

**ZENCEFİL, ZERDEÇAL VE SAFRAN İÇEREN KEÇİBOYNUZU GAMI
KAPLAMASININ ELMA VE MUZ ÖRNEKLERİNİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Engin SOYTÜRK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2023

Bu tez çalışması 27.FEN.BİL.37 numaralı proje ile BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANSTEZİ

ZENCEFİL, ZERDEÇAL VE SAFRAN İÇEREN KEÇİBOYNUZU
GAMI KAPLAMASININ ELMA VE MUZ ÖRNEKLERİNİN RAF
ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Engin SOYTÜRK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Engin SOYTÜRK tarafından hazırlanan “Zencefil, Zerdeçal ve Safran İçeren Keçiboynuzu Gamı Kaplamasının Elma ve Muz Örneklerinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 14/07/ 2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

Başkan :Dr. Öğr. Üyesi Amir SOLTANBEİĞİ
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi İmza

Üye :Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER
AKÜ, Mühendislik Fakültesi İmza

Üye :Dr. Öğr. Üyesi Tuğba DEDEBAŞ
AKÜ, Bolvadin M.Y.O. İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. İbrahimEROL

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

14 / 07/2023

İmza

Engin SOYTÜRK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ZENCEFİL, ZERDEÇAL VE SAFRAN İÇEREN KEÇİBOYNUZU GAMI KAPLAMASININ ELMA VE MUZ ÖRNEKLERİNİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Engin SOYTÜRK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

Bu çalışmada, dilimler haline getirilen elma ve muz meyvelerinin muhafaza süresinin artırılması amacıyla keçiboynuzu gamının (KBG) doğal antioksidan özelliklere sahip zencefil (*Zingiberofficinale*), zerdeçal (*Curcuma longa*) ve safran (*Crocussativus*) baharatlarının farklı oranlarda hazırlanan kaplama malzemeleri kullanılmıştır. 16 adet dilimlenmiş taze elma ve muz örneklerine 5 farklı örnekleme günlerinde (0, 1, 3, 5 ve 7. gün), tekstür profil analizi (TPA), renk analizi, toplam fenolik madde tayini (TFM), antioksidan aktivitesi tayini (DPPH) ve pH tayini yapılmıştır. Elma örneklerinde 5. gün sonunda enzimatik kararma veya yumuşama meydana geldiği için 5 günden sonra analizler kayıt altına alınmamıştır. Yapılan analizlerde 1gr zencefil + 2gr KBG ile kaplanan elma örneğinde, diğer elma örneklerine göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Muz örneklerinde ise, 1gr zencefil + 2gr KBG ve 0,5gr safran + 1gr KBG ile kaplanan örneklerde 7 günlük değerlendirme yapılmıştır. Diğer muz örneklerinin enzimatik kararma ve yumuşama nedeniyle 5 günden sonra analizi yapılmamıştır. Elde edilen sonuçlarda zencefilli keçiboynuzu gamı ile kaplamanın, safranlı keçiboynuzu gamı ile kaplamaya göre dilimlenmiş muzda fiziksel ve kimyasal olarak daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

2023, ix + 62 sayfa

Anahtar Kelimeler: Zencefil, Zerdeçal, Safran, KBG, Keçiboynuzu Gamı, Yenilebilir Kaplama, Elma, Muz, Raf Ömrü

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

THE EFFECTS OF LOCUST BEAN GUM WITH TURMERIC, GINGER AND SAFFRON ON THE SHELF LIFE OF APPLE AND BANANA SAMPLES

Engin SOYTÜRK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Senem GÜNER

In this study, the coating material obtained by mixing locust bean gum (LBG) with ginger (*Zingiber officinale*), turmeric (*Curcuma longa*) and saffron (*Crocus sativus*) spices were applied in different quantities in order to increase the shelf lives of the fresh sliced apples and bananas. Texture profile analysis (TPA), color analysis, total phenolic content determination (DPPH) and pH of 16 sliced fresh apple and banana samples were carried out during 5 different sampling days (0, 1, 3, 5 and 7th). Because softening and enzymatic darkening were observed in the apple samples after the fifth day, results of the analysis of apple samples which were obtained after the fifth day of treatment did not take into consideration. In the analyses performed, better results were obtained in the apple sample coated with 1 g of ginger + 2 g of KBG than in the other apple samples. In the banana samples, 1 g of ginger + 2 g of KBG and 0.5 g of saffron + 1 g of KBG coated samples were evaluated for 7 days. Other banana samples were not analyzed after 5 days due to the enzymatic darkening and softening. In the results obtained, it was determined that the coating with ginger locust bean gum was physically and chemically more effective on the sliced bananas than coating with saffron locust bean gum.

2023, ix + 62 pages

Keywords: Turmeric, Ginger, Saffron, Locust Bean Gum, LBG, Edible Coating, Apple, Banana, Shelf Life.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım değerli Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER'e saygılarımla teşekkür ederim. Literatür taraması ve yazım konusunda destek olan tarımsal genetik yüksek mühendisi Özgür ALTUNDAŞ'a teşekkür ederim. Araştırma, deney, raporlama ve yazım süresince yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen sevgili eşim Berge ERZİNCANLI SOYTÜRK'e ve eğitimime başladığım ilk andan itibaren maddi, manevi her türlü desteği sunan, bugünlere gelmemde büyük emeği olan anneme, babama, kardeşlerime ve tez yazım sürecinde benim sessiz destekçim kızıma sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Engin SOYTÜRK
Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1 YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR.....	3
2.1.1. Yenilebilir Kaplamanın Tanımı ve Tarihçesi.....	4
2.1.2 Yenilebilir Kaplamanın Özellikleri.....	5
2.1.3 Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Sınıflandırılması	5
2.1.3.1 Protein Filmler.....	6
2.1.3.2 Polisakkarit Filmler	6
2.1.3.3 Lipit Filmler	7
2.1.3.4 Kompozit Filmler	8
2.1.4 Filmlerin Gıdalara Uygulama Yöntemleri	9
2.1.4.1 Daldırma Yöntemi	9
2.1.4.2 Dökme Yöntemi	10
2.1.4.3 Püskürtme Yöntemi.....	10
2.1.4.4. Damlatma Yöntemi	11
2.1.4.5 Köpürtme Yöntemi.....	11
2.1.5. Yenilebilir Kaplamanın Avantajları ve Dezavantajları.....	12
2.2 Keçi Boynuzu Gamı (Locust Bean Gum - LBG)	13
2.3 Elma	15
2.4 Muz	16
2.5 Zencefil	17
2.6. Safran	19
2.7. Zerdeçal	20
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	23

3.1 Materyal	23
3.1.1 Muz	23
3.1.2 Elma	23
3.1.3 Keçi Boynuzu Gamı (KBG).....	23
3.1.4 Zencefil, Zerdeçal ve Safran	23
3.2 Metot.....	24
3.2.1. Kaplama Malzemeleri	24
3.2.2 Kaplamaların Hazırlanması.....	24
3.3 Analizler.....	26
3.3.1 Tekstür Profil Analizleri (TPA)	26
3.3.1.1 Mekanik Özellikler.....	27
3.3.1.2 Geometrik Özellikler	28
3.3.1.3 Gıdanın Bileşimi İle İlgili Özellikler.....	28
3.3.2 Renk Analizi.....	29
3.3.3 Toplam Fenolik Madde (TPC) Analizi	29
3.3.4 Antioksidan Aktivitesi Analizi (DPPH Tayini)	30
3.3.5 pH Analizi	31
4. BULGULAR	32
4.1 Elma ve Muz Numunelerinin Tekstür Profil Analizleri Sonuçları (TPA).....	32
4.1.1 Sertlik	32
4.1.2 Kesme.....	33
4.1.3 Kesme Direnci.....	35
4.1.4 Elastikiyet.....	37
4.2 Renk Analizleri	38
4.2.1 L* Değerindeki Değişmeler	39
4.2.2 a* Değerindeki Değişmeler	40
4.2.3 b* Değerindeki Değişmeler.....	40
4.3 Toplam Fenolik Madde (TFM) Analizi	42
4.4 Antioksidan Aktivitesi Analizi (DPPH Tayini)	43
4.5 pH Analizi.....	45
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	47
6. KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

HCl	Hidroklorik asit
OH	Hidroksit
CO ₂	Karbondioksit
ml	Mililitre
mg	Miligram
µl	Mikrolitre
O ₂	Oksijen
°C	Santigrat Derece
Na	Sodyum
Na ₂ CO ₃	Sodyum Karbonat
H ₂ O	Su

Kısaltmalar

LBG/KBG	LocustBeanGum / Keçiboynuzu Gamu
POD	Peroksidaz
PPO	Polifenol Oksidaz
TFM/TPC	Toplam Fenolik Madde
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Yenilebilir Film ve Kaplamalar.....	3
Şekil 2.2 Yenilebilir Film ve Kaplama Bileşenleri.....	4
Şekil 2.3 Daldırma Yöntemi.....	10
Şekil 2.4 Püskürtme Yöntemi.....	11
Şekil 2.5 Keçiboynuzu Gaminin Yapısı.....	14
Şekil 2.6 Taze Zencefil ve Toz Haline Getirilen Zencefil.....	18
Şekil 2.7 Zencefilin Baskın Antioksidan Bileşenleri.....	18
Şekil 2.8 Safran (<i>CrocussativusL.</i>).....	19
Şekil 2.9 Safran Stigmaları ve Toz Haline Getirilen Safran.....	20
Şekil 2.10 Taze Zerdeçal ve Toz Haline Getirilen Zerdeçal.....	21
Şekil 3.1 TPA İçin Gerekli İki Sıkıştırmanın Şematik Diyagramı	26
Şekil 4.1 Elma Örneklerinin Sertlik Değerlerindeki Değişimler.....	32
Şekil 4.2 Muz Örneklerinin Sertlik Değerlerindeki Değişimler.....	33
Şekil 4.3 Elma Örneklerinin Kesme Değerlerindeki Değişimler.....	34
Şekil 4.4 Muz Örneklerinin Kesme Değerlerindeki Değişimler.....	35
Şekil 4.5 Elma Örneklerinin Kesme Direnci Değerlerindeki Değişimler.....	36
Şekil 4.6 Muz Örneklerinin Kesme Direnci Değerlerindeki Değişimler.....	36
Şekil 4.7 Elma Örneklerinin Elastikiyet Değerlerindeki Değişimler.....	37
Şekil 4.8 Muz Örneklerinin Elastikiyet Değerlerindeki Değişimler.....	38
Şekil 4.9 Elma Örneklerinin TFM(Birim) Değerlerindeki Değişimler.....	42
Şekil 4.10 Muz Örneklerinin TFM(Birim) Değerlerindeki Değişimler.....	43
Şekil 4.11 Elma Örneklerinin DPPH Değerlerindeki Değişimler.....	44
Şekil 4.12 Muz Örneklerinin DPPH Değerlerindeki Değişimler.....	45
Şekil 4.13 Elma Örneklerinin pH Değerlerindeki Değişimler.....	46
Şekil 4.14 Muz Örneklerinin pH Değerlerindeki Değişimler.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Kaplaması Yapılan Maddelerinin İçeriği.....	24
Çizelge 3.2 Kaplama Maddelerinin Formülasyonu.....	25
Çizelge 4.1 Elma Örneklerinin Sertlik Değerleri.....	32
Çizelge 4.2 Muz Örneklerinin Sertlik Değerleri.....	33
Çizelge 4.3 Elma Örneklerinin Kesme Değerleri.....	34
Çizelge 4.4 Muz Örneklerinin Kesme Değerleri.....	34
Çizelge 4.5 Elma Örneklerinin Kesme Direnci Değerleri.....	35
Çizelge 4.6 Muz Örneklerinin Kesme Direnci Değerleri.....	36
Çizelge 4.7 Elma Örneklerinin Elastikiyet Değerleri.....	37
Çizelge 4.8 Muz Örneklerinin Elastikiyet Değerleri.....	38
Çizelge 4.9 Elma Örneklerinin L* Değerleri.....	39
Çizelge 4.10 Muz Örneklerinin L* Değerleri	39
Çizelge 4.11 Elma Örneklerinin a* Değerleri.....	40
Çizelge 4.12 Muz Örneklerinin a* Değerleri.....	40
Çizelge 4.13 Elma Örneklerinin b* Değerleri.....	41
Çizelge 4.14 Muz Örneklerinin b* Değerleri.....	41
Çizelge 4.15 Elma Örneklerinin TFM(Birim)Değerleri.....	42
Çizelge 4.16 Muz Örneklerinin TFM (Birim) Değerleri.....	43
Çizelge 4.17 Elma Örneklerinin DPPH Değerleri.....	44
Çizelge 4.18 Muz Örneklerinin DPPH Değerleri.....	44
Çizelge 4.19 Elma Örneklerinin pH Değerleri.....	45
Çizelge 4.20 Muz Örneklerinin pH Değerleri.....	46

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 4.11 ZN.2L.M kodlu örneğin 7. gün incelemesi.....	41
Resim 4.20 ,5SF.1L.M kodlu örneğin 7. gün incelemesi.....	41



1. GİRİŞ

Tarımsal üretimin vazgeçilemez parçalarından olan hasat sonrası depolama metotları günümüzde hızlı bir ilerleme kaydetmesine rağmen ortaya çıkan gıda zararları büyük boyutlara ulaşabilmektedir. Bu durum özellikle elma ve muz gibi önemli tarımsal ürünlerin sürdürülebilir üretimine ciddi zarar vermektedir (İlyas vd. 2007). Ortaya çıkan zararlar nedeniyle gıda güvenliği sağlanamamaktadır. Kuzey ve batı ülkelerinde gıda güvenliği sorunu Afrika ve Asya ülkelerine göre daha az hissedilmektedir. Bu durumun temel nedenleri arasında kuzey ve batı ülkelerinin yüksek üretim kapasitesiyle birlikte hasat sonrası süreçleri daha iyi yönetebilmesi yer almaktadır (Guo vd. 2021).

Hasat sonrası meydana gelebilecek muhtemel kayıpların önlenmesi adına dünyada çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar farklı kaplama teknolojilerinin önemini ortaya koymuştur. Meyve ve sebzelerin içeriğinde doğal olarak bulunan fenolik bileşikler aynı zamanda doğal antioksidan özellik göstermektedir. Meyve ve sebzelerin işlenmesinde fenolik bileşikler enzimatik kararmaya sebebiyet vermektedir (Nizamlioğlu ve Nas 2010). Enzimatik kararma, depolama sırasında meyve ve sebze kayıplarına yol açmaktadır. Bu sürecin en önemli sorumlusu ise polifenol oksidaz (PFO) enzimidir. Taze meyve ve sebzelerin kesilmesiyle meydana gelen, su kaybı, doku zedelenmesi, enzimatik kararma, istenmeyen tat ve aroma oluşumu, mevcut gıdanın raf ömrünü ve kalitesini olumsuz olarak etkiler. Bu nedenle, taze kesilmiş ürünler için minimum işlem gereklidir (Ahvenainen 1996, Atalay vd. 2020). Bu işlemler sırasıyla; ısıtma işlem uygulamaları, enzimatik kararma engelleyici kimyasal maddelerin (antioksidanlar) kullanımı, ışınlama uygulamaları ve çeşitli alternatif yöntemler kullanılmaktadır. Fakat bu uygulamaların çoğu taze meyvelerde dokusal hasara yol açtığı için kullanılamamaktadır (Yılmaz ve Elmacı 2018).

Gıdaların raf ömrünün uzatılabilmesi, depolama süreçlerinin iyileştirilmesi ve tüketicilerin daha sağlıklı gıdaya erişiminin sağlanabilmesi adına keçiyoynuzu gamı (Locust Bean Gum) gibi yenilebilir kaplama materyalleri geliştirilmiştir (Perestrelo vd. 2014). Keçiyoynuzu gamının kullanım alanları gıda, tarım ve sağlık sektörü gibi çok farklı alanlar olabilmektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar keçiyoynuzu gamının çok

fazla tercih edilmesinin nedenleri arasında řu özelliklerinin yer aldığını ortaya koymuştur; pH değişimlerinden, tuzdan ve ısıdan etkilenmemesi, yüksek oranda fiziksel etkilere dayanım sağlayabilmesi, yapışma özelliğinin iyi olması olarak gösterilmektedir (Perestrelo vd. 2014). Bu özelliklere sahip olmasının arkasında yatan neden iyonik olmayan kimyasal yapısı ve OH gruplarıdır.

Keçiboynuzu gamı bir polisakkarittir ve galaktomannan grubuna dahildir. Çoğunlukla keçiboynuzu ağacının tohumlarında ekstrakt edilir (Ana 2012). Günümüzde polisakkaritler çözünebilir film ve kaplama materyali olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Yenilebilir ve doğada parçalanabilir filmler gıdaların besleyici değerlerinin artırılması, nemin ve aromanın dengelenmesi adına kullanılmaktadır. Keçiboynuzu gamını da içine alan polisakkarit orijinli filmler ilgi çekmekte ve bu filmlerin fiziksel özellikleri sıklıkla araştırılmaktadır (Martins vd. 2012).

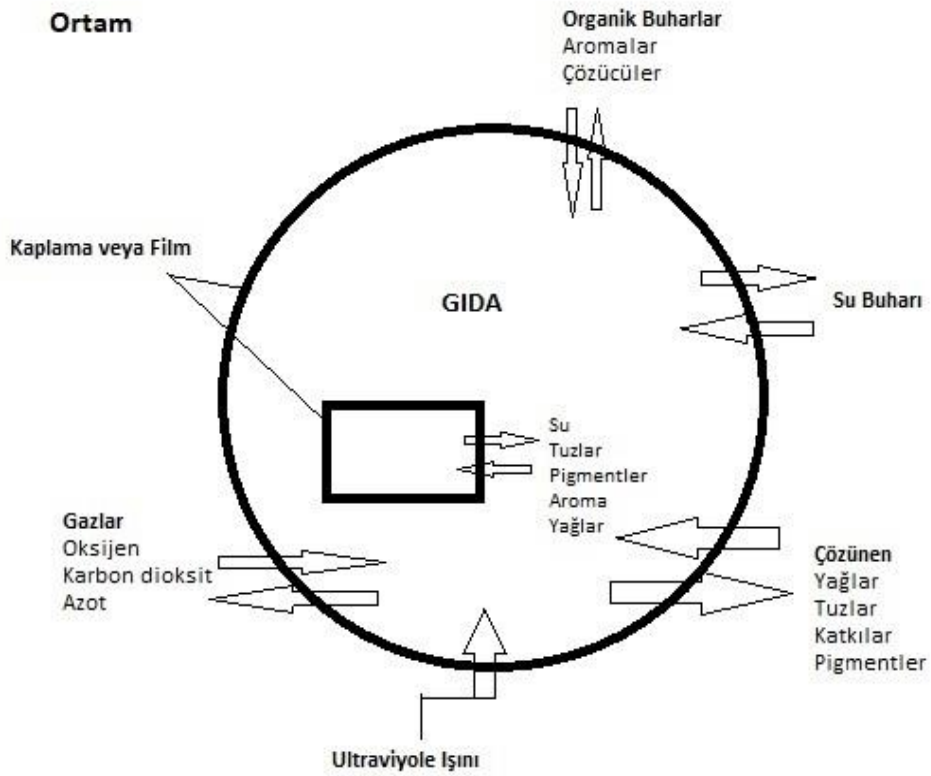
Özellikle pastacılık sektöründe en çok kullanılan ürünlerinden biri olan meyveler olmasına rağmen bugüne kadar elma ve muzda keçiboynuzu gamının koruyuculuğunu araştıran çalışmalar sınırlıdır. Diğerk çok sayıda kaplama materyalinin aksine keçiboynuzu gamının doğal yapısı, içerdiki yüksek antioksidan kapasitesi, insan sağlığına sağladığı faydalar nedeniyle gittikçe artan bir ilginin odak noktası konumunda yer almaktadır (Kurt vd. 2017). 2023 mayıs ayı itibariyle Web of Science veri tabanında ‘locustbeangum’ terimiyle ilgili 1900’den fazla sonuç görüntülenmektedir. Buna rağmen keçiboynuzu gamının elma ve muz üzerindeki koruyucu etkilerini ortaya koyan çalışmalar sınırlıdır.

Bu tezin amacı, bir polisakkarit olan keçiboynuzu gamının zencefil, zerdeçal ve safran ile farklı oranlardaki karışımlarının kaplama maddesi olarak dilimlenmiş taze elma ve muz meyvelerinde kullanıldığında yaptığı etkileri farklı fizyolojik parametreleri inceleyerek araştırmaktır. Bu amaçla çok sayıda farklı kombinasyon oluşturulmuştur.

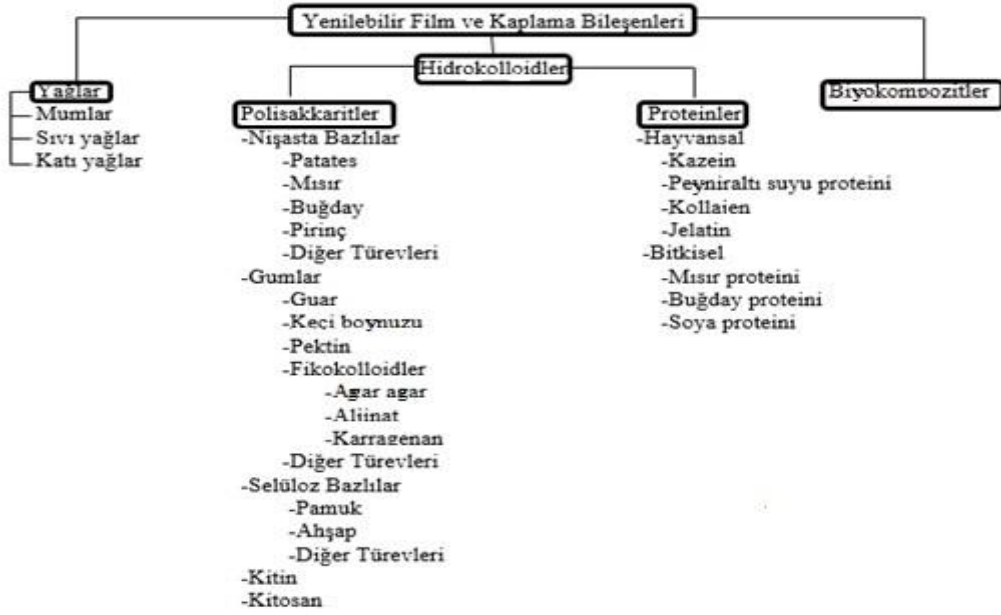
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR

Yenilebilir kaplama klasik olarak gıdaların korunmasından fiziksel zararların önlenmesine ve mikrobiyal kontaminasyonun engellenmesine kadar kapsamlı bir alanda kullanılır. Günümüzde çok sayıda araştırmacı yenilebilir kaplama materyali üretimi konusunda araştırmalarına devam etmektedir. Bu araştırmalar kapsamında ürünlerin raf ömrünü uzatmak, hasat sonrası genel kaliteyi artırmak yer almaktadır (Barrett vd. 2010). Yenilebilir kaplamanın önemi gıdaların kalitesini artırmanın yanı sıra ürün kayıplarını da önler (Suhag vd. 2020).



