T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAZE KESİLMİŞ ELMALARDA KARARMAYI ENGELLEYİCİ MADDELERİN YENİLEBİLİR KAPLAMA İLE BİRLİKTE KULLANIMININ MUHAFAZA SÜRESİNCE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

HAZIRLAYAN
Mays Talal Kadhım MAADHEEDI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

HAZİRAN-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Mays Talal Kadhım MAADHEEDI tarafından hazırlanan **"Taze Kesilmiş Elmalarda Kararmayı Engelleyici Maddelerin Yenilebilir Kaplama ile Birlikte Kullanımının Muhafaza Süresince Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi"** adlı tez çalışması 17/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr. Lütfi PIRLAK	.....
Danışman Doç. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR	.....
Üye Dr. Öğr. Üyesi İhsan CANAN	.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 18201148 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



İmza

Mays Talal Kadhım MAADHEEDI

Tarih:17.06.2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

TAZE KESİLMİŞ ELMALARDA KARARMAYI ENGELLEYİCİ MADDELERİN YENİLEBİLİR KAPLAMA İLE BİRLİKTE KULLANIMININ MUHAFAZA SÜRESİNCE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mays Talal Kadhım MAADHEEDI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR

2019, 58 Sayfa

Jüri
Prof Dr. Lütfi PIRLAK
Doç. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR
Dr. Öğr. Üyesi İhsan CANAN

Tüketime hazır ürünlerin (Fresh-cut/minimally processed) son yıllarda önemi ve kullanım alanı hızlı bir artış göstermektedir. Bu ürünlerde kesim yüzeyinde kahverengileşme, tekstür ve su kaybı ile fizyolojik bozulmaların neden olduğu kalite kayıpları, işlenmemiş ürünlerden daha hızlı gerçekleşmekte ve sonucunda raf ömrü kısalmaktadır.

Bu çalışmada taze kesilmiş ürünlerde ticari olarak en çok tercih edilen Fuji ve Granny Smith elma çeşitlerinde kararmayı engelleyici maddelerin yüzey kaplama materyali olan kitosan ile birlikte kullanımının muhafaza süresince dilim kalitesi ve kararmaya olan etkileri incelenmiştir. Ticari olumda hasat edilen meyveler gruplara ayrılarak dilimleme işleme yapılarak saf su (kontrol), %2 askorbik asit, %1 sitrik asit, %1 kitosan, %2 askorbik asit+%1 kitosan ve %1 sitrik asit+%1 kitosan çözeltilerine batırılmıştır. Kurutulan dilimler ambalajlanarak 4 °C'de 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Belirli aralıklarla depolardan çıkartılan elma dilimlerinde fiziksel ve biyokimyasal özellikleri analiz edilmiştir.

Her iki çeşitte de dilimleme sonrası uygulamaların ağırlık kaybının azaltılması, dilim sertliği ile görsel kalitenin korunması ve dilim rengindeki kararmanın geciktirilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca biyokimyasal özelliklerde meydana gelen azalışları yavaşlatarak besinsel özelliklerinin korunmasına yardımcı olmuştur. Elde edilen tüm sonuçlar değerlendirildiğinde dilimleme sonrası askorbik asit uygulamasının tek başına veya kitosan ile birlikte kullanımının Fuji ve Granny Smith elma çeşitlerinde derim sonrası kalite özelliklerini korumasında etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle askorbik asit ile kitosanın birlikte uygulanmasının daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Granny Smith, Fuji, kahverengileşme, kitosan, taze kesilmiş ürünler,

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF COMBINATION OF ANTI-BROWNING SUBSTANCE WITH EDIBLE COATING ON QUALITY OF FRESH CUT APPLES DURING STORAGE

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR

2019, 58 Pages

Jury
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR
Asst. Prof. Dr. İhsan CANAN

Ready-to-eat, fresh-cut or minimally processed fruits have gained particular attention recently and their consumption has been increasing. However, physiological disorders such as browning on the cut surface along with loses in water and texture quality in these produces proceed more rapidly compared to intact products and thus their shelf life is shorter.

In the current study, effects of certain anti browning substances employed with chitosan on cold storage slice quality and browning of Fuji and Granny Smith apples, both of which are preferred in fresh cut product sector were investigated. Apple fruits harvested at commercial maturity were divided into lots and the sliced commodity were immersed into pure water (control) or solutions of ascorbic acid (2%), citric acid (1%), chitosan (1%), ascorbic acid (2%) plus chitosan (1%) or citric acid (1%) plus chitosan (1%). The ventilated slices were packed and stored at 4°C for 15 d. Physical and biochemical changes in slices sampled with certain intervals were analyzed.

In both cultivars, treatments after slicing were effective on decreasing the weight loss, maintaining the firmness with visual quality and delaying the browning incidence of slices. Treatments also beneficial to protect the nutritional features of the products by diminishing the changes in biochemical characteristics. Considering the overall investigations, treatments of ascorbic acid alone or combined with chitosan after slicing were effective on protecting the postharvest quality of apples cvs Fuji ve Granny Smith. In particular, coating with chitosan after ascorbic acid treatment was found more effective.

Keywords: : Granny Smith, Fuji, browning, chitosan, fresh-cut

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada taze kesilmiş elmalarda kararmanın nedenleri ve önleme yolları incelenmiştir. Tez çalışmamın belirlenmesinde ve hazırlanmasında her türlü desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR'a teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimimde bilgi ve tecrübeleri ile bana destek sağlayan Sayın Zir. Yük. Müh. Sevil Özçelik Ünal'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan başta annem olmak üzere aileme, yüksek lisans eğitimim için beni teşvik eden Sayın Zir. Yük. Müh. Ahmed Bahaulddın hocama, çok değerli arkadaşlarım Zir. Müh. Akram Ibrahim'e, Dilek Atalar'a, Zir. Müh. Orhan Camal'e, Ar. Gör. Ömer Faruk Bilgin'e, Zir. Yük. Müh. Yasin Gayretli'ye, Zir. Müh. Esra Mohammed'e, Zir. Müh. Merve Taytak'a ve Abdullah Molla'ya teşekkürlerimi sunarım.

Mays Talal Kadhım MAADHEEDI
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

TEŞEKKÜR ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL ve YÖNTEM **12**

3.1. Materyal 12
3.2. Yöntem 12
3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler 14
3.3.1. Ağırlık kaybı 14
3.3.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) 15
3.3.3. Titre edilebilir asit miktarı (TA) 15
3.3.4. Dilim rengi 15
3.3.5. Kararma indeksi 15
3.3.6. Dilim sertliği 16
3.3.7. Askorbik asit (C vitamini) içeriği (mg/100g) 16
3.3.8. Toplam fenol miktarı 16
3.3.9. Toplam antioksidan aktivite 17
3.3.10. Duyusal analiz 17
3.4. İstatistiksel Analiz 17

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **18**

4.1. Ağırlık Kaybı 18
4.2. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) 20
4.3. Titre Edilebilir Asit Miktarı (TA) 22
4.4.Dilim Rengi 24
4. 5. Kararma İndeksi 28
4.6. Dilim Sertliği 30
4. 7. Askorbik Asit (C Vitamini) İçeriği (mg/100g) 33
4.8. Toplam Fenol Miktarı 35
4.9. Toplam Antioksidan Aktivite 38
4. 10. Duyusal Analiz 40

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **43**

5.1 Sonuçlar 43
5.2 Öneriler 44

ÖZGEÇMİŞ **50**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

^{0}C	:Santigrat Derece
L*	:Parlaklık
a*	:Kırmızı-Yeşil
b*	:Mavi-Sarı
mM	:Milimolar
L	:Litre
%	:Yüzde
PPO	:Polifenoloksidaz
AA	:Askorbik asit
CaAsc	:Kalsiyum askorbat
POD	:Peroksidaz

Kısaltmalar

AA	: Askorbik asit
SA	: Sitrik asit
Ki	: Kitosan
AA+Ki	: Askorbik asit + kitosan
SA+Ki	: Sitrik asit + kitosan
MAP	:Modifiye Atmosfer Paketleme
SÇKM	:Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı
KA	:Kontrollü Atmosfer
TA	:Titre Edilebilir Asit

1. GİRİŞ

Elma Antartika kıtası hariç bütün kıtalarda, ılıman iklime sahip bölgelerde ve tropik bölgelerin yüksek rakımlarında yetiştiriciliği yapılan bir meyve türüdür. Ayrıca, farklı ekoloji ve toprak yapılarına uygun çeşit ve anaç zenginliği nedeniyle iklim ve toprak özellikleri isteği açısından en esnek meyve türlerinden birisidir (Seymen ve Polat, 2015).

Elma (*Malus communis* L.) dünyada ve ülkemizde tarımı yapılan meyve türleri arasında ilk sıralarda gelmektedir. 2017 yılı verilerine göre Dünya'da toplam 83.139.326 ton elma üretimi yapılmakta olup, bu üretimde 41.390.000 ton üretim miktarı ile Çin ilk sırada yer almaktadır. Türkiye ise 3.032.164 ton üretim ile Çin'den sonra 2. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2019). Zengin antioksidan bileşenler, karbonhidrat, esansiyal mineraller ile diyet lifi içeren elma, tadı ve besin içeriği bakımından önemli bir yere sahiptir. Meyve ve sebzelerde flavanoidler, fenolik bileşikler, antosiyaninler, askorbik asit (vitamin C), vitamin E, β karoten gibi antioksidan etkiye sahip bileşikler bulunmaktadır (Wang ve ark., 1996; Kähkönen ve ark., 1999). Elma kuersetin, prociyanidin B_2, epikateşin, floretin, ve klorogenik asit gibi antioksidan aktiviteye sahip fenolik bileşiklerce zengin bir meyve türüdür (Lee ve ark., 2003).

Uluslararası Taze Kesilmiş Ürün Birliği (The International Fresh-cut Produce Association) taze kesilmiş ürünleri %100 kullanılabilir özelliğe sahip soyulmuş, kesilmiş ya da parçalara ayrılarak paketlenmiş, tazeliğini korumuş ve besin değeri yüksek meyve ve sebzeler olarak tanımlamıştır. Bu ürünler için az işlenmiş, minimal işlenmiş, kısmen işlenmiş ve önceden hazırlanmış gibi farklı ifadeler kullanılmış olsa da genellikle taze kesilmiş (fresh-cut) ürünler denilmiştir (Sabır, 2017).

Görünüm (büyüklük şekil, renk, parlaklık ve bozulmalar), tekstür (sertlik, gevreklik ve sululuk), tat (tatlılık, ekşilik, burukluk, acılık) ve besinsel değer (vitaminler, mineraller vb.) taze kesilmiş meyve ve sebzelerde tüketici açısından en önemli kalite kriterleridir. Ayrıca işleme ve raf ömrü boyunca ürünlerde meydana gelen renk değişimleri de tüketicinin kalite değerlendirmesinde rol oynayan en önemli özelliktir (Sabır, 2017).

Dilimlenmiş elma tüketiciler ve gıda endüstrisi alanında en çok talep gören taze kesilmiş ürünler grubundadır. Çeşit, hasat zamanı, kesim sırasındaki olgunluk durumu, depolama koşulları, işleme ve paketleme teknolojisi bu ürünlerde raf ömrü ve kaliteyi önemli oranda etkilemektedir. Dilimlenmiş elmalarda mikrobiyal bozulmaların neden

olduğu ikincil (sekonder) kararmalar ile enzimatik kararma reaksiyonları sonucu oluşan kesim yüzeyinin kahverengileşmesi raf ömrünü sınırlandıran başlıca faktörlerdir (Çandır, 2017).

Elmada, kateşol, klorojenik asit, kafeik asit, p-kumarik asit ve p- hidroksi benzoik asit bulunmaktadır. Elmada bulunan PPO enzimi, bunların tümünün oksidasyonunu katalizler ve enzimatik kararma reaksiyonlarına yol açar. PPO enziminin mekanizmasının tek yönden olduğu sanılmaktadır. İki oksijen atomunun, iki bakır atomu ile birleşmesi sonucu peroksi ana hali oluşur. Bu reaksiyonlar kresolaz aktivitesini (bir monofenolden o-hidroksilleme) ve katekolaz aktivitesini (katekolün bir o-kinona oksitlenmesi) açıklanmaktadır (Pekyardımcı, 1992).

Taze kesilmiş ürünlerde enzimatik kararma genellikle kalite kaybı olarak değerlendirilmekte ve bu nedenle meyve ve sebzelerin işlenmeleri sırasında fenolik maddelerin oksidasyonları çeşitli yöntemler ile önlenmeye çalışılmaktadır.

Taze kesilmiş ürünlerde kesim sonrası yüzeyden meydana gelen su kayıpları ürünlerin sertlik ve gevreklik gibi tekstürel kalitesinin kaybolmasına dolayısıyla raf ömründe kısalmalara neden olmaktadır. Kesim sonrası meydana gelen mikrobiyolojik bozulmalar ve su kayıplarının azaltılmasında yenilebilir film kaplamaların kullanımı yararlı etkiye sahiptir. Dilim yüzeyinin film ile kaplanması nem ve çözünebilir madde transferini, gaz değişimi ve oksidasyon sürecini azaltarak ürünlerin raf ömrünün artmasına yardımcı olabilmektedir (Marquez ve ark., 2017).

Yapılan bu çalışmayla taze kesilmiş ürünlerde ticari olarak en çok tercih edilen Fuji ve Granny Smith elma çeşitlerinde kararmayı engelleyici maddelerin yüzey kaplama materyali olan kitosan ile birlikte kullanımının muhafaza süresince dilim kalitesi ve kararmaya olan etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Taze dilimlenmiş meyve ve sebzelerde soyma, kesme ve dilimleme gibi işlemler enzimatik kararmaya neden olmaktadır. Ayrıca etilen sentezi, solunum, yumuşama ve mikrobiyal bozulmaları da arttırmaktadır (Erbay, 2007)

Taze kesilmiş ürünler, hücre öz suyundaki bazı maddelerin hava oksijeni etkisiyle oksidasyona uğrayarak polifenoloksidaz (EC 1.14.18.1, PPO) enzimi nedeniyle kararırlar. PPO bakır içeren ve genellikle kloroplastlarda bulunan bir enzimdir. Bütün bitkilerde bulunmasına karşılık özellikle elma, armut, muz, mantar, patates, avokado ve şeftalide yüksek oranda bulunan PPO, bu ürünlerin taze kesilmiş olarak işlenmesi sırasında kararmaya yol açarak kalitede azalmaya neden olabilmektedir. Enzimatik kararma reaksiyonlarında fenolik maddeler ve spesifik oksidasyon enzimleri rol oynamaktadır. Buna göre, en basit bir fenolik madde olan o-dihidroksi fenol, o-kinona dönüşmektedir (Sabır, 2017).

Kararmayı engelleyici maddeler, birçok taze doğramış meyve ve sebzelerde kararma reaksiyonlarının engellenmesi veya yavaşlatılmasında etkili olan kimyasal maddelerdir. Bu kimyasal maddeler etki etme şekillerine göre asit düzenleyiciler, indirgeyici ajanlar, şelatlar, kompleks oluşturan ajanlar, enzim inhibitörleri ve enzim uygulamaları olmak üzere 6 gruba ayrılır (Suttirak ve Manurakchinakorn, 2011; Sabır, 2017).

Asit düzenleyiciler, birçok meyve ve sebzelerde PPO enzim aktivitesi için optimum pH derecesi asitten nötre doğru değişirken, optimum PPO aktivitesi için pH 6-6,5 arasında olması gerekmektedir. pH 4.5' in altında PPO aktivitesinde azalma görülürken, pH değeri 3.0 olduğunda PPO'nun geri dönüşümsüz inaktivasyonu meydana gelmektedir. En yaygın olarak kullanılan asit düzenleyici sitrik asittir. Asit düzenleyiciler sıklıkla diğer kararmayı engelleyici uygulamalarla birlikte kullanılır (Sabır, 2017).

Chiabrando ve Giacalone (2012) yaptıkları çalışmada taze kesilmiş elmaların (Golden Delicious, Scarlet Spur ve Granny Smith) soğukta depolama süresince dilim renkleri (L*), kararma potansiyeli ve polifenol oksidaz (PPO) aktivitesini değerlendirmişlerdir. 4 °C'de 5 gün boyunca depolanan taze kesilmiş elmalarda kararmayı engelleyici uygulamalar (sitrik ve askorbik asit) ve kalsiyum klorür'ün dilimlerde kararma ve bozulmaları azalttığı belirtilmiştir. Depolama süresince elma dilimlerinde PPO aktivitesi artış göstermiş, sitrik ve askorbik asit uygulamalarının bu artışı engellediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kararmanın engellenmesinde

yapılan uygulamaların, depolama süresince taze kesilmiş elmaların renginin korunmasına etkili olduğu tespit edilmiştir.

İndirgeyici ajanlar**,** o-kinonları o-fenolik bileşiklere indirgeyip PPO enzimini inaktif ederek renk bozulmasına engellemekte ve bu sırada kendisi de parçalanmaktadır. Ayrıca ortamdaki O_2 'yi de indirgeyerek esmerleşme reaksiyonunu ikinci bir yolla inhibe etmektedir. İndirgeyici ajanlar içerisinde askorbik asit en yaygın olarak kullanılan kararmayı engelleyici maddedir. Askorbik asit o-benzoquinones'in o-diphenol'lere dönüşümünü azaltmakta, bu da PPO üzerine direk etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Barrett ve Garcia, 2002). Askorbik asit ve türevleri %0.5 ile %4.0 arasında değişen konsantrasyonlarda birçok taze kesilmiş meyve ve sebze türlerinde enzimatik karamanın geciktirilmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Sabır, 2017).

