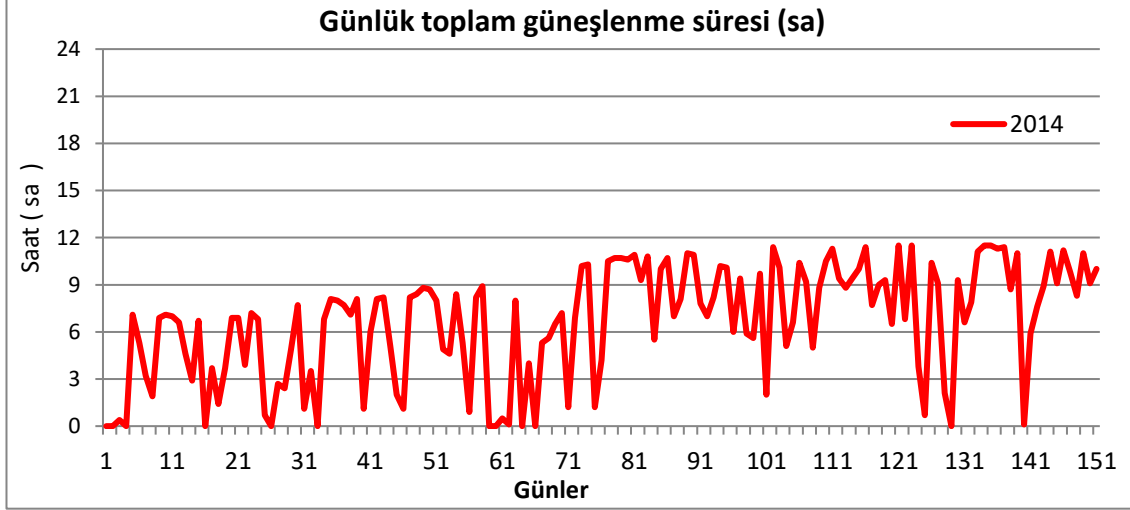
2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük toplam güneş radyasyonu miktarları Şekil 4.12’de verilmiştir. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arasında ortalama günlük güneş radyasyonu $300.67 \text{ Watt}/\text{m}^2$ olarak ölçülmüştür. Şekil 4.12’de verilen günlük toplam güneşlenme süresi, günlük güneş radyasyonu ile doğru orantılıdır. Güneşlenme süresi arttıkça yeryüzüne ulaşan toplam UV ışınlarının miktarında da artışlar meydana gelmektedir.



Şekil 4.12. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük toplam güneş radyasyonu miktarları (x100 Watt/m²), (MGM 2014c)

4.1.7. Antalya ili toplam güneşlenme süresi

2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük toplam güneşlenme süreleri Şekil 4.13’de verilmiştir. Yılın ilk günü olan 1 Ocak 2014 tarihinde güneşlenme süresi 0 olarak kaydedilirken, 14-15 Mayıs 2014 tarihlerinde en yüksek güneşlenme süreleri 11.5 saat olarak saptanmıştır.



Şekil 4.13. 2014 yılı Ocak-Mayıs ayları arası Antalya ili günlük toplam güneşlenme süreleri (sa), (MGM 2014d)

Enlem ve mevsimlerden dolayı stratosferik ozondaki değişim özellikle ılıman bölgelerde yeryüzüne ulaşan UV-B ışın miktarını etkilemektedir. UV-B ışın miktarı, güneşin geliş açısı ve mevsimlere göre farklılık göstermekle birlikte ayrıca çevre kirliliği, havanın açık veya kapalı olması gibi çevresel faktörlerden de yeryüzüne ulaşan UV-B ışın miktarı etkilenebilmektedir. Genellikle az bulutlu havalar, bulutsuz havalara göre UV-B ışın miktarını %10 oranında azaltmaktadır. Bununla beraber UV-B ışın

miktarının yoğun olduğu yaz aylarında bile çok bulutlu havalar UV-B ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını tamamen engelleyebilir (IARC 1992). Yetiştiricilik için kullanılan sera örtü materyalleri de sera içerisine ulaşan ışık ve UV miktarını etkilemektedir. Verdaguer vd (2012), UV-A ve UV-B'nin fotomorfogenik etkisini araştırmışlar ve 6 farklı Akdeniz bitkisini 2 farklı sulama rejiminde serada yetiştirmişlerdir. Sera içerisi ve dışarısının toplam UV-A, UV-B ve fotosentetik aktif reaksiyon (PAR) değerlerini belirlemek için yaptıkları ölçümlerde, sera camının UV-A'yı %90 oranında azalttığı, UV-B'yi ise tamamen engellediğini bildirmişlerdir. Ölçümler sonucu sera camının PAR değeri ise %34 olarak belirlenmiştir. Sera örtü malzemesi olarak kullanılan camın kalınlığı, temiz yâda kirli olması ultraviyole ışınlarının geçirgenliğini %70'e kadar etkileyebilmektedir. Cam kalınlığı x olan bir sera UV ışınlarını %50 geçiriyorsa, 2x olan cam bir sera ulaşan UV ışınlarının %25'ini geçirdiği bildirilmiştir (Grohmann ve Barrans 2014).

4.2. Yetiştiricilik ve Hasat Sırasında Yapılan Ölçüm Ve Gözlemler

4.2.1. Gövde çapı

Naxos brokkoli çeşidinde, yetiştiricilik süresince farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkolilerin gövde çapı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu çizelgedeki değerlerin incelenmesinden görüleceği üzere farklı yetiştiricilik sürelerinin brokkolilerinin gövde çapı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Yetiştiricilik süresince brokkolilerin gövde çapları süreye bağlı olarak artmıştır. Denemenin başlangıcında ortalama 2.95 mm olan gövde çapı, dikim tarihinden 75 gün sonra 19.12 mm'ye kadar ulaşmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının, Naxos brokkoli bitkisinin gövde çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin gövdelerini kalınlaştırmıştır. Kontrol bitkilerinin ortalama gövde çapları 11.29 mm iken, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerin gövde çapları ise 13.51 mm olmuştur.

Santos vd (2004) patatesten yaptıkları çalışmada, artan dozlarda UV-B ışınlarının patates bitkisinin yaprak alanını azalttığını ve bitki boyunu bodurlaştırdığını bildirmiştir. Bodurlaşan bitkilerin gövde çapları, kontrol patateslerinin gövdelerinden daha kalın bulunmuştur. Jansen vd (2002) ise genel olarak UV-B ışınlarının bitki boylarını bodurlaştırdığını ve gövde çaplarını arttırdığını bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiştir. Ancak Yao vd (2006) Tataristan karabuğdayında (*Fagopyrum tataricum*) yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulgular, çalışmamızda elde edilen sonuçla çelişmektedir. Bu araştırmacıların, UV-B ışınlarının buğdayların boyu, gövde çapı ve yaprak alanı indeksini önemli derece azalttığını bildirmesi çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla uyuşmamaktadır. Araştırmacılar, artan dozlarda UV-B ışınlarının buğday bitkisinin gövde çapının kontrole göre daha ince kalmasını, UV-B ışınlarının bitki gelişimi üzerine olumsuz etki etmesiyle açıklamışlardır.

4.2.2. Yapraktaki klorofil miktarı

Naxos brokkoli çeşidinde, yetiştiricilik süresince farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkolilerin yaprak klorofil değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu çizelgedeki değerlerin incelenmesinden görüleceği üzere, farklı yetiştiricilik sürelerinin

brokolilerinin klorofil miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Yetiştiricilik süresince brokkoli yapraklarında saptanan klorofil miktarlarında artışlar belirlenmiştir. Denemenin başlangıcında ortalama 53.89 SPAD olan klorofil miktarı, yetiştiriciliğin 30. gününde 61.32 ve yetiştiriciliğin 75. gününde de 76.70 SPAD'a kadar yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının, brokkolilerin yapraklarındaki klorofil değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin yapraklarındaki klorofil miktarını azaltmıştır. Kontrol bitkilerinin yapraklarındaki ortalama klorofil miktarı 66.25 SPAD iken, en düşük yaprak klorofil miktarları ise 63.52 SPAD değerleri ile 16.4 4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Skórska ve Szwarc (2007), buğdayda, Zuk-Golaszewska vd (2013) beyaz yulaf (*Avena fatua*) ve kirpi darısında (*Setaria viridis*) yaptıkları çalışmada artan dozlarda UV-B ışınlarının, buğday yapraklarının klorofil (SPAD) içeriğini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yao vd (2006) Tataristan karabuğdayında (*Fagopyrum tataricum*), Mewis vd (2012), brokkolide, Ravindran ve Indrajith (2009) tıbbi bir bitki olan amlada (*Phyllanthus amarus* L.), Martínez-Lüscher vd (2013) sera koşullarında üzümde yaptıkları çalışmada artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının klorofil içeriğini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir. Kakani vd (2003) yaptığı bir derlemede, 1975'ten bu yana yapılan 129 farklı çalışmada, 35 farklı bitki türünde artan dozlarda UV-B ışınlarının, bitkilerin klorofil içeriğini yaklaşık olarak %10-70 oranında azalttığını bildirmiştir. Araştırmacıların artan dozlarda UV-B ışınlarının bitkilerin klorofil içeriğini düşürdüğüne dair elde ettiği sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermiştir.

4.2.3. Bitki boyu

Naxos brokkoli çeşidinde, yetiştiricilik süresince farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkolilerin boyları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu çizelgedeki değerlerin incelenmesinden görüleceği üzere, farklı yetiştiricilik sürelerinin brokolilerin bitki boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Yetiştiricilik süresince brokkoli bitkilerinin boyları sürekli olarak artmıştır. Denemenin başlangıcında ortalama 13.90 cm olan bitki boyu, yetiştiriciliğin 30. gününde 39.30 cm'ye ve yetiştiriciliğin 75. gününde ise 58.90 cm'ye kadar uzamıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının, brokkolilerin bitki boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin boylarını azaltmıştır. Kontrol grubu brokkolilerin boyları ise 42.62 cm olarak ölçülmüştür. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli bitkilerinin boylarını baskılamıştır. 2.2 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde 41.30 cm olan bitki boyu değeri, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkolilerde 39,93 cm ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde ise 36.22 cm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda gövde çapı değerleri üzerine etkileri (mm)

Uygulama	Vejetasyon süresi (gün)						Ort. (doz)
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	75	
Kontrol	2.95 m	8.73 l	10.52 j	11.71 ı	15.81 fg	18.04 cd ^y	11.29 C^z
2.2	2.95 m	8.94 kl	11.74 ı	13.27 h	16.47 ef	18.52 bc	11.98 B
8.8	2.95 m	9.00 kl	12.10 ı	14.03 h	16.94 de	19.49 ab	12.42 B
16.4	2.95 m	9.91 jk	13.25 h	15.32 g	19.16 b	20.44 a	13.51 A
Ort. (Vej. Sür.)	2.95 F	9.14 E	11.90 D	13.58 C	17.10 B	19.12 A	
LSD_{%5}		UYG: 0.455	INT: 1.114		VEJ. SÜR.: 0.557		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.2. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda klorofil değerleri üzerine etkileri (SPAD)

Uygulama	Vejetasyon süresi (gün)						Ort. (doz)
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	75	
Kontrol	53.89 l	59.01 ij	62.59 gh	67.08 f	76.15 bc	78.82 a ^y	66.25 A^z
2.2	53.89 l	57.38 jk	62.28 h	66.33 f	74.38 c-e	77.52 ab	65.30 B
8.8	53.89 l	56.90 jk	61.23 hı	65.24 f	73.09 de	75.81 bc	64.36 BC
16.4	53.89 l	56.22 k	59.19 ij	64.85 fg	72.29 e	74.68 cd	63.52 C
Ort. (Vej. Sür.)	53.89 F	57.38 E	61.32 D	65.88 C	73.98 B	76.70 A	
LSD_{%5}		UYG: 0.946	INT: 2.317		VEJ. SÜR.: 1.158		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Jansen (2002) yaptığı çalışmada, brokkolide de olduğu gibi sebze türlerinde de artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları bitki boyununu kısalttığını bildirmiştir. Liu vd (2013) soyada, Yuan vd (1998) baharlık buğday çeşidinde, Yao vd (2006) Tataristan karabuğdayında, Santos vd (2004) patateste, Zuk-Golaszewska vd (2013) beyaz yulaf (*Avena fatua*) ve kirpi darısında (*Setaria viridis*), Skórska ve Szwarc (2007) buğdayda yaptıkları çalışmada artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin boylarını kısalttığını bildirmiştir. Araştırmacıların elde ettiği artan dozlarda UV-B ışınlarının tüm bitkilerdeki bodurlaştırıcı etkisi, çalışmamıza paralellik göstermiştir.

4.2.4. Yaprak kalınlığı

Naxos brokkoli çeşidinde, yetiştiricilik süresince farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkolilerin yaprak kalınlık değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Bu çizelgedeki değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere, farklı yetiştiricilik sürelerinin brokolilerinin yaprak kalınlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Yetiştiricilik süresince brokkoli bitkisinin yapraklarının kalınlıkları artmıştır. Denemenin başlangıcında ortalama 0.299 mm olan yaprak kalınlığı, yetiştiriciliğin 30. gününde 0.321 mm'ye ve yetiştiriciliğin 75. gününde de 0.356 mm'ye kadar ulaşmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının, brokkolilerin yaprak kalınlığı değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin yapraklarını kalınlaştırmıştır. Kontrol bitkilerinin yaprak kalınlıklarının ortalaması 0.324 mm iken, en yüksek yaprak kalınlığı 0.333 mm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür. Kostina vd (2001) kayın ağacında yaptıkları çalışmada, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının kayın ağacının yaprak kalınlığını arttırdığını ve parankima hücrelerinin daha süngerimsi olduğunu, buna ek olarak da glandular tüylerin yoğunluğunda artışlar meydana geldiğini bildirmiştir. Nagel vd (1998) yaprak kalınlığındaki bu artışı palisat parankimasının kalınlığının artmasına bağlamıştır. Verdaguer vd (2012) başta olmak üzere birçok araştırmacı artan UV-B ışınlarının bitkilerin yaprak alanında azalmaya yol açtığını ancak yaprak kalınlığında ise artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir (Drilias vd 1997, Manetas vd1997, Grammatikopoulos vd 1998, Nevo vd 2000, Nogués ve Baker 2000, Wright vd 2004).

Artan yaprak kalınlığı ve düşük yaprak alanı karbon asimilasyonu arttırmak için fotosentetik hücrelerin sayısında artışa sebep olabilmektedir. (Chaves vd 2002, Gitz ve Liu-Gitz 2003). Yaprak kalınlığındaki bu artışın nedenini ise araştırmacılar, UV-B stresinin bitki dokularına kadar ulaşmasını engellemek amacıyla yaptığını düşünmektedirler. Yine de yüksek dozlardaki UV-B ışınları bitki dokularına kadar geçebilmektedir (Day vd 1992, 1993, Day 1993, Ålenius vd 1995). Yaprak kalınlığının UV-B ışın uygulamalarıyla arttığına dair çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, araştırmacıların bulduğu sonuçlar ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.3. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda bitki boyu üzerine etkileri (cm)

Uygulama	Vejetasyon süresi (gün)						Ort. (doz)
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	75	
Kontrol	13.90 n	28.08 k	42.53 g	50.62 e	57.42 c	63.18 a	42.62 A
2.2	13.90 n	26.17 l	40.45 hı	49.58 e	56.79 c	60.93 b	41.30 B
8.8	13.90 n	27.28 kl	38.88 ı	46.87 f	54.73 d	57.91 c	39.93 C
16.4	13.90 n	22.76 m	35.35 j	42.05 gh	49.68 e	53.58 d	36.22 D
Ort. (Vej. Sür.)	13.90 F	26.07 E	39.30 D	47.28 C	54.65 B	58.90 A	
LSD_{%5}		UYG: 0.736	INT: 1.802		VEJ. SÜR: 0.901		

ˆ: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

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

Çizelge 4.4. Brokkolilerde farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının değişik vejetasyon süreleri sonunda yaprak kalınlığı üzerine etkileri (mm)

Uygulama	Vejetasyon süresi (gün)						Ort. (doz)
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	75	
Kontrol	0.299 j	0.306 ij	0.315 g-ı	0.329 e-g	0.344 b-d	0.350 a-d	0.324 B
2.2	0.299 j	0.309 h-j	0.317 g-ı	0.337 d-f	0.346 b-d	0.354 ab	0.327 AB
8.8	0.299 j	0.311 h-j	0.322 gh	0.339 c-f	0.348 b-d	0.357 ab	0.329 AB
16.4	0.299 j	0.313 h-j	0.328 fg	0.343 b-e	0.353 a-c	0.363 a	0.333 A
Ort. (Vej. Sür.)	0.299 F	0.310 E	0.321 D	0.337 C	0.347 B	0.356 A	
LSD_{%5}		UYG: 0.0059	INT: 0.0145		VEJ. SÜR: 0.0072		

ˆ: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

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

4.2.5 Ta ağırlığı

Farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkoli bitkilerinin ta ağırlığı değerleri izelge 4.5’de verilmiştir. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli çeşidinin ta ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, farklı UV-B ışın dozlarının ta ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde, 16,4 kJ/m²/gün UV-B ışın dozu hariç, UV-B ışın uygulamaları ta ağırlığını düşürmüş fakat bu düşüş istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Çalışmamızda en düşük brokkoli ağırlığı 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde 461.43 g olarak saptanırken, en büyük talar kontrol grubu brokkolilerde ve 2.2, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde 580.86, 573.82 ve 566.30 g olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin ta ağırlığı değerleri üzerine etkileri (g)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Ta Ağırlığı (g)
Kontrol	580.86 A ^Z
2.2	573.82 A
8.8	566.30 A
16.4	461.43 B
Ortalama:	546,76
LSD_{%5}	UYG: 55.424

z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$)

4.2.6 Ta apı

Farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkoli bitkilerinin ta çapı değerleri izelge 4.6’da verilmiştir. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli çeşidinin ta çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, farklı UV-B ışın dozlarının ta çapı üzerine etkileri incelendiğinde, UV-B ışın dozu arttıkça brokkoli talarında küçülmeler saptanmıştır. Çalışmamızda en kk brokkoli taçları 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanan brokkolilerde 15.66 ve 14.96 cm olarak saptanırken, en büyük talar verim değerine paralel şekilde kontrol bitkilerinde saptanmıştır. Kontrol bitkilerinin taçları ise 17.66 cm olarak llmştir.

Ta çapıyla ilgili bulgular verim ile paralellik göstermiştir. UV-B ışınlarının bitki gelişimini ve fotosentez aktivitesini olumsuz yönde etkilemesi, yaprak alanını küçültmesi, kök ve sürgün uzunluğunu azaltması bitki organlarının büyümesine doğrudan etki yapmıştır. Bu nedenle, UV-B ışın uygulaması sonucu bitki gelişimi olumsuz etkilenen brokkoli taçları kontrol bitkilerine göre kk kalmışlardır (Ravindran vd 2008, Shaukat vd 2013, Yao vd 2014, Kakani vd 2003, Yu vd 2013, Kataria vd 2014).

Çizelge 4.6. Farklı dozlardaki UV-B ışınlarının brokkolinin taç çapı üzerine etkileri (cm)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Taç Çapı (cm)
Kontrol	17.66 A ^z
2.2	16.59 AB
8.8	15.66 B
16.4	14.96 B
Ortalama:	16.78
LSD_{%5}	UYG: 1.737

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

4.2.7. Verim

Farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış brokkoli bitkilerinin verim değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli çeşidinin verim değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Bu çizelgedeki değerlerin incelenmesinden görüleceği üzere UV-B ışın uygulama dozu arttıkça verimde azalmalar saptanmıştır. Denemede en düşük verim değeri 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür. Kontrol grubu bitkilerinde sırasıyla 9.29 kg/m² ürün alınırken, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkoli bitkilerinde verim değeri 7.38 kg/m²’ye kadar düşmüştür. 2.2 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkolilerde ise verim değerleri sırasıyla 9.25 ve 9.06 kg/m² olarak ölçülmüştür.

Yetiştiricilik döneminde 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamaları brokkoli bitkilerinin gelişimini olumsuz etkilemiştir. 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamaları kontrol gruplarına göre taçlarda açılmalar meydana getirmiş ve dağınık taç oluşumuna neden olmuştur. Ayrıca bitki gelişiminde yapraklarda kıvrılmalar ve nekrotik halkalar oluşturarak, bitkiler stres belirtisi göstermiştir. Tüm bu gelişmelerin ışığında bitkilerin yüksek dozdaki UV-B ışınlarına gösterdiği tepkiler brokkolilerin verimlerini olumsuz etkilemiştir.

UV-B üzerine yapılan araştırmalar, artan dozlarda UV-B ışının bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur (Bilger vd 2001, Jansen 2002, Frohnemeyer ve Staiger 2003, Warren vd 2003, Kozłowska vd 2007, Ravindran vd 2008, Ranjbarfordoei vd 2009, Kataria vd 2014). Bazı araştırmacılar da, UV-B ışınlarının bitki gelişimine, kütle artışına ve verimine olumsuz etki ettiğini bildirmişlerdir (Rozema vd 1997, Gao vd 2003, Ravindran vd 2008, Kataria vd 2014).

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin toplam verim değerleri üzerine etkileri (kg/m²)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Toplam Verim (kg/m ²)
Kontrol	9.29 A ^z
2.2	9.25 A
8.8	9.06 A
16.4	7.38 B
Ortalama:	9.20
LSD₅	UYG: 0.883

z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$)

Diğer yandan UV-B ışınlarının bitkilerin fotosistem II proteinlerinin yapısını bozarak, fotosentezi düşürdüğü, klorofil ve karotenoidlerin yapısını bozarak da rubisko enzim aktivitesini düşürdüğü tespit edilmiştir (Sullivan vd 2003, Surabhi vd 2009, Cicek vd 2012, Yu vd 2013). Artan dozlarda UV-B ışınlarının, bitkilerin klorofil içeriğini yaklaşık olarak %10 ila %70 oranında azalttığı, yüksek dozlardaki UV-B ışının ise, fotosistemi etkileyerek, yaprak pigmentlerini ve alanlarını azaltarak fotosentezi %3 ila %90 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bitkideki klorofil pigmentleri ve fotosentezdeki bu azalış daha düşük kütle ve azalan verimi beraberinde getirmiştir (Kakani vd 2003). Artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının, patates bitkisinin yaprak alanını %24, bitki boyunu ise %28 azalttığı tespit edilmiştir. Yaprak alanı ve bitki boyunun azalmasının bitkilerde verim azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Santos vd 2004). Pamuk üzerine yapılan bir araştırmada ise UV-B'nin pamuk bitkisinin boyunu %14, yaprak alanını %29, toplam bitki kütlesini ise %34 azalttığı tespit edilmiştir. Bunun neticesinde ise lif kalitesindeki azalış, verimi %72 oranında azaltmıştır (Gao vd 2003). Shaukat vd (2013) tarafından siyah mercimekte yapılan bir araştırmada, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının, siyah mercimeğin kök ve sürgün uzunluğunu azalttığı, bunun sonucunda da verimin azaldığını bildirmişlerdir. Kışlık buğday üzerine yapılan bir araştırmada, büyüme dönemlerinde uygulanan UV-B ışını, toplam verimi azaltarak olumsuz bir etki yapmıştır (Yao vd 2014).