Şekil 2.1 Yenilebilir Film ve Kaplamalar (Díaz-Montes ve Castro-Muñoz 2021).



Şekil 2.2 Yenilebilir Film ve Kaplama Bileşenleri (Yener 2007).

2.1.1. Yenilebilir Kaplamanın Tanımı ve Tarihçesi

Yenilenebilir kaplamalar; nem ve oksijene karşı korunmak için uygulanan ince bir yenilenebilir malzeme tabakasıdır (Ncama vd. 2018). Yenilebilir film ve kaplama içeriğinde kullanılan malzemeler; Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından onaylanan genel olarak güvenilir (GRAS) ve ilgili standartlara uygun olmalıdır (Raghav vd. 2016, Kurek vd. 2017).

Meyvelerin mumla kaplanması, 12. yüzyılın başlarında uygulanan eski yöntemlerden biridir. Bu metot; Çin'de limon ve portakal örneklerinde su tutuculuğunu sağlamak için uygulanmaktadır (Raghav vd. 2016, Hassan vd. 2018). 1930'da, sıcakta eriyen parafın mumları, elma ve armut gibi taze meyvelerde yenilebilir kaplama olarak kullanıldı. Ardından “laring” adıyla yağlı kaplama, İngiltere'de gündeme geldi. 15. yüzyılın başından beri bazı gıdaların görünümünü ve kalitesini korumak için soya sütünün kaynatılmasıyla elde edilen ve Yuba adı verilen kaplama Asya'da halen tercih ediliyor. 19. yüzyılda sakarozdan elde edilen yenilebilir kaplamanın badem, fındık ve ceviz gibi sert kabuklu yemişlerin bozulma ve oksidasyonunu engellemek için kullanıldığı belirlenmiştir (Dursun ve Erkan 2009).

2.1.2 Yenilebilir Kaplamanın Özellikleri

Yenilebilir kaplamaların özellikleri, moleküler boyutlarına ve kimyasal yapılarına bağlı olarak değişmektedir (Dhall 2013,Raghav vd. 2016,Ncama vd. 2018). Yenilebilir kaplama malzemesinin; Suyu dayanıklı olması, ürünü yeterli seviyede örtmesi ve gaz geçirgenliğinin optimum seviyede olması sağlanmalıdır. Üstelik kaplama malzemesi; Görünümü iyileştirmeli, mekanik işleme özelliklerini iyileştirmeli, gıdanın neminin uygun oranlarda tutulmasını sağlamalı, suyun yapısal bütünlüğünü sağlamalı, etken maddeleri (vitaminler, antioksidanlar vb.) barındırmalı ve uçucu tat bileşiklerini korumalıdır (Raghav vd. 2016,Ncama vd. 2018) . Bu özelliklerin yanı sıra kaplama malzemesi; 40°C'nin üstünde ayrıışmadan erimeli, kolay emülsiyon haline gelmeli, yapışkan özellikte olmamalı, kurumaya dayanmalı, taze meyvelerin veya sebzelerin kalitesini olumsuz yönde etkilememeli, viskozitesi düşük, şeffaf, ekonomik ve düşük basınca dayanıklı olmalıdır (Dhall 2013).

2.1.3 Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Sınıflandırılması

Hayvansal ve bitkisel kaynaklı polisakkaritler, proteinler ve lipidler yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde kullanılmaktadır. Bu malzemeler tek başlarına veya karışım halinde kullanılabilir (Robertson 2013). Polisakkaritler, lipidler ve proteinler, kaplama filmi hazırlama sırasında ve kimyasal yapılardan kaynaklanan farklılıklardan dolayı film üzerinde farklı etkileri vardır (Üstünol 2009).

Nem iletimini azaltmak için lipidler, gaz geçişini istenilen seviyede tutmak için polisakkaritler ve kaplamaya karşı fiziksel dayanıklılık sağlamak için proteinler kullanılabilir (Pavlath ve Orts 2009, Üstünol 2009). Yenilebilir kaplama ve filmlerin hazırlanmasında proteinler, lipidler, polisakkaritler, çözücüler, antioksidanlar, plastikleştiriciler, emülsifiye ediciler ve antimikrobiyal maddeler de kullanılmaktadır (Üstünol 2009).

2.1.3.1 Protein Filmler

Protein içeren filmler, polipeptit zincirlerinin bir solvent ilavesiyle, bağları güçlendiren bir sıcaklığın muhafaza edilmesiyle veya karıştırma kasılmasıyla hızlı hidrolizi ile oluşturulur (Rhim ve Ng 2007). Protein içeren filmler, yenilenebilir filmler arasında en güçlü olanıdır. Protein içeren filmler, lipid ve polisakkarit filmlere kıyasla daha yüksek koruyuculuğa sahiptir (Shatalov vd. 2014). Üstelik protein içerikli filmler karbonat, oksijen ve nem bariyerine karşı koruma gösterir. Meyve-sebze ve et ürünleri kaplamaları iyi film oluşumundan dolayı en çok tercih edilen filmlerdir. Ayrıca protein türevi filmlerin kaplanması için uygundur; Kimyasal ve mikrobiyal yönler, kristalleşme, üç şekil, hidrofobik özellik, yüzey yükü ve deşarj boyutuna sahip oldukları için gıdaların bozulmasını geciktirir. Protein bazlı filmler buğday glütenu, jelatin, zein, kollajen, soya proteini ve kazein verilebilir (Lee vd. 2003). Filmlerin özelliklerini protein yapısında incelemek için; Film depolama için yapılar, proteinin kaynağı, üretim ortamı koşulları, protein içeriklerinin pH seviyesi, plastikleştirme etkisini tüketen maddeler ve kaplama kalınlıklarıdır (Benjakul vd. 2008).

Su buharı geçirgenliği yüksek olan protein bazlı filmler, mekanik ve optik özellikleri sayesinde genellikle oksijen, karbon, lipid ve aroma migrasyonuna karşı koruyucudur (Cutter 2006, Robertson 2013). Bu filmlerin korunması, yüksek aktüasyona sahip oldukları proteinlerin hidrofilik yöneliminden kaynaklanmaktadır (Robertson 2013). Protein yapısı dikkate alındığında Protein yapıları filmlerde geçirgenlik özelliği yapıyetkileyebilmektedir (Pavlath ve Orts 2009). Üstelik proteinli filmlerle kaplanan gıdaların besin değerleri de büyük oranda artmaktadır (Dursun ve Erkan 2009).

2.1.3.2 Polisakkarit Filmler

Glikozidik bağlar ile ağ monosakkaritlerin birleşmesiyle oluşan polisakkaritler, birçok elementten oluşan karbonhidratlardır. Çiftliklerin ve mantarların yavrularını oynadıkları suda ve karada besleyen hücre duvarlarından oluşur. Jel kıvamı bazik ve asidik ortam şartlarına göre gerçekleşir. Polisakkarit filmler; Nişasta hidrolizatları, pektin, kitosan ve selüloz türevleri, nişasta, aljinat, karagenan, levan, elsinan ve pullunan gibi

örneklerverebilir (Krochta ve Mulder-Johnston 1997). Ev tipi polisakkarit filmlerde nem bariyeri özellikleri sınırlıyken, gaz bariyeri özellikleri etkilidir. Bu sırada polisakkarit filmler, meyvelerin ve sebzelerin enine kesitleri birbirine yapışabilir (Kester ve Fennema 1986, Baldwin vd. 1995, Gontard ve Guilbert 1996, Raeisi vd. 2014). Polisakkarit filmlerin en önemli özellikleri oksijen geçişini engellemeleri ve yapısal olarak dayanıklılıkları olsa da su sertliğine karşı direnci yetersizdir (Pavlath ve Orts 2009, Robertson 2013).

Polisakkaritler, selüloz, pektin, kitosan, aljinat ve sakız çeşitlerinden yapılan yenilenebilir film ve kaplamaların olumlu sonuçlarından dolayı en çok tercih edilen malzemelerdir (Robertson 2013). Polisakkaritler özellikle kısa süreli depolanan et ürünlerinin nem kaybını azaltmak için olmak üzere bazı gıdalarda yüksek nemli jelatin kaplamalar eklenerek kullanılır. Ayrıca düşük kristalli olmaları ve suda iyi çözünürlük yapıları nedeniyle yenilebilir biyofilmlerde, karboksimetil selüloz filmlerde ve türevlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Raeisi vd. 2014). Yenilebilir film ve kaplama kullanımlarında birçok polisakkarit ve türevlerinin temel amacı, kolay elde edilememeleri ve iyi film oluşumu sağlamalarıdır (Robertson 2013).

2.1.3.3 Lipit Filmler

Şekerleme ürünlerinin ve taze üretilmiş gıdaların yüzeyini şekerleme yağı ile kaplamak eski bir yöntemdir. Özellikle taze ürünlerin su buharı kaybını azaltmak için yüzeye hidroforik lipid filmler ve mumlar uygulanmaktadır (Morillon vd. 2002). Koruyucu kaplamalar olarak doğal mumlar, yüzey aktif maddeler ve asetillenmiş monogliseritler dahil olmak üzere çeşitli yağ bileşikleri kullanılır. Örneğin asetillenmiş monogliserit filmlerde su buharı geçirgenliği çoğu polisakkarit filminden daha düşükken etil ve metil selülozun geçirgenlik değerlerinden oldukça yüksektir. Ayrıca asetilasyon değeri arttıkça geçirgenlik özellikleri de iyileşir (Kester ve Fennema 1986). Filmler, iyi nem bariyeri özelliklerinden dolayı meyve ve sebzeleri kaplamak için tercih edilir (Baldwin vd. 1995).

Mum kaplamalar, diğer lipid ve lipid olmayan kaplamalar, mumlar ve lipid bazlı filmlere göre nem transferine karşı daha fazla bariyer etkisine sahip olsa da; Pürüzsüz yüzey

alanları, malzeme katman yüksekliği, mumsu ve istenmeyen acı tat içerikleri nedeniyle sorun yaratabilmektedir (Robertson 2013). Yenilebilir mum kaplamaların oksijen geçirgenliği diğer kaplamalara göre daha azdır. Meyveleri ve sebzeleri kaplamada genellikle bal mumu, parafin, carnauba ve candelilla gibi mumlar tercih edilmektedir (Kester ve Fennema 1986, Hagenmaier ve Baker 1994, Gontard ve Guilbert 1996). Daha etkili bariyer özelliği sağlamak için çift kat kaplama uygulamaları yapılmaktadır. Böylelikle film ile gıda arasındaki zayıf çekim kuvveti doğrudan ıslak zemine uygulanarak engellenebilir (Pavlath ve Orts 2009). Lipid bazlı filmler düşük mekanik etkilere sahip olmasına rağmen, kaplama üretiminde yüksek sıcaklıklar ve solventler gerekmektedir. Ayrıca sıvı lipid bazlı filmler katı filmlere göre nem ve gaz transferine karşı daha zayıf dirence sahiptir (Dursun ve Erkan 2009).

2.1.3.4 Kompozit Filmler

Kompozit filmler; başlıca 3 temel malzemeden oluşur: Karbonhidrat veya lipid, film üretiminde kullanılan protein ve karbonhidratlar veya protein ve lipidler şeklinde kullanılan polimerlerin kombinasyonlarıdır. Böylece kompozit filmler, bileşenlerin farklı özelliklerini bir arada kullanma olanağı sağlar (Bourtoom 2008). Genelde aynı hammaddeden hazırlanan filmler hem iyi mekanik hem de bariyer direnci özelliklerine sahip olamazlar. Hidrofilik oldukları için nem transferine karşı sınırlı bir dirence sahip olan protein yapılı filmler, oksijen ve polisakkaritlerin geçişine karşı iyi bariyer özellikleri gösterirler. Lipit kaynaklı filmler iyi bir nem bariyeri oluşturur. Fakat lipid esaslı filmlerin yüzey alanlarında boşluk, çatlak gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Ayrıca hidrofilik yüzeylere yapışma kuvvetleri zayıftır. Lipit kaynaklı filmler heterojendir ve üründe mumsu-acı bir tat oluşturur. Bu olumsuzlukları yok etmek ve istenilen filmi elde etmek için çeşitli malzemelerin karışımları kullanılmaktadır (Gennadios vd. 1997). Kompozit filmlerin üretiminde kullanılan başlıca iki yöntem; Yenilebilir filmlerin üzerine lipit bazlı filmlerin kaplanması ve film solüsyonuna lipit bazlı malzemelerin eklenmesi ile çift katmanlı filmlerin hazırlanması olarak bilinen bir emülsiyon yöntemidir (Gennadios vd. 1997, Robertson 2013). Kompozit filmler oluşturulurken en çok selüloz eter tercih edilmekle birlikte, film oluşturma aşamalarında aljinat, kitosan, nişasta, pektin ve karragenan gibi hidrokolloid malzemeler de kullanılmaktadır.

Düşük nem bariyeri performansı, yüksek nemde önlenen gaz bariyeri ve mekanik özelliklerden yararlanılarak protein ve polisakkaritlerden suya duyarlı filmler oluşturulabilir. Neme karşı etkili olan hidrofobik lipitler, polimerik olmayan özelliklerinden dolayı mekanik özellikler açısından zayıftır. Formülasyondaki lipitler su transfer hızını düşürürken, hidrokolloid bileşenler (protein ve polisakkaritler) seçici gaz bariyeri görevi görerek yapısal bütünlüğü korur (JanjarasskulveKrochta 2010).

Gıdalarda koruyucu olarak kullanılan nişasta esaslı filmler, suda çözünürlüğünün yüksek olması ve kırılgan olmaları nedeniyle sınırlı kullanım alanına sahiptir. Kitosan ve mısır nişastası karışımlarıyla elde edilen filmlerde mevcut nişasta oranı çoğaldıkça filmlerin çekme mukavemeti ve uzama miktarı artmış, nem transfer hızı azalmıştır (Xu vd. 2005). Filmlerin mekanik etkilerini iyileştirmek için formülasyona hidroksipropil metil selüloz ve tapyoka nişastası, jelatin ve peynir altı suyu proteinleri gibi polisakkaritler eklenir (Campos vd. 2011). Kitosanın oleik asit ile birlikte kullanıldığında düşük nem bariyeri özelliği ortadan kalkarak çileğin depolama ve raf ömrünün arttığı tespit edilmiştir (Vargas vd. 2006).

2.1.4 Filmlerin Gıdalara Uygulama Yöntemleri

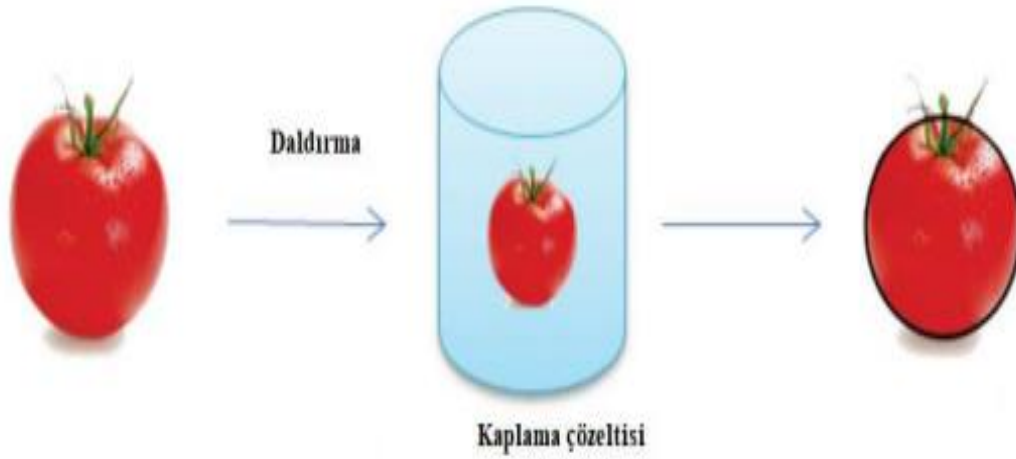
Yenilebilir kaplama ve filmlerin uygulanmasında başlıca 5 yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemler; dökme, daldırma, damlatma, köpükleme ve püskürtmedir (Dhanapal vd. 2012).

2.1.4.1 Daldırma Yöntemi

Daldırma yönteminde, kaplama yapılacak ürün önceden hazırlanmış kaplama materyaline daldırılıp bir süre beklendikten sonra çıkartılır. Bu metotta gıda çözeltiyi soğururken yüzeyde istenilen kalınlıkta kaplama katmanı oluşturabilmektedir (Pavlath veOrts 2009).

Hacimsel olarak büyük gıdalarda uygulanması pek uygun olmayan yöntemin fazla

kaplama solüsyonunu ayırması, pürüzlü yüzeyleri aynı oranda örtmesi ve yüzeyde kuruma imkanı sağlayan avantajları vardır. Beyaz ve kırmızı et türevi gıdalara olumlu özelliklerinden dolayı lipid yapılı filmlerin kaplama materyali olarak kullanılması tavsiye edilmektedir (Polat 2007, Dursun 2012).



Şekil 2.3Daldırma Yöntemi (Hassan vd. 2018).

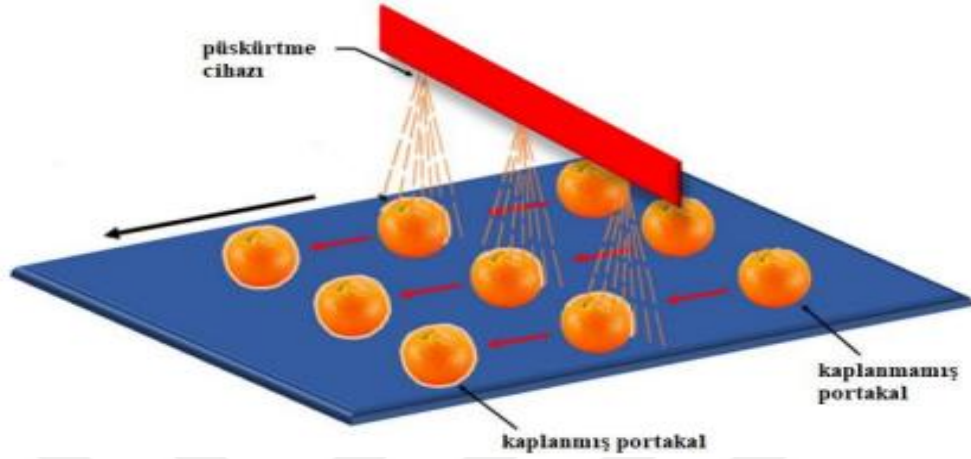
2.1.4.2 Dökme Yöntemi

Kaplama solüsyonunun düz bir yüzeye dökülerek, yayılarak ve kurutularak istenilen kalınlıkta bir film elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Polat 2007, Dursun 2012). Kullanılan filmin yapısal açıdan özellikleri; kaplama kalınlığı, çözelti içeriği ve katılma koşullarına bağlı olarak değişir (Dhanapal vd. 2012). Doğrudan uygulamaları kısıtlı olan bu yöntem sonunda elde edilen kaplamalar genelde daldırma ve püskürtme yöntemleri ile birlikte kullanılmaktadır. Bunun nedeniyse dökme yöntemiyle uygulanan filmlerin gıdanın gaz transfer seviyesini düşürmesidir (Polat 2007, Dursun 2012).

2.1.4.3 Püskürtme Yöntemi

Püskürtme yönteminde, sadece bir yüzeyi ince bir tabaka halinde kaplamak için uygulanan yöntemdir. Çapraz bağlanmayı hızlandırmak için bir materyali kaplamada kullanılır. Kaplanmış gıdada başka bir kaplama malzemesi oluşturmak için ikinci bir kaplama malzemesi olarak da kullanılır. (Üstünol 2009, Polat 2007). Püskürtme

yönteminin en büyük dezavantajı kaplama malzemesinin fazla kullanılmasıdır. Bu nedenle filmin ek işlemlerle gıda yüzeyine homojen ve eşit bir şekilde dağılması gerekmektedir (Dursun 2012).



Şekil 2.4Püskürtme Yöntemi (Kumar vd. 2021).

2.1.4.4. Damlatma Yöntemi

En çok tercih edilen yöntemlerdendir. Bu yöntem, gıda yüzeyini kaplayacak maddenin yukarıdan damlacıklar halinde bırakılmasıyla uygulanır. Gıda, eşit bir şekilde yayılıp kaplanması için döner vaziyetteki fırça bölümlerine gönderilir ve film tabakaya fırçalarda bulunan fanlar sayesinde kurutma uygulanır. Kaplamaları kalıp şeklinde oluşturabilmek için kaplama kalınlığı fırçalar yardımıyla yayılarak kontrol edilir. Kaplama kalınlığının çok veya az olması, ürünün depolanması boyunca çatlama, kırılma ve yapışma vb. gibi bir takım sorunlara yol açabilir (Koyuncu ve Savran 2002).

2.1.4.5 Köpürtme Yöntemi

Köpürtme yöntemi pek tercih edilmemektedir. İstenilen köpük, basınçlı hava kullanılarak bir tanka veya bir zemine uygulanır. Hareketli silindir veya bant üzerinde hareket eden gıdaya köpüğü fırçalar yardımıyla ürün yüzeyine dağıtarak uygulanmaktadır. Kaplama malzemesinin fazlası ayrıştırılarak tekrar kaplama malzemesi olarak kullanılabilir. Ancak kaplama malzemesindeki su oranı az olduğundan çoğu zaman problemlere neden olur (Altan 2003).

2.1.5. Yenilebilir Kaplamanın Avantajları ve Dezavantajları

Yenilebilir kaplamanın meyve yüzeyine parlaklık katarak dış görünüşünü iyileştirmesi, ağırlık kaybını azaltması, meyve sıklığını ve taze görünümünü koruması, solunumu ve etilen üretim hızını azaltarak olgunlaşmayı geciktirmesi, gıdaların oksidasyonunu ve mikrobiyalleri önleyerek raf ömrünü uzatması gibi avantajları vardır. Meyve ve sebzeleri depolama sırasında oluşabilecek mikrobiyal bozukluklara karşı korur. Ayrıca hasat sonrası kimyasal işlemler için dayanıklılık sağlar. Esmerleşme reaksiyonlarını engelleyen aroma bileşikleri, antioksidanlar, pigmentler, iyonlar ve vitaminler içerir, sentetik ambalaj malzemelerinin kullanımını azaltır ve bazı ülkelerde nakliye ambalaj malzemelerinin maliyetini düşürme gibi avantajları olduğu bildirilmektedir (Dhall 2013).

