

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DOZLARDA ULTRAVİOLE-B (UV-B)
UYGULAMALARININ EREĞLİ SİYAH HAVUCUNDA
(Daucus Corata L. spp sativus var atrorubens Alef)
DEPOLAMA SÜRESİNCE TOPLAM ÇÖZÜNÜR FENOL,
ANTOSİYANİN VE ŞEKER MİKTARINA ETKİLERİ

MEHMET FERİDUN AZTEKİN

KOCAELİ 2018

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

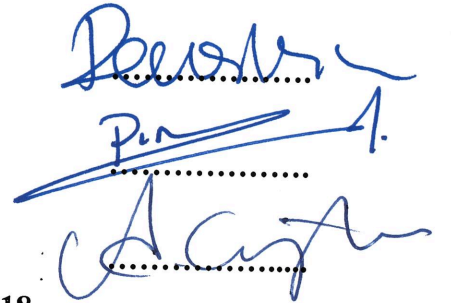
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DOZLARDA UV-B UYGULAMALARININ EREĞLİ
SİYAH HAVUCUNDA (*Daucus corata* L. spp. *sativus* var.
atrorubens Alef) DEPOLAMA SÜRESİNCE TOPLAM ÇÖZÜNÜR
FENOL, ANTOSİYANİN VE ŞEKER MİKTARINA ETKİLERİ

MEHMET FERİDUN AZTEKİN

Prof. Dr. Rezzan KASIM
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA
Jüri Üyesi, Ankara Üniversitesi
Doç. Dr. Aysun ÇAVUŞOĞLU
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 11.05.2018


.....
.....
.....

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ultraviyole-B (UV-B) uygulamaları meyve ve sebzelerin hasat sonrası dönemde yüzey dezenfeksiyonu amacı ile kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan uygulama ile ürünlerde stres şartları oluşturulduğundan, savunma mekanizması harekete geçirilerek biyokimyasal değişimler meydana getirilebilmektedir. Yapılan bu araştırmada da farklı dozlarda uygulanan UV-B'nin Ereğli Siyah Havucunda depolama süresi içerisinde biyokimyasal maddeler üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde ilgi ve desteklerini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın danışman hocam Doç. Dr. Rezzan KASIM'a, denemenin yürütülmesi aşamasında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. M. Ufuk KASIM hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmamın yürütülmesi esnasında laboratuvar çalışmalarında yardımlarını eksik etmeyen Arslanbey Meslek Yüksekokulu öğrencileri Esra TONKA, Mustafa ARSLAN ve Abdulhakim UYAR ile Yüksek Lisans öğrencileri Kübra YAŞAR, Tuğçe ŞAHİN, Vedat YILMAZ, M.Veyssel AYHAN ve Serdar MEMİŞ'e şükranlarımı sunarım. Ereğli Siyah Havucu'nun temini konusunda yardımcı olan Veda ÖZBAY, Hüseyin DOĞANÇUKURU ve Ulviye Aydemir TUĞSUZ'a çok teşekkür ederim.

Tüm çalışma süresince bana katlanan, tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan canım eşim Birsen AZTEKİN ve aileme çok teşekkür ederim

Mayıs – 2018

Mehmet Feridun AZTEKİN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
GİRİŞ	1
1. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2. MATERYAL VE YÖNTEM	11
2.1. Materyal.....	11
2.1.1. Bitkisel materyal	11
2.1.2. Ultraviyole-B (UV-B) uygulama düzeneği	11
2.1.3. Ambalajlama ve depolama şartları	12
2.2. Yöntem	12
2.2.1. Toplam fenol	12
2.2.2. Toplam antosiyanin miktarı	13
2.2.3. Şeker analizi	14
2.2.4. Renk ölçümleri	14
2.2.5. Suda çözünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı	15
2.2.6. Elektrolit sızıntısı	16
2.2.7. Ağırlık kaybı	16
3. SONUÇLAR	17
3.1. Toplam Çözünür Fenol Miktarı.....	17
3.2. Toplam Antosiyanin Miktarı	18
3.3. Fruktoz Miktarı.....	19
3.4. Glikoz Miktarı	21
3.5. Sakkaroz Miktarı	22
3.6. L* Renk Değeri Değişim Oranı.....	23
3.7. a* Renk Değeri Değişim Oranı(%)	24
3.8. b* Renk Değeri Değişim Oranı(%)	25
3.9. Hue (h°) Renk Değeri Değişim Oranı	27
3.10. Suda Çözünür Toplam Kurumadde (SÇKM) Miktarı	28
3.11. Elektrolit Sızıntısı.....	29
3.12. Ağırlık Kaybı.....	30
4. TARTIŞMA	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	41
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	44
ÖZGEÇMİŞ	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Araştırmada kullanılan Ereğli Siyah havucu.....	11
Şekil 2.2.	Toplam fenol ölçümünde kullanılan spektrofotometre	13
Şekil 2.3.	Şeker ölçümlerinin yapıldığı HPLC sistemi	14
Şekil 2.4.	Renk ölçümünün yapılışı.....	15
Şekil 2.5.	SÇKM ölçümlerinin yapıldığı dijital refraktometre cihazı	15
Şekil 2.6.	Ağırlık ölçümü	16
Şekil 3.1.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince toplam fenol miktarının değişimi	18
Şekil 3.2.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince antosiyanin miktarının değişimi	19
Şekil 3.3.	Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince fruktoz miktarında meydana gelen değişimler	20
Şekil 3.4.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince glikoz miktarının değişimi	21
Şekil 3.5.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince sakkaroz miktarı değişimleri.....	22
Şekil 3.6.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince L* değerindeki oransal değişim	24
Şekil 3.7.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince a* renk değerlerindeki değişim.....	25
Şekil 3.8.	Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince b* renk değeri üzerindeki etkileri.....	26
Şekil 3.9.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince ho renk değerinin % değişimleri.....	27
Şekil 3.10.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince SÇKM miktarında oluşan değişimler	29
Şekil 3.11.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah havucunda depolama süresince elektrolit sızıntısı değişimleri.....	30
Şekil 3.12.	Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah havucunda depolama süresince ağırlık kaybı değişimleri.....	31
Şekil 4.1.	CIELAB renk koordinat düzleminde L* renk değerinin anlamı	35

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince toplam fenol değeri üzerindeki etkileri	17
Tablo 3.2. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince antosiyanin üzerindeki etkileri.....	19
Tablo 3.3. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince fruktoz miktarları	20
Tablo 3.4. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince glikoz miktarı üzerindeki etkileri	21
Tablo 3.5. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince sakkaroz miktarları	22
Tablo 3.6. Değişik sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince L* renk değeri değişim oranları.....	23
Tablo 3.7. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince a* renk değeri üzerindeki etkileri.....	25
Tablo 3.8. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince b* renk değeri üzerindeki etkileri.....	26
Tablo 3.9. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunun depolama süresince h ^o renk değeri değişim oranları.....	27
Tablo 3.10. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince SÇKM miktarı üzerindeki etkileri	28
Tablo 3.11. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah havucunda depolama süresince elektron sızıntısı miktarları.....	30
Tablo 3.12. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah havucunda depolama süresince ağırlık kaybı değerleri.....	31

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
Ca	: Kalsiyum
Cm	: Santimetre
d	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik Asit
IU	: Enzim Miktarı
J	: Joule
K	: Potasyum
KCl	: Potasyum Klorür
Kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
kJ	: Kilojul
L	: Litre
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
Na	: Sodyum
Na ₂ CO ₃	: Sodyum Karbonat
P	: Fosfor
pH	: Power of Hydrojen
rpm	: Dakikada Devir
µl	: Mikro Litre
µm	: Mikrometre
W	: Watt
Zn	: Çinko

Kısaltmalar

EC	: Elektriksel İletkenlik
GTHB	: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
İVA	: İstatistikî Veri Ağı
K	: Kontrol
KAE	: Kafeik Asit Eşdeğeri
PE	: Polietilen
TA	: Toplam Ağırlık
TÇF	: Toplam Çözünebilir Fenol
USDA	: United States Department of Agriculture (Amerika Tarım Bakanlığı)
UV	: Ultraviyole

FARKLI DOZLARDA ULTRAVİYOLE-B (UV-B) UYGULAMALARININ EREĞLİ SİYAH HAVUCUNDA (*Daucus Corata* L. spp *sativus* var *atrorubens* Alef) DEPOLAMA SÜRESİNCE TOPLAM ÇÖZÜNÜR FENOL, ANTOSİYANİN VE ŞEKER MİKTARINA ETKİLERİ

ÖZET

Çalışmada farklı dozlarda ultraviyole-B (UV-B) ışığı uygulamasının Ereğli Siyah Havucunun (*Daucus Corata* L. spp *sativus* var *atrorubens* Alef) depolanması süresince biyokimyasal kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla havuçlar 1,575 kJ/m² (15d), 3,15 kJ/m² (30d) ve 6,30 kJ/m²(60d) dozlarında UV-B uygulamasının ardından, 1 kg'lık PE torba içerisine yerleştirilerek, 4±1°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren soğuk odada 5 ay süreyle depolanmıştır. UV-B uygulanmayan havuçlar kontrol olarak değerlendirilmiştir. Depolama başlangıcında ve depolama süresince 1 ay aralıklarla havuçlarda; toplam çözünür fenol miktarı (mg KAE eşdeğeri/ 100 ml) toplam antosiyanin miktarı (mg/kg TA), L*, a*, b* ve hue açısı renk değerleri, früktoz (mg/kg), glikoz (mg/kg) ve sakkaroz (mg/kg) miktarı, suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) miktarı, elektrolit sızıntısı (%), ve ağırlık kaybı (%) ölçüm ve analizleri yapılmıştır.

Çalışma sonucunda UV-B uygulamaları havuçların toplam çözünür fenol (TÇF) miktarını denemenin birinci ayında uygulanan dozlara bağlı olarak 1,16-1,53 kat arttırmasına karşın, bu dönemden sonra TÇF miktarının azaldığı görülmüştür. Deneme süresince ise TÇF madde miktarı 23,72-51,11 mg KAE/100 ml aralığında değişmiştir.

Denemede en düşük antosiyanin miktarı 557,76 mg/kg TA ile kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek değer 1636,96 mg/kg TA ile 30d UV-B uygulamasında elde edilmiştir. Araştırma sonucunda özellikle 3,15 kJ/m² dozundaki UV-B ışığının havuçların antosiyanin miktarının arttırılmasında kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Araştırmada früktoz ve glikoz miktarının tüm uygulamalarda artmasına karşılık, sakkaroz miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Deneme süresince früktoz miktarı 135,48-1274,17 mg/kg; glikoz miktarı 628,46-3388,83 mg/kg ve sakkaroz miktarının ise 2323,05-5946,29 mg/kg arasında değiştiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Antosiyanin, Fenol, Siyah Havuç, Şeker, UV-B.

THE EFFECTS OF ULTRAVIOLET- B (UV-B) TREATMENTS ON TOTAL SOLUBLE PHENOLS, ANTHOCYANIN AND SUGAR CONTENT OF EREĞLİ BLACK CARROT (*Daucus Corata* L. spp *sativus* var *atrorubens* Alef) DURING STORAGE

ABSTRACT

In the study, the effect of ultraviolet-B (UV-B) irradiation at different doses on the biochemical quality of Ereğli Black Carrot (*Daucus corata* L. spp., *sativus* var. *atrorubens* Alef) was investigated during storage. For this purpose, the carrot roots were treated UV-B at the doses of 1.575 kJ / m² (15d), 3.15 kJ / m² (30d) and 6.30 kJ / m² (60d) were placed in a 1 kg PE bag and, then were stored in a cold room at 4 ± 1°C temperature and 85-90% relative humidity for 5 months. Carrots without UV-B treatment were evaluated as control. In carrots, at the beginning of storage and monthly intervals during storage; total soluble phenols (mg CAE/ 100 mL), total anthocyanin content (mg / kg TA), L *, a *, b * and hue angle color values, fructose (mg / kg), glucose (mg / kg) and sucrose content (mg / kg), total soluble solids (TSS), the electrolyte leakage (%), and the weight loss (%) measurement and analysis were done.

As a result of the study, it was seen that although UV-B applications increased the amount of total soluble phenol (TSP) content of carrots 1.16-1.53 fold during the first month of experiment, after that time the amount of TSP decreased. During the study period, the amount of TSP content changed from 23.72 to 51.11 mg KAE / 100 mL.

In the trial, while the lowest amount of anthocyanin was obtained from the control application with 557.76 mg / kg TA, the highest value was obtained with the application of UV-B 30d at 1636.96 mg / kg TA. As a result of the research, it was determined that UV-B radiation of 3.15 kJ / m² dose could be used to increase the amount of anthocyanin content of carrots.

In the study, it was determined that the fructose and glucose content of carrots increased in all treatments while sucrose decreased. During the research, it was found that the amount of fructose, glucose and sucrose content of carrots changed 135.48 -1274.17 mg / kg, 628.46-3388.83 mg / kg and 2323.05-5946.29 mg / kg, respectively.

Keywords: Anthocyanin, Phenol, Black Carrot, Sugar, UV-B.

GİRİŞ

Havuç besin değerinin yüksek olması ve çok değişik amaçlarla kullanılabilmesi nedeni ile önemli sebze türleri arasında yer almaktadır. Zengin vitamin ve mineral madde içeriğine sahiptir. 100 g havuçta, 88,29 g su bulunurken, karbonhidrat miktarı 9,58 g, şeker miktarı 4,74 g olup, yağ içeriği oldukça düşük (0,24 g) olduğundan enerji miktarı ise yalnızca 41 kcal'dir. Bununla birlikte önemli bir A vitamini kaynağı (16706 IU, 835 µg RAE/100g) olan havuç, C vitamini (5,9 mg/100g), K vitamini (13,2 µg/100g), folik asit (19 µg/100g), niyasin (0,980 mg/100g) ve B6 vitamini (0,138 mg/100g) kaynağıdır. Havucun potasyum (K, 320 mg/100g) içeriği oldukça yüksek olmakla birlikte, sodyum (Na, 60 mg/100 g), fosfor (P, 35 mg/100g), kalsiyum (Ca, 33 mg/100 g) ve magnezyum (Mg, 12 mg/100g)'uda önemli miktarda bulundurmakta ve ayrıca demir (Fe, 0,30 mg/100g), çinko (Zn, 0,24 mg/100 g) da içermektedir (USDA, 2016).