Tüm bu çalışmalar ışığında brokkolilerde artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları, brokkolilerin fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilemiş, kontrol gruplarına göre daha küçük taçlı brokkoliler meydana getirmiştir. Brokkoli taçlarının kompaktlığı ve kütesinin azalması verimi azaltmış, verimdeki bu azalış ise yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir.

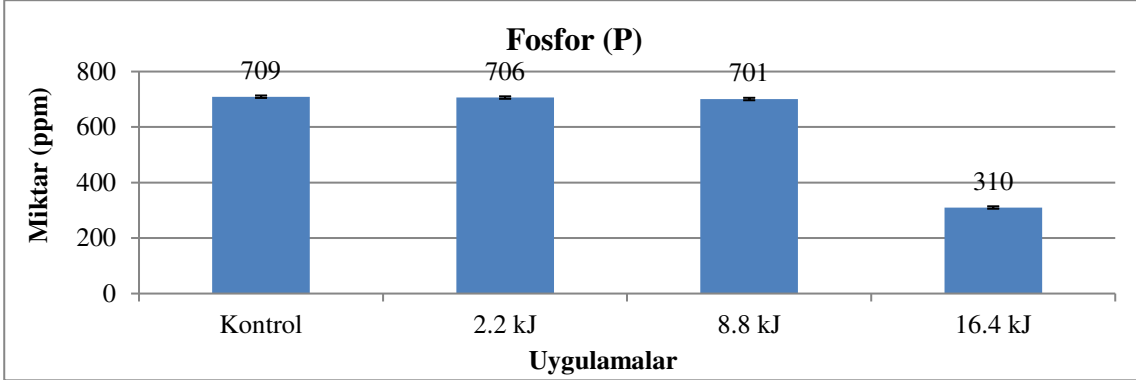
4.3.8. Makro ve mikro besin elementi miktarları

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre saptanan makro ve mikro besin elementi miktarları Şekil 4.14 - 4.23'de verilmiştir.

4.3.8.1 Fosfor miktarı

Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan fosfor miktarları Şekil 4.14'de verilmiştir. Çalışmamızda, UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının fosfor içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek fosfor

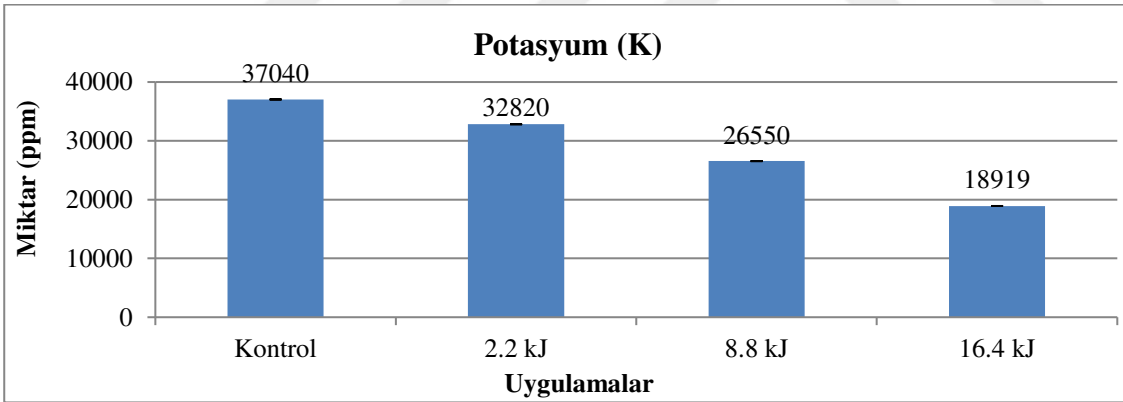
miktarı 709 ppm ile kontrol grubu brokolilerde, en düşük değer ise 310 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.



Şekil 4.14. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin fosfor (P) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.2. Potasyum miktarı

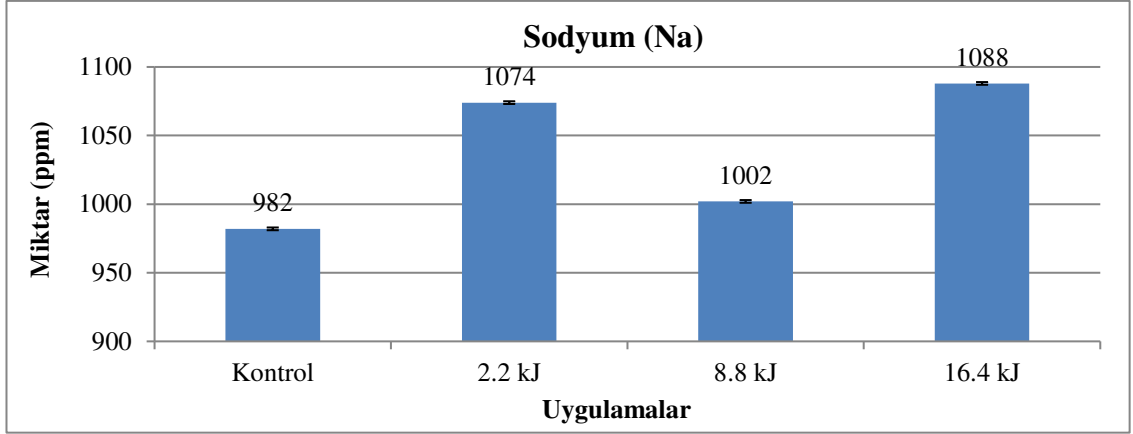
Farklı UV-B ışın dozlarına göre brokkolilerde saptanan potasyum (K) miktarları Şekil 4.15’de verilmiştir. UV-B ışın uygulaması dozu arttıkça brokkoli taçlarının K içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek K miktarı 37040 ppm (%3.7) ile kontrol grubu brokkoli taçlarında, en düşük miktar ise 18919 ppm (%1.9) ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.



Şekil 4.15. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin potasyum (K) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.3. Sodyum miktarı

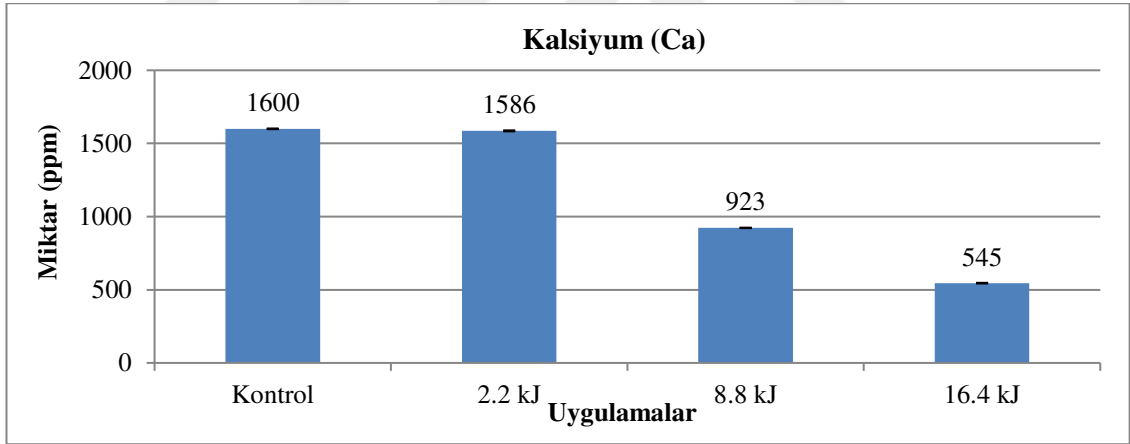
Farklı UV-B ışın dozlarına göre brokkolilerde saptanan sodyum (Na) miktarları Şekil 4.16’da verilmiştir. UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının Na içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek Na miktarı 1088 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında, en düşük miktar ise 982 ppm ile kontrol grubu brokkoli taçlarında ölçülmüştür.



Şekil 4.16. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin Sodyum (Na) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.4. Kalsiyum miktarı

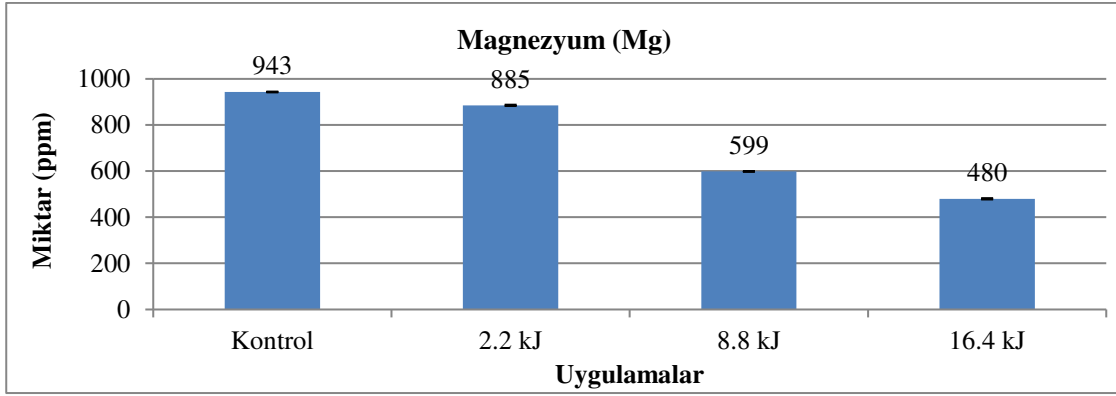
Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan kalsiyum (Ca) miktarları Şekil 4.17’de verilmiştir. UV-B ışını uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının Ca içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek Ca miktarı 1600 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük değer ise 545 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.



Şekil 4.17. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.5. Magnezyum miktarı

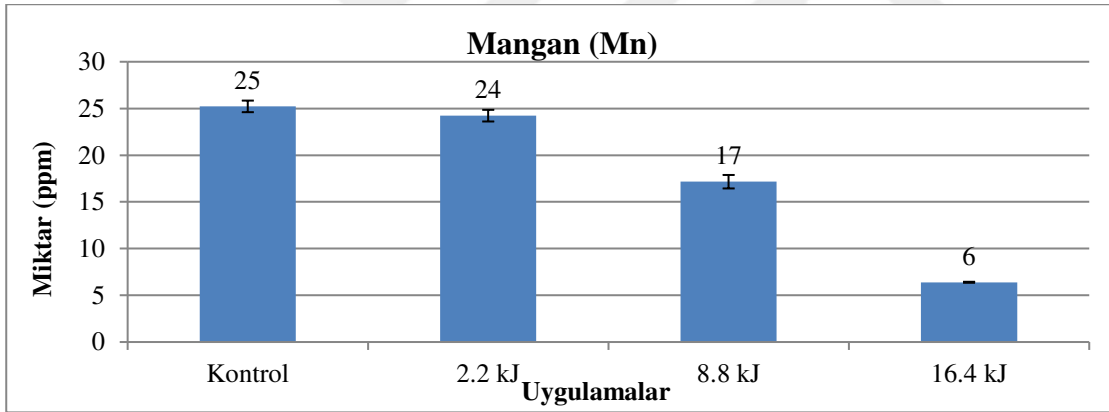
Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan magnezyum (Mg) miktarları Şekil 4.18’de verilmiştir. UV-B ışın uygulaması dozu arttıkça brokkoli taçlarının Mg içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek Mg miktarı 943 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük değer ise 480 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.



Şekil 4.18. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.6. Mangan miktarı

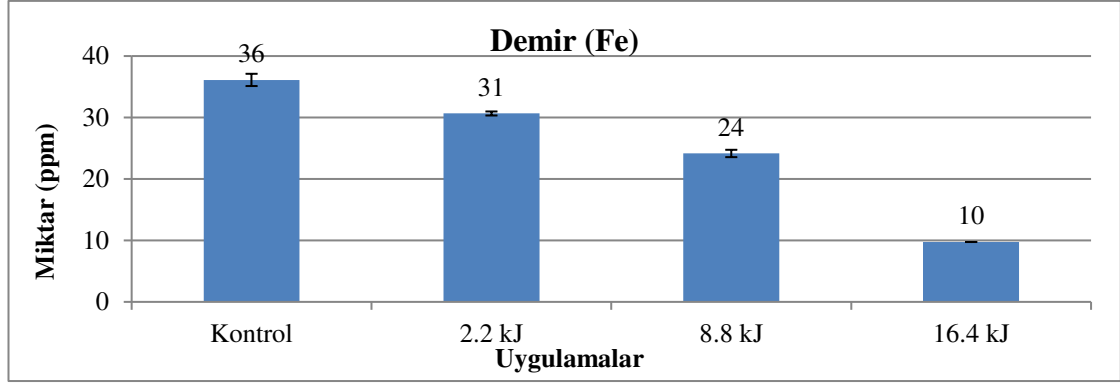
Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan mangan (Mn) miktarları Şekil 4.19'da verilmiştir. UV-B ışın uygulaması dozu arttıkça brokkoli taçlarının Mn içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek Mn miktarı 25 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük miktar ise 6 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.



Şekil 4.19. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin mangan (Mn) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.7. Demir miktarı

Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan demir (Fe) miktarları Şekil 4.20'de verilmiştir. UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının Fe içerikleri azalmıştır. Brokkoli taçlarında en yüksek Fe miktarı 36.2 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük miktar ise 9.7 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.

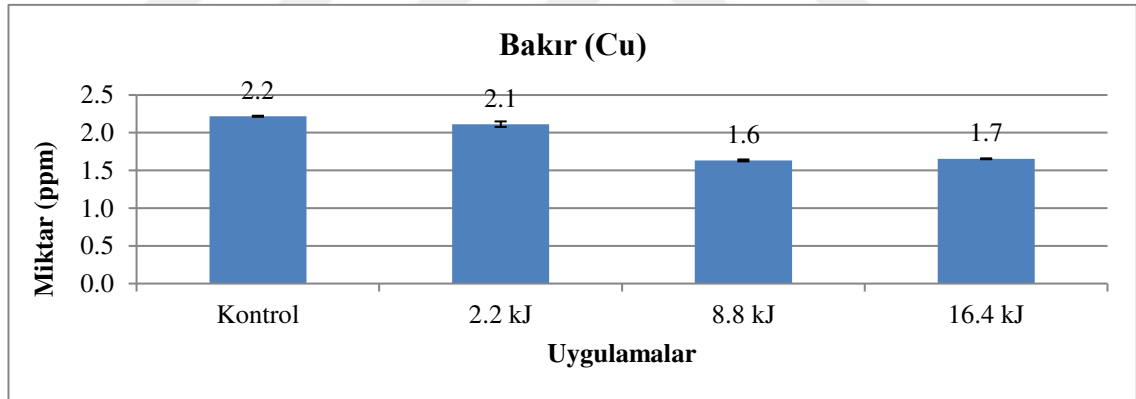


Şekil 4.20. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin demir (Fe) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.8. Bakır miktarı

Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan bakır (Cu) miktarları Şekil 4.21’de verilmiştir. UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının Cu içerikleri azalmıştır.

Brokkoli taçlarında en yüksek Cu miktarı 2.22 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük miktar ise 1.65 ppm ile 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.

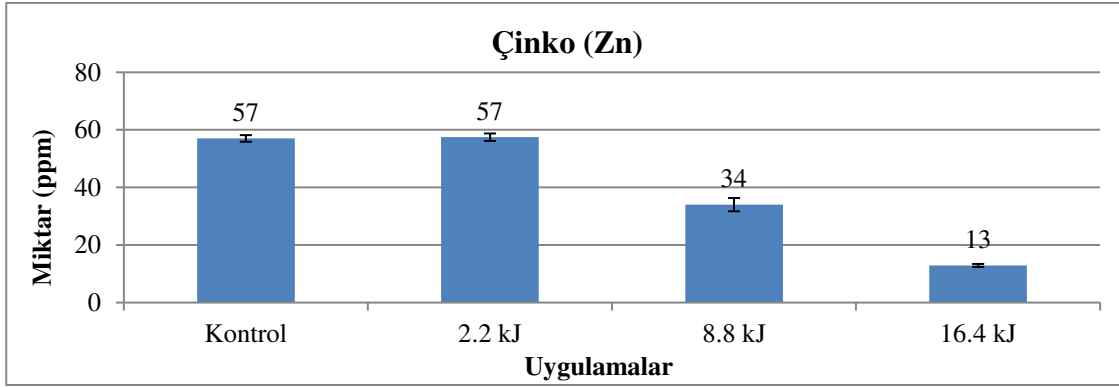


Şekil 4.21. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin bakır (Cu) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.9. Çinko miktarı

Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan çinko (Zn) miktarları Şekil 4.22’de verilmiştir. UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının Zn içerikleri azalmıştır.

Brokkoli taçlarında en yüksek Zn miktarı 57.07 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük miktar ise 12.71 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür.

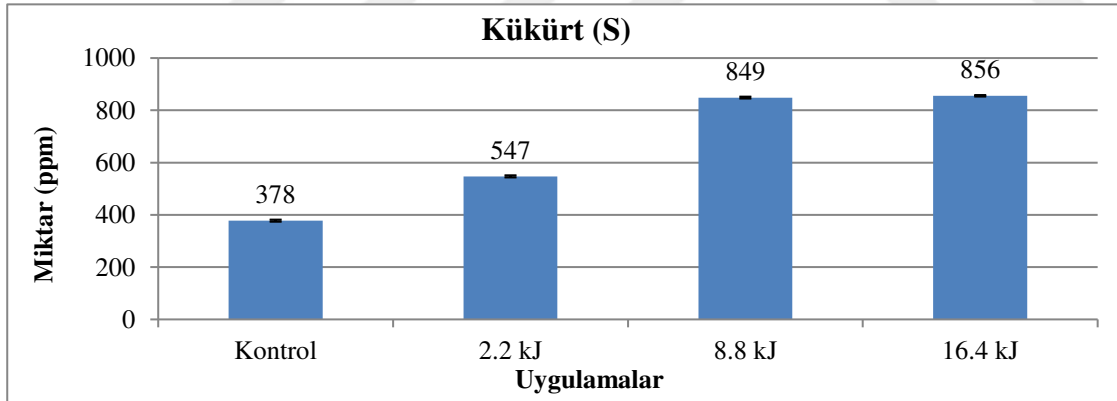


Şekil 4.22. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin çinko (Zn) içeriği üzerine etkileri (ppm)

4.3.8.10. Kükürt miktarı

Farklı UV-B ışın uygulama dozlarına göre brokkolilerde saptanan kükürt (S) miktarları Şekil 4.23’de verilmiştir. UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının S içerikleri de artmıştır.

Brokkoli taçlarında en düşük S miktarı 378 ppm ile kontrol grubu brokkolilerde, en yüksek miktar ise 856 ppm ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür. UV-B ışın uygulama dozu arttıkça brokkoli taçlarının S içerikleri de artmıştır.



Şekil 4.23. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının brokkolilerin kükürt (S) içeriği üzerine etkileri (ppm)

Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan, demir, bakır ve çinko gibi makro ve mikro besin elementi alınımını olumsuz etkilediği, kontrol gruplarına göre UV-B ışın uygulaması yapılmış taçlarda bu elementlerin alınımının azaldığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar bu besin elementlerinin alınımını, dağılımını ve konsantrasyonunu UV-B ışın uygulamalarının etkilediğini bildirmişlerdir (Li ve Wang 2000, Schmitz-Eiberger ve Noga 2001, Julkunen-Tiitto vd 2005, Yao ve Liu 2009).

UV-B ışınları üzerine yapılan çalışmalar, artan dozlarda UV-B uygulamalarının, bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur (Jansen 2002, Frohnmeier ve Staiger 2003, Warren vd 2003, Kozłowska vd 2007, Ravindran vd 2008, Ranjbarfordoei vd 2009, Kataria vd 2014). Bazı araştırmacılar da, UV-B ışınlarının bitki büyümesi ve gelişimini olumsuz etkilediğini, kütle artışını azalttığını ve bunların sonucu olarak da verimi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir (Rozema vd 1997, Gao vd 2003, Ravindran vd 2008, Kataria vd 2014).

Santos vd (2004), patatestte yaptığı çalışmalarda artan dozlarda UV-B ışınlarının patates bitkisinin yaprak alanını azalttığını ve bitki boyunu bodurlaştırdığını, Shaukat vd (2013), yaptığı çalışmada ise artan dozlarda UV-B ışın uygulamasının siyah mercimeğin kök ve sürgün uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir.

Kumar ve Dey (2011), yaptıkları çalışmada, bitki köklerinin uzamasının bitki besin elementi alımını hızlandırdığını bildirmişlerdir. Bitki kök uzunluğunun azalması bitkilerin topraktan kaldırdığı besin elementlerinin alımını olumsuz etkilemiştir. Peng ve Zhou (2010), soyada yaptıkları çalışmada, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının kuru madde birikimini azalttığını ve alınan bitki besin elementlerinin dağılımını olumsuz etkilediğini bunların neticesinde ise bitki gelişiminin engellendiğini bildirmişlerdir. Peng ve Zhou (2010), potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan ve demirin bitki yapraklarında UV-B ışın uygulanmış brokolilerde kontrol bitkilerine göre daha az olduğunu tespit etmiştir. Buna karşılık bakır, molibden ve çinkonun alımının ise arttığını belirtmişlerdir.

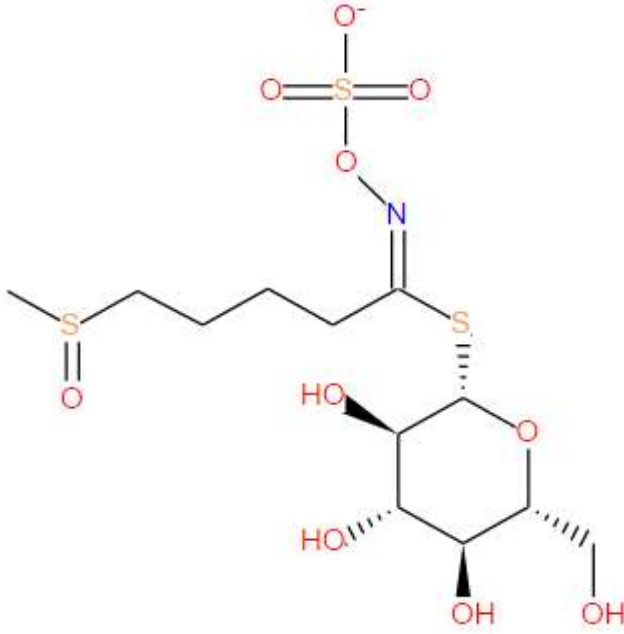
Artan dozlarda UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerde kükürt ve sodyum miktarlarında ise artış gözlemlenmiştir.

Glukosinolatlar Brassicaceae familyasında en yoğun bulunan antioksidan maddelerdir ve bunların yapısındaki en önemli türev glucoraphanindir. Kükürt ise glucoraphaninin temel elementlerinden birisidir (Şekil 4.24). Yapılan çalışmalarda stres koşullarında ve UV-B ışın uygulamaları altında glucoraphanin miktarlarında artışlar gözlemlenmiştir.

Mewis vd (2011) gerek hasat öncesi, gerekse hasat sonrası UV-B ışın uygulamalarının, brokkoli taçlarında en yoğun bulunan 4-methylsulfinylbutyl glucosinolate yani glucoraphaninin miktarlarında belirgin bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Pedras ve Zheng (2010) tuzlu su teresinde (*Thellungiella salsuginea*) yaptığı çalışmada, düşük miktarda UV-B ışın uygulamalarının 4-methylsulfinylbutyl glucosinolat içeriğini arttırdığını tespit etmiştir.