Meyvelerin ve sebzelerin yüzey kısmına uygulanan kalın kaplamalar, iç ve dış atmosfer arasında istenmeyen bir bariyer halinde solunum gazları (CO_2 ve O_2) ve etilen gazı alışverişini kısıtlayabilir (Hassan vd. 2018). Bu, daha fazla asetaldehit, etanol ve karbondioksit üreten anaerobik solunumun sonuçlarıyla karşılanabilir. Yenilebilir kaplamalar genelde kaplanan ürünle birlikte tüketildiği için; Antioksidanlar, antimikrobiyaller ve nutrasötikler gibi bileşiklerin dahil edilmesi tüketici kullanımını etkilememelidir. Bazen yenilebilir kaplamalara bazı esmerleşme önleyici ajanlar dahil edildiğinde, özellikle glutatyon ve N-asetilsistein gibi yüksek yoğunluklarda kükürt içeriğine sahip bileşiklerin kullanılmasının kötü koku verdiği belirtilmektedir (İyidoğan ve Bayındırlı 2004).

Yenilebilir kaplamalara nutrasötik bileşiklerin (acı tat, tatlandırıcı veya büzücü) eklenmesi tüketicilerin ürünü sevmemesine sebep olabilir (Drewnowski ve Gomez-Carneros 2000). Gıda güvenliği açısından Avrupa Direktifi ve ABD regülasyonlarına göre yenilebilir kaplamalar; Gıda ürünleri, gıda katkı maddeleri, gıda ile temas eden maddeler veya gıda ambalaj malzemeleri olarak sınıflandırılabilceği belirtilmektedir (Dhall 2013). Film bileşenlerinin veya film malzemelerinde yer alan fonksiyonel bir katkı maddesinin gıda kategorisinde olması, toksik özellikte olmaması ve tüm işlem adımlarının hijyen standartlarına uygun olması gerekir (Guilbertve Guilbert1996). Uçucu yağların birçoğu; gıda, kişisel bakım ve sağlık endüstrilerinde yaygın olarak kullanılır

veya gıda katkı maddesi olarak kullanılmasına izin verilir. Bunun yanı sıra, bazı tüketiciler koruyucu kaplama kullanımında tereddüt etmektedir. Yenilebilir kaplamaların birçoğu, alerjik reaksiyonlara neden olabilen alerjen maddelerle yapılır. Bu alerjik reaksiyonlara sebep olan alerjenler arasında; balık, süt, soya fasulyesi, fındık, yer fıstığı ve buğday yer alır. Bu yüzden gıdaların üzerinde alerjen içeren bir kaplamanın varlığı tüketici sağlığı için açıkça belirtilmelidir (Dhall 2013).

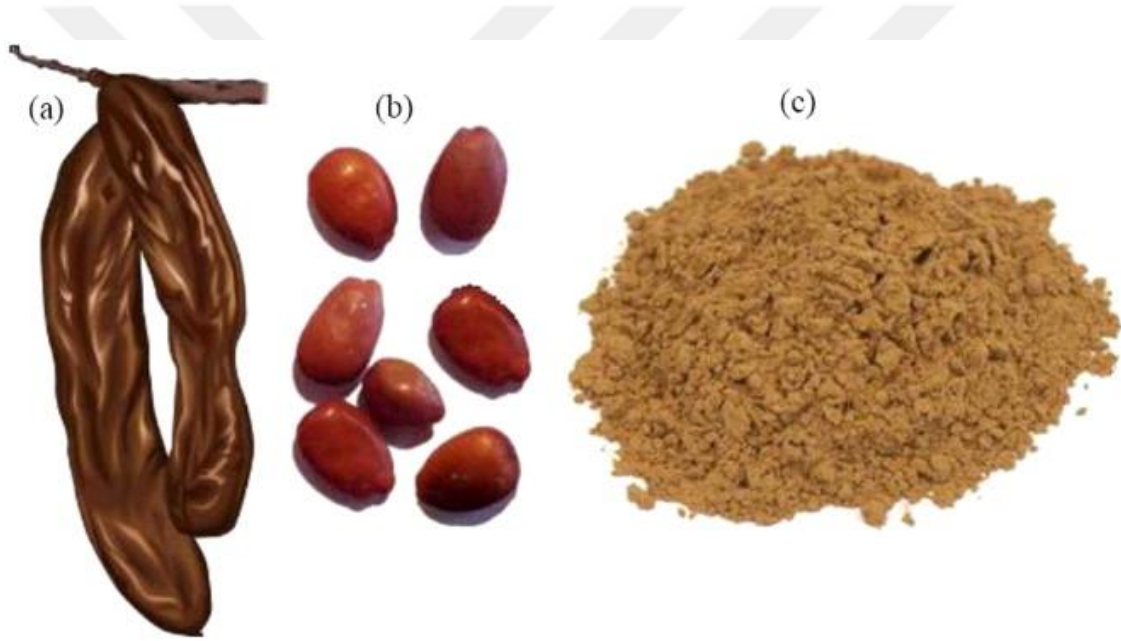
2.2 Keçi Boynuzu Gamı (LocustBeanGum - LBG)

Keçiboynuzu gamı beyaz toz yapıdadır ve keçiboynuzu ağacının tohumunun un haline getirilmesiyle elde edilir. Bu ağaç genel olarak Akdeniz bölgesinde bulunur. Keçiboynuzu ağacının tohumu buğday ve arpa gibi tahılların tohumunun yapısına benzer yapıda tohuma sahiptir. Tohum üç farklı bölgeden oluşur ve bu bölgeler endosperm, kapçık, embriyo olarak sınıflandırılır. Keçiboynuzu gamının gıda sanayisi için önemli olmasının nedenleri şunlardır: Akışkan sıvı yapısı; düşük konsantrasyona sahip olması; toksik olmaması; pH, ısı ve tuzluluk değişimlerinde etkilenmemesi; elastik ve aynı zamanda sert bir yapıya sahip olması. KBG farklı amaçlarla kullanılmaktadır örneğin yoğurt, ekmek, alkol, ilaç ve günlük ürünlerin üretiminde. Son zamanlarda KBG yenilebilir filmlerde su geçirgenliğinin artırılmasında, oksijen transferinin sağlanmasında faydalanılmıştır (Barak veMudgil2014).

KBG kimyasal açıdan incelendiğinde %30, %20 ve %60 oranında sırasıyla kapçık, embriyo ve endospermden oluştuğu görülmektedir. Keçiboynuzu gamı yüksek oranda protein içermektedir. Glutelin en fazla bulunan proteindir. Ticari olarak satılan KBG'nin yaklaşık %5 kadarı proteinlerden oluşurken, %80'i polisakkarittir (Barak ve Mudgil2014). Keçiboynuzunun yapısında yer alan en temel polisakkarit iki monosakkaritin olan mannoz ve galaktozun bir araya gelmesiyle oluşan galaktomannandır. Galaktoz/mannoz oranı 1:4 olarak belirlenmiştir.

Keçiboynuzu gamının yenilebilir bir kaplama metodu olarak kullanılması uzun yıllarda süren çalışmalarda test edilmiştir. Örneğin Argudo vd. (2009) yaptıkları çalışmada mandalinayı keçiboynuzu gamı kullanarak kaplamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre

ticari wax ve kaplanmayan örneklere kıyasla keçiboynuzu gamıyla kaplama daha iyi sonuç vermiştir. Gam odaklı kaplama teknolojilerine olan ilgi alınan olumlu sonuçlardan dolayı gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle insanların gün geçtikçe işlenmiş gıdalara olan ilgilerinin arttığı ve bunun en doğal sonucu olarak geri dönüştürülemez paketlenme materyallerinin kullanımı çevre sorunlarına yol açmaktadır. Mevcut kullanılan paketlenme malzemelerinin yalnızca %5 gibi bir oranı geri dönüştürülebilmektedir (Tahir vd. 2019). Bu durumun çevreye ve sürdürülebilirliğe verdiği zararların önlenmesi, tüketicilerin daha sağlıklı ve taze gıda talebini karşılanması için araştırmacılar doğada çözünebilir, güvenle tüketilebilecek keçiboynuzu gamı gibi doğal polimerlerin kullanım potansiyelini araştırmaya başlamışlardır (Tahir vd. 2019).



Şekil 2.5 Keçiboynuzu Gamının Yapısı. Keçiboynuzu Meyvesi (a), Tohum (b), Un (c) (Prajapati vd. 2013).

Keçiboynuzu gamının gıdaların raf ömrünü uzatması, yenilebilir olmasının yanında gıdaların enzimatik aktiviteleri üzerinde değişiklikler yaparak ürünlerin aynı zamanda fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir. Örneğin polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) olarak bilinen ve gıdaların kararmasına sebep olan enzimleri inhibe ederek gıdaların kararmasını önlemektedir (Tahir vd. 2019). Tüm bu nedenlerden dolayı keçiboynuzu gamının elma ve muz gibi farklı gıdalarda kaplama materyali olarak kullanım potansiyeli araştırılmıştır.

2.3 Elma

Elma veya bilimsel ismiyle *Malus domestica* tarihte ilk kez üretilen meyvelerden biridir. Genellikle soğuk ve ılık iklimlerde üretilir. Dünyada en fazla tüketilen meyve olan elmanın dünya geneli kişi başına tüketimi 9 kg bulunmaktadır (FAOSTAT 2014). Dünyada ilk kez üretiminin yapıldığı yer olan Çin, elmanın günümüzde en büyük üreticisi olarak bilinmektedir. Çin'e ek olarak Türkiye dünya elma üretiminin % 3,6 gibi önemli bir oranını tek başına sağlamaktadır (Lyu vd. 2020). Elmanın işlenmesiyle farklı ürünler elde edilmesine rağmen elmada elde edilen meyve suyu işlenmiş elma ürünlerinin % 65'ini oluşturur (Kammerer vd. 2014).

Elma insan diyetinin en önemli parçalarından birini oluştururken taze veya işlenmiş olarak tüketilir. Elma tüketiminin insan sağlığına sağladığı faydalar elmanın içeriğinde bulunan fitokimyasallardan, besinlerden, fiberlerden ileri gelmektedir. Elmanın yaklaşık %14 gibi önemli bir kısmı karbonhidratlardan oluşmaktadır ve bu karbonhidratlar temel olarak fruktoz ve glukoz formundadır. Ayrıca, elmanın potasyum ve magnezyum minarelerini nispeten yüksek konsantrasyonda içermesine ek olarak bünyesinde C ve E vitaminini de barındırmaktadır (Koutsos vd. 2015).

Bilindiği üzere paketleme en önemli hasat sonrası işlemlerden birini oluşturmaktadır. Çok sayıda farklı paketleme ürünleri elma için kullanılmakla beraber bu ürünlerin genel özellikleri şu şekildedir; iyi derece mekanik etkilere dayanım göstermek, uygun maliyetli olması, nemin uzaklaşmasını engellemesi, uygun bir şekilde etiketlenebilmesi ve meyve veya sebzelerin solunum yapabilmesini sağlayacak yapıda olması yer almaktadır. Paketleme sırasında ve sonrasında elmanın tazeliğini uzun süre koruyabilmesi, paketlemeye ek olarak kaplama teknolojilerinin kullanılmasına bağlıdır (Bala ve Kumar 2018).

Yenilebilir kaplama teknolojileri yıllar içinde alternatif kaplama teknolojileri olarak görülmüştür. Sentetik filmlere kıyasla polisakkarit, yağ ve protein temelli kaplama materyallerinin yalnız veya birlikte kullanımı sentetik filmlere kıyasla sayısız avantaj sunmaktadır. Bu kaplama teknolojilerinin en büyük artıları arasında çevre dostu

olmasının yanı sıra atık oluşumunu azaltması gösterilmektedir (Calva vd. 2019). Pullulan olarak bilinen ve ambalaj sektöründe sıklıkla kullanılan polisakkarit elmalara raf ömrünü uzatmak amacıyla başarıyla uygulanmıştır. Bütün elmaya ek olarak bu polisakkarit elma dilimlerinin ağırlık ve nem kaybını önlemek içinde kullanılmıştır (Farris vd. 2014).

2.4 Muz

Bilimsel adı *Musa sapientum* olan muz dünyada en fazla üretimi yapılan meyvelerden birisidir. Muzun tarihte ilk kez üretildiği bölge doğu Asya olarak bilinmektedir. Özellikle Afrika kıtasında yer alan ülkeler için vazgeçilmez bir öneme sahiptir (Mohapatra vd. 2010). Muz ağaçlarının boyu 3 metreye ulaşabilmektedir. 50'den fazla bilinen türü olan muz, Afrika ülkelerinde kişi başı 400 kg varan tüketim oranına sahiptir (Harrison ve Schwarzscher 2007).

Muz içerdiği kalsiyum, fosfor ve azot gibi mineraller sayesinde insanların sağlıklı ve dengeli bir diyetle erişmeleri açısından önemlidir. Standart büyüklüğe sahip bir adet muz tüketimi yaklaşık olarak 105 kalori enerji sağlar. Bunun yanında, muz karbonhidrat açısından iyi bir kaynak olmasına rağmen proteince fakirdir. Farklı antioksidanları içeren muz, özellikle C vitamini açısından iyi bir kaynak olarak kabul edilir (Ranjha vd.2020).

Hasat sonrası depolama sırasında meydana gelen kayıplar %30 oranlarına ulaşabilmektedir. Bu kayıpları önlemek amacıyla temel olarak ağırlık kaybını önlemeyi ve terlemeyi azaltan yenilebilir kaplama teknikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca hastalıklardan kaynaklanan kayıpların önüne geçmek amaçlı muzun farklı materyallerle kaplanması yapılmıştır. Örneğin, muzda antraknoz hastalığına karşı arabik gam ve kitozanın koruyucu etkileri araştırılmıştır (Maqbool vd. 2010). Arabik gam tek başına her ne kadar bir antifungal özellik sergileyememiş bile olsa kitozanla birlikte muzun hastalıktan korumuştur. Literatürde yer alan başka bir çalışmadaysa kitozan kaplamanın muzlarda raf ömrünü 7 günden daha fazla artırdığı gösterilmiştir (Ghosh vd. 2021).

Yapılan çalışmalar yenilebilir kaplama metotlarının muzun gaz transferini, solunumunu, etilen üretimini kontrol ederek hasat sonrası oluşabilecek muhtemel kayıpları önlediğini

göstermiştir. Kaplanmış muz, kaplanmamış olana kıyasla daha yüksek sertliğe ve ağırlığa sahiptir. Ayrıca, kaplama yapılması olgunlaşma sürecini yavaşlatabilmektedir. Muzda yapılan bir çalışma muzun %2 kitozan ve %80 deasetilasyonkaplamasının C vitamini seviyesini dengelediğini ve ağırlık kaybını önlediğini göstermiştir (Sugianti vd. 2022). Tüm bunlardan yola çıkarak muz ve elmanın hasat sonrası meydana gelen kayıplarının azami seviyeye çekilebilmesi için kaplama metodunun geliştirilmesinin ne kadar önemli olduğu ortadadır.

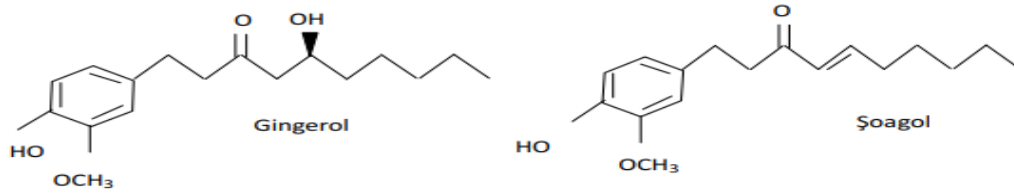
2.5 Zencefil

Bilimsel adıyla *Zingiberofficinale* olan zencefilZingiberaceous familyasında yer alır.Toprak altında yetişen, yumru köklü, çok yıllık otsu bitkidir. Güçlü antioksidan, aromatik ve tıbbi özelliklere sahiptir (Kubra vd. 2012). Yapraklarının uzunluğu yaklaşık 1 metre civarındadır. Zencefil, sahip olduğu keskin aroması ve karakteristik tadı nedeniyle, dünya genelinde gıda katkı maddesi ve baharat olarak tercih edilmektedir (Akhila ve Tiwari1984). 2000 yıldan fazla yaş ve kurutulmuş haliyle baharat olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda güçlü antioksidan madde özelliği sayesinde serbest radikallerin oluşumunu hafifletebilir veya önleyebilir (Ali vd.2007). Bundan dolayı, tıbbi anlamda değeri giderek artmaktadır. Koku giderici, kanamayı önleyici, diş ve baş ağrısına karşı, solunum düzenleyici, romatizmayı azaltıcı, Hindistan’ da pıhtılaşmayı ve kollesterolü önleyici, Arap kültüründe ise afrodizyak olarak kullanılmaktadır (Kemper 1999,Ajith vd. 2007, Saeid vd. 2010,Pawar vd. 2011).

Ana vatanı Güneydoğu Asya olarak bilinen zencefil, günümüzde Hindistan, Malezya ve dünya üzerindeki farklı tropikal bölgelerde yetiştirilmektedir. Genelde deniz seviyesinden yüksek rakımlarda, tropikal veya subtropikal alanlarda yetiştirilmektedir. Yetiştiriciliğinde Hindistan dünyada ilk sırada yer almaktadır. Hindistan’ı sırasıyla Çin, Endonezya, Nijerya, Filipinler ve Tayland izlemektedir. Ülkemizde çok yaygın olmamasına rağmen Asya, Çin, Hindistan ve Arabistan’ da çok tercih edilip tüketilmektedir (Utpala vd. 2006, Rahman vd. 2009).



Şekil 2.6 Taze Zencefil ve Toz Haline Getirilen Zencefil(İnt. Kyn. 1).



Şekil 2.7 Zencefilin Baskın Antioksidan Bileşenleri (Suekawa vd. 1984).

Zencefilin antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada ise C vitamini ve toplam karotenoid miktarı sırasıyla 9.33 ve 79 mg/ 100 g olarak bildirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarını 780 mg GAE/100 g ve DPPH giderme aktivitesini 1 mg' lık örnek için % 84.4 olarak sonuçlar elde edilip rapor etmişlerdir ve zencefilin güçlü antioksidan kaynağı olduğunu ileri sürerek medikal amaçlı bir antioksidan destek olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır (Shirin ve Jamuna 2010).

Biyoaktif bileşenleri kaplamadaki amaç, aktif bileşen ile olumsuz ortamlar arasında bir bariyer görevi görmesidir. Bu sayede; aktif maddeyi ışık, su, oksijen ve diğer maddelerle temastan korur. Kapsül haline getirilmiş biyoaktif bileşenlerin yiyecek ve içeceklere taşınıp kullanılması daha kolaydır (Harimurti 2007). Taze otlar ve baharatlar çok yer kapladıklarından, bileşenler veya oleoresinler şeklinde saklanmaları daha kolaydır. Ancak oleoresin havadan, sıcaklıktan, ışıktan vb. etkilenebilir, çeşitli sebeplerden dolayı bozulmaya karşı hassastır. Yanlış saklandığında raf ömrü kısadır.

Oleoresinler, üretildikleri bitki veya baharatların tüm özelliklerini taşıyan sıvı haldeki ürünlerdir. Oleoresin kalitesi, doğru organik çözücünün seçimine ve ham maddenin

kalitesine bağlıdır. Oleoresin, karışık gıdalarda iyi çözünmez. Gıda ürünlerine eklenirse, yüksek işleme sıcaklıklarında kurumaya ve tat kaybına işaret eder (Kanakdande vd. 2007). Oleoresinimikrokapsülleme yöntemi bu soruna önemli bir çözümdür. Zencefil oleoresinleri (6-gingerol ve 6-paradol), taze baharat tadıyla ekstrakte edilmiş oleoresinlerdir. Yiyecek ve içecek endüstrilerinde oleoresin tozu, eksiksiz, tutarlı ve ölçülebilir doğası nedeniyle taze veya kuru bitkilerden daha çekicidir. Ayrıca oleoresin formundaki toz baharatlar mikrobiyal kontaminasyon içermez ve yıllarca kullanılabilir. %15-30 esansiyel yağ içeriğine sahip kurutulmuş zencefilden yaklaşık %3.5-10 oleoresinekstrakte edilebilir. Yağ içeriğinin değişimi, zencefil çıkarma koşullarına, çeşidine ve hasat zamanına bağlıdır (Harimurti vd. 2011). Kullanımda sorun çıkarma açısından kalın ve yapışkan oleoresinler tavsiye edilmez.

2.6. Safran

Bilimsel adı *Crocussativus L.* olan ve Iridaceae familyasına ait olan safran genelde 20-30cm boya sahip, mor çiçekler veren soğanlı yapıda çok yıllık bir bitkidir. Genelde Asya, Avrupa ve Amerika'da yetişir (Kılıç ve Özoğul 2023). Günümüzde safranı en çok üreten ülke %80 ile İran'dır. İran'da ise safran üretiminin %95'i Horasan bölgesinde gerçekleştirilmektedir (Ramadan vd. 2012, Shahi vd. 2016). Yetiştiriciliği M.Ö. 1500-2500 yıllarına dayanan safran İran ve Araplar tarafından Za'afarn (sarı çiçek) olarak isimlendirilirken, dünyanın bazı bölgelerinde kırmızı altın olarak anılmaktadır (Ramadan vd. 2012, Shahi vd. 2016). Safran bitkisini, taç yapraklar (petal), erkek organlar (stamen) ve dişi organlar (stigma ve style (boyuncuk)) oluşturmaktadır (Şekil 2.8) (Rouhani vd. 2015). Safran baharatı, safran bitkisinde bulunan stigmaların kurutulmasıyla elde edilir (Shahi vd. 2016).



Şekil 2.8 Safran (*Crocussativus L.*) (Azarabadi2019).

Safran, kendine özgü rengi, lezzeti ve aroma bileşenleri sayesinde yüzyıllardır baharat olarak tüketilmektedir. Gıda endüstrisinde özellikle son yıllarda yapay renklendiriciler yerine bitkisel esaslı doğal renklendiricilere olan ilgi artmaktadır (Kafi 2006). Günümüzde safranın şekerleme ürünlerinde, içeceklerde; ayrıca peynir, dondurma ve tereyağı gibi süt ürünlerinde renk ve aroma verici olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca safran karotenoid özelliği nedeniyle Amerika’da margarin, sosis ve katı yağ üretiminde de renk verici olarak tercih edilmektedir (Kafi 2006).

Safranın yapısını, kırmızı-turuncu rengi veren krosin, kendine has kokusunu veren, uçucu yağında bulunan safranal, pikrokrosin, krosetin ve beta karoten oluşturur (Abdullaev vd. 2003). Safran, yapısındaki karotenoid (krosetin ve krosinler) bileşikleri sayesinde yüksek antioksidan özelliğe sahiptir (Bolhasani vd. 2005).



Şekil 2.9 Safran Stigmaları ve Toz Haline Getirilen Safran (Bayram 2019).