Siyah havuçta turuncu havucun bileşimine eşdeğer bir özellik göstermekle birlikte bazı bileşenler daha düşük bazıları ise daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Buna göre siyah havuçta su oranı 87,66 g/100 g iken karbonhidrat miktarı 8,01 g/100 g, glikoz miktarı 1,85 g/100g, früktoz miktarı 0,14 g, yağ içeriği ise 0,14 g'dır. Enerji içeriği ise 0,14 kcal olup oldukça düşüktür. Siyah havucun vitaminlerden Niasin (1,21 mg/100 g) ve B6 (0,072 mg/100g) vitamini içermekte, turuncu havucun tersine mor havuçta A vitamini bulunmamaktadır. Minerallerden ise potasyum (K, 256 mg), sodyum (Na, 206 mg/100g), kalsiyum (Ca, 33mg/100g), fosfor (P, 29 mg/100 g), magnezyum (Mg, 17 mg/100g), demir (Fe, 0,26 mg/100g) içermektedir (TürKomp, 2018). Ayrıca Ereğli siyah havucu antosiyanin bakımından da zengin olup, doğal gıda boyası olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde havuç (Turuncu) havuç ekim alanı ve üretim miktarları incelendiğinde son 10 yılda hem alan hem de üretim miktarı olarak azalma olduğu görülmektedir. 2008 yılında 129,171 da olan havuç üretim alanı, azalarak 2017 yılında 108,849 da' a

gerilemiştir. Aynı şekilde 2008 yılında 591,538 ton olan havuç üretimi 2017 yılında 569,533 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanı ve Dünya Gıda ve Tarım Örgütü İstatistiki veri tabanı (FAOSTAT) incelendiğinde, siyah havuç ile ilgili istatistiki verilere ulaşılamamakla birlikte, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına (GTHB) bağlı Konya İl Müdürlüğü ve İlçe Müdürlükleri, Antalya İl ve İlçe Müdürlükleri, İzmir İl ve İlçe Müdürlükleri ve Hatay İl ve İlçe Müdürlüklerinde yapılan araştırma ve çalışmalar sonucunda İstatistiki Veri Ağı (İVA) kayıtları dikkate alınarak Siyah Havucun Konya iline bağlı Ereğli, Karapınar ve Çumra ilçeleri ile Hatay ilinde yetiştirildiği tespit edilmiştir. Buna göre ülkemizde Ereğli Siyah Havucu adı ile Coğrafi etiket alınan siyah havuç üretim alanı ve miktarı turuncu havucun tersine son on yıllık verilere göre artış göstermiş olup (Şekil 2), 2008 yılında 18 bin ha alanda 72 bin ton üretim yapılırken, 2017 yılında ekim alanı 25 bin da'a, üretim miktarı ise 100 bin tona ulaşmıştır (GTHB İVA, 2017)

Siyah havuç, polifenollerden özellikle antosiyanin ve fenolik asitleri içermektedir. Antosiyanin ise antioksidan etkisi nedeniyle sağlık açısından önemli bir bileşiktir. Siyah havuç önemli bir antosiyanin kaynağı olmakla birlikte genel olarak taze tüketilmeyip, şalgam suyu gibi değişik ürünlere işlenmekte ayrıca doğal gıda boyası kaynağı olarak kullanılmaktadır (Kamiloğlu ve diğ., 2017).

Flavonoidler içerisinde yer alan antosiyaninler suda çözünmekte ve bulunduğu ortamın pH'sına bağlı olarak farklı renkleri oluşturmaktadır. Genel olarak bitkilerin epidermal ve mezofil hücrelerinin vakuolünde biriktirilen antosiyaninler bitkilerde değişik stres şartları altında oluşturulan ikincil metabolitler olarak da tanımlanmaktadır. Bitkilerde; çiçekler, meyveler, kökler ve diğer organlarda bulunmakta ancak çoğu zaman meyve ve çiçekte biriktirildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte bitkilerin gövde ve yaprakları ile birlikte kök gibi depo organlarında da antosiyaninlerin biriktirildiği belirlenmiştir. Antosiyaninler özellikle üzümü meyveler ve kan portakalı gibi koyu renkli meyveler ile yine kırmızı lahana, turp, rezene, patlıcan ve siyah havuç gibi sebzelerde de bulunmaktadır (Aztekin ve Kasım, 2017).

Siyah havuçta antosiyaninlerden asitlenmiş siyanidin 3-glikosilgalaktosit, sinapik asit, ferulik asit ve kumarik asidin bulunduğu tespit edilmiştir (Montilla ve diğ., 2011). Siyah havucun toplam fenolik ve flavonoid miktarının sırasıyla 270,74 mg GAE/100 g ve 94,38 mg CE/100 g taze ağırlık olduğu ve bu bakımdan oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir. Siyah havuçta tanımlanan siyanidin 3-glikozidin 2430,45 mg/kg olduğu bulunmuştur. Antioksidan aktivitesi ise FRAP ve CAPRAC analizleri sonucu 27,75 ve 60,70 μ mol Trolox/g olarak bulunmuştur. Havucun bu yüksek toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidant kapasitesi üzüm ve mavi yemişlerle eşdeğer olduğu bulunmuştur (Khandare, 2008)

Ultraviyole (UV) ışık, elektromanyetik spektrumun iyonlaşmayan kısmında bulunmakta ve toplam güneş ışığının %8-9'luk kısmını oluşturmaktadır (Coohill, 1989; Frederick, 1993). Ultraviyole radyasyon dalga boylarına göre dört gruba ayrılmaktadır. UV-V (Vakum UV, 100-200 nm) vakum ortamında oluşmakta ve bütün maddeler tarafından absorbe edildiği ifade edilmektedir. UV-C (200-280 nm) canlı organizmalar için oldukça zararlı olmasına karşılık, doğal güneş ışınlarında bulunmamaktadır. UV-C bahçe bitkileri ürünlerinin hasat sonrasında yüzey dezenfeksiyonu için kullanılmaktadır. UV-B (280-320 nm), toplam spektrumun %1,5'ini oluşturmakta buna karşın bitkilerde değişik zararlı etkilere neden olabilmektedir. UV-A (320-400 nm) dünya üzerine gelen güneş ışığının %6,3'n oluşturmakta ve UV ışıkları içerisinde zararlı etkisi en az olan ışık olarak değerlendirilmektedir (Hollosoy, 2002; Koutchma, 2009) .

UV-B ışık bitkilerde stres oluşturduğunda, bitki tarafından üretilen reaktif oksijen türlerinin (ROS) miktarı artmakta, bunlar ise DNA, proteinler ve fotosentetik organlarda zararlara neden olmaktadır. Bu stres aynı zamanda bitkinin savunma mekanizmasını da harekete geçirmekte, bu durumda da flavonoidlerin üretimi artarak, bitki ROS'un etkinliğini azaltmaktadır. Sonuç olarak UV-B stresi şartlarında bitki organlarının çoğunda; flavonlar ve antosiyaninler üretilmektedir (Fhronmeyer veStaiger, 2003; Falcon-Ferreya ve diğ., 2012)

Yapılan çalışmalarda farklı meyve ve sebze türlerine hasat sonrası dönemde uygulanan UV-B ışığının bitkilerde savunma mekanizmasının bir sonucu olarak flavonoid ve antosiyanin miktarlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Hasattan sonra UV-B

uygulamasının elmalarda (Hagen ve diğ., 2007), nektarinlerde (Ravaglia ve diğ., 2013), Avrupa (*Pyrus communis* L.) ve Çin (*Pyrus pyrifolia* Nakai) armutlarında (Qian ve diğ., 2013) da antosiyanin miktarını arttırdığı bulunmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Ereğli Siyah Havucu'na hasattan sonra farklı dozlarda uygulanan UV-B ışığının toplam çözünür fenol, antosiyanin ve şeker miktarı üzerindeki etkilerini belirlemektir.



1. KAYNAK ÖZETLERİ

Havuç Apiaceae familyasının (önceden Umbelliferae idi) ait bir türdür. Havucun turuncu ve siyah olmak üzere iki varyetesi bulunmaktadır. Botanik sınıflandırmada havuç çeşitleri *Daucus corata* ssp. var. *sativus*; dünya üzerinde karoten grubu olarak bilinmekte ve yoğun olarak üretilmektedir. Turuncu köklü havuçlar olarak da adlandırılan bu grup havuçlar önemli miktarda karoten (β karoten), C vitamini ve şeker içermektedir. İkinci grup *Daucus corata* ssp *sativus* var. *atrorubens* Alef. antosiyanin grubuna dahildir. Geleneksel olarak Türkiye, Afganistan, Mısır, Pakistan ve Hindistan' da yetiştirilmektedir (Hui ve Evranuz, 2012).

Havuç dünyada üretimi yapılan en önemli kök sebzelerinden biridir. Havucun yabani formu küçük boyutlu ve acı olması dolayısıyla çok fazla ilgi çekmemiş buna karşın ıslah çalışmaları sonucu farklı renklerde, şekillerde ve boyutlarda havuç çeşitleri elde edilmiştir. Havuç, 2000 yıldan fazla bir süredir yetiştirilmekte ve gıda olarak kullanılmasının yanı sıra tıbbi bir bitki olarak da değerlendirilmektedir. Halen dünyadaki yıllık üretim 27 milyon tondur, en çok üreten ülkeler Çin, Rusya ve ABD olup dünyadaki üretimin %45'ini oluştururlar (FAO, 2008). Havucun tüketilen kısmı kazık kökü olup, çiğ (ham) veya tatlı ve yemek amaçlı olarak pişirilerek yenilebilmektedir. Havuçta vücuda alındığında A vitaminine dönüştürülen beta-karoten bulunmakta, bu bileşen de yıllardır sağlık açısından önemini korumaktadır (Stolarczyk ve Janick, 2011).

Ülkemizde siyah havuç olarak ifade edilen havuç; dünya üzerinde mor veya siyah havuç olarak adlandırılmaktadır. Yapılan literatür incelemesinde de bazı araştırmalarda mor (purple), bazılarında ise siyah (black) havuç olarak adlandırıldığı belirlenmiştir. Mor havuçtan elde edilen doğal renk pigmenti antosiyanin gıda boyası veya katkısı olarak kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada sert (bonbon) ve yumuşak şekerlerin renklendirilmesinde mor havuçtan elde edilen antosiyaninin kullanıldığı ayrıca kırmızı havuç pigmentinin ise ayçiçeği yağında doğal antioksidan

olarak yaşlanmayı geciktirici amaçlı yararlanıldığı belirtilmiştir (Assous ve diğ., 2014).

Siyah havucun (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) Antonia, Beta Sweet, Deep Purple ve Purple Haz çeşitlerinin pigment bileşiminin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, bu çeşitlerdeki önemli antosiyaninler sinapik asitle asillenmiş siyanidin3-ksilozil(glikozil) galaktozit, ferulik asit ve kumarik asit olarak belirlenmiştir. Siyah havucun toplam fenolik madde miktarının çeşitlere göre değiştiği ve 17,9-97,9 mg gallik asit eşdeğeri/100 gram TA aralığında olduğu bulunmuştur. Monomerik antosiyaninlerin içeriği ise 1,5-17,7 mg/100 g TA olarak belirlenmiştir (Montilla ve diğ., 2011).

Siyah havuçtaki potansiyel fitokimyasalar, kanser, kalp ve damar hastalıkları, şeker hastalığı, şişmanlık (obezite) ve oksidatif stres kaynaklı diğer habis tümörler gibi önemli bazı metabolik sendromların önlenmesinde önemli role sahiptir. Siyah havuç önemli oranda antosiyanin içermekle birlikte çok sayıda dejeneratif hastalığı önlemek amacıyla bir dizi flavonoidler için iyi bir kaynak oluşturmaktadır (Akhtar ve diğ., 2017).

Antosiyaninler sekonder bitki metabolitlerinin büyük bir sınıfını temsil etmekte ve favonoidler içerisinde en bilinen sınıf olarak belirtilmektedir (Guo ve diğ., 2008). Antosiyaninler bitkide doğal olarak meydana gelmekte; meyve, sebze ve diğer çiçekli bitkilerde mor veya siyah gibi koyu renkleri oluşturmaktadır. Bu renk maddesi, klorofilden sonra en önemli görünür bitki pigmenti olarak kabul edilmektedir. Antosiyaninler, bitkilerde renk oluşturmanın yanı sıra, değişik mekanizmalar yoluyla bitkileri çeşitli oksidanlara karşı korumaktadır. Dolayısıyla antioksidan etkilerinin yanı sıra, fitoaleksinler ve antibakteriyel olarak da önemlidirler (Kong ve diğ., 2003).

Antosiyaninler fenolik maddeler grubuna dahil suda çözünebilir renkli, glikozillenmiş pigmentler olup, meyve ve sebzelerde kırmızı, mor ve mavi renkleri oluşturmaktadırlar. Üzüm, çilek ve bazı tropikal meyveler ile kırmızıdan morumsu mavi renge kadar olan yapraklı sebzeler, tahıllar ile kök ve yumruların antosiyanin içeriği oldukça yüksektir. Renkli antosiyanin pigmentleri geleneksel olarak doğal gıda boyası olarak kullanılmaktadır. Bunların dışında siyah havuç, kırmızı lahana ve

mor patates gibi antosiyanince zengin ürünler, hastalıkların önlenmesinde kullanılan fonksiyonel gıdalardır (Khoo ve diğ., 2017).

Siyah havucun ana antosiyanin bileşikleri asile veya asile olmayan siyanidin türevleridir. Bu ana bileşikler siyanidin 3-ksilozil-galaktozit, siyanidin 3-ksilozilglikozilgalaktozit, siyanidin 3-ksilozilglikozilgalaktozit'in kaffeik asit türevi, siyanidin 3-ksiloglikozilgalaktozit, siyanidin3-ksilozilglikozilgalaktozit'in p-hidroksibenzoik asit türevleri, siyanidin 3-ksilozilglikozilgalaktozit'in sinnamik asit türevleri, ve siyanidin 3-ksilozilglikozilgalaktozit'in p-coumaric acid türevleridir (Hui ve Evranuz, 2012).

İspanya'da yapılan çalışmada, Antonina ve Purple Haze havuç çeşitlerinde önemli antosiyaninler olarak siyanidin 3-xylosylglucosylgalactoside, siyanidin 3-xylosylgalactoside ve cyanidin 3-xylosylglucosylgalactoside'in sinapik, ferulik ve kumarik asit türevleri belirlenmiştir. Siyah havuçta bulunan antosiyaninlerin çoğunlukla asile edilmiş formda olduğu ve bunların Purple Haze ve Antonina çeşitleri için toplam fenolik miktarının sırasıyla %25 ve %50'sine karşılık geldiği bulunmuştur. Sonuç olarak incelenen iki siyah havucun antioksidan kapasitesinin turuncu havuçtan daha yüksek olduğu, bu havuçların zengin antosiyanin kaynakları olduğu tespit edilmiştir (Algarra ve diğ., 2014). Antosiyaninler elma, böğürtlen, çilek ve kırmızı üzüm gibi meyvelerde, patlıcan, kabak ve turp gibi sebzelere ile çiçeklerde kırmızı, mavi ve mor renkleri oluşturan suda çözünebilir vakuolde biriktirilen flavonoid pigmentleridir. Antosiyaninler bitkilerin yanı sıra bakteriler tarafından da sentezlenmektedir. Antosiyaninler; antosiyanidin olarak adlandırılan benzopirilum tuzlarına bağlı şeker moleküllerinden oluşmaktadır. Kimyasal teşhis çalışmaları sonucunda doğada, doğal olarak bulunan 600 antosiyanin olduğu tespit edilmiştir. Antosiyaninlerin kanser, yaşlanma, nörolojik hastalıklar, ateşli hastalıklar, şeker hastalıkları ve bunların yanında bakteriyel enfeksiyonlara karşı potansiyel sağlık etkileri göstermeleri önemlerini arttırmıştır (Raghavendra ve diğ., 2011).

Farklı renklere sahip ve farklı kökenden gelen havuçların bileşimleri araştırıldığında, mor renkli havuçların diğer renklere sahip havuçlara göre 9 kattan daha fazla fenolik bileşik içerdikleri bulunmuştur. Ayrıca mor havuçların antiradikal aktivite gösteren antosiyaninler bakımından da zengin olduğu tespit edilmiş olup, kırmızı havuçların

turuncu, sarı ve beyaz havuçlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında yağış miktarının azaldığı dönemde fenolik bileşik miktarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yine araştırmada doğu gen havuzundan alınan Asya orijinli havuçların daha mor veya kırmızı renkli, fenolik bileşikler bakımından daha zengin olduğu ve antiradikal aktivitelerinin turuncu köklü Batı Gen havuzundan alınan havuçlardan daha yüksek olduğu da bulunmuştur (Leja ve diğ., 2013).

Farklı kök rengine sahip havuçların soğuk ortamda depolanmasının havuçların biyolojik ve besin değeri üzerine olumlu etkisi olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada turuncu ve mor havuçlar 0-1°C sıcaklık ve %97 oransal nem şartlarında 6 ay süreyle depolandığında; sertlik değerleri depolama süresince azalma gösterdiği, suda çözünür toplam kuru madde ve şeker içeriklerinin saklama süresince artma eğiliminde olduğu bulunmuştur. Yine aynı çalışmada havuçların depolanması ile nitrat içeriği azalırken, köklerin fenolik ve karotenoid içeriğinin arttığı buna karşılık köklerin antioksidan kapasitelerinin de azaldığı belirlenmiştir (Gajewski ve diğ., 2010).