Brokkolilerde artan miktarlarda UV-B ışın uygulamasının kükürt miktarını artırması glucoraphaninin miktarındaki bu artış ile açıklanabilir.



Şekil 4.24. Glucoraphanin (4-methylsulfinylbutyl glucosinolate)

Hecht-Bucholz vd (1982) stres koşullarında yaptığı çalışmada, sodyum elementinin potasyum ile bir rekabet içerisine girdiği ve böylece bitkiler tarafından K alımının engellendiği ya da kök vakuollerindeki potasyumun sodyum ile yer değiştirdiğini ifade etmiştir. Brokkolilerde UV-B ışın uygulamalarına bağlı olarak, bitkilerin stres ortamında sodyum içeriğinin artması buna karşılık potasyum içeriğinin azalması sodyum ile potasyumun girdiği rekabet ile açıklanabilir. Bitki besin elementleri bakımından çalışmamızdan elde edilen bulgular yukarıda belirtilen araştırmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

4.3. Muhafaza Sırasında Yapılan Analiz ve Gözlemler

Çalışmada farklı UV-B ışın dozları kullanılarak yetiştirilen brokkoli taçları hasattan sonra 0°C sıcaklıkta 60 gün süreyle modifiye atmosfer ortamında muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza periyodu süresince, 15'er gün aralıklarla 0°C'de depolanan brokkoli örneklerinden manav koşullarının belirlenmesi amacıyla 20°C'de 2 gün süreyle bekletilen örneklerden, aşağıda belirtilen analiz ve gözlemler yapılmıştır.

4.3.1. Ağırlık kayıpları

Naxos brokkoli çeşidinde, yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre saptanan ağırlık kayıpları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği üzere farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, muhafaza süresi uzadıkça tüm uygulama gruplarında ağırlık kayıplarında artışlar gözlemlenmiştir. Muhafazanın 15. gününde ağırlık kaybı ortalama %1.91 iken, 30. gününde %3.67'ye, 45. günde %5.56'ya ve 60 gün süren muhafaza periyodu sonunda da ağırlık kaybı %7.21'e kadar yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli çeşidinin ağırlık kayıpları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek ağırlık kaybı %6.36 ile kontrol grubu brokkolilerinde tespit edilmiştir. UV-B ışın dozları ve dış ortamda yetiştirilen brokkoliler arasında istatistiksel bir farklılık oluşmamakla beraber, dış ortamda yetiştirilen brokkolilere ait ağırlık kaybı %4.47, 2.2 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde %3.96, 8.8 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde %4.37 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ise %3.79 olarak belirlenmiştir.

Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin manav koşullarında bekletilmeleri süresince saptanan ağırlık kayıpları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9'daki değerlere göre farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine bağlı olarak, manav koşullarında bekletme süresi uzadıkça brokkoliler de saptanan ağırlık kayıpları da artmıştır.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin manav koşullarında bekletme süresince ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, manav koşullarında bekletme süresi uzadıkça ağırlık kayıplarında artışlar belirlenmiştir. Nitekim, muhafazanın 15+2. gününde saptanan ağırlık kaybı ortalama %2.91 iken, 30+2. gününde %4.47'ye, 45+2. günde %7.64'e ve 60+2. günün sonunda ise ağırlık kaybı %11.13'e ulaşmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli çeşidinin manav koşullarındaki ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmamıştır.

Dai vd (1995) 3 farklı pirinç çeşidinde yaptığı çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının stoma sayısında belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Stoma sayısının azlığı ise su kaybını yavaşlatmış, dolayısıyla artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının muhafaza periyodu süresince ağırlık kaybını azalttığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Liu vd (2012) domateste yaptığı çalışmada, UV-B ışın uygulanmış domateslerin, kontrol gruplarına göre daha az ağırlık kaybettiği belirtilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

4.3.2. Taç rengi (L^* , C^* , h°)

4.3.2.1. L^* değerleri

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L^* değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çalışmada, farklı muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresinin başında 38.97 olan L^* değeri 60 gün süren muhafaza periyodunun sonunda 40.11'e kadar yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının L^* değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek L^* değerine 42.83 ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışını uygulanmış brokkolilerde, en düşük L^* değerlerine ise 37.50 ve 38.19 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve kontrol grubunda ulaşılmıştır. 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde L^* değeri 39.35, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ise bu değer 41.38 olmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolinin ağırlık kaybı üzerine etkileri (%)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)				Ort. (doz)
	15	30	45	60	
Dış Kontrol	2.03 gh	3.49 d-h	5.37 b-e	6.99 bc ^y	4.47 B^z
Kontrol	2.61 f-h	5.18 b-e	7.65 ab	10.00 a	6.36 A
2.2	1.75 h	2.92 e-h	4.49 c-g	6.70 bc	3.96 B
8.8	1.84 h	3.73 d-h	5.43 b-e	6.48 bc	4.37 B
16.4	1.34 h	3.04 e-h	4.88 c-f	5.89 b-d	3.79 B
Ort. (Muh. Sür.)	1.91 D	3.67 C	5.56 B	7.21 A	
LSD_{%5}	UYG: 1.2615		INT: 2.5229	MUH.SÜR.: 1.1283	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.9. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin ağırlık kaybı üzerine etkileri (%)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)				Ort.
	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	3.58 f-h	4.18 f-h	6.16 e-g	9.07 cd ^y	5.75
Kontrol	3.22hg	5.09 e-h	8.24 c-e	13.05 a	7.40
2.2	2.44 h	4.35 f-h	8.27 c-e	12.26 ab	6.83
8.8	2.59 h	3.65 f-h	8.76 cd	11.05 a-c	6.51
16.4	2.74 h	5.10 e-h	6.78 d-f	10.22 a-c	6.21
Ort. (Muh. Sür.)	2.91 D	4.47 C	7.64 B	11.13 A^z	
LSD_{%5}	UYG: Ö.D		INT: 3.3229	MUH.SÜR.: 1.486	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Naxos brokkoli çeşidinde, farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin manav koşullarında bekletilmeleri süresince taç renginin L^* üzerine etkileri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin L^* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Denemede, manav koşullarında bekletme süresi uzadıkça, L^* değerlerinde artışlar gözlemlenmiştir. Nitekim, manav koşullarının başlangıcında 38.97 olan L^* değeri, 30+2. günde 40.32’ye ve 60+2 günün sonunda ise 40.62’ye kadar yükselmiştir. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli çeşidi taçlarının L^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.11’den de görüleceği gibi çalışmada, en yüksek L^* değeri 42.81 olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkolilerde, en düşük L^* değeri ise 37.78 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde saptanmıştır. 2.2 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkolilerin L^* değerleri sırasıyla 39.61 ve 41.30 olarak saptanmıştır. UV-B ışın uygulamaları üzerine yapılan araştırmalar, artan dozlarda UV-B ışınlarının bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur (Jansen 2002, Frohnmeyer ve Staiger 2003, Ranjbarfordoei vd 2009, Kataria vd 2014). Bitkilere yeşil rengini veren ve fotosentez için çok önemli olan klorofil pigmenti, brokkoli taçlarının L^* değeri ile ters orantılıdır. 1975’ten 2013 yılına kadar 35 farklı bitki türünde yapılan 129 çalışmada, UV-B ışınlarının bitkilerin klorofil içeriğini yaklaşık olarak %10-70 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Kakani vd 2003). UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkoli bitkilerinin L^* değerinin, kontrol bitkilerinin L^* değerinden yüksek olması bu bitkilerdeki klorofilin parçalanması ile açıklanmaktadır (Ranjbarfordoei vd 2011). Çalışmamızda muhafaza süresince L^* değerinin artışı ise, Fernandez-Leon vd. (2013) brokkolilerde yaptığı çalışma ile paralellik göstermiştir. Brokkoli muhafazası süresince klorofil içeriğinin azalması, L^* değerinin artışına neden olmuştur. Tüm bu çalışmalar ışığında UV-B ışınlarının klorofil içeriğini olumsuz etkilemesi ve klorofilin parçalanmasını hızlandırarak L^* değerini artırması çalışmamız ile de paralellik göstermiştir.

4.3.2.2. Hue açısı (h°) değerleri

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan h° değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin h° değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 138.49 olan h° değeri, 60 gün süren muhafaza sonunda 132.39’a kadar düşmüştür. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada en düşük h° değeri 131.63 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, sera içerisinde en düşük h° değeri ise 135.52 ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkoli taçlarında ölçülmüştür. En yüksek h° değeri ise kontrol grubu bitkilerinde 139.78 olarak saptanmıştır. Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin h° değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin h° değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 138.49 olan h° değeri, 60+2 gün süren muhafaza süresinin sonunda 129.01’e kadar gerilemiştir.

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L^* renk değeri üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	36.06 r	37.94 o	37.95 o	37.95 o	37.62 p ^y	37.50 E^z
Kontrol	37.25 q	38.33 n	38.39 mn	38.46 lm	38.52 l	38.19 D
2.2	38.82 k	39.17 j	39.43 ı	39.67 h	39.67 h	39.35 C
8.8	40.11 g	41.61 f	41.64 ef	41.74 de	41.81 d	41.38 B
16.4	42.62 c	42.81 b	42.86 ab	42.94 a	42.95 a	42.83 A
Ort. (Muh. Sür.)	38.97 D	39.97 C	40.05 B	40.15 A	40.11 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.0558		INT: 0.1248		MUH.SÜR.: 0.0558	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.11. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L^* değeri üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	36.06 l	37.66 j	38.16 ı	38.10 ı	38.94 gh ^y	37.78 E^z
Kontrol	37.25 k	38.28 ı	39.07 f-h	39.10 f-h	39.25 e	38.59 D
2.2	38.82 h	39.23 fg	39.82 e	40.07 e	40.12 e	39.61 C
8.8	40.11 e	41.10 d	41.72 c	41.75 c	41.79 c	41.30 B
16.4	42.62 b	42.70 ab	42.84 ab	42.90 ab	43.01 a	42.81 A
Ort. (Muh. Sür.)	38.97 D	39.79 C	40.32 B	40.38 B	40.62 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.1366		INT: 0.1366		MUH.SÜR.: 0.1366	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının Hue açısı (h°) değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	133.54	132.73	132.51	131.63	127.76	131.63 D^z
Kontrol	141.13	141.63	141.22	138.90	135.99	139.78 A
2.2	140.07	138.28	138.01	134.27	135.15	137.16 B
8.8	139.34	138.97	136.38	133.99	131.33	136.00 BC
16.4	138.37	136.46	136.17	134.89	131.71	135.52 C
Ort. (Muh. Sür.)	138.49 A	137.61 AB	136.86 B	134.74 C	132.39 D	
LSD _{%5}	UYG: 1.5115		INT: Ö.D		MUH.SÜR.: 1.5115	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.13. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin Hue açısı (h°) değeri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	133.54	134.68	129.35	130.76	122.01	130.07 D^z
Kontrol	141.13	138.53	137.90	133.95	132.25	136.75 AB
2.2	140.07	138.57	137.31	136.92	134.08	137.39 A
8.8	139.34	136.40	138.46	132.09	127.09	134.67 BC
16.4	138.37	133.89	131.92	130.91	129.64	132.94 D
Ort. (Muh. Sür.)	138.49 A	136.41AB	134.99BC	132.93 C	129.01 D	
LSD _{%5}	UYG: ***		INT: Ö.D		MUH.SÜR.: ***	

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının manav koşullarında bekletilmeleri süresince h° değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada en düşük h° değerleri 130.07 ve 132.94 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanmıştır.

Fan ve Mattheis (2000), Sabır (2012), Pramanik vd (2004) brokkolilerde yaptıkları çalışmalarda muhafaza süresi boyunca h° değerinde azalmalar gözlemlenmiştir. Tian vd (1994) brokkolide yaptığı çalışmada, h° değeri ile klorofil içeriği arasındaki bağlantıyı ortaya koymuştur. Kontrol grubunun h° değerinin, UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerinin h° değerinden yüksek çıkması, UV-B ışın uygulamalarının klorofil içeriği üzerine olan olumsuz etkisi ile açıklanabilir. Tüm bu çalışmalar ışığında çalışmamızda artan dozlarda UV-B ışın uygulaması brokkolilerin klorofil içeriğini olumsuz etkilemiş ve bunun sonucunda da UV-B uygulanmış bitkilerinin h° değerleri azalmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bulgular yukarıdaki araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiştir.

4.3.2.3. Chroma (C^*) değerleri

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan Chroma (C^*) değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin C^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 11.69 olan C^* değeri, 60 gün süren muhafaza sonunda artarak 14.53’e ulaşmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının C^* değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada en yüksek C^* değeri 14.40 ile 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük C^* değeri ise 10.71 ile kontrol grubu brokkolilerde saptanmıştır. Dış ortamda yetiştirilen brokkoliler, 2.2 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilere ait C^* değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin C^* değeri üzerine etkileri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin C^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 11.69 olan C^* değeri, 60+2 günün sonunda 17.67’ye yükselmiştir. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının C^* değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.15’de görüleceği gibi çalışmada en düşük C^* değeri 11.74 olup, 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en yüksek C^* değeri ise 15.82 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde saptanmıştır. Çalışmada 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilere ait C^* değeri 13.46, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilere ait C^* değeri 14.57 ve kontrol grubu brokkolilere ait C^* değeri ise 11.90 olmuştur. Makhoul vd (1989), brokkolinin klimakterik bir sebze olması nedeniyle yaşlanma sırasında solunum ve etilen hızının artışı ile brokkolilerin sararması arasında bağlantı olduğunu açıklamışlardır. Çalışmamızda da brokkolilerin, muhafaza süresince klorofillerinin parçalanması taçlardaki sararmayı beraberinde getirmiştir. Brokkoliye

Çizelge 4.14. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının Chroma (C^*) değeri üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	12.63 c-f	12.24 c-g	14.04 a-c	14.10 a-c	16.01 ab ^y	13.80 A^z
Kontrol	9.89 g	10.11 e-g	10.24 e-g	10.69 d-g	12.61 c-f	10.71 C
2.2	12.34 c-g	10.78 d-g	16.60 a	16.47 ab	15.83 ab	14.40 A
8.8	12.72 c-e	9.94 fg	13.89 c	16.24 ab	16.46 ab	13.85 A
16.4	10.85 d-g	12.97 dc	11.92 c-g	12.17 c-g	11.72 c-g	11.93 B
Ort. (Muh. Sür.)	11.69 B	11.21 B	13.34 A	13.93 A	14.53 A	
LSD_{%5}	UYG: 1.2055		INT: 2.6956		MUH.SÜR.: 1.2055	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.15. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin Chroma (C^*) değeri üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	12.63 e-1	11.99 f-1	15.34 c-f	16.73 dc	22.44 a ^y	15.82 A^z
Kontrol	9.89 ij	11.97f-1	10.77 h-j	12.83 e-1	14.06 d-h	11.90 DC
2.2	12.34 e-1	10.76 h-j	8.79 j	13.64 e-h	13.16 d-f	11.74 D
8.8	12.72 e-1	12.80 e-1	10.64 h-j	15.64 c-e	21.05 ab	14.57 AB
16.4	10.85 h-j	14.56	11.34 g-j	12.91 e-1	17.66 bc	13.46 BC
Ort. (Muh. Sür.)	11.69 C	12.41 C	11.38 C	14.35 B	17.67 A	
LSD_{%5}	UYG: 1.6162		INT: 3.6138		MUH.SÜR.: 1.6162	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

yeşil rengini veren en önemli madde klorofildir. Gerek klorofil a, gerekse klorofil b'nin UV-B ile parçalanması, L^* değerini arttırırken, h° değerini azaltmıştır. Brokkolilerde yapılan çalışmalarda klorofilin parçalanması ile C^* değerinin genel olarak arttığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresince C^* değerindeki bu artış, muhafaza periyodu boyunca klorofilin parçalanması ile açıklanabilir. Fan ve Mattheis (2000) tarafından bildirildiğine göre brokkolilerde muhafaza süresinin uzamasıyla beraber oluşan sararmanın C^* değerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Tüm bu çalışmaların ışığında artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin C^* değerini artırması, klorofilin UV-B ışın uygulaması ve muhafaza süresiyle parçalanması ile alakalıdır. Araştırmacıların elde ettiği bulgular, çalışmamızla paralellik göstermiştir.

4.3.3. Suda çözünür kuru madde miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin SÇKM miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında %7.89 olan SÇKM miktarı, 60 gün süren muhafaza sonunda %7.36'ya kadar düşmüştür. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek SÇKM miktarı %8.13 olup, kontrol grubu bitkilerinde, en düşük SÇKM miktarı ise % 6.94 ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanmıştır. Çalışmada, yetiştiricilik sırasında 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilere ait SÇKM miktarı %7.69, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve dış ortamda yetiştirilen brokkolilere ait SÇKM miktarları ise 7.29 olmuştur. Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin SÇKM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta %7.89 olan SÇKM miktarı, muhafazanın 60+2. gününde %7.40'a kadar düşmüştür (Çizelge 4.17.). Manav koşullarında bekletme sırasında farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek SÇKM miktarı %8.43 olup, kontrol grubu bitkilerinde, en düşük SÇKM miktarı ise %7.17 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde saptanmıştır.

Makhlouf vd (1989), klimakterik bir sebze olan brokkolinin, yaşlanma süresince hızlı bir şekilde solunum yaptığını ve etilen ürettiğini bildirmiştir. Brokkolilerde stoma sayısının azlığı ve stres koşullarında kapanan stoma sayısı solunum hızını yavaşlatmıştır. Solunum hızı düşük olan UV-B ışın uygulanmış brokkoli taçları, solunumda daha az su kaybetmişler ve suda çözünür kuru madde miktarı oransal olarak kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Martínez-Hernández vd (2013), suda çözünür kuru madde miktarındaki bu düşüşü, metabolik aktivite sonucunda, suda çözünür kuru maddelerin solunumda kullanılmasına bağlamışlardır. Majidi vd (2011) domateslerde yaptığı çalışmada, muhafaza süresince domateslerin suda çözünür kuru maddelerinde azalmalar tespit etmiştir. Artés vd (2001) ve Martínez-Hernández vd (2013), brokkolide yaptığı çalışmalarda muhafaza süresince brokkolilerin suda çözünür kuru madde miktarlarında azalmalar tespit etmiştir. Yukarıda verilen çalışmalardan elde edilen araştırma bulguları çalışmamızla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.16. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının SÇKM miktarı üzerine etkileri (%)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	7.20 f-h	7.73 de	7.20 f-h	7.00 g-ı	7.33 fg ^y	7.29 C^z
Kontrol	9.00 a	8.23 b	7.33 fg	8.00 b-d	8.10 b-d	8.13 A
2.2	7.93 b-d	8.03 b-d	8.17 bc	7.00 g-ı	7.33 fg	7.69 B
8.8	7.80 c-e	7.53 e-f	6.93 hı	7.00 g-ı	7.20 f-h	7.29 C
16.4	7.53 ef	6.67 ı	6.80 ı	6.87 hı	6.83 hı	6.94 D
Ort. (Muh. Sür.)	7.89 A	7.64 B	7.29 CD	7.17 D	7.36 C	
LSD_{%5}		UYG: 0.1734	INT: 0.3876	MUH.SÜR.: 0.1734		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.17. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin SÇKM miktarı üzerine etkileri (%)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	7.20 g-ı	7.20 g-ı	7.17 g-ı	7.27 gh	7.03 hı ^y	7.17 D^z
Kontrol	9.00 a	9.00 a	8.00 c-e	8.27 b-d	7.90 d-f	8.43 A
2.2	7.93 c-e	7.87 e-f	7.00 hı	7.87 e-f	8.30 bc	7.79 B
8.8	7.80 e-f	8.47 b	7.27gh	7.00 hı	6.90 hı	7.49 C
16.4	7.53 fg	8.07 c-e	7.07 hı	7.27 gh	6.87 ı	7.36 C
Ort. (Muh. Sür.)	7.89B	8.12A	7.30D	7.53C	7.40CD	
LSD_{%5}		UYG: 0.1721	INT: 0.3848	MUH.SÜR.: 0.1721		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

4.3.4. Titre edilebilir asit miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan titre edilebilir asit (TEA) miktarları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 0.158 g /100 mL olan TEA miktarı, 60 gün süren muhafazanın sonunda 0.115 g /100 mL’ye kadar düşmüştür.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek TEA miktarı 0.162 g /100 mL ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük TEA miktarı ise 0.089 g /100 mL ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde saptanmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin TEA miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin TEA miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 0.158 g 100 mL⁻¹ olan TEA, 60+2. günde azalarak 0.131 g /100 mL düşmüştür

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.19’dan da görüleceği gibi, çalışmada en düşük TEA miktarı dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde saptanmıştır. TEA miktarı bakımından UV-B ışın dozları arasında istatistiksel olarak herhangi bir farka rastlanmamıştır. En yüksek TEA miktarı ise 0.167 g /100 mL ile kontrol grubu brokkolilerde ölçülmüştür.

Çalışmamızda, ağırlık kaybı düşük olan brokkolilerin, TEA miktarları da oransal olarak düşük bulunmuştur. Hagen vd (2007) elmada yaptıkları çalışmada ise hasat sonrası UV-B ışın uygulamalarının elmaların TEA miktarında herhangi bir değişikliği yol açmadığını bildirmişlerdir. Hagen vd (2007) elmadan elde ettikleri sonuçlar, çalışmamızda elde edilen sonuçla örtüşmemektedir. Wright vd (1997) çilekte, Lima vd (2013) brokkolide, Selcuk ve Erkan (2015) muşmulada, yaptıkları çalışmalarda muhafaza süresinin sonunda, başlangıca göre TEA miktarında azalmalar tespit etmişlerdir. Echeverria ve Valich (1989), muhafaza süresince TEA miktarındaki düşüşü, organik asitlerin solunum sırasında kullanılmasıyla ilişkilendirmiştir. Guillén vd (2006), olgunlaşma sırasında etilen üretiminin artmasıyla meyve ve sebzelerde bulunan şeker ve organik asit miktarlarının etkilenebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ve muhafaza süresince azalan TEA miktarı çalışmamızla paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.18. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının TEA miktarı üzerine etkileri (g sitrik asit/100 mL)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	0.112 h-j	0.077 kl	0.100 ij	0.061 l	0.094 jk ^k	0.089 C^z
Kontrol	0.201 a	0.162 b	0.160 bc	0.150 b-e	0.139 c-f	0.162 A
2.2	0.158 b-d	0.152 b-e	0.148 b-e	0.140 c-f	0.112 h-j	0.142 B
8.8	0.163 b	0.143 b-e	0.142 b-e	0.138 d-g	0.118 g-ı	0.141 B
16.4	0.157 b-d	0.145 b-e	0.145 b-e	0.137 d-g	0.114 h-j	0.140 C
Ort. (Muh. Sür.)	0.158 A	0.136 B	0.139 B	0.125 C	0.115 C	
LSD₅	UYG: 0.009		INT: 0.0202		MUH.SÜR.: 0.009	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.19. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin TEA miktarı üzerine etkileri (g /100 mL)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	0.112 j	0.087 k	0.076 k	0.086 k	0.107 j ^y	0.094 C^z
Kontrol	0.201 a	0.173 bc	0.159 c-f	0.158 d-g	0.142 d-g	0.167 A
2.2	0.158 d-g	0.167 c-e	0.146 e-h	0.147 e-h	0.140 g-ı	0.152 B
8.8	0.163 c-e	0.183 ab	0.172 b-d	0.141 g-ı	0.123 ı-j	0.156 B
16.4	0.157 d-g	0.155 d-h	0.157 d-g	0.145 e-h	0.142 f-h	0.151 B
Ort. (Muh. Sür.)	0.158A	0.153A	0.142B	0.136BC	0.131C	
LSD₅	UYG: 0.0089		INT: 0.0199		MUH.SÜR.: 0.0089	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

4.3.5. pH

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan pH değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin pH değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 6.27 olan pH değeri, 60 gün süren muhafazanın sonunda artarak 6.62’ye kadar ulaşmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının pH değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek pH değeri 6.54 ile 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanırken, en düşük pH değerine ise 6.36 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ulaşılmıştır. Kontrol grubu brokkoliler, 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanan pH değerleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmamıştır. Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin pH değeri üzerine etkileri Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin pH değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 6.27 olan pH değeri, 60+2. güne kadar artarak 6.59’a yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının pH değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.21’den de görüleceği gibi, çalışmada en düşük pH değeri dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve kontrol grubu brokkolilerde saptanmıştır. Brokkolilerin pH değerleri bakımından ise UV-B dozları arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmazken, UV-B ışın uygulanmış brokoli taçlarının pH değerleri kontrol gruplarından daha yüksek saptanmıştır.

