

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

**MARULLARDA FİDE DÖNEMİNDE YAPILAN UV-B IŞIN
UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ, ÜRÜN VERİMİ VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayşe ONUR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2016

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

**MARULLARDA FİDE DÖNEMİNDE YAPILAN UV-B IŞIN
UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ, ÜRÜN VERİMİ VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayşe ONUR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2015-625 nolu proje ile desteklenmiştir.**

2016

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

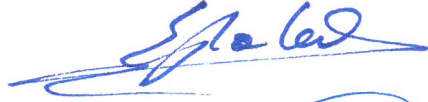
**MARULLARDA FİDE DÖNEMİNDE YAPILAN UV-B IŞIN UYGULAMALARININ
BİTKİ GELİŞİMİ, ÜRÜN VERİMİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ayşe ONUR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez ~~05/02/2016~~ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin POLAT



Prof. Dr. A.Naci ONUS



Doç. Dr. Hüsnü ÜNLÜ



ÖZET

MARULLARDA FİDE DÖNEMİNDE YAPILAN UV-B IŞIN UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ, ÜRÜN VERİMİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ayşe ONUR

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ersin POLAT

Ocak 2016, 72 sayfa

Çalışmanın amacı, marullarda fide döneminde uygulanan UV-B ışınlarının hem fide hem de ürün döneminde bitki gelişimi, verimlilik ve kalite üzerine olan etkilerinin araştırılmasıdır. Kıvırcık marul (*L. sativa* var. *crispa* cv. Caipira) ve Baş marul (*L. sativa* var. *capitata* cv. Fortunas) fideleri UV-B ışınlarının kontrol, 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün doz uygulamasına 12 gün süreyle tabi tutulmuştur. Fide gelişim dönemini tamamlayan bitkiler topraksız tarım ortamında torf + perlit karışımından oluşan katı ortam kültüründe yetiştirilmiştir.

Fide ve ürün döneminde gelişmesini sürdüren bitkilerde; bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, kuru madde miktarı, makro-mikro element tayini, yaprakta toplam klorofil miktarı ve renk değerlerine bakılmıştır. Ayrıca hasat edilen marullarda baş ağırlığı ve verim parametrelerine ilişkin ölçümler yapılmıştır.

Fide döneminde yapılan farklı dozlardaki UV-B ışın uygulaması sonucu marul fidelerinde bitki boyu, kök uzunluğu ve klorofil miktarında azalmalar tespit edilmiştir. Ayrıca artan UV-B dozları Caipira çeşidinde bitki besin elementlerinden; Ca, K, Zn ve Fe içeriklerini arttırırken, Cu ve P içeriklerini azaltmış buna karşın Fortunas çeşidinde ise Fe, K, Ca içeriklerini azaltmıştır. Ürün döneminde yapılan ölçümlerde ise Fortunas çeşidinde klorofil miktarının, Caipira çeşidinde ise baş ağırlık değerinin azaldığı, her iki çeşitte ise verim ve pazarlanabilir verim değerinin kontrol grubuna göre azalmasına rağmen istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak Caipira çeşidinde mineral maddelerden Ca, K, Mg içerikleri artarken, Zn ve Cu içeriklerinin azaldığı, Fortunas çeşidinde ise Ca, K, Zn, Cu, Fe ve Mn içeriklerinin arttığı görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: UV-B, marul, *L. sativa* var. *crispa*, *L. sativa* var. *capitata*, fide, pişkinleştirme, topraksız tarım

JÜRİ: Prof. Dr. Ersin POLAT (Danışman)

Prof. Dr. A. Naci ONUS

Doç. Dr. Hüsnü ÜNLÜ

ABSTRACT

THE EFFECTS OF UV-B IRRADIATION DURING THE SEEDLING STAGE ON PLANT GROWTH, CROP YIELD AND QUALITY OF LETTUCES

Ayşe ONUR

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ersin POLAT

January 2016, 72 pages

The aim of the present study is to investigate the effects of supplemental UV-B irradiation applied during the seedling stage on plant growth, crop yield and quality. The seedlings of curly lettuce (*L.sativa* var.*crispa* cv. Caipira) and iceberg (*L.sativa* var.*capitata* cv. Fortunas) were exposed to different doses (4.8 and 9.6 kJ/m²/day) of supplemental UV-B for 12 days. An untreated control group was also included. Plants which completed the seedling stage development were grown in soilless culture composed of peat + soil.

During the seedling and vegetation stages, plant height, leaf number, leaf width, root collar diameter, root length, dry matter yield, macro and micro element content, total amount of chlorophyll and color values were studied. In addition, in harvested lettuces head weight and some yield parameters were assessed.

As a consequence of supplemental UV-B irradiation at different doses during the seedling stage, reductions in plant height, root length and chlorophyll content in the seedling stage of lettuce were detected. Additionally, increasing UV-B dosages increased the content of Ca, K, Zn and Fe while they decreased the content of Cu and P in the Caipira variety. On the other hand, in the Fortunas variety they led to decreases in the content of Fe, K and Ca. The measurements carried out during plant growth revealed a decrease in the chlorophyll content of Fortunas variety, whereas in Caipira variety head weight was found to decrease. Although there was a decline in yield and marketable yield values in both varieties compared with the control group, this was not statistically important. In addition, in Caipira variety the contents of mineral matters Ca, K and Mg increased while the contents of Zn and Cu decreased. As to Fortunas variety, the content of Ca, K, Zn, Cu, Fe and Mn increased.

KEYWORDS: UV-B, lettuce, *L. sativa* var. *crispa*, *L. sativa* var. *capitata*, seedling, hardening, soilless culture

COMMITTEE: Prof. Dr. Ersin POLAT (Supervisor)
Prof. Dr. A. Naci ONUS
Assoc. Prof. Dr. Hüsni ÜNLÜ

ÖNSÖZ

Küresel atmosferin korunmasına yönelik olarak, insan aktiviteleri sonucu atmosfere salınan zararlı gazların neden olduğu sera etkisinin tespit edilmesi ve azaltılmasının önemi giderek artmıştır. Bu gazların ve bileşenlerinin Güneş ışınları yardımıyla ozonla tepkimeye girerek ozon tabakasındaki ozon yoğunluğunu azaltması ve bunun sonucunda yer yüzeyine ulaşan zararlı UV-B ışın miktarının artması insan sağlığını tehdit eder boyuta ulaşmıştır.

Dünyamıza ulaşan UV-B ışınlarının bitkiler ve canlılar üzerine olan etkileri son yıllarda yapılan araştırmalarla önem kazanmıştır. Bununla birlikte ülkemizde bu alanda sınırlı sayıda çalışma yer alıp özellikle tarımsal alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Marullar besleyici özelliği olmayan, düşük kalorili fakat iştah açıcı özelliği sebebiyle sofralarımızın vazgeçilemeyen bir salata sebzesidir.12 ay pazarlarda, marketlerde satılan tek yıllık serin iklim sebzelerindendir.

Bu çalışmada kontrollü koşullarda marul fidelerine yapılan UV-B ışın uygulamasının, fide ve üründe bitki gelişimi, ürün verimi ve kaliteye olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulguların diğer ürünlerle UV-B konusunda yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamasını ve temel oluşturmasını dilerim.

Çalışmanın belirlenmesi konusunda beni teşvik eden ve çalışmalarım sırasında her türlü kolaylığı sağlayan danışman hocam sayın Prof. Dr. Ersin POLAT'a (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi) teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimin süresince bana maddi ve manevi desteklerini esirgmeden, moral ve motivasyon sağlamak için her türlü zorluğa katlanan sevgili annem Baride ONUR'a, kıymetli babam Zeki ONUR'a sevgili kardeşlerim Şeyma ve Alihan ONUR'a son olarak da müstakbel eşim Yasin TOPÇU'ya tezimin her döneminde eşsiz desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	2
3. MATERYAL ve METOT	10
3.1. Materyal	10
3.2. Metot	11
3.2.1. Fide döneminde yapılan ölçümler	15
3.2.1.1. Bitki boyu	15
3.2.1.2. Yaprak sayısı	15
3.2.1.3. Yaprak eni	15
3.2.1.4. Kök boğazı çapı	16
3.2.1.5. Kök uzunluğu	17
3.2.1.6. Kuru madde miktarı	17
3.2.1.7. Makro - mikro element tayini ve yöntemi	17
3.2.1.8. Yapraktaki toplam klorofil miktarı	18
3.2.1.9. Renk ölçüm değerleri	18
3.2.2. Yetiştiricilik ve hasat sırasında yapılan ölçüm ve gözlemler	20
3.2.2.1. Yapraktaki toplam klorofil miktarı	20
3.2.2.2. Marulların hasadı	21
3.2.2.3. Bitki boyu	21
3.2.2.4. Gövde çapı	21
3.2.2.5. Kök boğazı çapı	21
3.2.2.6. Ölü yaprak sayısı	21
3.2.2.7. Baş ağırlığı	21
3.2.2.8. Pazarlanabilir baş ağırlığı	22
3.2.2.9. Toplam verim	22
3.2.2.10. Kuru madde miktarı	22
3.2.2.11. Makro ve mikro element tayini	22
3.2.2.12. Marullarda renk ölçüm değerleri	22
3.2.2.13. İstatistiksel değerlendirme	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. İklimsel Veriler ve Ölçümler	23
4.1.1. Sera içi sıcaklık değerleri	23
4.1.2. Sera içi ortalama nem değerleri	23
4.1.3. Sera içi ve dışı ışık şiddeti değerleri	23
4.2. Fide Döneminde Yapılan Ölçümler	25
4.2.1. Fide boyu	25
4.2.2. Kök uzunluğu	27
4.2.3. Kök boğazı çapı	28
4.2.4. Yaprak sayısı	29
4.2.5. Klorofil miktarı	29
4.2.6. Toprak üstü aksamda yaş ağırlık miktarı	30

4.2.7. Toprak üstü aksamda kuru ağırlık miktarı	31
4.2.8. Toprak üstü aksamda kuru madde (%) miktarı	32
4.2.9. Kökte yaş ağırlık miktarı	33
4.2.10. Kökte kuru ağırlık miktarı	33
4.2.11. Kökte kuru madde (%) miktarı	34
4.2.12. Yaprak eni	35
4.2.13. Chroma (C^*) değeri	35
4.2.14. L^* renk değeri	36
4.2.15. Hue açısı (h°) değeri	37
4.2.16. Makro ve mikro element miktarları	38
4.2.16.1. Kalsiyum miktarı	38
4.2.16.2. Azot miktarı	38
4.2.16.3. Fosfor miktarı	39
4.2.16.4. Potasyum miktarı	40
4.2.16.5. Magnezyum miktarı	40
4.2.16.6. Çinko miktarı	41
4.2.16.7. Bakır miktarı	42
4.2.16.8. Demir miktarı	43
4.2.16.9. Mangan miktarı	43
4.3. Yetiştiricilik ve Hasat Sırasında Yapılan Ölçümler	44
4.3.1. Bitki boyu	44
4.3.2. Bitki eni	45
4.3.3. Kök boğazı çapı	46
4.3.4. Ölü yaprak sayısı	46
4.3.5. Klorofil miktarı	47
4.3.6. Yapraktaki kuru madde (%) miktarı	49
4.3.7. Kökte kuru madde (%) miktarı	50
4.3.8. Chroma (C^*) değeri	51
4.3.9. Hue açısı (h°) değeri	51
4.3.10. L^* renk değeri	52
4.3.11. Baş ağırlığı	53
4.3.12. Pazarlanabilir baş ağırlığı	54
4.3.13. Verim	55
4.3.14. Pazarlanabilir verim	56
4.3.15. Makro ve mikro element miktarları	57
4.3.15.1. Kalsiyum miktarı	57
4.3.15.2. Azot miktarı	58
4.3.15.3. Fosfor miktarı	58
4.3.15.4. Potasyum miktarı	59
4.3.15.5. Magnezyum miktarı	60
4.3.15.6. Çinko miktarı	61
4.3.15.7. Bakır miktarı	62
4.3.15.8. Demir miktarı	62
4.3.15.9. Mangan içeriği	63
5. SONUÇ	65
6. KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
a*	Renk derecesi (yeşilden kırmızıya dönüşüm)
b*	Renk derecesi (maviden sarıya dönüşüm)
C*	Chroma
Ca	Kalsiyum
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyum nitrat
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
Fe	Demir
h°	Hue açısı
J	Joule
K	Potasyum
L*	Renk derecesi (parlaklık)
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
N ₂ O	Diazot monoksit
Na	Sodyum
nm	Nanometre
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
P	Fosfor
ppm	parts per million (milyonda bir)
S	Kükürt
W	Watt
Zn	Çinko

Kısaltmalar

C*	Chroma
da	Dekar
dk	Dakika
g	Gram
h°	Hue açısı
ICP-OES	Inductively coupled plasma-optical emission spectrophotometer
IAA	Indol asetik asit
kg	Kilogram
kJ	Kilojoule
L	Litre
Ö.D	Önemli değil

PAL	Phenylalanine ammonia lyase
PAR	Photosynthetic active reaction
ROS	Reactive oxygen species
Rubisco	Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase
s	saniye
sa	saat
TAL	Tyrosine ammonia lyase
UV	Ultraviyole
UV-B	Ultraviyole B ışını



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. UV-B'nin bitkiler üzerinde sebep olduğu morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimler	6
Şekil 3.1. Caipira (a,b) ve Fortunas (c,d) marul çeşitlerine ait fidelerden genel bir görünüm	10
Şekil 3.2. UV-B ışın uygulama düzeneğinden bir görünüm	11
Şekil 3.3. UV-X 31 dijital radyometreden bir görünüm	12
Şekil 3.4. Şaşırtma sonrası yetiştiricilik alanından bir görünüm	13
Şekil 3.5. Zaman ayarlı dosatron injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi ve kontrol panosundan bir görünüm	13
Şekil 3.6. Caipira (a) ve Fortunas (b) çeşitlerinde marul yumuşak çürüklüğüne (<i>Sklerotinia sclerotiorum</i>) ait bir görünüm.....	14
Şekil 3.7. Yeşil kurt (<i>Heliothis armigera</i>) larvası (a) ve zarar şekli (b)	14
Şekil 3.8. Yaprak galeri sineği (<i>Liriomyza trifolii</i>) zarar şekli	14
Şekil 3.9. Lux metre cihazının görünümü.....	15
Şekil 3.10. Bitki boyunun ölçümünden bir görünüm.....	16
Şekil 3.11. Yaprak eninin ölçümünden bir görünüm	16
Şekil 3.12. Kök boğazı çapı ölçümünden bir görünüm.....	17
Şekil 3.13. Yapraktaki renk ölçümünden bir görünüm.....	19
Şekil 3.14. Parlaklık-kroma diyagramı	19
Şekil 3.15. a* ve b* renklerinin karşılık geldiği renk diyagramı	20
Şekil 3.16. Yapraktaki klorofil miktarının belirlenmesinden bir görünüm.....	20
Şekil 3.18. Ölü yapraktan bir görünüm.....	21
Şekil 4.1. Yetiştiricilik süresince sera içi gece ve gündüz ortalama sıcaklık değerleri (°C)	23
Şekil 4.2. Yetiştiricilik süresince sera içi gece ve gündüz ortalama nem değerleri (°C)	24
Şekil 4.3. Yetiştiricilik süresince sera içi ve dışı anlık ışık şiddeti değişimleri (lux)	24

Şekil 4.4. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulanmış Fortunas fidelerinden genel bir görünüm	26
Şekil 4.5. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulanmış Caipira fidelerinden genel bir görünüm	27
Şekil 4.6. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının yetiştiricilik süresi boyunca Caipira çeşidindeki klorofil değerleri üzerine etkisi	48
Şekil 4.7. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının yetiştiricilik süresi boyunca Fortunas çeşidindeki klorofil değerleri üzerine etkisi.....	49



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde fide boyu üzerine etkisi (mm).....	25
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde kök uzunluğu üzerine etkisi (mm).....	27
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde gövde çapı üzerine etkisi (mm)	28
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde yaprak sayısı üzerine etkisi.....	29
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde klorofil miktarı üzerine etkisi (SPAD)	30
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde toprak üstü aksamda yaş ağırlık miktarı üzerine etkisi (g).....	31
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinin toprak üstü aksamda kuru ağırlık miktarı üzerine etkisi (g).....	32
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde toprak üstü aksamda kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)	32
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide kökünde yaş ağırlık üzerine etkisi (g)	33
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide köklerinde kuru ağırlık miktarı üzerine etkisi (g)	34
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide köklerinde kuru madde miktarı üzerine etkisi (%).....	34
Çizelge 4.12. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde yaprak eni üzerine etkisi (mm).....	35
Çizelge 4.13. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde Chroma (C*) değeri üzerine etkisi	36
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde L* renk değeri üzerine etkisi	36
Çizelge 4.15. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi	37
Çizelge 4.16. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi (%).....	38

Çizelge 4.17. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde azot (N) içeriği üzerine etkisi (%)	39
Çizelge 4.18. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde fosfor (P) içeriği üzerine etkisi (%)	39
Çizelge 4.19. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde potasyum (K) içeriği üzerine etkisi (%)	40
Çizelge 4.20. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi (%).....	41
Çizelge 4.21. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	41
Çizelge 4.22. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi (ppm)	42
Çizelge 4.23. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde demir (Fe) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	43
Çizelge 4.24. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	44
Çizelge 4.25. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bitki boyu gelişimi üzerine etkisi (cm)	44
Çizelge 4.26. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bitki eni üzerine etkisi (cm)	45
Çizelge 4.27. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda kök boğaz çapı üzerine etkisi (mm).....	46
Çizelge 4.28. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda ölü yaprak sayısı üzerine etkisi (adet/bitki).....	47
Çizelge 4.29. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda klorofil değeri üzerine etkisi.....	47
Çizelge 4.30. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul yapraklarındaki kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)	49
Çizelge 4.31. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul köklerinde kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)	50
Çizelge 4.32. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Chroma (C^*) değeri üzerine etkisi	51
Çizelge 4.33. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi	52

Çizelge 4.34. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda L^* renk değeri üzerine etkisi	53
Çizelge 4.35. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda baş ağırlığı üzerine etkisi (kg/adet)	53
Çizelge 4.36. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda pazarlanabilir baş ağırlık değeri üzerine etkisi (kg/adet)	54
Çizelge 4.37. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda verim değeri üzerine etkisi (kg/m^2)	55
Çizelge 4.38. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda pazarlanabilir verim değeri üzerine etkisi (kg/m^2)	57
Çizelge 4.39. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi (%).....	58
Çizelge 4.40. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda azot (N) içeriği üzerine etkisi (%)	58
Çizelge 4.41. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda fosfor (P) içeriği üzerine etkisi (%)	59
Çizelge 4.42. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda potasyum (K) içeriği üzerine etkisi (%)	60
Çizelge 4.43. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi (%).....	60
Çizelge 4.44. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	61
Çizelge 4.45. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi (ppm)	62
Çizelge 4.46. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda demir (Fe) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	63
Çizelge 4.47. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi (ppm).....	63

1. GİRİŞ

Güneş ışığı bitkiler için birincil enerji kaynağıdır. Dünyaya ulaşan UV ışınları yalnızca UV-A ve UV-B'den oluşmaktadır. UV-B güneş ışığının küçük bir bileşeni olmasına rağmen, yeryüzüne ulaşan toplam ışık enerjisinin %0.5'den az bir değere sahiptir. Bu anlamda gün ışığı spektrumunun en yüksek enerjisine sahip olup biyosfer üzerinde önemli bir etkisi vardır. Ozon tabakasındaki incelme, yeryüzüne ulaşan UV radyasyon (özellikle UV-B radyasyon) düzeyinde artışa yol açmakta ve bu da biyolojik ve kimyasal süreçleri olumsuz yönde etkilemektedir. UV-B ışınına maruz kalmaktaki olası artış, stratosferik ozon tabakasının incelmesi hakkındaki endişelerin sebebidir. Çünkü güneşten kaynaklanan UV-B ya da yakıcı UV ışınları, atmosferin toplam ozon içeriğindeki değişimlere karşı çok hassastır. Ozondaki her %1'lik azalma, biyosfere ulaşan UV-B ışınında %1.3-1.8'lik artışa sebep olmaktadır. Bitkiler yapılarındaki farklılıklar nedeniyle ozona dayanıklılık açısından değişkenlik gösterirler. Değişkenlik, bitkinin tür, alt tür ve varyete özelliklerine bağlı olarak değişir. Bazı bitkiler ozonun verdiği zararı yok edebilirken, bazıları ise bu zararı engelleyememektedir.

Marullar dünyada sevilerek tüketilen sebzeler arasında yer almaktadır. 12 ay pazarlarda, marketlerde satılan marullar tek yıllık serin iklim sebzesi olup son yıllarda ülkemizde üretimi hızla artan sebzeler arasında yer almaktadır. Bunun nedenlerinden biri marulun vejetasyon sürelerinin kısa olması, ana ürünün ön veya arkasında yer alıp ikinci ürün olarak yetiştirilebilmeleridir. Gün uzunluğuna göre tepkileri değişik olan marullar, kısa ve uzun güne tepkileri nedeniyle ikiye ayrılmaktadır. Yetiştiricilikte, çeşitlerin bu özelliklerine göre seçimiyle mevsimsel üretim planlanabilir ve serin mevsim sebzelerinden olan marulların normal mevsimleri dışında yüksek sıcaklık ve uzun güne tolerant, çiçeklenmesi geç olan çeşitlerin kullanılmasıyla yaz ayları da dahil olmak üzere dört mevsim üretimi yapılabilir.