Siyah havuçta üç renk pigmenti izole edilmiştir. Bu bileşiklerden birincisi asitlenmemiş β -D-glikopiranozil-(1>6)-[β -D-galaktopiranozil-(1>O³)-siyanidin], ikinci ve üçüncü bileşik ise asitli bileşikler 6-O-asil- β -D-glikopiranozil-(1>6)-[β -D-ksilopiranozil-(1>2)]- β -D-galaktopiranozil-(1>O³)-siyanidin'dir. İkinci ve üçüncü bileşiklerin 2-metoksisinamik asit ve 4-hidroksi-3,5-dimethoksisinamik asit ile asitlendiği bulunmuştur (Elham ve diğ., 2006).

Türkiye'de şalgam suyu üretiminde, şeker fermantasyonunda son ürün olan laktik asit üretiminde ve şalgam suyunun kırmızı-mor renginin elde edilmesinde birincil hammadde kaynağı olarak siyah havuç kullanılmaktadır. Siyah havuçta toplam şeker konsantrasyonu % 5,12-7,09 arasında değişmektedir. Türkiye de yetiştirilen siyah havucun bileşimindeki dominant ve fermente edilebilen şekeri sakkaroz (49,95-331 g/kg) olup, bunu glikoz (6,66 ile 56,4 gr/kg) ve fruktoz (6,65 ile 43,06 gr/kg) izlemektedir (Hui ve Evranuz, 2012).

Mor havucun antosiyanin içeriği 168,7 mg/100g TA (taze ağırlık) olarak bulunmuştur. Havuçtaki antosiyaninler ise; ferulik asitle asitlenmiş siyanidin-ksilozil-glikozil-galaktoz (33,65%), kumarik asitle asitlenmiş siyanidin-3-ksilozil-

glikozil-galaktosit (%29,85) ve siyanidin-3-ksilozil-galaktozit (%28,70)'tir (Assous ve diğ., 2014).

Antosiyanin biyosentezinde, antosiyaninlerin ve diğ er antosiyaninlerin ve diğ er flavonoidlerin oluşumuna doğrudan katılan enzimleri kodlayan yapısal genler ve yapısal genlerin transkripsiyonunu denetleyen düzenleyici genler olmak üzere genel olarak iki gen sınıfı karakterize edilmektedir. Bitki gelişmesini sağlayan ve genlerin ifadesini düzenleyen en önemli çevre faktörlerinden biri ışık olup, yeryüzüne gelen ışınların %7'sini oluşturan ultraviyole (morötesi) ışıklar bitkilerde diğ iş ik tepkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu ışıklardan hem ultraviyole-A (UV-A) hem de ultraviyole-B (UV-B) antosiyanin biyosentez genlerinin uyararak antosiyaninlerin birikmesini arttırabilmektedir (Guo ve diğ., 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmaların çoğ unda, antosiyanin miktarı üzerine UV radyasyonun etkileri araştırılmış ve antosiyanin sentezinin yüksek dozdaki UV-B radyasyonu ile uyarılabileceğ i belirtilmiştir. Ayrıca UV-B radyasyonunun antosiyanin oluşumunda etkin olduğ u ve antosiyanin sentezini tetikleyebilecek spesifik dalga boyunun türlere göre diğ iş tiğ i ifade edilmiştir. Ayrıca antosiyanin sentezinin, UV-B fotoreseptörü tarafından veya UV-B'nin fitokrom veya kriptokrom ile bazı kombinasyonları tarafından teşvik edildiğ i de belirtilmiştir (Gupta, 2017).

Siyah havuçlara hasat sonrası UV-B uygulamalarının depolama sırasındaki antosiyanin diğ iş imi üzerindeki etkisini gösteren çalışma bulunmamakla birlikte tam olgunlaşmış Duke çeşidi yaban mersinlerine ('Duke' kùltivarına/çeşidine) ultraviyole UV-A, B, C uygulanan tam olgun, Duke yaban mersini meyvelerinin ağırlık kaybı, 0°C'de 28 gün depolama süresince azatlığ i bulunmuştur. Aynı çalışmada UV-B ve UV-C uygulamalarının toplam fenolik miktarını ve antioksidan aktiviteyi arttırdığ i ayrıca antosiyanin miktarını da UV-B ve UV-C uygulamalarından 3 saat sonra belirgin bir şekilde yükselttiğ i ortaya konmuştur (Nyugen ve diğ., 2014).

UV radyasyonu özellikle meyvelerdeki flavonoidler, terpenoidler ve vitaminler gibi sekonder metabolitlerin birikimini ve dolayısıyla besleyici, organoleptik ve farmakolojik değ erini artıcı etkiye sahiptir. UV-B radyasyonunun farklı olgunlaşma aşamalarındaki iki domates hattında flavonoidlerin birikmesini uyardığ i belirtilmiştir.

Üzüm tanelerine UV-B uygulaması ile de antosiyanin ve resveratrol içerikleri arttırılabilmektedir (Singh ve diğ., 2017).

Ultraviyole B (UV-B) ışık uygulamasının bütün veya taze kesilmiş bazı tarım ürünlerinin toplam çözünebilir fenolik (TÇF) içerik üzerindeki etkileri incelendiğinde, tam meyveler (çilekler, yaban mersinleri, üzümler), sebzeler (çeri domates, beyaz tatlı mısır) ve kök ürünleri (tatlı patates, renkli patates), taze kesilmiş meyve, sebzeler ve kök ürünlerine (yer elması, aysberg marulu, brokoli sap ve çiçekleri, dilimlenmiş turp, daikon ve yaban havucu), 1,3-5.9 kJ m⁻² UV-B uygulandıktan sonra toplam çözünebilir fenolik içeriğindeki değişiklikler türlere göre farklı bulunmuştur. Bütün (kesilmemiş) üzümler, yaban mersinleri, pembe ve kırmızı çeri domatesler, beyaz tatlı mısır, renkli patatesler ve renkli patatesler üzerinde UV-B'nin etkisi olmamış, buna karşın taze kesilmiş marul ve yaban havucu kesme uygulamasının ve UV-B ışığına maruz kaldıktan 3 gün sonra, TÇP sırasıyla 1,2-2,3 kat artmıştır (Du ve diğ., 2014).

Havuç ve taze kesilmiş havuç ürünlerinin antioksidan içeriğini arttırmak için hasat sonrası ultraviyole B (UV-B) uygulamasının etkisinin incelendiği çalışmada, havuçlara, baby havuçlara ve değişik şekillerde kesilmiş havuçlara 1,3-12 kJ m⁻² arasındaki dört doz uygulanmıştır. UV-B uygulaması antioksidant kapasitesini 1,4-6,6 kat arttırmış, suda çözünür fenolik miktarı antioksidan kapasite ile doğrudan ilişkili bulunmuştur. UV-B uygulaması havucun besinsel değerinin artırılmasında potansiyele sahiptir ve antioksidan bakımından zengin beslenme için bir seçenek ortaya çıkarmaktadır (Avena-Bustillos ve diğ., 2012).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Bitkisel materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Konya ili Ereğli ilçesinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan Ereğli Siyah havucu kullanılmıştır (Şekil 2.1). Havuçlar Ekim ayında hasat edilerek, 24 saat içerisinde Kocaeli iline getirilmiş, boyut açısından sınıflandırıldıktan sonra uygulamalar yapılmıştır. Denemede bir örnek havuçlar kullanılmış olup, bereli veya kırık havuçlar denemeye alınmamıştır.



Şekil 2.1. Araştırmada kullanılan Ereğli Siyah havucu

2.1.2. Ultraviyole-B (UV-B) uygulama düzeneği

Ultraviyole uygulama düzeneği üzerinde üç adet paslanmaz çelik reflektör ile ultraviyole B ışık veren lambalar (TL 40 W/12 RS Philips, Holland) içeren ahşap banktan yapılmıştır. Havuçlar düzeneğe yerleştirilmeden önce, lambaların ışık etkinliğinin stabil hale getirilmesi için en az 15 dakika süreyle çalıştırılmıştır. Havuçlar bu düzeneğin altına; düzenekle aralarında 30 cm mesafe kalacak şekilde yerleştirilmiştir. UV-B ışığı havuçlara iki yönlü olarak uygulanmıştır. Bu amaçla havuçlar düzeneğin altına konulmuş, bir yüzeye ışık uygulandıktan sonra çevrilmiş ve diğer yüzeye de uygulama yapılmıştır. UV-B uygulaması lambadan yayılan ısının etkisinin önlenmesi amacıyla depo ortamında ve havuçların depolama sıcaklığı olan

4±1°C sıcaklıkta uygulanmıştır. UV-B lambaların havuç üzerinde oluşturduğu ışık yoğunluğu ise radiometer ile ölçülmüştür (Kasım ve Kasım, 2015)

Yapılan Uygulamalar

K: Kontrol

15d: Havuçlara 15 dakika süreyle (1,575 kJ/m²) UV-B uygulanmıştır.

30d: Havuçlara 30 dakika süreyle (3,15 kJ/m²) UV-B uygulanmıştır.

60d: Havuçlara 60 dakika süreyle (6,30 kJ/m²) UV-B uygulanmıştır.

2.1.3. Ambalajlama ve depolama şartları

Ultraviyole radyasyon uygulamasından sonra havuçlar 1 kg'lık polietilen ambalaj içerisine bir ambalajda 3 havuç olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her ambalaja, ambalaj içinde nem yoğunlaşmasını ve karbondioksit birikimini önlemek amacıyla her iki yüzeyden 0.5 cm çapında toplam 6 adet delik açılmıştır.

Ambalajlanan havuçlar, 4±1°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren soğuk odalarda 5 ay süreyle depolanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Toplam fenol

Siyah havuçlarda toplam fenol miktarının belirlenmesi amacıyla (Gonzalez-Aguilar ve diğ., 2005)'nin kullandığı yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre, 150 µL meyve suyu örneği alınarak üzerine 2400 µL saf su, 150 µL folin-ciocaltaeu (1:10) çözelti eklenerek 30-40 saniye 2-4 dakika bekletilir. Daha sonra bu karışım üzerine 300 µL sodyum karbonat (Na₂CO₃, 1 N) eklenip, 20°C sıcaklıkta karanlık ortamda 2 saat bekletilip, spektrofotometrede (Şekil 2.2 Shimadzu, 1240) 725 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Standart kurve: Bu amaçla farklı konsantrasyonda (20-60 mg/L) standart çözelti hazırlanarak standart eğri hazırlanmıştır. Toplam fenolik madde içeriği kafeik asit eşdeğeri (KAE) mg/100 mL olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.2. Toplam fenol ölçümünde kullanılan spektrofotometre

2.2.2. Toplam antosiyanin miktarı

Toplam antosiyanin miktarının belirlenmesi amacıyla, 1 g örnek alınmış; üzerine 10 mL birinci tampon çözelti pH=1 (125 mL 0,2 M KCl + 375 mL 0,2 M HCl) eklenerek homojenize edilmiş ve ardından 4°C sıcaklıkta 5000 rpm devirde 15 dakika süreyle santrifüj edilerek 510 nm’de okunmuştur. Yine 1 g örnek alınarak üzerine 10 mL ikinci tampon çözelti pH=4,5 (400 mL 1 M sodyum asetat + 240 mL 1 M HCl + 360 mL su) eklendikten sonra homojenize edilip, 4°C sıcaklıkta 5000 rpm devirde 15 dakika süreyle santrifüj edilerek sıvı kısım toplanarak 510 nm’de okunmuştur. Daha sonra toplam antosiyanin miktarı aşağıdaki formül yardımıyla (mg/kg taze ağırlık (TA)) olarak hesaplanmıştır.

$$\text{TAM (mg/kg TA)} = (\text{ABSpH:1,0} - \text{ABSpH4,5}) \times 484,82 \times 1000 / 24825 \times \text{DF}$$

Formülde: Parantez içindeki kısım 510 nm’de: pH 1,0 ve pH 4,5 arasındaki absorbans farkını, 484,82 siyanidin-3-glikozit klorür’ün moleküler kütlelerini, 24825: 510 nm’de pH=1,0 çözeltisinde siyanidin-3-glikozitklorür’ün molar absorptivitesini, DF: seyreltme faktörünü, ifade etmektedir.

2.2.3. Şeker analizi

3 gram rendelenmiş havuç alınarak üzerine 15 mL saf su eklenerek homojenize edildikten sonra Whatman No. 1 filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Süzüntüden 20 µL alınarak HPLC (Agilent, HP 1260, Hewlett Packard, CA/USA)'de okuma yapılmıştır (Şekil 2.3). HPLC şartları:

Kolon: Zorbax Karbonhitrat kolonu, , 4,6 mm ID × 150 mm (5 µL);

Mobil faz: 75/25 asetonitril/su

Akış hızı: 1,4 mL/min.

Sıcaklık: 30°C,

Dedektör: B HP110 RID

Örnek hacmi; 50/50 asetonitril/su karışımında 20 µL (Kasımve Kasım, 2015)



Şekil 2.3. Şeker ölçümlerinin yapıldığı HPLC sistemi

2.2.4. Renk ölçümleri

Renk ölçümleri, her tekerrürdeki 3 havuçta ve havuçların 3 farklı noktasından Minolta CR 400 Chroma portatif renk ölçer (Minolta Co., Osaka, Japan) ile D65 aydınlatması kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.4). Meyve rengi L*, a*, b* renk alanı koordinatları (CIELAB) ile belirlenmiştir. Renk ölçer, beyaz standart kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir (McGuire, 1992; Lancaster ve diğ., 1997). Ayrıca elde

edilen veriler kullanılarak; Hue (h°) değeri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$H = \arctan(b^*/a^*) \quad (2.1)$$



Şekil 2.4. Renk ölçümünün yapılışı

2.2.5. Suda çözünen toplam kurumadde (SÇKM) miktarı

SÇKM miktarının belirlenmesi için havuçların suyu çıkarılarak Atago DR-A1 dijital refraktometre (Şekil 2.5, Atago Co. Ltd. Japan) ile ölçülmüş ve % olarak ifade edilmiştir (Kasım ve Kasım, 2017)



Şekil 2.5. SÇKM ölçümlerinin yapıldığı dijital refraktometre cihazı

2.2.6. Elektrolit sızıntısı

Elektrolit sızıntısının belirlenmesi amacıyla havuçlardan 0,5 mm kalınlığında diskler çıkarılarak, 180 mL PET bardaklar içerisine konularak, 50 mL destile su ile iki kez yıkandıktan sonra, tekrar 50 mL su eklenip, iki saat süreyle inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda çözeltinin elektriksel iletkenliği (EC) belirlenmiş ve ardından aynı örnekler derin dondurucuda dondurulmuştur. Daha sonra derin dondurucudan çıkarılan örnekler çözünüp, yaklaşık 18°C sıcaklığa ulaştığında tekrar EC ölçümleri yapıldıktan sonra, ilk ölçülen EC değerlerine oranlanıp, iyon sızıntısı belirlenerek, (%) olarak ifade edilmiştir (Kasım ve Kasım, 2016).

2.2.7. Ağırlık kaybı

Araştırmada ağırlık kayıpları için her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 paket (her pakette 3 havuç) belirlenerek, her analiz döneminde bu örneklerde ağırlık ölçümleri yapılmıştır (Şekil 2.6). Ölçümler deneme başlangıcında ve her analiz döneminde yapılmış ve ağırlık kayıpları başlangıç değerine oranlanmak suretiyle, aşağıdaki formüle göre hesaplanarak, (%) olarak ifade edilmiştir.