Çalışmamızda muhafaza süresince azalan titre edilebilir asitlik, ürünlerin pH değerlerini arttırmıştır. Artés vd (2001) brokkolide, Haffner vd (2002) ahududa, Tian vd (2002) longanda, Selcuk ve Erkan (2015) muşmulada, yaptıkları çalışmada muhafaza ve manav süresince pH değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacının elde ettiği bulgular çalışmamızla paralellik göstermiştir.

4.3.6. Karbondioksit ve oksijen konsantrasyonları

4.3.6.1. CO₂ konsantrasyonu

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanan CO₂ konsantrasyonları Şekil 4.25’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin CO₂ konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde MAP ortamında depolanan brokkolilerin CO₂ konsantrasyonları depolama boyunca artış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında brokkolilerin MAP ortamında %0.03 olan CO₂ konsantrasyonu, muhafazanın 30. gününde %2.25’e, muhafazanın 60. günü sonunda ise %3.07’ye yükselmiştir (Şekil 4.25).

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının CO₂ konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde ise muhafaza süresince en yüksek CO₂ konsantrasyonu

Çizelge 4.20. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının pH değerleri üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	6.10 k	6.41 f	6.25 j ₁	6.65 ed	6.39 f ^y	6.36 C^z
Kontrol	6.28 h-j	6.87 a	6.30 h- ₁	6.32 hg	6.62 e	6.48 B
2.2	6.30 h- ₁	6.90 a	6.44 f	6.34 g	6.75 c	6.54 A
8.8	6.34 g	6.82 b	6.25 j ₁	6.32 hg	6.64 ed	6.47 B
16.4	6.32 hg	6.80 b	6.27 h-j	6.29 h-j	6.68 d	6.47 B
Ort. (Muh. Sür.)	6.27 E	6.76 A	6.30 D	6.38 C	6.62 B	
LSD_{%5}	UYG: 0.222		INT: 0.0497		MUH.SÜR.: 0.222	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.21. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin pH değerleri üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	6.10 n	6.33 lk	6.46 fg	6.54 dc	6.58 bc ^y	6.40 B^z
Kontrol	6.28 m	6.35 jk	6.46 fg	6.49 ef	6.53 de	6.42 B
2.2	6.30 lm	6.36 i-k	6.42 gh	6.57 dc	6.62 ab	6.45 A
8.8	6.34 jl	6.36 i-k	6.39 h ₁	6.59 bc	6.65 a	6.47 A
16.4	6.32 km	6.39 h ₁	6.40 h ₁	6.64 a	6.58 bc	6.47 A
Ort. (Muh. Sür.)	6.27 E	6.36 D	6.43 C	6.57 B	6.59 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.0207		INT: 0.0207		MUH.SÜR.: 0.0207	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

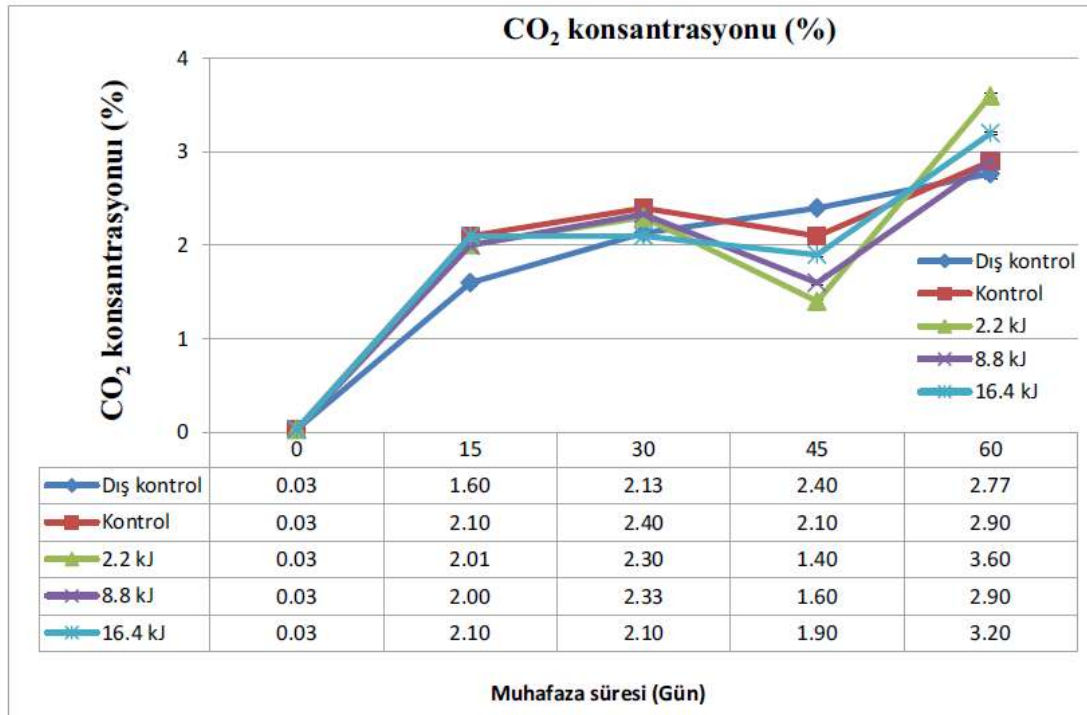
^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

%1.91 ile kontrol grubu brokkolilerde, en düşük CO₂ konsantrasyonu ise %1.77 ile 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanmıştır.

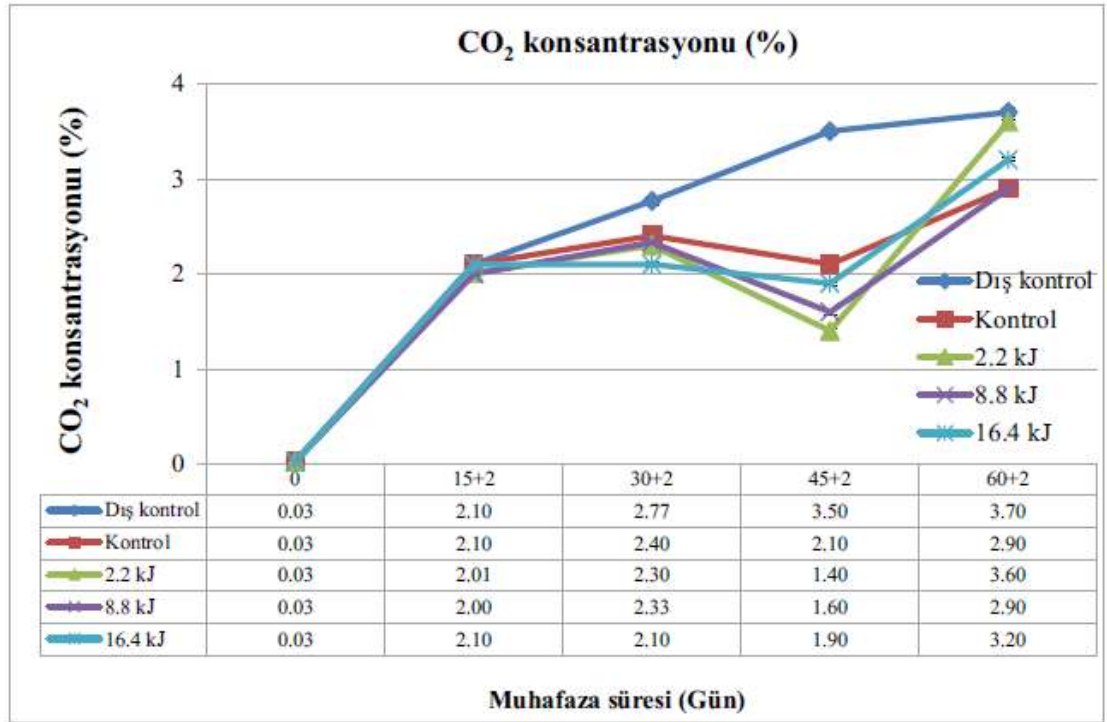
Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin CO₂ konsantrasyonu üzerine etkileri Şekil 4.26'da verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin CO₂ konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde, MAP ortamında depolanan brokkolilerin CO₂ konsantrasyonları depolama boyunca artış göstermiştir. Manav koşullarında bekletmenin başlangıcında brokkolilerin MAP ortamında %0.03 olan CO₂ konsantrasyonu, muhafazanın 30+2. gününde %2.38'e, muhafazanın 60+2. günü sonunda ise %3.26'ya yükselmiştir (Şekil 4.26).

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının CO₂ konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde, muhafaza süresince en yüksek CO₂ konsantrasyonu %2.42 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en düşük CO₂ konsantrasyonu ise %1.77 ile, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanmıştır.



Şekil 4.25. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının CO₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri



Şekil 4.26. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının CO₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri

4.3.6.2. O₂ konsantrasyonu

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanan O₂ konsantrasyonları Şekil 4.27’de verilmiştir.

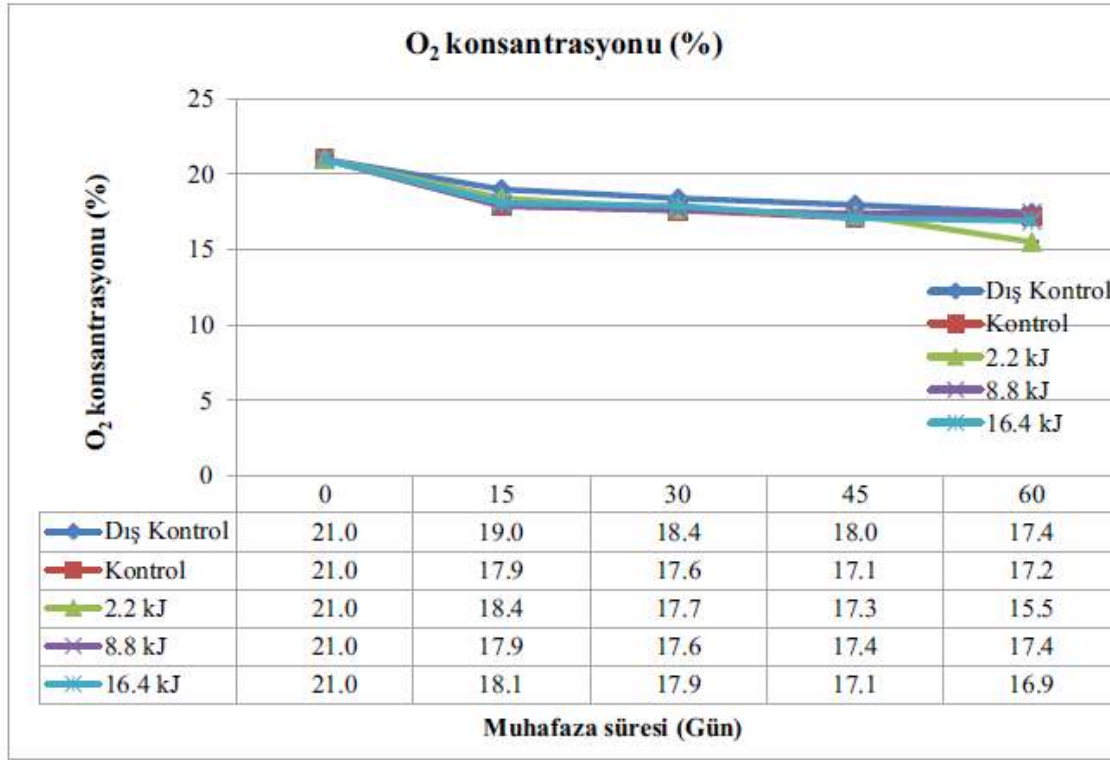
Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin O₂ konsantrasyonları üzerine etkisi incelendiğinde, MAP ortamında depolanan brokkolilerin O₂ konsantrasyonları depolama boyunca azalış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında brokkolilerin MAP ortamında %21 olan O₂ konsantrasyonları, muhafazanın 30. gününde %17.84’e, muhafazanın 60. günü sonunda ise %16.89’a düşmüştür (Şekil 4.27).

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının O₂ konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde, muhafaza süresince en yüksek O₂ konsantrasyonu %18.26 ile 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde, en düşük O₂ konsantrasyonu ise %17.98 ile 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanmıştır.

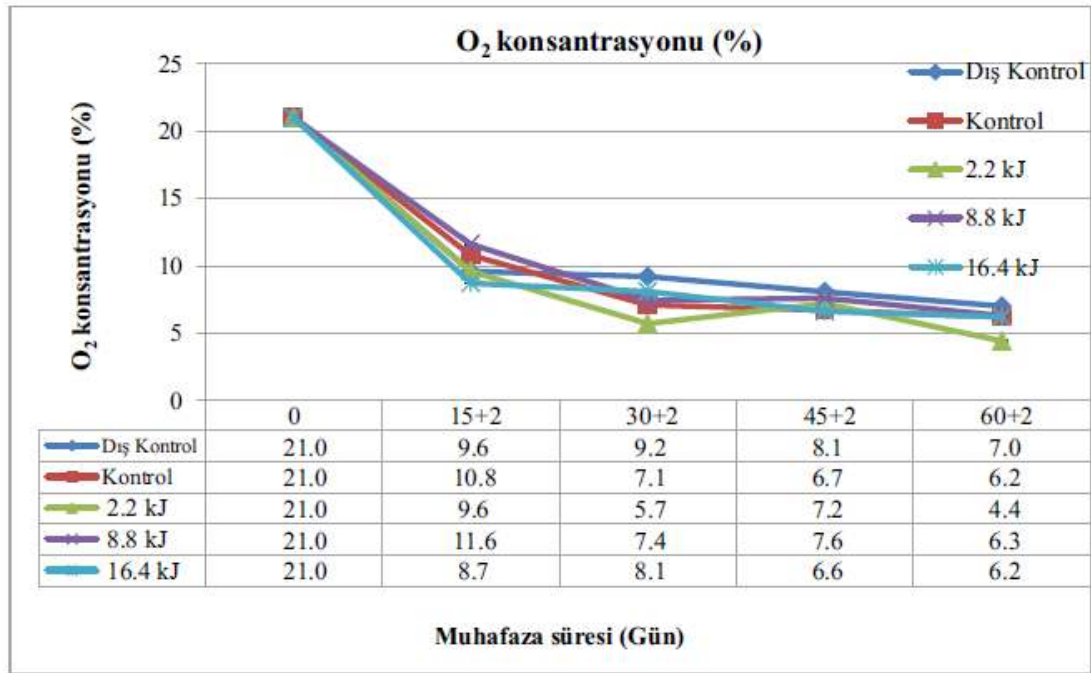
Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin O₂ konsantrasyonu üzerine etkileri Şekil 4.28’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin O₂ konsantrasyonları üzerine etkisi incelendiğinde, MAP ortamında depolanan brokkolilerin O₂ konsantrasyonları depolama boyunca azalış göstermiştir. Manav koşullarında

bekletmenin başlangıcında brokkolilerin MAP ortamında %21 olan O₂ konsantrasyonları, muhafazanın 30+2. gününde %7.50'ye, muhafazanın 60+2. günü sonunda ise %6.02'ye düşmüştür (Şekil 4.28). Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının O₂ konsantrasyonları üzerine etkisi incelendiğinde muhafaza süresince en yüksek O₂ konsantrasyonu %10.97 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en düşük O₂ konsantrasyonu ise % 9.58 ile 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanmıştır.



Şekil 4.27 Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının O₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri



Şekil 4.28. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin MAP ortamında depolanan brokkoli taçlarının O₂ konsantrasyonu (%) üzerine etkileri

Artes vd (2001), Sereano vd (2006), Jia vd (2009), Seefeldt vd (2012), Martínez-Hernández vd (2013) brokkolide yaptıkları çalışmada muhafaza süresince O₂ konsantrasyonunda azalmalar, CO₂ konsantrasyonunda ise artış gözlemlemişlerdir. Makhoul vd (1989), klimakterik bir sebze olan brokkolinin, yaşlanma süresince hızlı bir şekilde solunum yaptığını ve etilen ürettiğini bildirmiştir. Brokkolilerde UV-B ışın uygulamasının bir sonucu olarak azalan stoma sayısı ve stres koşullarında (abiotik stres UV-B) kapanan stoma sayısı solunum hızını yavaşlatmıştır. Solunum hızı düşük olan UV-B uygulanmış brokkoli taçları, kontrol gruplarına göre daha az solunum yapmış ve neticesinde daha az O₂ tüketirken, daha az CO₂ üretmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, araştırmacıların elde ettiği muhafaza süresince azalan O₂ konsantrasyonu, artan CO₂ ile, UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerin kontrol gruplarına göre daha az solunum yapması sonuçları çalışmamızla paralellik göstermiştir.

4.3.7. Toplam kuru madde miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan toplam kuru madde (KM) miktarları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin KM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında %10.90 olan KM miktarı, muhafaza süresince dalgalanmalar göstermiş, 60 gün süren muhafazanın sonunda ise KM miktarı % 8.47’ye kadar düşmüştür.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının KM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek KM

Çizelge 4.22. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının kuru madde miktarı üzerine etkileri (%)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	13.73 a	10.02 d	10.00 d	10.03 d	10.14 d ^y	10.78 A ^z
Kontrol	12.52 b	9.21 f	8.85 f	8.97 f	9.79 de	9.87 B
2.2	10.76 c	8.29 g	8.22 g	8.09 gh	8.03 gh	8.68 C
8.8	9.33 ef	6.78 k	7.33 ij	7.37 ij	7.57 hi	7.68 D
16.4	8.16 g	7.05 i-k	7.12 i-k	7.00 jk	6.79 k	7.23 E
Ort. (Muh. Sür.)	10.90 A	8.27 B	8.31 B	8.29 B	8.47 B	
LSD ₅	UYG: 0.2382		INT: 0.5328		MUH.SÜR.: 0.2382	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.23. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokolilerin kuru madde miktarı üzerine etkileri (%)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	13.73 a	9.98 d	9.89 d	9.02 e-g	9.16 ef ^y	10.35 A ^z
Kontrol	12.52 b	9.21 ef	8.91 f-h	8.88 f-h	8.61 gh	9.63 B
2.2	10.76 c	8.58 h	8.12 i	7.85 jı	7.68 jk	8.60 C
8.8	9.33 e	7.27 kl	7.16 l	7.05 l	6.96 l	7.55 D
16.4	8.16 i	7.02 l	6.53 m	6.02 n	6.16 mn	6.78 E
Ort. (Muh. Sür.)	10.90 A	8.41 B	8.12 C	7.76 D	7.72 D	
LSD ₅	UYG: 0.1828		INT: 0.4087		MUH.SÜR.: 0.1828	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

miktarları %10.78 ve 9.87 ile dış ortamda yetiştirilen ve kontrol grubu brokkolilerde, en düşük KM miktarı ise %7.23 ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin KM miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.23'de verilmiştir. Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin KM miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta %10.12 olan KM miktarı, 60+2. günde azalarak %7.72'ye düşmüştür.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının KM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.23'den görüleceği gibi çalışmada en düşük KM miktarı %6.78 ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en yüksek KM miktarı ise 10.35 ve 9.63 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve kontrol grubu brokkolilerde saptanmıştır.

Zheng vd (2003) kışlık arpada yaptığı çalışmada, UV-B ışın uygulaması ile birlikte arpaların kuru madde birikiminin azaldığını bildirmiştir. Gao vd (2003) pamukta yaptığı çalışmada artan dozlarda UV-B ışın uygulamasının pamuklarda KM'yi azalttığını, UV-B ışın uygulaması ile beraber azalan yaprak alanı, fotosentez aktivitesi, klorofil miktarı bitkinin kuru madde birikimini azaltabileceğini bildirmişlerdir. Peng ve Zhou (2010) soyada yaptıkları çalışmada UV-B ışın uygulamalarının, soyanın kök, gövde ve yapraklarının kuru madde içeriğini azalttığını bildirmiştir. UV-B ışın uygulamaları ve diğer stres koşullarında azalan kuru madde Gitz vd 2005, Januškaitienė ve Mikellionytė 2009, Kumari vd 2009, Sangtarash vd 2009) yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin kuru madde içeriğini azalttığı sonucu çalışmamızla paralellik göstermiştir.

4.3.8. Taç rengi

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerin taç renginde meydana gelen değişimler Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çalışmada, farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin taç rengi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 1 olan taç rengi skala değeri muhafazanın sonunda 1.60 olarak belirlenmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının taç rengi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Denemede, en düşük taç rengi skala değeri 1.00 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde gözlemlenirken, en yüksek skala değerleri ise 1.40 ile 16.4 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkoli taçlarında saptanmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin taç rengi üzerine etkileri Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin taç rengi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 1 olan taç rengi skala değeri, 60+2. günde 1.73'e yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli bitkilerinin ta rengi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.25’den de görüleceği gibi, en düştük ta rengi skala değeri 1.07 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek skala değeri ise 1.40 ile 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan brokkoli gruplarında saptanmıştır.

Li vd (2014) ve Tian vd (1994), brokkolide yaptıkları çalışmalarda, klorofil içerikleri ile ta sararması arasında ters bir ilişki bulmuşlardır. Bu araştırıcılar, UV-B uygulamış brokkoli taçlarının daha erken sararmasını, klorofil içeriklerinin kontrol gruplarına göre daha düşük olması ile açıklamışlardır.