2.7. Zerdeçal

Botanikte *Curcuma longa* olarak belirtilen zerdeçal, Zingiberaceae (Zencefilgiller) familyasında yer alan 90-150 cm boya sahip olabilen yumrulu çok yıllık otsu bir bitki türüdür. Ana rizomları oval şekilli ve 3-4 cm boylarında, yanıl rizomlar kıvrık ve ortalama 1x2-6 cm boylara sahiptir. Yaprakları 50x7-25 cm boylarında yeşil renge sahip, rizomları ise turuncu olan bitkinin çiçekleri donuk sarı renktedir (Mishra ve Palanivelu 2008). Aynı zamanda zerdeçal, zerdeçav, safran kökü, sarıboya, hint safranı, zerdeçöp ve turmerik olarak da isimlendirilmektedir (Çöteli ve Karataş 2017).



Şekil 2.10 Taze Zerdeçal ve Toz Haline Getirilen Zerdeçal(İnt. Kyn. 2).

Zerdeçal Hindistan'da uzun zamandır kullanılan bir baharattır. Son zamanlarda dünyada zerdeçala karşı ilginin artmasıyla, zerdeçalın ve etken maddesi olan kurkuminin sağlık üzerindeki etkileri hakkında binlerce çalışma yayınlanmasına olanak sunmuştur (Karaman ve Köşeler 2017). Kurkumin, zerdeçalın sarı pigmenti olması sebebiyle gıda boyası olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Güçlü antioksidan özelliğe sahip olan kurkuminoidler zerdeçal tozunun ana bileşenleridir (Zhang vd. 2015).

Gıdalarda koruyuculuk amacıyla doğal ve yapay olarak antioksidanlar kullanılmaktadır. Son zamanlarda yapay antioksidanların toksik etkilerinden ve güvenliği ile ilgili endişelerin artması sonucunda doğal antioksidanlara olan talep artmıştır. Bitkiler, yapısında esansiyel yağlar ve polar fenolik bileşiklerin varlığından dolayı doğal antioksidan kaynağıdır (Ozogul vd. 2010). Son yıllarda birçok hastalığın tedavisinde zerdeçalın kurkumin bileşenindeki doğal antioksidan özelliğinden dolayı “Yaşam İçin Baharat” ifadesi kullanılmıştır (Aggarwal vd. 2007). Zerdeçal esasen aroması, rengi ve antioksidan özelliğinden dolayı önemli bir baharattır (Maizura vd. 2011).

Uygulanan endüstriyel işlemlerde, ürünlerin raf ömrünü artırmak için yapay antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak araştırmacılar yapay antioksidanların canlı organizmada teratojenik ve karsinojenik etkiye yol açtığını belirtmişlerdir. Bu sebepten tüketiciler de gıdaların lezzet ve kokusunu iyileştirmek için katkı olarak baharat ve doğal aromatik bitkilere giderek ilgi göstermektedirler. Bu bitkilerde doğal antioksidan

yapısındaki fenolik bileşikler; tekli oksijen oluşumunu engelleme, serbest radikalleri temizleme ve metal iyonlarla bileşik oluşturma gibi özelliklere sahiptir (Çoban ve Patır 2010).

Bu tez çalışmasında zencefil, zerdeçal ve safran içeren keçiyoynuzu gamı kaplamasının dilimlenmiş taze elma ve muz örneklerinin raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu sayede elma ve muzun işleme süreçlerinde oluşabilecek enzimatik reaksiyonların önüne geçebilmek adına alternatif bir bakış açısı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bulgular bölümünde izlenen bilimsel araştırma basamaklarının gereç ve yöntem bölümünde gerçekleştirilen deneyler hakkında verilen bilgiler doğrultusunda elde edilen veri sonuçları sonuç bölümünde sunulmaktadır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Muz

Araştırmada yararlanılan muz marketlerde ithal muz olarak adlandırılan Cavendish çeşididir. Analizde kullanılan muz örnekleri Afyonkarahisar'daki yerel bir marketten temin edilmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü'nde yer alan laboratuvara getirilen muzlar analizler bitene kadar %85 bağıl nem ve + 4°C'ye ayarlı soğuk depoda muhafaza edilmiştir.

3.1.2 Elma

Araştırmada yararlanılan elma marketlerde Arjantin elma olarak adlandırılan Granny Smith çeşididir. Analizde kullanılan elma örnekleri Afyonkarahisar'daki yerel bir marketten temin edilmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü'nde yer alan laboratuvara getirilen elmalar analizler bitene kadar %85 bağıl nem ve + 4°C'ye ayarlı soğuk depoda muhafaza edilmiştir.

3.1.3 Keçi Boynuzu Gamı (KBG)

Araştırmada yararlanılan KBG maddesi E410 koduyla bilinen ve fabrikası Türkiye'de yer alan Smart Kimya Ticaret ve Danışmanlık Limited Şirketi'nden Tito marka olarak alınmıştır. Toz halde alınan KBG %12 nispi nem, %6,8 Ph, %0 yağ, %0 protein, %80 karbonhidrat, %0,1 tuz ve %80 lif içeriğine sahiptir.

3.1.4 Zencefil, Zerdeçal ve Safran

Araştırmada yararlanılan zencefil ve zerdeçal Afyonkarahisar'da yerel marketlerde kapalı ambalajda toz halde satılan Bağdat Baharat markasına aittir. Safran ise Afyonkarahisar'da yerel marketlerde kapalı ambalajda kurutulmuş olarak satılan Arifoğlu Baharat markasına aittir.

3.2 Metot

3.2.1. Kaplama Malzemeleri

Kaplama amacıyla kullanılacak olan kaplama maddesinde farklı miktarlarda keçiboynuzu gamı ile baharat bileşeni olarak zencefil, zerdeçal ve safrandan faydalanılmıştır ( izelge 3.1).

Çizelge 3.1 Kaplaması Yapılan Maddelerinin  eri i

Numune Kodları	Kaplama Maddesi �eri�i	�rnek Cinsi
0,5ZN.1L.E	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Elma
1ZN.2L.E	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Elma
0,5ZR.1L.E	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Elma
1ZR.2L.E	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Elma
0,5SF.1L.E	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Elma
1SF.2L.E	1 gr Safran 2 gr LBG	Elma
1L.E	1 gr LBG	Elma
2L.E	2 gr LBG	Elma
0,5ZN.1L.M	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Muz
1ZN.2L.M	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Muz
0,5ZR.1L.M	0,5 gr Zerde�al 1 gr LBG	Muz
1ZR.2L.M	1 gr Zerde�al 2 gr LBG	Muz
0,5SF.1L.M	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Muz
1SF.2L.M	1 gr Safran 2 gr LBG	Muz
1L.M	1 gr LBG	Muz
2L.M	2 gr LBG	Muz

3.2.2 Kaplamaların Hazırlanması

Bu uygulamada elma ve muz örneklerinden 8'er adet olmak üzere toplam 16 adet örnek kullanılmıştır. Örneklerin  erikleri birbirinden farklı hazırlanmıştır. Antioksidan aktivitelerini incelemek amacıyla kullandığımız 3 farklı baharat bulunmaktadır. Her baharat çeşidi ile oranları birbirinden farklı 2' er adet örnek ile çalışılmıştır.

Örneklerin hazırlanmasında zencefil, zerdeçal ve safran baharatlarından değişik oranlarda (0,5gr ve 1gr) tartılarak (RADWAG PS600C2) 100 ml distile su ile cam numune kabında karıştırılıp baharat özlerinin antioksidan bileşenlerinin suya geçmesi amacıyla yaklaşık 5

saat kapalı ortamda muhafaza edilmiştir. Süre sonunda ise adi filtre kağıdı (Isolab 105.12.110) ile süzölmüştür. Süzöntü içerisinde kullanılacak ana kaplama malzemesi olan LBG'den farklı oranlarda (1gr ve 2gr) tartılarak (RADWAG PS600C2) ısıtıcı özellikli manyetik karıştırıcı ile (HotplateStirrer ISOLAB) jel kıvamına gelinceye kadar (80°C civarı) ısıtılmıştır. Daha sonra laboratuvar tezgahı üzerinde oda sıcaklığına kadar (yaklaşık 24°C) soğutulmuştur. Bu araştırmada kullanılan örneklerde kaplama maddesi formölasyonları farklılık göstermektedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Kaplama Maddelerinin Formölasyonu

Numune Kodları (Örnek Cinsi)	Kaplama Maddesi Formölasyonu
0,5ZN.1L.E	100mL Distile Su + 1 gr LBG + 0,5 gr Zencefil
1ZN.2L.E	100mL Distile Su + 2 gr LBG + 1 gr Zencefil
0,5ZR.1L.E	100mL Distile Su + 1 gr LBG + 0,5 gr Zerdeçal
1ZR.2L.E	100mL Distile Su + 2 gr LBG + 1 gr Zerdeçal
0,5SF.1L.E	100mL Distile Su + 1 gr LBG + 0,5 gr Safran
1SF.2L.E	100mL Distile Su + 2 gr LBG + 1 gr Safran
1L.E	100mL Distile Su + 1 gr LBG
2L.E	100mL Distile Su + 2 gr LBG
0,5ZN.1L.M	100mL Distile Su + 1 gr LBG + 0,5 gr Zencefil
1ZN.2L.M	100mL Distile Su + 2 gr LBG + 1 gr Zencefil
0,5ZR.1L.M	100mL Distile Su + 1 gr LBG + 0,5 gr Zerdeçal
1ZR.2L.M	100mL Distile Su + 2 gr LBG + 1 gr Zerdeçal
0,5SF.1L.M	100mL Distile Su + 1 gr LBG + 0,5 gr Safran
1SF.2L.M	100mL Distile Su + 2 gr LBG + 1 gr Safran
1L.M	100mL Distile Su + 1 gr LBG
2L.M	100mL Distile Su + 2 gr LBG

Tüm karışımlar hazırlandıktan sonra elma ve muz örneklerinin örnekler 2 ± 0,1 cm çapında ve 2 ± 0,1 cm boyunda daire ve kare şeklinde kesilerek oda sıcaklığına getirilmiş kaplama materyalleri içerisinde daldırılarak yaklaşık 1 dakika süre ile bekletilmiştir

Kaplaması gerçekleşen elma ve muz dilimleri şeffaf ambalajlar içerisinde +4°C'de %85 nispi nemde muhafazaya alınmıştır.

3.3 Analizler

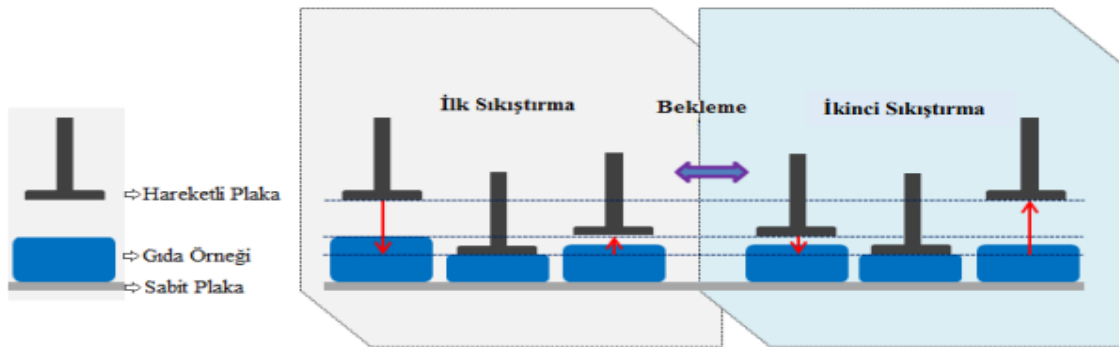
Yenilebilir filmler ile kaplanmış numuneler, depolamanın 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde tekstür, renk, toplam fenolik madde (TPC), DPPH ve pH analizlerine tabi tutulmuştur.

3.3.1 Tekstür Profil Analizleri (TPA)

Gıdaların yapı, mekanik ve yüzey özelliklerinin duyma, dokunma, görme ve kinestetik yollarla tespit edildiği kalite kriteri TPA olarak belirtilmektedir. Tekstür ifadesi, gıdanınyapısal özelliklerini belirler. TPA'da yedi tane dokusal parametre vardır ve bunlar güç-zaman eğrisinden türetilir. Bu parametreler; elastiklik, sakızımsılık, kırılgnalık, sertlik, çiğnenebilirlik, iç ve dış yapışkanlıktır (Kahyaoglu vd. 2005).

TPA testi uygulanış yöntemi Şekil 3.1'de gösterilmektedir. Kaplaması yapılmış elma ve muz örnekleri alet tabanına yerleştirilmiştir. Elma ve muz örnekleri örnek tahrip sistemine bağlı bir plaka ile iki kez sıkıştırılmıştır. Kaplaması yapılmış 16 adet numune alınıp TPA değerleri 5 farklı gün boyunca (0,1,3,5 ve 7.gün) kaydedilmiştir.

Testin uygulanışında örnekte yapısal değişiklik olmayacak şekilde uygun bir sıkıştırma yapılması gerekmektedir. Bu sıkıştırma oranı hassas ürünlerde %10 civarına kadar düşerken esnek ürünlerde ise %50'ye kadar yükselmektedir (Erdemir vd. 2021).



Şekil 3.1 TPA için Gerekli İki Sıkıştırmanın Şematik Diyagramı (Erdemir vd. 2021).

Gıdaların sahip olduğu tekstürel özellikler 3'e ayrılır:

1. Mekanik özellikler
2. Geometrik özellikler
3. Gıdanın yapısı ile ilgili özellikler (Yıldırım 2017).

3.3.1.1 Mekanik Özellikler

Gıdaların şekil değişikliğiyle ilgili özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir. Mekanik özellikler, gıda maddesine uygulanan basınca karşı gıdanın verdiği tepki olarak bilinir. Mekanik özellikler ikiye ayrılır. Bunlar birincil karakterler ve ikincil karakterler olarak sınıflandırılır (Yıldırım 2017).

Birincil mekanik karakterler; sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet ve tutunabilirliktir.

Sertlik: İlk sıkıştırmada numuneye uygulanan maksimum kuvvet olarak ifade edilir (Katsiari vd.2002).Başka bir ifadeyle, katı gıdaların öğütücü dişlerin arasında ve yarı katı gıdaların, damakla dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güç olarak ifade edilir.

Dış Yapışkanlık: İlk sıkıştırma sırasında meydana gelen negatif yüklü kuvvet alanı olarak bilinir (Antoniou vd.2000).

İç Yapışkanlık: Numunenin ikinci sıkıştırma sırasında gösterdiği dayanıklılık eğiliminin, ilk sıkıştırmadaki davranışına oranı olarak tespit edilmiştir (Yıldırım 2017).

Elastikiyet: Gıdaya uygulanan ilk sıkıştırma kuvvetinin ardından gıdanın yeniden eski halini alma oranı olarak ifade edilmiştir (Gunasekaran vd. 2003).

Tutunabilirlik: Gıdanın kendi yüzeyi ile temas ettiği yüzey arasındaki çekim kuvvetini aşması için gereken iş olarak ifade edilir(Yıldırım 2017).

Yapışkanlığın, gıda partiküllerinin yüzey özellikleri ile ilgili bir özellik olduğu bilinmekle birlikte, birincil karakterler sınıfındaki elastikiyet ve sertlik, gıda partikülleri arasında çekme ve parçalanmaya karşı koyan kuvvetler olarak öne sürülmektedir (Yıldırım 2017).

İkincil mekanik karakterler ise; gevreklik ve sakızımsılıktır.

Gevreklik: Gıdanın bütünlüğünü bozmak veya parçalanabilmesi için gereken kuvvet olarak bilinir. Gevreklik, çok fazla katılık ve düşük bağlılık anlamına gelir. Çiğneme sırasında ses oluşumu ile gevrekliğin belirlenebileceği açıklanmaktadır (Yıldırım 2017).

Sakızımsılık: Yarı katı bir gıdayı yutmaya hazırlamak için gereken parçalanma kuvvetini ifade eder (Raphielides vd.1995, Yıldırım 2017).

3.3.1.2 Geometrik Özellikler

Gıdanın yapısı ve düzeni ile ilgili olduğu belirtilmektedir. Genelde gıdanın dış görünüşü yansıtılır. Bu karakterler genellikle duyuşal olarak belirlenir. Parçacık şekli ve şekilleri, dizilişi ve düzeni geometrik karakterler olarak bilinir (Yıldırım 2017).

3.3.1.3 Gıdanın Bileşimi İle İlgili Özellikler

Çiğneme bileşenlerini içerir. Ağızda hissedilen özellikleri içeren bu karakterler, gıdaların nem ve yağ içeriklerinin algılanmasıyla ifade edilir. Ayrıca bu karakterlerin gıdaların kayganlaştırıcı özellikleri ile ilgili olduğu belirtilmektedir (Yıldırım 2017).

Enstrümantal doku analizi, gıdaya belirli bir kuvvet uygulanmasıyla gıdanın mekanik özelliklerindeki değişikliklerin grafiksel olarak tahmin edilmesi ilkesine dayanır. Bu analiz sonucunda yukarıda açıklanan mekanik karakter ile ilgili veriler elde edilir (Ertaş ve Doğruer 2010).

Kaplama materyalleriyle kaplanmış ve +4°C’de muhafaza edilen elma ve muz örneklerine 0. 1. 3. 5. ve 7. günlerde tekstür profil analizleri uygulanmıştır. Numuneler 2±0,1 cm çapında ve 2±0,1 cm boyunda daire ve kare şeklinde kesilmiştir. Daha sonra daire şeklindeki muz ve kare şeklindeki elma örneklerinin sertlik derecesi markası Stable Micro Systems olan Tekstür Analiz Cihazı sayesinde (1sphericalprobe, partcode P/1s, Batch No. 13155) özellikte silindirik probu ile ölçülmüştür. Cihazın sahip olduğu kuvvet kapasitesi 5 kg, kuvvet çözünürlüğü 0,1 gr, mesafe çözünürlüğü 0,01mm, hız aralığı 0,01-

40 mm/s, mesafe çözünürlüğü 0,01 mm, maksimum diyafram 370/590 mm, veri edinme oranı 500 pps özelliklerine sahiptir.

3.3.2 Renk Analizi

Renk, gıda kalitesi için önemli bir kriterdir. Bu sebeple rengin tam olarak ölçülmesi gerekir. Renk ölçümleri, gıdaların işlenmesi, saklanması gibi faktörler sonucunda meydana gelen kalite değişikliklerinin analizinde ve gıda kalitesinin standartlara uygunluğunun belirlenmesinde kullanılmaktadır (Yıldırım 2017).

HunterLab kolorimetri cihazına sonucun güvenilir olması amacıyla ilk başta kalibrasyon işlemi uygulanmıştır. Bu aşamada siyah kalibrasyon plakası kullanımıyla siyah ayarı, beyaz kalibrasyon plakası kullanımıyla beyaz ayarı yapılmıştır. Oberg vd. (1991) yöntemine göre Hunter L*,a*,b* sistemi türünden tespit edilmiştir. Renk ölçümü ChromaMeter Cr-400 cihazıyla yapılmıştır. Kaplaması yapılmış elma ve muz örnekleri düz zemine yerleştirilmiştir. Daha sonra cihaz elma ve muz örneklerine temas edilerek okuması yapılmıştır. Kaplaması yapılmış 16 adet numune alınıp L*, a* ve b* değerleri 5 farklı gün boyunca (0,1,3,5 ve 7.gün) ölçülerek kaydedilmiştir. Buna göre; parlaklık “L” değeriyle (0: Siyah, 100: Beyaz), kırmızılık “a” değeriyle, sarılık “b” değeriyle belirtilmektedir (Keskin vd. 2017).

3.3.3 Toplam Fenolik Madde (TPC) Analizi

Numunelerin toplam fenolik madde (TFM) miktarları FolinCiocalteu kolorimetrik metodundan faydalanılarak saptanmıştır (Singleton ve Rossi 1965). İlk olarak deney poşeti içerisine 0,5gr örnek ve 10ml metanol eklenerek stomacher’da (BagMixer® 400 P-080921247) 30sn süre ile parçalanmıştır. Daha sonra adi filtre kağıdı (Isolab 105.12.110) ile süzölmüştür.

Örneklerin metanol ile hazırlanan ekstraktlarından 100 µl örnek, 250 µl FolinCiocalteu reaktifi, 3,9 ml saf su ve 750µl %20'lik Na²CO³vortekslenerek 40 °C'de su banyosu cihazında 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Ardından 760 nm dalga boyu ayarlanarak spektrofotometre ile absorbans değerleri okunmuştur. Toplam fenolik madde analizinde Shimadzu UV-1700 Pharmaspec marka spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır.

Deneyler 16 adet numune için 0. 1. 3. 5. ve 7. gün tekrarlanmıştır. TFM miktarları gallik asit ile hazırlanan standart eğri kullanılarak gallik asit eşdeğeri olarak tespit edilmiştir (mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru ağırlık).

3.3.4 Antioksidan Aktivitesi Analizi (DPPH Tayini)

Ekstraktların serbest radikal giderim aktiviteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikalinden faydalanarak belirlenmiştir (Brand-Williams vd. 1995).

Numunelerin metanolla hazırlanmış (suda bekletme) ekstraktlarından 0,1 ml alınıp üzerine 3,9 ml (6 x 10⁻⁵ mol/L) DPPH çözeltisi eklenip karanlık ortamda 30 dk süreyle muhafaza edilmiştir. Ardından çözelti absorbans değerleri 16 adet numune için 0. 1. 3. 5. ve 7. gün olmak üzere 517 nm' de spektrofotometrede ölçülmüştür. Antioksidan aktivitesi analizinde Shimadzu UV-1700 Pharmaspec marka spektrofotometre cihazı kullanılmıştır.

Okunan absorbans değerleri aşağıda yer alan formül kullanılarak antioksidan aktivitesi değerleri (% inhibisyon) hesaplandı.

(3.1)

$$\%Inhibisyon = \frac{Ac - At}{Ac} \times 100$$

(Antioksidan Aktivitesi)

Burada;

Ac= DPPH Çözeltisi Absorbans Değeri (0,473)

At = Örneklerde Okunan Absorbans Değeri

3.3.5 pH Analizi

Elma ve muz numuneleri analiz yapılana dek numune kaplarında +4°C'de depolanmıştır. Kaplaması yapılmış 16 adet elma ve muz örneklerinin 0. 1. 3. 5. ve 7. gün olmak üzere pH analizi pH metreyle (Cyberscan 300) ölçülmüştür.

Analize öncesi tampon çözeltiler (pH 4 ve pH 7) ile pH metre kalibre edilmiştir (Gökalp vd. 1993).