$A.K.(%) = ((\text{başlangıç ağırlığı} - \text{analiz dönemindeki ağırlık}) \times 100) / \text{başlangıç ağırlığı}$



Şekil 2.6. Ağırlık ölçümü

3. SONUÇLAR

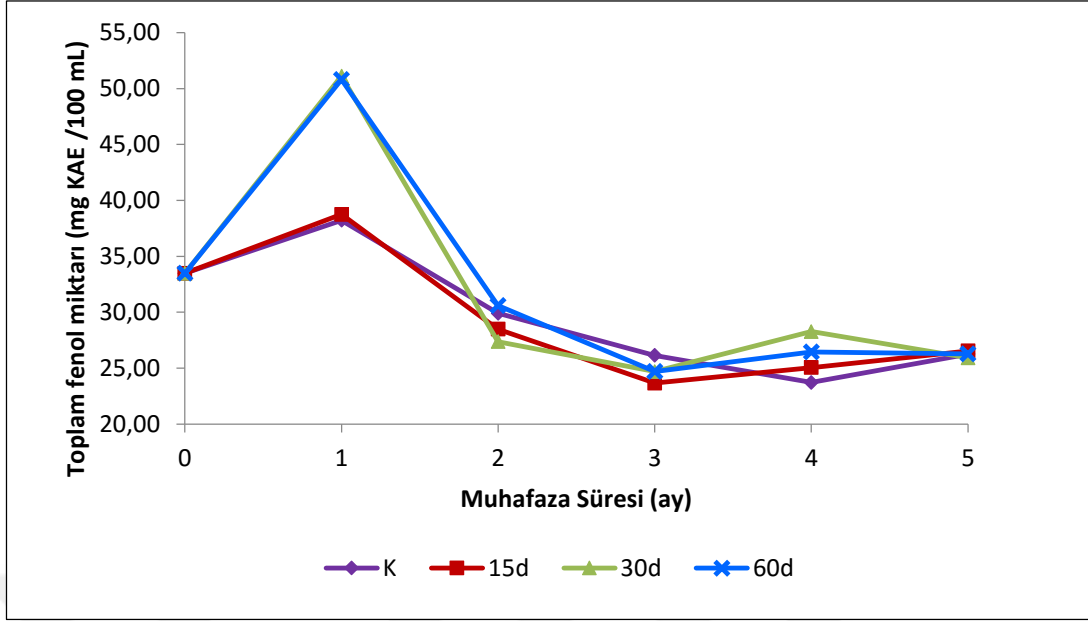
3.1. Toplam Çözünür Fenol Miktarı

Denemede toplam fenol değerleri, çalışma başlangıcında 33,48 mg/100 mL KE (kaffeik asit eşdeğeri) olarak ölçülmüş olup, çalışmanın birinci ayında tüm uygulamalarda yükselerek 51,11 mg/100 mL KE düzene çıkmış olmasına karşın, genel olarak bütün uygulamalarda muhafaza süresince azalarak (Şekil 3.1) deneme sonunda 25,93-26,53 mg/100 ml KE arasında değişmiştir (Tablo 3.1). Bununla birlikte deneme süresince ve sonunda toplam fenol miktarı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık ise istatistiki olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Deneme süresinde en düşük toplam fenol miktarı 23,72 mg/100 mL KE olarak K uygulamasında elde edilirken, en yüksek değer 51,11 ile 30d UV-B uygulamasında saptanmıştır. Ayrıca, uygulama ortalamaları incelendiğinde ise en yüksek değer 60d UV-B uygulamasında ölçülürken, bunu sırasıyla 30d, K ve 15d uygulamaları izlemiştir. Muhafaza süresi ortalamalarına göre en yüksek toplam fenol birinci ayda elde edilmiştir.

Tablo 3.1. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince toplam fenol değeri üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	33,48 a	38,22 a	29,91 a	26,13 a	23,72 a	26,26 a	29,62 A
15d	33,48 a	38,75 a	28,48 a	23,66 a	25,05 a	26,53 a	29,33 A
30d	33,48 a	51,11 a	27,37 a	24,68 a	28,27 a	25,93 a	31,81 A
60d	33,48 a	50,81 a	30,60 a	24,70 a	26,44 a	26,26 a	32,05 A
Zaman ort.	33,48 B	44,72 A	29,09 BC	24,79 C	25,87 C	26,25 C	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.1. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince toplam fenol miktarının değişimi

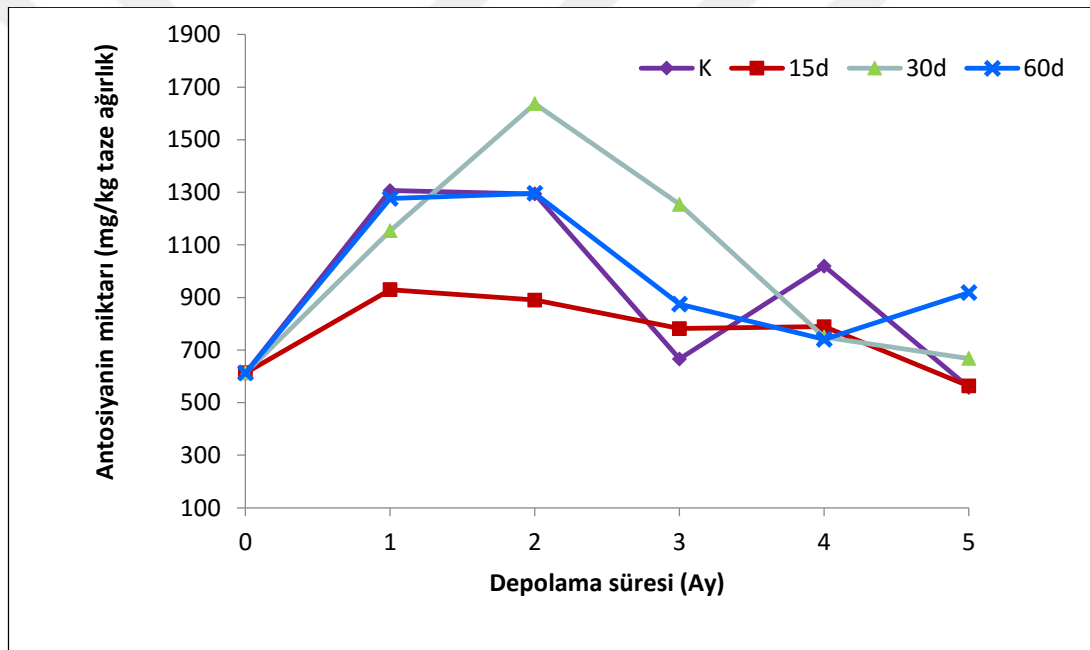
3.2. Toplam Antosiyanin Miktarı

Araştırmada, farklı dozdaki ultraviyole-B (UV-B) uygulamalarının Ereğli Siyah havucunun beş aylık muhafazası süresince antosiyanin miktarı üzerindeki etkileri Şekil 3.2 ve Tablo 3.2’de verilmiştir. Buna göre, çalışmanın başlangıcında 613,42 mg/kg TA (Taze ağırlık) olarak ölçülen toplam antosiyanin miktarı genel olarak bütün uygulamalarda muhafaza süresince azalarak deneme sonunda 557,76-918,67 mg/kg TA arasında değişmiştir. Bununla birlikte toplam antosiyanin miktarı bakımından uygulamalar arasındaki farklılığın birinci ve üçüncü ayda istatistiki düzeyde ($p < 0,05$) önemli olduğu tespit edilmiştir. Birinci ayda en yüksek toplam antosiyanin miktarı kontroldeki havuçlarda (1306,52 mg/kg TA) elde edilirken, en düşük değer 929,51 mg/kg TA ile 15 dakika UV-B uygulanan örneklerde bulunmuştur. Bunun dışında uygulama ortalamaları dikkate alındığında, 30 dakika süreyle UV-B uygulanan havuçlardaki antosiyanin miktarının diğer uygulamalardan yüksek olmasına karşılık, 60 dakika UV-B ve kontrol uygulaması ile arasındaki farklılığın istatistiki olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu ancak 15 dakika UV-B uygulaması ile önemli olduğu da bulunmuştur.

Tablo3.2. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince antosiyanin üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Ay)						Uyg. Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	613,42 a	1306,52 a	1293,63 a	666,15 b	1019,44 a	557,76 a	909,49 AB
15d	613,42 a	929,51 b	890,25 a	781,57 b	789,19 a	563,04 a	761,16 B
30d	613,42 a	1153,61 ab	1636,96 a	1254,09 a	749,35 a	667,91 a	1012,56 A
60d	613,42 a	1276,94 ab	1296,27 a	874,14 ab	740,27 a	918,67 a	953,28 AB
Zaman ort.	613,42 A	1166,64 A	1279,28 A	893,99 B	824,56 B	676,84 B	

K: Kontrol, 15d (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30d (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60d (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3. 2. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince antosiyanin miktarının değişimi

3.3. Fruktoz Miktarı

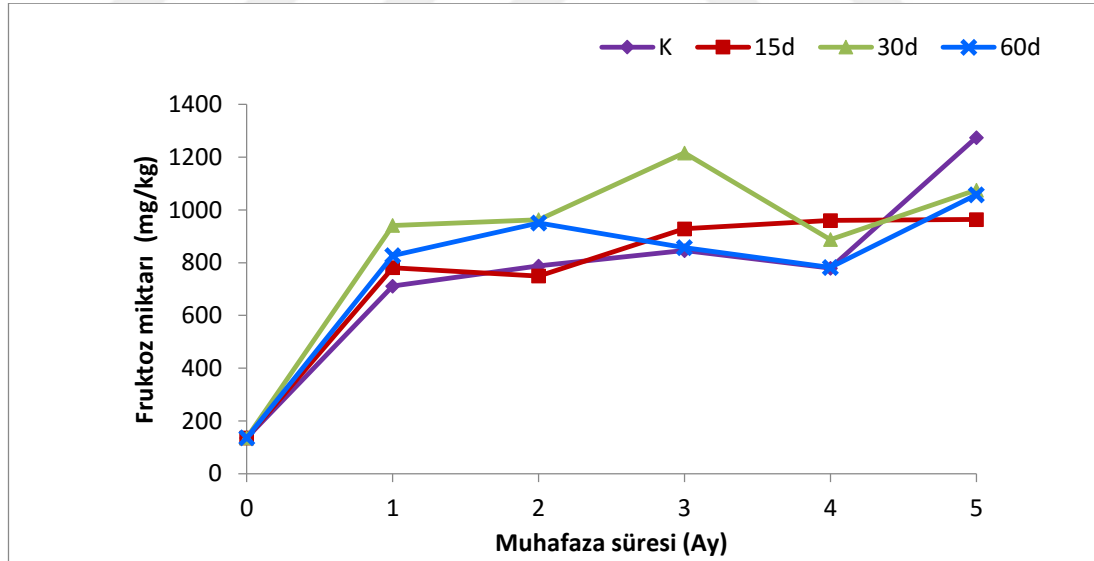
Araştırmada, fruktoz miktarı genel olarak bütün uygulamalarda deneme süresince artış göstermiş (Şekil 3.3) olup, çalışmanın başlangıcında 135,48 mg/kg olarak ölçülen fruktoz miktarı denemenin birinci ayında yaklaşık 5-6 kat artarak 711,06-941,03 mg/kg, deneme sonunda ise 7-9 kat artışla 963,90-1274,17 mg/kg değerlerine ulaşmıştır (Tablo 3.3). Genel olarak, tüm UV-B uygulamalarında fruktoz miktarı denemenin dördüncü ayına kadar, kontrolden daha yüksek olurken, depolamanın son ayında K uygulamasındaki havuçların fruktoz miktarı UV-B uygulananlardan yüksek

olmuştur. Buna karşılık fruktoz miktarı bakımından uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde ($p<0,05$) önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları incelendiğinde, en yüksek fruktoz miktarı 30d uygulamasında (869,91 mg/kg) elde edilirken, bu uygulamayı sırasıyla 60d, K ve 15d uygulamaları izlemiştir ancak uygulamalar arasındaki farklılık $p<0,05$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.3. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince fruktoz miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	135,48 a	711,06 a	787,43 a	845,79 a	779,20 a	1274,17 a	755,52 A
15d	135,48 a	781,23 a	749,18 a	928,48 a	959,81 a	963,90 a	753,01 A
30d	135,48 a	941,03 a	963,30 a	1216,17 a	887,96 a	1075,52 a	869,91 A
60d	135,48 a	826,36 a	950,94 a	857,67 a	781,69 a	1057,66 a	768,30 A
Zaman Ort.	135,48 C	814,92 B	862,71 B	962,03 AB	852,16 B	1092,81 A	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.3. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince früktoz miktarında meydana gelen değişimler.

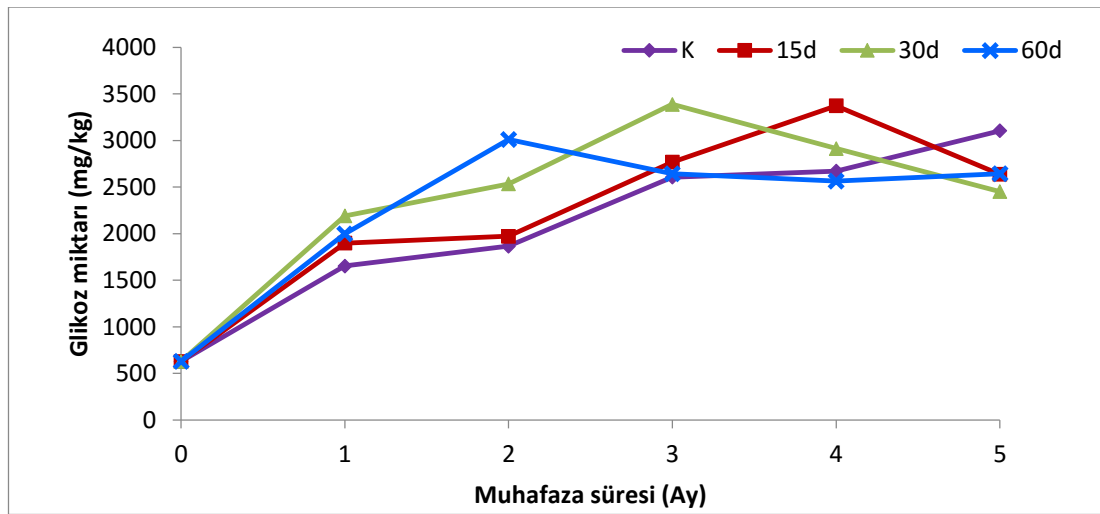
3.4. Glikoz Miktarı

Çalışmanın başlangıcında 628,46 mg/kg olarak ölçülen glikoz miktarı genel olarak bütün uygulamalarda muhafaza süresince artarak deneme sonunda 2452,07-3104,55 mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 3.4). Bununla birlikte glikoz miktarı bakımından uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde ($p<0,05$) önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Siyah havuçların glikoz miktarı birinci aydan itibaren artmış, bu artış ikinci ayda 60d; üçüncü ayda 30d ve dördüncü ayda 15d uygulamasından (Şekil 3.4) elde edilmekle birlikte uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.4.Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince glikoz miktarı üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	628,46 a	1652,54 a	1866,17 a	2607,12 a	2671,12 a	3104,55 a	2088,33A
15	628,46 a	1898,07 a	1973,10 a	2768,49 a	3372,10 a	2637,31 a	2212,92 A
30	628,46 a	2191,05 a	2534,41 a	3388,83 a	2914,68 a	2452,07 a	2351,58 A
60	628,46 a	1998,00 a	3012,21 a	2644,75 a	2565,26 a	2644,73 a	2248,90 A
Zaman Ort.	628,46 D	1934,91 C	2346,47 BC	2852,30 A	2880,79 A	2709,67AB	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.4. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince glikoz miktarının değişimi