Jia vd (2009), brokkolide yaptığı çalışmada, brokkoli talarında muhafaza süresince meydana gelen sararmaları Rangkadilok vd (2002) yaptıkları skala ya göre değerlendirmiş ve muhafaza süresi ve sıcaklık artıkça sararmaların daha hızlı olduğunu belirlemişlerdir. Yukarıda belirtilen araştırma sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

4.3.9. Meyve tat ve görünüş paneli

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan tat ve görünüş değişimleri izelge 4.26’da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin tat ve görünüşü üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 5 olarak verilen (ok iyi tat ve görünüş) bu değer, 60 gün süren muhafazanın sonunda 4.40’a kadar düşmüştür.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının tat ve görünüşü üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek tat ve görünüş değeri 5.00 olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en düşük tat ve görünüş değerleri ise 4.60 ile 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin tat ve görünüşü üzerine etkileri izelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının taç rengi skala değeri (1-5)* üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00 C^z
Kontrol	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.07 C
2.2	1.00	1.00	1.33	1.67	1.67	1.33 AB
8.8	1.00	1.00	1.33	1.67	2.00	1.40 A
16.4	1.00	1.00	1.33	1.67	2.00	1.40 A
Ort. (Muh. Sür.)	1.00 C	1.00 C	1.20 BC	1.40 AB	1.60 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.2809		INT: Ö.D	MUH.SÜR.: 0.2809		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.25. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının taç rengi üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.07 B^z
Kontrol	1.00	1.00	1.00	1.67	1.67	1.27 B
2.2	1.00	1.00	1.33	1.67	1.67	1.33 AB
8.8	1.00	1.00	1.33	1.67	2.00	1.40 A
16.4	1.00	1.00	1.33	1.67	2.00	1.40 A
Ort. (Muh. Sür.)	1.00 B	1.00 B	1.20 B	1.53 A	1.73 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.2678		INT: Ö.D	MUH.SÜR.: 0.2678		

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

*:Sakala değerleri: **1**: Koyu yeşil, **2**: Açık yeşil, **3**: Sarımsı yeşil, **4**: Yeşilimsi sarı, **5**: Sarı

Çizelge 4.26. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının tat ve görünüş skala değeri (1-5)* üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	5.00 a	5.00 a	5.00 a	5.00 a	5.00 a ^y	5.00 A^z
Kontrol	5.00 a	5.00 a	5.00 a	5.00 a	4.67 ab	4.93 AB
2.2	5.00 a	5.00 a	4.67 ab	4.33 bc	4.33 bc	4.67 BC
8.8	5.00 a	5.00 a	4.67 ab	4.33 bc	4.00 c	4.60 C
16.4	5.00 a	5.00 a	4.67 ab	4.33 bc	4.00 c	4.60 C
Ort. (Muh. Sür.)	5.00 A	5.00 A	4.80 AB	4.60 BC	4.40 C	
LSD_{%5}	UYG: 0.2809		INT: 0.6281	MUH.SÜR.: 0.2809		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

*Sakala değerleri: 5 = Çok iyi, 4 = İyi, 3 = Orta, 2 = Kötü 1 = Çok kötü

Çizelge 4.27. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının tat ve görünüş skala değeri (1-5) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	5.00 a	5.00 a	5.00 a	4.67 ba	4.00 b-d ^y	4.73 A^z
Kontrol	5.00 a	5.00 a	5.00 a	4.33 b-c	3.67 c-e	4.60 AB
2.2	5.00 a	5.00 a	4.33 b-c	3.67 c-e	3.33 ed	4.27 C
8.8	5.00 a	5.00 a	4.00 b-d	4.33 b-c	3.33 ed	4.33 BC
16.4	5.00 a	5.00 a	4.00 b-d	4.33 b-c	3.00 e	4.27 C
Ort. (Muh. Sür.)	5.00 A	5.00 A	4.47 B	4.27 B	3.47 C	
LSD_{%5}	UYG: 0.328		INT: 0.7334	MUH.SÜR.: 0.328		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

*Sakala değerleri: 5 = Çok iyi, 4 = İyi, 3 = Orta, 2 = Kötü 1 = Çok kötü

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin tat ve görünüşü üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Denemenin başlangıcında 5 olan skala değeri, muhafazanın 60+2. gününde 3.47'ye kadar düşmüştür.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının tat ve görünüşü üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.27'den görüleceği gibi çalışmada en yüksek tat ve görünüş skala değeri 4.73 ve 4.60 ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve kontrol grubu brokkolilerde saptanırken, en düşük tat ve görünüş skala değeri ise 4.27 ile 2.2 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B uygulanmış brokkolilerde saptanmıştır.

Meyve tat ve görünüş paneli ile yapılan çalışmalar, taç rengi ile büyük paralellik göstermiştir. Panelistler koyu rengin olduğu renk skala sında 1 değeri verildiği dönemde, tat ve görünüş olarak da yüksek değer vermişlerdir.

4.3.10. Mantarsal nedenli bozulmaların miktarı

Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre saptanan mantarsal nedenli bozulmaların miktarı Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin mantarsal nedenli bozulmalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmamızda muhafazanın 30. gününe kadar hiçbir mantarsal bozulmaya rastlanmamıştır. Mantarsal nedenli bozulma skala değeri 60 gün süren muhafaza sonunda 1.67'ye yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının mantarsal nedenli bozulmalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.28'de görüleceği gibi en düşük mantarsal nedenli bozulma skala değeri 0 olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek mantarsal nedenli bozulma skala değeri ise 1.27 ile 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkoli gruplarında saptanmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin mantarsal nedenli bozulmalar üzerine etkileri Çizelge 4.29'de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin mantarsal nedenli bozulmalar üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Manav koşullarında beklemenin başlangıcında 0 olan mantarsal nedenli bozulma skala değeri, 60+2. günde 2.40'a yükselmiştir. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının mantarsal nedenli bozulmalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.29'da da görüleceği gibi en düşük mantarsal nedenli bozulma skala değeri 0.20 ve 0.27 ile, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkoli gruplarında, en yüksek mantarsal nedenli bozulma skala değeri ise 1.93 ile 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkoli bitkilerinde saptanmıştır.

Ravindran vd (2010), UV-B ışın uygulaması ile bitkilerin savunma mekanizmasının uyarıldığını ve buna bağlı olarak ikincil metabolitler olan flavonoidler ve antosiyaninlerin konsantrasyonlarının arttığını bildirmiştir. Bir çok araştırmacı da bitkilerde savunma sistemin en önemli maddelerinden biri flavonoidlerin, fungal hastalıklara karşı direnci sağlayan en önemli bileşik olduğunu bildirmişlerdir. (Picman

Çizelge 4.28. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının mantarsal nedenli bozulma skala değeri (0-5) üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b ^y	0.00 B^z
Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.33 b	1.67 ab	0.40 AB
2.2	0.00 b	0.00 b	1.33 ab	2.00 ab	3.00 a	1.27 A
8.8	0.00 b	0.00 b	0.67 b	1.33 ab	2.00 ab	0.80 AB
16.4	0.00 b	0.00 b	0.00 b	1.00 ab	1.67 ab	0.53 AB
Ort. (Muh. Sür.)	0.00 B	0.00 B	0.40 B	0.93 AB	1.67 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.984		INT: 2.2003		MUH.SÜR.: 0.984	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Skala değerleri: (Misel kaplı alan/toplam alan) %0-20 = 1, %20-40 = 2, %40-60 = 3, %60-80 = 4, %80-100 = 5

Çizelge 4.29. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin mantarsal nedenli bozulma skala değeri (0-5) üzerine etkileri

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	1.00 cd ^y	0.20 C^z
Kontrol	0.00 d	0.00 d	0.33 d	1.00 cd	4.67 a	1.20 AB
2.2	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	2.67 bc	0.53 BC
8.8	0.00 d	0.00 d	2.67 d	3.33 ab	3.67 ab	1.93 A
16.4	0.00 d	0.00 d	1.33 cd	0.00 d	0.00 d	0.27 C
Ort. (Muh. Sür.)	0.00 C	0.00 C	0.87 B	0.87 B	2.40 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.7669		INT: 1.7148		MUH.SÜR.: 0.7669	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Skala değerleri: (Misel kaplı alan/toplam alan) %0-20 = 1, %20-40 = 2, %40-60 = 3, %60-80 = 4, %80-100 = 5

vd 1995, Feucht vd 1996, Mondolot-Cosson vd 1997, Deloire vd 1998). Demkura ve Ballaré (2012) UV-B ışınlarının *Botrytis cinerea*'ya karşı etkili olduğunu bildirmiştir. Eichholz vd (2012) 'Gijnlim' çeşidi kuşkonmazda, Ravindran ve Indrajith (2009) tıbbi bir bitki olan amlada, Shaukat vd (2013), bir tür baklagil olan siyah gramda, Mewis vd (2012), brokkolide yaptıkları çalışmada UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin flavonoid içeriklerinin arttırdığını bildirmişlerdir.

Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları ise brokkolilerin fungal hastalıklara olan direncini kısmen de olsa arttırmıştır. Dış ortamda yetişen brokkolilerin fungal hastalıklara daha dirençli olması ise içerdiği yüksek karotenoid miktarı ile açıklanabilir. Bazı araştırmacılar ise flavonoidler gibi antosiyaninler ve karotenoidlerin de aynı etkiyi gösterebileceğini bildirmişlerdir (Glassgen vd 1998, Wicklow 1998, Norton 1999). Garcia vd (1997) Kutikula tabakasının kalınlığını ve mumsu tabakanın kompozisyonunu fungal hastalıklara karşı direnç sağlamada en önemli komponentlerden biri olduğunu bildirmiştir. (Fagerberg ve Bornman 2005, Hectors vd 2007). Çalışmamızda elde edilen sonuçlar araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermiştir.

4.3.11. Fizyolojik nedenli bozulmaların miktarı

Her iki deneme yılında da muhafazaya alınan brokkoli taçlarında, muhafaza süresince herhangi bir fizyolojik nedenli bozulmaya rastlanmamıştır.

4.3.12. L-Askorbik asit (C vitamini) miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkolilerde saptanan askorbik asit miktarları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin askorbik asit miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 0.485 g/100 g KM olan askorbik asit miktarı, 30. günde 0.435 g/100 g KM'ye, 60 gün süren muhafaza sonunda ise 0.372 g/100 g KM'ye kadar gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının askorbik asit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek askorbik asit miktarı 0.659 g/100 g KM olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük askorbik asit miktarı ise 0.202 g/100 g KM ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür. UV-B ışın dozları arttıkça, brokkolilerin C vitamini içerikleri artmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin askorbik asit miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin askorbik asit miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 0.485 g/100 g KM olan askorbik asit miktarı, muhafaza süresince sürekli azalarak muhafazanın 60+2. gününde 0.352 g/100 g KM'ye kadar gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının askorbik asit üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek askorbik asit miktarı 0.632 g/100 g KM olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın

Çizelge 4.30. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının L-askorbik asit miktarı üzerine etkileri (g/100 g KM)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	0.218 lm	0.181 mn	0.302 k	0.156 n	0.154 n ^y	0.202 E^z
Kontrol	0.339 jk	0.259 l	0.241 l	0.240 l	0.235 l	0.263 D
2.2	0.552 e	0.445 g	0.421 gh	0.383 h ₁	0.370 ij	0.434 C
8.8	0.602 d	0.627 cd	0.548 e	0.527 ef	0.502 f	0.561 B
16.4	0.715 a	0.673 b	0.661 bc	0.651 bc	0.597 d	0.659 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.485 A	0.437 B	0.435 B	0.391 C	0.372 D	
LSD_{%5}	UYG: 0.0183		INT: 0.041	MUH.SÜR.: 0.0183		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.31. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin L-askorbik asit miktarı üzerine etkileri (g/100 g KM)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	0.218 j	0.214 j	0.163 k	0.166 k	0.168 k ^y	0.186 E^z
Kontrol	0.339 i	0.230 j	0.224 j	0.208 j	0.205 j	0.241 D
2.2	0.552 ef	0.404 h	0.392 h	0.350 i	0.344 i	0.408 C
8.8	0.602 c	0.570 c-e	0.524 f	0.475 g	0.474 g	0.529 B
16.4	0.715 a	0.650 b	0.641 b	0.590 cd	0.567 de	0.632 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.485 A	0.414 B	0.389 C	0.358 D	0.352 D	
LSD_{%5}	UYG: 0.016		INT: 0.0358	MUH.SÜR.: 0.016		

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

uygulanmış brokkolilerde, en düşük askorbik asit miktarı ise 0.186 g/100 g KM ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Gerek muhafaza süresi, gerekse de manav koşullarında artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin C vitamini içeriklerini, kontrole göre arttırmıştır.

Zlatev vd (2012), çimlenme sonrası fasulye örneklerinde ilk 15 günlük periyotta UV-B uygulamasının askorbik asit içeriğini artırdığını, ancak çimlenme sonrası 30 gün geçtikten sonra ise askorbik asit içeriğinin azaldığını rapor etmiştir. Fernández-León vd (2013) brokkolilerde yaptığı çalışmada brokkolilerde muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte C vitaminimiktarında kayıplar gözlemlemiştir. Rybarczyk-Plonska vd (2014) brokkolide yaptıkları çalışmada, manav koşullarında 3 gün süren UV-B ışın uygulamasının brokkolilerin L-askorbik asit miktarını etkilemediğini, fakat 10 gün süren muhafaza süresi sonucunda L-askorbik asit miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Hagen vd (2007) elmada yaptıkları çalışmada ise 10 gün boyunca uyguladıkları UV-B ışın uygulamalarının elmaların L-askorbik asit miktarını artırdığını bildirmiştir. Sereano vd (2006) brokkolide yaptıkları çalışmada, brokkolileri 3 farklı MAP ortamında 1°C sıcaklıkta 28 gün süreyle depolamışlar ve L-askorbik asit miktarında azalmalar gözlemlemiştir. Liu vd (2011) domateste yaptıkları çalışmada, domateslere 4 farklı UV-B ışın uygulamalarının domateslerin L-askorbik asit içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Castagna vd (2013) domateste yaptığı çalışmada ise UV-B ışınlarının L-askorbik asit içeriğini artırdığını bildirmiştir. İki aynı türde farklı iki sonucun alınmasını araştırmacılar, UV-B ışınlarının uygulanış şekli ve çeşitler arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar, değişik araştırmacıların muhafaza süresince L-askorbik asit miktarının azaldığına dair bulgularıyla paralellik göstermekte, buna karşılık UV-B'nin L-askorbik asit miktarını azalttığına dair bulgularla çelişmektedir.

4.3.13. Antioksidan aktivite miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin sahip olduğu antioksidan aktivitesinin bir göstergesi olan IC₅₀ değerleri Çizelge 4.32'de verilmiştir. IC₅₀ değerinin artması antioksidan aktivitenin azaldığı anlamına gelmektedir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin IC₅₀ değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 0.372 mg DM/mg DPPH olan IC₅₀ değeri muhafaza süresince artarak 60 günlük muhafaza periyodunun sonunda 0.489 mg DM/mg DPPH'e kadar yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının IC₅₀ değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının IC₅₀ değerini arttırmıştır. Muhafaza süresince en yüksek IC₅₀ değeri 0.513 mg DM/mg DPPH olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük IC₅₀ değeri ise 0.411 mg DM/mg DPPH ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin IC₅₀ değeri üzerine etkileri Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin IC₅₀ değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 0.372 mg DM/mg DPPH olan IC₅₀ değeri, muhafazanın 60+2. gününde artarak 0.553 mg DM/mg DPPH'e yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının IC₅₀ değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının IC₅₀ değerini arttırmıştır. Muhafaza süresince en yüksek IC₅₀ değeri 0.650 mg DM/mg DPPH olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük IC₅₀ değeri ise 0.381 mg DM/mg DPPH ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

UV-B ışın uygulamasıyla antioksidan aktivitede gözlenen kısmi azalış, brokoli örneklerinde UV-B ışınması kaynaklı reaktif oksijen türlerinin (ROS) artmasına bağlanabilir. UV-B ışın uygulamasıyla ortamda bulunan fenolik ve flavonoid gibi antioksidan maddelerin konsantrasyonu artmasına rağmen, UV-B ile oluşan ROS bileşiklerin, antioksidan bileşiklerin pozitif etkilerini gidermiş olabileceği düşünülmektedir.

Nitekim Zlatev vd (2012), UV-B ışınmasıyla reaktif oksijen türlerinin, bitki hücrelerinde oksidatif hasara neden olduğunu bildirmişlerdir. Avena-Bustillos vd (2012) havuçta, Hagen vd (2007) elmada yaptıkları çalışmada UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin antioksidan aktivitelerini arttırdığını bildirmiştir. Sereano vd (2006) brokkolide yaptıkları çalışmada, muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte antioksidan aktivitesinin azaldığını bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, muhafaza süresince ve UV-B ışın uygulamalarıyla azalan antioksidan aktivite ile paralellik göstermekte, ancak UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin antioksidan aktivitelerini arttırdığına dair bulgularla çelişmektedir.

Çizelge 4.32. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin antioksidan aktivite üzerine etkileri (IC50 değerleri, mg DM/mg DPPH)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	0.314	0.438	0.439	0.433	0.429	0.411 D^z
Kontrol	0.320	0.456	0.474	0.473	0.434	0.432 C
2.2	0.388	0.510	0.510	0.514	0.517	0.488 B
8.8	0.392	0.514	0.517	0.515	0.518	0.491 B
16.4	0.447	0.527	0.519	0.526	0.546	0.513 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.372 B	0.489 A	0.492 A	0.492 A	0.489 A	
LSD _{%5}	UYG: 0.017		INT: Ö.D		MUH.SÜR.: 0.017	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.33. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin antioksidan aktivite üzerine etkileri (IC50 değerleri, mg DM/mg DPPH)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	0.314 n	0.374 m	0.375 m	0.427 h-j	0.417 j-k ^y	0.381 E^z
Kontrol	0.320 n	0.408 j-k	0.423 ij	0.431 h-j	0.446h ₁	0.406 D
2.2	0.388 lm	0.456 gh	0.480 fg	0.505 ef	0.520 e	0.470 C
8.8	0.392 k-m	0.619 d	0.628 d	0.645 cd	0.660 c	0.589 B
16.4	0.447 h ₁	0.645 cd	0.700 b	0.736 a	0.721 ab	0.650 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.372 D	0.500 C	0.521 B	0.549 A	0.553 A	
LSD _{%5}	UYG: 0.0126		INT: 0.0283		MUH.SÜR.: 0.0126	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

4.3.14. Toplam karotenoid miktarı

Farklı UV-B ışın uygulama dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinde saptanan karotenoid miktarları Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin karotenoid miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 3.731 mg β -karoten / 100 g olan karotenoid miktarı, muhafaza süresince sürekli azalmış ve 60 günlük muhafaza periyodunun sonunda 3.060 mg β -karoten / 100 g’a kadar gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının karotenoid miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının karotenoid miktarını azaltmıştır. Muhafaza süresince en yüksek karotenoid miktarı 4.248 mg β -karoten/100 g olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en düşük karotenoid miktarları ise 2.476 ve 2.549 mg β -karoten/100 g ile 16.4 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin karotenoid miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin karotenoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 3.731 mg β -karoten/100 g olan karotenoid miktarı, 60+2. gününde azalarak 3.496 mg β -karoten/100 g’a kadar düşmüştür.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos çeşidi brokkoli taçlarının karotenoid miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.35’den de görüleceği gibi çalışmada, en yüksek karotenoid miktarı 4.529 mg β -karoten/100 g olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en düşük karotenoid miktarı ise 2.570 mg β -karoten/100 g ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Klorofil ve karotenoid parçalanması ile ilgili araştırmamızda elde edilen sonuçlar, değişik bitkiler üzerinde yapılan önceki çalışmaların sonuçları ile uyumludur. UV-B ışınlarının bitkilerin fotosistem II proteinlerinin yapısını bozarak, fotosentezi yavaşlattığı, klorofil ve karatoneidlerin yapısını bozarak da Rubisko aktivitesini düşürdüğü tespit edilmiştir (Sullivan vd 2003, Cicek vd 2012, Surabhi vd 2009, Yu vd 2013). Ravindran vd (2010), bitkilerde bulunan karotenoidlerin UV-B ışınımını soğurarak, klorofillerin foto-oksidatif degradasyonuna karşı bir nevi koruyuculuk

Çizelge 4.34. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri (mg β -karoten/100 g)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	4.872 a	4.500 c	4.379 e	3.760 g	3.726 i ^y	4.248 A^z
Kontrol	4.720 b	4.476 d	4.345 f	3.743 h	3.695 j	4.196 B
2.2	3.683 j	3.645 k	3.622 l	3.339 m	3.310 n	3.520 C
8.8	2.740 o	2.676 p	2.653 q	2.355 s	2.320 t	2.549 D
16.4	2.640 q	2.601 r	2.589 r	2.305 u	2.247 v	2.476 E
Ort. (Muh. Sür.)	3.731 A	3.580 B	3.518 C	3.100 D	3.060 E	
LSD_{%5}	UYG: 0.0062		INT: 0.0138		MUH.SÜR.: 0.0062	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.35. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin toplam karotenoid miktarı üzerine etkileri (mg β -karoten/100 g)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	4.872 a	4.475 c	4.452 d	4.442 ed	4.405 g ^y	4.529 A^z
Kontrol	4.720 b	4.453 d	4.434 e	4.423 f	4.390 h	4.484 B
2.2	3.683 ı	3.613 j	3.601 k	3.586 l	3.567 m	3.610 C
8.8	2.740 n	2.648 o	2.636 p	2.609 q	2.592 r	2.645 D
16.4	2.640 op	2.581 s	2.567 s	2.540 t	2.523 u	2.570 E
Ort. (Muh. Sür.)	3.731 A	3.554 B	3.538 C	3.520 D	3.496 E	
LSD_{%5}	UYG: 0.0055		INT: 0.0123		MUH.SÜR.: 0.0055	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

sağladığını, dolayısıyla karotenoid içeriğinde azalma oluştuğunda klorofil pigmentlerinde de ciddi düşüş gözlemlendiğini bildirmektedir. Cvetković ve Marković'de (2008), uzun süre UV-B ışınmasına maruz kalmanın bitkide karotenoid seviyesini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yao vd (2006) Tataristan karabuğdayında (*Fagopyrum tataricum*) yaptıkları çalışmada artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının buğdayların karotenoid seviyesinde azalmalara yol açtığını bildirmiştir.