4. BULGULAR

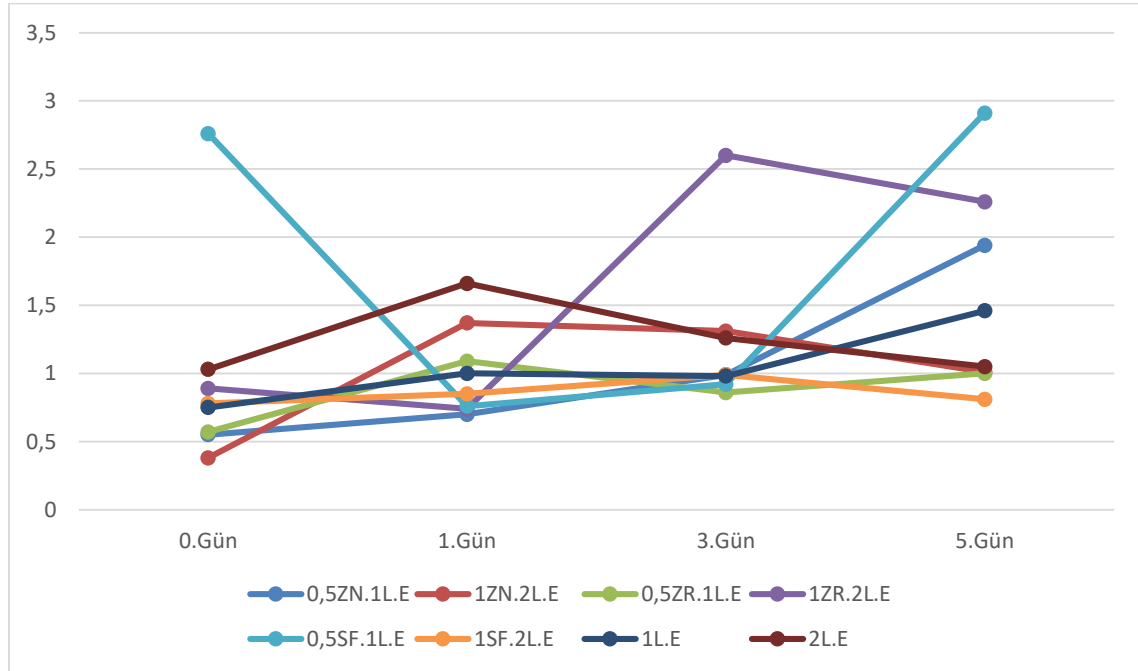
4.1 Elma ve Muz Numunelerinin Tekstür Profil Analizleri Sonuçları (TPA)

4.1.1 Sertlik

Birbirinden farklı içerikleri ile LBG ile kaplanmış elma ve muz örneklerinin depolanma süresi boyunca sertlik değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Depolama süresince sertlik değeri değişimleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 Elma Örneklerinin Sertlik Değerleri

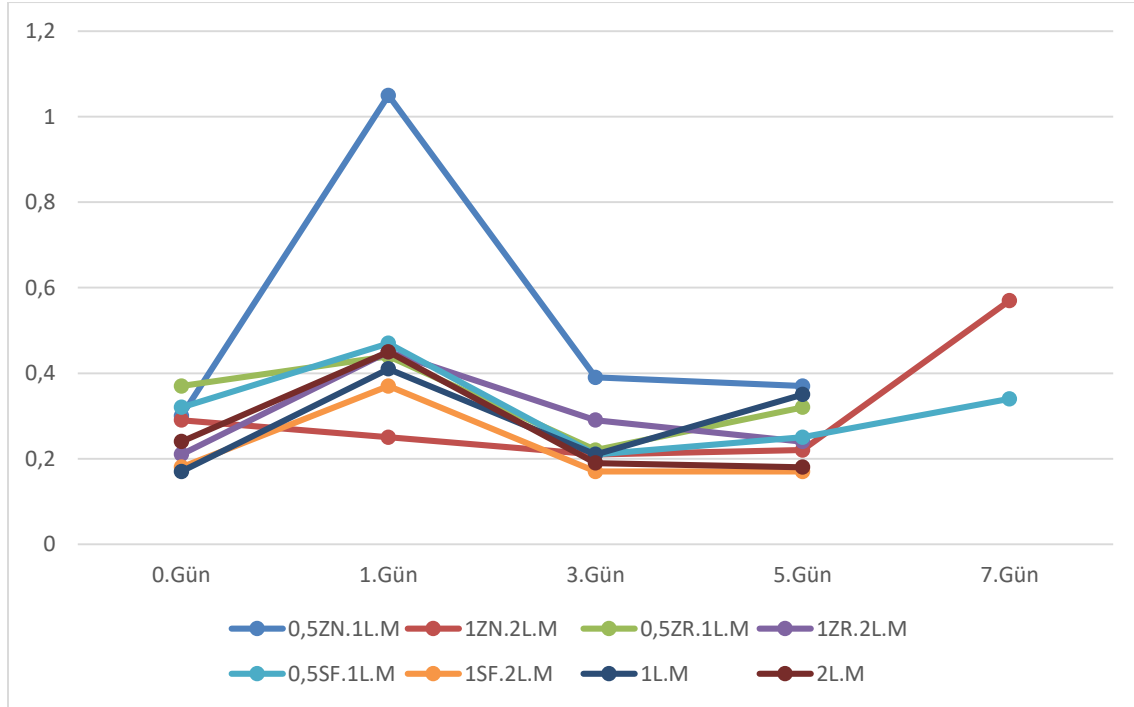
Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Elma	0,55	0,70	0,99	1,94
1ZN.2L.E	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Elma	0,38	1,37	1,31	1,01
0,5ZR.1L.E	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Elma	0,57	1,09	0,86	1,00
1ZR.2L.E	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Elma	0,89	0,74	2,60	2,26
0,5SF.1L.E	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Elma	2,76	0,76	0,92	2,91
1SF.2L.E	1 gr Safran 2 gr LBG	Elma	0,78	0,85	0,99	0,81
1L.E	1 gr LBG	Elma	0,75	1,00	0,98	1,46
2L.E	2 gr LBG	Elma	1,03	1,66	1,26	1,05



Şekil 4.1 Elma Örneklerinin Sertlik Değerlerindeki Değişimler

Çizelge 4.2 Muz Örneklerinin Sertlik Değerleri

Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7.GÜN
0,5ZN.1L.M	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Muz	0,30	1,05	0,39	0,37	-
1ZN.2L.M	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Muz	0,29	0,25	0,21	0,22	0,57
0,5ZR.1L.M	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Muz	0,37	0,44	0,22	0,32	-
1ZR.2L.M	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Muz	0,21	0,45	0,29	0,24	-
0,5SF.1L.M	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Muz	0,32	0,47	0,21	0,25	0,34
1SF.2L.M	1 gr Safran 2 gr LBG	Muz	0,18	0,37	0,17	0,17	-
1L.M	1 gr LBG	Muz	0,17	0,41	0,21	0,35	-
2L.M	2 gr LBG	Muz	0,24	0,45	0,19	0,18	-



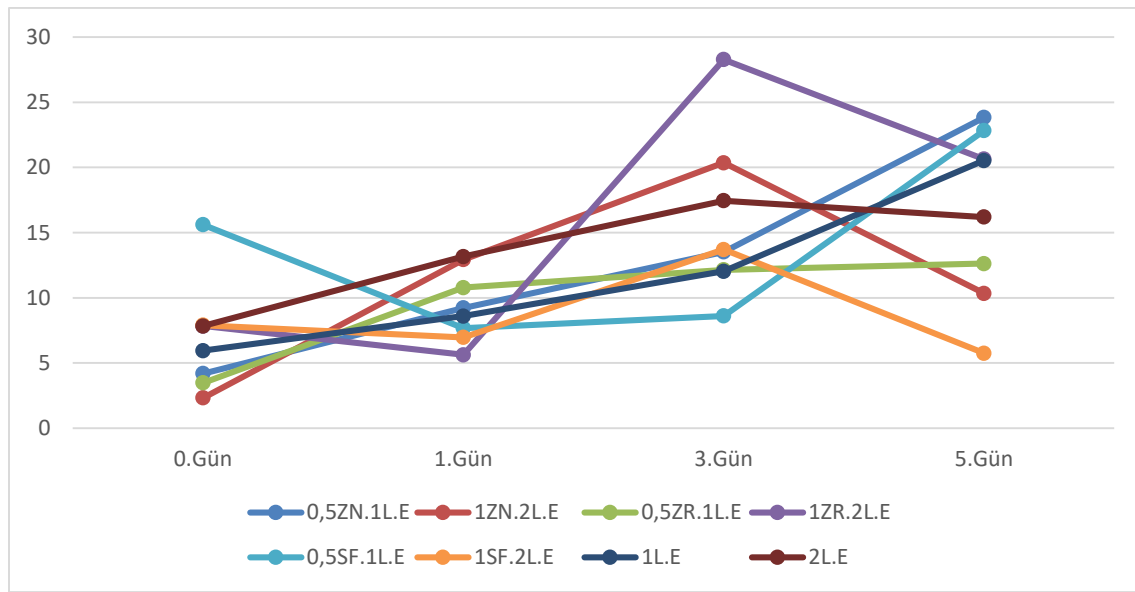
Şekil 4.2 Muz Örneklerinin Sertlik Değerlerindeki Değişimler

4.1.2 Kesme

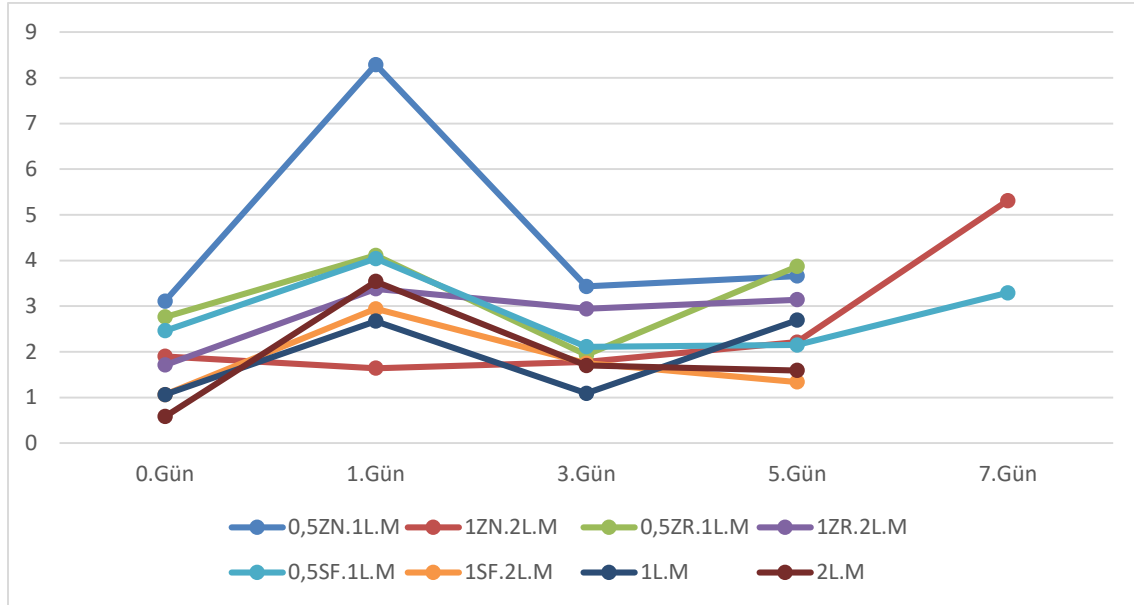
Birbirinden farklı içerikleri ile LBG ile kaplanmış elma ve muz örneklerinin depolanma süresince kesme değerleri Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca kesme değeri değişimleri ise Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.3 Elma Örneklerinin Kesme Değerleri

Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Elma	4,19	9,22	13,52	23,84
1ZN.2L.E	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Elma	2,32	12,93	20,36	10,34
0,5ZR.1L.E	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Elma	3,48	10,78	12,15	12,62
1ZR.2L.E	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Elma	7,83	5,62	28,28	20,65
0,5SF.1L.E	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Elma	15,61	7,67	8,61	22,83
1SF.2L.E	1 gr Safran 2 gr LBG	Elma	7,89	6,96	13,71	5,75
1L.E	1 gr LBG	Elma	5,94	8,59	12,04	20,54
2L.E	2 gr LBG	Elma	7,84	13,17	17,45	16,20

**Şekil 4.3** Elma Örneklerinin Kesme Değerlerindeki Değişimler**Çizelge 4.4** Muz Örneklerinin Kesme Değerleri

Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7.GÜN
0,5ZN.1L.M	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Muz	3,11	8,29	3,43	3,66	-
1ZN.2L.M	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Muz	1,90	1,64	1,78	2,21	5,31
0,5ZR.1L.M	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Muz	2,76	4,11	1,93	3,87	-
1ZR.2L.M	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Muz	1,71	3,38	2,94	3,14	-
0,5SF.1L.M	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Muz	2,46	4,04	2,11	2,15	3,29
1SF.2L.M	1 gr Safran 2 gr LBG	Muz	1,06	2,94	1,75	1,34	-
1L.M	1 gr LBG	Muz	1,06	2,67	1,09	2,69	-
2L.M	2 gr LBG	Muz	0,58	3,54	1,70	1,59	-



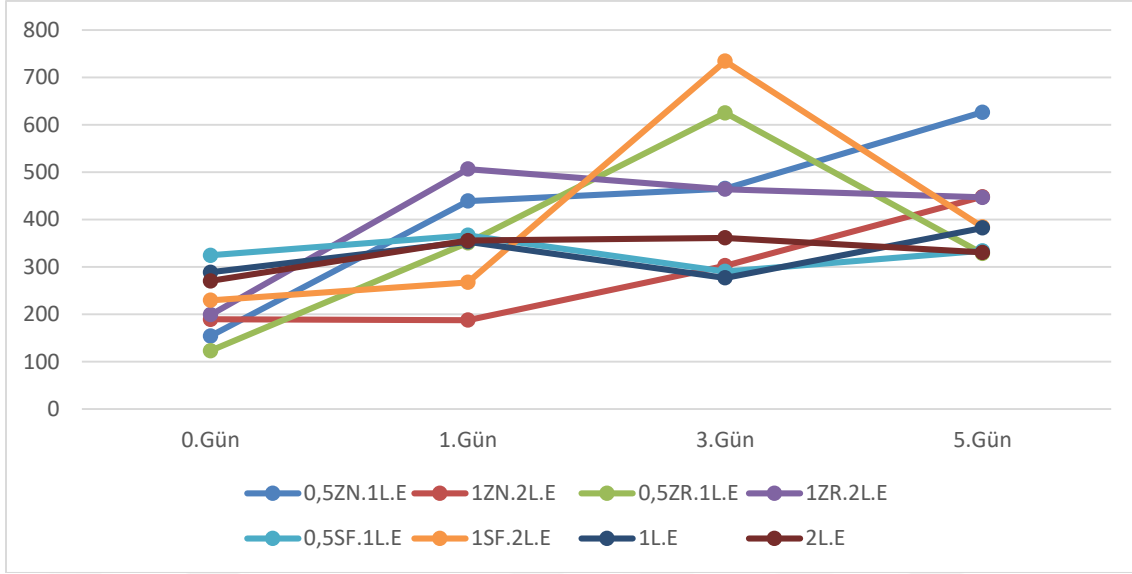
Şekil 4.4 Muz Örneklerinin Kesme Değerlerindeki Değişimler

4.1.3 Kesme Direnci

Birbirinden farklı içerikleri ile LBG ile kaplanmış elma ve muz örneklerinin depolanma süresince kesme direnci değerleri Çizelge 4.5 ve çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca kesme direnci değeri değişimleri ise Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.5 Elma Örneklerinin Kesme Direnci Değerleri

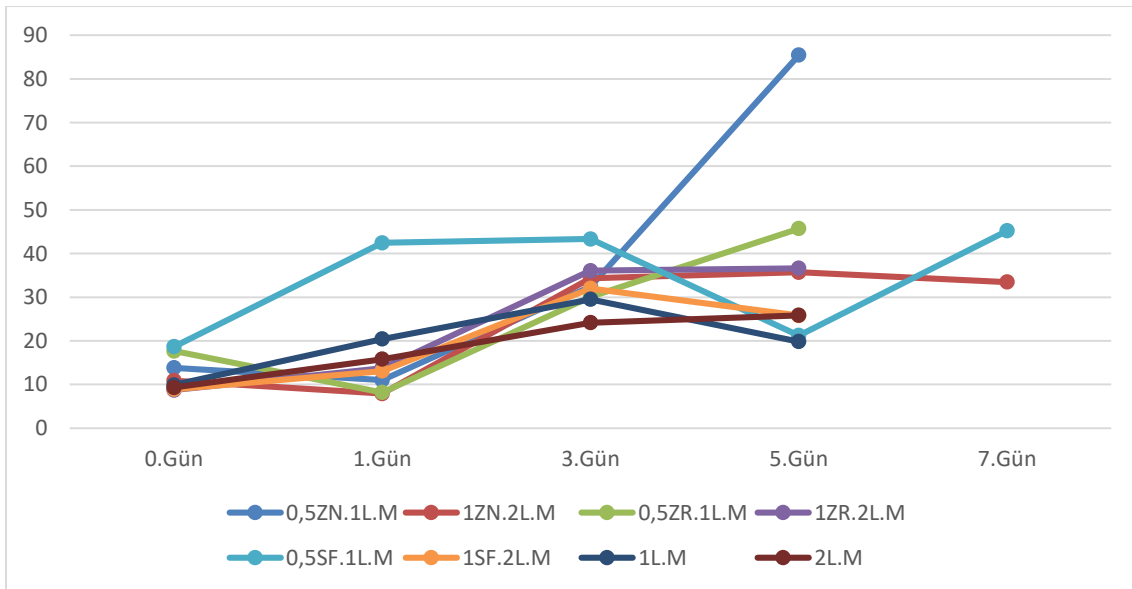
Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Elma	154,54	439,33	465,70	626,73
1ZN.2L.E	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Elma	189,51	187,83	302,86	448,42
0,5ZR.1L.E	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Elma	123,19	350,97	625,25	328,56
1ZR.2L.E	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Elma	199,37	506,92	464,36	447,13
0,5SF.1L.E	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Elma	324,58	366,93	290,46	334,12
1SF.2L.E	1 gr Safran 2 gr LBG	Elma	229,67	267,69	734,64	384,60
1L.E	1 gr LBG	Elma	288,76	353,33	276,92	382,41
2L.E	2 gr LBG	Elma	270,76	355,92	361,66	330,67



Şekil 4.5 Elma Örneklerinin Kesme Direnci Değerlerindeki Değişimler

Çizelge 4.6 Muz Örneklerinin Kesme Direnci Değerleri

Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7.GÜN
0,5ZN.1L.M	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Muz	13,81	10,99	32,40	85,46	-
1ZN.2L.M	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Muz	10,89	7,91	34,36	35,72	33,46
0,5ZR.1L.M	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Muz	17,66	8,18	30,09	45,71	-
1ZR.2L.M	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Muz	8,73	13,74	36,08	36,63	-
0,5SF.1L.M	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Muz	18,68	42,44	43,35	21,24	45,22
1SF.2L.M	1 gr Safran 2 gr LBG	Muz	8,92	13,09	32,02	25,82	-
1L.M	1 gr LBG	Muz	9,90	20,43	29,52	19,85	-
2L.M	2 gr LBG	Muz	9,33	15,81	24,16	25,84	-



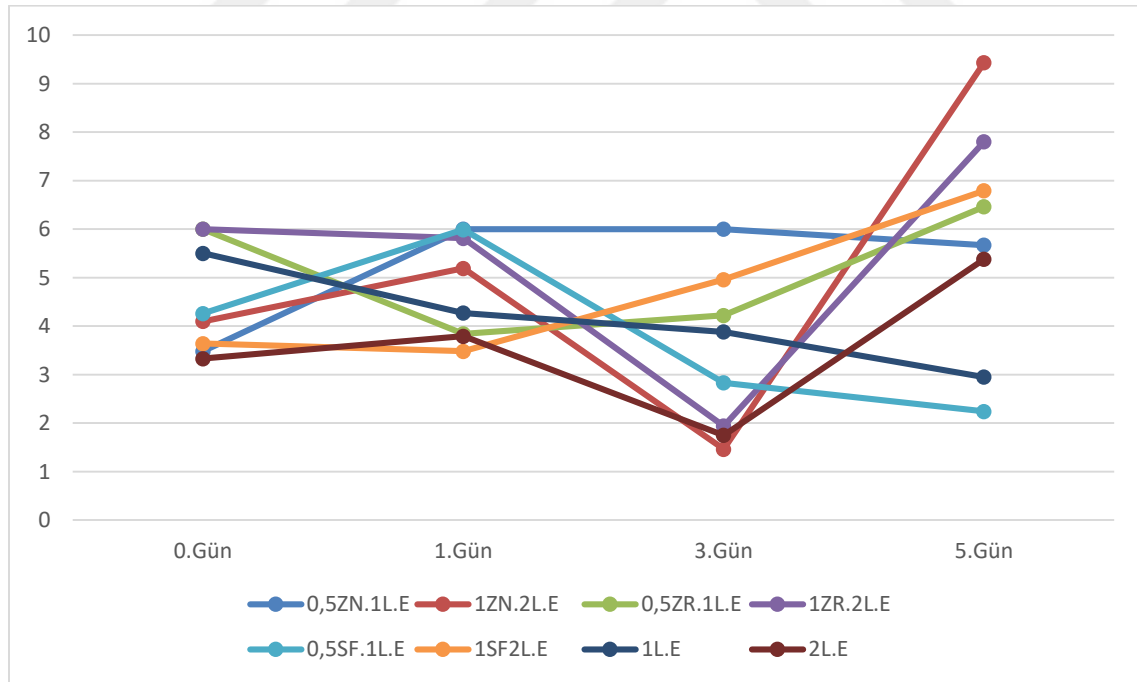
Şekil 4.6 Muz Örneklerinin Kesme Direnci Değerlerindeki Değişimler

4.1.4 Elastikiyet

Birbirinden farklı içerikleri ile LBG ile kaplanmış elma ve muz örneklerinin depolanma süresince elastikiyet değeri Çizelge 4.7’de ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca elastikiyet değeri değişimleri ise Şekil 4.7’de ve Şekil 4.8’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.7 Elma Örneklerinin Elastikiyet Değerleri