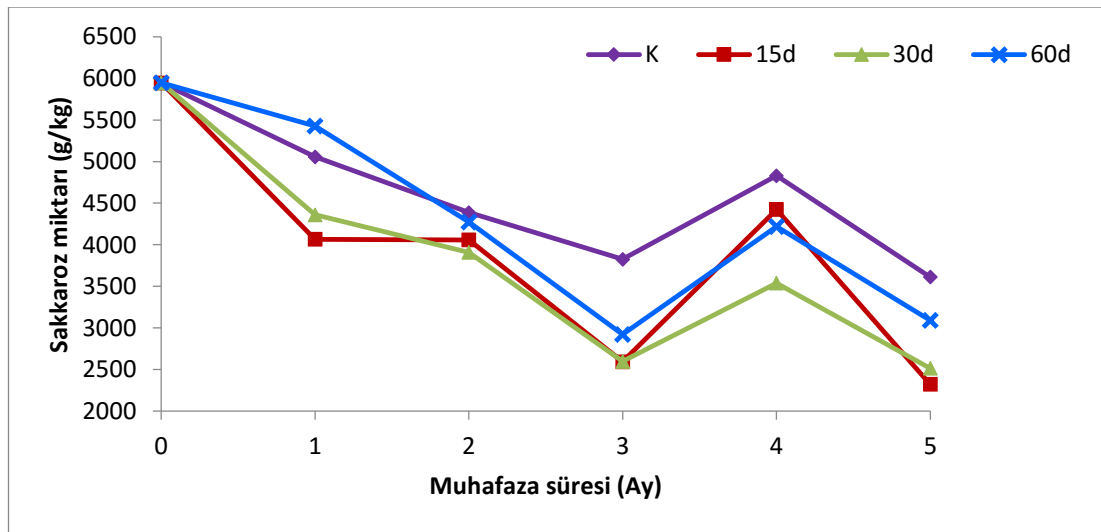
3.5. Sakkaroz Miktarı

Araştırmada sakkaroz miktarlarının genel olarak bütün uygulamalarda depolamanın üçüncü ayına kadar azaldığı bu dönemden sonra artış göstermesine karşılık depolama sonunda tekrar azaldığı belirlenmiştir (Şekil 3.5). Çalışmanın başlangıcında 5946,29 mg/kg olan sakkaroz miktarı birinci aydan itibaren üçüncü ayına kadar bütün uygulamalarda azalmakla birlikte en fazla azalma 15d ve 30d UV-B uygulanan havuçlarda olmuş, ancak bu açıdan uygulamalar arasında istatistiki düzeyde bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3.5). Deneme sonunda ise sakkaroz miktarı 2323,05-3611,86 mg/kg arasında değişmiştir.

Tablo 3.5. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince sakkaroz miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	5946,29 a	5056,58 a	4387,34 a	3825,31 a	4829,07 a	3611,86 a	4609,41 A
15	5946,29 a	4066,97 a	4059,18 a	2594,71 a	4423,89 a	2323,05 b	3902,35 AB
30	5946,29 a	4359,97 a	3908,51 a	2597,18 a	3538,20 a	2514,98 ab	3810,86 B
60	5946,29 a	5428,38 a	4271,62 a	2923,18 a	4218,75 a	3090,32 ab	4313,09 AB
Zaman Ort.	5946,29 A	4727,97 B	4156,66 B	2985,10 C	4252,48 B	2885,05 C	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.5. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince sakkaroz miktarı değişimleri

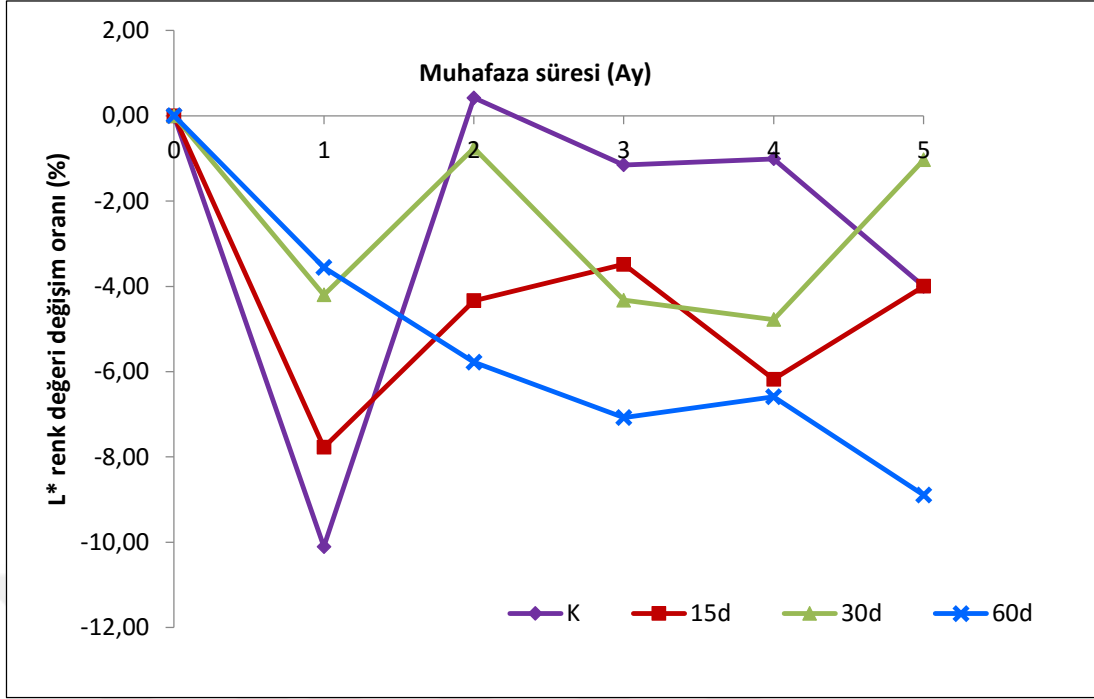
3.6. L* Renk Değeri Değişim Oranı

Deneme süresince, siyah havuçlarda L* renk değerleri ölçüldükten sonra, bu değerlerden değişim oranları hesaplanarak, elde edilen veriler Tablo 3.6'de, deneme süresince oluşan değişim de Şekil 3.6'te verilmiştir. Bu verilere göre, çalışmanın birinci ayında kontrol grubundaki havuçlarda L* değerinin başlangıca göre oldukça azalarak %-10,11'e düştüğü, bu uygulamayı 15d (%-7,77), 30d (%-4,20) ve 60d (%-3,56) UV-B uygulamaların izlediği tespit edilmiştir. Ancak bu dönemde, kontrol ile UV-B uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemli olmadığı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu dönemden sonra ise, L* değerindeki değişim deneme sonuna kadar 60d UV-B uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda artarken, 60d UV-B uygulamasında azalmış ve deneme sonunda %1,03-(-)8,90 arasında değişmiştir. Uygulama ortalamaları incelendiğinde, L* renk değeri değişiminin en az 30d UV-B azalma gösterdiği (-3,19), bunu sırasıyla K ve 15d UV-B uygulamaların izlediği, en fazla azalmanın ise 60d UV-B uygulamasından elde edildiği görülmüştür (Tablo 3.6).

Tablo3.6. Değişik sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince L* renk değeri değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	0	-10,11 a	0,42 a	-1,15 a	-1,01 a	-4,00 a	-2,64 A
15 d	0	-7,77 a	-4,34 a	-3,48 a	-6,18 a	-4,00 a	-4,30 A
30 d	0	-4,20 a	-0,76 a	-4,32 a	-4,78 a	-1,03 a	-2,52 A
60 d	0	-3,56 a	-5,78 a	-7,08 a	-6,59 a	-8,90 a	-5,32 A
Zaman ort.	0	-6,41 B	-2,61 AB	-4,01 B	-4,64 B	-4,48 B	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika) L* renk değerleri, başlangıca göre % değişim olarak verilmiştir.



Şekil 3.6. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince L* değerindeki oransal değişim

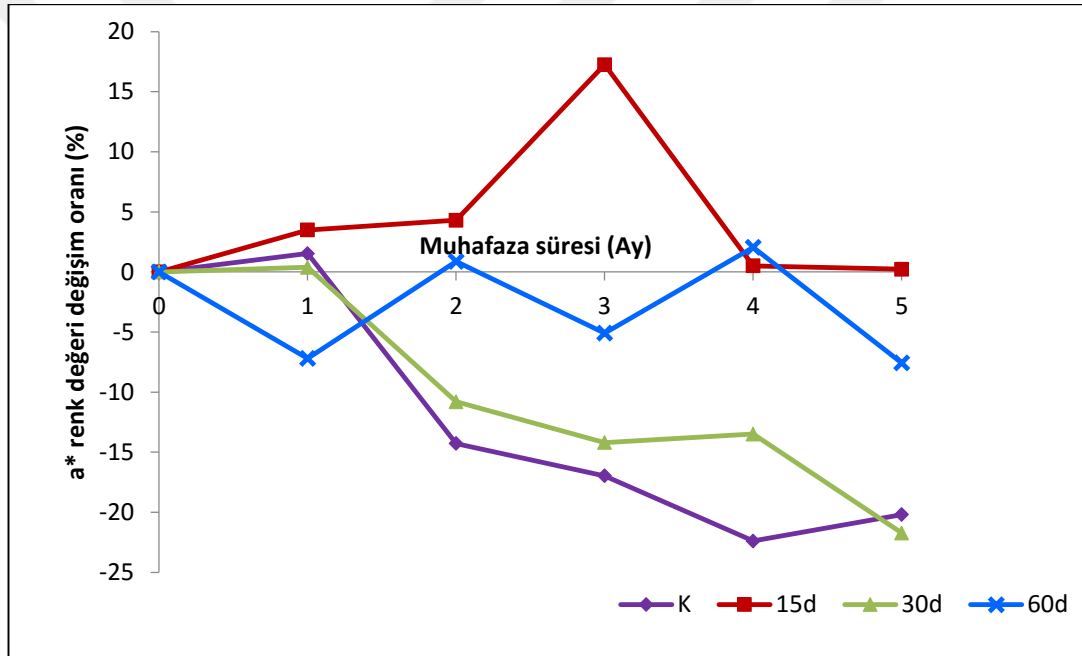
3.7. a* Renk Değeri Değişim Oranı (%)

Çalışmada Ereğli siyah havucunda depolama süresince ölçülen a* renk değerlerinden, hesaplanan değişim oranı değerlerine göre, kontrol ve 30d UV-B uygulanan havuçların a* değerleri deneme süresince azalırken, 15d uygulanan havuçlarda depolamanın üçüncü ayına kadar arttıktan sonra azalmıştır. Buna karşın 60d UV-B uygulaması a* renk değişimi üzerinde etkili olmamış, bu havuçlarda renk başlangıç değerlerine yakın oranda korunmuştur (Tablo 3.7). Uygulama ortalamaları dikkate alındığında 15 d uygulamasının; K ve 30d uygulamasına göre önemli oranda arttırdığı buna karşın 60d uygulaması ile arasındaki farklılığın ise önemli olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 3.7, Şekil 3.7). Depolama süresinin ise a* renk değişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı da belirlenmiştir.

Tablo3.7. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince a* renk değeri üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	0	1,54 a	-14,28 a	-16,97 a	-22,40 a	-20,19 a	-12,05 B
15	0	3,50 a	4,31 a	17,26 a	0,51 a	0,23 a	4,30 A
30	0	0,39 a	-10,86a	-14,20 a	-13,50a	-21,73 a	-9,98 B
60	0	-7,19 a	0,88 a	-5,10 a	2,06 a	-7,56 a	-2,82 AB
Zaman ort.	0	-0,44 A	-4,99 A	-4,75 A	-8,34 A	-12,31 A	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.7. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince a* renk değerlerindeki değişim

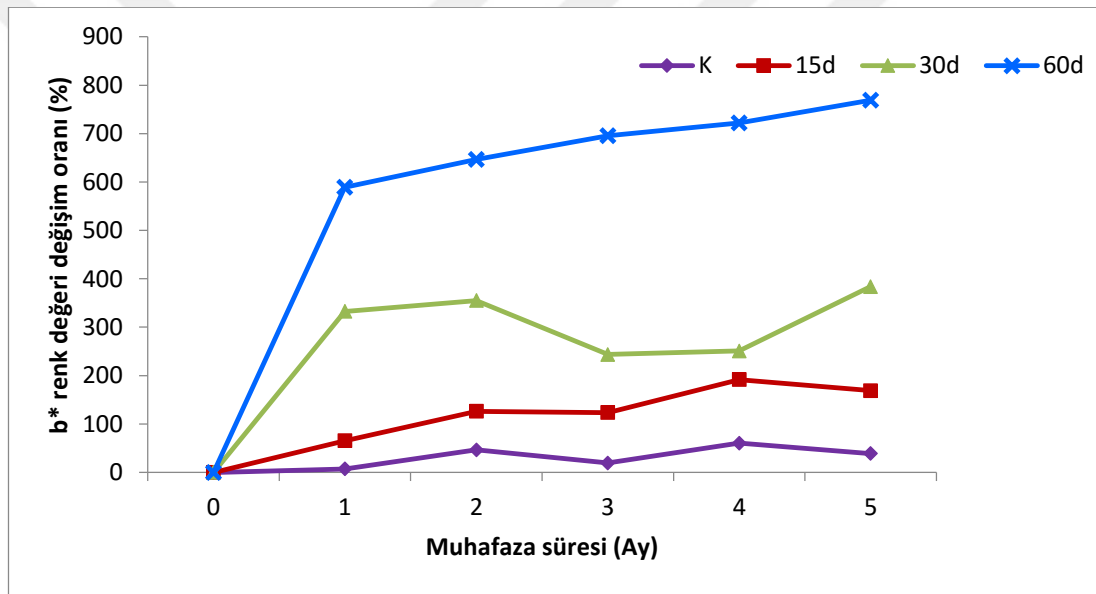
3.8. b* Renk Değeri Değişim Oranı (%)

Araştırmada siyah havuçlarda ölçülen b* renk değerlerinden hesaplanan b* değeri değişim oranlarına göre (Tablo3.8), bütün uygulamalarda depolamanın birinci ayında artış meydana gelmesine karşılık, en fazla artışın 60d UV-B uygulamasındaki havuçlarda olduğu (% 588,9), bu uygulamayı 30d (%332,58), 15d (%65,36) ve K (%7,07) uygulamalarının izlediği tespit edilmiştir.

Tablo3.8. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince b* renk değeri üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	0	7,07 b	46,64 b	19,56 b	60,32 b	38,75 a	28,72 C
15	0	65,36 b	126,32 ab	123,55 b	191,66 b	168,87 a	112,63 CB
30	0	332,58 ab	354,94 ab	243,69 ab	250,83 b	383,88 a	238,82 B
60	0	588,9 a	646,26 a	695,83 a	722,25 a	768,73 a	570,33 A
Zaman ort.	0	248,48 A	293,54 A	270,66 A	273,01 A	340,06 A	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.8. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince b* renk değeri üzerindeki etkileri

Bu dönemdeki istatistiki analiz sonuçları ise 60d uygulaması ile 30d uygulaması arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olmadığını buna karşın 60d ile K ve 15d uygulamaları arasında önemli bir farklılığın olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0.05$). Sonuçlar genel olarak incelendiğinde ise K uygulamasında b* renk değişiminin artış azalış şeklinde değiştiği, 15d ve 60d uygulamalarında sürekli artış yönünde olduğu, 30d uygulamasında ise ikinci aya kadar artış daha sonra azalış şeklinde değiştiği görülmektedir. Uygulama ortalamaları da yine en fazla renk değişiminin 60d uygulamasındaki siyah havuçlarda olduğunu göstermiştir (Şekil 3.8).