4.3.15. Toplam flavonoid miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin flavonoid miktarları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin flavonoid miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında 0.245 mg CE/g KM olan flavonoid miktarı muhafaza süresince azalmış ve 60 günlük muhafaza periyodunun sonunda 0.219 mg CE/g KM'ye kadar gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının flavonoid miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının flavonoid miktarını arttırmıştır. Muhafaza süresince en yüksek flavonoid miktarı 0.244 mg CE/g KM olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük flavonoid miktarı ise 0.214 mg CE/g KM ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin flavonoid miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin flavonoid miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 0.245 mg CE/g KM olan flavonoid miktarı, muhafazanın 60+2. gününde azalarak 0.228 mg CE/g KM'ye kadar azalmıştır. Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos çeşidi brokkoli taçlarının flavonoid miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.37'den de görüleceği gibi çalışmada, en düşük flavonoid miktarı 0.224-0.229 mg CE/g KM olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ve kontrol grubu brokkolilerde, en yüksek flavonoid miktarı ise 0.244 mg CE/g KM 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Ravindran vd (2010), UV-B ışın uygulaması ile bitkinin savunma mekanizmasının uyarıldığını ve buna bağlı olarak ikincil metabolitler olan flavonoidler ve antosiyaninlerin konsantrasyonlarının arttığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalar UV-B ışın uygulamalarının bitkilerde stres mekanizmasını ve diğer fotomorfogenik tepkileri tetiklediğini göstermektedir. Eichholz vd (2012) 'Gijnlim' çeşidi kuşkonmazda yaptıkları çalışmada, kuşkonmazların flavonoid (quercetin-3,4'-O-diglucoside, quercetin-4'-O-monoglucoside, ve quercetin) içeriğinin, Mewis vd (2012) brokkolide yaptıkları çalışmada, brokkolilerin kaempferol, quercetin gibi flavonoid içeriklerinin UV-B ışın uygulamaları ile paralel olarak arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca Ravindran ve Indrajith (2009) tıbbi bir bitki olan amlada (*Phyllanthus amarus* L.), Shaukat vd (2013), bir tür baklagil olan siyah gramda yaptıkları çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının

Çizelge 4.36. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının toplam flavonoid miktarı üzerine etkileri (mg CE/g KM)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	0.234	0.220	0.208	0.202	0.204 ^y	0.214 D^z
Kontrol	0.235	0.232	0.226	0.218	0.202	0.223 C
2.2	0.245	0.239	0.234	0.228	0.226	0.234 B
8.8	0.245	0.244	0.239	0.234	0.231	0.239 AB
16.4	0.266	0.245	0.241	0.235	0.234	0.244 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.245 A	0.236 B	0.230 BC	0.223 CD	0.219 D	
LSD_{%5}	UYG: 0.0068		INT: Ö.D	MUH.SÜR.: 0.0068		

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.37. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin toplam flavonoid miktarı üzerine etkileri (mg CE/g KM)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	0.234	0.220	0.213	0.231	0.219	0.224 D^z
Kontrol	0.235	0.231	0.228	0.227	0.225	0.229 C
2.2	0.245	0.233	0.232	0.232	0.231	0.235 AB
8.8	0.245	0.241	0.236	0.235	0.230	0.237 AB
16.4	0.266	0.244	0.239	0.238	0.233	0.244 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.245 A	0.234 B	0.230 BC	0.232 BC	0.228 C	
LSD_{%5}	UYG: 0.0055		INT: Ö.D	MUH.SÜR.: 0.0055		

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

bitkilerin flavonoid içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Winkler vd (2007) yaptıkları çalışmada, muhafaza süresince brokkolilerin flavonoid içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızdan çıkan sonuçlar, araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

4.3.16. Toplam fenolik madde miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin fenolik madde miktarları Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin fenolik madde miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince dalgalanmalar gösteren fenolik madde miktarı, muhafazanın başlangıcında 2.696 mg GAE/g KM iken, 15. günde 2.735’e kadar yükselmiş daha sonra ise azalarak 60. günde 2.524 mg GAE/g KM’ye kadar gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının fenolik madde miktarını arttırmıştır. Muhafaza süresince en yüksek fenolik madde miktarı 3.699 mg GAE/g KM olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük fenolik madde miktarı ise 1.849 mg GAE/g KM ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin fenolik madde miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin fenolik madde miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 2.696 mg GAE/g KM olan fenolik madde miktarı, muhafazanın 60+2. gününde azalarak 2.607 mg GAE/g KM’ye kadar gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos çeşidi brokkoli taçlarının fenolik madde miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.39’dan da görüleceği gibi çalışmada, en düşük fenolik madde miktarı 1.907 mg GAE/g KM olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek fenolik madde miktarı ise 3.775 mg GAE/g KM ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

UV-B ışın uygulamasına bağlı olarak örneklerin hem toplam fenolik hem de toplam flavonoid içeriği aşamalı olarak artış göstermiştir. Bu artış özellikle 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde daha da belirginleşmiştir.

Ravindran vd (2010), UV-B ışın uygulaması ile bitkinin savunma mekanizmasının uyarıldığını ve buna bağlı olarak ikincil metabolitler olan flavonoidler ve antosiyaninlerin konsantrasyonlarının arttığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalar UV-B ışın uygulamalarının bitkilerde stres koşullarını ve diğer fotomorfogenik faktörleri tetiklediğini göstermektedir. Shaukat vd (2013), bir tür baklagil olan siyah gram’a (*Vigna mungo*) 40 dk süreyle UV-B ışın uygulaması sonunda flavonoid içeriğinin, kontrol grubu örneklerine kıyasla 4 kat arttığını; ayrıca toplam çözünür fenolik maddelerin oluşum hızının UV-B’ye maruz kalma süresiyle ilişkili olduğunu rapor

Çizelge 4.38. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarına ait toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi (mg GAE/g KM)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	1.876	1.881	1.869	1.830	1.787 ^y	1.849 E^z
Kontrol	2.169	2.148	2.167	2.134	1.938	2.111 D
2.2	2.494	2.472	2.415	2.396	2.396	2.434 C
8.8	3.151	3.393	3.022	3.006	2.901	3.095 B
16.4	3.791	3.782	3.690	3.631	3.599	3.699 A
Ort. (Muh. Sür.)	2.696 AB	2.735 A	2.632 BC	2.599 C	2.524 D	
LSD₅	UYG: 0.0722		INT: Ö.D		MUH.SÜR.: 0.0722	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.39. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi (mg GAE/g KM)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	1.876	1.894	1.869	2.018	1.876	1.907 E^z
Kontrol	2.169	2.141	2.137	2.107	2.105	2.132 D
2.2	2.494	2.384	2.382	2.379	2.371	2.402 C
8.8	3.151	3.162	3.060	2.979	2.959	3.062 B
16.4	3.791	3.799	3.790	3.771	3.723	3.775 A
Ort. (Muh. Sür.)	2.696 A	2.676 A	2.648 AB	2.651 AB	2.607 B	
LSD₅	UYG: 0.0586		INT: Ö.D		MUH.SÜR.: 0.0586	

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

etmiştir. UV-B ışın uygulamasına bağlı olarak antosiyanin ve flavonoid gibi fenolik bileşiklerin sentezi *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. fidelerinde de gözlenmiştir. Yüksek seviyede UV-B toleransına sahip *Arabidopsis* mutantının izolasyonu flavonoidlerin UV-B'ye karşı korumada rolünü ortaya koymuştur (Bieza ve Lois 2001). Eichholz vd (2011) maviyemişte, Avena-Bustillos vd (2012), havuçta yaptıkları çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının, ürünlerin fenolik bileşiklerini arttırdığını tespit etmişlerdir. Du vd (2014) yaptıkları çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının bazı minimal işlem görmüş ya da görmemiş ürünlerin fenolik içeriklerinin artırılmasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

4.3.17. Klorofil miktarı

4.3.17.1. Klorofil a miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin klorofil a miktarları Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin klorofil a miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince azalan klorofil a miktarı, muhafazanın başlangıcında 6.95 mg/g iken, 60. günde 6.28 mg/g olmuştur.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının klorofil a miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının klorofil a miktarını azaltmıştır. Muhafaza süresince en düşük klorofil a miktarı 2.92 mg/g olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en yüksek klorofil a miktarı ise 9.76 mg/g ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin klorofil a miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin klorofil a miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 6.95 mg/g olan klorofil a miktarı, muhafazanın 60+2. gününde azalarak 6.32 mg/g'a gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos çeşidi brokkoli taçlarının klorofil a miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.41'den de görüleceği gibi çalışmada, en düşük klorofil a miktarı 2.88 mg/g olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en yüksek klorofil a miktarı ise 9.75 mg/g ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

4.3.17.2 Klorofil b miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin klorofil b miktarları Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin klorofil b miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince azalan klorofil b miktarı, muhafazanın başlangıcında 4.985 mg/g iken, 60. günde 5.921 mg/g olmuştur.

Çizelge 4.40. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarına ait klorofil a miktarı üzerine etkileri (mg/g)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	10.26 a	9.83 c	9.67 de	9.59 ef	9.43 g ^y	9.76 A^z
Kontrol	9.97 b	9.70 d	9.56 f	9.40 gh	9.35 h	9.60 B
2.2	7.50 ı	7.33 j	7.22 k	7.04 l	6.90 m	7.20 C
8.8	3.79 n	3.57 o	3.41 p	3.24 q	3.12 r	3.43 D
16.4	3.26 q	3.03 s	2.94 t	2.77 u	2.61 v	2.92 E
Ort. (Muh. Sür.)	6.95 A	6.69 B	6.56 C	6.41 D	6.28 E	
LSD_{%5}	UYG: 0.0334		INT: 0.0748		MUH.SÜR.: 0.0334	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.41. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının klorofil a miktarları (mg/g)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	10.26 a	9.77 c	9.70 cd	9.52 ef	9.48 fg ^y	9.75 A^z
Kontrol	9.97 b	9.67 d	9.58 e	9.43 gh	9.37 h	9.60 B
2.2	7.50 ı	7.26 j	7.04 k	6.94 l	6.88 l	7.12 C
8.8	3.80 m	3.44 n	3.29 o	3.27 o	3.19 p	3.40 D
16.4	3.26 op	2.96 q	2.75 r	2.73 r	2.69 r	2.88 E
Ort. (Muh. Sür.)	6.96 A	6.62 B	6.47 C	6.38 D	6.32 E	
LSD_{%5}	UYG: 0.0332		INT: 0.0742		MUH.SÜR.: 0.0332	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.42. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarına ait klorofil b miktarı üzerine etkileri (mg/g)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15	30	45	60	
Dış Kontrol	7.232 g	8.349 d-c	8.392 b-e	8.579 a-c	8.775 a	8.265 A
Kontrol	7.816 f	8.155 e	8.259 de	8.510 a-d	8.625 ab	8.273 A
2.2	4.885 j	5.029 ij	5.261 ı	5.551 h	5.708 h	5.287 B
8.8	2.799 no	2.884 m-o	3.035 l-n	3.262 kl	3.366 k	3.069 C
16.4	2.193 q	2.446 qp	2.686 op	2.952 m-o	3.133 k-m	2.682 D
Ort. (Muh. Sür.)	4.985 E	5.372 D	5.526 C	5.771 B	5.921 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.1204		INT: 0.2692		MUH.SÜR.: 0.1204	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.43. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının klorofil b miktarları (mg / g)

Uygulama Dozları (kJ/m ² /gün)	Muhafaza süresi (gün)					Ort.
	0	15+2	30+2	45+2	60+2	
Dış Kontrol	7.232 f	8.450 cd	8.582 b-d	8.786 ab	8.819 a ^y	8.374 A^z
Kontrol	7.816 e	8.309 d	8.411 cd	8.531 b-d	8.633 a-c	8.340 A
2.2	4.885 ı	5.206 h	5.238 gh	5.394 gh	5.488 g	5.242 B
8.8	2.799 mn	3.003 km	3.109 j-l	3.223 jk	3.341 j	3.095 C
16.4	2.193 o	2.601 n	2.738 mn	2.861 l-n	2.970 km	2.673 D
Ort. (Muh. Sür.)	4.985 C	5.514 B	5.615 B	5.759 A	5.850 A	
LSD_{%5}	UYG: 0.1198		INT: 0.2679		MUH.SÜR.: 0.1198	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının klorofil b miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının klorofil b miktarını azaltmıştır. Muhafaza süresince en düşük klorofil b miktarı 2.682 mg/g olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en yüksek klorofil b miktarı ise 8.265 mg/g ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin klorofil b miktarı üzerine etkileri izelge 4.43’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin klorofil b miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 4.985 mg/g olan klorofil b miktarı, muhafazanın 60+2. gününde artarak 5.850 mg/g’a kadar artmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos eşidi brokkoli taçlarının klorofil b miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.43’den de görüleceği gibi çalışmada, en düşük klorofil b miktarı 2.673 mg/g olup, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en yüksek klorofil b miktarı ise 8.374 mg/g ile dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde ölçülmüştür.

Hasat sonrası yaşlanmaya bağlı olarak brokkoli örneklerinde, klorofil parçalanması sonucu yeşil rengin kaybolduğu ve brokkoli taçlarının sarımsı renge büründüğü bildirilmiştir (Yamauchi ve Watada 1998). Diğer taraftan, UV-B ışın uygulamasıyla da klorofil a ve b miktarlarında önemli oranda azalmalar olduğu ve bunun da bitkinin UV-B ışın uygulaması sonucu yaşlanmasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Hoffman 1999, Skorska 2000, Ravindran vd 2008, Shaukat vd 2013). Jansen vd (1998) UV-B ışınları konusunda yaptėı çalışmada, UV-B ışınlarının bitkilerin klorofil içeriğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Kakani vd (2003) UV-B ışınları konusunda yaptıkları derlemede, 35 farklı bitki türünde yapılan 129 çalışmada, artan dozlarda UV-B ışın uygulamalarının bitkilerin klorofil içeriğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Ravindran ve Indrajith (2009) amlada yaptėı çalışmada, Yao vd (2006) Tataristan karabuğdayında, artan dozlarda UV-B ışınlarının, Serrano vd (2006), Mewis vd (2012), Fernndez-Len vd (2013) brokkolide artan muhafaza sürelerinin bitkilerin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, yukarıda isimleri verilen araştırmacıların elde ettiği bulgular ile paralellik göstermiştir.

4.3.18. Glukosinolat (sinigrin ve glukotropaeolin) miktarı

4.3.18.1. Sinigrin miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin sinigrin miktarları izelge 4.44’de verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin sinigrin miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince dalgalanmalar gösteren sinigrin miktarı, muhafazanın başlangıcında 8.686 mg/g iken, 30. günde 14.188 mg/g’a kadar yükselmiş daha sonra ise azalarak 60. günde 10.230 mg/g dşmiştr.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının sinigrin miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının sinigrin miktarını arttırmıştır. Muhafaza süresince en düşük sinigrin miktarı 5.379 mg/g olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek sinigrin miktarı ise 15.178 mg/g ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin sinigrin miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin sinigrin miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 8.686 mg/g olan sinigrin miktarı, 15. güne kadar bir artış göstermiş ve 11.777 mg/g’a yükselmiş, daha sonra ise muhafazanın 60+2. gününde azalarak 10.285 mg/g’a gerilemiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos çeşidi brokkoli taçlarının sinigrin miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.45’den de görüleceğı gibi çalışmada, en düşük sinigrin miktarı 5.745 mg/g olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek sinigrin miktarı ise 14.423 ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

4.3.19.2. Glukotropaeolin miktarı

Farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerine göre brokkoli örneklerinin glukotropaeolin miktarları Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Farklı muhafaza sürelerinin brokkolilerin glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince artış gösteren glukotropaeolin miktarı, muhafazanın başlangıcında 0.468 mg/g iken, 30. günde 1.003 mg/g ve 60. günde 1.482 mg/g’a kadar yükselmiştir.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos brokkoli taçlarının glukotropaeolin miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkoli taçlarının glukotropaeolin miktarını kontrol grubuna göre arttırmıştır. Muhafaza süresince en düşük glukotropaeolin miktarı 0.738 mg/g olup, dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek glukotropaeolin miktarları ise 1.138 ve 1.148 mg/g ile 16.4 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Manav koşullarında bekletme süresince Naxos brokkoli çeşidinde farklı UV-B ışın dozları ve muhafaza sürelerinin brokkolilerin glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Manav koşullarında bekletme sürelerinin brokkolilerin glukotropaeolin miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, başlangıçta 0.468 mg/g olan glukotropaeolin miktarı muhafaza süresince

Çizelge 4.44. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarına ait sinigrin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	3.103 n	4.255 m	7.924 k	6.119 l	5.494 l ^y	5.379 D^z
Kontrol	7.853 k	9.665 h ₁	14.433 d	12.909 e	9.911 h ₁	10.954 C
2.2	9.172 i _j	11.741 f	14.933 cd	8.405 jk	11.119 fg	11.074 C
8.8	10.481 gh	16.883 b	17.844 b	11.674 f	11.333	13.643 B
16.4	12.821 e	14.796	15.809 c	19.172 a	13.294 e	15.178 A
Ort. (Muh. Sür.)	8.686 D	11.468 B	14.188 A	11.656 B	10.230 C	
LSD _{%5}	UYG: 0.468		INT: 1.0464		MUH.SÜR.: 0.468	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.45. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının sinigrin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	3.103 j	4.721 i	8.591 gf	6.419 h	5.894 h ₁ ^y	5.745 D^z
Kontrol	7.853 g	10.702 c	10.705 c	10.118 c-e	10.570 c	9.990 C
2.2	9.172 d-f	12.422 b	15.657 a	9.106 e-g	12.743 b	11.820 B
8.8	10.481 c	15.848 a	5.119 i	10.433 cd	9.173 d-f	10.211 C
16.4	12.821 b	15.191 a	15.902 a	15.154 a	13.045 b	14.423 A
Ort. (Muh. Sür.)	8.686 D	11.777 A	11.195 B	10.246 C	10.285 C	
LSD _{%5}	UYG: 0.5754		INT: 1.2867		MUH.SÜR.: 0.5754	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.46. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarına ait glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15	30	45	60	Ort.
Dış Kontrol	0.137 l	0.472	0.749 j	0.991 h	1.341 de ^y	0.738 D^z
Kontrol	0.543 k	0.911 g ₁	0.965 h	1.260 ef	1.280 ef	0.992 C
2.2	0.553 k	0.856 i	1.084 g	1.211 f	1.641 a	1.069 B
8.8	0.557 k	1.212 f	1.109 g	1.382 cd	1.482 b	1.148 A
16.4	0.551 k	0.916	1.109 g	1.447 bc	1.666 a	1.138 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.468 E	0.873 D	1.003 C	1.258 B	1.482 A	
LSD _{%5}	UYG: 0.0406		INT: 0.0908		MUH.SÜR.: 0.0406	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Çizelge 4.47. Manav koşullarında bekletme süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları ve muhafaza sürelerinin brokkoli taçlarının ait glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri (mg/g KM)

Uygulama	Muhafaza süresi (gün)					
Dozları (kJ/m ² /gün)	0	15+2	30+2	45+2	60+2	Ort.
Dış Kontrol	0.137 m	0.739 k	0.949 j	1.393 gh	1.708 ef ^y	0.985 D^z
Kontrol	0.543 l	1.552 fg	1.321 h ₁	1.766 de	1.597 ef	1.356 C
2.2	0.420 l	1.347 h ₁	1.260 h ₁	2.098 c	2.109 c	1.447 B
8.8	0.557 kl	1.760 de	1.176 i	1.910 d	1.932 cd	1.467 B
16.4	0.551 l	1.703 ef	1.756 de	2.722 a	2.360 b	1.818 A
Ort. (Muh. Sür.)	0.442 D	1.420 B	1.293 C	1.978 A	1.941 A	
LSD _{%5}	UYG: 0.0827		INT: 0.1848		MUH.SÜR.: 0.0827	

^y: LSD testine göre farklı harflerle gösterilen interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

^z:LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

dalgalanmalar göstermiş fakat muhafazanın 60+2. gününde artarak 1.941 mg/g'a ulaşmıştır.

Farklı UV-B ışın dozlarının Naxos çeşidi brokkoli taçlarının glukotropaeolin miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.47'den de görüleceği gibi çalışmada, en düşük glukotropaeolin miktarları 0.985 mg/g olup, kontrol grubu brokkolilerde, en yüksek glukotropaeolin miktarı ise 1.818 mg/g ile 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde ölçülmüştür.

Mewis vd (2012), brokkoli filizleri üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, UV-B ışımasına maruz bırakılan örneklerin hiç ışına uygulanmamış örneklerle kıyasla, alifatik glukosinolat (sinigrin gibi) içeriğinin iki kat arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu artışın brokkoli filizlerinde yeni sentezlenen glukosinolatlardan mı yoksa bitkinin köklerinden toprak üstü yapıya yer değiştiren glukosinolatlardan mı kaynaklandığının belirsiz olduğuna dikkat çekmektedirler. Araştırmacılar, ayrıca UV-B ışımasının bitkide glukosinolat parçalanmasını yavaşlatabileceğini ve bu yavaşlamanın UV-B ışın dozuyla ters orantılı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bitkilerin, bir abiotik stres olan UV-B ışınlarına maruz kaldıklarında savunma mekanizmalarını güçlendirdiğini ve yapısında glukosinolatların miktarının arttığını bildirmiştir (Jansen vd 1998, Schreiner vd 2009, Mewis vd 2011, Mewis vd 2012). Nadeau vd (2012) diğer bir abiotik stres olan UV-C'nin brokkoli taçlarının 4-methoxy-indol-3ylmethyl glukosinolat, 4-hydroxy-indol-3ylmethyl glukosinolat 4-methylsulfinylbutyl (glucoraphanin) içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Schreiner vd (2014) UV-B ışın uygulamalarının brokkoli, farekulağı teresi (*Arabidopsis thaliana*), latin çiçeğinin (*Tropaeolum majus*) aliphatic methylsulfinylalkyl glukosinolat ve indole 4-methoxy-indol-3ylmethyl glukosinolat içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Rangkadilok vd (2002) brokkolide yaptıkları çalışmada, brokkolilerin glucoraphanin konsantrasyonunun muhafaza süresince azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, çalışmamızla paralellik göstermiştir.

5. SONUÇ

Çalışmada, artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin gövde çapını arttırmıştır. En küçük gövde çapı kontrol grubu brokkolilerde, en büyük gövde çapı ise 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkolilerde saptanmıştır.

Yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokkolilerin yapraktaki klorofil miktarını azaltmıştır. Kontrol grubu brokkolilerin yapraktaki klorofil miktarı, 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerin yapraktaki klorofil miktarından yüksek bulunmuştur.

UV-B ışın dozu arttıkça brokkolilerin bitki boylarında azalmalar meydana gelmiştir. Çalışmada, en uzun bitki kontrol grubu brokkolilerde, en kısa bitki boyu ise 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde tespit edilmiştir.

UV-B ışın dozu arttıkça brokkolilerin yaprak kalınlıkları da artmıştır. 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerin yaprak kalınlığı, kontrol grubundan daha kalın bulunmuştur.

UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkolilerde uygulama dozu arttıkça brokkolilerin verimlerinde azalmalar meydana gelmiştir. En yüksek verim kontrol grubu brokkolilerde, en düşük verim ise 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkolilerde saptanmıştır.

UV-B ışın dozu arttıkça brokkolilerin taç çapında azalmalar meydana gelmiştir. Çalışmada, en büyük taç çapı kontrol grubu brokkolilerde, en küçük taç çapı ise 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde tespit edilmiştir.

Yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulaması yapıldıktan sonra modifiye atmosfer ortamında 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde depolanan 'Naxos' F1 brokkoli çeşidine ait başların muhafaza periyodu süresince ağırlık kayıplarında artışlar saptanmıştır. Çalışmada, muhafaza periyodu süresince en yüksek ağırlık kaybı kontrol grubu brokkolilerde saptanmıştır. Ağırlık kaybı bakımından UV-B ışın uygulamaları, kontrole göre farklı bulunmuş ancak UV-B ışın uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır.

Soğukta muhafaza sonrası 20°C sıcaklıkta manav koşulu olarak belirlenen bir ortamda 2 gün süreyle bekletilen brokkolilerde ağırlık kaybı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Parlaklığı ifade eden L^* değeri muhafaza süresince artış göstermiştir. Muhafaza sonunda en düşük L^* değeri kontrol grubu brokkolilerde saptanırken, en yüksek L^* değeri 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerde tespit edilmiştir. Dış ortamda yetiştirilen brokkolilerin L^* değeri sera içerisindeki tüm brokkolilerden yüksek bulunmuştur.

Manav koşullarında ise soğukta muhafazaya benzer şekilde en düşük L^* değeri dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerinde, en yüksek L^* değeri ise 16.4

$\text{kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulamasında tespit edilmiş ve bu uygulamayı $8.8 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulaması izlemiştir.