Yapılan bu çalışmada 36 adet farklı gruplarda yer alan inhibitör kimyasalın elma dilimlerindeki kararma üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Askorbik asit (%1) ve okzalik asit (%0.02) kombinasyonunun elma dilimlerindeki kararma üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Erbay, 2007)

Perez-Gago ve ark. (2006) kararmayı engelleyici farklı antioksidanların tek başına veya yenilebilir kaplamalarla birlikte etkisini araştırmışlardır. Yenilebilir kaplamalar peynir altı suyu protein konsantresi (WPC) ve balmumu (BW) 'dan hazırlanmıştır. Antioksidanlar ise %0.5 ve%1 askorbik asit (AA), %0.1, %0.3 ve %0.5 içerikli sistein (Cys) ve %0.005, %0.02 4-heksilresorsinol (4-heksil) dozlarında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre antioksidan maddelerin kaplama materyaline dahil edilmesinin, yalnız antioksidan kullanımına kıyasla kararmayı engellemede etkili olduğu belirlenmiştir. Peynir altı suyu protein kaplamasına eklenen 4-Heksil kararmayı önlemede çok etkili bulunmazken, askorbik asit ve sistein eklenmiş karışımların en etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır. Her iki yenilebilir film kaplamada da en etkili kararmayı engelleyici maddeler %1 askorbik asit ya da %0.5 sistein olarak belirlenmiştir. Sistein uygulamalarının düşük dozlarının uygulandığı dilimlerde renk pembemsi-kırmızı bir renk alırken, yenilebilir film kaplama ile bu durumun meydana gelmedi tespit edilmiştir. Kaplama uygulamalarının taze kesilmiş elmalarda, ürünün bağıl neminin yüksek olması nedeniyle ağırlık kaybını azalttığı görülmüştür.

Taze kesilmiş 'Braeburn' elma dilimleri, kalsiyum askorbat (CaAsc; %0, %2, %6, %12 ve %20) uygulaması sonrası açıkta veya modifiye atmosfer (MA) koşullarında 28 gün 4°C'de depolanmıştır. Dilimlerin antioksidan düzeylerindeki değişiklikler, serbest radikal temizleme aktivitesi (DPPH), indirgeme aktivitesi (FRAP), askorbik asit

içeriği (AA) ve polifenolik içeriği kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca dilimlerde kararma, duyusal kalite ile yeme kalitesi ve mikrobiyal sayılarındaki değişimler de belirlenmiştir. Kalsiyum askorbat uygulanmış dilimlerde kontrol dilimlerine göre askorbik asit içeriğinde başlangıca göre %20 artış tespit edilmiştir. Açıkta veya MA'da depolanan kontrol veya %2 kalsiyum askorbat uygulanmış dilimlerde kararma, mikrobiyal bozulma ve duyusal analiz değerlerinde azalma meydana gelmiş ve sonucunda raf ömründe kısalma gerçekleşmiştir. %6 veya %12 kalsiyum askorbat uygulanarak MA paketlerde depolanmış veya %20 kalsiyum askorbat uygulanarak açıkta veya MA'da paketlenmiş olanların 21-28 gün raf ömrüne sahip olduğunu belirlenmiştir. Dilimlerin antioksidan seviyeleri (FRAP ve DPPH) raf ömrü ile ilişkili olmuş ve 2 g/kg'ın üzerinde kalan bir antioksidan aktivitesinin, Braeburn elma dilimlerinde uzun raf ömrü elde etmek için asgari düzeyde olabileceği düşünülmüştür (Aguayo ve ark., 2010).

Sabır ve Kurtaran (2015), yaptıkları çalışmada son zamanlarda kimyasal maddelere hassasiyetten dolayı kararmanın engellenmesinde askorbik aside alternatif olarak limon suyu kullanılarak muhafaza süresince kalite parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Dilimleri saf su (kontrol), %1 askorbik asit ve limon çözeltisine 5 dakika batırılarak 1 °C'de 21 gün muhafaza etmişlerdir. Dilimlenmiş elmalarda limon suyu uygulamasının dilim rengindeki kararmanın geciktirilmesi, ağırlık kaybının azaltılması, sertlik ve C vitamini değerinin korunmasında askorbik asit uygulamasına benzer sonuçlar verdiği ve kalite özelliklerinin korunmasında kontrole oranla olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir Sonuçta doğal bir uygulama olan limon suyunun dilimlenmiş elmalarda kararmayı engelleyici olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Taze kesilmiş elmalar, meyve kalitesinin hızla azalmasına neden olan yüksek oranda bozulma, su kaybı ve kesilmiş yüzey kararmaları nedeniyle kısa bir raf ömrüne sahiptirler. Saba ve Sogvar (2016) tarafından yapılan çalışmada, karboksimetil selüloz (CMC) kaplamasının $CaCl_2$ ve askorbik asit (AA) ile kombinasyonunun etkinliği araştırılmıştır. Elma dilimleri saf su (kaplanmamış), CMC (%1) + $CaCl_2$ (%0.5) veya CMC (%1) + $CaCl_2$ (%0.5) + AA'da (%2) çözeltilerine 5 dakika süreyle daldırılmış, 4 °C ve %90-95 oransal nemde depolanmıştır. Uygulamalar dilimlerde kararmanın önlenmesi ve sertliğin korunmasında etkili olurken, çözünebilir kuru madde içeriği, titre edilebilir asitlik ve pH değişimlerini geciktirmiştir. Kararma indeks değeri AA ile birlikte kullanılan CMC uygulamasında, tek başına CMC uygulamasındaki değere göre daha düşük bulunmuştur. Uygulama yapılmış dilimlerin C vitamini ve antioksidant kapasitesi uygulama yapılmamışlara oranla daha yüksek bulunmuştur. Depolama

süresince yüzey kaplama uygulamasının dilimlerin toplam fenol ve flavonoid içeriği ve polifenol oksidaz ve peroksidaz aktivitelerindeki değişimleri azalttığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, CMC + AA kombinasyonun taze kesilmiş elmaların kalitesinin korunması ve yüzey kararmasını azaltılmasında yararlı bir uygulama olduğu belirtilmiştir.

Salminen ve Russotti (2017), yaptıkları çalışmada askorbik asit (AA) ve yeşil çay özütü (GTE) kombinasyonunun taze kesilmiş Red Delicious elma dilimlerinin kararmasını önlemeye etkisi incelemişlerdir. Maliyet, tat ve kararmaya karşı etkinliğinin sağlanması amacıyla %3 AA ve %0.1 GTE konsantrasyonları seçilmiştir. Tek başına %3 AA uygulaması elma dilimlerinde kararmayı sadece 4-6 gün süreyle engellerken, kombinasyon uygulamasının 14 güne kadar engellediği belirtilmiştir. GTE tek başına elma dilimlerinde belirgin şekilde kararmaya neden olurken, bu etkinin askorbik asit ile birlikte kullanıldığında kararmayı engelleyici etkiye neden olduğu belirtilmiştir. Yeşil çay özütünün kendi antioksidan özelliklerine bağlı olarak dilimlerde askorbik asit düzeyini korumaya yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, askorbik asit ve yeşil yaş özütünün birlikte kullanımının taze kesilmiş elma dilimlerinin kararmasının önlenmesinde olumlu etki sergilediği belirtilmiştir.

Özdemir ve Gökmen (2017), yaptıkları çalışmada nar tanelerinin raf ömrünü uzatmada yenilebilir kaplama olan kitosan ile askorbik asidin birlikte kullanımı değerlendirilmiştir. Çeşitli konsantrasyonlarda kitosan ve askorbik asit ile kaplanmış nar taneleri 5 °C'de 28 gün boyunca depolanmıştır. Depolama sırasında kaplanmış ve kontrol (kaplanmamış) örneklerinin antosiyanin, organik asit ve şeker içeriğinde önemli bir farklılık olmamıştır. Depolama süresince kitosan+askorbik kaplamanın, tanelerinin görsel kalitesini korumaya yardımcı olduğu ve taneler üzerinde bakteri ve mantar gelişimini engellediği belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kitosan-askorbik kaplamanın tanelerde mikroorganizma gelişimini yavaşlattığı ve raf ömrünün 21 güne kadar uzatılabileceği belirlenmiştir.

Taze kesilmiş ürünlerde meydana gelen enzimatik ve enzimatik olmayan kararmaların önlenmesinde kimyasal yöntemlerin yanında fiziksel yöntemler de yaygın olarak kullanılmaktadır. İşleme ve depolama sırasında düşük sıcaklık ürünlerde metabolik aktiviteyi yavaşlatmakta, dolayısıyla enzimatik kararmaları da önlemektedir. Taze kesilmiş ürünlerde metabolik aktivitenin yavaşlatılması amacıyla donma noktasının hemen üzerindeki sıcaklıklarda depolama kalitenin korunmasında oldukça önemlidir (Barrett ve Garcia, 2002).

Enzimlerin yüksek sıcaklıklarda inaktive olmaları geri dönüşümsüz bir olaydır. Buna karşın 0 ºC'nin altındaki sıcaklıklarda enzimlerde bir inaktivasyon olmamakla birlikte enzim aktivitesi azalmaktadır. Enzim aktivitesindeki bu azalma ise geri dönüşlü bir olaydır yani sıcaklık artınca enzimler tekrar aktivitelerini kazanmaktadırlar (Cemeroğlu, 2007).

Taze kesilmiş 'Braeburn' elma dilimleri, soğuk su (2 dakika boyunca 4 °C) veya sıcak suya (2 dakika boyunca HWT, 48 °C veya 55 °C) batırılmış ve takiben 0 veya % 6 sulu kalsiyum askorbat (CaAsc, 2 dakika, 0 °C) ile muamele edilmiştir. 4 °C' de 28 gün süreyle muhafaza edilen dilimlerdeki kalite değişimlerinin belirlenmesi amacıyla mikrobiyal sayımlar, kararma ve duyusal değerlendirmedeki değişiklikler belirlenmiştir. Antioksidan düzeylerindeki değişiklikler, serbest radikal aktivitesi (DPPH), indirgeme aktivitesi (FRAP), askorbik asit içeriği (AA) ve polifenol içerik (HPLC) kullanılarak ölçülmüştür. CaAsc çözeltisine daldırmanın dilimlerde parlaklık ve hue açı değerini arttırarak kararmayı azaltmada güçlü etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. %6 CaAsc çözeltisi uygulanmış taze kesilmiş elmalarda genel kabul edilebilirlik 7 günden 14 güne kadar uzatılabilmiştir. Dilimlerdeki askorbik asit içeriği, CaAsc uygulanmış olanlarda uygulama yapılmamışlara göre 5 kat daha fazla bulunurken, sıcak su ve CaAsc kombinasyonunda yedi kat artışa neden olmuştur. Sıcak su uygulamasının CaAsc ile birlikte kullanımının dilimlerin kabul edilebilirliğini 21 güne kadar uzattığı belirlenirken, sıcak su kullanılmamışlarda bu değer 14 günle sınırlı kalmıştır. Çalışma sonucunda, 48 °C'de 2 dakika sıcak su uygulaması sonrası %6 CaAsc uygulamasının elma dilimlerinin yeme kalitesini korumada en etkili uygulama olabileceği belirtilmiştir (Aguayo ve ark., 2015).

Taze kesilmiş ürünlerde, kararma reaksiyonlarının yavaşlatılmasında ortamda bulunan oksijen miktarının azaltılması önemli rol oynamaktadır. Modifiye atmosferde paketleme ve yenilebilir film kaplamaları bu amaçla en yaygın kullanılan fiziksel yöntemlerdir (Wiley, 2017). Yenilebilir film kaplamalar, taze kesilmiş ürünlerde kesilen bölgelerde ince bir koruyucu tabaka oluşturarak ürünlerde solunum oranı, su kaybı ve renk değişimlerini yavaşlatmaktadır (Barrett ve Garcia, 2002).

Supapvanich ve ark. (2016), taze aloe vera jelinin doğal kaplama etkisinin (A. vera) taze kesilmiş Taaptimjaanda elma çeşidinde kararmayı azaltıcı etkisini araştırmışlardır. Taze kesilmiş meyveler 2 dakika süreyle 0, %25, %75 ve %100 (v/v) konsantrasyonlarındaki A.vera jeline batırılmış ve 4±1 °C'de 6 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Depolama süresince toplam fenolik (TP) içeriği, antioksidan ve polifenol

oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD), beyazlık indeksi (WI), kararma indeksi (BI), toplam renk farklılığı ve duyusal kalite özellikleri belirlenmiştir. Depolama süresince, taze kesilmiş meyvelerin parlaklık ve beyazlık indeksi değerleri azalırken, kararma indeksi toplam renk farklılığı değerlerinin arttığı belirtilmiştir. Özellikle %75 A. vera kaplamasının parlaklık ve beyazlık indeks değerinin koruduğu, kararma indeksi ve toplam renk farklılığı değerlerindeki artışı geciktirdiği belirtilmiştir. Ayrıca %75 aloe vera uygulanmış taze kesilmiş dilimlerin en düşük kararma skoru ve en yüksek kabul edilebilir panelist puanına sahip olduğu belirlenirken, toplam fenol içeriği ve PPO aktivitesindeki artışın geciktirilmesinde de etkili olmuştur. Araştırıcılar, taze kesilmiş elma dilimlerinde aloe vera ile kaplamanın depolama süresince kalitenin korunması ve kararmasının geciktirilmesinde etkili bir uygulama olabileceğini belirtmişlerdir.

Yenilebilir kaplamaların kullanılması soğuk hava depolama esnasında meyve kalitesini korumak için yeni bir teknolojik alternatif olarak kullanılabilmektedir. (Chiabrando ve Giacalone, 2016c), üç farklı yenilebilir film kaplama materyalinin (%2 kitosan, %1.5 sodyum alginat, %1.5 kitosan ve %2 sodyum alginat içeren kombine çözelti) dilimlenmiş nektarinlerde kalite özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Sodyum alginat uygulamasının sertlik ve titre edilebilir asitlikteki azalışı yavaşlattığı, polifenol oksidaz enzim aktivitesini engelleyerek meyve kararmasını geciktirdiği belirtilmiştir. Araştırıcılar yenilebilir sodyum alginat uygulamasının taze kesilmiş nektarinlerin kalitesinin geliştirilmesi ve depo ömrünün uzatılmasında etkili bir uygulama olabileceğini vurgulamışlardır.

Taze kesilmiş Golden Delicious elma çeşidinin kalitesini ve raf ömrünü artırmak amacıyla soya protein bazlı yenilebilir kaplamanın ferulik asit ile birlikte kullanım etkinliği araştırılmıştır. 10 °C'de 7 gün süreyle depolanan taze kesilmiş elmalarda, kontrol grubu olarak ticari olarak kullanılan sodyum karbonat (10 g / L) ile kaplanmış ve kaplanmamış dilimler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ferulik asit içeren kaplamaların etkinliğinin büyük oranda pH düzeyine bağlı olduğu belirtilmiştir. 4.0 g/L ferulik asit içeren ve pH 7.0'da olan çözeltinin taze kesilmiş elmaların raf ömrünün uzatılmasında potansiyel bir uygulama olduğunu belirlenmiştir (Alves ve ark., 2017).

Enzimatik kararmanın önlenmesinde fiziksel ve kimyasal metotların kullanılarak kontrol edilmesine karşılık bu metotların birlikte kullanımının daha etkili olabileceği belirtilmektedir (Barrett ve Garcia, 2002).

Putnik ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada, taze kesilmiş bazı elma çeşitlerinde (Idared, Golden Delicious, Gala, Gloster, Cripps Pink, Braeburn ve Fuji) depolama

esnasında görülen renk değişimlerine ultrason ile ve ultrason uygulanmaksızın farklı kararmayı engelleyici maddelerin (askorbik asit + sitrik asit, askorbik asit + NaCl, NaCI, sitrik asit ve Ca-ascorbat) etkinliğini değerlendirmişlerdir. Uygulamalar sonucunda taze kesilmiş olarak değerlendirmede en iyi elma çeşitlerinin Cripps Pink ve Golden Delicious, uygulama solüsyon olarak da Ca-askorbat ve askorbik asit olduğu belirtilmiştir. Ultrasonlu uygulamalarda, en iyi solüsyon Ca-askorbat olmuştur. Taze kesilmiş elmalarda uzun süreli ultrason uygulamalarının kararmanın önlenmesi için yararlı olabileceği belirtilirken, kararmanın engellenmesinde Ca-askorbat ve taze kesilmiş elma çeşidi olarak da Cripps Pink 'in tavsiye edilebilir olduğu vurgulanmıştır.