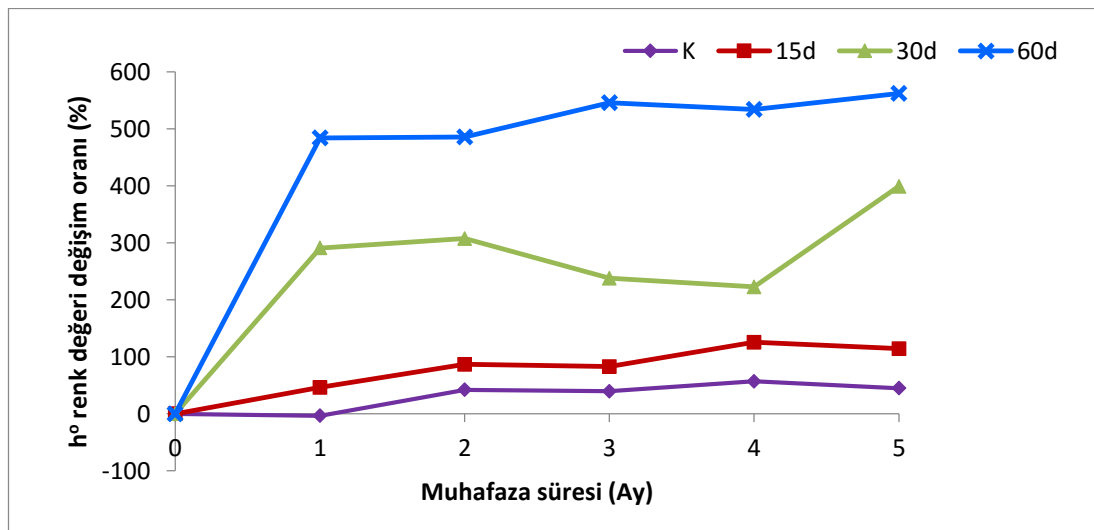
3.9. Hue (h°) Renk Değeri Değişim Oranı

h° değeri değişim oranlarına ait veriler Tablo3.9 ve renk değerlerinin değişimi Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Buna göre deneme süresinde en yüksek h° değişimi 60d uygulamasından elde edilmiş, bu uygulamayı 30d, 15d ve K uygulamaları izlemiş olup, 60d uygulaması ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık da $p<0,05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tablo3.9'a göre K grubundaki havuçların h° renk değişim oranları %-3,51-%44,91 arasında değişirken, 15d uygulamasında %46,29-114,36, 30d uygulamasında %291,05-399,13 ve 60d uygulamasında ise %484,10-562,15 aralığında değişmiştir. Uygulama ortalama değerleri de benzer sonuçları göstermiştir.

Tablo3.9. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunun depolama süresince h° renk değeri değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	0	-3,51 b	42,00 b	39,41 b	56,92 b	44,91 b	29,96 C
15	0	46,29 b	86,68 b	82,78 b	125,45 b	114,36 b	75,93 C
30	0	291,05 ab	307,54 ab	237,72 ab	222,80 ab	399,13 ab	226,37 B
60	0	484,10 a	486,01 a	545,94 a	533,94 a	562,15 a	435,36 A
Zaman ort.	0	204,48 B	230,56 B	226,46 B	209,78 B	280,14 B	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.9. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince h° renk değerinin % değişimleri

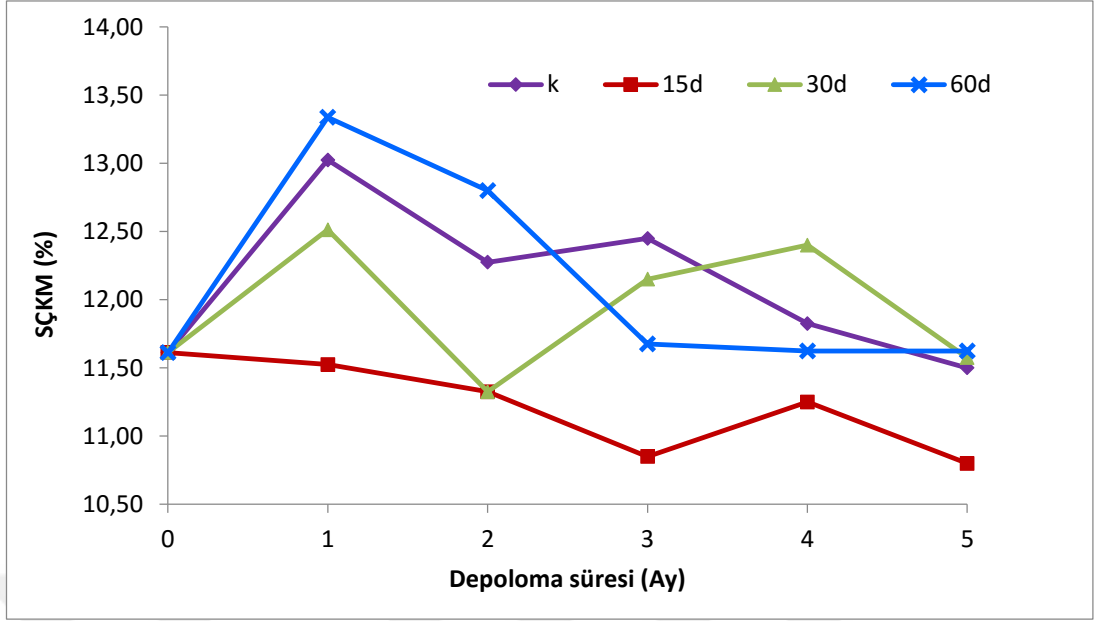
3.10. Suda Çözünür Toplam Kurumadde (SÇKM) Miktarı

Deneme süresince havuçların SÇKM miktarının %10,85-13,34 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.10). Bununla birlikte genel olarak, muhafazasının birinci ayında K, 30d ve 60d uygulamalarında SÇKM miktarının başlangıca göre arttığı, 15d uygulamasında ise azaldığı (Şekil 3.10) ve bu açıdan da K ve 60d uygulaması ile 15d uygulaması arasındaki farklılığın istatistikî düzeyde önemli olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin ikinci ayında ise K (%12,28) ve 60d (12,80) uygulamasında diğer iki uygulamaya göre yüksek olduğu belirlenmiş olup, 60 d uygulaması ile 15d ve 30 d uygulamaları arasındaki farklılık istatistikî düzeyde önemli olurken, K uygulaması ile arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın ikinci ayından sonra ise SÇKM miktarı tüm uygulamalarda denemenin sonuna kadar artış-azalış şeklinde değişmesine karşılık depolanma sonunda en yüksek SÇKM miktarı %11,63 ile 60d uygulamasından elde edilmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında 15d UV-B uygulamasının SÇKM miktarını diğer uygulamalara göre önemli oranda azalttığı (Tablo 3.7), zaman ortalamalarına göre ise depolamanın birinci ayında başlangıç ve sonuncu aya göre önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.10. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah Havucunda 5 aylık depolama süresince SÇKM miktarı üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg. Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	11,61 a	13,03 a	12,28 ab	12,45 a	11,83 a	11,50 a	12,11 A
15d	11,61 a	11,53 b	11,33 b	10,85 a	11,25 a	10,80 a	11,23 B
30 d	11,61 a	12,51 ab	11,33 b	12,15 a	12,40 a	11,58 a	11,93 A
60 d	11,61 a	13,34 a	12,80 a	11,68 a	11,63 a	11,63 a	12,11 A
Zaman ort.	11,61 B	12,60 A	11,93 AB	11,78 AB	11,78 AB	11,38 B	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.10. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah Havucunda depolama süresince SÇKM miktarında oluşan değişimler

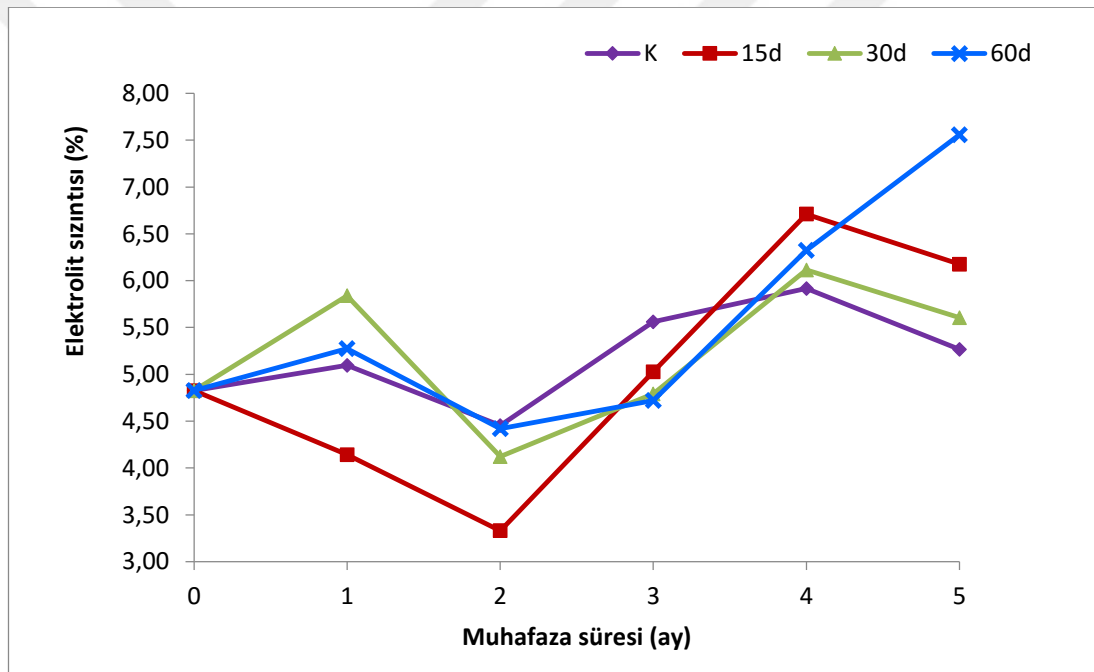
3.11. Elektrolit Sızıntısı

Çalışmanın birinci ayında, elektrolit sızıntısı K, 30d ve 60d uygulamalarında artarken, 15d uygulamasında azalmış olup, bu uygulama ile 30d uygulaması arasındaki farklılık istatistiki anlamda önemli bulunmuş ancak diğer uygulamalar ile arasındaki farklılığın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.11). Bununla birlikte elektrolit sızıntısının ikinci ayda tüm uygulamalarda azaldığı, bu dönemden sonra ise dördüncü aya kadar artış gösterdiği ancak bu deneme sonunda tekrar azaldığı bulunmuştur (Şekil 3.11). Deneme başlangıcında % 4,83 olarak ölçülen elektrolit sızıntısı miktarının, deneme süresince azalış-artış şeklinde değişmesine karşılık deneme sonunda başlangıca göre artarak, deneme sonunda % 5,27-7,56 aralığında değiştiği de saptanmıştır. Depolama süresince elektrolit sızıntısı artış gösterdiğinden, depolama süresinin de elektrolit sızıntısı üzerindeki etkisi önemli olmuştur.

Tablo 3.11. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah havucunda depolama süresince elektron sızıntısı miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uyg.Ort.
	0	1	2	3	4	5	
K	4,83 a	5,10 ab	4,45 a	5,56 a	5,92 a	5,27 a	5,19 A
15	4,83 a	4,14 b	3,33 a	5,03 a	6,71 a	6,18 a	5,04 A
30	4,83 a	5,84 a	4,12 a	4,79 a	6,11 a	5,60 a	5,22 A
60	4,83 a	5,27 ab	4,42 a	4,72 a	6,32 a	7,56 a	5,52 A
Zaman ort.	4,83 BC	5,09 B	4,08 C	5,02 B	6,27 A	6,15 A	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.11. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah havucunda depolama süresince elektrolit sızıntısı değişimleri

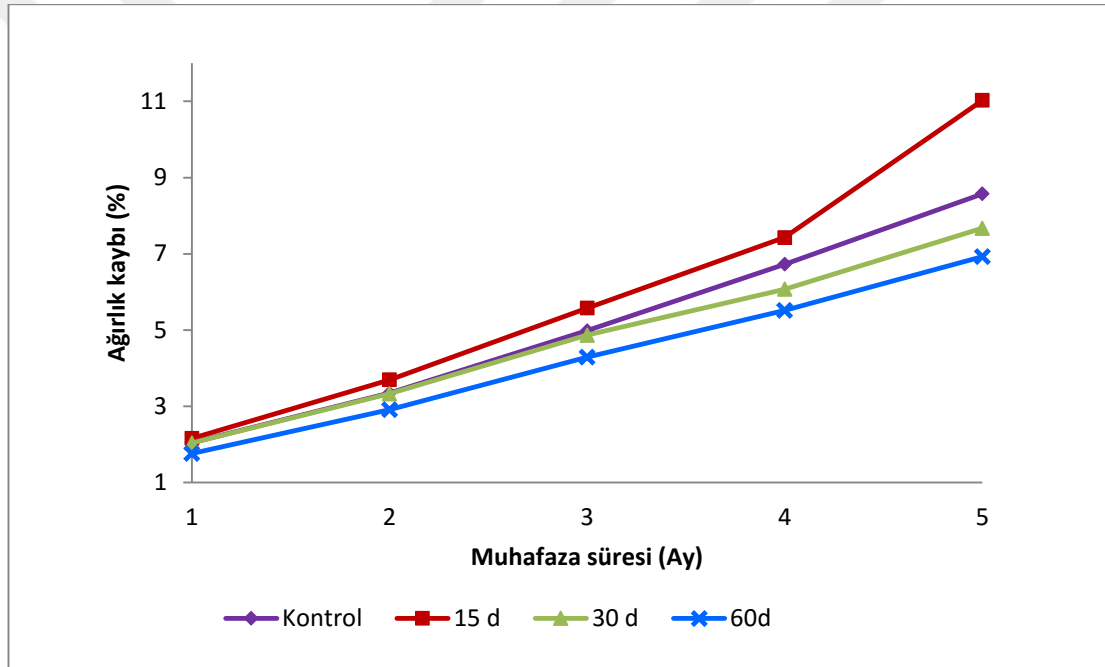
3.12. Ağırlık Kaybı

Araştırmada, tüm uygulamalara ait havuçların ağırlık kaybı değerleri depolama süresince artmakla birlikte (Şekil 3.12), depolama sonunda en fazla artış %11,03 ile 15d uygulamasından elde edilirken bu uygulamayı %8,57 ile K; %7,67 ile 30d ve %6,93 ile 60d uygulamaları izlemiştir (Tablo 3.12).

Tablo 3.12. Farklı sürelerde yapılan ultraviyole-B (UV-B) uygulamasının Ereğli Siyah havucunda depolama süresince ağırlık kaybı değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uyg.Ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	2,04 a	3,34 a	4,98 ab	6,73 ab	8,57 ab	5,13 B
15 d	2,16 a	3,69 a	5,57 a	7,43 a	11,03 a	5,98 A
30 d	2,03 a	3,33 a	4,86 ab	6,07 ab	7,67 b	4,79 BC
60 d	1,76 a	2,91 a	4,29 b	5,51 b	6,93 b	4,28 C
Zaman Ort.	2,00 E	3,32 D	4,93 C	6,43 B	8,55 A	

K: Kontrol, 15 (UV-B uygulaması, 15 dakika), 30 (UV-B uygulaması, 30 dakika), 60 (UV-B uygulaması, 60 dakika)



Şekil 3.12. Farklı sürelerde ultraviyole-B (UV-B) uygulanan Ereğli Siyah havucunda depolama süresince ağırlık kaybı değişimleri

Yapılan istatistiki değerlendirmeye göre ise 15d uygulaması ile K uygulaması arasındaki farklılığın $p < 0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu buna karşılık 15d ile 30d ve 60d uygulamaları arasındaki farklılığın ise önemli olduğu bulunmuştur. Depolama süresi de ağırlık kaybını etkilemiş, depolama süresinin artışına paralel olarak ağırlık kaybı değerleri artmış olup, depolama süresi sonunda %8,55'e ulaşmıştır.