Dünya yüzeyine ulaşan ve giderek artmakta olan UV-B ışınlarının bitkiler ve canlılar üzerine olan etkileri son yıllarda yapılan araştırmalarla önem kazanmıştır. Bu çalışma ile, marullarda fide döneminde uygulanan UV-B ışınlarının hem fide hem de ürün döneminde bitki gelişimi, verimlilik ve kalite üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu anlamda farklı dozlardaki UV-B ışın uygulamalarının marullarda fide gelişimine bağlı olarak, şaşırtma sonrası dış koşullara adaptasyon yeteneğini arttırması ön görülmüştür. Bununla birlikte fide döneminde yapılacak UV-B ışın uygulamasının fide yetiştiriciliğinde veya hazır fide sektöründe adaptasyon ve pişkinleştirme işlemlerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Marul, besleyici özelliği olmayan, düşük kalorili fakat iştah açıcı özelliği sebebiyle sofralarımızın vazgeçilemeyen bir salata sebzesidir. Protein ve yağ oranları yok denecek kadar azdır ve nişasta ihtiva etmezler. Ancak iyi bir vitamin A ve C kaynağıdır (Şalk vd 2008).

Marullar dünyada sevilerek tüketilen sebzeler arasında yer almaktadır. On iki ay pazarlarda, marketlerde satılan marul tek yıllık serin iklim sebzelerindendir. Marulun, son yıllarda Türkiye’de üretimi yapılan sebzeler içerisindeki önemleri gittikçe artmaktadır. Bunun nedenlerinden birisi marulun, vejetasyon sürelerinin kısalığı nedeniyle bir yerdeki ana ürünün ön veya arkasında yer alarak ikinci ürün yetiştirme şansı vermeleridir. Gün uzunluğuna göre tepkileri değişik olan marullar, kısa ve uzun güne tepkileri nedeniyle ikiye ayrılmaktadır. Yetiştiricilikte, çeşitlerin bu özelliklerine göre seçimiyle mevsimsel üretim planlanabilir (Günay 1981) ve serin mevsim sebzelerinden olan marulların normal mevsimleri dışında yüksek sıcaklık ve uzun güne tolerant, çiçeklenmesi geç olan çeşitlerin kullanılmasıyla yaz ayları da dahil olmak üzere dört mevsim üretimi yapılabilir (Karataş 1995). Türkiye de 2014 yılı verilerine göre kıvırcık marul üretimi 172 207, göbekli marul üretimi 260 755 ve iceberg (baş marul) üretimi 65 551 ton’dur (TÜİK 2014).

Ultraviyole radyasyon, 100-400 nm dalga boyu ile elektromanyetik spektrumun görünür ışıktan daha kısa dalga boylu (doğal olarak daha yüksek enerjili) olan belli bir parçasını oluşturur. 3 bölümde incelenir ve sırasıyla UV-A, UV-B ve UV-C bantlarıdır. UV-A; dalga boyu 315-400 nm arasında olan ultraviyole radyasyondur, ozon tarafından çok az bir kısmı tutulur ve dünya yüzeyine kolaylıkla iletilir. UV-B; dalga boyu 280-315 nm arasındadır, stratosferik ozonun konsantrasyonuna bağlı olarak değişik oranlarda yeryüzüne ulaşır. UV-C; dalga boyu 100-280 nm arasındadır, tamamı atmosferdeki ozon ve oksijen tarafından absorbe edilir (Madronich vd 1998).

Güneş ışığı bitkiler için birincil enerji kaynağıdır. Dünyaya ulaşan UV ışınları yalnızca UV-A ve UV-B’den oluşmaktadır. UV-B güneş ışığının küçük bir bileşeni olmasına rağmen, yeryüzüne ulaşan toplam ışık enerjisinin < %0.5 ile, gün ışığı spektrumu en yüksek enerjiye sahiptir ve bu nedenle biyosfer üzerinde önemli bir etkisi vardır (Lidon vd 2012, Blaustein vd 2013, Li vd 2013).

Güneşli bir yaz gününde, yeryüzüne ulaşan UV radyasyonunun %6’sı UV-B (290-320 nm alındığında) radyasyonundan, kalan %94’ü UV-A (320-400 nm olarak alındığında) radyasyonundan oluşmaktadır. UV-B radyasyonu çok düşük oranda olmasına rağmen biyolojik hasar açısından UV-A radyasyonuna göre daha etkilidir. Güneş ışığına maruz kalınmasıyla ilişkilendirildiğinde, zararlı etkilerin çoğunda UV-B ışınının yaklaşık %80’lik payı olurken, kalan %20’lik kısımda da UV-A’nın payı olmaktadır. Solar UV ışınının yer yüzeyinde yansması normalde %10’dan daha azdır. Başlıca istisnalar; alçıtaşı ve kum yaklaşık %15-30 oranında, kar ise %90’a kadar yansıtılabilir. Sanılanın aksine durgun su UV radyasyonunun sadece yaklaşık %5’ini yansıtmasına karşın, dalgalı su %20’ye kadar yansır. Denizde ya da açık yüzme havuzlarında yüzmek, güneş yanığına karşı çok az koruma sağlar çünkü UV ışınları su üzerinden kolaylıkla geçer (Diffey 2002).

Yeryüzüne ulaşan toplam UV-A ve UV-B ışın miktarları ekvatorundan 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 (IARC 1992).

Stratosferik ozon tabakası, canlılar için zararlı etkileri olan UV-B radyasyonuna karşı yeryüzünü korumaktadır. Stratosferik ozonun azalması, troposferdeki UV-B radyasyonunun penetrasyonunu arttırmakta, bu da troposferdeki kimyasal aktivitenin artmasına sebep olmaktadır. Troposferdeki ozon fotolizinin büyük bir kısmı UV-B radyasyonuna bağlıdır, bu yüzden de stratosferdeki atmosfer tarafından absorbe edilmeye karşı duyarlıdır. Stratosferik ozon tabakasındaki bu azalma sonucunda Dünya yüzeyine ulaşan UV-B ışınları artmıştır (Tang vd 1998).

Ozon tabakasındaki incelme, yeryüzüne ulaşan UV radyasyon (özellikle UV-B radyasyon) düzeyinde artışa yol açmakta ve bu da biyolojik ve kimyasal süreçleri olumsuz yönde etkilemektedir. UV-B ışınına maruz kalmaktaki olası artış, stratosferik ozon tabakasının incelmesi hakkındaki endişelerin sebebidir, çünkü güneşten kaynaklanan UV-B ya da yakıcı UV ışınları, atmosferin toplam ozon içeriğindeki değişimlere karşı çok hassastır. Genellikle, Dünya yüzeyindeki UV-B ışınındaki artışının hem bitki hem de hayvan üzerine olumsuz etkileri olduğundan yaşamsal olarak zararlı olmaktadır. Güneş yanığı, cilt kanseri (Melanomalı ve Melonomasız) ve göz hastalıklarındaki (Katarakt) artışa neden olmakta, bitki dokusu ve canlı hücrelerin genel tahribatı üzerine etkileri de incelenmektedir (Kudish ve Evseev 2013). Ayrıca, insan vücudu için gerekli D vitamini sentezinin azalmasına yol açarak iskelet yapısının zayıflamasına ve son olarak bağışıklık sistemini zayıflatarak da basit enfeksiyonlarda dahi insan sağlığı açısından büyük problemlerin yaşanmasına sebep olmaktadır (Ekici ve Aksoy 2001).

Atmosferdeki karbondioksit, oksijen ve ozon dengesi canlılar tarafından sağlanmaktadır. Bu gazların iklim üzerine etkileri ise farklıdır. Stratosferdeki ozon dengesi ise, topraktaki bakterilerin ürettiği N_2O ile gerçekleşir. Yer yüzeyine ulaşan zararlı UV-B ışınına maruz kalan küçük organizmaların ve planktonların azalması, yine UV-B ışınına maruz kalan bitkilerin fotosentez mekanizmalarının zarar görmesi, atmosferdeki CO_2 miktarının artmasına ve sera etkisinin fazlalaşmasına yol açacaktır. Bu durum da dünya iklim dengesinin değişmesine neden olmaktadır. Ozon tabakasındaki azalma, daha fazla UV-B ışınının yer yüzeyine ulaşmasına ve bunun sonucunda canlıların genetik yapıları üzerinde daha fazla zararın oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca, bulutlar UV ışınlarının büyük bir kısmını emmekte ve diğer bir kısmını da yansıtarak atmosfere geri göndermektedir. Bitkiler yapılarındaki farklılıklar nedeniyle ozona dayanıklılık açısından değişkenlik gösterirler. Değişkenlik, bitkinin tür, alt tür ve varyete özelliklerine bağlı olarak değişir. Bazı bitkiler ozonun verdiği zararı yok edebilirken, bazıları ise bu zararı engelleyememektedir. Son yıllarda UV ışınının tespit edilen diğer bir önemli etkisi de bitkilerin fotosentez hızını yavaşlatması ve topraktaki mikroorganizmaları yok ederek toprağı verimsiz hale getirebilmesidir (Ekici ve Aksoy 2001).

Son yıllarda yapılan ölçümler insan yapımı kloroflorokarbonlara bağlı kirlenmenin stratosferik ozon tabakasını incelttiğine dair endişelere yol açmaktadır. Beraberinde Dünya yüzeyine ulaşan solar UV-B ışın değerini arttırmıştır. Bitkiler fotosentez yapmak için güneş ışığını kullanırlar ve artan UV-B ışınına maruz kalmaktan kaçınmaları mümkün olmadığı için risk altındadırlar. Bu yüzden Hollosy vd (2002) UV-B ışınının canlı organizmalara, DNA'ya, proteinlere, lipidlere ve hücre zarlarına zararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Ozondaki her %1'lik azalma, biyosfere ulaşan UV-B ışınında %1.3- 1.8'lik artışa sebep olmaktadır. Ozon tabakasındaki bu azalma kloroflorokarbonlar ve nitrojen oksitler gibi ozon düşmanı olarak bilinen insan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır (Anderson vd 1991, McFarland ve Kaye, 1992). 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 ışını altında bitki morfogenetik parametreleri; bitki boyu, yaprak alanı, yaprak kalınlığı, dallanma ve bitki fenolojisi değişebilmektedir (Rozema vd 1997). Bunlar; bitki boyu, yaprak uzunluğu, yaprak alanı, yaprak kalınlığı ve aksiller dallanmada azalmalar, yaprak açısı, bitki ve taç yapısı, fenoloji, olgunlaştırma ve tohum üretiminde değişimleri kapsamaktadır.

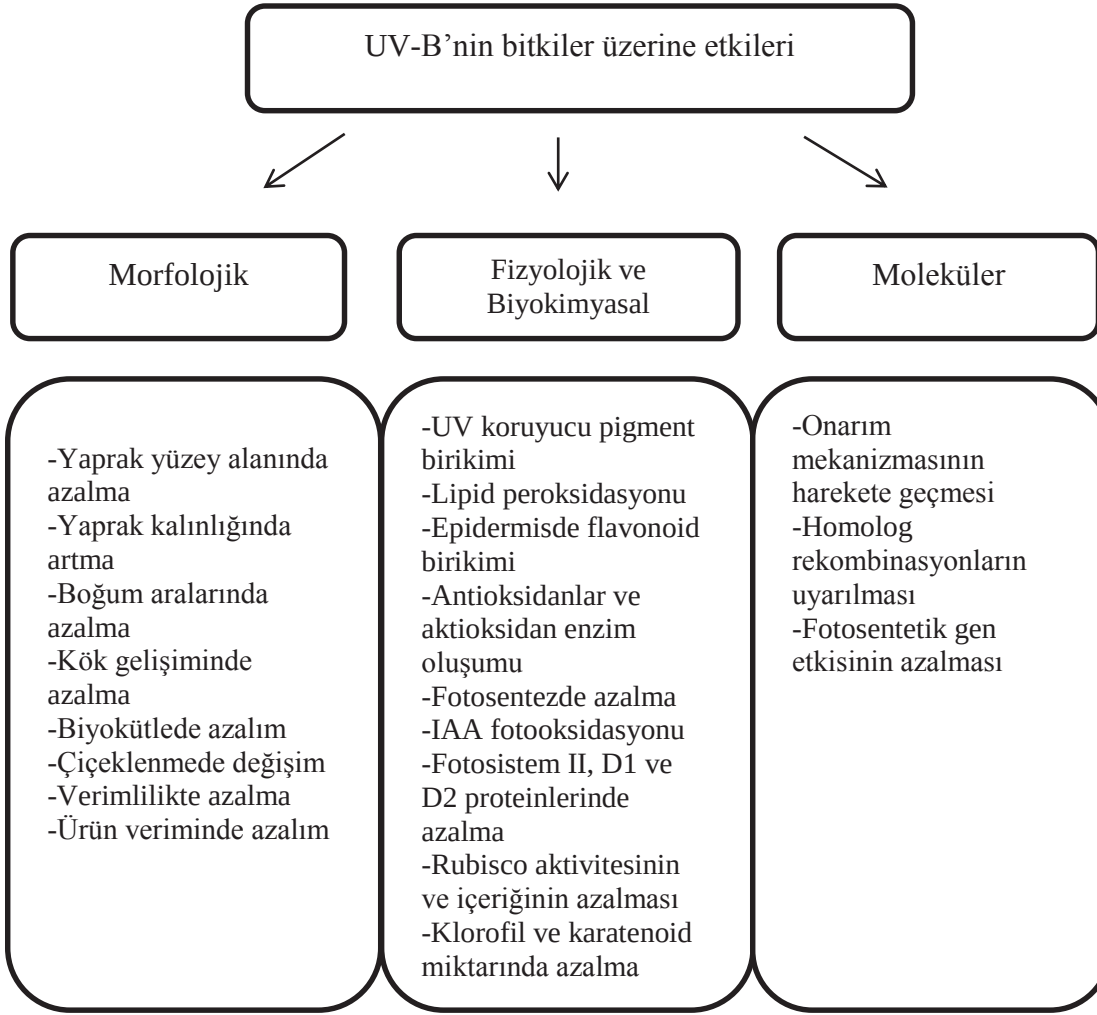
Kataria vd (2014) artan UV-B'nin kültür bitkilerinde açıkça yol açtığı hasarın boyutunu morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler bileşenleri üzerine olan etkilerini daha önceki çalışmalardan derlediği bilgilerle, (Şekil 2.1)'de göstermektedir. UV-B'nin morfolojik etkileri; bitki ağırlığında ve yaprak alanında azalma, yan dallanma, yaprak bronzlaşması, parlaklık, kloroz ve nekrotik lekelerde artma gibi birçok değişimi kapsar. UV-B ışınının artması, ana gövdenin dal uzama oranının azalmasına, sonuç olarak daha sıkı ve daha kısa bitkilerin oluşmasına neden olur (Kakani vd 2003). Azalan bitki boyuyla birlikte çoğunlukla daha kısa boğum araları dolayısıyla daha az boğum oluşumu gerçekleşir (Zhao vd 2003). Yine UV-B artışı farklı kültür bitkilerinde çiçeklenmede, meyve pişkinleşmesinde ve fide çıkışında gecikmelere, kotiledonlarda kıvrılma ve yapraklar arası morfogenetik değişime sebep olmaktadır. (Zuk-Golaszewska vd 2003, Zinser vd 2007, Wang vd 2012). Dikotiledon türlerin UV-B'ye monokotiledon türlerden daha hassas oldukları bulunmuştur (Caldwell vd 2007, Kataria vd 2013). UV-B'ye maruz kalınmasından dolayı farklı bitki türlerinde, biyokütle birikiminde azalmalar sonucunda ürün verimi azalmıştır (Searles vd 2001, Zuk-Golaszewska vd 2003, Kakani vd 2003, Ruhland vd 2005). Özellikle fotosentetik aktivitenin azalmasıyla ilgili Fotosistem II proteinlerindeki azalış, klorofil ve karotenoid miktarında azalma, Rubisco aktivitesi ve stoma fonksiyonları üzerindeki azalımı gibi UV-B içeriği tarafından fizyolojik etkilere sebep olur. (Cooley vd 2000, Sullivan vd 2003, Surabhi vd 2009, Yu vd 2013).

UV-B içeriğinin biyokimyasal etkilerinden biri epidermiste flavanoid biriktirmesidir ve flavonoidler UV-B ışını absorbe eden güçlü bileşenler olarak, UV-B ışınından bitkileri korumak için bir kalkan görevi görürler (Hollosoy 2002, Hassan vd 2013). UV-B, düşük akış seviyelerinde, UV üretim sürecinde çok sayıda flavonoidler ve fenolik üretiminden sorumlu olan genlerin de içinde bulunduğu bazı genleri harekete geçirir (Brown vd 2005). UV-B; yüksek akış seviyelerinde lipid ve protein oksidasyonuna sebep olabilen, DNA'ya zarar veren ve lipid peroksidasyonunda artışa yol açabilen, reaktif oksijen türleri (ROS)'ni üreterek; biyomoleküllerde hasara yol açarak zarar verici bir etmen gibi davranır (Hollosoy vd 2002, Kliebenstein vd 2002, Jain vd 2003). Fotosentez en hassas metabolik süreçlerden biridir ve artan UV-B'nin fotosentez üzerine direkt etkilerinden biri de kuru ağırlığı, nişasta ve klorofil içeriğini azaltmasıdır (Cechin vd 2007, Surabhi vd 2009).

Verdaguer vd (2012) 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.

Marullar yaygın olarak serada yetiştirilir ve büyüme sezonunu uzatmak amacıyla 2-4 haftalık fideler asıl alana nakledilir. Değişen sıcaklık, radyasyon seviyeleri ve yağış olayları gibi dış ortam şartlarına aniden maruz kalındığında, iklimlendirilmemiş (ortama alıştırmamış) fideler son derece stresli bir hal alır. Özellikle artan Ultraviyole-B ışını ciddi bir tehdit olarak kabul edilir. Behn vd (2010) yeni bir yaklaşım olarak da fidelerin UV-B ortamına önceden alıştırılması için UV-B saydam kaplama materyali kullanmışlardır. Ön iklimlendirmenin amacını saptamak için UV-B geçirgenliği değişen 3 farklı kaplama materyaliyle kaplı serada yetişen marul bitkileri, fideler 3 haftalıkken alana nakledilmiştir. Sonuç olarak UV-B'ye maruz kalınan sera dönemi; yaprak boyunun, yaprak alanının ve yaprak sayısının azalmasına, flavonoid içeriğinin ise artmasına yol açmıştır.

Liu vd (2013) artan UV-B ışınlarının soya bitkisinde verim bileşenleri ve tohum gelişim özellikleri üzerine etkilerini incelemişler ve 3 farklı soya çeşidinde, 2 yıl süreyle alan denemesi yapmışlardır. Bu çalışmada kullanılan UV-B ışınının gücü, 13 kJ/m²/gün UV-B ışın karşılığı olan, ozon tabakasının %21'lik incelmelerini temsil etmektedir. UV-B ışınlama işlemi soya bitkilerinden 1 metre yükseklikte 40 W' luk yatay lambalar kullanılarak, saat 10:00-17:00 arası 7 saat boyunca, yağışlı günler hariç her gün yapılmıştır. Sonuç olarak doğal ışıkla karşılaştırıldığında UV-B ışın uygulamaları 3 farklı soya çeşidinin bitki boylarını %21.7, %10.0 ve %14.8 oranında azaltmış, kök başına kuru ağırlık miktarını %17.9, %14.3 ve %18.6 oranında ve bitki başına verimi ise %39.1, %41.4, %50.6 oranında düşürdüğü belirtilmiştir.



Şekil 2.1. UV-B'nin bitkiler üzerinde sebep olduğu morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimler

Bu çalışmada Yao vd (2014) farklı büyüme evreleri boyunca UV-B' nin kışlık buğday verimi ve kalitesi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlamışlardır. Buğdaylara bitki tepe noktasından 60 cm yükseklikte ve günlük 8 saat süreyle ilave 8.45 m⁻² d⁻¹ UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Sonuç olarak UV-B ışın uygulaması kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, baş bağlama, çiçeklenme ve tüm büyüme evreleri boyunca buğday verimini sırasıyla %6.6, %4.4 ve %9.6 düşürmüştür. Ancak buğday verimi, fide, kardeşlenme ve tane dolum aşamalarında UV-B ışınından etkilenmemiştir. UV-B ışın uygulamasıyla kontrol grubuna göre azot, fosfor ve demir konsantrasyonu azalırken, mangan, çinko, bakır konsantrasyonu artmıştır, potasyum konsantrasyonun ise etkilenmediği bildirilmiştir.