Yenilebilir kaplamaların kullanılması soğuk hava depolama esnasında meyve kalitesini korumak için yeni bir teknolojik alternatif olabilmektir. Chiabrando ve Giacalone (2016b), tarafından yapılan çalışmada, farklı kaplamaların tek başına veya birlikte kullanımının, depolama süresince taze kesilmiş nektarinlerin kalitesine etkisi araştırılmıştır. Nektarin dilimlerine (*Prunus persica* L.) üç farklı kaplama solüsyonu (%2 kitosan, %1.5 sodyum alginat ve %3 kitosan + %2 sodyum alginat) uygulanmış ve 9 gün boyunca 4 °C'de %95 oransal nemde depolanmıştır. Dilimlerin sertliği uygulama yapılan bütün gruplarda eşit oranda korunmuştur. L * değeri depolamanın ilerlemesi ile birlikte azalırken, alginat ve alginat + kitosan kaplı meyvelerde daha düşük değerlerde kaldığı belirtilmiştir. Kitosan kaplama, meyve kalitesinde (ağırlık kaybı ve toplam çözünebilir kuru madde miktarı) önemli bir değişiklik olmaksızın soğuk depolama esnasında meyvenin metabolik aktivitesini düşürmüş, ayrıca mikroorganizmaların gelişimini de kontrol etmiştir. Kitosan uygulamasının ticari koşullarında taze kesilmiş nektarinlerin kalitesini koruyarak raf ömrünü artırmada umut verici bir yöntem olabileceği vurgulanmıştır.

Özdemir ve Gökmen (2017), nar tanelerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla kitosan ve askorbik asit uygulamalarının birlikte kullanımının ürün kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda kitosan ve askorbik asit ile kaplanmış olan nar taneleri 28 gün boyunca 5 ± 1 ^{0}C‘de depolanmıştır. Depolama esnasında tanelerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite özellikleri belirlenmiştir. Depolama esnasında kaplanmış ve kontrol (kaplanmamış) tanelerde antosiyanin miktarı, organik asit ve şeker içeriklerinde önemli bir farklılık tespit edilmediği belirtilmiştir. Kitosan-askorbik asit yüzey kaplama ile tanelerin görsel kalitelerinin korunduğu ve tane üzerindeki bakteri ve mantar çoğalmasının engellendiği tespit edilmiştir. Araştırıcılar, kitosan-askorbik asit kaplamanın mikroorganizmaların gelişim süresini

geciktirebileceğini ve 5 ^{0}C‘de depolama sırasında tanelerin raf ömrünü 21 güne kadar uzatabildiğini saptamışlardır. Duyusal değerlendirme sonucunda (renk, tat, aroma), 25 gün depolama sonunda kitosan-askorbik asit uygulanmış tanelerde kabul edilebilirlik sınır değerinin üstünde bir değer tespit edildiği belirtilmiştir.

Sumonsiri (2017), tarafından yapılan çalışmada, askorbik asit ve nisin’in taze kesilmiş Fuji elmalarının kalitesi üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Elma dilimleri, sodyum aljinat (%1), askorbik asit (%0-2) ve nisin (0-75 ppm) ile kaplanmıştır. Daha sonra, 4 °C'de depolama esnasında mikrobiyal gelişme, renk, sertlik, ağırlık kaybı ve duyusal nitelikleri ölçülmüştür. Kaplanmış meyveler, kontrol meyveleri ile karşılaştırıldığında mikrobiyal bozulmanın önemli ölçüde düşük çıktığı belirlenirken, renk, tekstür ve ağırlık kaybında değişikliklerin daha az gerçekleştiği saptanmıştır. Duyusal değerlendirmede, kaplanmış örnekler aynı depolama günlerinde kontrol örneklerinden önemli derecede daha yüksek kabul edilebilirlik puanları aldığı belirtilmiştir.

Speranza ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada, taşıyıcı probiotik olarak görev yapan *Lactobacillus plantarum’un* taze kesilmiş elma ve kavun meyve parçalarında aljinat ve kitosan ile birlikte kullanımının etkileri incelenmiştir. Elma (Granny Smith) ve kavun parçalarına öncelikle kahverengileşmeyi engelleyici maddeler (sitrik ve askorbik asit) uygulanmıştır. Daha sonra meyve parçaları, L. *plantarum* c19 (9 log cfu / ml) içeren bir çözeltiye batırılmış ve aljinat veya kitosan ile kaplanmıştır. Probiyotik ve kaplama yapılmayan örnekler kontrol olarak kullanılmıştır. Tüm örnekler 4 °C'de 14 gün boyunca açıkta veya modifiye atmosfer paketlerde (%65 N_2, %30 CO_2 ve %5 O_2) depolanmış ve pH, renk, poşet içindeki 0_2 ve CO_2 oranları, mikrobiyoloji (mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri, mayalar ve küfler) analizleri yapılmıştır. Aljinat kaplamanın L. *plantarum'un* canlılığını etkilemediği, kitosan kaplamadan daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir. Kontrol örneklerinde probiyotiklerin inokülasyonu rengi olumsuz yönde etkilediği, ancak kaplama ile bu olumsuz etkinin ortadan kalktığı belirtilmiştir.

Volpe ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada, kararmayı engelleyici maddeler (%1 sitrik asit, %1 askorbik asit, %1 $CaCl_2$) ile biyopolimer kaplamaların (%1 kitosan, %2 kitosan, 2/1 oranında kazeinat / kitosan karışımı) birlikte kullanımının minimal işlenmiş elmalarda raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Araştırma iki aşamada yürütülmüştür: İlk aşamada, kaplama bileşiminin meyve yüzeyindeki (SEM) kaplamaların mikro yapı analizi, solunum hızı, su direnci ve renk özelliklerine etkisi incelenmiştir. İkinci

aşamasında, seçilen kaplama materyali ile kaplanmış elmaların 5 °C'de raf ömrü süresince sertlik, pH, oransal nem ve renk gibi kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Kararmayı engelleyici madde içine batırılarak kaplanmamış örnekler kontrol olarak kullanılmıştır. Tüm yüzey kaplama uygulamalarının dilimlenmiş elmaların solunum hızını düşürdüğü belirlenirken, kazeinat / kitosan kaplama uygulamasında renk özellikleri açısından kontrol örneklerinden önemli farklılık meydana gelmediği belirtilmiştir. Kitosan-kazeinat kaplama uygulamasının 5 °C'de depolanan dilimlenmiş elmalarda raf ömrünü 7 günden 11 güne uzatabildiği vurgulanmıştır.

Vivek ve Subbarao (2018), tarafından yapılan çalışmada, taze kesilmiş kivi meyve örnekleri, sırasıyla %0 (kontrol), %0.6, % 0.8 ve %1 konsantrasyonlarda kitosan çözeltisi ile kaplanmıştır. Kaplanmış meyveler önce sterilize edilmiş, daha sonra kilitli torbalara konularak 10 gün boyunca 5 ± 1 °C'de depolanmıştır. Kitosan kaplamanın, taze kesilmiş kivi meyvelerinin yaşlanmasını geciktirdiği, mikroorganizma gelişimini en aza indirgeyerek duyusal kaliteyi (renk, koku, tat, doku ve genel olarak beğeni) korumada etkili olduğu belirlenmiştir. 5 °C'de 10 gün boyunca muhafaza edilen taze kesilmiş kivi meyvesine uygulanan %0.8 ve %1.0 'lik kitosan kaplama uygulamasının ağırlık kaybı, oransal nem ve mikroorganizma gelişimini önemli ölçüde azalttığı ve sodyum hipoklorit (NaClO) uygulaması ile kombine edilen ultrasonun duyusal kalitesini geliştirdiği belirtilmiştir.

Kumar ve ark. (2018), yaptıkları çalışmanın amacı, genel kaliteyi takip etmek ve taze kesilmiş elma dilimlerinin raf ömrünü uzatmaktır. Taze kesilmiş elma dilimlerine kararmayı engelleyici maddelerin tek başına veya yenilebilir kaplama ile birlikte kullanımının fiziksel (renk, ağırlık ve sertlikte fizyolojik kayıp), biyokimyasal (askorbik asit, toplam antioksidan, fenol, polifenol oksidaz ve peroksidaz enzimleri), mikrobiyal kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Genel olarak, karboksimetil selüloz ve aloe vera kaplamaları, kararmayı engelleyici maddeler ile birlikte kullanıldığında dilimlerin kalitesinin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Yüzey kaplama uygulamalarının mikrobiyal gelişim ile polifenol oksidaz ve peroksidaz enzim aktivitesinde önemli oranda azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda karboksimetil selüloz ve aloe vera kaplamanın; kararmayı önleyici maddeler ile birlikte kullanımının depolanmış elma dilimlerinin kalitesini arttırdığı saptanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma 2018 yılında Selçuk Üniversitesi'ne ait Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarı ve Soğuk Hava Deposunda yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak taze kesilmiş ürünlerde ticari olarak en çok tercih edilen Granny Smith ve Fuji elma çeşitleri kullanılmıştır.

Granny Smith'in ağaçları zayıf-orta kuvvette yarı diktir. Meyvesi orta iri-iri, sulu, ekşi, kısmen kalın kabuklu, meyve eti yeşilimsi-beyaz renkli ve gevrektir. Meyve kabuk rengi zemin üzerine donuk sarı renklidir, her yıl bol ürün verir. Derimi Ekimin 4. haftası ile Kasımın 1. haftasıdır. Meyveleri uygun şartlarda soğuk depolarda 9 aya kadar saklanabilir (Valizadeh, 2011).

Fuji'nin ağaçları yana ve yukarı doğru büyüyen yapıda çok güçlüdür. Meyvesi orta iri- iri, tatlı, sulu, yeme kalitesi yüksek, meyve eti krem renkli, sert ve gevrektir. Meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine donuk kırmızımsı, portakal renklidir. Derimi ekim ayının 2. haftasıdır. Depo dayanımı iyi bir çeşittir (Durna, 2010).

3.2. Yöntem

Karaman'da ticari bir bahçeden ticari olgunlukta hasat edilen elmalar zararlanmaları engellemek amacıyla hızlı bir şekilde Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Hasarlanmış elmalar ayrılarak, büyüklük ve renk bakımından bir örnek elmalar seçilerek dilimlenmek üzere 6 eşit gruba ayrılmıştır.

Meyveler dilimleme öncesi çeşme suyu ile yıkanmış, daha sonra herhangi bir bulaşmayı engellemek amacıyla %1 hipoklorit içeren solüsyona 5 dakika süreyle batırılarak tekrar saf su ile yıkanmış ve bir süre oda koşullarında kurumak üzere bekletilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan elma çeşitlerinin hipokloritli çözeltide bekletilmesi ve kurutulması

Meyveler zarar görmeyecek şekilde elma dilimleyicisi ile 8 eşit parçaya bölünmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Elmalarda dilimleme işlemi

İlk grup dilimlenen meyvelere hiçbir uygulama yapılmadan her tabakta 12 dilim meyve olacak şekilde polystren tabaklara tartılarak kontrol grubu meyvelerden oluşturulmuştur. İkinci grup dilimlenen meyveler %2 askorbik asit çözeltisine, üçüncü grup dilimlenen meyveler %1 sitrik asit çözeltisine, dördüncü grup dilimlenen meyveler %1 kitosan çözeltisine, beşinci grup dilimlenen meyveler %2 askorbik asit+%1 kitosan çözeltisine, son grup dilimlenen meyvelere ise %2 sitrik asit+%1 kitosan çözeltisine 5 dakika süreyle batırılmıştır.



Şekil 3.3. Dilimleme sonrası kalite koruyucu çözeltilerin uygulanması

Uygulamalar sonrası elma dilimleri üzerlerindeki fazla suyun uzaklaştırılması amacıyla bir süre kurutma kağıdı üzerinde bekletilmiş ve daha sonra polystren tabaklara yerleştirilerek üzerleri film ile kapatılmıştır.



Şekil 3.4. Uygulama sonrası örneklerin kurutulması, tabaklara yerleştirilmesi ve ambalajlanması

Kontrol ve uygulama yapılmış dilimler 4 °C'de %90 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Dilimlenmiş elmalarda depolama başlangıcı ve muhafaza süresince 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerde aşağıda belirtilen kalite parametre analizleri yapılmıştır.

3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.3.1. Ağırlık kaybı

Dilimlerin yerleştirildiği polystren tabaklar, muhafaza deposuna konulmadan önce numaralandırılıp hassas terazide tartılmıştır. Depolama süresince analiz günlerinde bu tabaklar tartılarak çalışma sonunda meydana gelen farklılıklar % ağırlık kaybı olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır

Ağırlık kaybı (%)= $[(A_1-A_2)/A_1]*100$

A_1: Başlangıç ağırlığı; A_2: Son ağırlık

3.3.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Her uygulamadaki dilimlerden meyve suyu çıkartılmış ve el refraktometresi ile ölçülerek % SÇKM oranı belirlenmiştir.

3.3.3. Titre edilebilir asit miktarı (TA)

Elma dilimlerinden elde edilen suyun 5 ml alınarak üzeri saf su ile 50 ml'ye tamamlanmış ve 0.1 N NaOH ile pH'sı 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanarak malik asit cinsinden % olarak değerlendirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

Titrasyon asitliği (%) = [(V*F*E)/M]*100

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı
F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü
E: 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı (Malik asit= 0.0067)
M: Titre edilen örnek miktarı (ml)

3.3.4. Dilim rengi

Depolama süresince her bir tabaktan 6 dilimin karşıt yüzeyleri CR 400 model Minolta marka renk cihazı kullanılarak L* a* ve b* değerleri okunarak gerçekleştirilmiştir. Renk değişimlerini belirlemede hue açı (h°) değeri hesaplanmıştır (McGuire, 1992).



Şekil 3.4. Dilimlerde renk ölçümleri

3.3.5. Kararma indeksi

Şeker içeren ürünlerde kararmanın bir göstergesi olarak kullanılan kahverengi renk yoğunluğu kararma indeksi olarak ifade edilmiştir. Dilimlerde muhafaza süresince

meydana gelecek kararmalar aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Perez-Gago ve ark., 2006; Augusto ve ark., 2016).

Kİ= [100 x (X-0.31) / 017]

$X= [(a^* + 1.75 \times L^*) / (5.645x\ L^* + a^* - 3.012 \times b^*)]$

3.3.6. Dilim sertliği

Muhafaza süresince dilim sertliği her dilimin 2 farklı bölgesinden dijital penetrometre ile ölçülmüş ve sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir.

3.3.7. Askorbik asit (C vitamini) içeriği (mg/100g)

Askorbik asit miktarı Pearson ve ark. (1970)'e göre boya çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Dilimlenmiş elmalar blender ile püre haline getirildikten sonra 5 g meyve örneği tartılıp üzerine 45 mL %0.4 oksalik asit eklenerek süzülmüştür. Elde edilen süzüntüden 1 mL alınarak üzerine 9 mL boya çözeltisi ($C_{12}H_6Cl_2NO_2$-Na) eklenip spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Standart olarak 1 ml süzüntü üzerine 9 mL saf su eklenerek elde edilen kullanılmıştır.

Meyve Ekstraksiyonu

Muhafaza edilen domateslerde toplam fenol ve toplam antioksidan aktivitenin belirlenmesi amacıyla Thaipong ve ark. (2006) tarafından tanımlanan yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak meyve ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Domatesler blender yardımı ile (Waring 8010EG, ABD) püre haline getirildikten sonra 25 mL methanol ile Ultra-Turrax homojenizatör (IKA, T18 digital, Staufen, Germany) kullanılarak 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Elde edilen çözelti 16 saat 4 °C'de tutulduktan sonra soğutmalı santrifüjde 8000 x g'de 15 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı alınarak kahverengi şişelerde analiz edilinceye kadar -20 °C'de saklanmıştır.

3.3.8. Toplam fenol miktarı

Meyve ekstraksiyonundan 100 µL alınıp üzerine saf su eklenerek balon jojeye alınmıştır. Bu karışım üzerine Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek çalkalanmış ve 3 dakika süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiş ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. 25 °C'de 2 saat inkübe edilen

çözelti spektrofotometre'de 760 nm dalga boyunda okunmuş ve sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Singleton ve ark., 1999).

3.3.9. Toplam antioksidan aktivite

Antioksidan miktarının belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu uygulanmıştır. 150 µL örnek ekstraktın üzerine 2850 µL FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Elde edilen değerler 10-100 µmol/l konsantrasyonlarında hazırlanan trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) standart eğrisi ile hesaplanarak FRAP antioksidan aktivitesi µmol trolox eşdeğeri (TE) g^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

3.3.10. Duyusal analiz

Duyusal analiz dilimlenmiş elmalarda panelistler tarafından analiz dönemlerinde gerçekleştirilmiştir. Panelistler dilimlenmiş elmalarda dış görünüm, sertlik ve renk özelliklerini 1-9 skalası (9 = mükemmel, yeni kesilmiş özellikte; 7 = çok iyi; 5 = iyi, pazarlanabilir sınır; 3 = yeterli, kullanılabilirlik sınırı; ve 1 = kötü, tüketilemez) kullanarak yapmıştır (Perez-Gago ve ark., 2006).