4. TARTIŞMA

Soğuk depolama uygulamaları ürünlerin biyokimyasal özelliklerini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Turuncu ve mor havuçların 0-1°C sıcaklık ve %97 oransal nem şartlarında 6 ay süreyle depolandığı bir çalışmada, havuç köklerinin fenolik madde miktarının arttığı belirlenmiştir (Gajewski ve diğ., 2010.). Denemenin birinci ayında Ereğli Siyah havucunun toplam çözünür fenol miktarı bütün uygulamalarda artış gösterirken, en fazla artışın 30d ve 60d uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla hem UV-B hem de kontrol grubundaki örneklerin TÇF miktarları artmıştır. Bununla birlikte birinci aydan sonra toplam fenol içeriği tüm uygulamalarda azalmıştır. Bu azalma ise metabolizma faaliyeti sonucu fenollerin parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Ortalama olarak ise en yüksek fenol miktarı 60d uygulamasında bulunurken, bu uygulamayı 30d, K ve 15d uygulamaları izlemiştir.

Montilla ve diğ. (2011), Antonia, Beta Sweet, Deep Purple ve Purple Haz siyah havuç (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) çeşitleri ile yaptıkları çalışmada TÇF miktarının çeşitlere göre farklılık gösterdiğini ve 17,9-97,9 mg gallik asit eşdeğeri (GAE) /100 gram TA aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada da Ereğli Siyah havucunda depolama süresince TÇF madde miktarı 23,72-51,11 mg KAE/100 ml aralığında değişmiştir. Buna karşın yapılan bir başka çalışmada ise siyah havuçlarda toplam fenolik madde miktarının oldukça yüksek olduğu da (248,07 mg/100 g TA; 2185,72 mg/100g kuru madde) tespit edilmiştir (Zadernowski ve diğ., 2010). Sharma ve diğ.(2012), havuçta bulunan fenolik maddelerin daha çok periderm dokularında yoğunlaştığı, en fazla fenolik maddenin kabuk biriktiği, bunu floem dokusunun izlediği ve en az da ksilemde bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca havucun kabuk kısmının, taze ağırlığının %11'ine karşılık gelmesine rağmen, toplam fenoliklerin %54,1'ini, floem dokusu %39,5'ini ve ksilem dokusu %6,5'ini içerdiği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada havuç örnekleri, havuç kökünün bütününden alınmış olup, kabuk, floem ve ksilem dokusu ayırımına gidilmemiştir.

Dolayısıyla elde edilen fenol miktarının en fazla 51,11 mg KAE/100 mL olarak bulunması, incelenen örneğin bu üç dokunun karışımından alınması sonucu olduğu düşünülmektedir. Karakaya ve diğ.,(2001) mor havuç suyunda toplam çözünür fenol miktarını 772 ± 119 mg/L olarak bulmuşlardır. Bu da bütün havuç sıkılıp suyu elde edildiğinde oransal olarak ksilem ve floemin az olmasından kaynaklı fenolik madde miktarının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

1,3-5,9 kJ m⁻² dozlarında ultraviyole B (UV B) ışık uygulamasının çilek, yaban mersini, üzüm, kiraz domatesi, tatlı mısır, tatlı patates gibi kesilmemiş (bütün) ürünler ile taze kesilmiş yer elması, baş salata, brokoli, beyaz uzun turp (daikon) ve yabani havucun toplam çözünür fenolik (TÇF) madde miktarı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bütün (kesilmemiş) ürünlerde UV-B uygulamasının TÇF miktarı üzerinde etkisi olmadığı buna karşılık taze kesilmiş marul ve havuçta UV-B ışığı uygulamasından 3 gün sonra TÇF miktarının 1.2-2.3 kat arttığı bulunmuştur (Du ve diğ., 2014). Araştırmamızda ise Ereğli Siyah havucuna 1,575 kJ/m² (15d), 3,15 kJ/m² (30d) ve 6,30 kJ/m² (60d) dozlarında yapılan UV-B uygulaması, havuçların TÇF miktarını denemenin birinci ayında sırasıyla 1,16, 1,53 ve 1,52 kat arttırmıştır. Çalışma sonuçları Du ve diğ. (2014)'nin yaptığı çalışma ile uyumlu olmakla birlikte artış oranı araştırmacıların bulgularına göre daha düşük düzeyde olmuştur. Bu farklılığın sebebinin ise kesme uygulamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Çünkü kesme uygulaması da ürünlerde abiyotik streslerden faktörlerinden birisi olup, çalışılan ürünler de hem kesme uygulaması hem de UV-B ışığına karşı tepki olarak TÇF miktarı yükselmiş olabilir. Oysa mevcut çalışmada yalnızca bir stres faktörü oluşturulmuştur.

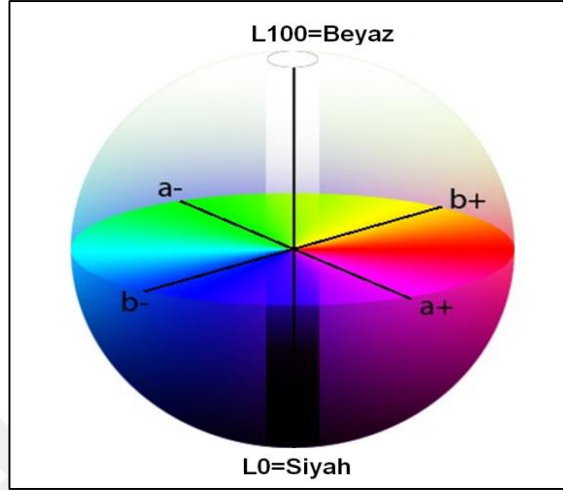
Çalışmada toplam antosiyanin miktarı 15d UV-B uygulaması dışındaki diğer uygulamalarda ikinci aya kadar arttıktan sonra azalmaya başlamış, ancak 15d uygulamasında sürekli azalma göstermiştir. Denemede en fazla antosiyanin miktarı 30d UV-B uygulamasından elde edilirken, bu uygulamayı 60d, K ve 15d uygulamaları izlemiştir. Dolayısıyla yüksek dozda ultraviyole ışık uygulamaları Ereğli Siyah havucunun antosiyanin miktarında artışa neden olmuştur. Guo ve diğ., (2008), bitki gelişmesini sağlayan ve genlerin ifadesini düzenleyen en önemli çevre faktörlerinden birinin ışık olduğunu, yeryüzüne gelen ışınların %7'sini oluşturan ultraviyole ışıkların ise bitkilerde farklı tepkileri ortaya çıkarabildiğini

belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, hem ultraviyole-A (UV-A) hem de UV-B'nin antosiyanin biyosentez genlerini uyarmak suretiyle antosiyanin birikimini arttırabildiğini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada da özellikle yüksek dozlarda UV-B uygulamalarının siyah havuçlarda antosiyanin miktarını kontrole göre arttırdığı tespit edilmiştir.

Zadernowski ve diğ. (2010), siyah havuçlarda antosiyanin miktarı 44,25 mg/100g olarak; Assous ve diğ., (2014) ise mor havucun antosiyanin içeriğini 168,7 mg/100g TA (taze ağırlık) olarak bulmuşlardır. Araştırmamızda en düşük antosiyanin miktarı 557,76 mg/kg TA ile kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek değer 1636,96 mg/kg TA ile 30d UV-B uygulamasında elde edilmiştir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla uyumlu olarak değişmekle birlikte, bütün uygulamalarda oldukça değişkenlik göstermiştir. Bu değişkenliğin, Ereğli Siyah havucu olarak coğrafi etiket almış olan bu ürünün, bir çeşit olmamasından dolayı homojenlik göstermemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü havuçların dış kısmı bir örnek olup, aynı renkte görülmesine karşılık, kesildiğinde iç kısmının renginin oldukça değişkenlik gösterdiği; bazı havuçlarda iç kısmın tamamen koyu renkli olduğu, bazılarında öz kısmına kadar koyu renkli, öz kısmının açık renkli olduğu; diğer bazılarında ise yüzeyden 0,5 mm'lik bölümün dışındaki kısmın açık renkli olduğu gözlenmiştir. Bu durum ikinci aydaki istatistiki değerlendirmelerden de çok rahat anlaşılabilir. Bu ayda 30d UV-B uygulamasındaki havuçların antosiyanin miktarı 1636,96 mg/kg TA olmasına ve bu uygulamayı 60d (1296,27 mg/kg TA), K (1293,63 mg/kg TA) ve 15d (890,25 mg/kg TA) uygulamaları izlemesine karşılık; uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu da tekerrürler arasındaki farklılığın yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Kırmızı, mavi ve sarı gibi ana renkler ile turuncu, yeşil, mor vb. gibi kombinasyonlarının parlaklığı, yoğunluğu, az yoğunluğu (hafifliğini) ve canlılığının insanlar tarafından objektif olarak algılanması oldukça zordur. 18. Yüzyılın sonuna kadar renklerin tanımlanması için renk kartları kullanılmaktaydı, ancak 1931'de CIE (Komisyon Internationale de l'Eclairage) tarafından ortaya konulan NORM renk sistemi ile renkler sayılar ve sayısal terimlerle ifade edilebilmiştir. 1976 yılında ise CIELAB tarafından renk uzay sistemi geliştirilerek renklerin insan algısına daha

yakın olarak ifade edilebildiği ve tüm renklerin üç dikey eksenle ifade edilebildiği bir sistem tanımlanmıştır. Buna göre L^* siyahtan (0) beyaza (100) kadar, a^* yeşilden kırmızıya ve b^* maviden sarıya kadar olan renkleri ifade etmektedir ((Lopez Camelo ve Gomez, 2004, Şekil 4.1.)



Şekil 4.1. CIELAB renk koordinat düzleminde L^* renk değerinin anlamı

Parlaklık, L^* çoğu zaman ürünün kalite özellikleri ile ilişkili olup, yüzey yapısına yani yüzeyin gözenekli olmasına, pürüzlülük durumuna ve yüzey nemine göre değişmektedir (Del Valle Gallo ve diğ., 2012).

Çalışmamızda, depolama süresince L^* değerleri tüm uygulamalarda birinci aydan itibaren azalmakla birlikte en fazla azalma kontrol grubunda en az azalma ise 60d uygulamasındaki havuçlarda meydana gelmiştir. Bununla birlikte deneme süresince L^* renk değerlerindeki en fazla değişim dolayısıyla azalma 60d uygulamasından elde edilmiştir. L^* renk değerindeki azalma Şekil.4.1.'e göre rengin koyulaştığını veya diğer bir ifade ile siyahlaştığını, artma ise renk yoğunluğunun azaldığını da göstermektedir. Buna göre ise 60d uygulamasında parlaklığın azalması siyah rengin daha da koyulaştığı anlamına da gelmektedir.

Araştırmada, a^* renk değerleri K ve 30d uygulamalarında depolama süresince başlangıç değerlerine göre azalma gösterirken, 15d uygulamasında üçüncü aya kadar arttıktan sonra azalmış ancak bu azalma ancak başlangıç seviyesinde olmuş, 60d uygulamasında ise belirgin bir değişim göstermeyip hemen hemen başlangıç değerlerinde korunmuştur. Bununla birlikte a^* değerleri ekseninde 1-2 değerleri

arasında değişmiş, dolayısıyla L*eksenine yakın değerler oluşturmuştur. Burada renk değişim oranı en az olan 60d UV-B uygulaması olmuştur.

Denemede ölçülen b* renk değerlerinin değişimi de a* değerleri ile benzerlik göstermiş olup 0-1 değerleri arasında değişmiştir. Araştırma başlangıcında UV-B uygulanan havuçların b* değerleri, kontroldeki havuçlara göre daha düşük olmakla birlikte deneme süresince artış göstermiş en fazla artış ise 60d uygulamasından elde edilmiştir.

Hue açısı renk değerlerinin ürünlerin gerçek rengini gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmamızda genel olarak hue açısı değerleri başlangıca göre artmış, değişim oranları da artış yönünde olmuştur. En fazla değişim 60d uygulamasından elde edilirken, en az değişim K uygulamasından elde edilmiştir. Dolayısıyla K ve 15d uygulamalarında renk başlangıca yakın değerlerde olurken, 30d ve 60d uygulamalarında başlangıca göre oldukça artmıştır. Bu nedenle UV-B uygulamalarının renkte bir değişimine özellikle doz arttıkça daha yüksek oranda neden olduğu söylenebilir.

Şeker ve asitler ile birlikte vitamin, fruktanlar, proteinler, pigmentler, fenolik maddeler ve minerallerin az orandaki çözülmüş miktarları suda çözünür kuru madde olarak ifade edilmektedir. SÇKM, taze ve işlenmiş bahçe bitkileri ürünlerinde tatlılığın göstergesi olarak kullanılan en önemli kalite kriteridir. SÇKM °Briks olarak ifade edilmekte olup bu değer yüzde (%) değere eşittir. Prensipten olarak °Briks birimi çoğunlukla sakkaroz içeren çözeltideki kuru madde miktarını ifade etmektedir (Magwazaa ve Opara, 2015)

Çalışmamızda SÇKM miktarı denemenin birinci ayında 15d uygulaması dışındaki diğer uygulamalarda artmış, bu dönemden sonra ise tüm uygulamalarda deneme sonuna kadar azalmıştır. Genel olarak SÇKM miktarı, depolama süresince 15d uygulamasında en az bulunurken, 60d uygulanan havuçlarda ise SÇKM miktarı ilk iki ay diğer uygulamalardan yüksek olmakla birlikte daha sonra azalmıştır. Yapılan bir çalışmada turuncu ve mor havuçların 0-1°C sıcaklık ve %97 oransal nem içeren ortamda 6 aylık depolama süresince SÇKM içeriklerinin artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir(Gajewski ve diğ, 2010). Araştırmamızda ise genel olarak SÇKM miktarlarının önce arttığı daha sonra ise azalma eğiliminde olduğu görülmekle

birlikte, 15d uygulaması dışındaki uygulamalarda deneme boyunca başlangıç değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışma sonucunun Gajewski ve diğ. (2010)'nin sonuçları ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Havuçların (turuncu) yenilebilir porsiyonunda %10 karbonhidrat bulunduğu ve bunun çözünür karbonhidrat kısmının 6,6-7,7 g/100 g olarak değiştiği belirtilmiştir (Sharma ve diğ., 2012). Ayrıca, Rashidi (2011), turuncu havucun su içeriğinin %75-88 olduğunu, SÇKM miktarının ise %8,5-12,5 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Yine turuncu havuçla Konya ilinde yapılan çalışmalarda, ekim dönemlerinin havucun SÇKM miktarını etkilediği ve Haziran ayında ekilenlerde daha yüksek (%7,3) olduğu (Sarı & Paksoy, 2004), mikoriza uygulamalarının ise SÇKM miktarını arttırdığı (%12,54) (Kiracı ve diğ., 2014) bulunmuştur. Bunlarındışında USDA (2016) tarafından yayınlanan raporda, turuncu havuçlarda 88,29 g/100g su, %9,58 g/100g karbonhidrat bulunduğu belirtilmiş, TürKomp(2018)' de ise siyah havuçlarda su içeriğinin 87,66 g/100 g ve karbonhidrat miktarının 8,01 g/100 g olduğu ifade edilmiştir. Araştırmamızda ise SÇKM içeriğinin deneme süresince %10,80-13,34 arasında değiştiği dolayısıyla tüm yapılan çalışmalara göre siyah havuçların SÇKM içeriğinin daha yüksek olduğu; özellikle de 60d uygulamasının SÇKM artışı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla SÇKM miktarının kullanılan çeşit, yetiştirilen bölge, ekim zamanı ve yapılan uygulama ile yükseltilebileceği görülmüştür.