Costa vd (2002) UV-B ışınına maruz bırakılan ayçiçeği kotiledonlarında antioksidan savunma sisteminin davranışını incelemişlerdir. Ayçiçeklerine bitki tepe noktasının 20 cm üzerinde, 50 ve 100 dakika boyunca 15 ve 30 kJ/m²' lik UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Sonuç olarak klorofil içeriğinin kontrol grubuna göre sırasıyla

15 ve 30 kJ/m² uygulama dozlarında %10 ve %15 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir. Bulunan sonuçlarda, UV-B ışınının kesin olarak ayçiçeği kotiledonlarında antioksidan savunma sistemini teşvik ettiğini ve bitkilerin oksidatif stres üretimine rağmen hayatta kalmalarına imkan verdiğini bildirmişlerdir.

Staaaj vd (1997) küresel iklimin eş zamanlı değişen, troposferdeki O₃ (ozon) konsantrasyonundaki ve UV-B ışın akışlarındaki artışın bitki gelişimi üzerine etkisini görebilmek için, sera ve büyüme odası denemesinde test etmişlerdir. Tuzlu bataklık çiminde, bitkilerin 70-90 cm üzerinden, saat 10:00'dan 16:00'ya kadar 10.0 kJ/m² ve 16.2 kJ/m² ışın uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak artan UV-B'nin bitki boyu, çiçek sayısı, sürgün ve yaprak sayısı, yaprak alanı, spesifik yaprak alanı, yaprak alanı oranı ve yaprak ağırlık oranı üzerine etkisinde önemli ölçüde bir değişiklik görülmemiştir. En yüksek UV-B ışın seviyelerinde biyokütle üretimi artmıştır. Bu etki, kökler, yapraklar ve toplam bitki biyokütlesinde görülmüştür. Net fotosentez, artan UV-B ışınından etkilenmemiştir.

Wargent vd (2011) marulda (*Lactuca sativa* L.) erken gelişme döneminde uygulanan UV-B'nin alan bazında ışık filtreleri değiştirilmiş ve buna ek olarak UV-B kontrollü kapalı ortamda, UV ışınının marul fidelerindeki gelişimine ve fotosentetik performans üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada ticari olarak tünel yapıları kullanılmış ve üretim, ticari polietilen kaplama materyallerindeki UV-B dozundaki ayarlanmış farklı değerlere göre sağlanmıştır. UV olmayan ortam ile karşılaştırıldığında, UV-B ortamında yetiştirilen fidelerde yaprak boyu ve yaprak eni azalmış ancak yaprak kalınlığı ve net fotosentez oranı artmıştır. Marul bitkileri başlangıç üretiminde üniform alanlı bir ortama nakledildikten sonra UV içeren ortamda, UV olmayan ortamdaki daha yüksek bir hasat verimi sergilenmiştir.

Caldwell vd (2006) serada yetişen marullarda (*Lactuca Sativa* L.) ultraviyole ışınlarının karotenoid ve klorofil bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. 8 yeşil yapraklı ve 8 kırmızı yapraklı marul çeşidi, ilave UV-A ve UV-A'ya ek UV-B ışını alarak serada kontrol altında yetiştirilmiştir. Yeşil yapraklı marulda karotenoid ve klorofil konsantrasyonu artarken, kırmızı yapraklı da bu bileşiklerin seviyeleri azalmıştır.

Shaukat vd (2013) siyah mercimek (*Vigna mungo* L.) ile yaptıkları çalışmada UV-B ışın uygulamalarının, siyah mercimeğin çimlenmesi, fide büyümesi, klorofil a ve b içeriği, çözünür fenoller, antosiyaninler, flavonoidler, phenylalanine ammonia lyase (PAL) aktivitesi ve tyrosine ammonia lyase (TAL) aktivitesini incelemişlerdir. Çimlenme hızı önemli ölçüde artmış olsa da nihai çimlenme yüzdesi UV-B ışını tarafından önemli ölçüde bastırılmıştır. Fidelerdeki kök ve sürgün gelişimi UV-B ışının artmasıyla belirgin bir şekilde azalmıştır. UV-B ışınlanmasında esas olarak kontrol grubuna göre klorofil a ve b ayrıca toplam klorofil (a+b) değeri azalmıştır. Kök ve sürgünde kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kuru ağırlık önemli ölçüde azalmıştır.

Nedunchezian vd (1997) börülce (*Vigna unguiculata* L.) fideleri ile yaptıkları çalışmada UV-B ışın uygulamasının büyüme ve fotosentetik karakter üzerine etkisi araştırılmıştır. Fidler ortam ve ortama ilave 1.8 kJ/m²' de 25 gün UV-B ışınına maruz bırakılmıştır. Bu deneyde kullanılan ilave UV-B'nin etkisi stratosferik ozonda yaz aylarında öğle saatlerindeki 10° kuzey enlemindeki %16'lık azalmaya benzetilmiştir.

Sonuç olarak UV-B ışınına maruz kalındığında fide boyunda %13, yaprak biyokütlesinde ise %8'lik artış gözlemlenmiştir. Klorofili bir ünite yaş ağırlık başı olarak ifade etmişler ve UV-B uygulanmış fidelerde 25 günün sonunda, toplam klorofil düzeyinde %9'luk bir azalma tespit etmişlerdir. UV-B ışını altında yetişen fidelerin yapraklarındaki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde ise önemli bir değişim görülmemiştir.

Yuan vd (1998) baharlık buğdayda (*Triticum aestivum*) birbirini takip eden 2 yılda, stratosferik ozon tabakasındaki %12, %20 ve %25'lik incelmeye benzetilerek, 2.54, 4.25 ve 5.31 kJ/m²'lik ilave UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Baharlık buğdaylar 5.31 kJ/m²'lik UV-B ışınına büyük hassasiyet göstermiştir. Erken devrede bitki gelişiminde gecikme ve boyunda kısalmalar olduğu görülmüştür. UV-B ışın uygulamasının bitki yapısını değiştirdiğini, sürgün sayısını azaltırken ölü kök sayısını arttırması sonucunda olgunlaşma döneminde daha az baş veriminin olduğunu, biyokütlede ve verimde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Verimin düşmesi sonucu başak sayısında, başak başına tane sayısında ve bin dane ağırlığında da önemli azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir.

Fukuda vd (2008) hıyar fidelerinde kotiledonların yüzey yapısı üzerindeki etkilerini incelemek için ilave UV-B ışınlarında 3 farklı doz altında yetiştirmişlerdir. UV-B ışın uygulaması hassas bitkilerin yapraklarında kloroz, parlaklık (yarı saydam, parlak tabaka oluşumu) bronzlaşma gibi morfolojik ve anatomik değişikliklere neden olmuştur. Sonuç olarak düşük doz (0.05 W/m²) UV-B ışın uygulamasının kontrol grubuyla (0 W/m²) karşılaştırıldığında kotiledon morfolojisi ve gelişimi üzerine önemli bir etkisi olmamasına rağmen, artan UV-B ışınının yaş ağırlık ve kotiledon alanında azalmalara neden olduğunu belirtmişlerdir. Orta ve yüksek dozdaki (0.15 ve 0.60 W/m²) UV-B ışın uygulamasında ise bitki gelişimi kısıtlamış ve ilk yaprakların belirmesinde gecikmeler olmuştur.

Lingakumar vd (1999) solar radyasyonun etkisiyle birlikte UV-B bileşimi ile tropikal börülce (*Vigna unguiculata* L.) tohumu üzerinde çalışmışlardır. UV-B'nin ortalama ortam seviyesi 10 kJ/m²'dir. UV-B ışını dışında tutulan fidelerde boy, yaprak alanı ve yaş ağırlık artmış, 20 gün sonra ise toplam klorofil miktarı %50 artarken ve flavanoid içeriği %47 azalmıştır.

Zuk-Golaszewska vd (2003) serada yapılan bir deneyde, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamasının *Avena fatua* (yabani yulaf) ve *Setaria viridis* (yeşil kirpi darısı) de yaprak ve bitki morfolojisinde uyarılan değişiklikler araştırılmıştır. Uygulanan UV-B dozları ise 0, 4, 8, 12 kJ/ m²'dir. Bitki boyunun, yaprak, sürgün ve kökün yaş ağırlığının yanı sıra yaprak alanında da azalmalar görülmektedir. Bunun yanında her iki türde de yaprak kıvrılmasına neden olmuştur. UV-B, yaprak ağırlık oranını, sürgün kuru maddesini, kök ve sürgün oranını ve yaprak alanı oranını azaltmamıştır.

Bu çalışmada Zheng vd (2012) farklı UV-B dozlarının kışlık buğday da fotosentetik aktivite ve toplam biyokütle üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak ilave UV-B kışlık buğday veriminin %24 ve %11.4 oranında azalmasına sebep olmuştur. Bunun yanında kuru madde birikimini de azalttığını ancak net asimilasyon oranını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Ranjbarfordoei vd (2011) UV-B ışın artışının havuçtaki fotosentetik özellikler üzerindeki etkilerini belirlemek için, 2 yaşındaki fidelere 4 seviyede UV-B stresi uygulandığı bildirilmiştir. Bunlar; 0 kJ/m²/gün, 4.42 kJ/m²/gün, 7.32 kJ/m²/gün, 9.36 kJ/m²/gün olarak belirlenmiştir. UV-B stresinin, klorofil floresan parametreleri, klorofil içerikleri ve fotosentetik gaz değişim parametreleri aralığı üzerine etkisi araştırılmıştır. Klorofil a, b ve toplam klorofil içeriği (a+b), UV stresinin artmasıyla önemli miktarda azalmıştır. Genel olarak, olumsuz UV-B'nin etkileri en yüksek ışın dozu olan 9.36 kJ/m²/gün'de tespit edilmiştir.

Kakani vd (2003) 1975'ten bu yana yaklaşık 129 çalışmada, 35 farklı bitki türünde UV-B ışınlarının, görsel semptomlar, yaprak ultrastruktürü ve anatomisi, fotosentetik pigmentler, UV-B emici bileşikler, fotosentez, büyüme ve gelişme, verim, genotipik farklılık son olarak da abiyotik ve biyotik faktörlerle UV-B'nin etkileşimi üzerine etkilerini bildirmişlerdir. Sonuç olarak UV-B ışını tarafından hem bitkisel hemde üreme morfolojisi değişmiştir. Artan UV-B'nin genellikle klorofil içeriğini %10 ile %70 oranında azaltırken, birçok bitkide UV-B emici bileşiklerin %10-30 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Özellikle yüksek UV-B dozlarının, doğrudan fotosistem üzerine olan etkisinden ve dolaylı olarak yaprak alanı ve pigmentleri azaltmasından dolayı fotosentezin %3-90 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Birçok kültür bitkisinde klorofil pigmenti ve fotosentezin azalması sonucu daha düşük biyokütle ve verim değerlerine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Peng ve Zhou (2010) UV-B ışın uygulamalarının soya fidelerinde kök, gövde ve yapraklardaki mineral elementlerin dağılımında değişiklik meydana getirdiğini, bunun da kuru madde birikiminin azalmasına ve daha sonra da büyümesinin engellenmesine yol açtığını bildirmişlerdir. UV-B stresinin kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranını kök, gövde ve yaprakta, düşük ve yüksek dozlarda sırasıyla %9.7, %14.22, %2.4 ve %10.27, %14.92, %5.60 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Artan UV-B stresiyile iyileştirme periyotlarında kök, gövde ve yapraklarda K, Ca ve Mg içeriklerinde azalmalar görülmektedir. Yine soya fidelerinin UV-B stresi altındayken yapraklarındaki Cu, Mo ve Fe içeriklerinde de azalmalar olurken Mn içeriğinin arttığı bildirilmiştir.

Reddy vd (2003) pamukta artan UV-B ışın uygulamaları sonunda yaprakların, internodların ve böylelikle toplam taç yapısının büyüklüğünü etkilediğini ve sonuç olarak da biyokütle üretiminine müteakip pamukta tohum verimi üzerine önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. UV-B ışın uygulamalarının pamukta bitki başına daha az yaprak ve daha küçük yaprak oluşturduğunu ve bunun da toplam yaprak alanının azalmasına neden olduğunu ve böylelikle yaprak alanıyla yakın ilgisinden dolayı biyokütlenin de azaldığını tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda da artan UV-B dozlarında fotosentezin %72 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Yao vd (2006) farklı UV-B ışın uygulamalarının Tataristan karabuğdayında (*Fagopyrum tataricum*) bitki gelişimi ve verimini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Artan UV-B ışın uygulamalarının buğdayların bitki boyunda, gövde çapında, yaprak alanı indeksinde, toplam biyokütlerde ve fotosentetik pigment değerlerinde önemli ölçüde düşüşe yol açarak sonuç olarak daha kısa ve daha kompakt bitkiler elde edilmesine neden olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezine ait cam serada yürütülmüştür (36° 54' N; 30° 38' E). Kompartıman özellikte olan sera; yan ve tepe havalandırılmalı, ısıtmasız, 6.5 m mahya yüksekliği olan yüksek ve modern bir seradır (10 m x 14 m).

Araştırmada üretim materyali olarak *Lactuca sativa* var. *crispa* kıvırcık marul türüne ait olan “Caipira” ve *Lactuca sativa* var. *capitata* baş marul türüne ait olan “Fortunas” çeşitleri kullanılmıştır. Caipira; geç sapa kalkan, koyu yeşil yapraklı marul çeşididir. Ilıman sahil bölgelerimizde açık sahada ilkbahar, erken yaz, sonbahar ve erken kış, örtü altında geç sonbahar, kış, erken ilkbahar yetiştiriciliğine uygundur. Serin karasal bölgelerimizde yaz, sonbahar yetiştiriciliğine uygundur. Olgunluk süresi yetiştirme dönemi ve iklim koşullarına bağlı olarak ortalama; sıcak dönemlerde 50 – 60 gün, serin dönemlerde 70 – 90 gündür. Baş yapısı homojen, yaprakları kalın, sulu ve gevrek. Ortalama baş ağırlığı uygun iklim ve yetiştirme koşullarında 750 - 1100 g'dır. Marul mildiyösünün 16-28 ırklarına, marul yaprak bitine ve marul mozaik virüsüne dayanıklıdır. Fortunas; Yaprak bitine dayanıklı, sonbahar ve ilkbahar dönemi hasatları için uygun, orta büyüklükte baş yapılı ve yaprak uç yanıklığına dayanıklı bir çeşittir. Araştırmada kullanılan fideler özel bir fide şirketinden temin edilmiştir (Şekil 3.1a,b,c,d).



Şekil 3.1. Caipira (a,b) ve Fortunas (c,d) marul çeşitlerine ait fidelerden genel bir görünüm

3.2. Metot

Hazır fide olarak temin edilen fideler kontrol dahil 3 gruba ayrılmış ve ilk iki grup, stratosferik ozon tabakasındaki %12, %20 ve %25'lik incelmeye karşılık gelebilecek doz değerlerini, sırasıyla 2.54, 4.25 ve 5.31 kJ/m²/gün olarak uygulayan Yuan vd (1998) referans alınmıştır. Bu anlamda çalışmamızda etkisi görülmek istenen uygulama dozları 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün olarak belirlenmiştir. Üçüncü grup fidelere ise UV-B ışını uygulanmamış, bu grup kontrol olarak denemede yer almıştır. Fidelerin yaklaşık 15 günlük olduğu dönemde, bitki tepe noktasının 25 cm üstüne lambalar yerleştirilmiş ve 12 gün süre ile UV-B ışın uygulamasına tabi tutulmuştur.



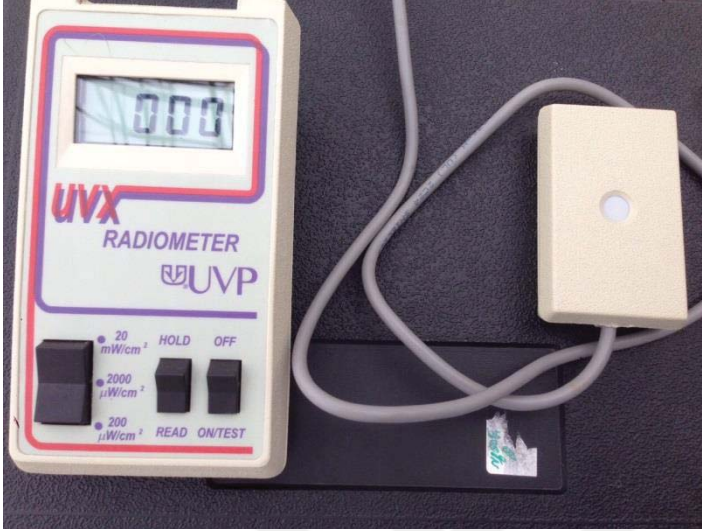
Şekil 3.2. UV-B ışın uygulama düzeneğinden bir görünüm

Sistem, lambaların bitkiler üzerinde farklı yüksekliklere ayarlanmasına imkan verecek şekilde dizayn edilmiştir. 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 3.2).

Dozların belirlenmesinde 311 nm dalga boyunda okuma yapabilen bir sensör ve dijital radyometre (UV-X 31) kullanılmıştır (Şekil 3.3).

Belirtilen dozların ayarlaması, Watt x saniye = Joule formülünden yararlanılarak hesaplanmış ve uygulamaya konulmuştur. İlk uygulamada doz ayarlaması dijital radyometrenin 0 değeri ölçtüğü akşam saatinde, UV-B lambası açılmış ve sensör lambadan 25 cm altta olacak şekilde tutularak yaklaşık 10 farklı noktadan ölçümler yapılmıştır. Radyometrede okunan ortalama 240 µW/cm² (2.40 W/m²) değeri formülde yerine konulduğunda lambalar; 4.8 kJ m²/gün için 34 dk, 9.6 kJ m²/gün için 68 dk çalıştırılarak uygulama yapılacak dozlar hesaplanmıştır.

Fide dönemindeki UV-B ışın uygulamalarından sonra bitkiler asıl yerlerine 24.10.2014 tarihinde şaşırtılmıştır (Şekil 3.4). Çalışmada topraksız yetiştirme ortamı kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise torf + perlit (%75 + %25) karışımından oluşan katı ortam kültürü kullanılmıştır.



Şekil 3.3. UV-X 31 dijital radyometreden bir görünüm

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.

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. UV-B ışın uygulaması yapılan fideleri her saksıya 3 adet olacak şekilde dikilmiştir.

Bitki materyalinin yetiştirilmesinde zaman ayarlı dosatron injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi kullanılmış (Şekil 3.5), her saksıya 8 L/sa kapasitesindeki 4'lü dağıtıcı damla sulama sistemi ve saksı altlarına drenaj sistemleri döşenmiştir. Yetiştiricilikte yapılacak gübreleme için, 15-20 kg/da N, 10-12 kg/da P₂O₅ ve 18-20 kg/da K₂O olan gübre miktarları Şalk vd (2008) referans alınarak fertigasyon sistemine uygun hale getirilmiş makro elementlerden N, P, K ve Mg kaynağı olarak kompoze 15+5+30+3+Mikro'dan 2.8 kg/100 L ve Ca⁺⁺ kaynağı olarak Ca(NO₃)₂ 'dan 1.7 kg/100 L olacak şekilde solüsyon hazırlanmıştır.

Bitki besleme işlemine fidelerin asıl ortamlarına şaşırtılmasından 1 hafta sonra başlanmıştır. Her gün sabah 10:00'da 7 dakika 100 g/320 m² kompoze 15+5+30+3+Mikro ve 50 g/320 m² Ca(NO₃)₂ olacak şekilde deneme alanına verilmiştir. Daha sonraki dönemde ise bitkinin su isteğine ve iklimsel faktörlere bağlı olarak sulamalara devam edilmiştir.

Yetiştiricilik süresi boyunca hastalık ve zararlılara karşı herhangi bir bitki koruma ürünü kullanılmamıştır. Bu yüzden sınırlı miktarda marul yumuşak çürüklüğü (*Sklerotinia sclerotiorum*) (Şekil 3.6a,b), yeşil kurt (*Heliothis armigera*) (Şekil 3.7a,b) ve yaprak galeri sineği (*Liriomyza trifolii*) (Şekil 3.8) zararı görülmüştür.



Şekil 3.4. Şaşırtma sonrası yetiştiricilik alanından bir görünüm



Şekil 3.5. Zaman ayarlı dosatron injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi ve kontrol panosundan bir görünüm



Şekil 3.6. Caipira (a) ve Fortunas (b) çeşitlerinde marul yumuşak çürüklüğüne (*Sklerotinia sclerotiorum*) ait bir görünüm



Şekil 3.7. Yeşil kurt (*Heliothis armigera*) larvası (a) ve zarar şekli (b)



Şekil 3.8. Yaprak galeri sineği (*Liriomyza trifolii*) zarar şekli

3.2.1. Fide döneminde yapılan ölçümler

UV-B ışın uygulamasıyla birlikte 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) yardımıyla her hafta Cuma günü anlık ışık ölçümü yapılarak değerleri kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.9). Ayrıca sera içi sıcaklık ve nem değerleri elektronik bir veri kaydedici olan Onset-HOBO ölçüm cihazı ile ölçülmüştür.