Farklı dozlarda UV-B ışını uygulanmış ve soğukta muhafazaya alınmış brokkolilerin h° değeri, muhafaza periyodu süresince azalmıştır. En yüksek h° değeri kontrol grubunda saptanmıştır. En düşük h° değeri ise dış ortamda yetiştirilen brokkoli gruplarında tespit edilmiştir. UV-B ışın uygulamaları ise kontrole göre farklı bulunmuş, UV-B ışın uygulamaları arttıkça brokkolilerin h° değeri azalmıştır.

Manav koşullarında bekletme süresince soğukta muhafazaya benzer şekilde muhafaza sonuna doğru brokoli taçlarının h° değerleri azalmıştır. En yüksek h° değeri $2.2 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulaması yapılan brokkolilerde saptanırken, en düşük h° değerine ise dış ortamda yetiştirilen brokkoli gruplarında ve $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Meyvelerin canlılığı ve donukluğunu ifade eden C^* değeri muhafaza süresince artmıştır. Yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları soğukta muhafaza süresince brokkolilerin C^* değerlerini artmıştır. Çalışmada, en düşük C^* değeri kontrol grubunda, en yüksek C^* değeri ise 2.2 ve $8.8 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ uygulaması yapılan brokkolilerde saptanmıştır. Dış ortamda yetiştirilen brokkolilerin C^* değeri ise seradaki uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları yapılarak yetiştirilen brokkolilerin muhafaza süresince SÇKM miktarlarında azalmalar saptanırken, 60. günde, 45. güne nazaran bir miktar artış tespit edilmiştir. Muhafaza süresince en yüksek SÇKM miktarı kontrol uygulamasında, en düşük SÇKM miktarı ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ uygulamaları yapılan brokkolilerde tespit edilmiştir. Manav koşullarında bekletme süresince en yüksek SÇKM miktarı kontrol grubunda saptanırken, en düşük SÇKM miktarı ise 8.8 ve $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulaması yapılan brokkoli gruplarında tespit edilmiştir. Dış ortamda yetiştirilen brokkolilerin SÇKM miktarı, UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerden daha az bulunmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre, brokolilerin TEA miktarları muhafaza süresince azalmıştır. Çalışmada, muhafaza periyodu süresince en az TEA kaybı kontrol grubunda, en fazla kayıp ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulanmış brokkolilerde tespit edilmiştir. Değişik süreler soğukta muhafaza sonrası manav koşullarında bekletilen brokkolilerin TEA miktarları soğukta muhafazaya benzer şekilde azalma göstermiştir. TEA miktarında manav koşullarında en az kayıp kontrol grubunda, en yüksek kayıp ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulamasında tespit edilmiştir. Dış ortamda yetiştirilen brokkolilerin TEA miktarı, serada yetiştirilen tüm brokkoli gruplarından daha az bulunmuştur.

Brokkoli taçlarının pH miktarı muhafaza süresince artış göstermiştir. Uygulamalar arasında ise en yüksek pH $2.2 \text{ kJ/m}^2/\text{g}^{\text{}}\text{UV-B}$ ışın uygulamasında, en düşük pH ise dış ortamda yetiştirilen brokkoli gruplarında tespit edilmiştir. pH miktarı bakımından, değişik süreler soğukta muhafaza sonrası manav koşullarında 2 gün süreyle bekletilen brokkolilerde en düşük pH kontrol ve dış ortamda yetiştirilen kontrol brokkolilerde, en yüksek pH ise UV-B ışın uygulaması yapılmış brokkoli gruplarında

tespit edilmiştir. UV-B ışın uygulamaları arasında istatistiki yönden bir fark bulunamamıştır.

MAP ortamında depolanan brokkolilerin muhafaza süresi ve manav koşullarında CO₂ konsantrasyonu artmış, O₂ konsantrasyonu ise azalmıştır. Muhafaza süresince en yüksek CO₂ konsantrasyonu kontrol grubu brokkolilerde, en düşük CO₂ konsantrasyonu ise 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanmıştır. Manav koşullarında ise en yüksek CO₂ konsantrasyonu dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde, en düşük CO₂ konsantrasyonu ise, 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde saptanmıştır. Muhafaza süresince en yüksek O₂ konsantrasyonu 8,8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde, en düşük O₂ konsantrasyonu ise 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış ve MAP ortamında depolanan brokkolilerde saptanmıştır. Manav koşullarında, en yüksek O₂ konsantrasyonu dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en düşük O₂ konsantrasyonu ise 2.2 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde tespit edilmiştir.

Brokkoli taçlarının kuru madde miktarı muhafaza süresince azalma göstermiştir. Uygulamalar arasında ise en yüksek kuru madde kontrol grubunda, en düşük kuru madde ise 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir. Kuru madde miktarı bakımından, değişik süreler soğukta muhafaza sonrası manav koşullarında 2 gün süreyle bekletilen brokkolilerde de soğukta muhafazaya benzer sonuçlar alınmıştır. Hem manav hem de muhafaza koşullarında, dış ortamda yetiştirilen kontrol brokkolilerin kuru maddesi serada yetiştirilen brokkolilerin kuru maddesinden yüksek bulunmuştur.

Çalışmada, muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak taçlarda renk değişimi meydana gelmiştir. Diğer yandan, muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak taçlarda renk bozulmalarının miktarı da artmıştır. Taç rengine en az değişim kontrol grubu ve dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde meydana gelmiştir. Taç rengi bakımından UV-B ışın uygulamaları, kontrol grubuna göre farklı bulunurken, 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık oluşmamıştır. Taç rengineki değişim bakımından manav koşullarında en az renk değişimi soğukta muhafazada olduğu gibi kontrol grubu ve dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde olmuştur. Taç rengi bakımından UV-B ışın uygulamaları kontrole göre farklı bulunurken, UV-B ışın uygulamaları arasında en yüksek renk kaybı 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında belirlenmiştir.

Çalışmada, taç renk değerine benzer şekilde taç görünüşü ve tat muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak bozulmalar meydana gelmiştir. Brokkoli taçlarında en iyi tat ve görünüş dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde saptanmıştır. Kontrol grubu brokolileriyle, UV-B ışın uygulanmış brokkoliler arasında fark bulunurken, en kötü tat ve görünüş 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanmış brokkolilerde tespit edilmiştir. Taç rengi görünüşü ve tadı bakımından manav koşullarında da soğukta muhafazaya benzer şekilde muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak tat ve görünüş kaybı meydana gelmiştir. Manav koşullarında en kötü tat ve görünüş 16.4 ve 8.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamalarında, en iyi tat ve görünüş ise dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde tespit edilmiştir.

Çalışmamızda, gerek soğukta muhafaza gerekse manav koşullarında bekletme süresince brokoli başlarında mantarsal nedenli bozulmaların miktarı artmıştır. Soğukta muhafaza süresince mantarsal nedenli bozulmalar bakımından en düşük mantarsal bozulma skala değeri dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerinde, en yüksek mantarsal bozulma skala değeri ise $2.2 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulanmış brokkoli gruplarında saptanmıştır. Manav koşullarında bekletme süresince en yüksek mantarsal nedenli bozulma $8.8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerde, en düşük bozulma ise dış ortamda yetiştirilen brokkoli gruplarında ve $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerde meydana gelmiştir.

Yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları brokolilerin besin elementi miktarlarını etkilemiştir. Stres koşulları altında yetiştirilen bitkilerde olduğu gibi artan dozlarda UV-B ışın uygulamaları da brokkolilerin kükürt ve sodyum miktarını artırmıştır. Çalışmamızda incelenen diğer besin elementlerinden fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan, demir, bakır ve çinkonun miktarları ise yetiştiricilik sırasında uygulanan UV-B ışınlarından etkilenmiş ve miktarlarında azalmalar belirlenmiştir.

L-askorbik asit miktarı gerek muhafaza süresince, gerekse de manav koşullarında azalış göstermiştir. Uygulamalar arasında en düşük L-askorbik asit miktarı dış ortamda yetiştirilen dış ortamda yetiştirilen brokkolilerde, en yüksek L-askorbik asit miktarı ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamalarında tespit edilmiştir. L-askorbik asit miktarı manav koşullarında soğukta muhafazaya benzerlik göstermiştir. Kontrol grubu brokkolileri, sera içerisinde yetiştirilen brokkoliler arasında hem soğukta muhafaza hem de manav koşullarında en düşük L-askorbik asit değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

UV-B uygulamaları brokkolilerin antioksidan aktivitesini kontrol grubuna göre azalmıştır. Muhafaza süresince antioksidan aktivitesi azalmıştır. Uygulamalar karşılaştırıldığında en düşük antioksidan aktivite $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında tespit edilirken, en yüksek antioksidan aktivitesi ise dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerinde saptanmıştır. Benzer sonuçlar manav koşullarında bekletilen brokkolilerde de tespit edilmiştir. Kontrol grubu brokkolileri, sera içerisinde yetiştirilen brokkoliler arasında hem soğukta muhafaza hem de manav koşullarında en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları yapılan brokkolilerde toplam karotenoid miktarları soğukta muhafaza ve manav koşullarında bekletme süresince azalmıştır. Uygulamalar arasında ise en yüksek toplam karotenoid miktarı dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde ve kontrol grubunda, en düşük toplam karotenoid miktarı ise 8.8 ve $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamalarında tespit edilmiştir. Toplam karotenoid miktarı bakımından manav koşullarında bekletme süresince soğukta muhafazaya benzer sonuçlar alınmıştır.

Çalışmada, soğukta muhafaza süresince ve soğukta muhafaza sonrası manav koşullarında bekletme süresince brokkolilerin toplam flavonoid miktarları azalmıştır. En yüksek flavonoid miktarı $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında, en düşük flavonoid miktarı ise dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerinde tespit edilmiştir. Toplam flavonoid miktarı bakımından manav koşullarında bekletme süresince en düşük değer dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde ve kontrol grubunda saptanırken, en yüksek toplam flavonoid ise soğukta muhafazaya benzer şekilde $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B uygulamasında tespit edilmiştir.

Yetiştiricilik süresince farklı dozlarda UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerin fenolik madde miktarları muhafaza süresinin ilk 15 gününde artmış daha sonraki muhafaza döneminde ise azalmıştır. Fenolik madde miktarı bakımından değişik uygulamalar karşılaştırıldığında ise, en yüksek toplam fenolik madde miktarı $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B uygulamasında, en düşük fenolik madde miktarı ise dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde tespit edilmiştir. Fenolik madde miktarı bakımından manav koşullarında bekletme süresince soğukta muhafazaya benzer sonuçlar alınmıştır.

Yetiştiricilik sırasında farklı dozlarda UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerin klorofil a miktarı muhafaza süresince azalmıştır. Klorofil a miktarı bakımından uygulamalar arasında ise en yüksek klorofil a miktarı dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde, en düşük klorofil a miktarı ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamalarında tespit edilmiştir. Klorofil a miktarı bakımından manav koşullarında bekletme süresince soğukta muhafazaya benzer sonuçlar alınmıştır.

Klorofil a ya zıt şekilde brokkolilerin klorofil b miktarları, soğukta muhafaza süresince ve manav koşullarında bekletme süresince artmıştır. Çalışmada, yetiştiricilik sırasında UV-B ışın dozu artışı klorofil b miktarını da azaltmıştır. En yüksek klorofil b miktarı dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde ve kontrol grubunda, en düşük klorofil b miktarı ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir. Manav koşullarında ise en yüksek klorofil b miktarı dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde ve kontrol grubunda, en düşük klorofil b miktarı ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamalarında tespit edilmiştir.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulaması yapılan brokkolilerin sinigrin miktarları muhafaza süresince dalgalanma göstermiştir. Ancak muhafaza sonunda sinigrin miktarı muhafaza başlangıcına göre bir miktar artmıştır. Sinigrin miktarı bakımından uygulamalar karşılaştırıldığında, çalışmada en yüksek sinigrin miktarı $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamış brokkolilerde, en düşük sinigrin miktarı ise dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde tespit edilmiştir. Manav koşullarında bekletme süresince en düşük sinigrin miktarı kontrol grubunda, en yüksek sinigrin miktarı ise $16.4 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamalarında tespit edilmiştir.

Bir başka glukosinolat bileşici olan glukotropaeolin miktarı ise muhafaza süresince artmıştır. Glukotropaeolin miktarı bakımından uygulamalar karşılaştırıldığında, çalışmada en yüksek sinigrin miktarı arasında istatistiksel olarak fark bulunmayan 8.8 ve 16.4 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamış brokkolilerde, en düşük sinigrin miktarı ise dış ortamda yetiştirilen kontrol grubu brokkolilerde tespit edilmiştir. Manav koşullarında bekletme süresince en yüksek glukotropaeolin miktarı 16.4 kJ/m²/gün ışın uygulamasında, en düşük glukotropaeolin miktarı ise kontrol grubu brokkolilerde tespit edilmiştir.

Dünya genelindeki tüm önlemlere rağmen, artan hava ve çevre kirliliği, sera gazı etkisi yapan kimyasalların kullanımı, dünyamızı çevreleyen ve bizi güneşin zararlı etkilerinden koruyan ozonun incelmeyeine yol açmaktadır. Yapılan çalışmalarda, ozonun bu şekilde incelmeyeinin devam etmesi halinde, bitkiler dahil tüm canlılar üzerinde zararlı etkisi olduğu bilinen UV-B ışınlarının miktarının da artacağını bildirilmektedir. Ekosistem üzerine birçok olumsuz etkisi olduğu bilinen UV-B ışınları hakkında tüm dünyada yürütülen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu yüzden UV-B'nin olası etkileri hakkında daha fazla sayıda ve değişik bitki türleriyle değişik ekolojilerde ve iklimlerde çalışmaların yürütülmesinde ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmamızdan elde edilen bulgular, bu çalışmalara temel teşkil edecek düzeydedir.

6. KAYNAKLAR

- ALEXIEVA, V., SERGIEV, I., MAPELLI, S. and KARANOV, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant Cell and Environment*, 24: 1337–1344.
- AMBASHT, N. K. and AGRAWAL, M. 1998. Physiological and biochemical responses of *Sorghum vulgare* plants to supplemental ultraviolet-B radiation. *Canadian Journal of Botany*, 76 (7): 1290-1294.
- ANDRADY, A. et. al. 2006. Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change. *Photochemical and Photobiological Sciences*, 5: 13–24.
- ANONİM. 2012. Brokkolinin Ülsere Etkisi. *Hasat Dergisi*, Kasım 2002: 27.
- ARTÉS, F., VALLEJO, F. and MARTÍNEZ, J.A. 2001. Quality of broccoli as influenced by film wrapping during shipment. *European Food Research and Technology*, 213: 480–483.
- AVENA-BUSTILLOS, R. J., DU, W. X., WOODS, R., OLSON, D., BREKSA, A. P. and MCHUGH, T. H. 2012. Ultraviolet-B light treatment increases antioxidant capacity of carrot products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (11) : 2341-2348.
- BIEZA, K. and LOIS, R. 2001. An *Arabidopsis* mutant tolerant to lethal ultraviolet-B levels shows constitutively elevated accumulation of flavonoids and other phenolics. *Plant Physiology*, 126: 1105–1115.
- BILGER, W., JOHNSEN, T. and SCHREIBER, U. 2001. UV-excited chlorophyll fluorescence as a tool for the assessment of UV-protection by the epidermis of plants. *Journal of Experimental Botany*, 52: 2007-2014.
- BILUŠIĆ-VUNDAĆ, V., BRANTNER, A. H. and PLAZIBAT, M. 2007. Content of polyphenolic constituents and antioxidant activity of some *Stachys* taxa. *Food chemistry*, 104 (3): 1277-1281.
- BRITT, A.B. and MAY, G.D. 2003. Re-engineering plant gene targeting. *Trends in Plant Science*, 8(2): 90-95.
- CANTWELL, M.
<http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/BroccoliPhotos/?repository=29885&a=83237> , Maturity and Quality, Son erişim tarihi: 12.10.2014.
- CASTAGNA, A., CHIAVARO, E., DALL'ASTA, C., RINALDI, M., GALAVERNA, G. and RANIERI, A. 2013. Effect of postharvest UV-B irradiation on nutraceutical quality and physical properties of tomato fruits. *Food Chemistry*, 137: 151–158.

- CEMEROĞLU, B. 2007. Gıda analizlerinde genel yöntemler. Gıda Analizleri, (Food Analysis), ed. by B. Cemeroglu, Ankara, GTD Yayınları, (34), 45-128.
- CHAVES, M.M., PEREIRA, J.S., MAROCO, J., RODRIGUES, M.L., RICARDO, C.P.P., OSÓRIO, M.L., CARVALHO, I., FARIA, T. and PINHEIRO, C., 2002. How plants cope with water stress in the field. photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89: 907–916.
- CICEK, N., FEDINA, I., CAKIRLAR, H., VELITCHKOVA, M. and GEORGIEVA, K. 2012. The role of shortterm high temperature pretreatment on the UV-B tolerance of barley cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 153–165.
- COŞKUN, T. 2005. fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 69-84.
- CVETKOVIĆ, D. and MARKOVIĆ, D., 2008. Stability of carotenoids toward UV-irradiation in hexane solution. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 73: 15–27.
- DAI, Q., PENG, S., CHAVEZ, A.Q. and VERGARA, S.B. 1995. Effects of UV-B radiation on stomal density and opening in rice (*Oryza sativa* L.). *Annals of Botany*, 76: 65-70.
- DAY, T.A. 1993. Relating UV B radiation screening effectiveness of foliage to absorbing-compound concentration and anatomical characteristics in a diverse group of plants. *Oecologia*, 95: 542–550.
- DAY, T.A., MARTIN, G. and VOGELMANN, T.C., 1993. Penetration of UV-B radiation in foliage:evidence that the epidermis behaves as a non-uniform filter. *Plant Cell and Environment*, 16: 735–741.
- DAY, T.A., VOGELMANN, T.C. and DELUCIA, E.H.. 1992. Are some plant life forms more effective than others in screening out ultraviolet-B radiation? *Oecologia* 92: 513–519.
- DELOIRE, A., KRAEVA, E., DAI, G. H., RENAULT, A. S., ROCHARD, J., CHATELAIN, C. and ANDARY, C. 1998. Les mécanismes de défense de la vigne: Des utilisations possibles pour lutter contre les pathogènes: *Vigne. Phytoma-La Défense des végétaux*, 510: 46-51.
- DEMKURA, P. V. and BALLARÉ, C. L. 2012. UVR8 mediates UV-B-induced Arabidopsis defense responses against Botrytis cinerea by controlling sinapate accumulation. *Molecular plant*, 5 (3): 642-652.

- DINCER, C., TOPUZ, A., SAHIN-NADEEM, H., OZDEMIR, K.S., CAM, D.B., TONTUL, D., GOKTURK, R.S. and AY, S.T. 2012. A comparative study on phenolic composition, antioxidant activity and essential oil content of wild and cultivated sage (*Salvia fruticosa* Miller) as influenced by storage. *Industrial Crops and Products*, 39: 170–176.
- DRILIAS, P., KARABOURNIOTIS, G., LEVIZOU, E., NIKOLOPOULOS, D., PETROPOULOU, Y. and MANETAS, Y. 1997. The effects of enhanced UV-B radiation on the Mediterranean evergreen sclerophyll *Nerium oleander* depend on the extent of summer precipitation. *Australian Journal of Plant Physiology*, 24: 301-306.
- DU, W.X., AVENA-BUSTILLOS, R.J., BREKSA, A.P. and MCHUGH, T.H. 2014. UV-B light as a factor affecting total soluble phenolic contents of various whole and fresh-cut specialty crops. *Postharvest Biology and Technology*, 93: 72–82.
- ECHEVERRIA, E. and VALICH, J., 1989. Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia oranges. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114: 445–449.
- EICHHOLZ, I., HUYSKENS-KEIL, S., KELLER, A., ULRICH, D., KROH, L. W. and ROHN, S. (2011). UV-B-induced changes of volatile metabolites and phenolic compounds in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chemistry*, 126 (1): 60-64.
- EICHHOLZ, I., ROHN, S., GAMM, A., BEESK, N., HERPPICH, W.B., KROH, L.W., ULRICH, C. and HUYSKENS-KEIL, S. 2012. UV-B-mediated flavonoid synthesis in white asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Food Research International*, 48: 196-201.
- ENVIRONMENTAL EFFECTS ASSESSMENT PANEL (EEAP). 2010. Environmental effects of ozone depletion, interactions of ozone depletion and climate change, 1-7, Nairobi, Kenya.
- ERKAN, M. 1997. Antalya Koşullarında Üretilen ‘Washington Navel’ portakalı ve ‘Star Ruby’ altıntopunun hasat sonrası fizyolojisi ve muhafazası üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 207 s.
- FAGERBERG, W.R. and BORNMAN, J.F. 2005. Modification of leaf cytology and anatomy in *Brassica napus* grown under above ambient levels of supplemental UV-B radiation. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 4 (3): 275-279.
- FAN, X. and MATTHEIS, J.P. 2000. Yellowing of Broccoli in storage is Reduced by 1-Methylcyclopropene. *HortScience*, 35, (5): 885-887.
- FARMER, K.C. and NAYLOR, M.F. 1996. Sun exposure, sunscreens, and skin cancer prevention: A year-round concern. *The Annals of pharmacotherapy*, 30: 662-673.

- FERNÁNDEZ-LEÓN, M. F., FERNÁNDEZ-LEÓN, A. M., LOZANO, M., AYUSO, M. C., AMODIO, M. L., COLELLI, G., and GONZÁLEZ-GÓMEZ, D. 2013. Retention of quality and functional values of broccoli 'Parthenon' stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31 (2): 302-313.
- FERNÁNDEZ-LEÓN, M.F., FERNANDEZ-LEON, A.M., LOZANO, M., AYUSO, M.C. and GONZALEZ-GOMEZ, D. 2013. Different postharvest strategies to preserve broccoli quality during storage and shelf life: Controlled atmosphere and 1-MCP. *Food chemistry*, 138 (1): 564-573.
- FEUCHT, W., TREUTTER, D. and CHRIST, E. 1996. Flavanols in grapevine: in vitro accumulation and defense reactions in shoots. *Vitis* 35: 113-118.
- FROHNMEYER, H. and STAIGER, D. 2003. Ultraviolet-B radiation mediated responses in plants: Balancing damage and protection. *Plant Physiology*, 133: 1420-1428.
- GAO, W., ZHENG, Y., SLUSSER, J.R. and HEISLER, G.M. 2003. Impact of enhanced ultraviolet-B irradiance on cotton growth, development, yield and qualities under field conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120: 241-248.
- GARCIA, S., GARCIA, C., HEINZEN, H. and P. MOYNA 1997. Chemical basis of the resistance of barley seeds to pathogenic fungi. *Phytochemistry*, 44: 415-418.
- GITZ, D. C., LIU-GITZ, L., BRITZ, S. J. and SULLIVAN, J. H. 2005. Ultraviolet-B effects on stomatal density, water-use efficiency, and stable carbon isotope discrimination in four glasshouse-grown soybean (*Glycine max*) cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 53 (3): 343-355.
- GITZ, D.C. and LIU-GITZ, L.. 2003. How do UV photomorphogenic responses confer water stress tolerance? *Photochemistry and Photobiology*, 78 (6): 529-534.
- GLÄßGEN, W. E., ROSE, A., MADLUNG, J., KOCH, W., GLEITZ, J. AND SEITZ, H. U. 1998. Regulation of enzymes involved in anthocyanin biosynthesis in carrot cell cultures in response to treatment with ultraviolet light and fungal elicitors. *Planta*, 204 (4): 490-498.
- GRAMMATIKOPOULOS, G., KYPARISSIS, A., DRILIAS, P., PETROPOULOU, Y. and MANETAS, Y. 1998. Effects of UV-B radiation on cuticle thickness and nutritional value of leaves in two Mediterranean evergreen sclerophylls. *Journal of Plant Physiology*, 153: 506-512.
- GROHMANN, A., BARRANS, R.E. Glass and UV Penetration. <http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/chem00/chem00539.htm> , Son erişim tarihi: 12.12.2014.