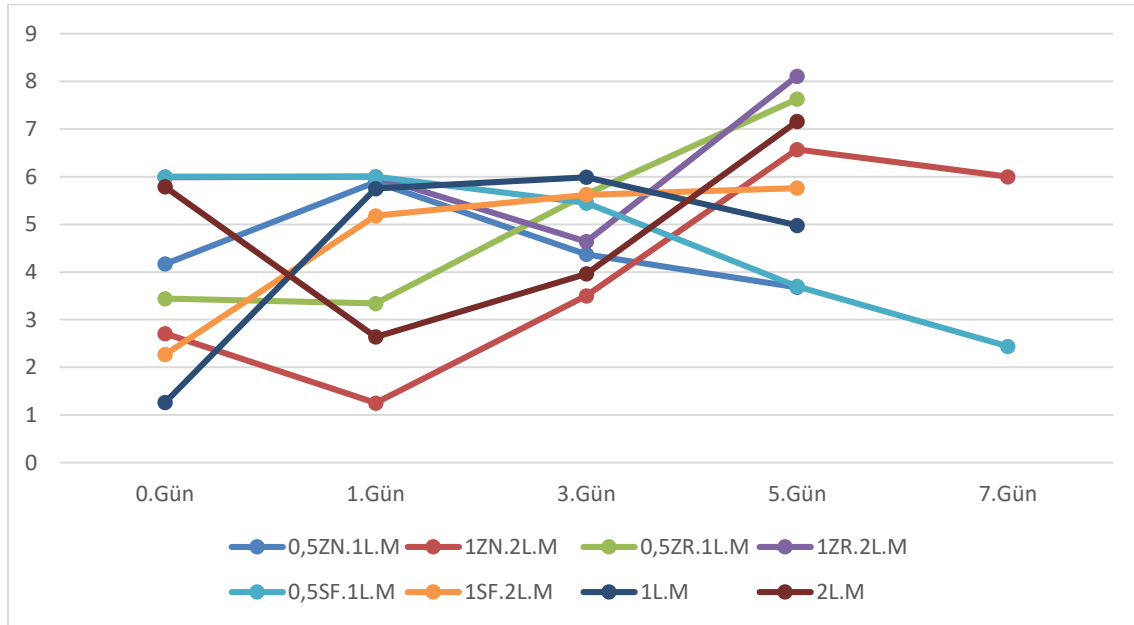
Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Elma	3,48	6,00	6,00	5,67
1ZN.2L.E	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Elma	4,10	5,19	1,46	9,43
0,5ZR.1L.E	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Elma	6,00	3,84	4,22	6,46
1ZR.2L.E	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Elma	6,00	5,81	1,94	7,80
0,5SF.1L.E	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Elma	4,26	5,99	2,83	2,24
1SF.2L.E	1 gr Safran 2 gr LBG	Elma	3,64	3,48	4,96	6,79
1L.E	1 gr LBG	Elma	5,50	4,27	3,88	2,95
2L.E	2 gr LBG	Elma	3,33	3,79	1,75	5,38



Şekil 4.7 Elma Örneklerinin Elastikiyet Değerlerindeki Değişimler

Çizelge 4.8 Muz Örneklerinin Elastikiyet Değerleri

Örnek Kodları	Kaplama Maddesi İçeriği	Örnek Cinsi	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7.GÜN
0,5ZN.1L.M	0,5 gr Zencefil 1 gr LBG	Muz	4,17	5,89	4,37	3,68	-
1ZN.2L.M	1 gr Zencefil 2 gr LBG	Muz	2,71	1,25	3,50	6,57	6,00
0,5ZR.1L.M	0,5 gr Zerdeçal 1 gr LBG	Muz	3,44	3,34	5,63	7,63	-
1ZR.2L.M	1 gr Zerdeçal 2 gr LBG	Muz	5,99	6,00	4,64	8,11	-
0,5SF.1L.M	0,5 gr Safran 1 gr LBG	Muz	6,00	6,00	5,45	3,70	2,44
1SF.2L.M	1 gr Safran 2 gr LBG	Muz	2,27	5,18	5,62	5,76	-
1L.M	1 gr LBG	Muz	1,26	5,75	5,99	4,98	-
2L.M	2 gr LBG	Muz	5,79	2,64	3,96	7,16	-



Şekil 4.8 Muz Örneklerinin Elastikiyet Değerlerindeki Değişimler

4.2 Renk Analizleri

Tablolarda farklı oranlara sahip bileşenlerle kaplanmış elma ve muz örneklerinin muhafaza süresince elde edilen renk değerleri belirtilmiştir. Elma ve muz örneklerinin L*, a* ve b* değerleri değerlendirilmiştir. Burada;

Parlaklık (+) ve matlık (-) değeri L* değerini,
Kırmızılık (+) ve yeşillik (-) değeri a* değerini,
Sarılık (+) ve mavilik (-) b* değerini belirtmektedir.

4.2.1 L* Değerindeki Değişmeler

Örneklerin muhafaza edildiği 0. 1. 3. 5. ve 7. güne ait L* değeri analizleri Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9Elma Örneğinde L* Değerindeki Değişmeler

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	74,76±0,06 ^{C,E}	71,99±0,66 ^{F,G}	66,19±2,78 ^{K,L}	65,29±0,34 ^{L,M}
1ZN.2L.E	73,83±0,33 ^{D,F}	64,63±1,27 ^{L,M}	61,28±1,01 ^{N,O}	59,36±0,06 ^O
0,5ZR.1L.E	75,52±0,44 ^{B,D}	66,68±0,11 ^{J,L}	63,12±0,52 ^{M,N}	69,39±4,36 ^{H,O}
1ZR.2L.E	78,72±0,34 ^A	72,09±0,25 ^{F,G}	67,11±1,70 ^{I,L}	75,22±0,03 ^{C,D}
0,5SF.1L.E	77,88±0,34 ^{A,B}	68,96±0,93 ^{H,J}	68,34±0,11 ^{H,K}	55,17±0,99 ^P
1SF.2L.E	72,29±0,34 ^{E,G}	66,63±0,24 ^{J,L}	60,32±0,24 ^O	60,42±0,79 ^O
1L.E	77,17±0,08 ^{A,C}	73,56±0,64 ^{D,F}	70,31±0,51 ^{G,H}	65,38±0,85 ^{L,M}
2L.E	75,26±0,11 ^{C,D}	70,20±2,21 ^{G,H}	69,01±2,36 ^{H,J}	67,88±0,17 ^{H,K}

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

Kaplama yapılan elma örneklerinde 5 günlük ortalama parlaklığın önemli ölçüde korunduğu ve ciddi bir azalış göstermediği ve bu değerlerin 55,17 ile 78,72 arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 4.10Muz Örneğinde L* Değerindeki Değişmeler

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7. GÜN
0,5ZN.1L.M	66,30±1,43 ^{A,B}	51,90±2,21 ^{D,E}	47,99±2,91 ^{E,F}	41,73±2,41 ^{H,J}	-
1ZN.2L.M	66,17±1,62 ^{A,B}	43,42±0,04 ^{G,I}	45,03±0,59 ^{F,H}	37,00±0,01 ^{K,L}	51,85±0,28 ^{D,E}
0,5ZR.1L.M	66,28±0,35 ^{A,B}	39,46±1,75 ^{I,K}	51,97±4,97 ^{D,E}	38,73±0,82 ^{J,K}	-
1ZR.2L.M	64,99±2,08 ^{A,B}	32,93±0,10 ^{M,N}	31,75±0,30 ^N	38,68±0,57 ^{J,K}	-
0,5SF.1L.M	62,65±2,26 ^{B,C}	43,88±0,52 ^{G,H}	41,82±2,75 ^{H,J}	48,89±0,79 ^{E,F}	36,99±0,11 ^{K,L}
1SF.2L.M	59,66±0,71 ^C	33,65±0,64 ^{L,N}	33,31±1,79 ^{L,N}	36,81±2,32	-
1L.M	67,15±1,23 ^A	50,89±0,04 ^{D,E}	53,01±4,77 ^D	53,41±1,09 ^D	-
2L.M	68,23±3,35 ^A	46,20±0,47 ^{F,G}	41,17±3,88 ^{H,J}	43,56±1,49 ^{G,H}	-

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

Kaplama yapılan muz örneklerinde ise 7 günlük ortalama genel anlamda 1. günde sert düşüşler olmasının örneklerin kaplama maddesine gösterdiği direnç olduğu düşünülmektedir. Bu görüşü ilerleyen günlerde L* değerinin stabil olması desteklemektedir. Değerlerin 31,75 ile 68,23 arasında değiştiği görülmektedir. 1ZN.2L.M kodlu örnekte 7. günde L* değerinin yüksek olmasında 1gr zencefilli 2gr KBG'lı kaplamanın muz üzerinde parlaklığı koruduğunu göstermiştir.

4.2.2 a* Değerindeki Değişmeler

Örneklerin muhafaza edildiği 0. 1. 3. 5. ve 7. güne ait a* değeri analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 Elma Örneklerinin a* Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	-2,34±0,34 ^{K,L}	1,43±0,54 ^{H,I}	1,52±1,32 ^{G,I}	3,19±0,01 ^{D,F}
1ZN.2L.E	-1,18±0,06 ^{J,K}	1,30±0,11 ^I	2,10±0,52 ^{F,I}	2,95±0,22 ^{E,F}
0,5ZR.1L.E	-1,28±1,17 ^{J,K}	3,84±0,11 ^{D,E}	2,60±0,78 ^{E,H}	4,28±0,74 ^{C,D}
1ZR.2L.E	-0,88±0,18 ^J	-3,32±0,21 ^L	2,70±1,98 ^{E,G}	2,16±0,12 ^{F,I}
0,5SF.1L.E	-9,10±0,38 ^M	2,71±0,78 ^{E,G}	6,37±0,33 ^B	8,19±0,17 ^A
1SF.2L.E	-2,38±0,00 ^{K,L}	5,40±0,16 ^{B,C}	9,37±0,18 ^A	8,88±0,11 ^A
1L.E	-2,30±0,45 ^{K,L}	-1,24±0,52 ^{J,K}	2,01±0,81 ^{F,I}	3,09±0,16 ^{D,F}
2L.E	-2,97±0,19 ^L	2,48±0,53 ^{F,I}	2,01±0,81 ^{F,I}	3,07±0,04 ^{D,F}

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

Kaplama yapılan elma örneklerinde 5 günlük ortalamada a* değerlerinde orantılı bir artış ve bu değerlerin -9,10 ile 9,37 arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 4.12 Muz Örneklerinin a* Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7. GÜN
0,5ZN.1L.M	8,72±0,028 ^{K,M}	10,21±0,40 ^{H,I}	10,02±0,59 ^{H,J}	9,32±0,035 ^{L,K}	-
1ZN.2L.M	9,02±0,39 ^{J,L}	10,68±0,11 ^{G,H}	10,22±0,04 ^{H,I}	9,46±0,12 ^{L,K}	10,88±0,35 ^{F,H}
0,5ZR.1L.M	8,17±0,17 ^{L,O}	13,84±0,16 ^{B,C}	8,57±0,035 ^{K,N}	10,68±0,21 ^{G,H}	-
1ZR.2L.M	7,15±0,26 ^{O,P}	10,21±0,41 ^{H,I}	7,63±0,014 ^{N,P}	10,03±0,04 ^{H,J}	-
0,5SF.1L.M	7,92±0,38 ^{M,P}	14,24±0,35 ^B	10,98±0,83 ^{E,H}	11,50±0,15 ^{E,G}	11,81±0,42 ^{E,F}
1SF.2L.M	8,83±0,36 ^{K,M}	17,80±0,33 ^A	13,39±0,34 ^{B,C}	12,00±0,31 ^{D,E}	-
1L.M	7,99±0,12 ^{L,P}	13,02±1,75 ^{C,D}	9,43±1,011 ^{L,K}	8,61±0,35 ^{K,N}	-
2L.M	7,02±1,43 ^P	11,66±0,71 ^{E,G}	10,36±0,57 ^{H,I}	9,04±0,16 ^{J,L}	-

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

Kaplama yapılan muz örneklerinde ise 7 günlük ortalamada genel anlamda 1. günde a* değerinde belirgin azalışlar olmasına rağmen ilerleyen günlerde a* değerinin stabil olduğu ve değerlerin 7,02 ile 14,24 arasında değiştiği görülmektedir. 1ZN.2L.M ve 0,5SF.1L.Mkodlu örneklerde 7. günde a* değerinin korunması zencefil ve safranlı KBG kaplamanın muz üzerinde a* değerini koruduğunu göstermiştir.

4.2.3 b* Değerindeki Değişmeler

Örneklerin muhafaza edildiği 0. 1. 3. 5. ve 7. güne ait b* değeri analizleri Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13Elma Örneklerinin b* Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	23,49±1,13 ^{H,I}	28,85±0,64 ^{C,E}	29,54±0,08 ^{C,D}	29,38±0,46 ^{G,H}
1ZN.2L.E	22,25±0,01 ^{H,I}	28,50±0,08 ^{C,F}	27,64±1,92 ^{D,F}	26,71±0,44 ^{E,F}
0,5ZR.1L.E	18,30±1,46 ^K	27,30±0,47 ^{D,F}	23,01±0,79 ^{H,I}	22,88±1,07 ^{H,I}
1ZR.2L.E	17,99±0,23 ^K	28,38±0,36 ^{C,F}	22,13±1,32 ^{H,I}	19,13±0,13 ^K
0,5SF.1L.E	41,70±0,40 ^A	34,51±4,26 ^B	27,98±0,17 ^{C,F}	26,94±0,04 ^{E,F}
1SF.2L.E	43,08±0,00 ^A	43,42±0,23 ^A	33,18±0,34 ^B	29,98±0,41 ^C
1L.E	19,82±0,13 ^K	21,74±0,23 ^{I,J}	24,23±0,75	24,21±0,85 ^H
2L.E	22,60±0,01 ^{H,I}	26,75±2,90 ^{E,F}	24,23±0,75 ^{G,H}	26,52±0,23 ^{F,G}

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

Kaplama yapılan elma örneklerinde 5 günlük ortalama b* değerlerinde orantılı bir artış ve bu değerlerin 17,99 ile 43,08 arasında değiştiği görülmektedir. Safran kaplı elma örneklerinde b* değerinde azalma gözlenirken, zerdeçal ve zencefil kaplı olan elma örneklerinde ise b* değerinde artış gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.14Muz Örneklerinin b* Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7. GÜN
0,5ZN.1L.M	33,59±1,07 ^{B,C}	30,70±1,19 ^{C,E}	22,17±0,01 ^{L,K}	16,30±1,57 ^{L,O}	-
1ZN.2L.M	34,58±0,32 ^B	26,13±0,76 ^{F,H}	19,52±0,31 ^{K,L}	12,68±0,40 ^{O,P}	25,79±0,06 ^{F,I}
0,5ZR.1L.M	27,76±0,11 ^{E,G}	27,52±1,33 ^{E,G}	23,72±2,88 ^{H,J}	17,00±0,86 ^{L,N}	-
1ZR.2L.M	34,87±1,00 ^B	15,63±0,60 ^{M,O}	9,05±0,014 ^P	15,50±0,38 ^{M,O}	-
0,5SF.1L.M	44,07±7,94 ^A	34,22±0,52 ^{B,C}	19,47±0,94 ^{K,L}	24,93±0,38 ^{G,J}	17,58±0,04 ^{L,M}
1SF.2L.M	45,04±0,28 ^A	33,90±1,03 ^{B,C}	13,40±0,33 ^{N,O}	18,65±0,87 ^{K,M}	-
1L.M	32,23±0,21 ^{B,D}	29,43±1,10 ^{D,F}	25,76±2,99 ^{G,I}	21,90±0,35 ^{J,K}	-
2L.M	35,47±0,97 ^B	26,44±3,71 ^{F,H}	19,45±0,80 ^{K,L}	17,95±0,13 ^{L,M}	-

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

Kaplama yapılan muz örneklerinde ise 7 günlük ortalama genel olarak b* değerinin azalış eğilimi gösterdiği ve değerlerin 12,68 ile 45,04 arasında değiştiği görülmektedir. Bunların yanı sıra 1ZN.2L.M ve 0,5SF.1L.Mkodlu muz örneklerinin 7. gün görselleri Resim 4.1 ve Resim 4.2’de gösterilmiştir. 0,5SF.1L.Mkodlu örnek, 1ZN.2L.M kodlu örneğe göre daha fazla kararma yaşamıştır. Bu durum rengin ve yapının zencefilli örnekte daha iyi korunduğunu göstermektedir.

**Resim 4.1**1ZN.2L.M kodlu 7. gün inceleme**Resim 4.2**0,5SF.1L.Mkodlu 7. gün inceleme

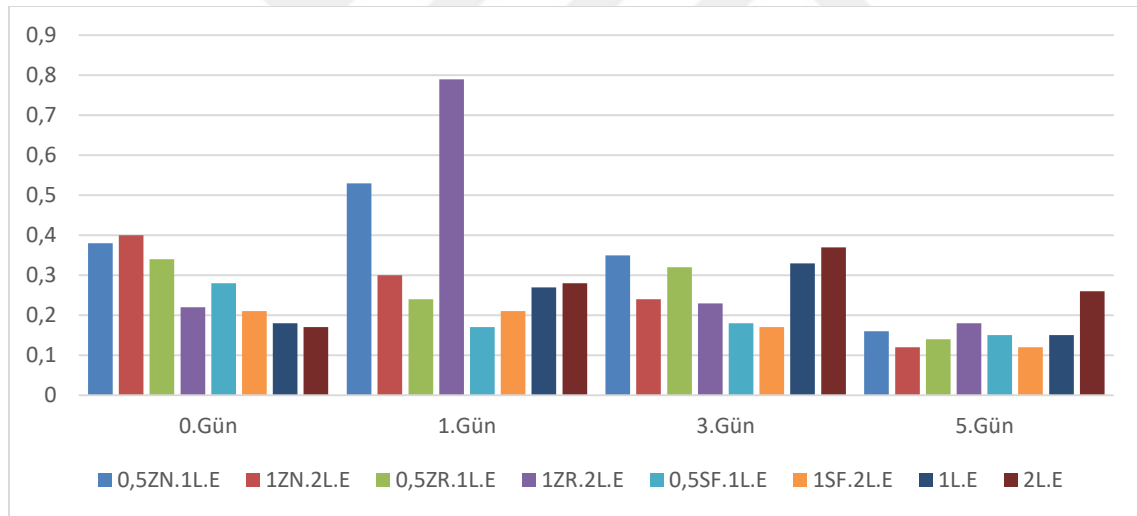
4.3 Toplam Fenolik Madde (TFM) Analizi

Numunelerin TFM miktarları FolinCiocalteu kolorimetrik metodundan faydalanılarak hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi 1965). Örneklerin muhafaza edildiği 0. 1. 3. 5. ve 7. güne ait toplam fenolik madde miktarları analizleri elma örnekleri için Çizelge 4.15 ve Şekil 4.9’da, muz örnekleri için Çizelge 4.16 ve Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 Elma Örneklerinin TFM(Birim) Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	0,38±0,16 ^{B,D}	0,53±0,12 ^B	0,35±0,04 ^{C,E}	0,16±0,01 ^{H,J}
1ZN.2L.E	0,40±0,20 ^{B,C}	0,30±0,01 ^{C,H}	0,24±0,09 ^{D,J}	0,12±0,01 ^J
0,5ZR.1L.E	0,34±0,19 ^{C,E}	0,24±0,09 ^{C,E}	0,32±0,11 ^{C,G}	0,14±0,01 ^{I,J}
1ZR.2L.E	0,22±0,04 ^{E,J}	0,79±0,11 ^A	0,23±0,04 ^{D,J}	0,18±0,01 ^{F,J}
0,5SF.1L.E	0,28±0,07 ^{C,I}	0,17±0,02 ^{G,J}	0,18±0,05 ^{F,J}	0,15±0,01 ^{H,J}
1SF.2L.E	0,21±0,05 ^{E,J}	0,21±0,00 ^{E,J}	0,17±0,00 ^{G,J}	0,12±0,01 ^J
1L.E	0,18±0,02 ^{F,J}	0,27±0,06 ^{C,J}	0,33±0,05 ^{C,F}	0,15±0,01 ^{I,J}
2L.E	0,17±0,00 ^{G,J}	0,28±0,01 ^{C,I}	0,37±0,06 ^{C,D}	0,26±0,05 ^{C,J}

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)



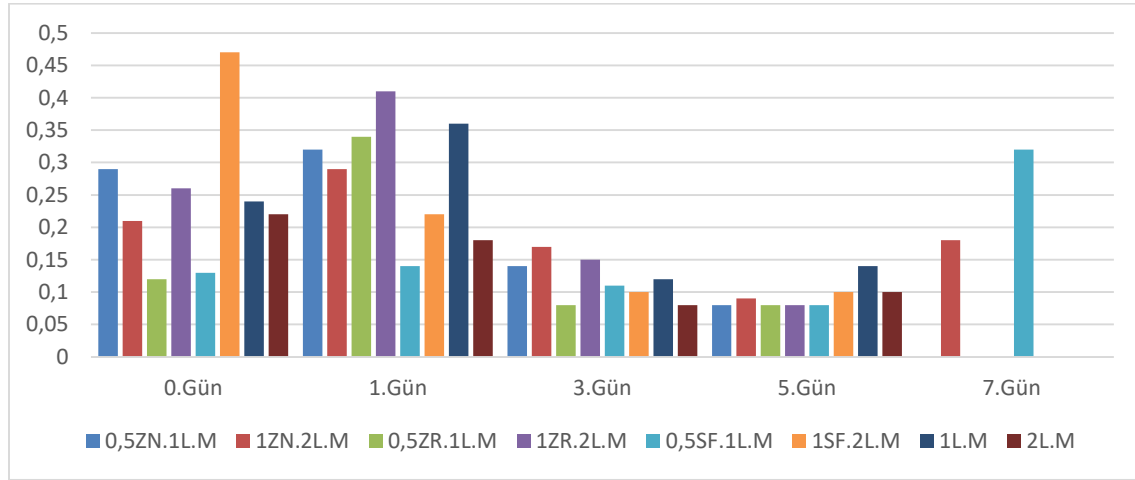
Şekil 4.9 Elma Örneklerinin TFM(Birim) Değerlerindeki Değişimler

Kaplama yapılan elma örneklerinde 5 günlük verileri incelendiğinde fenolik madde miktarı değerlerinin 0,12 ile 0,79 arasında değiştiği görülmektedir. Yalnızca KBG kaplı 2L.E kodlu örnekte fenolik madde miktarı değerinde artma gözlenirken, diğer örneklerde fenolik madde miktarı değerinde azalış gözlemlenmiştir. Genel olarak bakıldığında en düşük fenolik madde miktarı ise 1ZN.2L.E ve 1SF.2L.E kodlu örneklerde gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.16Muz Örneklerinin TFM(Birim) Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7. GÜN
0,5ZN.1L.M	0,29±0,04 ^{B,F}	0,32±0,01 ^{B,E}	0,14±0,01 ^{G,K}	0,08±0,01 ^K	-
1ZN.2L.M	0,21±0,05 ^{E,J}	0,29±0,00 ^{B,F}	0,17±0,11 ^{F,K}	0,09±0,02 ^{J,K}	0,18±0,02 ^{F,K}
0,5ZR.1L.M	0,12±0,04 ^{H,K}	0,34±0,02 ^{B,D}	0,08±0,01 ^K	0,08±0,01 ^K	-
1ZR.2L.M	0,26±0,06 ^{C,G}	0,41±0,02 ^{A,B}	0,15±0,04 ^{G,K}	0,08±0,01 ^K	-
0,5SF.1L.M	0,13±0,02 ^{H,K}	0,14±0,01 ^{G,K}	0,11±0,00 ^{I,K}	0,08±0,02 ^K	0,32±0,01 ^{B,E}
1SF.2L.M	0,47±0,18 ^A	0,22±0,23 ^{D,I}	0,10±0,02 ^{I,K}	0,10±0,01 ^{L,K}	-
1L.M	0,24±0,10 ^{C,H}	0,36±0,02 ^{A,C}	0,12±0,04 ^{H,K}	0,14±0,01 ^{G,K}	-
2L.M	0,22±0,09 ^{D,I}	0,18±0,01 ^{F,K}	0,08±0,01 ^K	0,10±0,01 ^{L,K}	-

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)



Şekil 4.10 Muz Örneklerinin TFM(Birim) Değerlerindeki Değişimler

Kaplama yapılan muz örneklerinde ise 7 günlük ortalamada fenolik madde değerlerinin 0,08 ile 0,47 arasında değiştiği görülmektedir. 0,5SF.1L.M kodlu örnekte fenolik madde miktarı değerinde artma gözlenirken, bu durumun örneğin bozulma eğilimi gösterdiği için yükseldiği düşünülmektedir. Diğer örneklerde fenolik madde değerinde genel bir azalış gözlemlenmiştir. En düşük fenolik madde miktarı ise 0,5SF.1L.M - 0,5ZR.1L.M ve 1ZR.2L.M kodlu örneklerde gözlemlenmiştir.

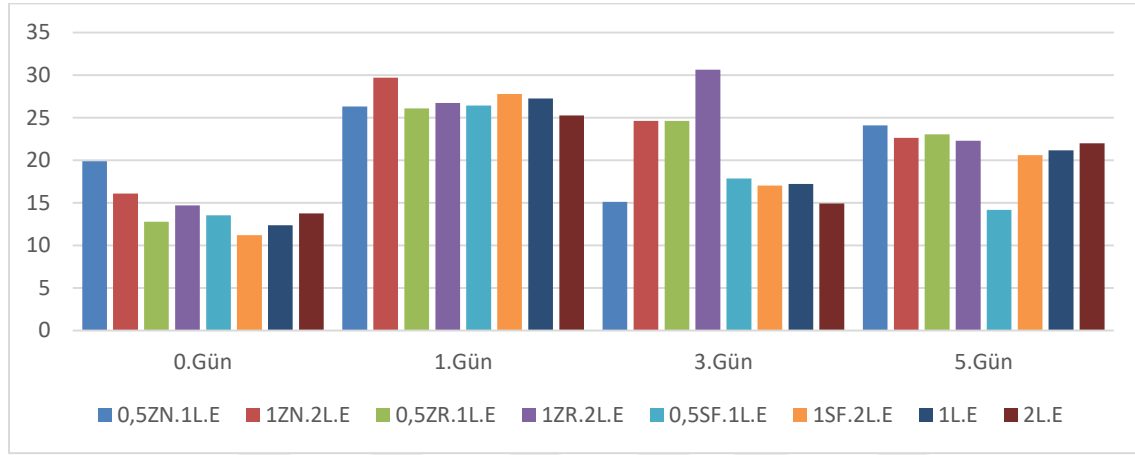
4.4 Antioksidan Aktivitesi Analizi (DPPH Tayini)

Örneklerin muhafaza edildiği 0. 1. 3. 5. ve 7. güne ait toplam antioksidan aktivitesi analizleri elma örnekleri için Çizelge 4.17 ve Şekil 4.11’de, muz örnekleri için Çizelge 4.18 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 Elma Örneklerinin DPPH Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	19,87±6,28 ^{A,G}	26,32±4,94 ^{A,E}	15,12±20,78 ^{C,G}	24,10±2,39 ^{A,G}
1ZN.2L.E	16,07±4,48 ^{C,G}	29,71±6,73 ^{A,B}	24,63±7,03 ^{A,F}	22,63±2,99 ^{A,G}
0,5ZR.1L.E	12,79±1,94 ^{F,G}	26,11±2,55 ^{A,E}	24,63±9,12 ^{A,F}	23,05±2,40 ^{A,G}
1ZR.2L.E	14,70±4,63 ^{C,G}	26,75±4,04 ^{A,E}	30,66±1,20 ^A	22,31±1,35 ^{A,G}
0,5SF.1L.E	13,53±2,69	26,43±2,99 ^{A,E}	17,87±11,21 ^{A,G}	14,17±7,77 ^{D,G}
1SF.2L.E	11,21±0,90 ^G	27,80±0,45 ^{A,C}	17,02±9,42 ^{B,G}	20,62±0,45 ^{A,G}
1L.E	12,37±4,34 ^{F,G}	27,27±0,30 ^{A,D}	17,23±11,51 ^{B,G}	21,15±1,20 ^{A,G}
2L.E	13,75±3,59 ^{E,F,G}	25,27±0,45 ^{A,F}	14,91±11,51 ^{C,G}	21,99±1,80 ^{A,G}

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)

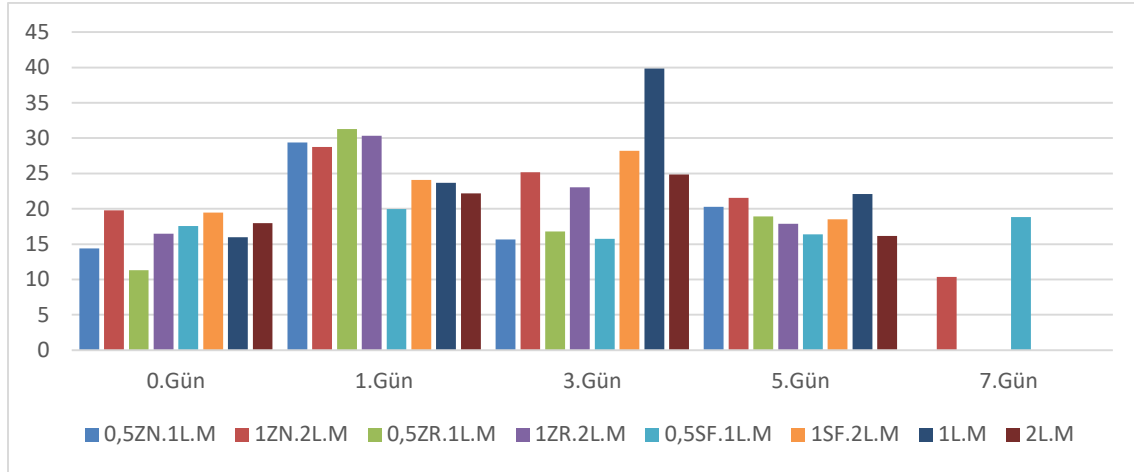
**Şekil 4.11** Elma Örneklerinin DPPH Değerlerindeki Değişimler

Kaplama yapılan elma örneklerinde 5 günlük verileri incelendiğinde fenolik madde değerlerinin 11,21 ile 30,66 arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak antioksidan aktivitesinde tüm örneklerde artış gözlemlenmiştir. 1. gün yaşanan genel artışların ise, kaplama maddesi içeriklerinin elmalar üzerinde baskınlık kurmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.18 Muz Örneklerinin DPPH Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7. GÜN
0,5ZN.1L.M	14,38±2,99 ^{F,H}	29,39±0,00 ^{A,D}	15,65±13,46 ^{E,H}	20,30±2,69 ^{B,H}	-
1ZN.2L.M	19,77±7,62 ^{B,H}	28,75±0,30 ^{A,E}	25,16±7,18 ^{B,F}	21,56±2,09 ^{B,H}	10,36±0,30 ^H
0,5ZR.1L.M	11,32±4,34 ^{G,H}	31,29±3,30 ^{A,B}	16,81±12,71 ^{C,H}	18,92±3,73 ^{B,H}	-
1ZR.2L.M	16,49±2,98 ^{D,H}	30,34±1,64 ^{A,C}	23,05±11,36 ^{B,H}	17,86±3,14 ^{B,H}	-
0,5SF.1L.M	17,55±1,20 ^{C,H}	19,98±5,83 ^{B,H}	15,75±13,60 ^{E,H}	16,39±2,24 ^{D,H}	18,82±3,88 ^{B,H}
1SF.2L.M	19,45±2,09 ^{B,H}	24,10±1,50 ^{B,G}	28,22±3,14 ^{A,E}	18,50±4,33 ^{B,H}	-
1L.M	15,96±3,44 ^{D,H}	23,68±0,00 ^{B,H}	39,85±21,68 ^A	22,10±4,63 ^{B,H}	-
2L.M	17,97±4,48 ^{B,H}	22,20±0,00 ^{B,H}	24,85±6,43 ^{B,G}	16,17±1,34 ^{D,H}	-

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)



Şekil 4.12 Muz Örneklerinin DPPH Değerlerindeki Değişimler

Kaplama yapılan muz örneklerinde ise 7 günlük ortalama antioksidan aktivitesi değerlerinin 10,36 ile 39,85 arasında değiştiği görülmektedir. 0,5SF.1L.M kodlu örnekte antioksidan aktivitesi değeri stabil bir görüntü oluşturmuştur. 1. gün yaşanan genel artışların kaplama maddesi içeriklerinin muzlar üzerinde baskınlık kurmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

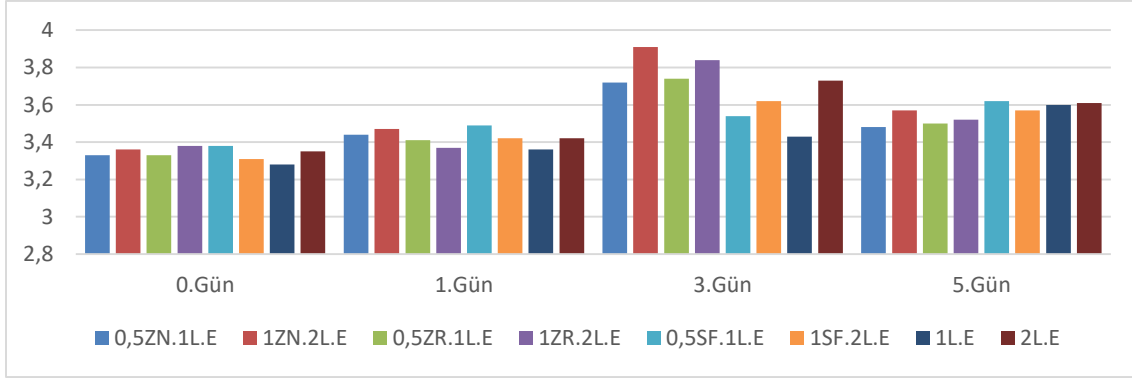
4.5 pH Analizi

Örneklerin muhafaza edildiği 0. 1. 3. 5. ve 7. güne ait pH analizleri elma örnekleri için Çizelge 4.19 ve Şekil 4.13'te, muzlar için Çizelge 4.20 Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.19 Elma Örneklerinin pH Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN
0,5ZN.1L.E	3,33 ± 0,05 ^J	3,44 ± 0,03 ^{F,J}	3,72 ± 0,06 ^{A,E}	3,48 ± 0,03 ^{E,J}
1ZN.2L.E	3,36 ± 0,04 ^{I,J}	3,47 ± 0,06 ^{F,J}	3,91 ± 0,04 ^A	3,57 ± 0,04 ^{C,I}
0,5ZR.1L.E	3,33 ± 0,04 ^J	3,41 ± 0,04 ^{F,J}	3,74 ± 0,01 ^{A,C}	3,50 ± 0,09 ^{D,J}
1ZR.2L.E	3,38 ± 0,06 ^{G,J}	3,37 ± 0,06 ^{H,J}	3,84 ± 0,04 ^{A,B}	3,52 ± 0,01 ^{C,J}
0,5SF.1L.E	3,38 ± 0,04 ^{G,J}	3,49 ± 0,09 ^{E,J}	3,54 ± 0,001 ^{C,J}	3,62 ± 0,01 ^{B,F}
1SF.2L.E	3,31 ± 0,04 ^J	3,42 ± 0,10 ^{F,J}	3,62 ± 0,11 ^{B,F}	3,57 ± 0,04 ^{C,I}
1L.E	3,28 ± 0,04 ^J	3,36 ± 0,04 ^{I,J}	3,43 ± 0,07 ^{F,J}	3,60 ± 0,03 ^{B,G}
2L.E	3,35 ± 0,06 ^{I,J}	3,42 ± 0,06 ^{F,J}	3,73 ± 0,11 ^{A,D}	3,61 ± 0,04 ^{B,G}

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)



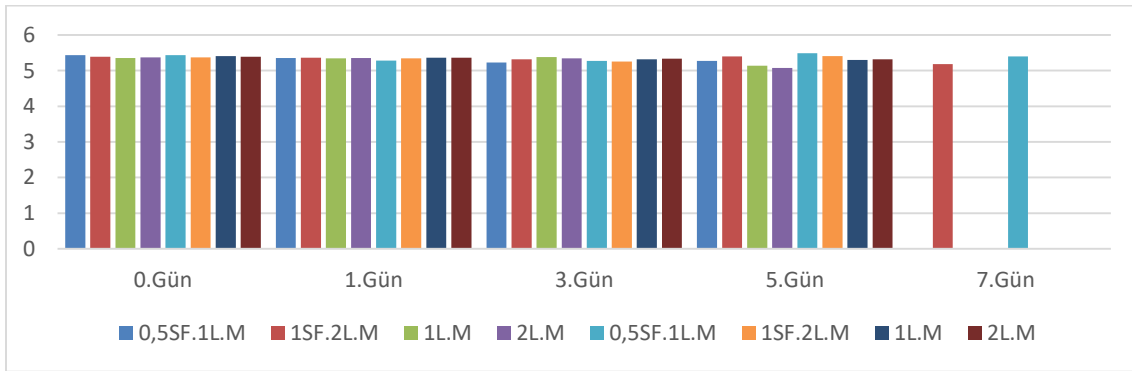
Şekil 4.13 Elma Örneklerinin pH Değerlerindeki Değişimler

Kaplama yapılan elma örneklerinde 5 günlük verileri incelendiğinde pH değerinin 3,28 ile 3,91 arasındaki değerlere sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak pH değerinde tüm elma numunelerinde artış gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.20 Muz Örneklerinin pH Değerleri

Örnek Kodları	0.GÜN	1.GÜN	3.GÜN	5.GÜN	7. GÜN
0,5ZN.1L.M	5,43 ± 0,06 ^{A,B}	5,35 ± 0,05 ^{A,C}	5,23 ± 0,06 ^{A,C}	5,27 ± 0,04 ^{A,C}	-
1ZN.2L.M	5,39 ± 0,18 ^{A,C}	5,36 ± 0,02 ^{A,C}	5,32 ± 0,001 ^{A,C}	5,40 ± 0,06 ^{A,B}	5,18 ± 0,03 ^{A,C}
0,5ZR.1L.M	5,35 ± 0,18 ^{A,C}	5,34 ± 0,06 ^{A,C}	5,38 ± 0,01 ^{A,C}	5,14 ± 0,08 ^{B,C}	-
1ZR.2L.M	5,37 ± 0,07 ^{A,C}	5,35 ± 0,06 ^{A,C}	5,34 ± 0,06 ^{A,C}	5,07 ± 0,001 ^B	-
0,5SF.1L.M	5,43 ± 0,04 ^{A,B}	5,28 ± 0,08 ^{A,C}	5,27 ± 0,03 ^{A,C}	5,49 ± 0,001 ^A	5,40 ± 0,01 ^{A,B}
1SF.2L.M	5,37 ± 0,14 ^{A,C}	5,34 ± 0,03 ^{A,C}	5,25 ± 0,01 ^{A,C}	5,41 ± 0,03 ^{A,B}	-
1L.M	5,41 ± 0,13 ^{A,B}	5,36 ± 0,05 ^{A,C}	5,32 ± 0,04 ^{A,C}	5,30 ± 0,05 ^{A,C}	-
2L.M	5,39 ± 0,21 ^{A,C}	5,36 ± 0,04 ^{A,C}	5,33 ± 0,01 ^{A,C}	5,32 ± 0,03 ^{A,C}	-

(Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde farklı değerlendirilmektedir.)



Şekil 4.14 Muz Örneklerinin pH Değerlerindeki Değişimler

Kaplama yapılan muz örneklerinde 7 günlük ortalamada pH değerlerinin 5,07 ile 5,49 arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak pH değerinde tüm muz örneklerinde azalış gözlemlenmiştir. 0,5SF.1L.M kodlu örnekte pH değerinin stabil olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Son yıllarda, yenilebilir kaplamalar ve filmler, küresel çapta taze meyve ve gıdaların raf ömrünü uzatmada umut verici olmuştur (Yousuf vd. 2018).Guava meyvesi (*Psidiumguajava L.*) üzerinde yenilebilir kaplamaların kullanılması, etilen emilimini geciktirip kontrol numunelerine kıyasla dokuyu arttırarak işlenmiş meyvelerin depolama süresini artırmıştır. Altıncı günde, kontrol numuneleri tarafından üretilen etilen, kaplaması yapılmış numunelerden üretilen etilenden beş kat daha yüksek çıkmıştır (Tomas vd. 2005). Yenilebilen kaplamalar bu parametreler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Velickova vd.2013).

Bu tez çalışmasında antioksidan özellikteki zencefil, zerdeçal ve safran içeren keçiboynuzu gamı kaplamasının dilimlenmiş taze elma ve muz örneklerinin raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu sayede elma ve muzun işleme süreçlerinde oluşabilecek enzimatik reaksiyonların önüne geçebilmek adına alternatif bir bakış açısı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Keçiboynuzu gamı ile kaplanmış 16 adet örnek içerisinde yalnızca muz örneklerinden zencefil içeren 1ZN.2L.M kodlu ve safran içeren 0,5SF.1L.M kodlu örnekler 7.güne kadar zarar görmeden muhafaza edilebilmiştir. Bu da bize safran ve zencefil baharatlarının keçiboynuzu gamlı kaplamasının dilimlenmiş taze muz örneklerinde muhafaza süresine olumlu etkisini göstermektedir.

Ortaya çıkan deney sonuçları incelendiğinde tekstürel açıdan ürünlerde gün geçtikçe meydana gelen su kaybı ve fiziksel değişimler dikkate alınarak kesme, sertlik, elastikiyet değerlerinde 7. güne kadar sağlam kalabilen zencefil içeren 1ZN.2L.M kodlu ve safran içeren 0,5SF.1L.M kodlu muz örneklerinde önemli bir direnç tespit edilmiştir. Diğer örneklerde 5 günlük süre sonunda enzimatik kararma ve yumuşama meydana gelmiştir.

Renk açısından baktığımızda elma örneklerinin genel olarak 5 günlük sürede parlaklık değerini koruduğu, yeşilden kırmızıya çok ciddi bir değer farkı olmadığı genel olarak rengin korunduğu görülmüştür. Muz örneklerinde ise 7 günlük süre zarfında 1ZN.2SF.M kodlu 1gr zencefilli 2gr KBG'lı örneğin rengini önemli ölçüde koruduğu görülmüştür.

Fenolik bileşikler meyvelerde bol miktarda bulunan ikincil metabolitler olarak tat ve renk oluşumunda önemli bir yere sahiptir. Fenolik bileşikler, bitkilerin olağan gelişimi sırasında olduğu gibi; enfeksiyon, yaralanma ve UV ışığına maruz kalma gibi durumlarda da sentezlenmektedir (Naczki ve Shahidi 2004). Elma örneklerinde 2L.E kodlu örnek dışında fenolik madde artışı gözlemlenmemiştir. Buradaki en düşük fenolik madde miktarı zencefil kaplı 1ZN.2L.E ve safran kaplı 1SF.2L.E kodlu örneklerde tespit edilmiştir. 1ZN.2L.E kodlu elma örneğinin 1. güne kıyasla zencefilli kaplama sayesinde daha etkili korunduğu belirlenmiştir. Muz örneklerinin incelemesinde 1ZN.2L.M kodlu örneğin sahip olduğu fenolik madde miktarı zencefilin muz üzerinde de etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Antioksidan aktivitesi analizi açısından elma örneklerinde yapılan tüm kaplamalar olumlu etki göstermiştir. Muz örneklerinde ise 5 günlük süreçte ilk günlere göre ciddi farklar yaşanmazken 7. gün incelemesinde 1ZN.2L.M kodlu örnekte antioksidan aktivitesinin azaldığı, 0,5S.1L.M kodlu örnekte ise bu değerlerin korunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre ise safranın antioksidan aktivitesi zencefile göre daha etkili olmuştur.

Son olarak pH değerlerinde 5 günlük süreçte elma örneklerinde artış gözlenmiştir. Muz örneklerinde ise pH değerlerinde genel olarak düşüş olmasına rağmen 0,5SF.1L.M kodlu örnekte artış veya azalıştan söz edilememektedir.

Sonuçlar genel olarak derlendiği zaman zencefil, zerdeçal ve safran içeren keçiyoynuzu gamı ile kaplanmış elma örneklerinde 5 gün sonunda enzimatik kararma veya yumuşamaya sebep olan yapısal değişiklikler meydana gelmiştir. Bu yüzden elma örneklerinde 5 günden sonra analizler kayıt altına alınmamıştır. Bu da dilimlere haline getirilen elma örneklerinin zencefil, zerdeçal ve safran baharatları ile KBG kaplamasının 5 gün korunabileceğini göstermiştir. Yine zencefil, zerdeçal ve safran içeren keçiyoynuzu gamı ile kaplanmış muz örneklerinde ise 5 gün sonunda 1ZN.2L.M ve 0,5SF.1L.M kodlu örnekler haricindeki örneklerde yumuşamaya bağlı yapısal değişiklikler ve enzimatik kararmalar meydana geldiği için 5 günden sonraki analizler kayıt altına alınmamıştır. Fakat 1gr zencefil 2gr KBG içeren 1ZN.2L.M kodlu muz örneği ve 0,5gr safran 1gr KBG içeren 0,5SF.1L.M kodlu muz örneğinde bozulma olmadığı için 7. güne kadar analizler

kayıt altına alınmıştır. Bu sonuca göre zencefilli ve safranlı KBG kaplamaların koruyuculukları yapılan analizlerle tespit edilmiştir.

Bu iki örnek birbiri içinde değerlendirildiğinde 1ZN.2L.Mkodlu zencefil kaplı muz örneğinde renk değerleri stabil, TFM miktarı düşük, antioksidan aktivite düşük, pH değeri ise yüksektir. 0,5SF.1L.Mkodlu safran kaplımuz örneğinde ise renk değerleri düşük, TFM miktarı yüksek, antioksidan aktivite yüksek, pH değeri ise düşüktür.

Elde edilen sonuçlara göre, zencefilli KBG kaplamanın safranlı kaplamaya göre antioksidan aktiviteyi, pHdeğerini ve toplam fenolik madde miktarını kontrol altına aldığı ve kaplamada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Elma ve muz örneklerinde zencefil, zerdeçal ve safran içeren keçiboynuzu gamlı kaplama yapılırken bu sonuçlar dikkate alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Abdullaev F I, Riveron Negrete L, Caballero-Ortega H, Hernández J M, Perez-Lopez I, Pereda-Miranda R, Espinosa Aguirre J J, 2003, Use of In Vitro Assays to Assess The Potential Antigenotoxic and Cytotoxic Effects of Saffron (*Crocus sativus* L), *Toxicology In Vitro*, 17, 731-736.
- Afshari Ali T, Shirpoor A, Farshid A, Saadatian R, Rasmi Y, Saboory E, Allameh A, 2007, The Effect of Ginger on Diabetic Nephropathy, Plasma Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidation in Rats. *Food Chemistry*, 101, 148-153.
- Aggarwal BB, Sundaram C, Malani N, Ichikawa H, 2007, Curcumin The Indian Solid Gold, The Molecular Targets and Therapeutic Uses of Curcumin In Health and Disease, 595, 1-75.
- Ahlawat P, Bala S, Kumar J, 2018, Short Communication Effect of Different Coatings on Free Radical Scavenging Activity of Kinnow Fruits, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7, 3067-3068.
- Ajith T A, Nivitha V, Usha S, 2007 Zingiber Officinale Roscoe Alone and in Combination with Alpha-Tocopherol Protect the Kidney Against Cisplatin-Induced Acute Renal Failure, *Food and Chemical Toxicology*, 45, 921-927.
- Akhila A, Tewari R, 1984, Chemistry of Ginger a Review. *Current Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 6, 143-156.
- Altan, A, Teknolojisi Ö G, 2003, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Matbaası, 107s, Adana.
- Antoniou K D, Petridis D, Raphaelides S, Omar Z B, Kesteloot R, 2000, Texture Assessment of French Cheeses, *Journal of Food Science*, 65, 168-172.
- Ahvenainen R, 1996, New Approaches In Improving The Shelf Life of Minimally Processed Fruit and Vegetables, *Trends Food Sci Technol*, 7, 179-187.
- Argudo R C, Del Río M A, Pérez Gago M B, 2009, Development and Optimization of Locust Bean GumBased Edible Coatings For Postharvest Storage Of Fortune Mandarins, *Postharvest Biology and Technology*, 52, 227-234.
- Azarabadi N, 2019, Farklı Yöntemler ve Taşıyıcı Maddeler Kullanılarak Elde Edilen

- Safran Emülsiyonlarının Depolama Stabilesinin Araştırılması, Akdeniz Üniversitesi, Doktora Tezi, 189s, Antalya.
- Baldwin E A, Nisperos Carriedo M O, Baker R A, 1995, Edible Coatings for Lightly Processed Fruits and Vegetables, HortScience, 30, 35-37.
- Barak S, Mudgil D, 2014, Locust Bean Gum Processing Properties and Food Applications A Review, International Journal of Biological Macromolecules, 66, 74-80
- Bayram Y, 2019, Safrandan Gıda Boyası Üretimi ve Mikroenkapsülasyonu, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 114s, İstanbul.
- Benjakul S, Artharn A, Prodpran T, 2008, Properties of Protein-Based Film from Round Scad Muscle as Influenced by Fish Quality, Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 41, 753-763.
- Bolhasani A vd, 2005, Separation and Purification of Some Components, Asian Journal of Chemistry, 17, 725-729.
- Bourtoom T, 2008, Edible Films and Coatings, Characteristics and Properties, International Food Research Journal, 15, 237-248.
- Brand W W, Cuvelier M E, Berset C L W T, 1995 Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, LWT-Food Science and Technology, 28, 25-30.
- Calva E S J, Jiménez F M, Lugo C, E, 2019, Protein Based Films Advances in the Development of Biomaterials Applicable to Food Packaging, Food Engineering a Reviews, 11, 78-92.
- Campos C A, Gerschenson L N, Flores S K, 2011, Development of Edible Films and Coatings With Antimicrobial Activity, Food and Bioprocess Technology, 4, 849-875.
- Cutter C N, 2006, Opportunities for Bio-based Packaging Technologies to Improve The Quality and Safety of Fresh and Further Processed Muscle Foods, Meat Science, 74, 131-142.
- Çoban Ö E ve Patır B, 2010, Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5, 7-19.
- Çötel E, Karataş F, 2017, Zerdeçal Bitkisindeki Antioksidan Vitaminler ve Glutatyon

- Miktarları ile Total Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Dergisi, 33, 91-101.
- Dhanapal A, Sasikala P, Rajamani L, Kavitha V, Yazhini G, Banu M S, 2012, Edible Films From Polysaccharides, Food Science and Quality Management, 3, 9-10.
- Dhall R K, 2013, Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables, A Review Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53, 435-450.
- Diane M Barrett, John C Beaulieu, Rob Shewfelt, 2010, Color Flavor Texture and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables Desirable Levels Instrumental and Sensory Measurement and The Effects of Processing, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50, 369-389.
- Díaz-Montes, E, Castro-Muñoz R, 2021, Edible Films and Coatings as Food-Quality Preservers, An Overview Foods, 10, 249.
- Dionísio M, Grenha A, 2012, Locust Bean Gum Exploring its Potential for Biopharmaceutical Applications, Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 4, 175–185.
- Drewnowski A and Gomez-Carneros C, 2000, Bitter Taste Phytonutrients and the Consumer, a Review The American Journal of Clinical Nutrition, 72, 1424-1435.
- Dursun S, Erkan N, 2009, Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı, Journal of FisheriesSciences.com, 3, 352-373.
- Dursun O S, 2012, Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 214s, İstanbul.
- Erdemir E, Karaoğlu M, 2021, Et ve Et Ürünlerinin Tekstürel Özelliklerini Enstrümantal Olarak Tespit Etme Yöntemleri ve Tekstür Profil Analizi Üzerine Bir Derleme, Journal of the Institute of Science and Technology, 11, 2836-2848.
- FAO, 2014, FAOSTAT Statistical Database, <http://www.fao.org/faostat>, Date of Access, 15.10.2017
- Farris S vd, 2014, Pullulan Based Films and Coatings for Food Packaging, Present Applications Emerging Opportunities and Future Challenges, Journal of Applied

- Polymer Science, 131, Article number 40539.
- Gennadios A, Hanna M A, Kurth L B, 1997, Application of Edible Coatings on Meats Poultry and Seafoods a Review, LWT-Food Science and Technology, 30, 337-350.
- Ghosh T, Mondal K, Giri B, Katiyar V, 2021, Silk nanodisc Based Edible Chitosan Nanocomposite Coating for Fresh Produces, aCandidate with Superior Thermal, Hydrophobic Optical Mechanical and Food Properties, Food Chemistry, 360, Article number 130048.
- Gökalp H Y, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö, 1993, Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu, Atatürk Üniversitesi, Yayın 751, Ziraat Fakültesi Yayın 318, Ders Kitapları Serisi, 69, 214-217
- Guilbert S, Gontard N, Gorris L G, 1996, Prolongation of the Shelf Life of Perishable food Products Using Biodegradable Films and Coatings, LWT-Food Science and Technology, 29, 10-17.
- Guo J, Mao K, Yuan Z, Qin Z, Xu T, Bateni S. M, Ye C, 2021, Global Food Security Assessment During 1961-2019,Sustainability (Switzerland), 13, Article number 14005.
- Hagenmaier RD, Baker R, 1994, Narenciye Kaplama Olarak Mum Mikroemülsiyonları ve Emülsiyonları. Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi, 42, 899-902.
- Harimurti N, Nhestricia N, Subardjo S Y, Yuliani S, 2011, Effect of Oleoresin Concentration and Composition of Encapsulating Materials on Properties of the Microencapsulated Ginger Oleoresin Using Spray Drying Method. Indonesian Journal of Agriculture, 4, 33-39.
- Hassan B, Chatha S A S, Hussain A I, Zia K M, Akhtar N, 2018,Recent Advances on Polysaccharides Lipids and Protein Based Edible Films and Coatings A Review, International Journal of Biological Macromolecules, 109, 1095-1107.
- Heslop Harrison J S, Schwarzscher T, 2007, Domestication Genomics and the Future for Banana, Annals of Botany, 100, 1073–1084.
- Ilyas M B, Ghazanfar M U, Khan M A, Khan C A, Bhatti M A R, 2007, Post Harvest

- Losses in Apple and Banana During Transport and Storage, *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44, 534–539.
- İyidoğan N F, Bayındırlı A, 2004, Effect of L-cysteine, Kojic Acid and 4-Hexylresorcinol Combination on Inhibition of Enzymatic Browning in Amasya Apple Juice, *Journal of Food Engineering*, 62, 299-304.
- Janjarasskul, T, Krochta J M, 2010, Edible Packaging Materials, *Annual Review of Food Science and Technology*, 1, 415-448.
- Kafi M, 2006, *Saffron Production And Processing*, Science Publishers, 252, CRC Press, 241p, New York, USA.
- Kahyaoglu T, Kaya, S, Kaya A, 2005, Effects of Fat Reduction and Curd Dipping Temperature on Viscoelasticity, Texture and Appearance of Gaziantep Cheese, *Food Science and Technology International*, 11, 191-198.
- Kammerer D R, Kammerer J, Valet R, Carle R, 2014, Recovery of Polyphenols from The By Products of Plant Food Processing and Application as Valuable Food Ingredients, *Food Research International*, 65, 2-12.
- Kanakdande D, Bhosale R, Singhal R S, 2007, Stability of Cumin Oleoresin Microencapsulated in Different Combination of Gum Arabic, Maltodextrin and Modified Starch, *Carbohydrate Polymers*, 67, 536-541.
- Karaman B E, Köseler E, 2017, Zerdeçalın Kronik Hastalıklarla İlişkisi, *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi-BÜSBİD*, 2, 96-112.
- Kemper K J, 1999, *Ginger*, Longwood Herbal Task Force 3, 1-18.
- Keskin M, Setlek P, Demir S, Use of Color Measurement Systems in Food Science and Agriculture, In *International Advanced Researches and Engineering Congress*, 16-18 November 2017, Osmaniye, 2350-2359.
- Kester J J, Fennema O R, 1986, *Edible Films and Coatings a Review*, Food Technology, Chicago, 40, 47-59.
- Kondyli E, Katsiari M C, Masouras T, Voutsinas L P, 2002, Free Fatty Acids and Volatile Compounds of Low-Fat Feta-Type Cheese Made with a Commercial Adjunct Culture, *Food Chemistry*, 79, 199-205.

- Koutsos A, Tuohy KM, Lovegrove J A, 2015, Apples and Cardiovascular Health Is the Gut Microbiota a Core Consideration Nutrients, 7, 3959-3998.
- Koyuncu M A, Savran H E, 2002, Yenilebilir Kaplamalar, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6,73-83.
- Krochta M, 1997, Edible and Biodegradable Polymer Films Challenges and Opportunities, Food Technology, 51, 61-74.
- Kubra R, Rao L, 2012, An Impression on Current Developments in the Technology Chemistry and Biological Activities of Ginger, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 52, 651-88.
- Kumar L, Ramakanth D, Akhila K, Gaikwad KK, 2021, Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications a Review, Environmental Chemistry Letters, 20, 1-26.
- Kurek M, Ščetar M, 2017, Edible Coatings Minimize Fat Uptake In Deep Fat Fried Products A Review, Food Hydrocolloids, 71, 225-235.
- Kurt A, Toker O S, Tornuk F, 2017, Effect of Xanthan and Locust Bean Gum Synergistic Interaction On Characteristics of Biodegradable Edible Film,”International Journal of Biological Macromolecules, 102, 1035–1044.
- Lee J Y, Park H J, Lee C Y, Choi W Y, 2003, Extending Shelf-Life of Minimally Processed Apples With Edible Coatings and Antibrowning Agents, LWT-Food Science and Technology, 36, 323-329.
- Lyu F, Luiz S F, Azeredo D R P, Cruz A G, Ajlouni S, Ranadheera C S, 2020, Apple Pomace as a Functional and Healthy Ingredient In Food Products a review,Processes, 8, 1–15.
- Maizura M, Aminah A, Wan Aida W M, 2011, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity Of Kesum, Ginger and Turmeric Extract, International Food Research Journal, 18, 529-534.
- Martins J T, Cerqueira M A, Bourbon A I, Pinheiro A C, Souza B W S, Vicente A A, 2012, Synergistic Effects Between K-Carrageenan and Locust Bean Gum On Physicochemical Properties Of Edible Films Made Thereof Food Hydrocolloids,

29, 280–289.

- Maqbool M, Ali A, Alderson P, 2010, A Combination Of Gum Arabic and Chitosan Can Control Anthracnose Caused By Colletotrichum Musae and Enhance The Shelf-Life Of Banana Fruit, The Journal Of Horticultural Science and Biotechnology, 85, 432-436.
- Mishra S, Palanivelu K, 2008, The Effect Of Curcumin (Turmeric) On Alzheimer's Disease an Overview, Annals of Indian Academy of Neurology, 11, 13-19.
- Mohapatra, Debabandya & Mishra, Sabyasachi & Sutar, Namrata, 2010, Banana and its by Product Utilisation, an Overview, Journal of Scientific and Industrial Research, 69, 323-329.
- Morillon V, Debeaufort F, Blond G, Capelle M, Voilley A, 2002, Factors Affecting The Moisture Permeability of Lipid Based Edible Films a Review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42, 67-89.
- Ranjha M M A N, Irfan S, Nadeem M, Mahmood S, 2020, A Comprehensive Review on Nutritional Value, Medicinal Uses, and Processing of Banana, Food Reviews International, 38, 199-225.
- Naczka M, Shahidi F, 2004, Extraction and Analysis of Phenolics in Food Journal of Chromatography, 1054, 95-111.
- Ertas N, Doğruer Y, 2010, Besinlerde Tekstür, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7, 1-35
- Ncama K, Magwaza L, Mditshwa A, Tesfay S, 2018, Plant Based Edible Coatings for Managing Postharvest Quality of Fresh Horticultural Produce, a Review, Food Packaging and Shelf Life, 16, 157-167.
- Nizamlioğlu N M, Nas S, 2010, Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5, 20-35.
- Oberg C J, Wang A, Moyes L V, Brown R J, Richardson G H, 1991, Effects of Proteolytic Activity of Thermolactic Cultures on Physical Properties of Mozzarella Cheese, Journal of Dairy Science, 74, 389-397.
- Ozogul Y, Ayas D, Yazgan, H, Ozogul F, Boga E K, Ozyurt G, 2010, The Capability of

- Rosemary Extract in Preventing Oxidation of Fish Lipid. *International Journal of Food Science Technology*, 45, 1717-1723.
- Özoğul Y, Kılıç A B, 2023, Türkiye'de Safran Adı İle Satılan Bazı Örneklerin Farmasötik Botanik İncelemesi, *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 16, 10-22.
- Pavlath A E, Orts W, 2009, Edible Films and Coatings Why What and How, In K. Huber, M. Embuscado, *Edible Films and Coatings for Food Applications* Springer, 1-23p, New York.
- Pawar N, Pai S, Nimbalkar M, Dixit G, 2011, RP-HPLC Analysis of Phenolic Antioxidant Compound 6-Gingerol From Different Ginger Cultivars, *Food Chemistry*, 126, 1330-1336.
- Perestrelo A R, Grenha A, Rosa Da Costa A M, Belo J A, 2014, Locust Bean Gum as an Alternative Polymeric Coating For Embryonic Stem Cell Culture, *Materials Science and Engineering C*, 40, 336–344.
- Philip K, Malek S N, Sani W, Shin S K, Kumar S, Lai H S, Rahman S N, 2009, Antimicrobial Activity Of Some Medicinal Plants From Malaysia. *American Journal Of Applied Sciences*, 6, 1613-1617.
- Polat H, 2007, İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmler ve Kaplamaların Uygulamaları, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, Afyonkarahisar.
- Prajapati V D, Jani G K, Moradiya N G, Randeria N P, Nagar B J, 2013, Locust Bean Gum a Versatile Biopolymer, *Carbohydrate Polymers*, 94, 814-821.
- Prakash J, 2010, Chemical Composition and Antioxidant Properties of Ginger Root *Zingiber Officinale*, *Journal of Medicinal Plants Research*, 4, 2674-2679.
- Raeisi M, Tajik H, Aliakbarlu J, Valipour S, 2014, Effect of Carboxymethyl Cellulose Edible Coating Containing Zataria Multiflora Essential Oil and Grape Seed Extract on Chemical Attributes of Rainbow Trout Meat, *Veterinary Research Forum an International Quarterly Journal*, 5, 89–93.
- Raghav P, Agarwal N, Saini M, 2016, Edible Coating of Fruits and Vegetables, a Review *Education*, 1, 2455-5630.

- Ramadan A, Soliman G, Mahmoud S S, Nofal S M, Abdel R R F, 2012, Evaluation of The Safety and Antioxidant Activities of Crocus Sativus and Propolis Ethanolic Extracts, *Journal of Saudi Chemical Society*, 16, 13-21.
- Raphaelides S, Antoniou K D, Petridis D, 1995, Texture Evaluation of Ultrafiltered Teleme Cheese, *Journal of Food Science*, 60, 1211-1215.
- Rhim J W, Lee J H, Ng P K, 2007, Mechanical and Barrier Properties of Biodegradable Soy Protein Isolate-Based Films Coated With Polylactic Acid, *LWT Food Science and Technology*, 40, 232-238.
- Robertson G L, 2013, *Food Packaging Principle and Practice*, Third Edition, CRC Press, 703p, Boca Raton, USA.
- Rouhani R, Eyenafshar S, Ahmadzadeh R, 2015, Study of Anthocyanin and Antioxidant Compounds Derived Ethanol Extract Saffron Flag with the help of Ultrasound Technology, *Iranian Food Science Technology Research Journal*, 11,161-170.
- Saeid J, Mohamed A, AL-Baddy M, 2010, Effect of Aqueous Extract of Ginger (*Zingiber officinale*) on Blood Biochemistry Parameters of Broiler, *International Journal of Poultry Science*, 9, 944.947.
- Shahi T, Assadpour E, Jafari S M, 2016, Main Chemical Compounds and Pharmacological Activities of Stigmas and Tepals of Red Gold Saffron, *Trends in Food Science Technology*, 58, 69-78.
- Subramanian R, Muthukumarappan K, Gunasekaran S, 2003, Effect of Methocel as a Water Binder on the Linear Viscoelastic Properties of Mozzarella Cheese During Early Stages of Maturation, *Journal of Texture Studies*, 34, 361-380.
- Suekawa M, Ishige A, Yuasa K, Sudo K, Aburada M, Hosoya E, 1984, Pharmacological Studies on Ginger, Pharmacological Actions of Pungent Constituents6 gingerol and 6 shogaol, *Journal of Pharmacobio Dynamics*, 7, 836-848.
- Sugianti C, Imaizumi T, Thammawong M, Nakano K, 2022, Recent Postharvest Technologies in the Banana Supply Chain, *Reviews in Agricultural Science*, 10, 123-137.
- Suhag R, Kumar N, Petkoska A T, Upadhyay A, 2020, Film Formation and Deposition

- Methods of Edible Coating on Food Products a Review, Food Research International, 136, Article number 109582.
- Shatalov I, Shatalova A, Shleikin A, 2014, Developing of Edible Packaging Material Based on Protein Film, In 9th Baltic Conference on Food Science and Technology, Food for Consumer Well-Being, 8-9 May, Latvia, 298-302.
- Tahir H E, Xiaobo Z, Mahunu G K, Arslan M, Abdalhai M, Zhihua L, 2019, Recent Developments in Gum Edible Coating Applications for Fruits and Vegetables Preservation, A Review Carbohydrate polymers, 224, Article number 115141.
- Tomás S A, Bosquez M, E, Stolik S, Sánchez F, 2005 June, Effects of Mesquite Gum Candelilla Wax Based Edible Coatings on the Quality of Guava Fruit, In Journal de Physique IV, 125, 889-892.
- Üstünol Z, 2009, Edible Films and Coatings for Meat and Poultry, In Edible Films and Coatings for Food Applications, Edited by Milda E Embuscado, Kerry C Huber, 403p, Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Utpala P, Johny A K, Parthasarathy V A, Jayarajan K, Madan M S, 2006, Diversity of Ginger Cultivation in India-a GIS Study, Journal of Spices and Aromatic Crops, 15, 93-99.
- Vargas M, Albors A, Chiralt A, González M C, 2006, Quality of Cold Stored Strawberries as Affected by Chitosan Oleic Acid Edible Coatings, Postharvest Biology and Technology, 41, 164-171.
- Velickova E, Winkelhausen E, Kuzmanova S, Alves V D, Moldão M M, 2013, Impact of Chitosan Beeswax Edible Coatings on the Quality of Fresh Strawberries under Commercial Storage Conditions, LWT Food Science and Technology, 52, 80-92.
- Xu Y, Kim K M, Hanna M A, Nag D, 2005, Chitosan Starch Composite Film Preparation and Characterization, Industrial Crops and Products, 21, 185-192.
- Yener F Y G, 2007, Development of Antimicrobial Protective Food Coating Materials From Edible Alginate Films. Izmir Institute of Technology, Institute of Science, M.Sc. Thesis, 101p, Izmir.
- Yıldırım G, 2017, Lactobacillus Acidophilus ve Bifidobacterium Bifidum Türlerinin

Manda ve İnek Sütünden Elde Edilmiş Mozzarella Peynirlerinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 150s, Afyonkarahisar.

Yuliani S S, Yuliani S, Harimurti N, 2007 November, Microencapsulation of Ginger Oleoresin in Mixtures of Maltodextrin and Sodium Caseinate, In International Seminar on Essential Oil (ISEO), 4, 18-26.

Yılmaz L, Elmacı Y, 2018, Polifenol Oksidaz Enzimi ve İnaktivasyon Yöntemleri. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 333-345.

Yousuf B, Qadri O S, Srivastava A K, 2018, Recent Developments in Shelf Life Extension of Fresh Cut Fruitsand Vegetables by Application of Different Edible Coatings A Review, LWT – Food Science and Technology, 89, 198–209.

Yüksel Ç, Atalay D, Erge H S, 2020, Yenilebilir Kaplamaların Taze Kesilmiş Meyve Ve Sebzelerde Kullanımı, Gıda, 45, 340-355.

Zhang Y, Henning S M, Lee R P, Huang J, Zerlin A, Li Z, Heber D, 2015, Turmeric and Black Pepper Spices Decrease Lipid Peroxidation in Meat Patties During Cooking, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 66, 260

İnternet Kaynakları

1-<https://www.wefood.com.tr/blog/icerik/toz-zencefil-nedir-nasil-tuketilir-vefaydalari-nelerdir>, 03.08.2022

2-<https://www.thekitchn.com/whats-the-difference-between-fresh-and-driedturmeric-ingredient-intelligence-203090>, 06.05.2014