Şekil 3.9. Lux metre cihazının görünümü

3.2.1.1. Bitki boyu

UV-B ışın uygulaması sonunda, marul fidelerinin boyları dijital bir kumpas yardımıyla ölçülüp, ortalama bitki boyu mm cinsinden belirlenmiştir. Her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 fidede, gövdenin en alt kısmı ile yaprakların en uç kısmı arasındaki mesafe tespit edilmiştir (Şekil 3.10).

3.2.1.2. Yaprak sayısı

UV-B ışın uygulaması sonunda, marul fidelerinden, her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 fidenin kotiledon dışındaki yaprakları sayılarak belirlenmiştir.

3.2.1.3. Yaprak eni

UV-B ışın uygulaması sonunda, marul fidelerinin yaprak eni dijital bir kumpas yardımıyla ölçülüp, her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 fidenin ortalama yaprak eni mm cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Bitki boyunun ölçümünden bir görünüm



Şekil 3.11. Yaprak eninin ölçümünden bir görünüm

3.2.1.4. Kök boğazı çapı

UV-B ışın uygulaması sonunda, marul fidelerinin kök boğazı çapı dijital bir kumpas yardımıyla ölçülüp, ortalama çap mm cinsinden belirlenmiştir. Her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 fidede, kök ile gövdenin birleştiği kısım ölçülerek kök boğazı çapı belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Kök boğazı çapı ölçümünden bir görünüm

3.2.1.5. Kök uzunluğu

UV-B ışın uygulaması sonunda marul fidelerinin kökleri dijital bir kumpas yardımıyla ölçülüp, ortalama kök uzunluğu mm cinsinden belirlenmiştir. Her bir uygulamadan bu amaçla seçilen 6 fidede, kökün gövde ile birleştiği yer ile saçak köklerin uç kısmı arasındaki mesafe tespit edilmiştir.

3.2.1.6. Kuru madde miktarı

UV-B ışın uygulaması sonunda her bir uygulamadan 6 fide seçilerek kök ve toprak üstü kısımdan ayrı ayrı alınan örneklerden, önce hassas terazi yardımıyla yaş ağırlıkları tespit edilmiş, daha sonra etüvde 65 °C sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutularak kuru ağırlık değerleri g cinsinden belirlenmiştir. Örneklerin ağırlık kaybından gidilerek toplam kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır.

3.2.1.7. Makro - mikro element tayini ve yöntemi

Uygulama yapılan fidelerden her bir gruptan 12 fide seçilerek Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Batem)'nde analiz edilmiştir.

Azot (N) miktarı

Kurutulup öğütülen yaprak örneklerinde Modifiye Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (Bremner 1965).

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

Öğütülmüş yaprak örneklerinden 0.5 g alınarak HNO₃ ile mikro dalgada yaş yakılmış örneklerden elde edilen süzüklerde Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Bakır (Cu), B (Bor)

miktarları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) cihazı ile belirlenmiştir (Hu vd 2002).

3.2.1.8. Yapraktaki toplam klorofil miktarı

UV-B ışın uygulaması sonunda her bir uygulamadan 6 fide seçilerek, yaprakları 3 farklı noktadan Spad-502 Plus klorofilmetre cihazı ile ölçülmüş ve yaprakların ortalama klorofil miktarları SPAD cinsinden belirlenmiştir.

3.2.1.9. Renk ölçüm değerleri

UV-B ışın uygulaması sonunda ve yetiştiricilik sonunda alınan, yaprak renginde meydana gelen değişimler MİNOLTA CR-200 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka kromametre ile tespit edilmiştir (Şekil 3.13). 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 yansımanın olmadığı durumda alırken, 100 değerini mükemmel yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır (Şekil 3.14). Pozitif a^* değerleri kırmızılığı gösterirken, negatif a^* değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. Pozitif b^* değerleri sarılığı gösterirken, negatif b^* değerleri maviliği temsil etmektedir (Şekil 3.15). Sıfır kesim noktasında ($a=0$ ve $b=0$) renksizlik yani grilik olmaktadır. Hue açısı değeri, a^* ve b^* değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun X eksenini ile 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 düşükken canlı renklerde ise C^* değeri yükselmektedir. C^* değeri ve h° değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (McGuire 1992).

Meyvelerin C^* değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

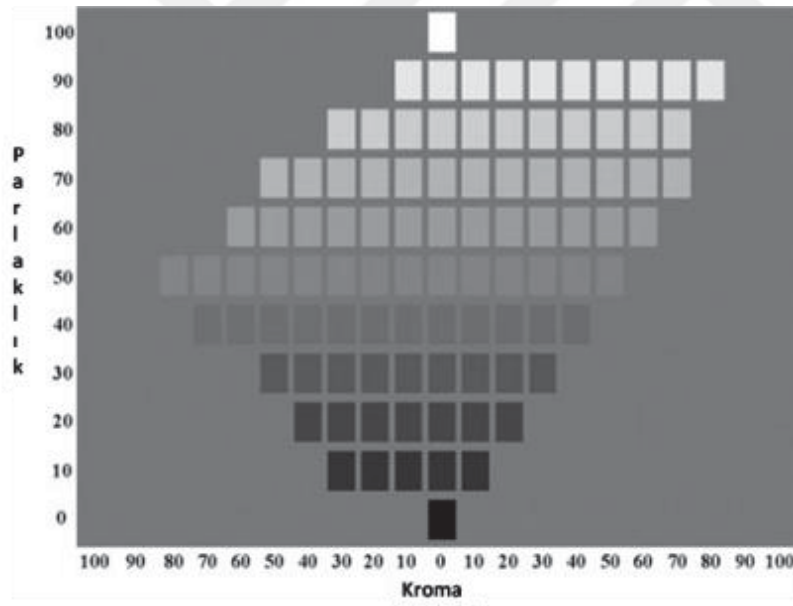
$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Meyvelerin hue değeri hesaplanırken şu formül kullanılmıştır:

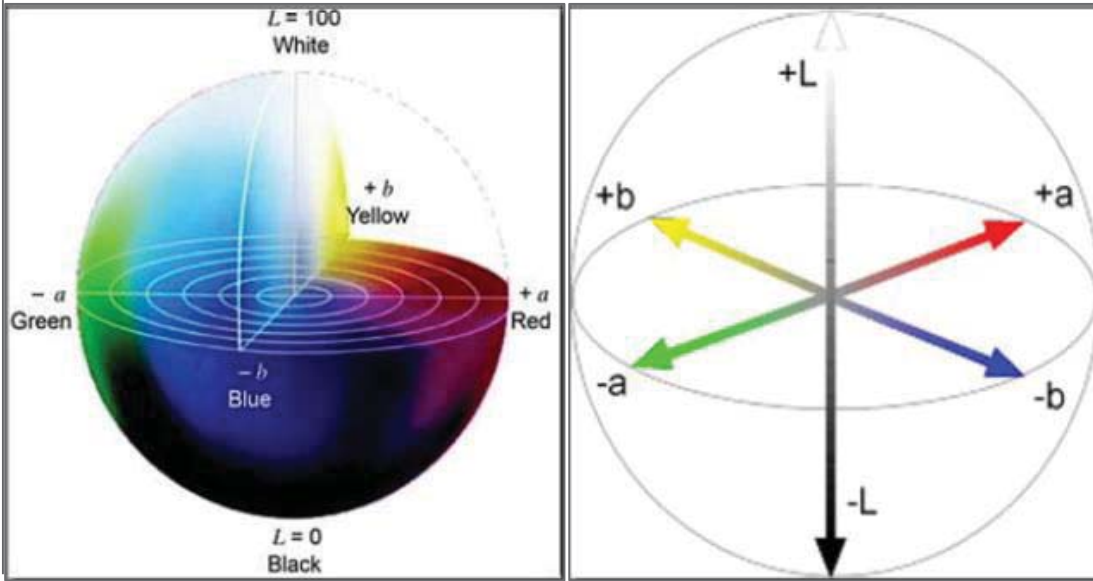
$$H = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$



Şekil 3.13. Yapraktaki renk ölçümünden bir görünüm



Şekil 3.14. Parlaklık-kroma diyagramı



Şekil 3.15. a^* ve b^* renklerinin karşılık geldiği renk diyagramı

3.2.2. Yetiştiricilik ve hasat sırasında yapılan ölçüm ve gözlemler

3.2.2.1. Yapraktaki toplam klorofil miktarı

Fidelerde şaşırtma işlemi yapıldıktan sonra haftalık periyotlarla klorofil ölçümü yapılmıştır. Her uygulama grubu için belirlenen 10 bitki yaprağının, 3 farklı noktasından Spad-502 Plus klorofilmetre cihazı ile ölçülmüş ve yaprakların ortalama klorofil miktarları SPAD cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Yapraktaki klorofil miktarının belirlenmesinden bir görünüm

3.2.2.2. Marulların hasadı

24.10.2014 tarihinde şaşırtması gerçekleştirilen marul fideleri, dikimden iki ay sonra 24.12.2014 tarihinde hasat edilmiştir.

3.2.2.3. Bitki boyu

Hasat sonrası marulların boyları cetvel yardımıyla ölçülüp, ortalama bitki boyu cm cinsinden belirlenmiştir. Her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 bitkide, gövdenin en alt kısmı ile yaprakların en uç kısmı arasındaki mesafe tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Gövde çapı

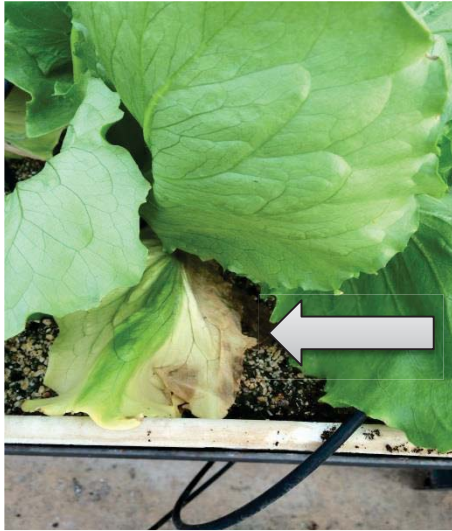
Hasat sonrası marul başlarının gövdesi cetvel yardımıyla ölçülüp, her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 bitkinin ortalama gövde eni cm cinsinden belirlenmiştir.

3.2.2.5. Kök boğazı çapı

Hasat sonrası marulların kök boğazı çapı dijital bir kumpas yardımıyla ölçülüp, ortalama çap mm cinsinden belirlenmiştir. Her bir uygulamadan bu amaçla belirlenen 6 bitkide, kök ile gövdenin birleştiği kısım ölçülerek kök boğazı çapı belirlenmiştir.

3.2.2.6. Ölü yaprak sayısı

Hasat sonrasında marulların sararıp ölen yaprakları sayılarak koparılmıştır ve her bir uygulamadan 6 bitki seçilerek ölü yaprak sayısı belirlenmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Ölü yapraktan bir görünüm

3.2.2.7. Baş ağırlığı

Hasat sonrası marulların, her bir uygulamadan 12 bitki seçilerek kökleri kesilip toprakları temizlendikten sonra, marul başları 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartılarak ortalama baş ağırlığı (g) tespit edilmiştir.

3.2.2.8. Pazarlanabilir baş ağırlığı

Hasat sonrası marulların, her bir uygulamadan 12 bitki seçilerek kökleri kesilip toprakları temizlendikten sonra, en dış kısımlardaki pazar değeri düşük yapraklar koparıldıktan sonra marul başları 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartılarak ortalama baş ağırlığı (g) tespit edilmiştir.

3.2.2.9. Toplam verim

Hasat sonrası marullar 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi ile tartılmıştır. Çalışmada toplam verim kg/m^2 olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.10. Kuru madde miktarı

Hasat sonrası her bir uygulama grubundan 6 bitki seçilerek, marul başlarından, kökten, iç ve dış yapraklardan alınan örneklerin önce yaş ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiş daha sonra 65-70 °C'ye ayarlanan etüvde kurutularak kuru ağırlık değerleri g cinsinden tespit edilmiştir. Örneklerin ağırlık kaybından gidilerek toplam kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır.

3.2.2.11. Makro ve mikro element tayini

Hasadı yapılan marullardan her bir gruptan 6 bitki seçilerek Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Batem)'nde analiz edilmiştir.

Azot (N) miktarı

Kurutulup öğütülen yaprak örneklerinde Modifiye Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (Bremner 1965).

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

Öğütülmüş yaprak örneklerinden 0.5 g alınarak HNO_3 ile mikro dalgada yaş yakılmış örneklerden elde edilen süzüklerde Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Bakır (Cu), B (Bor) miktarları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) cihazı ile belirlenmiştir (Hu vd 2002).

3.2.2.12. Marullarda renk ölçüm değerleri

Hasat edilen marullarda minolta renk ölçer yardımıyla renk değişimi tespit edilmiştir.

3.2.2.13. İstatistiksel değerlendirme

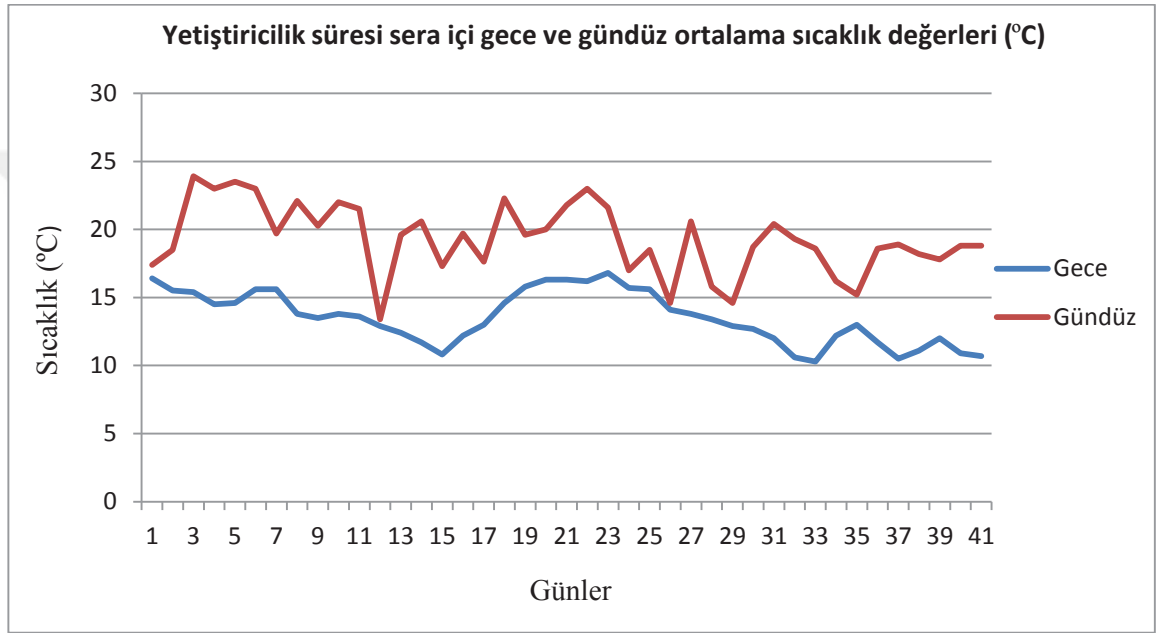
Araştırmada çeşitler kendi içinde tesadüf blokları deneme desenine göre, doz uygulamaları ve çeşitler ise tesadüf bloklarında faktöriyel düzen deneme desenine göre değerlendirilmiştir. Çalışma konuları; 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde düzenlenmiş ve ortalamaların karşılaştırılmasında %5 önem seviyesinde LSD testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. İklimsel Veriler ve Ölçümler

4.1.1. Sera içi sıcaklık değerleri

Denemenin bitki yetiştiriciliği aşamasında 14.11.2014-24.12.2014 tarihleri arasındaki sera içi gece ve gündüz sıcaklık değerleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Yetiştiricilik süresi boyunca seradaki en düşük gece ve gündüz sıcaklık değerleri sırasıyla 10.3 °C ve 13.4 °C iken en yüksek sıcaklık değerleri ise gece ve gündüz sırasıyla 16.8 °C ve 23.9 °C olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.1. Yetiştiricilik süresince sera içi gece ve gündüz ortalama sıcaklık değerleri (°C)

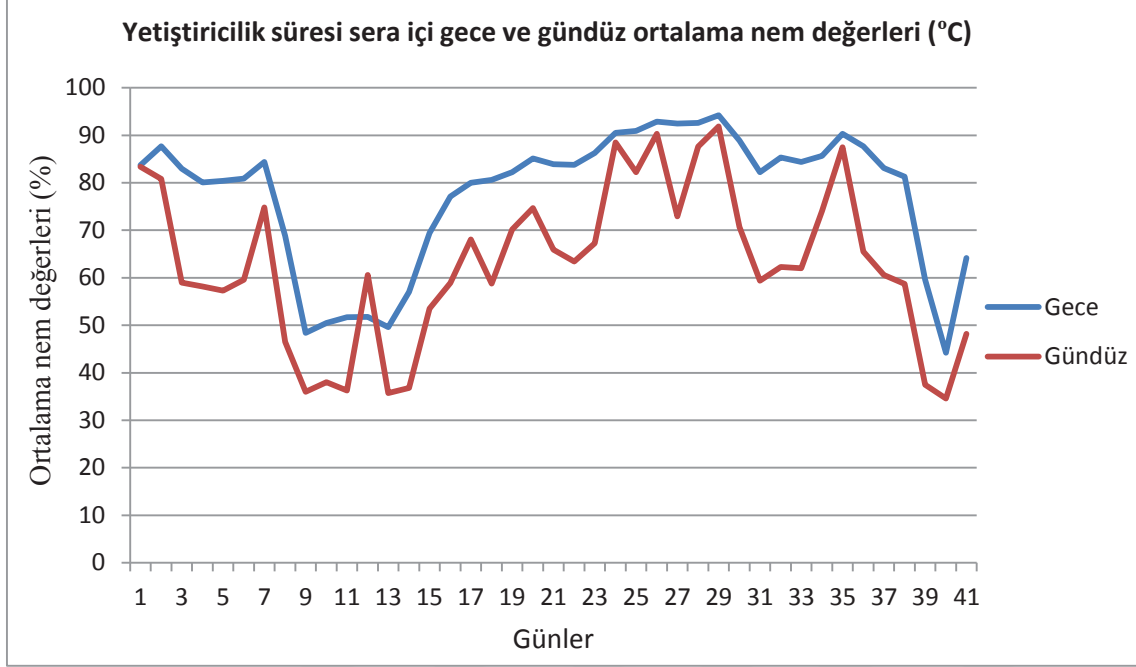
4.1.2. Sera içi ortalama nem değerleri

Denemenin bitki yetiştiriciliği aşamasında 14.11.2014-24.12.2014 tarihleri arasında sera içi gece ve gündüz nem değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ortalama nem değerleri yetiştiricilik süresince büyük dalgalanmalar göstermiştir.

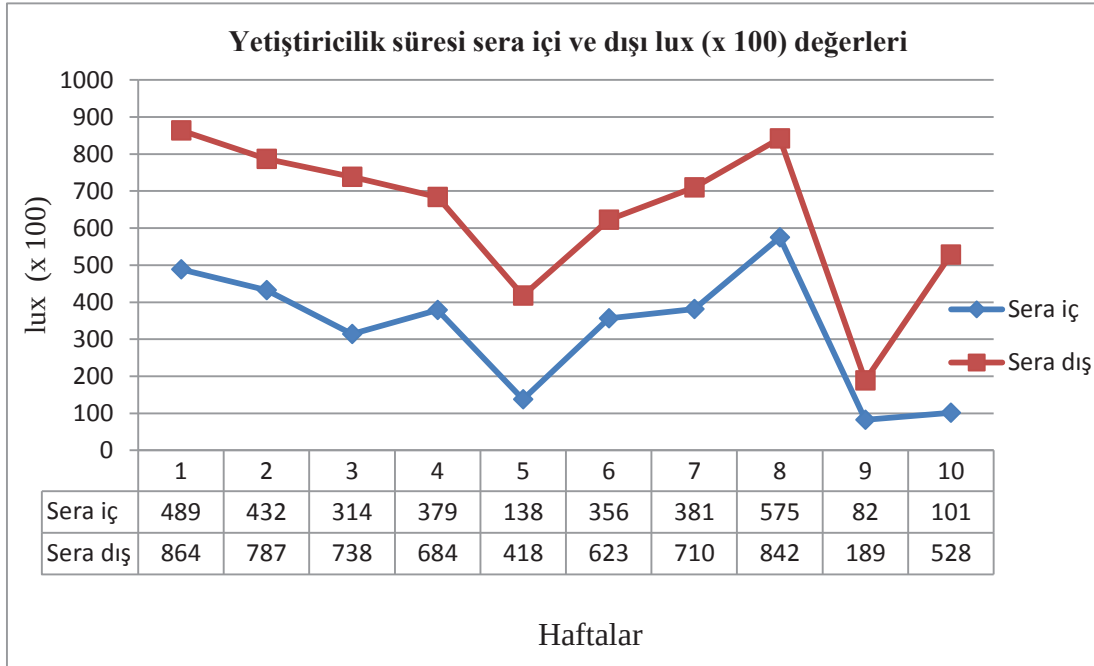
4.1.3. Sera içi ve dışı ışık şiddeti değerleri

Deneme alanında, UV-B ışın uygulamasından itibaren yetiştiricilik süresi boyunca 17.10.2014-19.12.2014 tarihleri arasında haftalık olarak ölçülen sera içi ve dışı anlık ışık (aydınlatma) şiddeti değerleri Şekil 4.3’de verilmiştir. Işık şiddeti güneş ışınlarının geliş açısı ve zamanına bağlı olarak haftalar arasında farklılıklar göstermiştir. Yetiştiricilik süresince sera içi anlık en düşük ışık şiddeti 8200 lux ile 9. haftada, sera içi anlık en yüksek ışık şiddeti ise 57500 lux ile 8. haftada ölçülmüştür. Sera dışı anlık en düşük ışık şiddeti 18900 lux ile 9. hafta ve anlık en yüksek ışık şiddeti ise 84200 lux ile

8. haftada ölçülmüştür. Verdaguer vd (2012) 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.