Havuç köklerinde bulunan şekerler tatlılığın oluşumunda ve acı tadın maskelenmesinde belirgin bir etkiye sahiptir. Turuncu havuçlarda bulunan önemli şekerlerin früktoz, glikoz ve sakkaroz olduğu belirtilmiştir (Gocan ve diğ., 2012). Çalışmamızda da siyah havuçlarda başlıca şekerlerin früktoz, glikoz ve sakkaroz olduğu tespit edilmiştir.

Siyah havuç, ülkemizde taze tüketilmekten çok, şalgam suyuna işlenerek kullanılmakta; bunun dışında ise içerdiği antosiyanin nedeniyle gıda boyası olarak önemli bir hammaddedir. Yapılan bir çalışmada siyah havuçlardaki toplam şeker konsantrasyonunun %5,12-7,09 arasında değiştiği (Hui & Evranuz, 2012) belirtilirken; diğer çalışmalarda ise siyah havucun kuru maddedeki şeker konsantrasyonunun %5,9-52 olduğu tespit edilmiştir (Kırca ve diğ., 2007; Kamiloğlu ve diğ., 2017). Çalışmamızda ise toplam şeker miktarının %5,92-8,75 arasında

değiştirdiği belirlenmiş olup, denemenin ilk iki ayında 30d ve 60d uygulanan havuçların toplam şeker miktarının kontrole göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla genel olarak yüksek dozdaki UV-B uygulamalarının toplam şeker miktarını artırıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir. UV-B uygulamaları ürünlerde stres oluşturarak savunma mekanizmasını harekete geçirmekte, ürünlerde buna bağlı olarak bazı biyokimyasal değişimler meydana gelebilmektedir. UV-B uygulamasının toplam şekerleri arttırmasının da bu mekanizmanın sonucu olduğu düşünülmüştür.

Hui ve Evranuz(2012), Türkiye de yetiştirilen siyah havucun bileşimindeki dominant ve fermente edilebilen şekerin sakkaroz (49,95-331 g/kg) olduğu, bunu glikoz (6,66 ile 56,4 gr/kg) ve früktoz (6,65 ile 43,06 gr/kg)' un izlediğini belirtmiş; ayrıca TürKomp (2018) verileri incelendiğindesiyah havucun glikoz miktarının 1,85 g/100g, früktoz miktarının ise 0,14 g olarak belirlendiği bulunmuştur. Araştırmamızda siyah havuçların früktoz miktarı 0,14-1.27 g/kg; glikoz miktarı 0,62-3,38g/kg ve sakkaroz miktarı ise 2,32-5,94 mg/kg arasında değişmiştir.

Ultraviyole radyasyon (254nm) uygulaması sonucu bitki hücrelerinden değişik maddeler hücrenin içinde bulunduğu ortama sızmaktadır (Wright Jr. ve diğ., 1981). Murphy ve Wilson (1982), yıkanmış süspansiyon kültüründeki gül (Rosa damascenavar. Gloire de Guilan) hücrelerine 1,680 J/m² kısa dalgalı ultraviyole (UV) ışık (254 nm) uygulamasının dış ortamda K⁺ iyon sızıntısına neden olduğunu bulmuşlardır.

Elektrolit sızıntısı; tuzluluk, patojen saldırısı, kuraklık, ağır metaller ve ultraviyole radyasyon gibi abiyotik streslere karşı bitkinin tepkisi olarak ortaya çıkmakla birlikte bu fenomenin mekanizması ve fizyolojik rolü sadece son zamanlarda açıklığa kavuşturulmuştur. Elde edilen veriler, elektrolit sızıntısının esas olarak plazma membranı katyonlarının aracılık ettiği bitki hücrelerinden gelen K (+) sızıntısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Son çalışmalar, bu iletkenliklerin, farklı aktivasyon ve katyon seçiciliği kinetiklerine sahip bileşenleri içerdiğini göstermiştir(Demidchik, et al., 2014).

Araştırmamızda elektrolit sızıntısı depolama süresince genel olarak tüm uygulamalarda artmıştır. Bununla birlikte en fazla artış 60d uygulamasında olup, bunu 30d, K ve 15d uygulamaları izlemiştir. Bu sonuçlara göre çalışmamızda UV-B

doz artışının hücreden dışarıya iyon sızıntısını arttırmıştır. Elde edilen sonuç önceki çalışmalarla uyumludur.

Yapmış olduğumuz çalışmada Ereğli Siyah Havucunda ağırlık kaybının depolama süresince tüm uygulamalarda arttığı tespit edilmiştir. Araştırmada, depolama süresince en fazla ağırlık kaybının 15d uygulamasında olduğu tespit edilirken, en az ağırlık kaybı 60d uygulamasından elde edilmiştir. Dolayısıyla yüksek dozdaki UV radyasyon uygulamaları havuç köklerindeki ağırlık kaybını azaltmıştır. Meyve ve sebzeler canlı ürünler olup, hasattan sonrada canlılığına devam ettirmektedir. Soğukta muhafazanın amacı ürünlerin solunum hızlarının azaltılıp, depolama süresinin uzatılması olmakla birlikte, ürünün metabolik faaliyeti devam ettiğinden ağırlık kayıpları meydana gelmektedir. Çalışmamızda siyah havuçlarda depolama süresince tüm uygulamalarda ağırlık kaybı olmakla birlikte bu değer %1,76-11,03 arasında değişmiş olup, yalnızca 15d uygulamasında bahçe bitkileri için kabul edilebilir sınır olan %10 (Kaderve diğ., 1985)'u geçmiştir. 60d UV-B uygulamasında ise depolama süresi sonunda ancak %6,93'e ulaşmıştır. Dolayısıyla 30 ve 60d UV-B uygulamaların ağırlık kaybının kontrolünde oldukça etkili olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ultraviyole (UV) radyasyon uygulamaları, başlangıçta bahçe bitkileri ürünlerinin hasat sonrası sürecinde daha çok yüzey dezenfeksiyonu (UV-C) amaçlı kullanılmıştır. Ancak daha sonra UV radyasyonun özellikle UV-B ışıklarının bitkilerde stres oluşturmak suretiyle savunma mekanizmasını harekete geçirmesinin yanı sıra, bir takım biyokimyasal değişimlere neden olduğu da bulunmuş ve çalışmalar daha çok bu yöne doğru kaydırılmıştır. Bu çalışmada farklı dozlarda uygulanan UV-B ışığının Ereğli Siyah havucunda özellikle fenoller ve antosiyaninler başta olmak üzere diğer biyokimyasal kalite bileşenleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, UV-B radyasyonunun özellikle 30d ve 60d uygulamalarında toplam çözünür fenol, toplam antosiyanin, glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı ile diğer kalite bileşenleri üzerinde önemli etkileri bulunduğu tespit edilmiştir.

Siyah havuçların taze depolanması üzerine yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamış, ancak çalışmaların daha çok siyah havuçtan elde edilen işlenmiş ürünlere yönelik olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan çalışma bu konuda bir ilk niteliği de taşımaktadır. Bu nedenle kullanılan dozlar, biyokimyasal bileşenler üzerinde belirli düzeyde etki yaratmasına karşılık, depolama süresinin artışına paralel olarak etkilerin, metabolizma faaliyeti sonucu azaldığı da bulunmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada kullanılan dozların etki yaratmakla birlikte daha yüksek dozlar kullanıldığında etkinin daha belirgin şekilde ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bundan sonraki çalışmaların daha yüksek dozlar kullanılarak yapılması, siyah havuçlardaki bu önemli bileşenlerin miktarının arttırılması açısından daha faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Akhtar S., Rauf A., Imran M., Qamar M., Riaz M., Mubarak M., Black carrot (*Daucus carota* L.), dietary and health promoting perspectives of its polyphenols: A review, *Trends in Food Science & Technology*, 2017, (66), 36-47.
- [2] Algarra M., Fernandes A., Mateus N., Freitas V., da Silva J., Casado J., Anthocyanin profile and antioxidant capacity of black carrots (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) from Cuevas Bajas, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2014, (33), 71-76.
- [3] Assous M., Abdel-Hady M., Medany G., Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and its utilization as antioxidant and natural food colorants, *Annals of Agricultural Science*, 2014, **59**(1), 1-7.
- [4] Avena-Bustillos R., Du W., Woods R., Olson D., Breksa III A., McHugh T., Ultraviolet-B light treatment increases antioxidant capacity of carrot products, *J.Sci. Food Agric.*, 2012, **92**, 2341-2348.
- [5] Aztekin M. F., & Kasım R., Ultraviyole ışık ve çevresel stres şartlarında meyve ve sebzelerde antosiyaninlerin oluşumu ve değişimi, *Meyve Bilimi (Fruit Science)*, 2017, (1), 181-187.
- [6] Demidchik V., Straltsova D., Medvedev S., Pozhvanov G., Sokolik A., Yurin V., Stress-induced electrolyte leakage: the role of K⁺ permeable channels and involvement in programmed cell death and metabolic adjustment, *J. Exp. Bot.*, 2014, **65**(5), 1259-1270.
- [7] Du W., Avena-Bustillos R., Breksa III A., McHugh T., UV-B light as a factor affecting total soluble phenolic contents of various whole and fresh-cut specialty crops, *Postharvest Biology and Technology*, 2014, (93), 72-82.
- [8] Elham G., Reza H., Jabbar K., Parisa S., Rashid J., Isolation and Structure Characterisation of Anthocyanin Pigments in Black Carrot (*Daucus carota* L.), *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2006, **9**(15), 2905-2908.
- [9] Gajewski M., Szymczak P., Danilcenko H., Physical and chemical traits of roots of different carrot cultivars under cold store conditions, *Vegetable Crops Research Bulletin*, 2010, (72), 115-127.
- [10] Gonzalez-Aguilar A., Ruiz-Cruz S., Soto-Valdez H., Vazquez Ortiz F., Pacheco-Aguilar R., Wang C., Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents, *International Journal of Food Science and Technology*, 2005, **40**, 377-383.

- [11] Guo J., Han W., Wang M., Ultraviolet and environmental stresses involved in the induction and regulation of anthocyanin biosynthesis: A review, *African Journal of Biotechnology*, 2008, **7**(25), 4966-4972.
- [12] Gupta S., *Light Emitting Diodes for Agriculture, Smart Lighting*. Singapore: Springer Nature. 2017, **152**
- [13] Hagen S. F., Borge G., Bengston G., Bilger W., Berge A., Haffner K., Phenolic contents and other health and sensory related properties of apple fruit (*Malus domestica* Borkh. cv.Aroma) effect of postharvest UV-B irradiatio, *Postharvest Biol. Technol.*, 2007, (45), 1-10.
- [14] Hui Y., Evranuz Ö., *Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology*. Boca-Raton: CRCPress, Taylor&Francis Group. 2012
- [15] Kamiloğlu S., Van Camp J., Çapanoğlu E., Black carrot polyphenols: effect of processing, storage and digestion-an overview. *Phytochem Rev.*, 2017
- [16] Kasım M., Kasım R., Postharvest UV-B treatments increased fructose content of tomato (*Solanum lycopersicon* L. cv. Tayfun F1) harvested at different ripening stages, *Food Sci Technol, Campinas*, 2015, **35**(4), 742-749.
- [17] Kasım M., Kasım R., Taze kesilmiş ıspanaklarda farklı dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının hasat sonrası kaliteye etkisi, *YYÜ Tar.Bil.Dergisi*, 2016, **26**(3), 348-359.
- [18] Kasım M., Kasım R., While continuous white LED lighting increases chlorophyll content (SPAD), green LED light reduces the infection rate of lettuce during storage and shelf-life conditions, *J Food Process Preserv.*, 2017, **13266**, 1-7.
- [19] Khandare V., *Antioxidants in Black Carrot (Daucus carota L.): Processing Strategy for Improved Stability and Functional Quality*. 2008, MSc Thesis.
- [20] Khoo H., Azlan A., Tang S., Lim S., Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits, *Food Nutr. Res.*, 2017, **61**(1), 1361779.
- [21] Kong J., Chia L., Goh N., Chia T., Brouillard R., Analysis and biological activities of anthocyaninsf, *Phytochemistry*, 2003, **64**, 923-933.
- [22] Leja M., Kaminska I., Kramer M., Maksylewicz-Kaul A., Kammerer D., Carle R., & Baranski R., The Content of Phenolic Compounds and Radical Scavenging Activity Varies with Carrot Origin and Root Color, *Plant Foods Hum Nutr.*, 2013, **68**(2), 163-170.
- [23] Lopez Camelo A., Gomez P., Comparison of color indexes for tomato ripening, *Hortic.Bras.*, 2004, **22**(3).

- [24] Magwazaa L., Opara U., Analytical methods for determination of sugars and sweetness of horticultural products-A review, *Scientia Horticulturae*, 2015, **184**, 179-192.
- [25] Montilla E. C., Arzaba M. R., Hillebrand S., Winterhalter P., Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* spp sativus var. atrorubens Alef) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, Purple Haze, *J. Agric. Food Chem.*, 2011, **59**(7), 3385-3390.
- [26] Montilla E., Arzaba M., Hillebrand S., Winterhalter P., Anthocyanin Composition of Black Carrot (*Daucus carota* ssp. Sativus var. atrorubens Alef.) Cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze, *J.Agric.Food Chem.*, 2011, (59), 3385-3390.
- [27] Nyugen C., Kim J., Yoo K., Lim S., Lee E., Effect of Prestorage UV-A, -B, and -C Radiation on Fruit Quality and Anthocyanin of 'Duke' Blueberries during Cold Storage, *J. Agric. Food Chem.*, 2014, **62**(50), 1214-1215.
- [28] Qian M., Zhang D., Yue X., Wang S., Li X., Teng Y., Analysis of different pigmentation patterns in Mantianhong (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and Cascade (*Pyrus commmunis* L) under bagging treatment and postharvest UV-B/visible irradiation conditions, *Sci. Hortic.*, 2013, (151), 75-82.
- [29] Raghavendra A., Sharma V., Shakya A., Hedayetullah M., Arya G., Mishra A., Patel D., Chemical and potential aspects of anthocyanins – a water-soluble vacuolar flavonoid pigments: a review, *International Journal of Phannaciutical Sciences Review and Research*, 2011, **6**(1), 28-33.
- [30] Ravaglia D., Espley R., Henry-Kirk R. A., Andreotti C., Ziosi V., Hellens R. P., Transcriptional regulation of flavonoid biosynthesis in nectarine (*Prunus persica*) by e set of R2R3MYB transcription factors, *BMC Plant Bio.*, 2013, 68.
- [31] Sarı T., Paksoy M., Konya yöresinde farklı ekim zamanlarında yetiştirilen bazı havuçlarda kalite, *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2004, **18**(33), 17-22.
- [32] Singh V., Singh S., Mohan S., Parihar P. *UV-B Radiation: From Environmental Stressor to Regulator of Plant Growth*. John Wiley & Sons. 2017
- [33] Stolarczyk J., Janick J., Carrot: History and Iconography, *Chronica Horticulturae*, 2011, **51**(2), 13-18.
- [34] TürKomp., *Havuç, Siyah*. TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. 2018
- [35] USDA. *Basic report 11124, Carrots, raw*. National Nutrient Database for Standard References, Release 28.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Aztekin M.F.**, Kasım R. Ultraviyole Işık ve Çevresel Stres Şartlarında Meyve ve Sebzelerde Antosiyaninlerin Oluşumu ve Değişimi, *Meyve Bilimi "Fruit Science"* 2017, (1), 181-187.



ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Bolunun Mudurnu ilçesinde doğdum. Lise öğrenimimi 1989 yılında Malatya Ziraat Meslek Lisesinde tamamlayıp, Ziraat Teknisyeni olarak aynı yıl içerisinde Şanlıurfa Tarım İl müdürlüğünde göreve başladım. 1997 yılında Anadolu Üniversitesi Tarım Ön Lisans bölümünü bitirerek Ziraat Teknikeri oldum. 2011 yılında başladığım Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden 2015 yılında mezun oldum. 1995 yılından buyana Kocaeli Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğünde görev yapmaktayım.