3.4. İstatistiksel Analiz

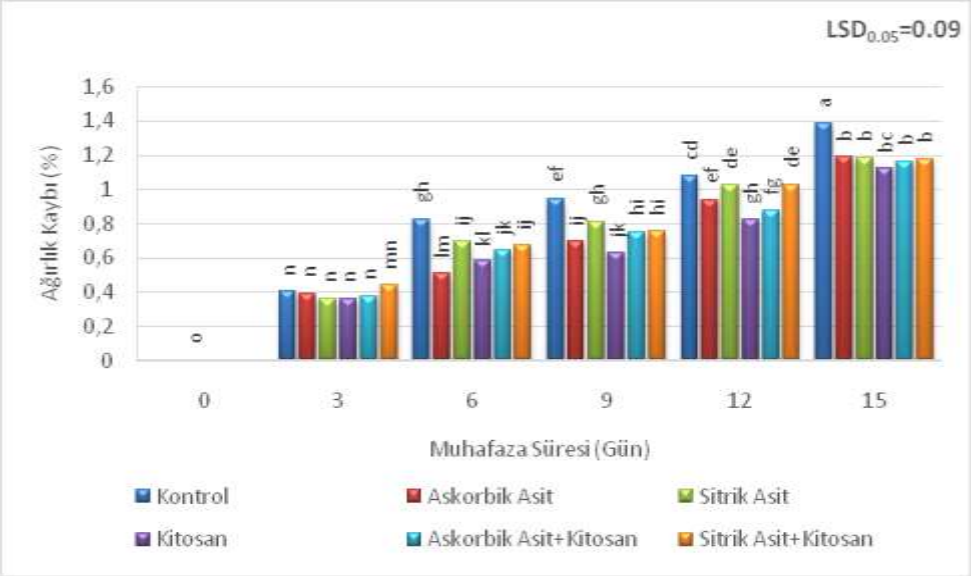
Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Muhafaza süresince analizler, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 adet dilim olacak şekilde yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler JMP paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ($P<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Ağırlık Kaybı

Soğukta muhafaza süresince depolama öncesi uygulamaların Granny Smith elma dilimlerinde ağırlık kaybına etkisi Şekil 4.1'de gösterilmiştir. 15 günlük depolama süresince ağırlık kaybı üzerine muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

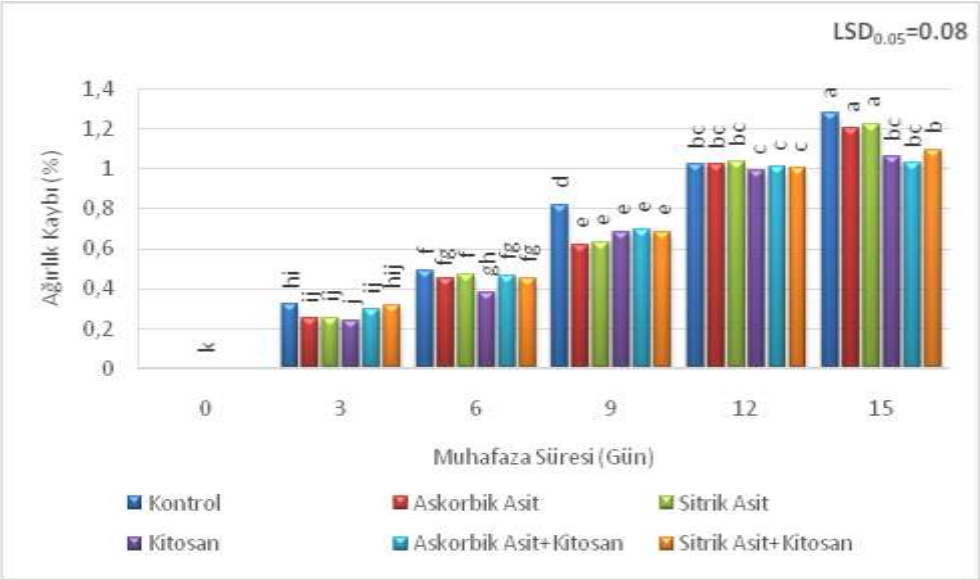
Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte dilimlerde ağırlık kaybında artış görülmüş ve bu kaybın geciktirilmesinde hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu belirlenmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda ağırlık kaybı en fazla kontrol grubu dilimlerde meydana gelmiştir (%1.38). Bunu sırasıyla askorbik asit ve sitrik asit (%1.18), sitrik asit + kitosan (%1.17), askorbik asit + kitosan (%1.16) uygulamaları takip etmiştir ve bu uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. En az ağırlık kaybı ise kitosan (%1.12) uygulaması yapılan dilimlerde görülmüştür.



Şekil 4.1. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların ağırlık kaybı üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Depolama öncesi farklı uygulamaların muhafaza süresince Fuji elma dilimlerinde ağırlık kaybına etkisi Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Taze kesilmiş elma dilimlerinde depolama boyunca ağırlık kaybında artış meydana gelmiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hasat sonrası uygulamaların ağırlık kaybı üzerine etkili olduğu, fakat askorbik asit+kitosan kombine uygulamasının ağırlık kaybındaki artışı geciktirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Depolama öncesi yapılan uygulamaların ağırlık kaybına etkisi incelendiğinde, en az ağırlık kaybı askorbik asit+kitosan uygulamasında belirlenirken (%1.02), bunu sırasıyla kitosan (%1.06), sitrik asit+kitosan (%1.09), askorbik asit (%1.19) ve sitrik asit (%1.22) uygulaması takip etmiştir. Fuji çeşidinde yenilebilir film kaplamanın tek başına veya kararmayı engelleyici maddelerle birlikte kullanıldığında ağırlık kaybını azaltmada daha etkili sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresinin sonunda en fazla ağırlık kaybı kontrol grubu (%1.28) dilimlerde meydana gelmiştir.



Şekil 4.2. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların ağırlık kaybı üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ağırlık kaybı taze kesilmiş ürünlerde kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir ve muhafaza süresince artış gösterir. Ürünlerin tazelik göstergesini önemli ölçüde etkileyen ağırlıkta meydana gelen azalma daha çok üründen su kaybı şeklinde gerçekleşmektedir (Liu ve ark., 2016). Taze kesilmiş ürünler kabuk olmaksızın geniş bir yüzey alanına sahip olması nedeniyle kayıp miktarları artmaktadır. Bu ürünlerde ticari olarak %4-6 arasında meydana gelen ağırlık kaybı sınır olarak kabul edilmekte ve değeri aşan ürünlerin renginde bozulma ve yüzeyinde buruşma meydana gelmektedir (Çetin, 2012). Elde ettiğimiz bulgularda bütün uygulamalarda muhafaza süresi sonunda ticari olarak kabul edilen sınır değerinin altında bir ağırlık kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir.

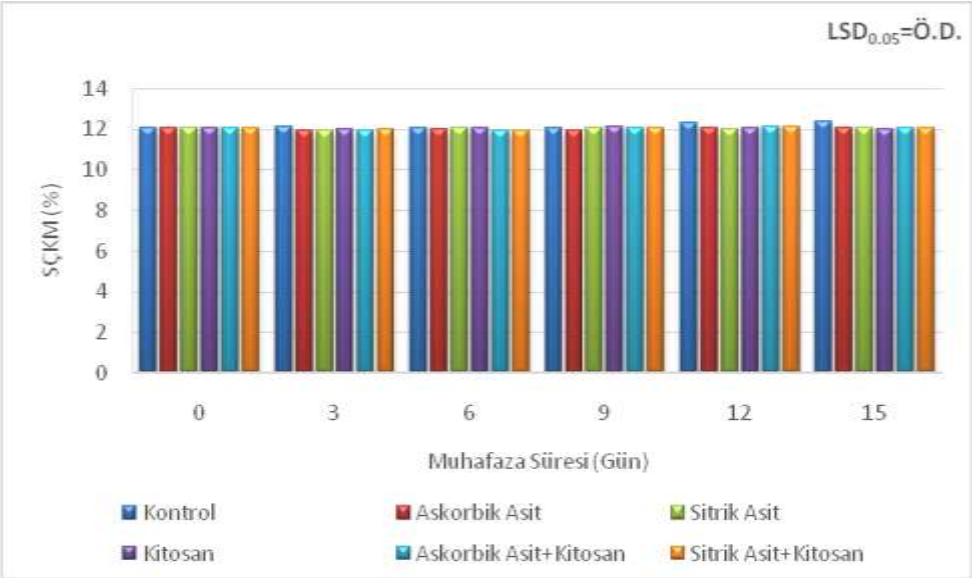
Yenilebilir film kaplamalar ürün ile çevresindeki atmosfer arasında oksijen, karbondioksit ve nem değişimlerine karşı yarı geçirgen bir gaz bariyeri oluşturur ve taze kesilmiş ürünlerde solunum, su kaybı ve oksidasyon reaksiyonlarında azalmayı sağlar. Yenilebilir kaplamalar su buharı bariyeri oluşturarak taze kesilmiş üründe nem kaybını

yavşlatmakta ve mikrobiyal gelişmeleri en aza indirmektedir. Film kaplama materyallerinin kararmayı veya mikrobiyal gelişimi engelleyici, besinsel ve tekstürel kaliteyi korumada etkili maddeler ile birlikte kullanımının raf ömrünü uzatmada daha olumlu sonuçlar verebileceği belirtilmiştir (Ayhan, 2017). Hem Fuji hem de Granny Smith elma çeşidinde kitosan uygulamasının tek başına veya kararmayı engelleyici maddelerle birlikte kullanımının su kaybını dolayısıyla ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada etkili olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bulgulara benzer şekilde Kumar ve ark. (2018) tarafından 'Royal Delicious' elma çeşidinde farklı kararmayı engelleyici maddelerin kitosan ile birlikte kullanımının dilimlerdeki ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada etkili olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Chiabrando ve Giacalone (2016b) tarafından yapılan çalışmada dilimlenmiş 'Big Top' nektarin çeşidinde 9 günlük depolama sonrası uygulamalara bağlı olarak %0.6-1.1 arasında ağırlık kaybı meydana geldiğini ve yüzey kaplama uygulamalarının ağırlık kaybı artışını geciktirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

4.2. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM)

Muhafaza süresince dilimleme sonrası uygulamaların Granny Smith elma çeşidinde suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisi Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine yapılan uygulamaların muhafaza süresince interaksiyonu, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

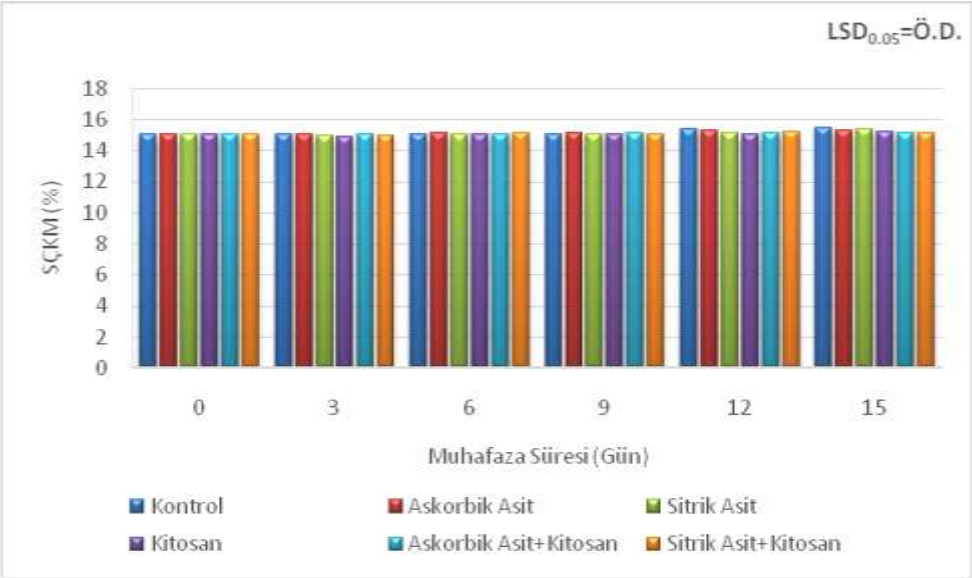
Muhafaza başlangıcında %12.06 olarak ölçülen suda çözünebilir kuru madde miktarı değeri, sürenin ilerlemesi ile birlikte uygulamalara bağlı olarak artış azalış şeklinde farklı değişimler göstermiştir. 15 günlük muhafaza süresinin sonunda askorbik asit, sitrik asit, askorbik asit+kitosan ve sitrik asit+kitosan uygulamalarında başlangıç değerine göre herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Kitosan uygulamasında suda çözünebilir kuru madde miktarı değerinde azalma meydana gelirken (%12.0), kontrol grubu dilimlerde (%12.4) artış tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların SÇKM üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.3977) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Fuji elma çeşidi dilimlerinde uygulamaların muhafaza süresince suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisi Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Taze kesilmiş elma dilimlerinde depolama boyunca suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Soğukta muhafaza edilen elma dilimlerinde başlangıçta %15.06 olan suda çözünebilir kuru madde miktarı değeri 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek kontrol grubu meyvelerde (%15.46) ölçülürken, bunu sırasıyla sitrik asit (%15.40), askorbik asit (%15.26) ve kitosan (%15.20) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise askorbik asit+kitosan (%15.13) ve sitrik asit+kitosan (%15.13) uygulamaları yapılan meyve dilimlerinde ölçülmüştür.



Şekil 4.4. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların SÇKM üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.3977) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

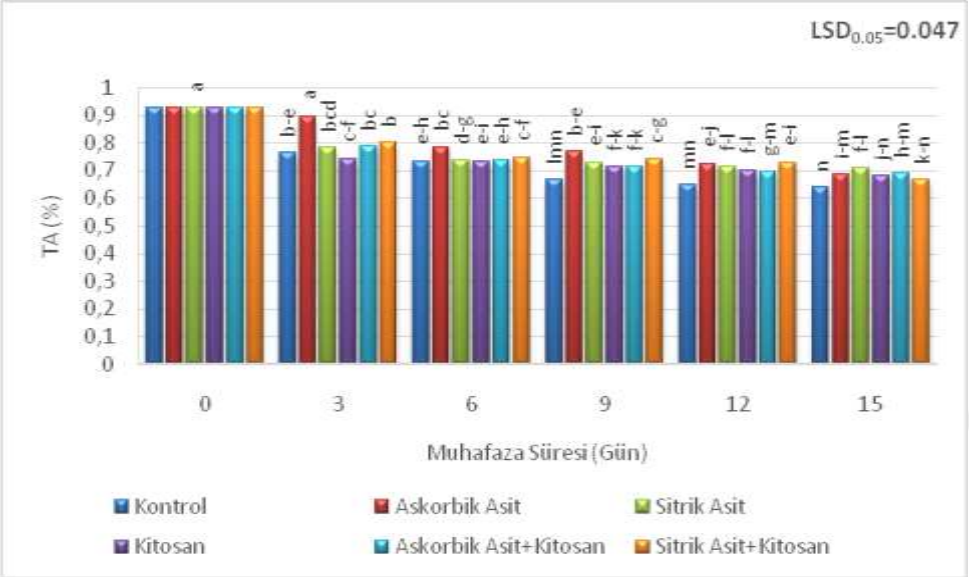
Şekerler taze meyve ve sebzelerin suda çözünebilir kuru madde içeriğindeki en büyük payı almaktadır. Elmalarda çeşide göre farklılık göstermekle birlikte %7-16 arasında değişen suda çözünebilir kuru maddenin %85'ini şekerler oluşturmaktadır (Kaynaş, 2017). SÇKM meyve kalitesi ve tüketicilerin tercihlerinin belirlenmesinde etkili bir faktördür. Elma nişasta oranı yüksek bir meyve türüdür. Meyve olgunlaşması ile birlikte nişasta parçalanmakta ve şeker miktarı ile birlikte SÇKM değeri de artmaktadır (Augusto ve ark., 2016). Elde ettiğimiz bulgularda SÇKM değerinde istatistiki açıdan önemli değişim kaydedilmezken, genel olarak dilimleme sonrası yüzey kaplama uygulamalarının SÇKM değerindeki değişimi yavaşlattığı tespit edilmiştir. Yüzey kaplama uygulamalarının ürünlerde metabolik aktiviteyi yavaşlattığı, bunun da polisakkaritlerdeki parçalanma reaksiyonlarını geciktirdiği ve sonucunda daha düşük SÇKM değeri ile sonuçlandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Augusto ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada %0.5 oranında hazırlanan farklı ekstraktların Fuji elma çeşidinde kuru madde miktarındaki değişimi önemli oranda azalttığını saptanmıştır Liu ve ark. (2016) kitosan+askorbik asit uygulanmış Fuji elma dilimlerinde kitosan veya kitosan+kalsiyum klorür uygulanmış dilimlere oranla daha düşük kuru madde oranı tespit edildiğini belirtmişlerdir.

4.3. Titre Edilebilir Asit Miktarı (TA)

Muhafaza süresince farklı uygulamaların Granny Smith elma dilimlerinde titre edilebilir asitlik miktarına (TA) etkisi Şekil 4.5'de gösterilmiştir. 15 günlük soğukta

depolama süresince TA miktarı üzerine muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

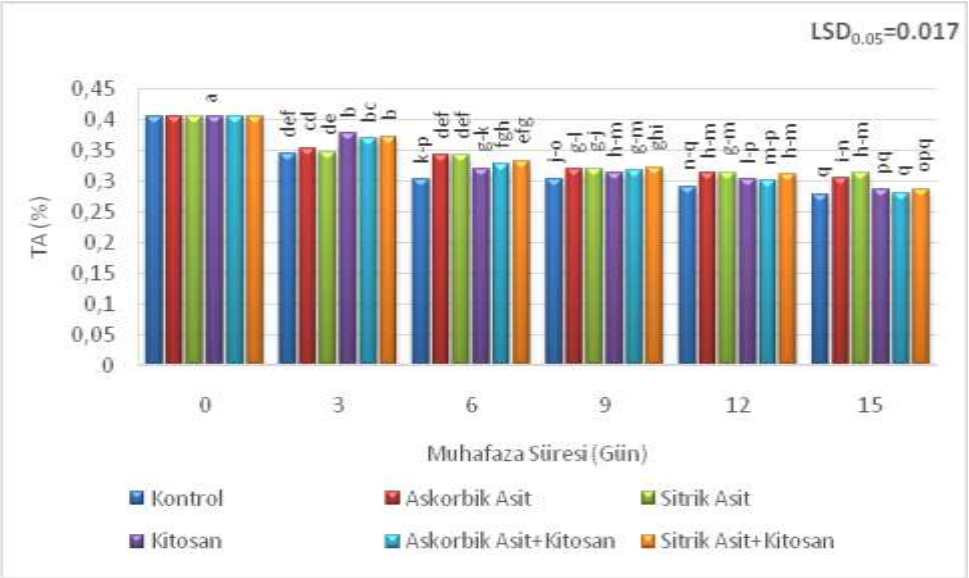
Başlangıçta %0.926 olarak ölçülen TA değerinde muhafaza süresince azalma meydana gelirken, değerin korunmasında dilimleme sonrası yapılan uygulamaların etkili olduğu görülmüştür. 15 günlük muhafaza süresi sonunda TA değerinde en fazla kayıp kontrol grubu dilimlerde meydana gelmiştir (%0.638). Değerin korunmasında en etkili uygulama sitrik asit (%0.706) iken, bunu sırasıyla askorbik asit+kitosan (%0.689), askorbik asit (%0.686), kitosan (%0.679) ve sitrik asit+kitosan (%0.667) uygulamaları takip etmiştir.