Şekil 4.2. Yetiştiricilik süresince sera içi gece ve gündüz ortalama nem değerleri (°C)



Şekil 4.3. Yetiştiricilik süresince sera içi ve dışı anlık ışık şiddeti değişimleri (lux)

4.2. Fide Döneminde Yapılan Ölçümler

4.2.1. Fide boyu

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde bitki boyu gelişimi üzerine etkisi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde fide boyu üzerine etkisi (mm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	67.52 a	121.77 a	94.64 a
4.8 (kJ/m²/gün)	54.91 b	117.52 ab	86.22 b
9.6 (kJ/m²/gün)	54.06 b	114.14 b	84.10 b
Ortalama (Çeşit)	58.83 b	117.81 a	

LSD %5 (Çeşit) = 2.46

LSD %5 (Doz) = 3.01

LSD %5 (Caipira) = 5.44

LSD %5 (Fortunas) = 5.31

Uygulama dozlarının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulama dozları açısından marul fidelerinde bitki boyu gelişimi kontrol grubuna göre engellenmiştir. Kontrol grubu fidelerin boy ortalaması 94.64 mm ile UV-B ışın uygulaması yapılan fidelere göre daha yüksek bulunmuştur. 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marul fidelerinin bitki boyu gelişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte, 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerinin bitki boy ortalaması 86.22 mm, 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerinin bitki boy ortalaması 84.10 mm bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, Caipira ve Fortunas çeşidinde fide boyu gelişimi üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde en uzun bitki boyu, kontrol uygulaması yapılan fidelerde (121.77 mm) saptanırken, en kısa bitki boyu ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde (114.14 mm) görülmüştür. Caipira çeşidinde ise yine en uzun bitki boyu kontrol grubu fidelerinde (67.52 mm) görülürken, bunu sırasıyla 54.91 ve 54.06 mm ile 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamaları izlemiştir.

Yapılan uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin bitki boy ortalaması (117.81 mm), Caipira fidelerinin bitki boy ortalamasından (58.83 mm) daha yüksek bulunmuştur.

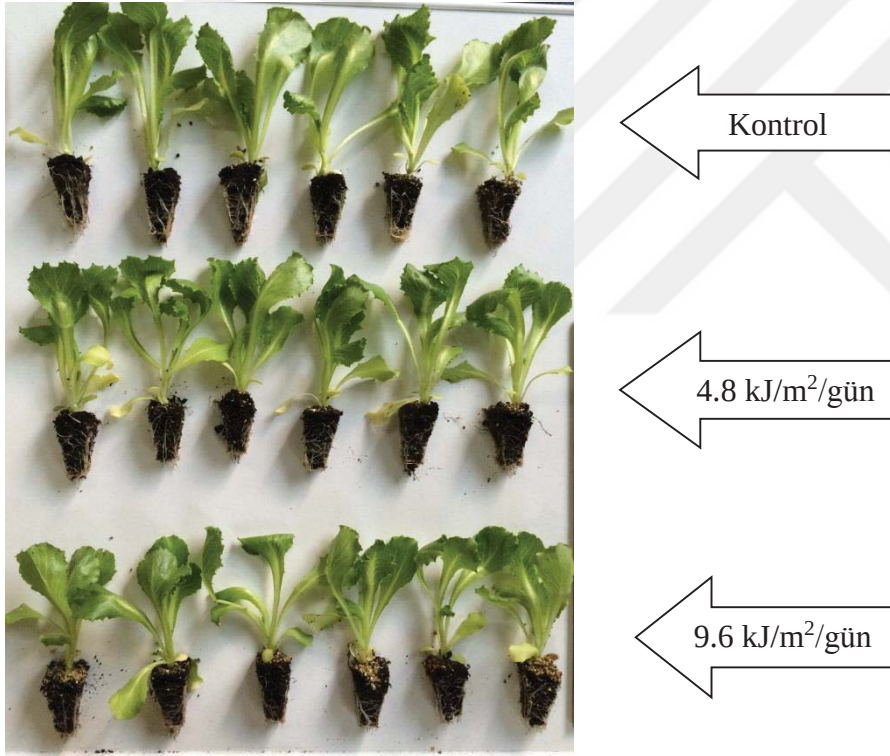
Wargent vd (2011) marulda (*Lactuca sativa* L.) erken gelişme döneminde uygulanan UV-B’nin alan bazında ışıksal filtreleri değiştirilmiş ve buna ek olarak UV-B kontrollü kapalı ortamda, UV ışınının marul fidelerindeki gelişimine ve fotosentetik performans üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada ticari olarak tünel yapıları kullanılmış ve üretim, ticari polietilen kaplama materyallerindeki UV-B

dozundaki ayarlanmış farklı değerlere göre sağlanmıştır. UV olmayan ortam ile karşılaştırıldığında, UV-B ortamında yetiştirilen fidelerde yaprak boyu ve yaprak eninin azaldığını ancak yaprak kalınlığı ve net fotosentez oranının arttığını bildirmişlerdir.

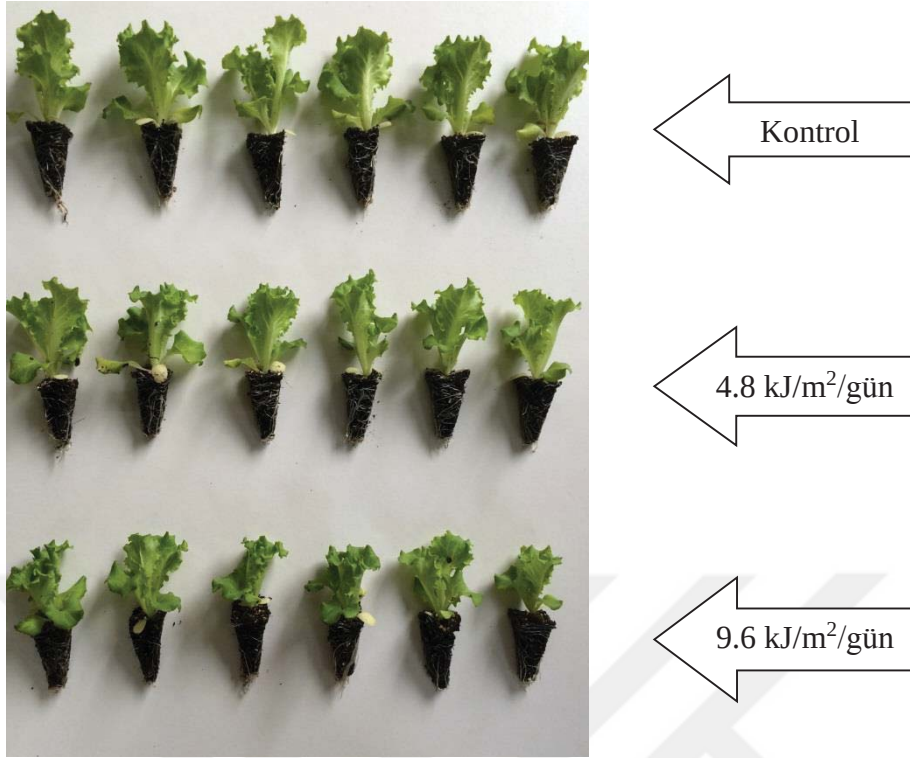
Behn vd (2010) marul fidelerin UV-B ortamına önceden alıştırılması için UV-B saydam kaplama materyali kullanmışlardır. Ön iklimlendirmenin amacını saptamak için UV-B geçirgenliği değişen 3 farklı kaplama materyaliyle kaplı serada yetişen marul bitkileri, fideler 3 hafta sonra asıl yetiştiricilik alanına nakledilmiştir. Sonuç olarak UV-B'ye maruz kalınan sera dönemi; yaprak boyunun, yaprak alanının ve yaprak sayısının azalmasına, flavonoid içeriğinin ise artmasına yol açmıştır.

Lingakumar vd (1999) tropikal börülcede (*Vigna unguiculata* L.) UV-B ışını dışında tutulan fidelerde boy, yaprak alanı ve yaş ağırlığının arttığını tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular, önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulaması sonrası Fortunas ve Caipira fideleri Şekil 4.4. ve Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulanmış Fortunas fidelerinden genel bir görünüm



Şekil 4.5. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulanmış Caipira fidelerinden genel bir görünüm

4.2.2. Kök uzunluğu

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde kök uzunluğu gelişimi üzerine etkisi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde kök uzunluğu üzerine etkisi (mm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	77.51 a	78.95 a	78.23 a
4.8 (kJ/m²/gün)	66.95 b	69.86 b	68.40 b
9.6 (kJ/m²/gün)	64.25 b	63.36 c	63.80 c
Ortalama (Çeşit)	69.57	70.72	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = 1.74

LSD %5 (Caipira) = 3.40

LSD %5 (Fortunas) = 2.82

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Artan UV-B ışın uygulamaları bitki kök uzunluğu gelişimini engellemiştir. Kontrol grubu fidelerde bitki kök uzunluk ortalaması 78.23 mm ile en yüksek bulunurken, bunu

68.40 mm ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fideler izlemiştir. 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde ise 63.80 mm ile en düşük kök uzunluğu saptanmıştır.

Işın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşitlerinde, kök uzunluğu üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira ve Fortunas çeşitlerinde en yüksek kök uzunluğu kontrol grubu fidelerde sırasıyla 77.51 mm ve 78.95 mm olarak saptanmıştır.

Çeşitlerin karşılaştırılması yapıldığında UV-B ışın uygulamalarının çeşit ortalamaları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Shaukat vd (2013) siyah mercimekte (*Vigna mungo* L.) UV-B ışın uygulamalarında fidelerdeki kök ve sürgün gelişiminin UV-B ışının artmasıyla belirgin bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

4.2.3. Kök boğazı çapı

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fidelerinde gövde çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Uygulamaların gövde çapı üzerine etkisi, yalnızca Caipira çeşidinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek gövde çapı değeri kontrol grubu fidelerde 2.93 mm olarak saptanırken, artan UV-B dozları arasındaki farklılıklar benzerlik göstermiştir. 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerinin kök boğazı çapı değeri 2.63 mm saptanırken, 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerin kök boğazı çapı değeri 2.51 mm bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin gövde çap ortalamaları (2.93 mm), Caipira fidelerinin gövde çap ortalamalarından (2.69 mm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde gövde çapı üzerine etkisi (mm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	2.93 a	2.71	2.82
4.8 (kJ/m ² /gün)	2.63 b	3.17	2.90
9.6 (kJ/m ² /gün)	2.51 b	2.91	2.71
Ortalama (Çeşit)	2.69 b	2.93 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.186

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = 0.30

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.4. Yaprak sayısı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde yaprak sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamasının uygulama dozları ve çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Staaij vd (1997) tuzlu bataklık çiminde, artan UV-B sonucunda bitki boyu, çiçek sayısı, sürgün ve yaprak sayısı, yaprak alanı, spesifik yaprak alanı, yaprak alanı oranı ve yaprak ağırlık oranında önemli ölçüde bir değişiklik görmediklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuç ile araştırmacıların bulduğu sonuç benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde yaprak sayısı üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	2.038	1.924	1.981
4.8 (kJ/m ² /gün)	1.594	2.226	1.910
9.6 (kJ/m ² /gün)	1.460	2.291	1.876
Ortalama (Çeşit)	1.697	2.147	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.5. Klorofil miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerde klorofil içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamalarının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol grubu fidelerin yapraktaki klorofil değeri ortalaması 26.51 SPAD ile UV-B ışın uygulaması yapılan fidelere göre daha yüksek bulunmuştur. UV-B ışın uygulaması yapılan marul fidelerinin klorofil miktarları arasında farklılık bulunmamış, değerler 24.65 SPAD ve 23.63 SPAD olarak tespit edilmiştir.

UV-B ışın uygulamalarının Caipira çeşidinde kontrol grubuna göre klorofil değerini azaltmasına rağmen istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde uygulama yapılan dozlarda, klorofil miktarı bakımından kontrol grubuna göre azalmalar görülmüştür. En yüksek klorofil miktarı 29.76 SPAD ile kontrol grubu fidelerinde gözlenirken, bunu 24.65 SPAD ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marul fideleri izlemiştir. En düşük klorofil miktarı ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde 27.46 SPAD tespit edilmiştir.

Çeşitlerin karşılaştırılması yapıldığında UV-B ışın uygulamalarının çeşit ortalamaları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin klorofil miktarı ortalaması (28.64 SPAD), Caipira fidelerinin klorofil miktarı ortalamasından (21.22 SPAD) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde klorofil miktarı üzerine etkisi (SPAD)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	23.26	29.76 a	26.51 a
4.8 (kJ/m²/gün)	20.60	28.70 ab	24.65 b
9.6 (kJ/m²/gün)	19.80	27.46 b	23.63 b
Ortalama (Çeşit)	21.22 b	28.64 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.052

LSD %5 (Doz) = 1.33

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 1.55

Nedunchezian vd (1997) börülce (*Vigna unguiculata* L.) fideleri ile yaptıkları çalışmada UV-B uygulanmış fidelerde 25 günün sonunda, toplam klorofil düzeyinde % 9'luk bir azalma tespit etmişlerdir. Shaukat vd (2013) siyah mercimek (*Vigna mungo* L.) ile yaptıkları çalışmada fide döneminde UV-B ışınlanmasında esas olarak kontrol grubuna göre klorofil a ve b ayrıca toplam klorofil (a+b) değerini azalttığını belirtmişlerdir.

Kakani vd (2003) 1975'ten bu yana yaklaşık 129 çalışmada, 35 farklı bitki türünde artan UV-B'nin genellikle klorofil içeriğini %10 ile %70 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların artan dozlarda UV-B ışınlarının bitkilerin klorofil içeriğini düşürdüğüne dair elde ettiği sonuçlar bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.2.6. Toprak üstü aksamda yaş ağırlık miktarı

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fidelerinde toprak üstü aksamda yaş ağırlık miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Işın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşitlerinde toprak üstü aksamda yaş ağırlık değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde yaş ağırlık değeri 2.036 g ile kontrol grubu fidelerde diğer uygulamalardan daha yüksek bulunurken, bunu aralarındaki farklılıklar benzerlik göstermekle birlikte sırasıyla 1.593 ve 1.460 g ile 4.8 kJ/m²/gün ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulanan fideler izlemiştir. Fortunas çeşidinde ise, yine önemli bulunmamakla birlikte yaş ağırlık değeri 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamalarında 2.225 g ve 2.291 g ile kontrol grubundan (1.923 g) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde toprak üstü aksamda yaş ağırlık miktarı üzerine etkisi (g)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	2.036 a	1.923 b	1.980
4.8 (kJ/m²/gün)	1.593 b	2.225 a	1.910
9.6 (kJ/m²/gün)	1.460 b	2.291 a	1.875
Ortalama (Çeşit)	1.696 b	2.146 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.127

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = 0.22

LSD %5 (Fortunas) = 0.26

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin toprak üstü aksamdaki yaş ağırlık ortalaması (2.146 g), Caipira fidelerinin toprak üstü aksamdaki yaş ağırlık ortalamasından (1.696 g) daha yüksek bulunmuştur.

Nedunchezhian vd (1997) börülce (*Vigna unguiculata* L.) fideleri ile yaptıkları çalışmada UV-B ışınına maruz kalındığında fide boyunda %13, yaprak biyokütlesinde ise %8'lik artış gözlemlenmiştir. UV-B ışını altında yetişen fidelerin yapraklarındaki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde ise önemli bir değişim görülmediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Caipira çeşidinin fide kökünde yaş ağırlık ve Fortunas çeşidinin fide kökünde kuru ağırlık miktarlarından elde edilen sonuçlar, araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Peng ve Zhou (2010) UV-B ışın uygulamalarının soya fidelerinde UV-B stresinin kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranını kök, gövde ve yaprakta, düşük ve yüksek dozlarda sırasıyla %9.7, %14.22, %2.4 ve %10.27, %14.92, %5.60 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Fukuda vd (2008) hıyar (*Cucumis sativus*) fidelerinde düşük doz (0.05 W m⁻²) UV-B ışın uygulamasının kontrol grubuyla (0 W m⁻²) karşılaştırıldığında kotiledon morfolojisi ve gelişimi üzerine önemli bir etkisi olmamasına rağmen, artan UV-B ışınının yaş ağırlık ve kotiledon alanında kontrol grubuna göre azalmalara neden olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda Caipira çeşidinde elde edilen sonuçlar, araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

4.2.7. Toprak üstü aksamda kuru ağırlık miktarı

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fidelerinde toprak üstü aksamda kuru ağırlık miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşitlerinde toprak üstü aksamda kuru ağırlık miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde kuru ağırlık miktarı kontrol grubu fidelerde (0.10 g) tespit edilirken, uygulama yapılan gruplarda kontrol grubuna göre azalmalar görülmüştür. Fortunas çeşidinde ise sırasıyla

(0.15 ve 0.14 g) ile 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerin kuru ağırlık değerleri kontrol grubuna (0.11 g) göre daha yüksek bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin toprak üstü aksamdaki kuru ağırlık ortalaması (0.13), Caipira fidelerinin toprak üstü aksamdaki kuru ağırlık ortalamasından (0.08 g) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinin toprak üstü aksamda kuru ağırlık miktarı üzerine etkisi (g)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.10 a	0.11 b	0.10
4.8 (kJ/m ² /gün)	0.08 b	0.15 a	0.11
9.6 (kJ/m ² /gün)	0.06 b	0.14 a	0.10
Ortalama (Çeşit)	0.08 b	0.13 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.008

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = 0.015

LSD %5 (Fortunas) = 0.021

4.2.8. Toprak üstü aksamda kuru madde (%) miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerde toprak üstü aksamda kuru madde miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde toprak üstü aksamda kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Doz (Ortalama)
Kontrol	4.98	5.81	5.40 b
4.8 (kJ/m ² /gün)	5.08	6.77	5.92 a
9.6 (kJ/m ² /gün)	4.64	6.38	5.51 b
Ortalama (Çeşit)	4.90 b	6.32 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.257

LSD %5 (Doz) = 0.315

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Çizelgeden görüleceği gibi uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerin kuru

madde miktarı %5.92 ile diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Kontrol grubu ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerin arasındaki farklılıklar benzerlik göstermiştir. Kontrol grubu fidelerinin kuru madde miktarı %5.40 bulunurken, 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerin kuru madde miktarı %5.51 bulunmuştur.

Işın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşidinde kuru madde miktarı üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin kuru madde ortalaması (%6.32), Fortunas fidelerinin kuru madde ortalamasından (%4.90) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.9. Kökte yaş ağırlık miktarı

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fide kökünde yaş ağırlık miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Işın uygulamalarının yaş kök ağırlık değeri, Caipira çeşidinde kontrol grubuna göre azalmasına rağmen önemsiz bulunurken, Fortunas çeşidinde önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde yaş kök ağırlık miktarı, sırasıyla 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün ışın uygulaması yapılan fidelerde 0.492 g ve 0.489 g ile kontrol grubuna (0.413 g) göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide kökünde yaş ağırlık üzerine etkisi (g)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.454	0.413 b	0.433
4.8 (kJ/m²/gün)	0.400	0.492 a	0.446
9.6 (kJ/m²/gün)	0.321	0.489 a	0.405
Ortalama (Çeşit)	0.392 b	0.465 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.042

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 0.063

4.2.10. Kökte kuru ağırlık miktarı

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fide kökünde kuru ağırlık miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Uygulamaların kuru ağırlık üzerine etkisi yalnızca Caipira çeşidinde önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde sırasıyla kontrol grubu ve 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerin arasındaki farklılıklar benzerlik göstermekle birlikte, kuru ağırlık değeri 0.021 ve 0.022 g ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerden (0.013 g) daha yüksek bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fide köklerinin kuru ağırlık ortalaması (0.034 g), Caipira fide köklerinin yaş ağırlık ortalamasından (0.019 g) daha yüksek bulunmuştur.