- GUILLÉN, F., CASTILLO, S., ZAPATA, P.J., MARTÍNEZ-ROMERO, D., SERRANO, M. and VALERO, D. 2006. Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit. 2. Effect of cultivar and ripening stage at harvest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 42: 235-242.
- HAFFNER, K., ROSENFELD, H.J., SKREDE, G. and WANG, L. 2002. Quality of raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 279–289.
- HAGEN, S. F., BORGE, G. I. A., BENGTSSON, G. B., BILGER, W., BERGE, A., HAFFNER, K. and SOLHAUG, K. A. 2007. Phenolic contents and other health and sensory related properties of apple fruit (*Malus domestica* Borkh., cv. Aroma). Effect of postharvest UV-B irradiation. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (1): 1-10.
- HECHT-BUCHOLZ, C. 1982. Wirkung der mineralstoffernährung auf die feinstruktur der pflanzenzelle. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 132: 45-68.
- HECTORS, K., PRINSEN, E., COEN, W.D., JANSEN, M.A.K. and GUISEZ, Y. 2007. *Arabidopsis thaliana* plants acclimated to low dose rates of ultraviolet B radiation show specific changes in morphology and gene expression in the absence of stress symptoms. *New Phytologist*, 175 (2): 255-270.
- HOFFMAN, S. 1999. Die Wirkung von UV-Strahlung auf Blatt und Blütenfarbe von Zierpflanzen. *Gartenbauwissenschaft*, 64: 88- 93.
- IARC. 1992. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. solar and ultraviolet radiation, *International Agency for Research on Cancer. World Health Organization*. Lyon, France, 55: 1-316.
- JANSEN, M.A.K. 2002. Ultraviolet-B radiation effects on plants: induction of morphogenic responses. *Physiologia Plantarum*, 116: 423-429.
- JANSEN, M.A.K., VICTOR, G. and GREENBERG, B.M. 1998. Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. *Trends in Plant Science*, 3 (4): 131-135.
- JANUŠKAITIENĖ, I. and MIKELIONYTĖ, J. 2009. The impact of UV-B radiation on the photosynthesis and growth of peas (*Pisum sativum* L.). *Žemdirbystė Agriculture*, 96 (2): 125-137.
- JEFFERY, E.H. and ARAYA, M. 2009. Physiological effects of broccoli consumption. *Phytochemistry Review* 8: 283–298.
- JIA, C.G., XU, C.J., WEI, J., YUAN, J., YUAN, G.F., WANG, B.L. and WANG, Q.M. 2009. Effect of modified atmosphere packaging on visual quality and glucosinolates of broccoli florets. *Food Chemistry*, 114: 28–37.

- JULKUNEN-TIITTO, R., HAGGMAN, H., APHALO, P.J., LAVOLA, A., TEGELBERG, R. and VETELI, T. 2005. Growth and defense in deciduous trees and shrubs under UV-B. *Environmental Pollution*, 137: 404–414.
- KAÇAR, B. ve İNAL, A. 2008. Bitki Analizleri, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları. Yayın No, 1241. *Fen Bilimleri*, 63.
- KAKANI, V.G., REDDY, K.R., ZHAO, D. and SAILAJA, K. 2003. Field crop responses to ultraviolet-B radiation, *Agricultural and Forest Meteorology*, 120: 191–218.
- KATARIA, S., JAJOO, A. and GURUPRASAD, K.N. 2014. Impact of increasing Ultraviolet-B (UV-B) radiation on photosynthetic processes. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 137: 55–66.
- KO, J. A., LEE, B. H., LEE, J. S. and PARK, H. J. 2008. Effect of UV-B exposure on the concentration of vitamin D2 in sliced shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (10): 3671-3674.
- KOSTINA, E., WULFF, A. and JULKUNEN-TIITTO, R.. 2001. Growth, structure, stomatal responses and secondary metabolites of birch seedlings (*Betula pendula*) under elevated UV-B radiation in the field. *Trees*, 15: 483-491.
- KOZLOWSKA, M., BREZEZINSKA E. and STOBIECKI, M. 2007. Sensitivity and accumulation of screening compounds in three conifer plants under enhanced UV-B radiation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16 (6): 823-830.
- KRIZEK, D.T. GEORGE, F.K. and ROMAN, M. M. 1997. Influence of UV-B radiation and putrescine on shoot and root growth of cucumber seedlings grown in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 20: 613-623.
- KUMAR, S. and DEY, P. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 127 (3): 318-324.
- KUMARI, R., SINGH, S. and AGRAWAL, S. B. 2009. Combined effects of Psoralens and ultraviolet-B on growth, pigmentation and biochemical parameters of *Abelmoschus esculentus* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72 (4): 1129-1136.
- LI, L., ZHANG, Z., GUO, Y. and NIAN, B. 2014. Responses of postharvest broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) florets to controlled atmospheres with varying CO₂/O₂ levels at different temperature. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87: 124 – 130.

- LI, Y. and WANG, X.L. 2000. Effects of enhanced UV-B radiation on accumulation and cycling of nitrogen and phosphorus in plant tissues under wheat field ecosystem. *Agro-Environmental Protection*, 19: 129–132.
- LICHTENTHALER, H.K. and WELLBURN, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11: 591–592.
- LIMA, G.P.P., MACHADO, T.M., FURTADO, N.R., FLEURI, L.F., VIEIRA, M.C.S., OLIVEIRA, L.M.M. and VIANELLO, F. 2013. Influence of sanitation on the physico-chemical and microbiological quality of organic and conventional broccoli. *African Journal of Biotechnology*, 12 (18): 2456-2463.
- LIU, B., LIU, X., LI, Y. and HERBERT, S.J. 2013. Effects of enhanced UV-B radiation on seed growth characteristics and yield components in soybean. *Field Crops Research*, 154: 158–163.
- LIU, C., HAN, X., CAI, L., LU, X., YING, T. and JIANG, Z. 2011. Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 59 (3): 232-237.
- LIU, C., JAHANGIR, M.M. and YING, T. 2012. Alleviation of chilling injury in postharvest tomato fruit by preconditioning with ultraviolet irradiation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (15): 3016-3022.
- MAJIDI, H., MINAEI, S., ALMASI, M. and MOSTOFI, Y. 2011. Total soluble solids, titratable acidity and ripening index of tomato in various storage conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 (12): 1723-1726.
- MAKHLOUF, J., C. WILLEMOT, J. ARUL, F. CASTAIGNE. and J. EMOND. 1989. Regulation of ethylene biosynthesis in broccoli flower buds in controlled atmospheres. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114: 955–958.
- MANETAS, Y., PETROPOULOU, Y., STAMATAKIS, K., NIKOLOPOULOS, D., LEVIZOU, E., PSARAS, G. and KARABOURNIOTIS, G. 1997. Beneficial effects of enhanced UV-B radiation under field conditions: improvement of needle water relations and survival capacity of *Pinus pinea* L. seedlings during the dry Mediterranean summer. *Plant Ecology*, 128: 101-108.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G. B., ARTÉS-HERNÁNDEZ, F., GÓMEZ, P. A. and ARTÉS, F. 2013. Comparative behaviour between kailan-hybrid and conventional fresh-cut broccoli throughout shelf-life. *LWT-Food Science and Technology*, 50 (1): 298-305.

- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G.B., ARTÉS-HERNÁNDEZ, F., GÓMEZ, P.A., FORMICA, A.C. and ARTÉS, F. 2013. Combination of electrolysed water, UV-C and superatmospheric O₂ packaging for improving fresh-cut broccoli quality. *Postharvest Biology and Technology*, 76: 125-134.
- MARTÍNEZ-LÜSCHER, J., MORALES, F., DELROT, S., SÁNCHEZ-DÍAZ, M., GOMÈS, E., AGUIRREOLEA, J. and PASCUAL, I. 2013. Short-and long-term physiological responses of grapevine leaves to UV-B radiation. *Plant Science*, 213: 114-122.
- M.G.M, 2014b. Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük ortalama bağıl nem değerleri. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*.
- M.G.M, 2014a. Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük ortalama sıcaklık değerleri. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*.
- M.G.M, 2014c. Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük toplam güneş radyasyonu. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*.
- M.G.M, 2014d. Ocak-Mayıs ayları Antalya ili günlük toplam güneşlenme süreleri. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*.
- MEWIS, I., BERAN, F., ULRICH, C., ZRENNER, R., KRUMBEIN, A., GLAWISCHNIG, E. and SCHREINER, M. 2011. Ecophysiological aspects of UV-B mediated changes in non-volatile secondary plant compounds and corresponding gene expression in Brassicaceae, In: *Proceedings UV4growth, COST Action FA0906*, 7–9 February, Szeged, Hungary.
- MEWIS, I., SCHREINER, M., NGUYEN, C.N., KRUMBEIN, A., ULRICH, C., LOHSE, M. and ZRENNER, R. 2012. UV-B irradiation changes specifically the secondary metabolite profile in broccoli sprouts: induced signaling overlaps with defense response to biotic stressors. *Plant and Cell Physiology*, 53 (9): 1546-1560.
- MOLYNEUX, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26 (2): 211-219.
- MONDOLOT-COSSON, L., ANDARY, C. DAI, G. H. and ROUSSEL, J. L. 1997. Histolocalisation de substances phenoliques intervenant lors d'interactions plantepathogene chez le tomates et la vigne. *Acta Botanica Gallica*, 144: 353–362
- NAGEL, L.M., BASSMAN, J.H., EDWARDS, G.E., ROBBERECHT, R. and FRANCESCHI, V., 1998. Leaf anatomical changes in *Populus trichocarpa*, *Quercus rubra*, *Pseudotsuga menziesii* and *Pinus ponderosa* exposed to enhanced ultraviolet-B radiation. *Physiologia Plantarum*, 104: 385-396.

- NEVO, E., BOLSHAKOVA, M.A., MARTYN, G.I., MUSATENKO, L.I., SYNIK, K.M., PAVLÍČEK, T. and BEHARAV, A. 2000. Drought and light anatomical adaptive leaf strategies in three woody species caused by microclimatic selection at “Evolution Canyon” Israel. *Israel Journal of Plant Science*. 48: 33–46.
- NOGUÉS, S. and BAKER, N.R. 2000. Effects of drought on photosynthesis in Mediterranean plants brown under enhanced UV-B radiation. *Journal of Experimental Botany*, 51: 1309–1317.
- NORTON, R.A. 1999. Inhibition of aflatoxin BI biosynthesis in *Aspergillus Javus* by anthocyanins and related flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 1230-1235.
- PEDRAS, M.S.C. and ZHENG, Q.A. 2010. Metabolic responses of *Thellungiella halophila/salsuginea* to biotic and abiotic stresses: Metabolite profiles and quantitative analyses. *Phytochemistry*, 71: 581–589.
- PENG, Q. and ZHOU, Q. 2010. Effects of enhanced UV-B radiation on the distribution of mineral elements in soybean (*Glycine max*) seedlings. *Chemosphere*, 78: 859–863.
- PICMAN, A. K., SCHNEIDER, E. F. and PICMAN, J. 1995. Effect of flavonoids on mycelial growth of *Verticillium albo-atrum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 23(7): 683-693.
- PRAMANIK, B.K., MATSUI, T., SUZUKI, H. and KOSUGI, Y. 2004. Changes in acid invertase activity and sugar distribution during postharvest senescence in broccoli. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, (5): 679-684.
- RANGKADILOK, N., TOMKINS, B., NICOLAS, M.E., PREMIER, R.R., BENNETT, R.N., EAGLING, D.R. and TAYLOR, P.W. 2002. The effect of post-harvest and packaging treatments on glucoraphanin concentration in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (25): 7386-7391.
- RANJBARFORDOEI, A., DAMME, P. V. and SAMSON, R. 2009. Elevated ultraviolet-B radiation influences photosynthetic pigments and soluble carbohydrates of sweet almond [*Prunus dulcis* (Miller) D. Webb]. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8 (11): 1077-1084.
- RANJBARFORDOEI, A., SAMSON, R. and DAMME P.V. 2011. Photosynthesis performance in sweet almond [*Prunus dulcis* (Mill) D. Webb] exposed to supplemental UV-B radiation. *Photosynthetica*, 49 (1): 107-111.
- RAVINDRAN, K. C. and INDRAJITH, A. 2009. Antioxidant potential of Indian medicinal plant in *Phyllanthus amarus* L. under supplementary UV-B radiation. *Recent Research in Science and Technology*, 1:1

- RAVINDRAN, K.C., INDRAJITH, A. PRATHEESH, P.V. SANJIVIRAJA, K. and BALAKRISHNAN, V. 2010. Effect of ultraviolet-B radiation on biochemical and antioxidant defence system in *Indigofera tinctoria* L. Seedlings. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2 (5): 226-232.
- RAVINDRAN, K.C., INDRAJITH, A., BALKRISHNAN, P.V., VENKATESAN, K. and KULANDDAIVELY, G. 2008. Determination of defense mechanism in *Phaseolus trilobus* Ait.: Seedlings treated under UV-B radiation. *African Crop Science Journal*, 16: 111-118.
- ROSECLER, M., ROSSETTO, M.R.M., NASCIMENTO, J.R.O.D., PURGATTO, E., FABI, J.P., LAJOLO, F.M. and CORDENUNSI, B.R. 2008. Benzylglucosinolate, Benzylisothiocyanate, and Myrosinase Activity in Papaya Fruit During Development and Ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9592–9599.
- ROZEMA, J., CHARDONNENS, A., TOSSERAMS, M., HAFKENSCHIED, R. and BRUIJNZEEL, S. 1997. Leaf thickness and UV-B absorbing pigments of plants in relation to an elevational gradient along the Blue Mountains, Jamaica, *Plant Ecology*, 128: 151–159.
- RYBARCZYK-PLONSKA, A., HANSEN, M.K., WOLD, A.B., HAGEN, S.F., BORGE, G.I.A., GUNNAR, B. and BENGTSSON, G.B. 2014. Vitamin C in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) flower buds as affected by postharvest light, UV-B irradiation and temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 98: 82–89.
- SABIR, F.K. 2012. Postharvest quality response of broccoli florets to combined application of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packing. *Agricultural and Food Science*, 21: 421-429.
- SANGTARASH, M. H., QADERI, M. M., CHINNAPPA, C. C. and REID, D. M. 2009. Differential sensitivity of canola (*Brassica napus*) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid. *Environmental And Experimental Botany*, 66(2): 212-219.
- SANTOS, I., FIDALGO, F., ALMEIDA, J.M. and SALEMA, R. 2004. Biochemical and ultrastructural changes in leaves of potato plants grown under supplementary UV-B radiation. *Plant Science*, 167: 925–935.
- SCHMITZ-EIBERGER, M. and NOGA, G. 2001. UV-B-radiation – Influence on antioxidative components in *Phaseolus vulgaris*-leaves. *Journal of Applied Botany*, 75(5-6): 210-215.
- SCHREINER, M., KRUMBEIN, A., MEWIS, I., ULRICHS, C. and HUYSKENS-KEIL, S. (2009). Short-term and moderate UV-B radiation effects on secondary plant metabolism in different organs of nasturtium (*Tropaeolum majus* L.). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10 (1): 93-96.

- SCHREINER, M., MARTÍNEZ-ABAIGAR, J., GLAAB, J. and JANSEN, M. 2014. UV-B induced secondary plant metabolites. *Optik and Photonik*, 9(2): 34-37.
- SEEFELDT, H. F., LOKKE, M. M. and EDELENBOS, M. 2012. Effect of variety and harvest time on respiration rate of broccoli florets and wild rocket salad using a novel O₂ subsub sensor. *Postharvest Biology and Technology*, 69: 7-14.
- SELCUK, N. and ERKAN, M. 2015. The effects of modified and palliflex controlled atmosphere storage on postharvest quality and composition of 'Istanbul' medlar fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 99: 9-19.
- SERRANO, M., MARTINEZ-ROMERO, D., GUILLEN, F., CASTILLO, S. and VALERO, D. 2006. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 39 (1): 61-68.
- SHAUKAT, S.S., FAROOQ, M.A., SIDDIQUI, M.F. and ZAIDI, S. 2013. Effect of enhanced UV-B radiation on germination, seedling growth and biochemical responses of *Vigna mungo* (L.) hepper. *Pakistan Journal of Botany*, 45 (3), 779-785.
- ŠKERGET, M., KOTNIK, P., HADOLIN, M., HRAŠ, A. R., SIMONIČ, M. and KNEZ, Ž. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities, *Food Chemistry*, 89 (2): 191-198.
- SKÓRSKA, E. 2000. The effect of ultraviolet-B radiation on triticale plants. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura*, 82: 249-254.
- SKÓRSKA, E. and SZWARC, W. 2007. Influence of UV-B radiation on young triticale plants with different wax cover. *Biologia Plantarum*, 51(1): 189-192.
- SMITH, J., BURRITT, D. and BANNISTER, P. 2000. Ultraviolet-B radiation leads to a reduction in free polyamines in *Phaseolus vulgaris* L, *Plant Growth Regulation*, 35: 289–294.
- SULLIVAN, J.H., GITZ, D.C., PEEK, M.S. and MCELRONE, J.A. 2003. Response of three eastern species to supplemental UV-B radiation: leaf chemistry and gas exchange. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120 (1): 219–228.
- SURABHI, G.K., REDDY, K.R. and SINGH, S.K. 2009. Photosynthesis, fluorescence, shoot biomass and seed weight responses of three cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars with contrasting sensitivity to UV-B radiation. *Environmental and Experimental Botany*, 66: 160–171.
- TEKBAŞ, Ö.F., EVCI, D. and ÖZCAN, U. 2005. Yaklaşan Yaz mevsimi ile artan bir tehlike: güneş kaynaklı UV ışınları, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*. 4,2, 98-107.

- TIAN, M. S., DOWNS, C. G., LILL, R. E. and KING, G. A. 1994. A role for ethylene in the yellowing of broccoli after harvest. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119 (2): 276-281.
- TIAN, S., XU, Y., JIANG, A. and GONG, Q. 2002. Physiological and quality responses of longan fruit to high O₂ or high CO₂ atmospheres in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 335–340.
- TSURUNAGA, Y., TAKAHASHI, T., KATSUBE, T., KUDO, A., KURAMITSU, O., ISHIWATA, M. and MATSUMOTO, S. 2013. Effects of UV-B irradiation on the levels of anthocyanins, rutin and radical scavenging activity of buckwheat sprouts. *Food Chemistry*, 141: 552-556.
- VAN POPPEL, G., VERHOEVEN, D.T., VERHAGEN, H. and GOLDBOHN, R.A. 1999. Brassica vegetables and cancer prevention. *In Advances in Nutrition and Cancer* 2 :159-168
- VERDAGUER, D., LLORENS, L., BERNAL, M. and BADOSA, J. 2012. Photomorphogenic effects of UVB and UVA radiation on leaves of six Mediterranean sclerophyllous woody species subjected to two different watering regimes at the seedling stage. *Environmental and Experimental Botany*, 79: 66-75.
- WARREN, J. M., BASSMAN, J. H., FELLMAN, J. K., MATTINSON, D. S. and EIGENBRODE, S. 2003. Ultraviolet-B radiation alters phenolic salicylate and flavonoid composition of *Populus trichocarpa* leaves. *Tree Physiology*, 23 (8): 527-535.
- WICKLOW, D. T., NORTON, R. A. and MCALPIN, C. E. 1998. Beta-carotene inhibition of aflatoxin biosynthesis among *Aspergillus* , *flavus* genotypes from Illinois corn. *Mycoscience*, 39: 167-172.
- WINKLER, S., FARAGHER, J., FRANZ, P., IMSIC, M. and JONES, R. 2007. Glucoraphanin and flavonoid levels remain stable during simulated transport and marketing of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) heads. *Postharvest Biology and Technology*, 43(1): 89-94.
- WRIGHT, I. J., REICH, P. B., WESTOBY, M., ACKERLY, D. D., BARUCH, Z., BONGERS, F. and VILLAR, R. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428 (6985): 821-827.
- WRIGHT, K.P. and KADER, A.A. 1997. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biology and Technology*, 10: 39-48.
- YAMAUCHI, N. and WATADA, A.E. 1998. Chlorophyll and xanthophyll changes in broccoli florets stored under elevated CO₂ or ethylene-containing atmosphere. *HortScience*, 33 (1): 114–117.

- YAO, X., CHU, J., HE, X. and SI, C. 2014. Grain yield, starch, protein, and nutritional element concentrations of winter wheat exposed to enhanced UV-B during different growth stages. *Journal of Cereal Science*, 60: 31-36.
- YAO, X.Q. and LIU, Q. 2009. Responses in some growth and mineral elements of mono maple seedlings to enhanced ultraviolet-b and to nitrogen supply. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 772–784.
- YAO, Y., XUAN, Z., LI, Y., HE, Y., KORPELAINEN, H. and LI, C. 2006. Effects of ultraviolet-B radiation on crop growth, development, yield and leaf pigment concentration of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) under field conditions. *European Journal of Agronomy*, 25(3): 215-222.
- YU, G. H., LI, W., YUAN, Z. Y., CUI, H. Y., LV, C. G., GAO, Z. P., HAN, B., GONG, Y.Z. and CHEN, G. X. 2013. The effects of enhanced UV-B radiation on photosynthetic and biochemical activities in super-high-yield hybrid rice Liangyoupeijiu at the reproductive stage. *Photosynthetica*, 51(1): 33-44.
- YUAN, L., MING, Y. and XUNLING, W. 1998. Effects of enhanced ultraviolet-B radiation on crop structure, growth and yield components of spring wheat under field conditions. *Field Crops Research*, 57: 253–263.
- ZHENG, Y., GAO, W., SLUSSER, J. R., GRANT, R. H. and WANG, C. 2003. Yield and yield formation of field winter wheat in response to supplemental solar ultraviolet-B radiation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120 (1): 279-283.
- ZLATEV, Z.S., LIDON, F.J.C. and KAIMAKANOV, M. 2012. Plant physiological responses to UV-B radiation. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24 (6): 481-501.
- ZUK-GOLASZEWSKA, K., UPADHYAYA, M. K. and GOLASZEWSKI, J. 2003. The effect of UV-B radiation on plant growth and development. *Plant Soil and Environment*, 49 (3): 135-140.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Isparta’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Isparta’da tamamladı. 2007 yılında Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği Programı’nda başladığı lisans öğrenimini 2012 yılında Bahçe Bitkileri bölüm birincisi olarak bitirdi. 2010 yılında lisans öğrenimi sırasında yaz stajı için 2 ay süre ile Eilat/ İsrail’de bulundu. 2012 yılında mezun olduktan sonra kısa bir süre Agrotalya Tarım Gıda San.ve Tic. Ltd. Şirketi’nde çalıştı. 2012 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.