Şekil 4.5. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların TA (%) üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0130) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Fuji elma dilimlerinde muhafaza süresince farklı kalite koruyucu uygulamaların TA değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte bu çeşide ait dilimlerin TA değerinde azalış saptanmıştır.

Muhafaza süresinin başlangıcında %0.404 olarak ölçülen TA değeri, muhafaza süresince azalarak 15 günlük süre sonunda %0.277 ile %0.313 arasında değişim göstermiştir. TA değerini korumada en etkili uygulama sitrik asit olarak belirlenirken, en fazla azalış kontrol grubu dilimlerde meydana gelmiştir. Bu çeşide ait dilimlerde TA değerinde azalışın geciktirilmesinde askorbik asit ve sitrik asit uygulamaların tek başına kullanımının, kitosan ile birlikte kullanımlarından daha etkili sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların TA (%) üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0130) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Meyve ve sebzelerde şeker ile birlikte tadı oluşturan organik asitler aynı zamanda solunum metabolizmasının önemli bir enerji kaynağıdır. Solunum oranının artması ile birlikte organik asitlerde meydana gelen parçalanmanın hızlı olması sonucunda genel olarak olgunlaşma ile birlikte asit miktarının azalma gösterdiği belirtilmiştir (Chiabrando ve Giacalone, 2016a; Kaynaş, 2017). Bu bilgiler ışığında depolama süresince titre edilebilir asit değerinin azalması şeklindeki elde ettiğimiz bulgularımız literatür ile benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde Sabır ve Günal (2014) 21 gün muhafaza edilen Fuji elma dilimlerinde, Morais ve Argañosa (2010) 10 gün muhafaza edilen papaya dilimlerinde titre edilebilir asit değerinde azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Chiabrando ve Giacalone (2016b) nektarin dilimlerinde alginat uygulamaların asitlik kaybını yavaşlatmada etkili olduğu, bu etkinin yüzey kaplama uygulamalarının solunum ve diğer metabolik parçalanmayı yavaşlatmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yürüttüğümüz çalışmada da depolama süresince yüzey kaplama uygulamalarında azalışın daha az gerçekleştiği görülmüştür.

4.4.Dilim Rengi

Granny Smith ve Fuji elma dilimlerinin yüzey L* değerine ait değişimler sırasıyla Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Granny Smith elma dilimlerinde muhafaza süresince azalan L* değerine yapılan uygulamaların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcında 79.74 olarak ölçülen değer muhafaza süresince azalırken, bu azalış 3. günde özellikle

kontrol ve kitosan uygulanmış dilimlerde daha hızlı gerçekleşmiştir. 15 günlük muhafaza süresince askorbik asit uygulaması tek başına veya kitosan ile birlikte kullanıldığında L* değerindeki değişimi geciktirmede daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Sitrik asit uygulamasının kararmayı engellemedeki etkisi muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalış göstermiştir. 15 günlük depolama süresi sonunda en yüksek L* değeri askorbik asit+kitosan uygulamasında ölçülürken (71.19), bunu sırasıyla askorbik asit (71.03), sitrik asit (70.82) ve kitosan (70.57) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer sitrik asit + kitosan uygulamasında ölçülürken (69.51), kontrol grubu (69.53) dilimler bu uygulama ile istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların L^* değerine etkisi

Uygulama	Muhafaza süresi (Gün)					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	79.74 a	73.17 e-h	72.26 h-k	71.89 i-l	70.01 op	69.53 p
AA		77.68 b	74.69 d	73.65 d-g	71.79 i-m	71.03 k-o
SA		77.34 b	73.93 def	72.85 f-i	71.06 k-o	70.82 l-o
Ki		72.33 hij	72.23 h-k	72.11 h-k	70.60 m-p	70.57 m-p
AA+K		76.86 bc	74.19 de	72.41 g-j	71.39 j-n	71.19 j-o
SA+K		75.95 c	72.07 h-k	71.79 i-m	70.40 nop	69.51 p
$LSD_{0.05}$= 1.25						

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunda Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Fuji elma dilimlerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalan L* değerinin korunmasında askorbik asidin kitosan ile birlikte kullanımının etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Sitrik asit uygulamasının bu çeşitte de L* değerindeki değişime ilk 6 gün etkili olduğu, ancak ilerleyen sürelerde etkisinin görülmediği tespit edilmiştir. Dilimleme sonrası 75.71 olan değer, 15 günlük süre sonunda 67.86 (kontrol) ile 71.45 (askorbik asit+kitosan) arasında değişim göstermiştir. 15. günde sitrik asit +kitosan uygulaması kontrol ile aynı istatistik grupta yer almıştır (67.92).

Çizelge 4.2. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların L^* değerine etkisi

Uygulama	Muhafaza süresi (Gün)					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	75.71 a	72.34 b-e	70.55 g-k	69.77 i-l	69.46 jkl	67.86 m
AA		73.45 b	72.62 bcd	70.77 f-j	70.78 f-j	70.07 h-l
SA		72.70 bcd	72.37b-e	72.15 b-f	70.78 f-j	68.67 lm
Ki		71.45 c-h	71.06 e-i	70.23 h-k	71.38 c-h	70.23 h-k
AA+K		72.61 bcd	72.77 bc	71.27 d-h	71.06 e-i	71.45 c-h
SA+K		71.83 c-g	71.12 e-i	69.70 i-l	69.26 klm	67.92 m
$LSD_{0.05}$= 1.44						

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunda Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Dilimlerde meydana gelen renk değişimlerini belirlemek amacıyla hesaplanan hue açı değerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte bütün uygulamalarda azalma görülmüştür (Çizelge 4.3). Bu azalma kararmayı engelleyici maddelerin kullanılmadığı kontrol ve kitosan uygulamalarında muhafazanın ilk 3 günü daha hızlı gerçekleşmiştir. Muhafaza süresi sonunda hue açı değerinin korunmasında askorbik asit en etkili uygulama olarak belirlenirken (96.82°), askorbik asit + kitosan uygulaması (96.70°) bu uygulama ile istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük hue açı değeri kontrol grubu dilimlerde ölçülmüştür (90.09°). Kontrol grubu dilimlerde başlangıca değerine göre hue değerinde %18.18 azalma kaydedilirken, askorbik asit ve askorbik asit + kitosan uygulamalarında bu azalış sırasıyla %12.06 ve %12.18 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.3. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların hue açı değerine etkisi

Uygulama	Muhafaza süresi (Gün)					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	110.10 a	96.57 fgh	96.53 f-i	96.04 g-j	92.80 l	90.09 n
AA		105.29 b	101.05 d	97.01 fg	96.95 fg	96.82 fg
SA		104.07 c	98.31 e	96.15 g-j	95.22 jk	94.44 k
Ki		98.27 e	96.61 fg	95.49 h-k	93.16 l	93.09 l
AA+K		104.81 bc	100.87 d	97.38 ef	96.80 fg	96.70 fg
SA+K		100.25 d	95.46 ijk	95.94 g-j	93.13 l	91.23 m
$LSD_{0.05}$= 1.09						

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunda Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Fuji çeşidine ait dilimlerin hue açı değerindeki değişimlere uygulama x muhafaza süresi interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İlerleyen

muhafaza süresi ile birlikte meyve etindeki kararmaya bağlı olarak azalan hue açı değerinin korunmasında tüm muhafaza süresince askorbik asit uygulamasının tek başına veya kitosan ile birlikte kullanıldığında daha etkili sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Muhafaza başlangıcında 95.88° olarak ölçülen değer, 15 günlük süre sonunda %9.94 oranında azalarak en düşük kontrol grubu dilimlerde ölçülmüştür (86.34°). Hue açı değerinin korunmasında en etkili uygulama başlangıca göre değeri %4.83 azalan askorbik asit + kitosan uygulaması olmuştur (91.25°). Sitrik asit uygulamasının kitosan ile birlikte kullanıldığı uygulamada özellikle muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte hue açı değerindeki azalış kontrole benzer düzeyde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.4. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların hue açı değerine etkisi

Uygulama	Muhafaza süresi (Gün)					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	95.88 a	91.21 g-j	90.56 i-l	89.64 l-o	88.51 op	86.34 q
AA		94.25 b	93.92 bc	92.96 cde	91.43 f-j	91.04 g-k
SA		91.89 efg	91.29 f-j	91.11 g-k	90.02 k-n	89.72 lmn
Ki		92.47 def	90.96 g-k	91.78 efg	90.35 j-m	89.22 mno
AA+K		93.57 bcd	93.34 bcd	92.12 efg	91.71 f-i	91.25 g-j
SA+K		91.77 fgh	90.59 h-l	89.29 mno	88.88 no	87.67 p
$LSD_{0.05}$= 1.19						

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunda Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Renk taze kesilmiş ürünlerde tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyen en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Bu ürünlerde kabuk soyma ve dilimleme işlemleri fizyolojik ve biyokimyasal değişimler ile mikrobiyolojik bozulmalarda artışa neden olurken, raf ömrü süresince bu değişimler ürünlerde renk ve tekstürde bozulmalar ve besinsel kayıplar şeklinde görülebilmektedir (Sabır, 2017).

L* değeri taze kesilmiş ürünlerde hem enzimatik kararma reaksiyonları hem de artan pigment konsantrasyonlarından kaynaklanan kahverengileşmenin derecesini belirlemede net sonuçlar veren bir renk parametresidir (Rojas-Graü ve ark., 2006). Kim ve ark. (1993) taze kesilmiş elmalarda dokularda zararlanma nedeniyle meydana gelen enzimatik kararmalar nedeniyle L* değerinde hızlı bir azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. 15 günlük muhafaza süresince artan yüzey kararmasına bağlı olarak parlaklığı ifade eden L* değerinde azalma saptanırken, her iki çeşitte de askorbik asit+ kitosan uygulamasının bu azalışı yavaşlatmada etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular Putnik ve ark. (2017) tarafından Golden Delicious ve Cripps Pink elma

çeşitlerinde yapılan çalışmada da elde edilmiştir. Araştırıcılar dilimleme sonrası L* değerinde ilk 24 saat içerisinde önemli oranda bir azalma kaydedildiğini ve kalsiyum askorbat çözeltisinin bu azalmayı ertelediğini tespit etmişlerdir. Qi ve ark. (2011) Fuji elma çeşidinde; Toivonen ve Hampson (2009) Aurora Golden Gala, Ambrosia, Gala ve Granny Smith elma çeşitlerinde kararmayı engelleyici maddelerin muhafaza süresince hızla azalan L* değerini korumada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Hue açı değeri gözün algılayabildiği renk olarak ifade edilir ve taze kesilmiş ürünlerde raf ömrü süresince meydana gelen renk değişimlerinin belirlenmesinde önemli bir göstergedir. Muhafaza süresince azalan hue açı değeri parlak açık renkli dokularda kahverengileşmenin meydana geldiğinin bir göstergesidir. Granny Smith elma çeşidine ait dilimlerde askorbik asit ve askorbik asit + kitosan, Fuji dilimlerinde ise askorbik asit + kitosan uygulamasının hue açı değerindeki azalışı yavaşlatmada etkili olduğu tespit edilmiştir. Fuji elma dilimlerinde N-acetylcysteine (Rojas-Graü ve ark., 2006), Big Top nektarin dilimlerinde alginat ve kitosan uygulamalarının (Chiabrando ve Giacalone (2016b) hue açı değerindeki azalışı yavaşlatıcı etkiler gösterdiği belirtilmiştir.

4. 5. Kararma İndeksi

Granny Smith elma dilimlerine ait kararma indeks değerinde meydana gelen değişimlere uygulama x muhafaza süresi interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Kararma indeks değeri muhafaza süresince artış gösterirken, dilimleme sonrası yapılan uygulamaların bu artışı geciktirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcında 32.43 olarak hesaplanan değer, 3. günde kontrol ve kitosan uygulamasında hızlı bir şekilde artarken, askorbik asit ve askorbik asit + kitosan uygulamasında hafif azalma göstermiştir. 15 günlük süre sonunda en yüksek kararma indeks değeri kitosan uygulamasında ölçülürken (46.58), kontrol (46.34) istatistiksel olarak bu uygulama ile aynı grupta yer almıştır. Askorbik asit uygulaması kararma indeks değerindeki artışın yavaşlatılmasında en etkili uygulama olurken (39.06) bunu sırasıyla sitrik asit (39.73), askorbik asit + kitosan (41.54) ve sitrik asit + kitosan (43.02) uygulamaları takip etmiştir. Askorbik asit uygulanmış dilimlerin en yüksek kararma indeks değerine sahip kitosan ve kontrol grubu dilimlere oranla sırasıyla %19.25 ve %18.64 daha açık renge sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların kararma indeks değerine etkisi

Uygulama	Muhafaza süresi (Gün)					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	32.43 lm	40.22 d-g	41.83 cde	45.47 a	45.81 a	46.34 a
AA		31.27 lmn	32.29 lm	39.09 gh	39.50 fgh	39.06 ghi
SA		30.41 mn	34.99 jk	36.85 ij	38.87 ghi	39.73 e-h
Ki		40.34 d-g	39.49 fgh	42.85 bc	44.83 ab	46.58 a
AA+K		29.91 n	32.54 lm	39.53 fgh	38.65 ghi	41.54 c-f
SA+K		33.15 kl	40.30 d-g	37.86 hi	42.23 cd	43.02 bc
$LSD_{0.05}$= 2.23						

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunda Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Fuji elma dilimlerinde muhafaza süresince artan kararma indeks değerine uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Askorbik asit dışındaki bütün uygulamalarda muhafazanın 3. gününden itibaren artış meydana gelirken, bu uygulamada artış 12. günde gerçekleşmiştir. Muhafaza başlangıcında 48.13 olan kararma indeks değeri 15 günlük muhafaza süresi sonunda 59.47 (kontrol) ile 53.64 (askorbik asit) arasında değişim göstermiştir. Kararmanın indeks değerindeki yükselişi geciktirmede askorbik asit tek başına en etkili bulunurken, kitosan ile birlikte kullanımının da yakın etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Askorbik asit uygulanmış dilimlerin kontrol dilimlerine oranla %10.87 oranında daha açık renge sahip olduğu belirlenmiştir.

Taze kesilmiş ürünlerde işlemenin neden olduğu doku zararlanmaları enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonları teşvik ederek bu ürünlere özgü kahverengileşme ve doğal rengin kaybına neden olmaktadır. Enzimatik kahverengileşme taze kesilmiş ürünlerin kararmayı engelleyici çözeltilere batırılması ile önlenebilmektedir. Bu ürünlerde kararmanın engellenmesinde askorbik asit o-kinonları o-fenolik bileşiklere indirgeyerek PPO enzimindeki artışı engellemekte aynı zamanda ortamdaki O_2'yi de indirgeyerek esmerleşme reaksiyonlarını ikinci bir yolla inhibe etmektedir. Bu nedenle askorbik asitlik kararmanın engellenmesinde daha etkili sonuçlar verebilmektedir (Sabır, 2017). Son yıllarda yenilebilir film kaplama materyallerinin kullanım alanlarının artması, bu bileşiklerin taze kesilmiş ürünlerde kararmayı engelleyici maddelere bir taşıyıcı olarak etkinliğinin arttırabileceği düşünülmektedir. Nitekim yenilebilir film özelliğine sahip Nature Seal ile askorbik asit uygulamasının birlikte kullanımının bu bileşiklerin tek başına kullanımına göre kararmanın engellenmesinde daha etkili sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Baldwin ve ark., 1996). Granny Smith elma dilimlerinde

kararmayı engelleyici maddelerin kalsiyum klorür ile birlikte uygulanmasının dilimlerde PPO enzim aktivitesini azalttığını dolayısıyla kararma oranında azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (Chiabrando ve Giacalone, 2012). Benzer bulgular Red Delicious elma çeşidinde askorbik asit ile yeşil çay özütünün birlikte kullanımının 14 gün muhafaza edilen dilimlerde kararmanın engellenmesinde olumlu etkiye neden olduğu ve askorbik asidin tek başına kullanımından daha etkili sonuçlar verdiğinden ticari olarak önerilebileceği belirtilmiştir (Salminen ve Russotti, 2017).