Zuk-Golaszewska vd (2003) serada yapılan bir deneyde, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamasının *Avena fatua* (yabani yulaf) ve *Setaria viridis* (yeşil kirpi darısı) de bitki boyunun, yaprak, sürgün ve kökün yaş ağırlığının yanı sıra yaprak alanında da azalmalar görülmektedir. Caipira çeşinde elde ettiğimiz bulgular, önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide köklerinde kuru ağırlık miktarı üzerine etkisi (g)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.021 a	0.030	0.026
4.8 (kJ/m ² /gün)	0.022 a	0.036	0.030
9.6 (kJ/m ² /gün)	0.013 b	0.035	0.024
Ortalama (Çeşit)	0.019 b	0.034 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.003

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = 0.007

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.11. Kökte kuru madde (%) miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide köklerinde kuru madde miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fide köklerinde kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Doz (Ortalama)
Kontrol	4.74	7.29	6.01 ab
4.8 (kJ/m ² /gün)	5.70	7.44	6.57 a
9.6 (kJ/m ² /gün)	4.12	7.11	5.61 b
Ortalama (Çeşit)	4.85 b	7.28 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.500

LSD %5 (Doz) = 0.613

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kuru madde değeri %6.57 ile 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında bulunurken, bunu %6.01 ile kontrol grubu fideler izlemiştir. En düşük kuru madde değeri ise %5.61 ile 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Işın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşidinde kuru madde üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin kuru madde ortalaması (%7.28), Caipira fidelerinin kuru madde ortalamasından (%4.85) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.12. Yaprak eni

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fidelerinde yaprak eni üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Işın uygulamalarının yaprak eni değeri üzerine etkisi yalnızca Caipira çeşidinde önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde yaprak eni değeri kontrol grubunda 39.16 mm ile UV-B ışın uygulaması yapılan fidelere göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde yaprak eni üzerine etkisi (mm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	39.16 a	35.64	37.40
4.8 (kJ/m ² /gün)	35.29 b	36.73	36.01
9.6 (kJ/m ² /gün)	35.60 b	35.02	35.31
Ortalama (Çeşit)	36.68	35.80	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD%5 (Caipira) = 2.87

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.13. Chroma (C*) değeri

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde Chroma (C*) değeri üzerine etkisi Çizelge 4.13’de verilmiştir.

UV-B ışın uygulamasının, uygulama dozları, Caipira ve Fortunas çeşitleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin ortalama Chroma (C*) değeri (38.99), Fortunas fidelerinin ortalama Chroma (C*) değerinden (31.95) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde Chroma (C^*) değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	38.61	32.54	35.58
4.8 (kJ/m ² /gün)	39.12	32.03	35.57
9.6 (kJ/m ² /gün)	39.25	31.28	35.27
Ortalama (Çeşit)	38.99 a	31.95 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.7

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.14. L^* renk değeri

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde L^* renk değeri üzerine etkisi Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. L^* renk değeri 9.6 kJ/m²/gün ışın uygulaması yapılan fidelerde (53.18) ile sırasıyla 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan ve kontrol grubu fidelerden (54.91 ve 54.58) daha düşük bulunmuştur.

Işın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşitlerinde L^* renk değeri üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

Uygulamaların, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin L^* renk değeri ortalaması (56.77), Fortunas fidelerinin L^* renk değeri ortalamasından (51.67) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde L^* renk değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	56.82	52.34	54.58 a
4.8 (kJ/m ² /gün)	57.52	52.31	54.91 a
9.6 (kJ/m ² /gün)	55.98	50.37	53.18 b
Ortalama (Çeşit)	56.77 a	51.67 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.78

LSD %5 (Doz) = 0.95

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.15. Hue açısı (h°) değeri

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	123.52	126.80 b	125.16 b
4.8 (kJ/m²/gün)	123.51	126.80 b	125.15 b
9.6 (kJ/m²/gün)	124.20	127.68 a	125.94 a
Ortalama (Çeşit)	123.74 b	127.09 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.42

LSD %5 (Doz) = 0.52

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 0.44

Çizelgeden görüleceği gibi UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerinin Hue açısı (h°) değeri 125.94 ile diğer uygulama gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur. Kontrol ve 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marul fidelerinin Hue açısı (h°) değerleri arasındaki farklılıklar benzerlik göstermekle birlikte, 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerinin Hue açısı (h°) değeri 125.15 bulunurken, kontrol grubu fidelerin Hue açısı (h°) değeri 125.16 bulunmuştur.

Uygulamaların Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi Caipira çeşidinde önemsiz, Fortunas çeşidinde ise önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde Hue açısı (h°) değeri 127.09 ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin Hue açısı (h°) değeri ortalaması (127.09), Caipira fidelerinin Hue açısı (h°) değeri ortalamasından (123.74) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.16. Makro ve mikro element miktarları

4.2.16.1. Kalsiyum miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Ca değeri %1.36 ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında bulunurken, bunu %1.25 ile kontrol grubu fideler izlemiştir. En düşük Ca değeri ise %1.19 ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	1.38 b	1.12 a	1.25 b
4.8 (kJ/m ² /gün)	1.35 b	1.02 b	1.19 c
9.6 (kJ/m ² /gün)	1.67 a	1.04 b	1.36 a
Ortalama (Çeşit)	1.47 a	1.06 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.02

LSD %5 (Doz) = 0.03

LSD %5 (Caipira) = 0.03

LSD %5 (Fortunas) = 0.06

UV-B ışın uygulamalarının, Caipira ve Fortunas çeşitlerinde Ca içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Ca içeriği %1.67 ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında, diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise Ca içeriği kontrol grubunda 1.12 ile diğer uygulama dozlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin Ca içeriği ortalaması (%1.47), Fortunas fidelerinin Ca içeriği ortalamasından (%1.06) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.16.2. Azot miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde azot (N) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamasının uygulama dozları ve çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde azot (N) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	2.23	2.13	2.18
4.8 (kJ/m ² /gün)	2.30	2.13	2.21
9.6 (kJ/m ² /gün)	2.23	2.26	2.25
Ortalama (Çeşit)	2.25	2.17	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD%5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.16.3. Fosfor miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde fosfor (P) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamalarının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek P değeri % 0.62 ile kontrol grubu fidelerde bulunurken, bunu %0.31 ile 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan fideler izlemiştir. En düşük P değeri ise %0.29 ile 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Işın uygulamalarının, P içeriği üzerine etkisi Caipira çeşidinde önemli bulunurken, Fortunas çeşidinde ise önemsiz bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek P değeri 1.02 ile kontrol grubunda bulunurken, bunu 0.39 ile 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan fideler izlemiştir. En düşük P değeri ise 0.35 ile 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde fosfor (P) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	1.02 a	0.23	0.62 a
4.8 (kJ/m ² /gün)	0.39 b	0.23	0.31 b
9.6 (kJ/m ² /gün)	0.35 c	0.23	0.29 c
Ortalama (Çeşit)	0.59 a	0.23 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.01

LSD %5 (Doz) = 0.01

LSD %5 (Caipira) = 0.03

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin P içeriği (%0.59), Fortunas fidelerinin P içeriğinden (%0.23) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.16.4. Potasyum miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde potasyum (K) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.19’ da verilmiştir.

UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek K değeri %3.88 ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde bulunurken, bunu %3.78 ile kontrol grubu fideler izlemiştir. En düşük K değeri ise % 3.71 ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşidinde K içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde K içeriği 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek K içeriği %2.67 ile kontrol grubu fidelerde görülürken, bunu %2.56 ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fideler izlemiştir. En düşük K içeriği ise %2.50 ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde gözlenmiştir.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin K içeriği ortalaması (%5.00), Fortunas fidelerinin K içeriği ortalamasından (%2.58) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde potasyum (K) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	4.90 b	2.67 a	3.78 b
4.8 (kJ/m ² /gün)	4.93 b	2.50 b	3.71 c
9.6 (kJ/m ² /gün)	5.19 a	2.56 ab	3.88 a
Ortalama (Çeşit)	5.00 a	2.58 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.04

LSD %5 (Doz) = 0.05

LSD %5 (Caipira) = 0.04

LSD %5 (Fortunas) = 0.13

4.2.16.5. Magnezyum miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde magnezyum (Mg) üzerine etkisi Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Işın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşitlerinde Mg içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.30	0.45	0.37 ab
4.8 (kJ/m²/gün)	0.29	0.42	0.36 b
9.6 (kJ/m²/gün)	0.35	0.44	0.40 a
Ortalama (Çeşit)	0.31 b	0.44 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.02

LSD %5 (Doz) = 0.03

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamalarının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Mg değeri 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde (%0.40) saptanırken, en düşük Mg değeri ise %0.36 ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin Mg içeriği (%0.44), Caipira fidelerinin Mg içeriği (%0.31) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.16.6. Çinko miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	140.6 b	144.3	142.5 ab
4.8 (kJ/m²/gün)	138.3 b	138.0	138.1 b
9.6 (kJ/m²/gün)	150.6 a	143.0	146.8 a
Ortalama (Çeşit)	143.2	141.7	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = 4.34

LSD %5 (Caipira) = 7.72

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Zn değeri 146.8 ppm ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde bulunurken, bunu 142.5 ppm ile kontrol grubu fideler izlemiştir. En düşük Zn değeri ise 138.1 ppm ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Yapılan ışın uygulamaları yalnızca Caipira çeşidinde Zn üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde Zn değeri 150.6 ppm ile diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur.

Çeşitlerin karşılaştırılması yapıldığında UV-B ışın uygulamalarının çeşit ortalamaları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.2.16.7. Bakır miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamalarının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Cu değeri 10.66 ppm ile kontrol grubu fidelerde bulunurken, en düşük değerler ise sırasıyla 4.66 ve 5.16 ppm ile 9.6 ve 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Uygulamaların Cu içeriği üzerine etkisi yalnızca Caipira çeşidinde önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinin Cu değeri kontrol grubu fidelerde 16.6 ppm ile uygulama yapılan fidelere göre daha yüksek tespit edilmiştir.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerinin Cu içeriği ortalaması (9.33 ppm), Fortunas fidelerinin Cu içeriği ortalamasından (4.33 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	16.66 a	4.66	10.66 a
4.8 (kJ/m²/gün)	5.33 b	4.00	5.16 b
9.6 (kJ/m²/gün)	6.00 b	4.33	4.66 b
Ortalama (Çeşit)	9.33 a	4.33 b	

LSD %5 (Çeşit) = 1.38

LSD %5 (Doz) = 1.69

LSD %5 (Caipira) = 4.03

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.2.16.8. Demir miktarı

UV-B ışın uygulama dozlarının marul fidelerinde demir (Fe) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde demir (Fe) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	57.00 b	59.00 a	58.00
4.8 (kJ/m²/gün)	53.66 b	57.66 a	55.66
9.6 (kJ/m²/gün)	67.66 a	48.66 b	58.16
Ortalama (Çeşit)	59.44 a	55.11 b	

LSD %5 (Çeşit) = 2.48

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = 6.25

LSD %5 (Fortunas) = 4.59

Uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşitlerinde Fe içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Fe içeriği 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde (67.66 ppm), diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise 48.66 ppm ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerdeki Fe içeriği diğer uygulamalardan daha düşük bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira fidelerindeki Fe içeriği ortalaması (59.44 ppm), Fortunas çeşidine göre (55.11 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

4.2.16.9. Mangan miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol grubu ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde 24.5 ppm ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerden (20.8 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Uygulamaların Caipira çeşidinde Mn içeriği üzerine etkisi önemsiz, Fortunas çeşidi üzerine etkisi ise önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde en yüksek Mn içeriği 34.5 ppm ile kontrol grubu fidelerde görülürken, bunu 31.3 ppm ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fideler izlemiştir. En düşük Mn içeriği ise 28.6 ppm ile 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas fidelerinin Mn içeriği ortalaması (31.5 ppm), Caipira çeşidinden (15 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Peng ve Zhou (2010) Artan UV-B stresiyle iyileştirme periyotlarında kök, gövde ve yapraklarda potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinde azalmalar görülmektedir. Yine soya fidelerinin UV-B stresi altındayken yapraklarındaki bakır, molibden ve demir içeriklerinde de azalmalar olurken mangan içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.24. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerinde mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	14.3	34.6 a	24.5 a
4.8 (kJ/m ² /gün)	13.0	28.6 c	20.8 b
9.6 (kJ/m ² /gün)	17.6	31.3 b	24.5 a
Ortalama (Çeşit)	15.0 b	31.5 a	

LSD %5 (Çeşit) = 1.54

LSD %5 (Doz) = 1.88

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 1.99

4.3. Yetiştiricilik ve Hasat Sırasında Yapılan Ölçümler

4.3.1. Bitki boyu

UV-B ışın uygulama dozlarının marullarda bitki boyu gelişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bitki boyu gelişimi üzerine etkisi (cm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	20.66	14.77	17.72
4.8 (kJ/m ² /gün)	19.27	14.88	17.08
9.6 (kJ/m ² /gün)	18.83	14.55	16.69
Ortalama (Çeşit)	19.59 a	14.74 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.67

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde bitki boy ortalaması (19.59 cm), Fortunas çeşidinin bitki boy ortalamasından (14.74 cm) daha yüksek bulunmuştur.

Staaaj vd (1997) artan UV-B sonucunda bitki boyu, çiçek sayısı, sürgün ve yaprak sayısı, yaprak alanı, spesifik yaprak alanı, yaprak alanı oranı ve yaprak ağırlık oranında önemli ölçüde bir değişiklik görmemişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiştir. Ancak Zuk-Golaszewska vd (2003) serada yapılan bir deneyde, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamasının *Avena fatua* (yabani yulaf) ve *Setaria viridis* (yeşil kirpi darısı) de yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulgular, çalışmamızda elde edilen sonuçla çelişmektedir. Araştırmacılar bitki boyunda, yaprak, sürgün ve kökün yaş ağırlığının yanı sıra yaprak alanında da azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, artan dozlarda UV-B ışınlarının, bitki boyunda kısalmalar olmasını, UV-B ışınlarının bitki gelişimi üzerine olumsuz etki etmesiyle açıklamışlardır.

4.3.2. Bitki eni

UV-B ışın uygulama dozlarının marullarda bitki eni gelişimi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.26).

Yapılan uygulamaların Caipira çeşidinde bitki eni üzerine etkisi önemli, Fortunas çeşidinde ise önemsiz bulunmuştur. Caipira çeşidinde, artan UV-B dozları arasındaki farklılıklar benzerlik göstermekle birlikte sırasıyla kontrol grubu ve fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde bitki eni değeri 29.86 ve 28.09 cm ile, fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerden (25.53 cm) daha yüksek bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde bitki eni (27.82 cm), Fortunas çeşidine göre (16.04 cm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bitki eni üzerine etkisi (cm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	29.86 a	16.08	22.97
4.8 (kJ/m²/gün)	28.09 a	15.65	21.87
9.6 (kJ/m²/gün)	25.53 b	16.38	20.95
Ortalama (Çeşit)	27.82 a	16.04 b	

LSD %5 (Çeşit) = 1.62

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = 2.20

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.3.3. Kök boğazı çapı

UV-B ışın uygulama dozlarının marullarda kök boğazı çapı gelişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinin kök boğaz çapı (18.64 mm), Fortunas çeşidine göre (14.52 mm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda kök boğaz çapı üzerine etkisi (mm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	18.23	14.28	16.25
4.8 (kJ/m ² /gün)	19.02	14.15	16.59
9.6 (kJ/m ² /gün)	18.67	15.13	16.90
Ortalama (Çeşit)	18.64 a	14.52 b	

LSD %5 (Çeşit) = 1.15

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Yao vd (2006) farklı UV-B ışın uygulamalarının Tataristan karabuğdayında artan UV-B ışın uygulamalarının buğdayların bitki boyunda, gövde çapında, yaprak alanı indeksinde, toplam biyokütlede ve fotosentetik pigment değerlerinde önemli ölçüde düşüşe yol açarak sonuç olarak daha kısa ve daha kompakt bitkiler elde edilmesine neden olduğunu tespit etmişlerdir.

4.3.4. Ölü yaprak sayısı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda ölü yaprak sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B uygulamasının, uygulama dozları ve çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda ölü yaprak sayısı üzerine etkisi (adet/bitki)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	3.66	3.55	3.61
4.8 (kJ/m²/gün)	3.22	3.27	3.24
9.6 (kJ/m²/gün)	3.11	3.55	3.33
Ortalama (Çeşit)	3.33	3.46	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.3.5. Klorofil miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda klorofil içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda klorofil değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	24.86	34.16 a	29.51
4.8 (kJ/m²/gün)	24.23	33.60 ab	28.91
9.6 (kJ/m²/gün)	23.76	32.86 b	28.31
Ortalama (Çeşit)	24.28 b	33.54 a	

LSD %5 (Çeşit) = 1.00

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 0.74

UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yapılan uygulamaların Caipira çeşidi üzerine etkisi önemsiz, Fortunas çeşidi üzerine etkisi ise önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde uygulama dozları açısından marullarda klorofil miktarı kontrol grubuna göre engellenmiştir ve en yüksek klorofil değeri 34.16 SPAD ile kontrol grubunda bulunurken, bunu 33.60 SPAD ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkiler izlemiştir. En düşük klorofil değeri ise 32.86 SPAD ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir.

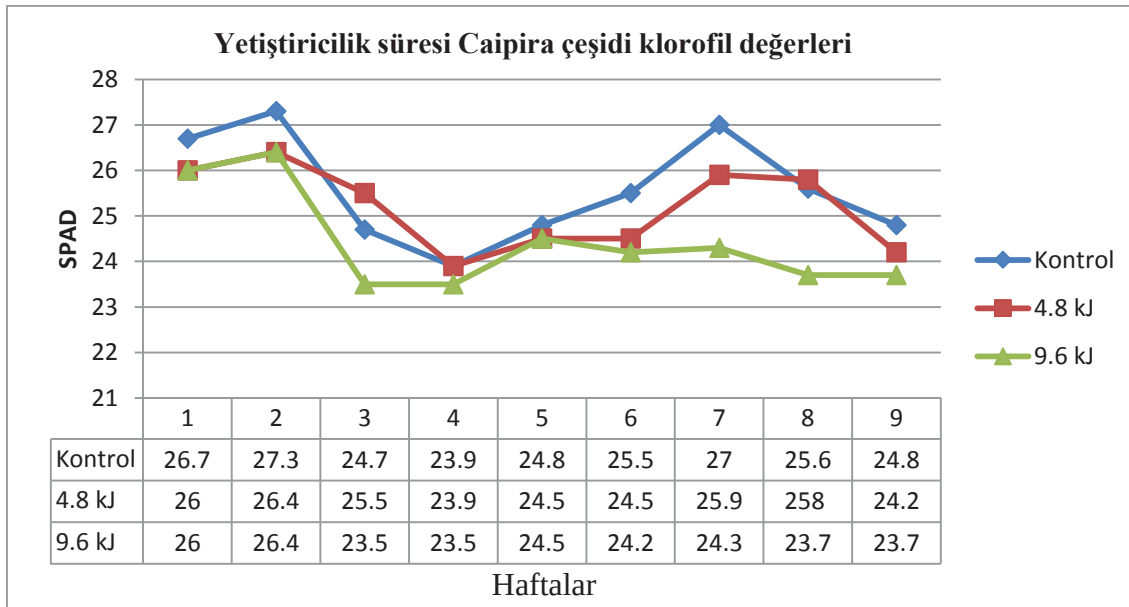
UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinin klorofil değeri (33.54 SPAD), Caipira çeşidine göre (24.28 SPAD) daha yüksek bulunmuştur.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının yetiştiricilik süresi boyunca Caipira ve Fortunas çeşitlerindeki klorofil değerleri üzerine etkisi Şekil 4.6 ve Şekil 4.7' de verilmiştir.

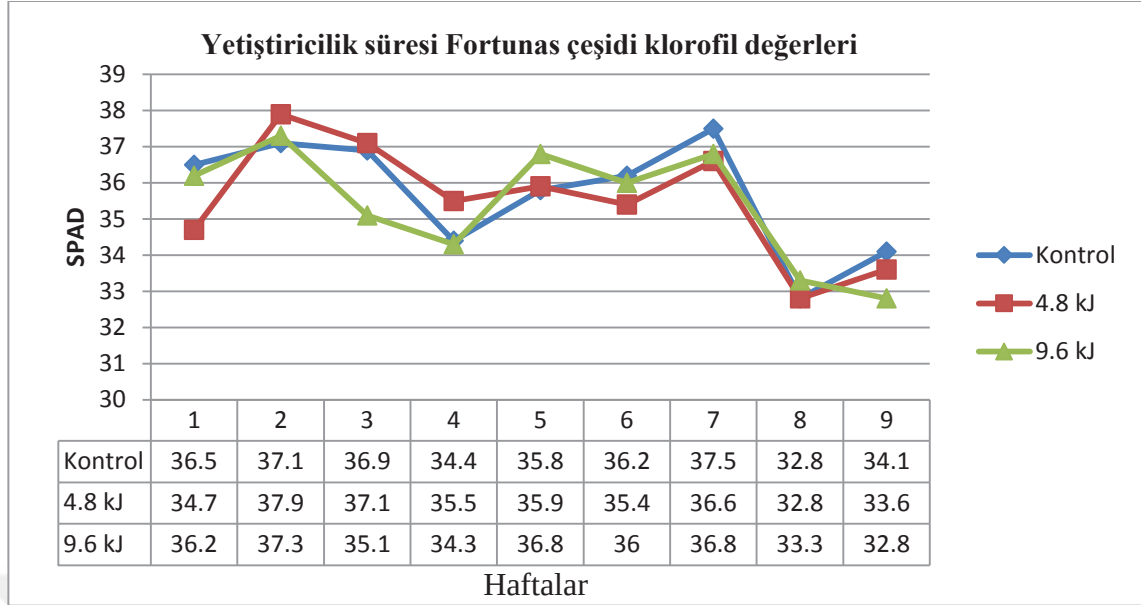
Costa vd (2002) UV-B ışınına maruz bırakılan ayçiçeği kotiledonlarında klorofil içeriğinin kontrol grubuna göre sırasıyla 15 ve 30 kJ m⁻² uygulama dozlarında %10 ve %15 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir. Özellikle fotosentetik aktivitenin azalmasıyla ilgili Fotosistem II proteinlerindeki azalış, klorofil ve karotenoid miktarında azalma, Rubisco aktivitesi ve stoma fonksiyonları üzerindeki azalımı gibi UV-B içeriği tarafından fizyolojik etkilere sebep olur (Cooley vd 2000, Sullivan vd 2003, Surabhi vd 2009, Yu vd 2013).

Ranjbarfordoei vd (2011) havuçtaki toplam klorofil içeriğinin, UV-B stresinin artmasıyla önemli miktarda azaldığını belirtmişlerdir. Fotosentez en hassas metabolik süreçlerden biridir ve artan UV-B'nin fotosentez üzerine direkt etkilerinden biri de kuru ağırlığı, nişasta ve klorofil içeriğini azaltmasıdır (Cechin vd 2007, Surabhi vd 2009). Kakani vd (2003) 1975'ten bu yana yaklaşık 129 çalışmada, 35 farklı bitki türünde artan UV-B'nin genellikle klorofil içeriğini %10 ile %70 oranında azalttığını bildirmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen bulgular, araştırmacıların artan dozlarda UV-B ışınlarının bitkilerin klorofil içeriğini düşürdüğüne dair elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermiştir.



Şekil 4.6. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının yetiştiricilik süresi boyunca Caipira çeşidindeki klorofil değerleri üzerine etkisi



Şekil 4.7. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının yetiştiricilik süresi boyunca Fortunas çeşidindeki klorofil değerleri üzerine etkisi

4.3.6. Yapraktaki kuru madde (%) miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul yapraklarındaki kuru madde içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.30'da verilmiştir.

UV-B ışınlarının, uygulama dozları üzerine etkisi ve de Caipira ve Fortunas çeşidinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde kuru madde miktarı (%5.82), Fortunas çeşidine göre (%3.43) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul yapraklarındaki kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	5.40	3.26	4.33
4.8 (kJ/m ² /gün)	5.85	3.57	4.71
9.6 (kJ/m ² /gün)	6.21	3.45	4.83
Ortalama (Çeşit)	5.82 a	3.43 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.537

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Zheng vd (2012) ilave UV-B ışını kışlık buğday veriminin %24 ve %11.4 oranında azalmasına sebep olmuştur. Bunun yanında kuru madde birikimini de azalttığını bildirmişlerdir.

Peng ve Zhou (2010) UV-B ışın uygulamalarının soya fidelerinde kök, gövde ve yapraklardaki mineral elementlerin dağılımında değişiklik meydana getirdiğini, bunun da kuru madde birikiminin azalmasına ve daha sonra da büyümesinin engellenmesine yol açtığını bildirmişlerdir. UV-B stresinin, kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranını kök, gövde ve yaprakta, düşük ve yüksek dozlarda sırasıyla %9.7, %14.22, %2.4 ve %10.27, %14.92, %5.60 oranında azalttığı görülmüştür.

Zuk-Golaszewska vd (2003) serada yapılan bir deneyde, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamasının yabancı yulaf ve yeşil kirpi darısında UV-B'nin, yaprak ağırlık oranını, sürgün kuru maddesini, kök ve sürgün oranını ve yaprak alanı oranını azaltmadığını bildirmişlerdir. Görüldüğü gibi araştırmacıların bulguları farklılıklar göstermekle birlikte, çalışmamızda ise önemli bir farklılık bulunmamıştır.

4.3.7. Kökte kuru madde (%) miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul köklerinde kuru madde içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.31'de verilmiştir.

UV-B ışın uygulamasının, uygulama dozları üzerine ve de Caipira ve Fortunas çeşitleri üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

Yapılan uygulamaların, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde kuru madde miktarı (%9.52), Fortunas çeşidine göre (%7.53) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul köklerinde kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	10.25	7.00	8.63
4.8 (kJ/m ² /gün)	9.78	7.55	8.67
9.6 (kJ/m ² /gün)	8.54	8.02	8.28
Ortalama (Çeşit)	9.52 a	7.53 b	

LSD %5 (Çeşit) = 1.524

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.3.8. Chroma (C^*) değeri

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Chroma (C^*) değeri üzerine etkisi Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Chroma (C^*) değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	42.06	32.54 b	37.3 b
4.8 (kJ/m²/gün)	41.36	40.83 a	41.1 a
9.6 (kJ/m²/gün)	41.13	32.10 b	36.6 b
Ortalama (Çeşit)	41.52 a	35.16 b	

LSD %5 (Çeşit) = 2.16

LSD %5 (Doz) = 2.65

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 6.07

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamalarının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin Chroma (C^*) değeri 41.1 ile, kontrol grubu ve fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur.

Uygulamaların Caipira çeşidi üzerine etkisi önemsiz, Fortunas çeşidi üzerine etkisi ise önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin Chroma (C^*) değeri 40.83 ile, kontrol grubu (32.54) ve fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilere (32.10) göre daha yüksek bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Chroma (C^*) değeri (41.52), Fortunas çeşidine göre (35.16) daha yüksek bulunmuştur.

4.3.9. Hue açısı (h°) değeri

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Hue açısı (h°) değeri 122.42 ile 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında bulunurken, bunu 121.1 ile 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması izlemiştir. En düşük Hue açısı (h°) değeri ise 120.07 ile kontrol grubu bitkilerinde tespit edilmiştir.

Yapılan uygulamaların Caipira çeşidi üzerine etkisi önemsiz, Fortunas çeşidi üzerine etkisi ise önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde fide döneminde $4.8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin Hue açısı (h°) değeri 121.08 ile, kontrol grubu (117.41) ve fide döneminde $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilere (118.90) göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.33. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	122.73	117.41 b	120.07 c
4.8 ($\text{kJ/m}^2/\text{gün}$)	123.77	121.08 a	122.42 a
9.6 ($\text{kJ/m}^2/\text{gün}$)	123.30	118.90 b	121.10 b
Ortalama (Çeşit)	123.26 a	119.13 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.66

LSD %5 (Doz) = 0.82

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 1.69

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Hue açısı (h°) değeri (123.26), Fortunas çeşidine göre (119.13) daha yüksek bulunmuştur.

4.3.10. L^* renk değeri

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda L^* renk değeri üzerine etkisi Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamasının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek L^* renk değeri 64.89 ile kontrol grubu bitkilerinde bulunurken, bunu 60.60 ile fide döneminde yapılan $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında izlemiştir. En düşük L^* renk değeri ise 58.77 ile $4.8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşitleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde kontrol grubu bitkilerinin L^* renk değeri 58.33 ile ışın uygulaması yapılan gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek L^* renk değeri 71.45 ile kontrol grubu bitkilerinde bulunurken, bunu 67.22 ile fide döneminde yapılan $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında izlemiştir. En düşük L^* renk değeri ise 63.30 ile $4.8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde L^* renk değeri (67.32), Caipira çeşidine göre (55.52) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda L^* renk değeri üzerine etkisi

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	58.33 a	71.45 a	64.89 a
4.8 (kJ/m²/gün)	54.25 b	63.30 c	58.77 c
9.6 (kJ/m²/gün)	53.98 b	67.22 b	60.60 b
Ortalama (Çeşit)	55.52 b	67.32 a	

LSD %5 (Çeşit) = 1.03

LSD %5 (Doz) = 1.26

LSD %5 (Caipira) = 2.98

LSD %5 (Fortunas) = 1.58

4.3.11. Baş ağırlığı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda baş ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı UV-B ışın uygulamaları açısından marullarda baş gelişimi kontrol grubuna göre engellenmiştir. Kontrol grubu bitkilerin baş ağırlığı ortalaması 0.45 kg ile fide döneminde UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur. Fide döneminde 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marulların baş gelişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte, fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin baş ağırlığı ortalaması 0.40 kg bulunurken, fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin baş ağırlığı ortalaması 0.37 kg bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda baş ağırlığı üzerine etkisi (kg/adet)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.45 a	0.45	0.45 a
4.8 (kJ/m²/gün)	0.38 ab	0.43	0.40 b
9.6 (kJ/m²/gün)	0.34 b	0.41	0.37 b
Ortalama (Çeşit)	0.39 b	0.43 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.03

LSD %5 (Doz) = 0.03

LSD %5 (Caipira) = 0.06

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Yapılan uygulamaların baş ağırlığı üzerine etkisi Caipira çeşidinde önemli, Fortunas çeşidi üzerine etkisi ise kontrol grubuna göre azalmasına rağmen istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek baş ağırlığı 0.45 (kg/adet) ile kontrol grubu bitkilerinde bulunurken, bunu 0.38 (kg/adet) ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında izlemiştir. En düşük baş ağırlığı ise 0.34 ile 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Reddy vd (2003) pamukta artan UV-B ışın uygulamaları sonunda yaprakların, internodların ve böylelikle toplam taç yapısının büyüklüğünü etkilediğini ve sonuç olarak da biyokütle üretiminine müteakip pamukta tohum verimi üzerine önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. UV-B ışın uygulamalarının pamukta bitki başına daha az yaprak ve daha küçük yaprak oluşturduğunu ve bunun da toplam yaprak alanının azalmasına neden olduğunu ve böylelikle yaprak alanıyla yakın ilgisinden dolayı biyokütlenin de azaldığını tespit etmişlerdir.

Yuan vd (1998) baharlık buğdayda (*Triticum aestivum*) UV-B ışın uygulamasının bitki yapısını değiştirdiğini, sürgün sayısını azaltırken ölü kök sayısını arttırması sonucunda olgunlaşma döneminde daha az baş veriminin olduğunu, buna bağlı olarak biyoküttele ve verimde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Baş ağırlığı ile ilgili bulgular, verimle paralellik göstermiştir.

4.3.12. Pazarlanabilir baş ağırlığı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda pazarlanabilir baş ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.36'da verilmiştir.

UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı UV-B ışın uygulamaları açısından marullarda pazarlanabilir baş ağırlığı kontrol grubuna göre azalmıştır. En yüksek pazarlanabilir baş ağırlığı 0.41 kg ile kontrol grubu bitkilerde elde edilirken, bunu 0.39 kg ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marullar izlemiştir. En düşük pazarlanabilir baş ağırlığı ise 0.36 kg ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda pazarlanabilir baş ağırlık değeri üzerine etkisi (kg/adet)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.39	0.44	0.41 a
4.8 (kJ/m ² /gün)	0.36	0.41	0.39 ab
9.6 (kJ/m ² /gün)	0.33	0.39	0.36 b
Ortalama (Çeşit)	0.36 b	0.41 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.03

LSD %5 (Doz) = 0.03

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinin pazarlanabilir baş ağırlığı (0.41 kg), Caipira çeşidinden (0.36 kg) daha yüksek bulunmuştur.

4.3.13. Verim

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda verim değeri üzerine etkisi Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı UV-B ışınlarının, uygulama dozları açısından marullarda verim değerinde kontrol grubuna göre azalmalar görülmüştür. En yüksek ortalama verim değeri 3.78 kg/m² ile kontrol grubu bitkilerde elde edilirken, bunu 3.48 kg/m² ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marullar izlemiştir. En düşük verim değeri ise 3.25 kg/m² ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir.

Yapılan uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşitlerinde, verim değeri kontrol grubuna göre azalmasına rağmen istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinin verim ortalaması (3.72 kg/m²), Caipira çeşidine göre (3.29 kg/m²) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.37. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda verim değeri üzerine etkisi (kg/m²)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	3.68	3.89	3.78 a
4.8 (kJ/m²/gün)	3.24	3.72	3.48 ab
9.6 (kJ/m²/gün)	2.95	3.54	3.25 b
Ortalama (Çeşit)	3.29 b	3.72 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.29

LSD %5 (Doz) = 0.35

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Yao vd (2014) UV-B ışın uygulaması kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, baş bağlama, çiçeklenme ve tüm büyüme evreleri boyunca buğday verimini sırasıyla %6.6, %4.4 ve %9.6 düşürmüştür. Ancak buğday verimi, fide, kardeşlenme ve tane dolum aşamalarında UV-B ışınından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Liu vd (2013) kontrol grubuna göre UV-B ışın uygulamaları, 3 farklı soya çeşidinin bitki boylarını %21.7, %10.0 ve %14.8 oranında azaltmış, kök başına kuru ağırlık miktarını %17.9, %14.3 ve %18.6 oranında ve bitki başına verimi ise %39.1,

%41.4, %50.6 oranında düşürdüğünü belirtmişlerdir. UV-B'ye maruz kalınmasından dolayı farklı bitki türlerinde, biyokütle birikiminde azalmalar sonucunda ürün verimi azalmıştır (Searles vd 2001, Kakani vd 2003, Zuk-Golaszewska vd 2003, Ruhland vd 2005).

Yuan vd (1998) baharlık buğdayda (*Triticum aestivum*) UV-B ışın uygulamasının bitki yapısını değiştirdiğini, sürgün sayısını azaltırken ölü kök sayısını artırması sonucunda olgunlaşma döneminde daha az baş veriminin olduğunu, buna bağlı olarak biyokütle ve verimde de azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Verimin düşmesi sonucu başak sayısında, başak başına tane sayısında ve bin dane ağırlığında da önemli azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir.

Kakani vd (2003) 1975'ten bu yana yaklaşık 129 çalışmada, 35 farklı bitki türünde artan UV-B'nin genellikle klorofil içeriğini %10 ile %70 oranında azaltırken, birçok bitkide UV-B emici bileşiklerin %10-30 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Özellikle yüksek UV-B dozlarının, doğrudan fotosistem üzerine olan etkisinden ve dolaylı olarak yaprak alanı ve pigmentleri azaltmasından dolayı fotosentezin %3-90 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Birçok kültür bitkisinde klorofil pigmenti ve fotosentezin azalması sonucu daha düşük biyokütle ve verim değerlerine neden olduğunu bildirmişlerdir.

UV-B ışın uygulaması marullarda baş ağırlığını azaltması sebebiyle verim değerlerinde azalmalara neden olmuş ve bu durum araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermiştir.

4.3.14. Pazarlanabilir verim

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda pazarlanabilir verim üzerine etkisi Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamasının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı UV-B ışın uygulamaları açısından marullarda pazarlanabilir verim bakımından kontrol grubuna göre azalmalar görülmüştür. En yüksek ortalama pazarlanabilir verim 3.58 kg/m² ile kontrol grubu bitkilerde elde edilirken, bunu 3.39 kg/m² ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan marullar izlemiştir. En düşük pazarlanabilir verim ise 3.13 kg/m² ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir.

Uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşitleri üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinin pazarlanabilir verim değeri (3.58 kg/m²), Caipira çeşidine göre (3.15 kg/m²) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda pazarlanabilir verim değeri üzerine etkisi (kg/m²)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	3.39	3.77	3.58 a
4.8 (kJ/m ² /gün)	3.21	3.58	3.39 ab
9.6 (kJ/m ² /gün)	2.86	3.41	3.13 b
Ortalama (Çeşit)	3.15 b	3.58 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.23

LSD %5 (Doz) = 0.28

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

4.3.15. Makro ve mikro element miktarları

4.3.15.1. Kalsiyum miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Ca değeri %1.95 ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde bulunurken, bunu % 1.60 ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkiler izlemiştir. En düşük Ca değeri ise %1.53 ile kontrol grubu bitkilerinde tespit edilmiştir.

Yapılan uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşitleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek Ca değeri %2.80 ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde bulunurken, bunu %2.25 ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkiler izlemiştir. En düşük Ca değeri ise %2.13 ile kontrol grubu bitkilerinde görülmüştür. Fortunas çeşidinde ise Ca değeri % 1.11 fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde, diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Ca içeriği (%2.39), Fortunas çeşidine göre (%1.00) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.39. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	2.13 c	0.94 b	1.53 c
4.8 (kJ/m²/gün)	2.80 a	1.11 a	1.95 a
9.6 (kJ/m²/gün)	2.25 b	0.95 b	1.60 b
Ortalama (Çeşit)	2.39 a	1.00 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.01

LSD %5 (Doz) = 0.02

LSD %5 (Caipira) = 0.02

LSD %5 (Fortunas) = 0.05

4.3.15.2. Azot miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda azot (N) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.40’da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda azot (N) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	2.75	4.03	3.39
4.8 (kJ/m²/gün)	2.93	3.20	3.06
9.6 (kJ/m²/gün)	2.90	3.46	3.18
Ortalama (Çeşit)	2.86 b	3.56 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.24

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Işın uygulamalarının, uygulama dozları üzerine ve de Caipira ve Fortunas çeşitleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde N içeriği ortalaması (%3.56), Caipira çeşidinin N içeriğinden (%2.86) daha yüksek bulunmuştur.

4.3.15.3. Fosfor miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda fosfor (P) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.41’de verilmiştir.

UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sırasıyla kontrol grubu ve fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerdeki P değeri (%0.90 ve %0.89), fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerin P değerinden (%0.87) daha yüksek bulunmuştur.

Uygulamaların Caipira çeşidi üzerine etkisi önemsiz, Fortunas üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde en yüksek P içeriği %1.03 ile kontrol grubu bitkilerinde bulunurken, bunu %1.01 ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkiler izlemiştir. En düşük değer ise %0.95 ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde görülmüştür.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinin P içeriği (%0.99), Caipira çeşidine göre (%0.78) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.41. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda fosfor (P) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.77	1.03 a	0.90 a
4.8 (kJ/m²/gün)	0.80	0.95 c	0.87 b
9.6 (kJ/m²/gün)	0.77	1.01 b	0.89 a
Ortalama (Çeşit)	0.78 b	0.99 a	

LSD %5 (Çeşit) = 0.01

LSD %5 (Doz) = 0.01

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 0.01

4.3.15.4. Potasyum miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda potasyum (K) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği gibi yapılan UV-B ışın uygulamalarının, uygulama dozları açısından etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fide döneminde sırasıyla 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerdeki K değeri (%4.30 ve %4.27), kontrol grubu bitkilerin K değerinden (%4.03) daha yüksek bulunmuştur.

Uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşidinde K içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde K içeriği %4.72 ile fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek K içeriği %4.16 ile fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde görülürken, bunu %3.83 ile fide

döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkiler izlemiştir. En düşük K değeri ise % 3.75 ile kontrol grubu fidelerde tespit edilmiştir.

UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde K içeriği (%4.49), Fortunas çeşidine göre (%3.91) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.42. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda potasyum (K) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	4.31 b	3.75 c	4.03 b
4.8 (kJ/m ² /gün)	4.49 b	4.16 a	4.30 a
9.6 (kJ/m ² /gün)	4.72 a	3.83 b	4.27 a
Ortalama (Çeşit)	4.49 a	3.91 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.06

LSD %5 (Doz) = 0.07

LSD %5 (Caipira) = 0.18

LSD %5 (Fortunas) = 0.06

4.3.15.5. Magnezyum miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Mg içeriği %0.58 ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Mg değeri ise %0.45 ile kontrol grubu bitkilerde bulunmuştur.

Çizelge 4.43. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi (%)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	0.55 c	0.35	0.45 c
4.8 (kJ/m ² /gün)	0.81 a	0.36	0.58 a
9.6 (kJ/m ² /gün)	0.70 b	0.35	0.52 b
Ortalama (Çeşit)	0.69 a	0.35 b	

LSD %5 (Çeşit) = 0.007

LSD %5 (Doz) = 0.009

LSD %5 (Caipira) = 0.009

LSD %5 (Fortunas) = Ö.D

Yapılan uygulamaların Caipira çeşidi üzerine etkileri önemli, Fortunas üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek Mg içeriği %0.81 ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Mg değeri ise %0.55 ile kontrol grubu bitkilerde bulunmuştur.

Farklı UV-B ışın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Mg içeriği (%0.69), Fortunas çeşidine göre (%0.35) daha yüksek bulunmuştur.

4.3.15.6. Çinko miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.44’de verilmiştir.

UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Zn içeriği 123.5 ppm ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Zn değeri ise 86 ppm ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında bulunmuştur.

Yapılan uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşidinde Zn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek Zn içeriği 155.6 ppm ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında görülürken, en düşük Zn içeriği ise 74.3 ppm ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir. Fortunas çeşidinde ise en yüksek Zn içeriği 97.6 ppm ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında bulunurken, en düşük Zn içeriği ise 91.3 ppm ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde Zn içeriği (114 ppm), Fortunas çeşidine göre (94.4 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.44. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	112.0 b	94.3 b	103.1 b
4.8 (kJ/m²/gün)	155.6 a	91.3 c	123.5 a
9.6 (kJ/m²/gün)	74.3 c	97.6 a	86.0 c
Ortalama (Çeşit)	114.0 a	94.4 b	

LSD %5 (Çeşit) = 1.53

LSD %5 (Doz) = 1.87

LSD %5 (Caipira) = 3.33

LSD %5 (Fortunas) = 2.72

4.3.15.7. Bakır miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Uygulama dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sırasıyla kontrol grubu ve fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerdeki Cu değeri (12.83 ve 13.00 ppm), fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamalarındaki Cu değerinden (11.50 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan uygulamaların Caipira ve Fortunas çeşidinde Cu içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Caipira çeşidinde en yüksek Cu değeri 14.00 ppm ile kontrol grubunda bulunurken, bunu 11.66 ppm ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamaları izlemiştir. En düşük Cu içeriği ise fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamalarında görülmüştür. Fortunas çeşidinde ise fide döneminde 4.8 ve 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerdeki Cu değeri 14.33 ppm ile kontrol grubu bitkilerin K değerinden (11.66 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Işın uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde Cu içeriği (13.44 ppm), Caipira çeşidine göre (11.44 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.45. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	14.00 a	11.66 b	12.83 a
4.8 (kJ/m ² /gün)	11.66 ab	14.33 a	13.00 a
9.6 (kJ/m ² /gün)	8.66 b	14.33 a	11.50 b
Ortalama (Çeşit)	11.44 b	13.44 a	

LSD %5 (Çeşit) = 1.00

LSD %5 (Doz) = 1.23

LSD %5 (Caipira) = 3.02

LSD %5 (Fortunas) = 1.19

4.3.15.8. Demir miktarı

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda demir (Fe) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.46’da verilmiştir.

UV-B ışın uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek Fe içeriği 121 ppm ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Fe içeriği ise 97.5 ppm ile 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan grupta bulunmuştur.

Işın uygulamalarının Caipira çeşidi üzerine etkisi önemsiz, Fortunas çeşidi üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde en yüksek Fe içeriği 157.33 ppm

ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Fe içeriği ise 114.66 ppm ile 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan grupta tespit edilmiştir.

Uygulamalarının, çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde Fe içeriği (133.4 ppm), Caipira çeşidine göre (83.1 ppm) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.46. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda demir (Fe) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	84.33	128.33 b	106.3 b
4.8 (kJ/m²/gün)	80.33	114.66 c	97.5 c
9.6 (kJ/m²/gün)	84.66	157.33 a	121.0 a
Ortalama (Çeşit)	83.1 b	133.4 a	

LSD %5 (Çeşit) = 4.44

LSD %5 (Doz) = 5.44

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 5.12

4.3.15.9. Mangan içeriği

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Yapılan UV-B ışın uygulamasının, uygulama dozları ve çeşitler üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.47. Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi (ppm)

Çeşitler Uygulama Dozları	Caipira	Fortunas	Ortalama (Doz)
Kontrol	26.53	21.00 c	23.76
4.8 (kJ/m²/gün)	23.66	24.00 a	23.83
9.6 (kJ/m²/gün)	92.66	22.66 b	57.66
Ortalama (Çeşit)	47.62	22.55	

LSD %5 (Çeşit) = Ö.D

LSD %5 (Doz) = Ö.D

LSD %5 (Caipira) = Ö.D

LSD %5 (Fortunas) = 1.19

Uygulamaların Mn içeriği üzerine etkisi yalnızca Fortunas çeşidinde önemli bulunmuştur. Fortunas çeşidinde en yüksek Mn içeriği 24.00 ppm ile fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, bunu 22.66 ppm ile fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması takip etmiştir. En düşük Mn içeriği ise 21.00 ppm ile kontrol grubu bitkilerde tespit edilmiştir.

Yao vd (2014) UV-B ışın uygulamasıyla kontrol grubuna göre azot, fosfor ve demir konsantrasyonu azalırken, mangan, çinko, bakır konsantrasyonunu arttırdığını, potasyum konsantrasyonun ise etkilenmediğini bildirmişlerdir.



5. SONUÇ

Çalışmada artan dozlarda UV-B ışını marullarda, fide boyunu azaltmıştır. Caipira çeşidinde en uzun fide boyu kontrol grubu fidelerinde saptanmıştır. Fide boyu bakımından UV-B ışın uygulamaları, kontrole göre farklı bulunmuş ancak UV-B ışın uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır. Fortunas çeşidinde ise en uzun fide boyu, kontrol uygulaması yapılan fidelerde, en kısa fide boyu ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde görülmüştür.

Artan UV-B ışın uygulama dozları fidedeki kök uzunluğu gelişimini engellemiştir. Caipira çeşidinde en yüksek kök uzunluğu kontrol grubu fidelerinde saptanmıştır. Kök uzunluğu bakımından UV-B ışın uygulamaları, kontrole göre farklı bulunmuş ancak UV-B ışın uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır. Fortunas çeşidinde ise en yüksek kök uzunluğu kontrol uygulaması yapılan fidelerde, en düşük kök uzunluğu ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde saptanmıştır.

UV-B ışın dozu arttıkça marul fidelerindeki klorofil miktarını da azaltmıştır. Caipira çeşidinde kontrol grubuna göre klorofil değerini azaltmasına rağmen istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek klorofil miktarı, kontrol uygulaması yapılan fidelerde, en düşük klorofil miktarı ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde tespit edilmiştir.

Caipira çeşidinin toprak üstü aksamındaki yaş ve kuru ağırlık değeri kontrol grubu fidelerde diğer uygulamalardan daha yüksek bulunurken, UV-B ışın uygulaması yapılan gruplar arasındaki farklılıklar benzerlik göstermiştir. Fortunas çeşidinin toprak üstü aksamındaki yaş ve kuru ağırlık değeri ise kontrol grubunda UV-B uygulaması yapılan fidelerden daha düşük bulunmuştur.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marul fidelerindeki C^* ve L^* değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır. h° değeri üzerine etkisi ise Caipira çeşidinde önemli bir farklılık oluşturmazken, Fortunas çeşidinde ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde, diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Makro elementlerden olan kalsiyum (Ca) içeriğinin farklı dozlarda UV-B ışın uygulamaları üzerine etkisi, Caipira çeşidinde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında, diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise Ca içeriği kontrol grubunda, diğer uygulama dozlarına göre daha yüksek saptanmıştır.

UV-B ışın dozu arttıkça Caipira çeşidinde K içeriği 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek K içeriği kontrol grubu fidelerde, en düşük K içeriği ise 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde gözlenmiştir.

Artan dozlarda UV-B ışın uygulaması sonunda Caipira fidelerinde Fe içeriği artmış, Fortunas da ise azalmıştır. Caipira çeşidinde Fe içeriği 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde, diğer uygulamalara göre daha yüksek tespit edilmiştir. Fortunas çeşidinde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerdeki Fe içeriği diğer uygulamalardan daha düşük bulunmuştur.

Artan UV-B ışın uygulamaları Caipira çeşidinde P içeriğini azaltmıştır. En yüksek P değeri kontrol grubu fidelerde, en düşük P değeri ise 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının Caipira ve Fortunas fidelerinde N ve Mg içerikleri, yalnız Caipira çeşidinde Mn içeriği, yalnız Fortunas çeşidinde ise P, Zn, Cu içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Yetiştiricilik sonrasında fide döneminde yapılan UV-B ışın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşidinde bitki boyu, kök boğaz çapı, ölü yaprak sayısı, yapraktaki ve kökteki kuru madde miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

UV-B ışın uygulamaları sonucunda Fortunas çeşidinde uygulama dozları açısından klorofil miktarı kontrol grubuna göre engellenmiştir. En yüksek klorofil değeri kontrol grubu bitkilerinde, en düşük klorofil değeri ise fide döneminde 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir.

Caipira çeşidinde kontrol grubu bitkilerinin *L** renk değeri, ışın uygulaması yapılan gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek *L** renk değeri 71.45 ile kontrol grubu bitkilerinde, en düşük *L** renk değeri ise 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında saptanmıştır.

Caipira çeşidinde farklı UV-B ışın uygulamaları açısından marullarda baş gelişimi kontrol grubuna göre engellenmiştir. En yüksek baş ağırlık değeri kontrol grubu bitkilerinde bulunurken en düşük baş ağırlık değeri ise 9.6 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Farklı UV-B ışın uygulamalarında Caipira ve Fortunas çeşitlerinde verim ve pazarlanabilir verim değerinin kontrol grubuna göre azalmasına rağmen istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Caipira ve Fortunas çeşitlerinde en yüksek Ca içeriği fide döneminde 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir.

Farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının Caipira ve Fortunas çeşitlerinde N miktarı, yalnız Caipira çeşidinde P, Fe, Mn miktarı, yalnız Fortunas çeşidinde ise Mg miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Fortunas çeşidinde; en yüksek P içeriği kontrol grubu bitkilerinde bulunurken, en düşük değer ise fide döneminde 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir. En yüksek Fe içeriği, fide döneminde yapılan 9.6 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Fe içeriği ise 4.8 kJ/m² /gün UV-B ışın uygulaması yapılan grupta tespit edilmiştir. En yüksek Mn içeriği fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında, en düşük Mn içeriği ise kontrol grubu bitkilerde elde edilmiştir.

Caipira çeşidinde en yüksek Mg içeriği fide döneminde yapılan 4.8 kJ/m²/gün UV-B ışın uygulamasında saptanırken, en düşük Mg değeri ise kontrol grubu bitkilerinde bulunmuştur.

Caipira çeşidinde K içeriği fide döneminde $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Fortunas çeşidinde ise en yüksek K içeriği fide döneminde $4.8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulaması yapılan bitkilerde görülürken en düşük K değeri ise kontrol grubu fidelerde tespit edilmiştir.

Caipira çeşidinde en yüksek Zn içeriği fide döneminde yapılan $4.8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında görülürken, en düşük Zn içeriği ise fide döneminde yapılan $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir. Fortunas çeşidinde ise en yüksek Zn içeriği ile fide döneminde yapılan $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında bulunurken, en düşük Zn içeriği ise fide döneminde yapılan $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamasında tespit edilmiştir.

Caipira çeşidinde en yüksek Cu değeri kontrol grubunda, en düşük Cu değeri ise fide döneminde yapılan $9.6 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ UV-B ışın uygulamalarında görülmüştür. Fortunas çeşidinde ise kontrol grubu bitkilerin Cu değeri UV-B uygulaması yapılan gruplara göre daha düşük tespit edilmiştir.

Dünyamıza ulaşan UV-B ışınlarının miktarında meydana gelen artış nedeniyle, bitkiler ve canlılar üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı olarak araştırılmasına ve bu alanda yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımda UV-B etkisini araştırmaya yönelik bu çalışma ile elde edilen sonuçların bilim dünyasına katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AKSOY, B. ve EKİCİ, M. 2001. Ultraviole Radyasyon. Teknik Rapor, D.M.İ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ANDERSON, J. G., TOOHEY, D. W., and BRUNE, W. H. 1991. Free radicals within the Antarctic vortex: The role of CFCs in Antarctic ozone loss. *Science*, 251 (4989): 39-46.
- BEHN, H., TITTMANN, S., WALTER, A., SCHURR, U., NOGA, G., and ULBRICH, A. 2010. UV-B transmittance of greenhouse covering materials affects growth and flavonoid content of lettuce seedlings. *European Journal of Horticultural Science*, 75 (6): 259-268
- BLAUSTEIN, A.R. SEARLE, C. 2013. Ultraviolet radiation, Encyclopedia of Biodiversity, second ed., Academic Press, pp. 296–303, Kidlington, Oxford, UK.
- BREMNER, J. M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, (methodsofsoilanb), 9:1179-1237.
- BROWN, B. A., CLOIX, C., JIANG, G. H., KAISERLI, E., HERZYK, P., KLIEBENSTEIN, D. J., and JENIİNS, G. I. 2005. A UV-B-specific signaling component orchestrates plant UV protection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (50): 18225-18230.
- CALDWELL, C. R., and BRITZ, S. J. 2006. Effect of supplemental ultraviolet radiation on the carotenoid and chlorophyll composition of green house-grown leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6): 637-644.
- CALDWELL, M. M., BORNMAN, J. F., BALLARÉ, C. L., FLINT, S. D., and KULANDAIVELU, G. 2007. Terrestrial ecosystems, increased solar ultraviolet radiation, and interactions with other climate change factors. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 6 (3): 252-266.
- CECHIN, I., FUMIS, T. D. F., and DOKKEDAL, A. L. 2007. Growth and physiological responses of sunflower plants exposed to ultraviolet-B radiation. *Ciência Rural*, 37 (1): 85-90.
- COOLEY, N. M., HOLMES, M. G., and ATTRIDGE, T. H. 2000. Growth and stomatal responses of temperate meadow species to enhanced levels of UV-A and UV-B+ A radiation in the natural environment. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 57 (2): 179-185.
- COSTA, H., GALLEGO, S. M., and TOMARO, M. L. 2002. Effect of UV-B radiation on antioxidant defense system in sunflower cotyledons. *Plant Science*, 162 (6): 939-945.
- DIFFEY, B. L. 2002. Sources and measurement of ultraviolet radiation. *Methods*, 28 (1): 4-13.
- 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.

- FUKUDA, S., SATOH, A., KASAHARA, H., MATSUYAMA, H., and TAKEUCHI, Y. 2008. Effects of ultraviolet-B irradiation on the cuticular wax of cucumber (*Cucumis sativus*) cotyledons. *Journal of plant research*, 121 (2): 179-189.
- GÜNAY, A., 1981. Serler, Cilt II, Çağ matbaası, Ankara, 319s.
- HASSAN, I. A., BASAHI, J. M., HAIBA, N. S., and KADI, M. W. 2013. Investigation of climate changes on metabolic response of plants; interactive effects of drought stress and excess UV-B. *J Earth Sci Climate Change*, 4 (129): 2.
- HOLLÓSY, F. 2002. Effects of ultraviolet radiation on plant cells. *Micron*, 33 (2): 179-197.
- HU, X., DING, Z., CHEN, Y., WANG, X., and DAI, L. 2002. Bioaccumulation of lanthanum and cerium and their effects on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Chemosphere*, 48 (6): 621-629.
- 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*, 55: 1-316, Lyon, France.
- JAIN, K., KATARIA, S., and GURUPRASAD, K. N. 2003. Changes in antioxidant defenses of cucumber cotyledons in response to UV-B and to the free radical generating compound AAPH. *Plant Science*, 165 (3): 551-557.
- KAKANI, V. G., REDDY, K. R., ZHAO, D., and SAILAJA, K. 2003. Field crop responses to ultraviolet-B radiation: a review. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120 (1): 191-218.
- KARATAŞ, A. 1995. Van Ekolojisinde Farklı Örtü Sistemlerinin Kıvırcık Baş Salata ve Marulda Bitki Gelişimi, Verim, Erkencilik ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri Üzerine Araştırmalar. YYÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD.(Doktora Tezi), Van, 182s.
- KATARIA, S., GURUPRASAD, K. N., AHUJA, S., and SINGH, B. 2013. Enhancement of growth, photosynthetic performance and yield by exclusion of ambient UV components in C 3 and C 4 plants. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 127: 140-152.
- 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.
- KLIEBENSTEIN, D. J., LIM, J. E., LANDRY, L. G., and LAST, R. L. 2002. Arabidopsis UVR8 regulates ultraviolet-B signal transduction and tolerance and contains sequence similarity to human regulator of chromatin condensation 1. *Plant Physiology*, 130 (1): 234-243.
- KUDISH, A. I., and EVSEEV, E. G. 2014. Analysis of erythral UVB and UVA irradiance at Beer Sheva, Israel from 1994 through 2012. *Renewable Energy*, 63: 84-89.
- LI, J., YANG, L., JIN, D., NEZAMES, C. D., TERZAGHI, W., and DENG, X. W. 2013. UV-B-induced photomorphogenesis in Arabidopsis. *Protein & cell*, 4 (7): 485-492.

- LIDON, F. J., REBOREDO, F. H., LEITÃO, A. E., SILVA, M. M. A., DUARTE, M. P., and RAMALHO, J. C. 2012. Impact of UV-B radiation on photosynthesis—an overview. *Emir J Food Agric*, 24 (6): 546-556.
- LINGAKUMAR, K., AMUDHA, P., and KULANDAIVELU, G. 1999. Exclusion of solar UV-B (280–315 nm) radiation on vegetative growth and photosynthetic activities in *Vigna unguiculata* L. *Plant Science*, 148 (2): 97-103.
- LIU, B., LIU, X. B., LI, Y. S., 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.
- MADRONICH, S., MCKENZIE, R. L., BJORN, L. O. and CALDWELL, M. M. 1998. Changes in biologically active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 46 (1): 5-19.
- MCFARLAND, M., and KAYE, J. 1992. Chlorofluorocarbons and ozone. *Photochemistry and Photobiology*, 55 (6): 911-929.
- MCGUIRE, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27 (12): 1254-1255.
- NEDUNCHEZHIAN, N., and KULANDAIVELU, G. 1997. Changes induced by ultraviolet-B (280–320 nm) radiation to vegetative growth and photosynthetic characteristics in field grown *Vigna unguiculata* L. *Plant Science*, 123 (1): 85-92.
- 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 (7): 859-863.
- RANJBARFORDOEI, A., SAMSON, R., and VAN DAMME, P. 2011. Photosynthesis performance in sweet almond [*Prunus dulcis* (Mill) D. Webb] exposed to supplemental UV-B radiation. *Photosynthetica*, 49 (1): 107-111.
- REDDY, K. R., KAKANI, V. G., ZHAO, D., MOHAMMED, A. R., and GAO, W. 2003. Cotton responses to ultraviolet-B radiation: experimentation and algorithm development. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120 (1): 249-265.
- ROZEMA, J., VAN DE STAAL, J., BJORN, L. O., and CALDWELL, M. 1997. UV-B as an environmental factor in plant life: stress and regulation. *Trends in Ecology & Evolution*, 12 (1): 22-28.
- RUHLAND, C. T., XIONG, F. S., CLARK, W. D., and DAY, T. A. 2005. The Influence of Ultraviolet-B Radiation on Growth, Hydroxycinnamic Acids and Flavonoids of *Deschampsia antarctica* during Springtime Ozone Depletion in Antarctica. *Photochemistry and Photobiology*, 81 (5): 1086-1093.
- SEARLES, P. S., FLINT, S. D., and CALDWELL, M. M. 2001. A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. *Oecologia*, 127 (1): 1-10.
- 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.

- SULLIVAN, J. H., GITZ, D. C., PEEK, M. S., and MCELDRONE, A. J. 2003. Response of three eastern tree 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 (2): 160-171.
- ŞALK, A., ARIN, L. DEVECİ, M. ve POLAT, S. 2008. Özel Sebzeçilik Namık Kemal Üniv. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, 488 s.
- TANG, X., MADRONICH, S., WALLINGTON, T., and CALAMARI, D. 1998. Changes in tropospheric composition and air quality. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 46 (1): 83-95.
- 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.
- TÜİK, 2014. <http://www.tuik.gov.tr> Son erişim tarihi: 18.12.2015
- VAN DE STAAIJ, J. W. M., TONNEIJCK, A. E. G., and ROZEMA, J. 1997. The effect of reciprocal treatments with ozone and ultraviolet-B radiation on photosynthesis and growth of perennial grass *Elymus athericus*. *Environmental Pollution*, 97 (3): 281-286.
- 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.
- WANG, Y., WANG, X. A., WANG, R. J., QIU, N. W., MA, Z. Q., and DU, G. Z. 2012. Effects of UV-B radiation on the growth and reproduction of *Vicia angustifolia*. *Ying yong sheng tai xue bao= The journal of applied ecology*, 23 (5): 1333-1338.
- WARGENT, J. J., ELFADLY, E. M., MOORE, J. P., and PAUL, N. D. 2011. Increased exposure to UV-B radiation during early development leads to enhanced photoprotection and improved long-term performance in *Lactuca sativa*. *Plant, Cell & Environment*, 34 (8): 1401-1413.
- 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 (1): 31-36.
- 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., 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 (3): 253-263.
- ZHAO, D., REDDY, K. R., KAKANI, V. G., READ, J. J., and SULLIVAN, J. H. 2003. Growth and physiological responses of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to elevated carbon dioxide and ultraviolet-B radiation under controlled environmental conditions. *Plant, Cell & Environment*, 26 (5): 771-782.
- 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.
- ZINSER, C., SEIDLITZ, H. K., WELZL, G., SANDERMANN, H., HELLER, W., ERNST, D., and RAU, W. 2007. Transcriptional profiling of summer wheat, grown under different realistic UV-B irradiation regimes. *Journal of plant physiology*, 164 (7): 913-922.
- 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

1991 yılında Antalya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 2009 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri bölümünde başladığı lisans öğreniminden 2013 yılında mezun oldu. 2013 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.