Çizelge 4.6. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların kararma indeks değerine etkisi

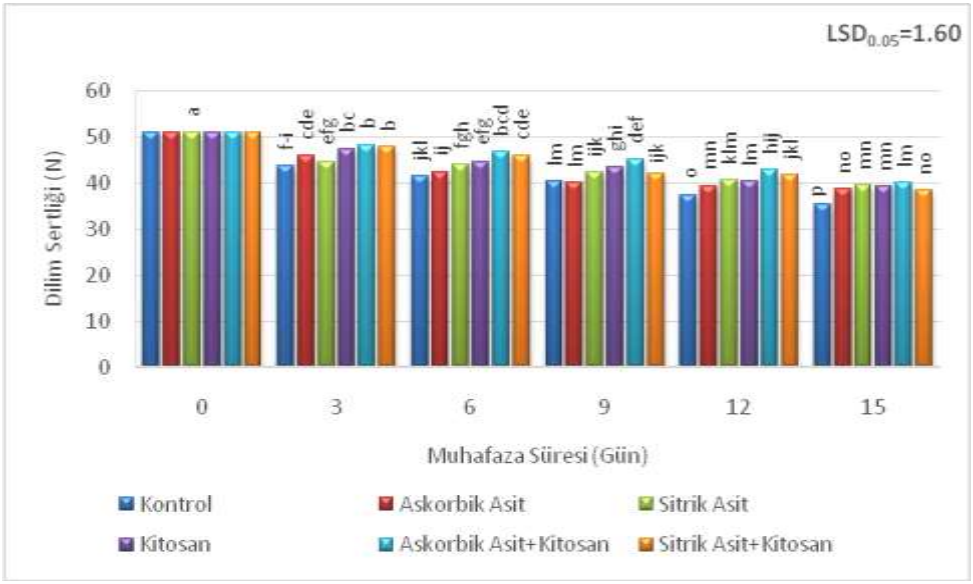
Uygulama	Muhafaza süresi (Gün)					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	48.13 m-p	50.53 j-n	50.19 k-n	54.57 c-h	53.09 f-j	59.47 a
AA		46.08 p	47.09 op	47.67 nop	51.69 h-l	53.64 e-i
SA		50.79 i-m	53.68 e-h	52.47 f-l	54.30 d-h	56.84 a-d
Ki		49.71 l-o	53.15 f-j	55.02 c-g	55.35 c-f	58.82 ab
AA+K		48.15 m-p	48.37 m-p	52.30 g-l	52.91 f-k	54.07 d-h
SA+K		50.35 j-n	52.59 f-l	54.66 c-g	56.24 b-f	57.20 abc
$LSD_{0.05}$= 2.89						

Farklı harflerle gösterilen değerler uygulama x muhafaza süresi interaksiyonunda Student's t-testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4.6. Dilim Sertliği

Depolama öncesi farklı uygulamaların muhafaza süresince Granny Smith elma çeşidinde dilim sertliği üzerine etkisi Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Taze kesilmiş elmalarda depolama boyunca dilim sertliğinde azalış meydana gelmiş ve bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Depolama öncesi yapılan uygulamaların sertlik üzerine etkili olduğu, özellikle askorbik asit+kitosan kombine uygulamasının dilim sertliğini korumada etkili olduğu belirlenmiştir.

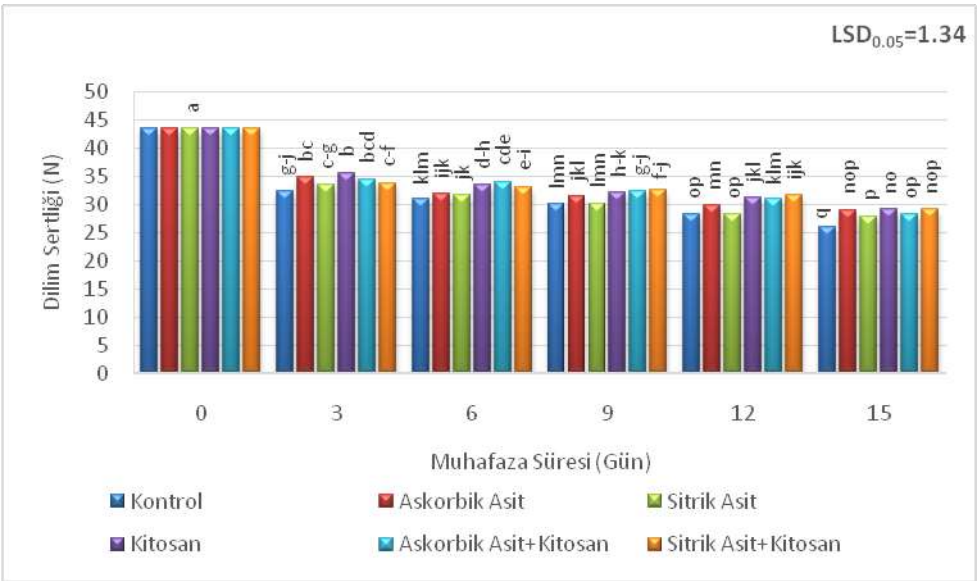
15 gün muhafaza edilen dilimlerde başlangıç sertlik değeri 50.84 N olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresinin sonunda en fazla sertlik kaybı başlangıç değerine göre %30.51 oranında azalan kontrol grubu dilimlerde meydana gelmiştir (35.32 N). Sertlik değerinin korunmasında askorbik asit uygulamasının kitosan ile birlikte kullanımı uygulamaların tek başına kullanımından daha etkili olmuştur. 15 gün soğukta depolamanın sonunda en yüksek sertlik değeri başlangıç değerine göre %21.09 azalan askorbik asit + kitosan (40.11 N) uygulamasında ölçülürken, bunu sırasıyla sitrik asit (39.49 N), kitosan (39.20 N), askorbik asit (38.50 N), sitrik asit + kitosan (38.46 N) uygulamaları takip etmiştir.



Şekil 4.7. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların dilim sertliği üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre ($p<0.0001$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

Fuji elma çeşidinde depolama öncesi farklı uygulamaların muhafaza süresince dilim sertliği üzerine etkisi Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Muhafaza süresi x uygulama interaksiyonun istatistiksel olarak önemli bulunduğu ve muhafaza süresi ilerledikçe hasat sonrası uygulamaların yumuşamayı geciktirmede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Başlangıç sertlik değeri 43.36 N olan dilimlerde 15 günlük muhafaza süresi sonunda, en yüksek değeri başlangıca göre %33.63 kayıp ile kitosan (29.11 N) uygulanmış dilimlerde ölçülürken, bunu sırasıyla sitrik asit + kitosan (29.03 N), askorbik asit (28.94 N), askorbik asit + kitosan (28.13 N) ve sitrik asit (27.77 N) uygulamaları takip etmiştir. Sertlik değerindeki en fazla kayıp başlangıç değerine göre %40.95 azalış gösteren kontrol grubu meyvelerde gerçekleşmiştir (25.90 N). Yumuşamanın geciktirilmesinde sitrik asit ve askorbik asit uygulamalarının kitosan ile birlikte kullanımı bu uygulamaların tek başına kullanımından daha etkili sonuçlar vermiştir.



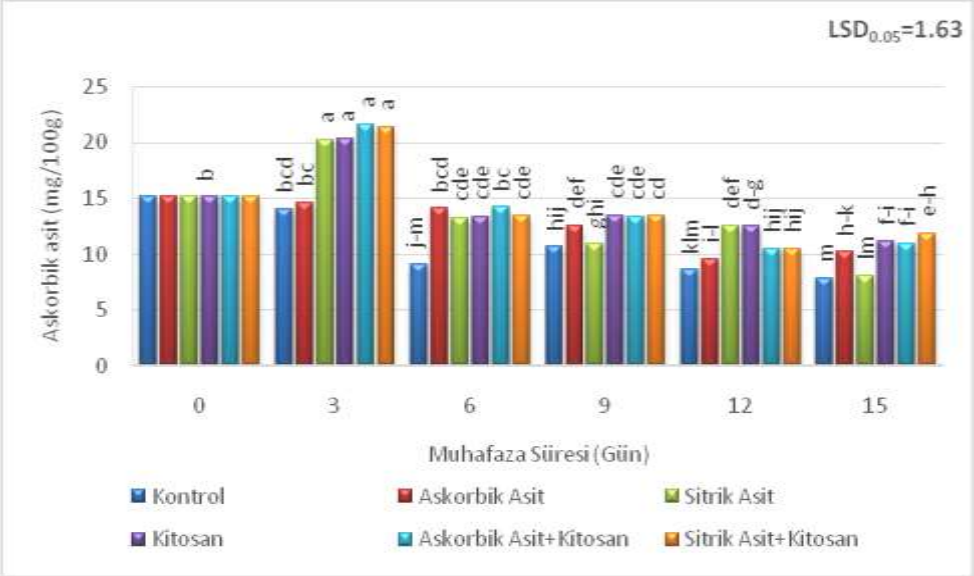
Şekil 4.8. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların dilim sertliği üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0051) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Sertlik taze kesilmiş ürünlerde tüketici tercihlerini etkileyen en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Yumuşama veya sertlik kaybı kesim süresince pektinlerde yıkıma neden olan enzimler ve su kaybı ile azalan turgor basıncı sonucu meydana gelen istenmeyen bir fizyolojik olaydır (Kumar ve ark., 2018). 15 günlük depolama sonucunda sertlik değerindeki azalışın yavaşlatılmasındaki etkinin kitosanın dilim yüzeyinde oluşturduğu koruyucu tabakadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Qi ve ark. (2011) yüzey kaplama materyali olarak kullandıkları %0.1 yeşil çay özütü içeren solüsyonuna %1 veya %3 askorbik asit ilave edildiğinde sertlik değerinde azalışı önemli oranda geciktirdiği belirtmişlerdir. Qi ve ark. (2011) tarafından Fuji elma çeşidinde %0.2 askorbik asit+%0.5 $CaCl_2$+%1 kitosan uygulamasının sertliği korumada etkili olduğu, bu etkinin özellikle kitosanın yüzeyde yarı geçirgen bir bariyer oluşturması ve $CaCl_2$'nin orta lamel ve hücre duvarını güçlendirmesi şeklinde ortaya çıktığı belirtilmiştir. Yenilebilir kaplama materyalleri içerisine kalsiyumlu çözeltilerin eklenmesi sertlik değerinin korunmasında daha olumlu sonuçlar vermektedir. Nitekim Mirshekari ve ark. (2017) tarafından muzda yapılan çalışmada kalsiyum propinat uygulamasının kitosan ile birlikte kullanımının 5 günlük depolama sonrası bu uygulamaların tek başına kullanımından 1.2 kat daha fazla sertliği koruduğu belirtilmiştir.

4. 7. Askorbik Asit (C Vitamini) İçeriği (mg/100g)

Hasat sonrası uygulamaların 15 günlük muhafaza süresi sonunda Granny Smith elma çeşidinde askorbik asit (C vitamini) üzerine etkisi Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Muhafaza boyunca askorbik asit (C vitamini) üzerine yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Başlangıç askorbik asit (C vitamini) değeri 15.18 mg/100g olan Granny Smith elma çeşidi dilimlerinde muhafaza süresinin 3. gününde sitrik asit (20.19 mg/100g), kitosan (20.36 mg/100g), askorbik asit+kitosan (21.59 mg/100g) ve sitrik asit+kitosan (21.35 mg/100g) uygulamalarında artış görülmüştür. Muhafazanın 6. gününde bütün uygulamalarda hızla azalan değerin korunmasında uygulamaların etkili olduğu belirlenmiştir. 15 günlük muhafaza süresinin sonunda en yüksek askorbik asit değeri sitrik asit+kitosan (11.83 mg/100g) uygulanmış dilimlerde, en düşük değer kontrol grubu (7.86 mg/100g) dilimlerde gerçekleşmiştir.



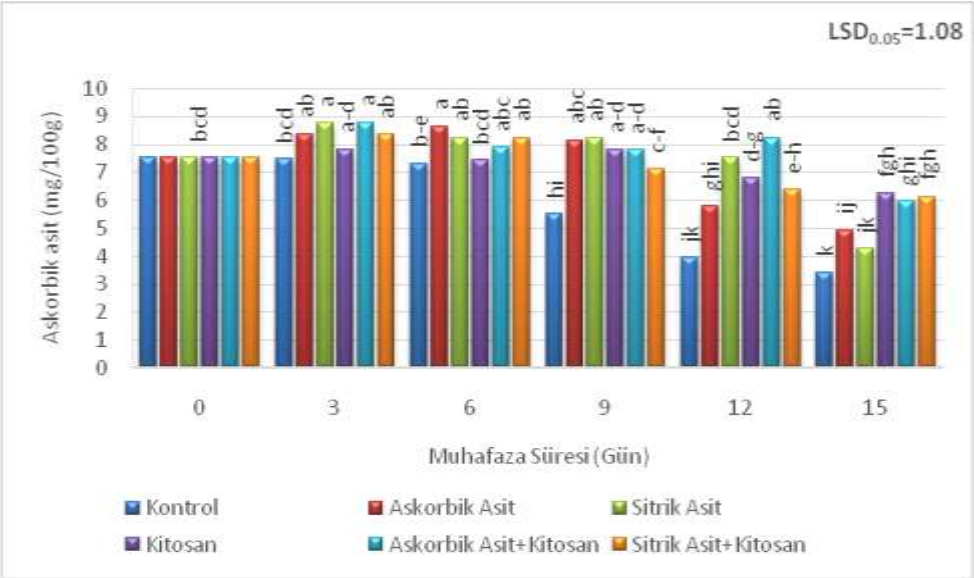
Şekil 4.9. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların askorbik asit üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre ($p<0.0001$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Soğukta muhafaza süresince depolama öncesi uygulamaların Fuji elma çeşidinde askorbik asit (C vitamini) içeriğine etkisi Şekil 4.10'da gösterilmiştir. 15 günlük depolama süresince askorbik asit (C vitamini) üzerine muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Muhafaza başlangıcında 7.51 mg/100g olarak belirlenen değer özellikle kararmayı engelleyici maddelerin uygulandığı dilimlerde ilk 6 günde artış göstermiştir.

İlerleyen muhafaza süresince ise bütün uygulamalarda başlangıç değerine göre azalma kaydedilmiştir. Genel olarak kararmayı engelleyici maddelerin askorbik asit kaybını geciktirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda askorbik asit (C vitamini) kaybı en fazla kontrol grubu dilimlerde meydana gelmiştir (3.40 mg/100g). Bunu sırasıyla sitrik asit (4.26 mg/100g), askorbik asit (4.93 mg/100g), askorbik asit + kitosan (5.95 mg/100g) ve sitrik asit + kitosan (6.11 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir. En az askorbik asit (C vitamini) kaybı ise kitosan (6.23 mg/100g) uygulanmış dilimlerde gerçekleşmiştir.

C vitamini doğada en yaygın olarak bulunan ancak parçalanma reaksiyonlarına duyarlı olması nedeniyle en dayanaksız vitaminlerden birisidir. Meyve ve sebzeler en önemli C vitamini kaynağı olmasına karşılık miktarı yetiştirme koşulları, olgunluk, hasat ve hasat sonrası koşullara göre değişiklik göstermektedir. Aşırı olgun ve zararlanmış ürünlerde ayrıca yıkama, kabuk soyma, dilimleme işlemleri sırasında bazı enzimler askorbik asit kaybına neden olabilmektedir. Askorbik asitçe zengin ürünlerde kayıpların çoğunlukla enzimatik olmayan kararmalarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kırca ve Cemeroğlu, 2001). Elde ettiğimiz sonuçlara göre kararmayı engelleyici uygulamaların muhafazanın ilk 3-6. gününde askorbik asit miktarında artışa neden olduğu ancak daha sonra azalış gösterdiği belirlenmiştir. Benzer bulgular Aguayo ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiştir. Araştırıcılar Braeburn elma dilimlerine farklı dozlarda kalsiyum askorbat uygulamasının muhafazanın başlangıcında dilimlerde askorbik asit miktarında artışa neden olduğu, ancak sürenin ilerlemesi ile birlikte azalış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Her iki elma çeşidine ait dilimlerde kararmayı engelleyici uygulamaların kitosan ile birlikte kullanıldığında askorbik asit miktarındaki değişimi yavaşlatmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Muzda kalsiyum propinat'ın kitosan ile birlikte kullanıldığında benzer değişim gösterdiği belirtilmiştir (Mirshekari ve ark., 2017). Salminen ve Russotti (2017) Red Delicious elma dilimlerinde askorbik asit içeriğinin korunmasında %3 askorbik asit + yeşil çay özütü uygulamasının %3 askorbik asit uygulamasına göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Davey ve ark. (2000) depolama süresince askorbik asit miktarındaki azalışın antioksidan miktarındaki değişimle de yakından ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

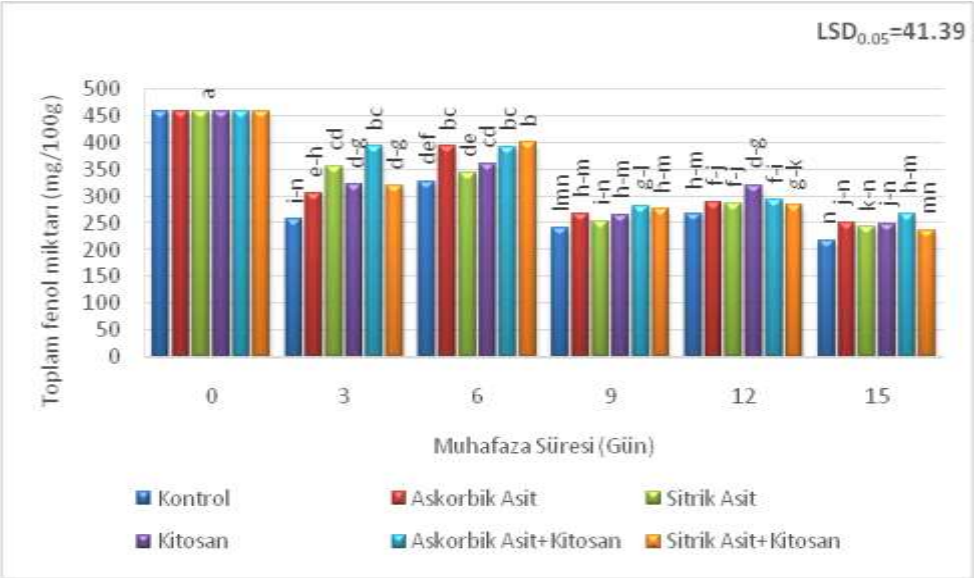


Şekil 4.10. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların askorbik asit üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre ($p<0.0001$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4.8. Toplam Fenol Miktarı

Taze kesilmiş Granny Smith elma çeşidi dilimlerinin soğukta muhafaza süresince toplam fenol miktarındaki değişimler Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Genel olarak muhafaza süresince değerde azalma kaydedilirken, muhafaza süresi x uygulama interaksiyonunun toplam fenol miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte taze kesilmiş elma dilimlerinde toplam fenol miktarında azalma görülmüştür. Muhafaza başlangıcında toplam fenol miktarı 458.11 mg/100g olarak ölçülürken, 15 günlük depolama sonunda bu değer en düşük 217.84 mg/100g olarak kontrol dilimlerinde ölçülmüştür. Muhafaza süresi sonunda toplam fenol miktarının korunmasında askorbik asit+kitosan en etkili uygulama olarak belirlenirken (265.77 mg/100g), bunu sırasıyla askorbik asit (250.91 mg/100g), kitosan (248.66 mg/100g), sitrik asit (243.25) ve sitrik asit+kitosan (236.68 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir.



Şekil 4.11. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların toplam fenol miktarı üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0143) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Soğukta depolama süresince Fuji elma çeşidinde toplam fenol miktarındaki değişimler Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Muhafaza süresi boyunca hasat sonrası uygulamaların toplam fenol miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Dilimlerde soğukta muhafaza süresince depolama öncesi yapılan uygulamaların toplam fenol miktarını korumada etkili olduğu belirlenirken, sürenin ilerlemesi ile birlikte değerde başlangıca göre bir azalma meydana gelmiştir. Muhafaza başlangıcında toplam fenol miktarı değeri 365.05 mg/100g ölçülürken, 15 günlük depolama sonunda en fazla kayıp kontrol grubu dilimlerde (247.12 mg/100g) elde edilmiştir. Bunu sırasıyla sitrik asit + kitosan (256.04 mg/100g), kitosan (277.30 mg/100g), sitrik asit (285.05 mg/100g) ve askorbik asit (285.41 mg/100g) uygulanan dilimler takip etmiştir. En yüksek toplam fenol miktarı değeri ise, askorbik asit + kitosan (285.68 mg/100g) uygulanan dilimlerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların askorbik asit üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0286) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

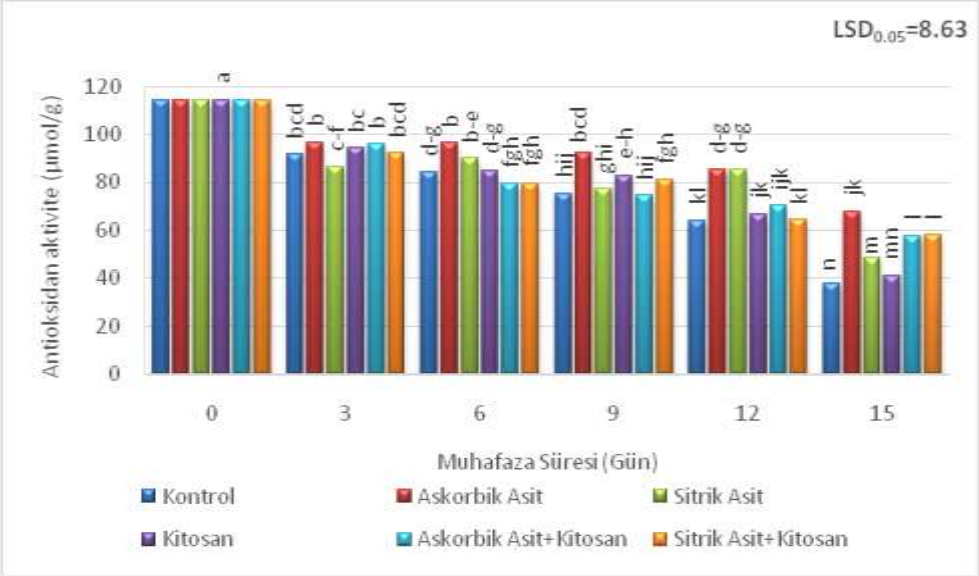
Toplam fenol içeriği çeşit, yetiştirme koşulları, olgunluk durumu ve depolama süresi ile yakından ilişkilidir. Aguayo ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada farklı dozlarda kalsiyum askorbat uygulamasının toplam fenol miktarını korumada kontrole oranla daha etkili olduğunu ve fenolik bileşiklerin 28 günlük depolama süresince genel olarak stabil kaldığını belirtmişlerdir.

15 günlük depolama süresince her iki çeşide ait dilimlerde toplam fenol miktarında azalma meydana gelirken kitosan uygulamasının tek başına veya kararmayı engelleyici maddelerle birlikte kullanıldığında bu azalışı yavaşlattığı belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuç Kumar ve ark. (2018) tarafından karboksil metilselüloz ve aleo vera kaplama uygulamalarının tek başına veya kararmayı engelleyici maddelerle birlikte kullanıldığında muhafaza süresince toplam fenol miktarında meydana gelen azalışı geciktirmede etkili olduğunu belirttiği çalışma ile de desteklenmektedir. González-Aguilar ve ark. (2005) kararmayı engelleyici madde olarak kullanılan askorbik asit ve izoaskorbik asit uygulamalarının ananas dilimlerinde muhafaza süresince meydana gelen toplam fenol miktarındaki hızlı azalışı yavaşlatmakta etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırıcılar fenol miktarındaki bu değişimin yavaşlatılmasının depolama süresinin uzaması ile birlikte ortaya çıkan kaliteyi azaltıcı istenmeyen reaksiyonların önlenmesinde ve sonucunda taze kesilmiş ürünlerde kalitenin korunması ve etkili olduğunu belirtmişlerdir.

4.9. Toplam Antioksidan Aktivite

Depolama öncesi farklı uygulamaların muhafaza süresince Granny Smith elma dilimlerinde toplam antioksidan aktivite üzerine etkisi Şekil 4.13'de gösterilmiştir. Bu çeşide ait dilimlerde muhafaza süresi x uygulama interaksiyonunun toplam antioksidan aktivite üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

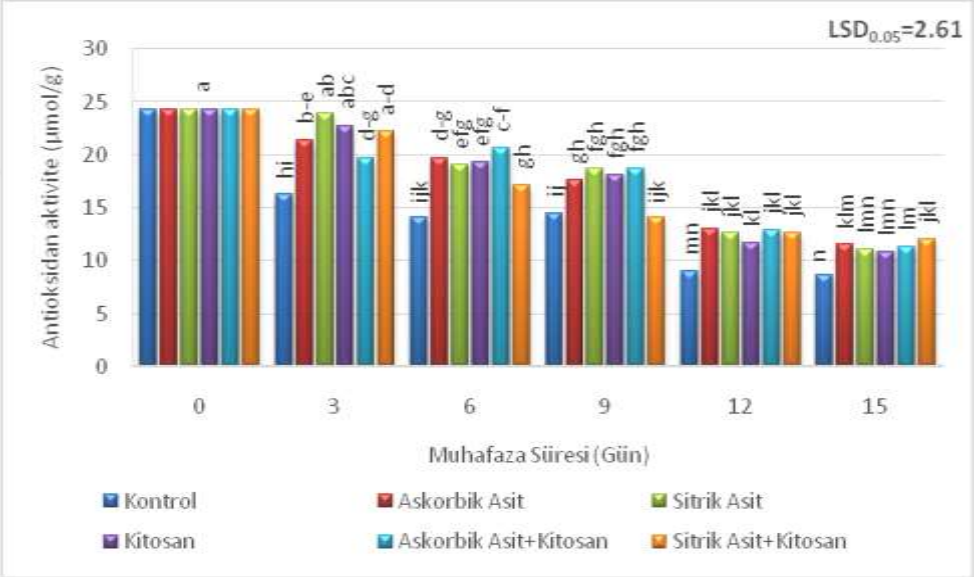
Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte toplam antioksidan aktivitesi değerinde azalma görülmüştür. Başlangıçta ölçülen antioksidan aktivitesi değeri 114.28 µmol/g iken, 15. günün sonunda bu değer 34.64 µmol/g' ye kadar düşmüştür. 15 günlük süre sonunda en yüksek antioksidan aktivite değeri askorbik asit (67.88 µmol/g) uygulamalarında saptanırken, bunu sırasıyla sitrik asit + kitosan (57.86 µmol/g), askorbik asit + kitosan (57.70 µmol/g), sitrik asit (48.59 µmol/g) ve kitosan (40.86 µmol/g) uygulamaları takip etmiştir. Kontrol (37.64 µmol/g) grubunda ise en düşük toplam antioksidan aktivite tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre ($p<0.0001$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Soğukta depolama süresince hasat sonrası uygulamaların Fuji elma çeşidinde antioksidan aktivite üzerine etkisi Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Muhafaza süresi x uygulama interaksiyonun istatistiksel olarak önemli bulunduğu belirlenirken, muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalan değerin korunmasında uygulamaların etkili olduğu tespit edilmiştir.

Dilimleme sonrası uygulamaların muhafaza süresince toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkisi incelendiğinde, muhafaza başlangıcında 24.28 µmol/g olan değerde, 15 günlük muhafaza süresi sonunda en fazla kaybın kontrol grubu meyvelerde (8.59 µmol/g) olduğu tespit edilmiştir. Toplam antioksidan değerin korunmasında en etkili uygulamanın sitrik asit + kitosan (12.08 µmol/g) olduğu saptanmıştır. Bunu sırasıyla askorbik asit (11.59 µmol/g), askorbik asit + kitosan (11.35 µmol/g), sitrik asit (11.06 µmol/g) ve kitosan (10.86 µmol/g) uygulamaları takip etmiştir.



Şekil 4.14. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların toplam antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0063) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Aguayo ve ark. (2010) meyvelerin antioksidan içeriklerinin dilim kalitesindeki değişimleri belirlemede iyi bir gösterge olabileceğini belirtmişlerdir. Hasat sonrası oksidatif stresin doğal antioksidan sistem kapasitesini aştığında aktif oksijen türlerine (AOS) karşı korumanın azalacağını ve AOS'un neden olduğu kararma, mikrobiyal bozulma ve duyusal özelliklerde artış meydana gelebileceği belirtilmiştir. Breaburn elma çeşidi dilimlerinde kalsiyum askorbat, Royal Delicious elma dilimlerinde karboksil metil selüloz ve aleo vera uygulamalarının antioksidan aktivitedeki azalışı yavaşlatmada etkili olduğu belirtilmiştir (Aguayo ve ark., 2010; Kumar ve ark., 2018). Elde ettiğimiz bulgularda da benzer şekilde antioksidan aktivitesinin korunmasında yüzey kaplama uygulama uygulamasının kararmayı engelleyici maddelerle birlikte kullanıldığında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular Robles-Sánchez ve ark. (2013) tarafından taze kesilmiş mangolarda antioksidan miktarının korunmasında

kaplama materyali olarak kullanılan sodyum alginat ile kararmayı engelleyici askorbik asit uygulamasının bu uygulamaların tek başına kullanımından daha etkili sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Askorbik asit uygulamasının oksijen tutucu olarak görev yapması ve ayrıca polifenol oksidazı katalize eden reaksiyonların önlenmesinde etkili olması nedeniyle fenolik bileşikleri koruduğu belirtilmiştir. Bu da elma dilimlerinde askorbik asit uygulamasının antioksidan aktiviteyi arttırarak kararmayı önlediğini ortaya koymaktadır (Kumar ve ark., 2018).

4. 10. Duyusal Analiz

Panelistler tarafından 1-9 skalası kullanılarak yapılan duyusal analiz değerlendirilmesinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte değerde azalma meydana gelmiştir. Hasat sonrası uygulamaların 15 günlük muhafaza süresince Granny Smith elma çeşidinde duyusal analiz üzerine etkisi Şekil 4.15'de gösterilmiştir. Depolama boyunca duyusal analiz üzerine yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

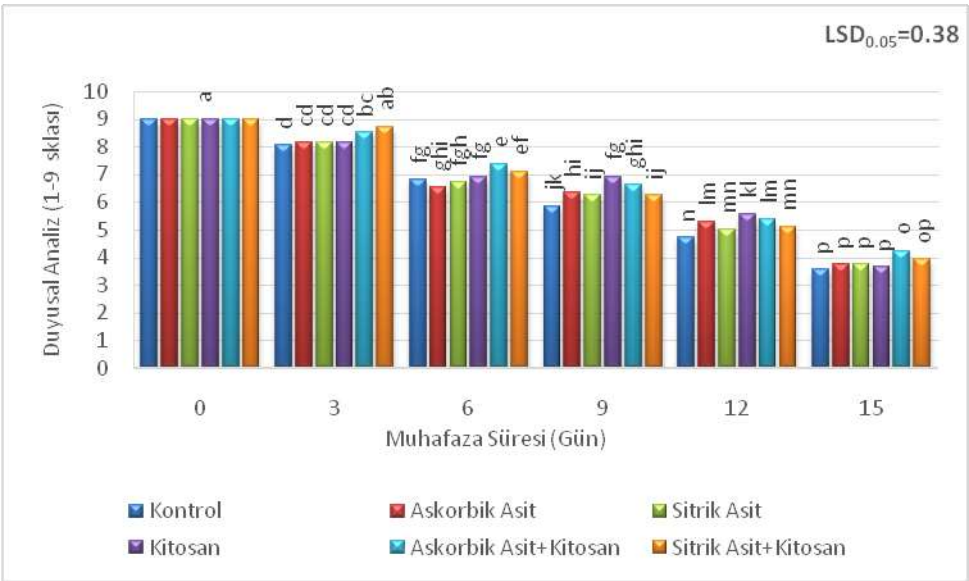
Depolama öncesi farklı uygulamaların muhafaza süresinin uzaması ile birlikte duyusal analiz değerlerinde azalma kaydedildiği ve yapılan uygulamaların bu azalışı geciktirmede etkisi olduğu tespit edilmiştir. Başlangıç duyusal analiz değeri 9.0 olan elma dilimlerinde 15 günlük depolama sonunda en düşük değer kontrol grubu dilimlerde tespit edilmiştir (3.40). En yüksek görünüm değeri ise askorbik asit + kitosan (4.77) uygulaması yapılmış dilimlerde belirlenmiştir. Kontrol grubu dilimler 12. günde pazarlanabilir sınır değerin altına düşerken, diğer uygulamaların tamamı 15. günde bu sınır değerin altında bir puan almıştır. Panelistler değerlendirmede genel olarak muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte dilim yüzeyindeki kararmaların ve sertlik kaybının kalite özelliklerindeki kayıplara neden olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.15. Granny Smith elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların duyusal analiz üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0015) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Muhafaza süresince duyusal analiz üzerine yapılan uygulamaların meyve dilimlerine etkisi Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Muhafaza süresi x uygulama interaksiyonun istatistiksel olarak önemli bulunduğu ve muhafaza süresi ilerledikçe hasat sonrası uygulamaların duyusal analizi korumada etkili olduğu tespit edilmiştir.

Depolama öncesi uygulamaların duyusal analize etkisi incelendiğinde askorbik asit + kitosan (4.23) uygulaması yapılmış dilimlerde görünüm değeri en yüksek çıkarken, bunu sitrik asit + kitosan (3.95), askorbik asit (3.76), sitrik asit (3.76) ve kitosan (3.66) uygulamaları takip etmiştir. Kontrol grubu (3.57) dilimlerde ise en düşük görünüm değeri kaydedilmiştir. Bu çeşide ait dilimlerde de Granny Smith çeşidine benzer şekilde kontrol dilimleri 12. günde, diğer uygulamaların dilimleri ise 15. günde pazarlanabilir sınır değerinin altında bir puan almıştır.



Şekil 4.16. Fuji elma dilimlerinde depolama öncesi farklı uygulamaların duyusal analiz üzerine etkisi. Farklı harflerle gösterilen değerler Student's t-testine göre (p=0.0015) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Dilimleme sonrası yüzey kaplama uygulamalarının kararmayı engelleyici maddelerle birlikte kullanıldığında hem renk kararmasını engellemesi hem de tekstür özelliklerini koruması nedeniyle görsel kalitede olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Farklı elma çeşitlerinde aleo vera (Supapvanich ve ark., 2016), kitosan+kalsiyum klorür (Liu ve ark., 2016), karboksil metilselüloz ile aleo vera (Kumar ve ark., 2018) ve Nature Seal (Toivonen ve Hampson, 2009) uygulamalarının görsel kaliteyi korumada etkili olduğunu belirten çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada Fuji ve Granny Smith elma çeşitlerinde kararmayı engelleyici maddelerin yüzey kaplama materyali olan kitosan ile birlikte kullanımının muhafaza süresince dilim kalitesi ve kararmaya olan etkileri incelenmiştir.

Meyve ve sebzelerin taze kesilmiş ürün olarak değerlendirilmesi son yıllarda hızla önem kazanan bir endüstri kolu haline gelmiştir. Ürünlerin tazeye yakın özellikte olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle tüketiciler tarafından da tercih edilmektedir. Ancak bu ürünler orijinal ham materyallerine göre daha çabuk bozulabilmektedirler. Bu ürünlerde soyma, dilimleme gibi işlemler ürünlerde solunum oranını arttırmakta ve doku bozulmalarına neden olmaktadır. Ayrıca işleme sırasında yaralanma nedeniyle etilen miktarı ve su aktivitesinin artması ürünlerde su kayıplarının artmasına ve mikrobiyal bozulmaların hızlanmasına neden olur. Bu fizyolojik değişiklikler ürünlerde tat kaybı, yüzeyde renk değişimleri, vitamin kayıplarının artması, çürüme, yumuşamanın hızlanması ve sonucunda daha kısa bir raf ömrüne neden olmaktadır.

Tazeliğin göstergesi olan ve genellikle muhafaza süresinin uzaması ile artan su kaybı taze kesilmiş ürünlerde kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Bu ürünlerde artan su kaybına ve buna bağlı olarak ağırlık kaybındaki artış hızını yavaşlatmak ürünlerin görünümünü ve tekstürel kalitesini korumak amacıyla önemlidir. Elde edilen bulgulara göre kitosan uygulamasının ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkinin Granny Smith çeşidinde tek başına kullanımı, Fuji çeşidinde ise askorbik asit ile birlikte kullanıldığında daha belirgin olduğu görülmüştür. Yenilebilir film kaplamanın ürün yüzeyinde yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak su kaybını azaltarak ürünlerde ağırlık kaybındaki artışı yavaşlattığı düşünülmektedir.

Uzayan muhafaza süresine bağlı olarak ürünlerde meydana gelen sertlik kaybı kaliteyi etkileyen diğer önemli bir değişimdir. Yumuşama çoğunlukla hücre duvarının yapısı ve bileşiminde meydana gelen değişimler ve turgor basıncı ile ilişkilidir. 15 gün muhafaza edilen Granny Smith elma dilimlerinde kitosan+askorbik asit, Fuji elma dilimlerinde ise kitosan uygulamasının uzayan muhafaza süresince yumuşamayı geciktirdiği belirlenmiştir. Kitosan uygulaması dilim yüzeyi ile çevresindeki atmosfer arasında oksijen, karbondioksit ve su kaybına karşı bir bariyer oluşturarak bu etkiye neden olabileceği saptanmıştır.

Taze kesilmiş ürünlerde dilimle işlemleri sonrası artan oksidatif stres sonucu bazı enzimatik reaksiyonlarda da artışlar görülmektedir. Bu reaksiyonlardan en önemlilerinden birisi yüzeylerde renk değişimlerine neden olan polifenol oksidaz enzim miktarındaki artıştır. Bu enzim ürün yüzeyinde enzimatik reaksiyonlar sonucu kararmalara neden olmakta, ürünün görsel kalitesini azaltmakta ve raf ömrünü kısıtlamaktadır. Granny Smith ve Fuji dilimlerinde kararmayı engelleyici maddelerin kullanımının kararmayı geciktirmede etkili olduğu, bu etkinin kitosan ile birlikte kullanıldığında sinerjik etki göstererek bu çeşitler için daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca taze kesilmiş ürünlerde muhafaza süresinin ilerlemesi ile meydana gelen sertlik kayıpları da önemli kalite kayıplarına neden olmaktadır. Kitosanın sertliği korumadaki etkisi de dikkate alınarak ürünlerde hem renk değişimlerini hem de tekstürü koruması nedeniyle birlikte kullanımın daha olumlu sonuçlar verebileceği belirlenmiştir.

Panelistler tarafından değerlendirilen dilimlerdeki genel görünüm özelliklerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalma kaydedilmiştir. İlerleyen muhafaza süresine bağlı olarak dilimlerde renk kararması ve sertlik kaybının neden olduğu kalitede bozulmalar meydana geldiği belirtilmiştir. Her iki çeşitte de kontrol dilimlerinde 12. günde, diğer uygulamalara ait dilimlerde ise 15. günde pazarlanabilir sınır değerin altında bir puan aldığı belirlenmiştir. Panelistler Fuji ve Granny Smith elma dilimlerinde askorbik asit uygulamasının kitosan ile birlikte kullanıldığında görsel açıdan daha olumlu sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır.

5.2 Öneriler

Sonuç olarak Granny Smith ve Fuji elma çeşitlerine ait dilimlerde depolama öncesi kararmayı engelleyici maddelerin kitosan ile birlikte kullanımının dilimlerde görsel kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılmasında etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. %1 askorbik asit+kitosan uygulamasının her iki çeşide ait dilimlerde 4°C'de 15 gün süreyle fiziksel ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimleri yavaşlatarak kalite özelliklerini koruma ve raf ömrünü uzatmada yardımcı olduğu belirlenmiştir. Kitosanın askorbik asit ile birlikte kullanımının bu iki maddenin birbirinin etkinliğini arttırdığı düşünülmektedir.

Uygulandığı üründe kalıntı bırakmayan ve tüketilen ürünlerde güvenilir sınıfta yer alan kitosan ve askorbik asidin birlikte kullanımının pratikte de önerilebileceği kanısına varılmıştır.

Daha sonra yapılacak çalışmalarda farklı kaplama materyalleri ile askorbik asidin birlikte kullanımı değerlendirilebilir, ayrıca farklı kalite bileşenlerine etki eden maddeler de eklenerek raf ömrüne ve kaliteye etkileri incelenebilir. Ayrıca meydana gelen değişimlere neden olan enzimlerin aktivitesi de incelenerek elde edilen sonuçlar daha net açıklanabilir.

KAYNAKLAR

Aguayo, E., Requejo-Jackman, C., Stanley, R. ve Woolf, A., 2010, Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices, *Postharvest Biology and Technology*, 57 (1), 52-60.

Aguayo, E., Requejo-Jackman, C., Stanley, R. ve Woolf, A., 2015, Hot water treatment in combination with calcium ascorbate dips increases bioactive compounds and helps to maintain fresh-cut apple quality, *Postharvest Biology and Technology*, 110, 158-165.

Alves, M. M., Gonçalves, M. ve Rocha, C. M., 2017, Effect of ferulic acid on the performance of soy protein isolate-based edible coatings applied to fresh-cut apples, *LWT-Food Science and Technology*, 80, 409-415.

Anonymous, 2019, FAOSTAT http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC: : [22.05.2019].

Augusto, A., Simões, T., Pedrosa, R. ve Silva, S. F., 2016, Evaluation of seaweed extracts functionality as post-harvest treatment for minimally processed Fuji apples, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *Innovative Food Science & Emerging Technologies* (33), 589-595.

Ayhan, Z., 2017, Packaging and preservation methods of minimally processed produce, In: minimally processed refrigerated fruits and vegetables (F. Yildiz, R.C. Wiley), Eds: Springer, Boston, MA, p. 239-268.

Baldwin, E., Nisperos, M., Chen, X., Hagenmaier, R. J. P. B. ve Technology, 1996, Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 9 (2), 151-163.

Barrett, D. M. ve Garcia, E., 2002, Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables, In: Fresh-cut fruits and vegetables, Eds, *CRC Press*, p. 273-309.

Benzie, I. F. ve Strain, J. J., 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239 (1), 70-76.

Cemeroğlu, B., 2007, Gıda analizleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.

Chiabrando, V. ve Giacalone, G., 2012, Effect of antibrowning agents on color and related enzymes in fresh-cut apples during cold storage, *Journal of Food Processing and Preservation*, 36 (2), 133-140.

Chiabrando, V. ve Giacalone, G., 2016a, Effects of edible coatings on quality maintenance of fresh-cut nectarines, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 201-207.

Chiabrando, V. ve Giacalone, G., 2016b, Effect of chitosan and sodium alginate edible coatings on the postharvest quality of fresh-cut nectarines during storage, *Fruits*, 71 (2), 79-85.

Chiabrando, V. ve Giacalone, G., 2016c, Effects of edible coatings on quality maintenance of fresh-cut nectarines, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28 (3), 201-207.

Çandır, E., 2017, Fresh-Cut Fruits. In Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. (Ed: Yıldız, F., Wiley, R.C.) Springer, New York, 327-384.

Çetin, A., 2012, Effects of edible chitosan coating on quality parameters of pomegranate (Punica granatum) arils, *Master thesis, Middle East Technical University, Ankara, pp 97*.

Davey, M. W., Montagu, M. v., Inze, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I. J. J., Strain, J. J., Favell, D. ve Fletcher, J., 2000, Plant L-ascorbic

acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (7), 825-860.

Durna, B., 2010, MM 106 anacı üzerine aşılı Fuji ve Breaburn elma çeşitlerinde modifiye lider ve merkezi lider terbiye sistemlerinin verim üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, .

Erbay, B., 2007, Taze kesilmiş elma dilimlerinde renk değişiminin bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

González-Aguilar, G. A., Ruiz-Cruz, S., Soto-Valdez, H., Vázquez-Ortiz, F., Pacheco-Aguilar, R. ve Wang, C. Y., 2005, Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents, *International journal of food science & technology*, 40 (4), 377-383.

Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T. S. ve Heinonen, M., 1999, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds, *Journal of agricultural and food chemistry*, 47 (10), 3954-3962.

Kaynaş, K., 2017, Bahçe ürünlerinin biyokimyasal yapısı. In: Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması (Ed: R. Türk, N.Tuna Güneş, M. Erkan, M.A. Koyuncu). , Somtad Yayınları Ders Kitabı No:1 p. 37-60

Kim, D., Smith, N. ve Lee, C., 1993, Quality of minimally processed apple slices from selected cultivars, *Journal of Food Science*, 58 (5), 1115-1117.

Kırca, A. ve Cemeroğlu, B., 2001, Askorbik asidin degradasyon mekanizması, *Gıda*, 26 (4), 233-242.

Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R., Singh, S. ve Varghese, E., 2018, Improving the shelf life of fresh-cut 'Royal Delicious' apple with edible coatings and anti-browning agents, *Journal of food science and technology*, 55 (9), 3767-3778.

Lee, J., Park, H., Lee, C. ve Choi, W., 2003, Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents, *LWT-Food Science and Technology*, 36 (3), 323-329.

Liu, X., Ren, J., Zhu, Y., Han, W., Xuan, H. ve Ge, L., 2016, The preservation effect of ascorbic acid and calcium chloride modified chitosan coating on fresh-cut apples at room temperature, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 502, 102-106.

Marquez, G. R., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C. V. ve Porta, R., 2017, Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films, *LWT-Food Science and Technology*, 75, 124-130.

McGuire, R. G., 1992, Reporting of objective color measurements, *HortScience*, 27 (12), 1254-1255.

Mirshekari, A., Madani, B. ve Golding, J. B., 2017, Suitability of combination of calcium propionate and chitosan for preserving minimally processed banana quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (11), 3706-3711.

Morais, A. M. ve Argañosa, A. C. S., 2010, Quality during storage of fresh-cut papaya (carica papaya L.) in various shapes. *Philippine Agricultural Scientist* 93(1), 88-96.

Özdemir, K. S. ve Gökmen, V., 2017, Extending the shelf-life of pomegranate arils with chitosan-ascorbic acid coating, *LWT-Food Science and Technology*, 76, 172-180.

Pearson, D., Surry, J. ve Chuchill, A., 1970, The chemical analysis of Food National College of Food Technology, *University Of Reading, Weybridge Surry T and A Churchill*.

Pekyardımcı, Ş., 1992, Polifenol oksidaz enzimi ve esmerleşme reaksiyonlarının Gıda endüstrisi uygulamaları, *Gıda / The Journal of Food*, 17 (3), 181-186.

Perez-Gago, M., Serra, M. ve Del Rio, M., 2006, Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings, *Postharvest Biology and Technology*, 39 (1), 84-92.

Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Herceg, K. ve Levaj, B., 2017, Influence of antibrowning solutions, air exposure, and ultrasound on color changes in fresh-cut apples during storage, *Journal of food processing and preservation*, 41 (6), e13288.

Qi, H., Hu, W., Jiang, A., Tian, M., Li, Y. J. I. F. S. ve Technologies, E., 2011, Extending shelf-life of fresh-cut 'Fuji'apples with chitosan-coatings. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12 (1), 62-66.

Robles-Sánchez, R. M., Rojas-Graü, M. A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G. ve Martin-Belloso, O., 2013, Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes, *LWT-Food Science and Technology*, 50 (1), 240-246.

Rojas-Graü, M. A., Sobrino-López, A., Soledad Tapia, M. ve Martín-Belloso, O. J. J. o. F. S., 2006, Browning inhibition in fresh-cut 'Fuji'apple slices by natural antibrowning agents. *Journal of Food Science*, 71 (1), S59-S65.

Saba, M. K. ve Sogvar, O. B., 2016, Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples, *LWT-Food Science and Technology*, 66, 165-171.

Sabır, F. ve Kurtaran, B., 2015, Taze doğranmış fuji elma çeşidinde bazı uygulamaların kararma ve kalite özellikleri üzerine etkisi *İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi*, 508.

Sabır, F. K. ve Günal, E., 2014, Taze doğranmış elmalarda dilimleme öncesi muhafaza koşullarının dilim kalitesi ve muhafaza süresine etkileri. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. Eylül 2014, Bursa, 187-193.

Sabır, F. K., 2017, Taze kesilmiş (Fresh-cut) ürünler. Minimal işlem görmüş ve diğer bahçe ürünlerinin depolanması. (Ed. Türk, R., Güneş, N.T. Erkan, M., Koyuncu, M.A.). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Somtad Yayınları Ders Kitabı 293-316.

Salminen, W. F. ve Russotti, G., 2017, Synergistic interaction of ascorbic acid and green tea extract in preventing the browning of fresh cut apple slices, *Journal of food processing and preservation*, 41 (5), e13192.

Seymen, T. ve Polat, M., 2015, Bazı Amasya Elma Tiplerinin Fenolojik, Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Morfolojik Karakterizasyonu, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 122-129.

Singleton, V. L., Orthofer, R. ve Lamuela-Raventós, R. M., 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, In: Methods in enzymology, Eds: Elsevier, p. 152-178.

Speranza, B., Campaniello, D., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia, M. ve Corbo, M. R., 2018, Viability of Lactobacillus plantarum on Fresh-Cut Chitosan and Alginate-Coated Apple and Melon Pieces, *Frontiers in microbiology*, 9, 2538.

Sumonsiri, N., 2017, Effect Of Ascorbic Acid And Nisin On Fresh-Cut Apples, *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 9 (4), 71-85.

Supapvanich, S., Mitrsang, P., Srinorkham, P., Boonyaritthongchai, P. ve Wongs-Aree, C., 2016, Effects of fresh Aloe vera gel coating on browning alleviation of fresh

cut wax apple (Syzygium samarangenese) fruit cv. Taaptimjaan, *Journal of food science and technology*, 53 (6), 2844-2850.

Suttirak, W. ve Manurakchinakorn, S., 2011, Potential application of ascorbic acid, citric acid and oxalic acid for browning inhibition in fresh-cut fruits and vegetables, *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 7 (1), 5-14.

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D. H. J. J. o. f. c. ve analysis, 2006, Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7), 669-675.

Toivonen, P. ve Hampson, C. J. H., 2009, Apple cultivar and temperature at cutting affect quality of fresh slices. *Hort Technology*, 19 (1), 108-112.

Valizadeh, A., 2011, Granny Smith Elma Çeşidinde 1- MCP Uygulamasının Meyve Kalitesi ve Muhafazaya Etkisi., Yüksek Lisans Tezi., *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.*

Vivek, K. ve Subbarao, K., 2018, Effect of edible chitosan coating on combined ultrasound and NaOCl treated kiwi fruits during refrigerated storage, *International Food Research Journal*, 25 (1), 101-108.

Volpe, S., Torrieri, E. ve Cavella, S., 2018, Use of chitosan and chitosan-caseinate coating to prolong shelf life of minimally processed apples, *Italian Journal of Food Science*, 30-35.

Wang, H., Cao, G. ve Prior, R. L., 1996, Total antioxidant capacity of fruits, *Journal of agricultural and food chemistry*, 44 (3), 701-705.

Wiley, R. C., 2017, Preservation Methods for Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables, In: Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables, Eds: Springer, p. 187-237.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mays Talal Kadhım MAADHEEDI
Uyruğu :
Doğum Yeri ve Tarihi : Irak/1990
Telefon : 05347634335
Faks :
e-mail : maistalal7@.gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Kerkük Lisesi, Kerkük,Irak**	**2009**
Üniversite	:	**Kerkük Üniversitesi,Irak**	**2014**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi**	**2019**
Doktora	:	-	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR