



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**OLEOJELLERİN YENİLEBİLİR KAPLAMA OLARAK MANDALİNA
MEYVESİNDE KULLANILMASI VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZİ HAZIRLAYAN ÖĞRENCİ: MERVE KARATAŞ

Tez Danışmanı

PROF. DR. EMİN YILMAZ

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**OLEOJELLERİN YENİLEBİLİR KAPLAMA OLARAK MANDALİNA
MEYVESİNDE KULLANILMASI VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZİ HAZIRLAYAN ÖĞRENCİ: MERVE KARATAŞ

Tez Danışmanı

PROF. DR. EMİN YILMAZ

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Merve KARATAŞ tarafından Prof. Dr. Emin YILMAZ yönetiminde hazırlanan ve **29/07/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Olejellerin Yenilebilir Kaplama Olarak Mandalina Meyvesinde Kullanılması ve Raf Ömrüne Etkisinin İncelenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Emin YILMAZ

(Danışman)

Prof. Dr. M. Seçkin ADAY

Doç. Dr. Onur GÜNEŞER

.....

.....

.....

Tez No :

Tez Savunma Tarihi : 29/07/2022

.....

Doç. Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Merve KARATAŞ

29/07/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Emin YILMAZ'a

Çalışma sũresince tũm zorlukları benimle gũęsleyen değerli eşim Serkan KARATAŞ'a, meslektaşım ve arkadaşım Suna Yũksel ÇAKAR ile Zeynep KURT'a, değerli alan Őeflerim Kadirye KAHRAMAN'a ve Ayten YALÇIN'a, değerli dostum Beste GAGA'ya,

Hayatımın her evresinde bana destek olan değerli annem Gũlistan KAYABEY'e ve kıymetli babam Kenan KAYABEY'e sonsuz teŐekkũrlerimi sunarım.

Merve KARATAŞ
anakkale, Temmuz 2022

ÖZET

OLEOJELLERİN YENİLEBİLİR KAPLAMA OLARAK MANDALİNA MEYVESİNDE KULLANILMASI VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Merve KARATAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Emin YILMAZ

29/07/2022, 60

Taze meyvelerin raf ömrünü artırmak için meyve yüzeyinin farklı materyallerle kaplandığı farklı çalışmalar bulunmaktadır. Ancak literatürde henüz bu amaçla oleojellerin kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Öte yandan mumlarla çok sayıda kaplama çalışması bulunmaktadır. Oleojel, sıvı yağın içine bir organojelatör katılarak hazırlanan ve oda sıcaklığında katı veya yarı-katı konsistensde olan materyallerdir. Bu yüksek lisans tez çalışmasında ayçiçeği yağı: ayçiçeği mumu (90:10, ağırlıkça) oleojeli ve ayçiçeği yağı: limonen: ayçiçeği mumu (80:10:10) oleojeli hazırlanmış ve oleojel ergimiş haldeyken (80°C’de) mandalinalar daldırılıp 10 saniye bekletildikten sonra çıkarılmış ve oda sıcaklığında yüzeyde ince bir oleojel filminin oluşması sağlanmıştır. Kontrole karşı iki deneme grubu olarak hazırlanan oleojel kaplanmış mandalinalar oda sıcaklığında bir ay depolanmış ve bu süreçte aletsel renk, ağırlık kaybı ve mikrobiyal gelişim ölçülmüştür. Çalışma sonunda oleojel ile kaplı mandalinaların daha dayanıklı oldukları ve bozulmaların en az düzeye indirilebildiği anlaşılmıştır. Öte yandan bekleme süresi sonunda meyve asitliği, pH değeri ve lezzetinde büyük bir değişme olmamıştır. Sonuç olarak oleojel ile kaplamanın mandalinaların raf ömrünü artırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mandalina, Oleojel, Kaplama, Raf-ömür, Ağırlık kaybı, Kalite

ABSTRACT

UTILIZATION OF OLEOGELS AS EDIBLE COATINGS FOR MANDARIN FRUITS AND EVALUATION OF THE SHELF LIFE EFFECTS

Merve KARATAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Emin YILMAZ

29/07/2022, 60

There are different studies in which the fruit surface is covered with different materials to increase the shelf life of fresh fruits. However, it is understood that oleogels have not been used for this purpose yet, in the literature. On the other hand, there are many coating works with waxes. Oleogels are materials that are prepared by adding an organogelator to liquid oil and have solid or semi-solid consistency at room temperature. In this thesis study, sunflower oil: sunflower wax (90:10, by weight) oleogel and sunflower oil: limonene: sunflower wax (80:10:10) oleogel were prepared and while the oleogel was melted (at 80°C), mandarines were dipped and kept for 10 seconds. Then, it was removed and a thin oleogel film was allowed to form on the surface at room temperature. Oleogel-coated mandarines prepared as two experimental groups versus control were stored at room temperature for one month, and instrumental color, weight loss and microbial growth were measured during this period. At the end of the study, it was understood that mandarines covered with oleogel were more durable and spoilage could be minimized. On the other hand, there was little change in fruit acidity, pH value and flavor at the end of the waiting period. As a result, it was observed that coating with oleogel increased the shelf life of mandarines.

Keywords: Mandarine, Oleogel, Coating, Shelf-life, Weight loss, Quality

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x

BİRİNCİ BÖLÜM

1

GİRİŞ

1.1. Mandalina Üretimi	2
1.2. Gıda Kaplama ve Raf Ömrün Arttırılması	4
1.3. Turunçgil Meyvelerinin Kaplanması	6
1.4. Kaplama Materyali Olarak Mumlar ve Lipitler	7
1.5. Oleojeller ve Gıda Kaplama	9

İKİNCİ BÖLÜM

12

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

17

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal.....	17
3.2 Taze Mandalina Örneklerinde Yapılan Analizler	18
3.2.1. Fiziksel Analizler	18
3.2.2. Kimyasal Ölçümler	18
3.3. Oleojellerin Hazırlanması	19
3.4. Oleojel Karakterizasyon Analizleri	20

3.4.1. Termal Analizler	20
3.4.2. Reolojik Analizler	21
3.5. Mandalinaların Kaplama İşlemi	21
3.6. Kaplanmış Mandalinaların Depolanması ve Yapılan Analizler	22
3.6.1. Ürün Resminin Alınması	22
3.6.2. Aletsel Renk Ölçümü	22
3.6.3. Ağırlık Kaybı	22
3.6.4. Toplam Canlı (Aerobik Mezofilik Bakteri) Mikroorganizma Sayımı ...	22
3.6.5. Toplam Küf ve Maya Sayımı	23
3.7. Depolama Süresi Sonrasında Yapılan Analizler	23
3.8. Farklı Oranlarda Hazırlanan AYO'nun Kaplama Materyali Olarak Denenmesi .	24
3.9. İstatistiksel Analizler	24
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	
25	
4.1. Kaplamalarda Kullanılan Oleojellerin Termal Özellikleri	25
4.2. Kaplamalarda Kullanılan Oleojellerin Reolojik Özellikleri	26
4.3. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresince Görülen Fiziksel Değişimler....	30
4.4. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresince Görülen Ağırlık Kaybı	35
4.5. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresince Görülen Mikrobiyal Değişimler.....	36
4.6. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresinin Sonundaki Fizikokimyasal Değerler	43
4.7. Farklı Oranlarda Organojelatör İçeren Oleojellerle Kaplama Çalışması	46
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	
49	
KAYNAKÇA	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	Kırmızılık- Yeşillik değeri
Δa^*	Toplam kırmızılık – yeşillik farkı
SFAE	Sukroz Yağlı Asit Esterleri
b*	Sarılık- Mavilik değeri
Δb^*	Toplam sarılık – mavilik farkı
BW / BM	Bal Mumu
MFC	Minimum Fungisit Konsantrasyonu
Tg	Termal Geçiş Sıcaklığı
AM	Ayçiçek Mumu
K	Karnauba Mumu
PASP	Peynir Altı Suyu Proteini
SEM	Taramalı Elektron Mikrografisi
E.coli	Escherichia coli
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
FDA	Gıda ve İlaç Kurumu

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Mandalina kaplamada kullanılan oleojellerin ve oleojel üretimde kullanılan ayçiçek yağı ve mumunun termal özellikleri	25
Tablo 2	Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süreci boyunca ölçülen renk değerleri.	31
Tablo 3	Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süreci boyunca ölçülen toplam canlı mikroorganizma sayıları.	40
Tablo 4	Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süreci boyunca ölçülen toplam küf/maya sayıları	41
Tablo 5	Taze mandalina ve oleojeller ile kaplanmış mandalinaların 30 gün depolamadan sonra ölçülen bazı analitik değerleri	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Biyobozunur film üretiminde kullanılan biyopolimerler (Nur Hanani ve ark. , 2014)	3
Şekil 2	Oleojellerin oluşumu için stratejiler. Springer'in izniyle yeniden basılmıştır: (Martins, Pastrana, Vicente, Cerqueira, 2018)	11
Şekil 3	Tez çalışmasında kullanılan taze mandalina meyveleri	17
Şekil 4	Mandalina kaplamada kullanılan ayçiçeği yağı-ayçiçeği mumu (AYO) ve ayçiçeği yağı-limonen-ayçiçeği mumu (AYLO) oleojelleri	19
Şekil 5	Mandalinaların kaplanmasında kullanılan oleojellerin ve onların hazırlanmasında kullanılan ayçiçeği yağı ve mumunun ergime (A) termogramları (Yeşil: Ayçiçek mumu, Kırmızı: Ayçiçek yağı, Mavi: AYO, Siyah: AYLO)	20
Şekil 6	Mandalinaların kaplanmasında kullanılan oleojellerin ve onların hazırlanmasında kullanılan ayçiçeği yağı ve mumunun kristalizasyon (B) termogramları (Yeşil: Ayçiçek mumu, Kırmızı: Ayçiçek yağı, Mavi: AYO, Siyah: AYLO)	21
Şekil 7	Mandalinaları kaplamada kullanılan AYO ve AYLO materyallerinin reolojik gerinim tarama testi (A) grafikleri	27
Şekil 8	Mandalinaları kaplamada kullanılan AYO ve AYLO materyallerinin frekans tarama testi (B) grafikleri	27
Şekil 9	Mandalinaları kaplamada kullanılan AYO ve AYLO materyallerinin reolojik sıcaklık rampa grafikleri	29
Şekil 10	Kontrol ve oleojellerle kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süresince belli günlerdeki resimleri.	34
Şekil 11	Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinde depolama süresince ölçülen ağırlık kaybı değerleri.	35
Şekil 12	Ekimi yapılmış hazır PCA ve PDA besiyerleri (diatek marka)	37
Şekil 13	Ekimi yapılan iki farklı olejel ile kaplı mandalinalar (AYO – AYLO) ve kontrol grupları	38
Şekil 14	Ekim yapılan mikrobiyoloji laboratuvarı çalışma ortamı	39

Şekil 15	Mikroorganizmaları sayabilmek için kullanılan koloni sayma cihazı	39
Şekil 16	Taze mandalina ve 30 gün depolamadan sonra kesiti alınan kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin görüntüleri	45
Şekil 17	Farklı konsantrasyonlarda organojelatörlerle hazırlanan AYO ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süresince elde edilen görüntüleri.	47



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Bu yüksek lisans tez çalışmasında ayçiçeği yağı: ayçiçeği mumu (90:10, ağırlıkça) oleojeli ve ayçiçeği yağı: limonen: ayçiçeği mumu (80:10:10, ağırlıkça) oleojeli hazırlanmış ve oleojel ergimiş haldeyken (80°C’de) mandalinalar daldırılıp 10 saniye bekletildikten sonra çıkarılmış ve oda sıcaklığında yüzeyde ince bir oleojel filminin oluşması sağlanmıştır. Bu işlemin kolaylıkla yapılabilmesi için mandalinalar toplanırken saplı bir şekilde ağaçtan alınmışlardır. Bu da işlem kolaylığı sağlamıştır. Kontrole karşı iki deneme grubu olarak hazırlanan iki farklı oleojel mandalinalara kaplanmış ve oda sıcaklığında 30 gün süresince depolanmıştır. Bu süreçte aletsel renk, ağırlık kaybı ve mikrobiyal gelişim izlenmiştir. Taze meyvelerin raf ömrünü artırmak için meyve yüzeyinin farklı materyallerle kaplandığı farklı çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Ancak bu amaçla henüz oleojellerin kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Bu çalışma olejellerin turuncgillerden olan mandalina meyvesinin yüzeyinde kaplama maddesi olarak kullanılmış olup inovatif bir bakış açısı gerçekleştirilmiştir.

19. yüzyıl Osmanlı saray mutfağında kuru ve yaş meyveler tüketilmekteydi. İncir, kızılcık, karpuz, acem kayısı, şam kayısı, taze fındık, badem, çilek en çok tüketilen meyveler arasındaydı. 18. yy’da portakal 19. yy’nin sonunda da mandalina Osmanlı mutfağına girmiştir (Samancı, 2008).

“*Citrus reticulata*” kelimesinden Türkçeye çevrilen mandalina tıpkı portakal gibi ılıman iklimlerde yetişmektedir. Mandalina potasyum, sodyum, demir, kalsiyum açısından oldukça zengindir. Ayrıca kandaki toksik maddeleri temizlemede önemli rol oynayan mandalina ergenlik dönemindeki gençlerin gelişimin de olumlu etkiye sahiptir (Birinci ve Yayla, 2021). İnsan sağlığı açısından mandalinaların taze ya da işlenmiş bir şekilde tüketilmesi gerekir. Bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu olduğu bilinmektedir. Türkiye, sahip olduğu Akdeniz iklimi özelliği sayesinde Çin ve İspanya’dan sonra dünya mandalina üretiminde üçüncü sıradadır (Can Aydın, B. 2019).

Dünya genelinde toplam mandalina üretiminin 33,4 milyon ton olduğu ifade edilmektedir. Türkiye mandalina üretimi konusunda çeşit ve üretim kapasitesi bakımından ihracatçı ülkeler arasında oldukça avantajlı bir konuma sahiptir (Niyaz ve Demirbaş, 2011). Türkiye 2016 yılında toplam 5,1 milyon ton mandalina ihracatı gerçekleştirmiştir.

Mandalina üretiminin önemli ülkeleri arasında Çin (%12,8), İspanya (%29,1) ve Türkiye (%13,3) yer almaktadır. Ağaç sayısındaki artış (2003-2017) hem üretimi arttırmış hem de mandalinaya olan talebi arttırmıştır (Ertek vd., 2020).

1.1. Mandalina Üretimi

Mandalina üretimimizin bölgesel dağılımda Akdeniz Bölgesi 1426146 ton ve %87,18 ile ilk sıradadır. Ege Bölgesi %12,52 ile ikinci sırada, Karadeniz Bölgesi de %0,30'luk payla üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye'de üretilen mandalina çeşidi bakımından 2018 yılına göre satsuma mandalinası 842465 ton üretim ile %51,50 payla en büyük payı oluşturmaktadır (Can Aydın, B., 2019).

2017 verilerine göre Türkiye'de mandalina üretiminin en çok olduğu iller arasında %30,8 ile Hatay birinci sırada yer almaktadır. Hatayı sırasıyla %27,0 ile Adana, %10,1 ile Mersin, %5,7 ile İzmir ve %1,8 ile Antalya takip etmektedir. Türkiye'nin 2017 yılında turunçgillerden elde etmiş olduğu toplam gelir 852,8 milyon dolardır. Bu gelirin %39,2'sini mandalina, %34,4'ünü limon ve %18,4'ünü portakal oluşturmaktadır. Buna karşılık Türkiye'nin 20,6 milyon dolarlık turunçgil ithalatının %59,4'u portakal, %28,2'si mandalina, %9,2'si limon ve %3,1'i greyfurtur (TÜİK, 2019).

Türkiye'nin 2017 yılı toplam meyve üretiminin %1,6'sını, toplam meyve ağaç sayısının ise %2,0'sini mandalina oluşturmaktadır. Mandalinan toplam turunçgil ağaç sayısı içindeki oranı %40,7 meyve veren turunçgil ağaç sayısı içindeki oranı ise %38,4'dir. 2003 ile 2017 verilerine göre toplam mandaline tüketimi %173,0 oranında artış göstermiş ve kişi başına mandalina tüketimi %83,1 olarak belirlenmiştir. Tüketim yıllarına göre ise kişi başına mandalina tüketimi yılda ortalama 6,9 kg artış göstermiştir (TÜİK, 2019).

Hasat sonrası meyve ve sebzelerin taşınması, korunması ve pazarlanması sırasında üründe kalite kayıpları meydana gelmekte ve ürün canlılığını kaybetmektedir. Bu durum üründe fizyolojik ve bakteriyel bozulmalara sebep olmaktadır. Ürünün uzun süreli korunması ve raf ömrünün uzaması için kullanılan kimyasal maddeler tüketicileri daha doğal uygulamalara yöneltmiştir. Bu doğal uygulamaların başında bitkisel ürünler gelmektedir. Bitkisel ürünler hem gıdaların muhafazasında hem de insan diyetlerinde doğal fitokimyasal maddelerin ve antimikrobiyal ajanların en önemli kaynaklarıdır. Bitkisel kökenli antimikrobiyaller hem gıdaların tat kalitesini artırıcı hem de gıdalarda olan patojenlere karşı koruyucu özelliğe sahiptir. Bundan dolayı son zamanlarda hassas ürünlerin korunmasında

kimyasal bileşiklere karşı olarak bitkisel kökenli alternatif uygulamalara büyük bir yönelim olmuştur (Öz ve Süfer, 2016).

Meyve ve sebzeler su içerikleri yüksek ürünlerdir. Genel olarak %75-95 oranında su içerirler. Çevre bağıl nemi bunu dengelenmezse nem kaybeder veya kazanırlar. Meyve ve sebze muhafazasında temel ilke; metabolik faaliyetlerin ürünün ölümüne yol açmayarak en düşük düzeyde devam ettirmesini sağlayan şartların oluşturulmasıdır. Böylece canlı bitki kendi savunma sistemiyle mikroorganizma saldırısına karşı kendini koruyabilmek ve bünyesindeki gıda unsurlarını daha uzun süre muhafaza edebilmektedir (Özay vd., 1993). Çabuk bozulan, depolama ömrü kısa meyvelerin hasattan tüketim aşamasına kadar özel koşullarda korunmaları gerekmektedir. Meyvelerin canlılıkları hasattan sonrada sürdüğünden solunum ile glukoz parçalanması devam etmekte ve karbondioksit, su, enerji ve etilen gibi bazı uçucu parçalanma ürünleri açığa çıkmaktadır. Bu gibi yapı değişikliklerinin sonucu olarak mekanik dirençleri ve mikroorganizmalara karşı dayanıklılıkları azalmakta ve bozulma başlamaktadır. Dış ortamdan bitkiye oksijen transferinin tamamen durması istenmez. Çünkü bu durumda bitkinin yapısındaki glikoz oksijensiz ortamda anaerobik fermantasyona uğramakta ve alkol açığa çıkmaktadır. Bu durum meyvenin tat ve aromasını bozmakta, çürümeyi hızlandırmaktadır. Kaplanan filmler suda çözünüyorsa tüketici tarafından yıkanarak, çözünmüyor ise meyvenin kabuğu soyularak uzaklaştırılmaktadır. Meyve ve sebzelerin raf ömürlerini uzatmak için çeşitli yöntemler mevcuttur. Soğukta veya kontrollü atmosferde depolama, modifiye atmosferde paketlenme ve antimikrobiyal kimyasal maddelerle muamele ve kaplama filmlerinin kullanılması yaygın olarak kullanılan muhafaza yöntemleridir. Artan çevre bilinci, daha uzun raf ömrü ve kaliteli gıdalara karşı artan tüketici talebi kaplama filmlerine olan ilgiyi artırmıştır (Öz ve Süfer, 2016). Kaplama filmleri gıda yüzeyine ince bir film şeklinde uygulanırlar ve genellikle gıdalarla birlikte tüketilirler. Yüksek kaliteli, uzun raf ömrüne sahip, tüketime hazır gıdalara karşı artan tüketici talebi kendi doğal yapısını ve olabildiğince kendi doğal görünüşünü koruyan ve aynı zamanda güvenle yenebilen minimum korunma işlemine tabi tutulmuş ürünlerin geliştirilmesine öncülük etmiştir (Ayten, 2011).

1.2. Gıda Kaplama ve Raf Ömrün Arttırılması

Gıdaların raf ömrünü korumak ve kalite kayıplarının önüne geçmek amacıyla gıdaların yüzüne uygulanan, ince tabakalı ve tüketilebilen doğal kaynaklardan elde edilmiş maddelere “yenilebilir film ve kaplamalar” denilmektedir (Galus ve Kadzińska 2015).

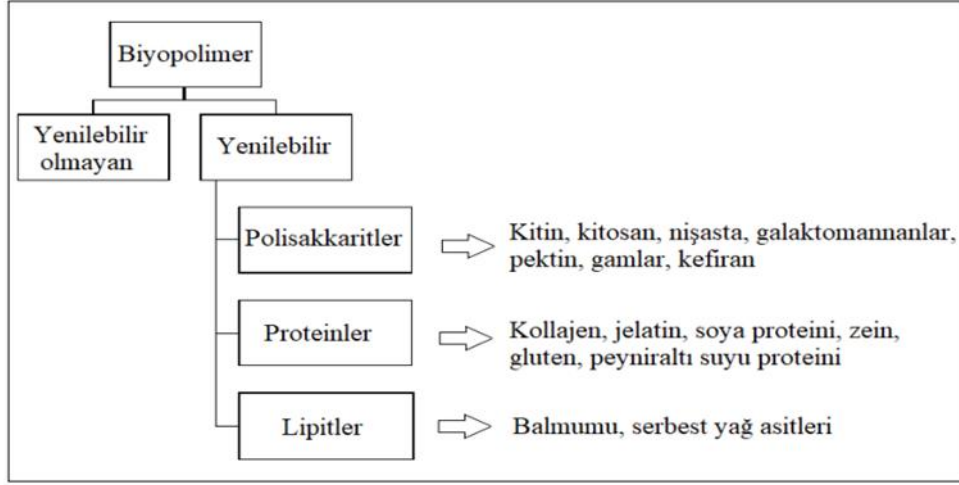
Konveksiyonel plastiklerin yerine alternatif olarak kullanılan bitkisel filmlerin hem yenilebilir olması hem de biyobozunur olmaları amaçlanmaktadır. Birçok karbonhidrat ve protein yenilebildiği için kaplama ve film üretiminde matris olarak kullanılsa da her biyobozunur film yenilmemektedir (Otoni vd., 2017).

Yenilebilir kaplama, taze/taze kesilmiş meyvelerin raf ömrünü uzatmak için alternatif bir strateji olarak kullanılabilir. Yenilebilir kaplama için malzeme seçimi, etkinliğini ve tüketicilerin kabul edilebilirliğini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Seçilen malzemelerin, taze/taze kesilmiş meyvelerin duyu ve besinsel özelliklerini azaltmadan raf ömrünü uzatma yeteneği, daha fazla araştırma yapılması gereken yenilebilir kaplama tekniklerindeki ana zorluklardır (Maringgal vd., 2020).

Yenilebilir film ve kaplamaların en önemli fonksiyonları; oksijen, karbondioksit ve lipit geçişlerini olabildiğince kontrol altına almak, tat ve aroma maddelerinin kaybını minimize etmek, antioksidanları, antimikrobiyel maddeleri, pigmentleri, esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonları ve vitaminleri ürünün içerisinde tutarak gıda kalitesini koruyarak gıdanın raf ömrünü uzatmaktır.

Yenilenebilir film ve kaplamalar; gıda sağlığındaki katkı maddeleri ile yenilebilir biyopolimer özellikteki maddelerden yapılmaktadır. Film oluşturucu biyopolimerler; lipitler (asetogliseritler, şellak reçineleri, parafinler, vakslar, vs.), proteinler (peyniraltı suyu proteini, buğday gluteni, jelatin, mısır zeini, vs.), polisakkaritler (nişasta, aljinat, pektin, pullulan, kitosan, vs.), ya da bunların kombinasyonları olabilmektedir (Hassan vd., 2018). Gıda uygulamalarında kullanıma uygun biyopolimerlerin sınıflandırılması Şekil 1’de gösterilmiştir. Proteinler; film üretiminde oldukça sık kullanılan polimerlerdir. Proteinlerin en fark edici özelliği elektrostatik yüklerin varlığı, konformasyonel denatürasyon ve amfifilik yapılarıdır (Han, 2014). Karbonhidratlar; proteinlere kıyasla daha basit bir yapıya sahiptir. Proteinler, 20 farklı amino asitten oluşmaktadır. Bunun yanı sıra karbonhidratlar proteinlere göre daha komplike bir yapıya sahiptirler ve molekül ağırlıkları daha yüksektir (Hanani vd., 2014). Film uygulamalarında kullanılan diğer bir yenilebilir biyopolimer ise

lipitlerdir. Hidrofobik özellikleriyle suya karşı yüksek dirençli olan lipitler oda sıcaklığında katı halde bulunurlar ve düşük yüzey enerjisi taşırlar.



Şekil 1. Biyobozunur film üretiminde kullanılan biyopolimerler (Nur Hanani vd., 2014)

Yenilebilir film ve kaplama uygulamalarında geçerli 5 farklı yöntem vardır. Bunlar (Aruna vd., 2012):

Daldırma: Daha çok meyve ve sebzelerin kaplanmasında kullanılan daldırma uygulaması kolay bir yöntem olarak bilinmektedir (Vargas vd., 2008). Bu yöntemde ürün kaplama solüsyona daldırılır bu işlem genellikle 5-30 dk sürmektedir (Ayrancı ve Tunç 1997; Vargas vd., 2006). Bu işlem sırasında solüsyona ait yüzey gerilimi, viskozite, yoğunluk gibi çeşitli faktörler ile uygulama süresi dikkate alınmalıdır (Snoeijer vd., 2008).

Püskürtme Yöntemi: Kaplama solüsyonunun çok viskoz olmadığı durumlarda genellikle püskürtme yöntemi tercih edilir. Yüksek viskozitede bir solüsyonun kullanılması durumunda ise kaplama işlemi hem zor olmakta hem de kalın olmaktadır (Skurtys vd., 2014).

Boyama (firçalama) Yöntemi: Akışkan haldeki solüsyonun bir fırça yardımıyla ürün üzerine kaplanması ve yüzeyinin kurutulması pratiğine dayanmaktadır (Polat, 2007). Bu işlem ile ürünün bir bölümü kaplanacağı gibi tamamı da kaplanabilir (Tural vd., 2017).

Yapılan çalışmalar yenilebilir film ve kaplamaların mikroorganizmalara karşı etkili bir koruma oluşturduğunu göstermektedir. Böylece gıda ürününün uzun ömürlü olması sağlanmaktadır.

1.3. Turunçgil Meyvelerinin Kaplanması

Meyvelerde kullanılan ilk yenilebilir kaplama bal mumudur. 12. ve 13. yüzyıllarda Çinliler kaplamayı limon ve portakala uygulamışlardır. Çinliler yiyecek kaplamaların bütün fonksiyonunun solunumu yavaşlatmak olduğunu anlayamamışlardır, fakat balmumu kaplı meyvelerin balmumu ile kaplanmayanlara nazaran daha uzun süre depolanabildiklerini keşfetmişlerdir. 1930'larda sıcakta erimiş parafin kağıtlı balmumları elma ve armutlar gibi taze meyvelerin yiyecek kaplamaları olarak ticari alanda kullanılmaya başlamıştır. Meyve ve sebzelerin kaplanma amacına göre kullanılan maddelerin içeriği değişmektedir. Amaç su kaybını önlemek olduğunda parafin mumu içeren kaplamalar kullanılabilir (Berber ve Akın, 2021). 1950'lerde, donuk görünümüne rağmen, karnauba mumlar tanıtılmıştır ve bunlar polietilen ve parafinle kombine edilerek limonların uzun süre depolanmasında kullanılmıştır. 1960'larda, turunçgil ürünlerinde suda çözünen reçine ve şellaklardan yapılan mumların kullanımı popüler olmuştur. Son yıllarda birçok meyve ve sebzenin kaplanmasında polisakkaritler, proteinler ve bu ürünlerin farklı kombinasyonlarından elde edilen mumlar ile yenilebilir kaplamalar tercih edilmektedir. Bu kaplamalar, örneğin elmada bir bozukluğu azaltmak için kullanılabildiği gibi, nem kaybı ve berelenmeleri azaltmak için de kullanılabilir. Meyvelere uygulanan bu kaplamaların kabuktan gaz geçişini azalttığı, solunum oranını düşürdüğü ve olgunlaşmayı geciktirdiği belirlenmiştir. Yenilebilir kaplamalar ürünün çevresindeki oksijeni azaltmakta ve karbondioksit konsantrasyonunu ise arttırmaktadır. Ayrıca su geçişini engellemek için de bariyer görevi görmektedir (Ayten, 2011).

Yenilebilir kaplamalar meyvelerin çevresinde bir bariyer oluşturarak ürünlerin solunum hızını, gaz değişimini ve nem kaybını kontrol edebilmekte, olgunlaşma ile birlikte hücrelerin zarar görmesi sonucu yaşlanmayla raf ömürlerinin azalmasına engel olarak meyvelerin raf ömrünü uzatabilmektedir. Meyvelerde uygulanacak yenilebilir film ve kaplamalar meyvenin solunum, su kaybı hızı gibi özellikleri ve depolama koşulları dikkate alınarak seçilmelidir (Perez-Gago vd., 2010). Yenilebilir antimikrobiyal kaplamalar aroma kaybını, nem transferini, renk değişimini, solunumunu ve oksidasyonunu azaltarak, taze meyvelerin genel görünüşünü koruyarak, raf ömrünü uzatmaktadır (Olivas ve Barbosa-Canovas, 2005).

Bazı yenilebilir kaplamaların taze ürünlere başarıyla uygulanmasına rağmen, diğer uygulamalar kalitede yan etkilere neden olmuştur. Elma ve armutların üzerinde yapılan bir

uygulamada (Kasım,2019) ; balmumu kaplamasının normal olgunlaşmanın durmasına ve fazla ilave edildiğinde solunumun tamamen kesilmesi ve anaerobik mayalanma sonucu alkolik tatların oluştuğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada (Ayten,2011) ; sukroz yağ asidi esterleriyle kaplanan elmalarda meyve sağlamlığı, sararma, ağırlık kaybı gibi zararlı durumların azaldığını ve özdeki kırmızılığın arttığı gözlemlenmiştir. Yine başka bir araştırmaya göre 2,6 mm zein kaplama ile kaplı domateslerin alkol ürettiğini ve oksijende çok düşük karbondioksitte çok yüksek olan içsel gaz karışımına karışan kötü tatlara neden olduğu gözlemlenmiştir. Meyve ve sebzeler için en fazla kullanılan yenilebilir kaplamalar balmumu ve SFAE karışımlarıdır (SFAE: Sukroz yağ asidi esterleri). Fakat bütün ürünlerde aynı derecede etkili değildirler. Diğer bir problem de tüketicilerin balmumu kaplamalara karşı ihtiyatlı davranmasıdır. Yenilebilir kaplamaların içerdeki gaz karışımına etkisi ve onların kalite parametrelerindeki etkileşimi, kaplanmış taze ürünler için belirlenmelidir. Örneğin; renk değişimi ve sertlik meyveler için önemli kalite parametreleridir. Renk değişiminde azalma, etanol oluşumu, çürüme oranı ve ağırlık kaybı gibi kalite parametreleri yenilebilir kaplamalarla kaplanmış meyvelerde önemli hususlardır. Meyvelerde kullanılan yenilebilir kaplamaların başarısı çoğunlukla belirli bir üründe arzu edilen içsel gaz karışımını verebilecek kaplamaların seçilmesine bağlıdır. Meyvelerde kaplama kalınlığı çok kalınsa içerdeki oksijen yoğunluğu istenilen ve faydalı olan seviyeden daha düşük olacaktır ve buna bağlı olarak karbondioksit seviyesi kritik seviyeye yükselecektir, bu da zararlı etkilerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Böyle bir durum anaerobik mayalanmaya yol açmaktadır.

1.4. Kaplama Materyali Olarak Mumlar ve Lipitler

Lipit bazlı kaplamalar 800 yıldan uzun bir süredir kullanılmaktadır. Bu tip kaplamalar öncelikle nem kaybına karşı iyi bariyer olmalarını sağlayan hidrofobik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedirler. Ürünün solunumunu azaltarak ömrünün uzamasını da sağlarlar. Ayrıca meyve ve sebzelerde yüzey parlaklığını sağlamak için de kullanılmaktadırlar. Parafin mumu, kandelilla mumu, balmumu, karnauba mumu bu amaçla kullanılmaktadır. Kuru meyvelerde su kaybının geciktirilmesi için uygundur (Min ve Krochta, 2005).

Bir meyve türü için geliştirilen kaplamalar ve ambalajlar bir başkası için kullanışlı olmayabilir. Balmumu emülsiyonları turuncgillerde su kaybını, buruşmayı ve çekmeyi azaltır. Kaplamadan önce birçok uygulamada meyvelerin yüzeyindeki toz, kum gibi kirleri

temizlemek için +4 °C su ile yıkanarak fiziksel kalite kusurları bertaraf edilmelidir. Bu yıkama işlemi, gıdaların doğal mum kaplamasını etkilemez.

Taze meyve ve sebzeleri korumak için 1930'lu yıllarda balmumları kullanılmaya başlanmıştır. Balmumu kaplamaları; turp, patates, biber, bamya, alabaş, patlıcan, kereviz, havuç, pancar, fasulye, kuşkonmaz, salatalık, yeşil domates, elma ve turunçgillerde yaygın kullanıldığı bildirilmektedir. Nötr lipitler ve trigliseritler yüksek polaritelerinden dolayı balmumlarına kıyasla gıda yüzeylerinde sürekli ve stabil bir tabaka oluşturabilir. Bitkisel yağlardan elde edilen çoğu yağ asidi; GRAS olarak kabul edilir ve yenilebilir kaplamaların hazırlanmasında kullanılan lipit içerikli mineral yağların yerine önerilmektedirler (Lin ve Zhao, 2007). Mum ve yağ esaslı kaplamalar arasında mineral yağı, polietilen mumu, karnauba mumu, balmumu, kandelilla mumu ve parafin mumu, bulunmaktadır (Galus ve Kadzinska, 2015). Mumlar çeşitli meyve ve sebzelerin dış yüzeyini gaza ve neme karşı korumakta ve dış yüzeyininin görünümünü daha iyileştirmektedir. Eğer kalın bir tabaka halinde kullanıldıysa tüketilmeden önce çıkarılmalıdır (Serrano vd., 2009). Portakal üzerinde uygulanan bir çalışmada bir karnauba mumu-nanokil emülsiyon kaplamanın depolama boyunca ürünün ağırlık kaybını azalttığı ve besin kalitesine olumlu etkile yaptığı gözlemlenmiştir.

Yağ asitleri ve monoglisericitler kaplamalarda emülsifiye edici olarak kullanılmaktadır. Katı haldeki çoğu lipit, kırılmadan önce gerçek uzunluğunun sadece %102'sine kadar uzayabilirken, asetillenmiş gliserol monostearat, gerçek uzunluğunun %800'üne kadar uzatılabilmektedir (Dhall, 2013). Bitkisel yağlar (ayçiçeği yağı, kolza yağı, zeytinyağı, mısır yağı) toksik olmayan, düşük maliyetli ve kolayca temin edilebilen ürünlerdir. Aynı zamanda da gıda ürünlerinde yenilebilir kaplama kullanımı için de son derece uygundur (Galus ve Kadzinska, 2015).

Yapılan çalışmada balmumunun diğer biyopolimerlere oranla hidrofobik bir ajan olarak %10 oranında ilave edildiğinde su buharı iletim hızında en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir (Oliveira vd., 2018). Tayvan'da %2 bal mumu ile kaplanmış yeşil hünnap meyvesinin briks ve titre edilebilir asit içeriğini etkili bir şekilde koruduğu, solunum yoğunluğunu önlediği ve su kaybını önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir (Zhao vd., 2011).

Raybaudi-Massilia ve ark. (2008), doğal antimikrobiyal maddeler olan malik asiti, palmorasa ve lemongrass esansiyel yağları, tarçını aljinat esaslı yenilebilir filmle kombine

ederek taze dilimlenmiş kavun dilimlerini 5°C’de depolarda bekleterek raf ömrünü tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmada yenilebilir film uygulanan kavun örneklerine inokule edilen *Salmonella enteritidis*’in popülasyonunda önemli azalmaların olduğu gözlemlenmiştir.

Mumların ve lipitlerin turunçgil meyvelerinde kaplama maddesi olarak sık kullandığı yapılan bilimsel çalışmalarda görülmektedir. Turunçgil meyveleri nem oranı yüksek gıdalardan olduğu için kaplama maddesinin nem kaybına karşı iyi bariyer oluşturması büyük önem taşımaktadır. Mumlar ve lipitler nem kaybına karşı iyi bariyer oluşturdukları için turunçgil meyveleri açısından uygun kaplama materyalleridir. Bu özelliklerinin yanı sıra gıdanın yüzey görünümünü de iyileştirdikleri için mum ve lipit bazlı kaplama materyalleri turunçgil meyvelerde tercih edilmektedir.

1.5. Oleojeller ve Gıda Kaplama

Organik çözümlerin düşük molekül ağırlıklı bileşenler veya yağda çözünür polimerler aracılığıyla sıvı fazı hapseden üç boyutlu katı benzeri jel yapıları oluşturması organojelasyon olarak tanımlanmaktadır (Lupi, 2012). Oleojel ise bitkisel yağ içerisinde tüketilebilen, düşük molekül ağırlığı ve sınırlı çözünürlüğü olan oleojelatörün asimetrik kristalizasyonu ya da kendiliğinden kümeleşmesi ile oluşturduğu sürekli termal geri dönüşümlü ve üç boyutlu ağ yapısına sahip jel formudur. Organojelasyon tekniğinde, sıvı fazı organik bir çözümler ya da bitkisel bir yağ oluşturmaktadır. Jel ajanını da (organojelatör) düşük molekül ağırlıklı organik ya da polimerik jelatörler oluşturur. Kullanım durumlarına göre özellikle bitkisel yağların kullanılması “oleojel” olarak adlandırılırken, kullanım tekniği de oleojelasyon olarak isimlendirilmektedir (Demiralp vd., 2017).

Genel bir ifade ile kısaca jel, jelleştirici ajan (ağ yapı oluşumundan sorumlu) ve sıvı çözümler faz (hidrofilik veya hidrofobik) olmak üzere iki bileşenden oluşan, sıvı fazı hareketsiz kılma yeteneğine sahip üç boyutlu ağsı yapılardır. Jel oluşumu sırasında solun viskoelastisitesi aniden gelişir ve katı özellikler gelişmeye başlar, bu esnada sürekli ve kesintili fazların değişimi söz konusudur. Jelleşme jeli oluşturan iki veya daha fazla polimer molekülünün etkileşimine bağlıdır. Jeller ağ içine hapsolmuş sıvının polaritesine bağlı olarak, hidrojel (polar çözümler) ve organojel (organik çözümler) olarak iki gruba ayrılır. Organojelasyon tekniği ile geliştirilen bir organojel sisteminde kullanılan organik sıvının yemeklik bitkisel yağ olması durumunda ortaya çıkan ürün “oleojel” olarak adlandırılır. Daha geniş bir ifade ile oleojel, düşük polariteli organik bir sıvının üç boyutlu bir jel ağına

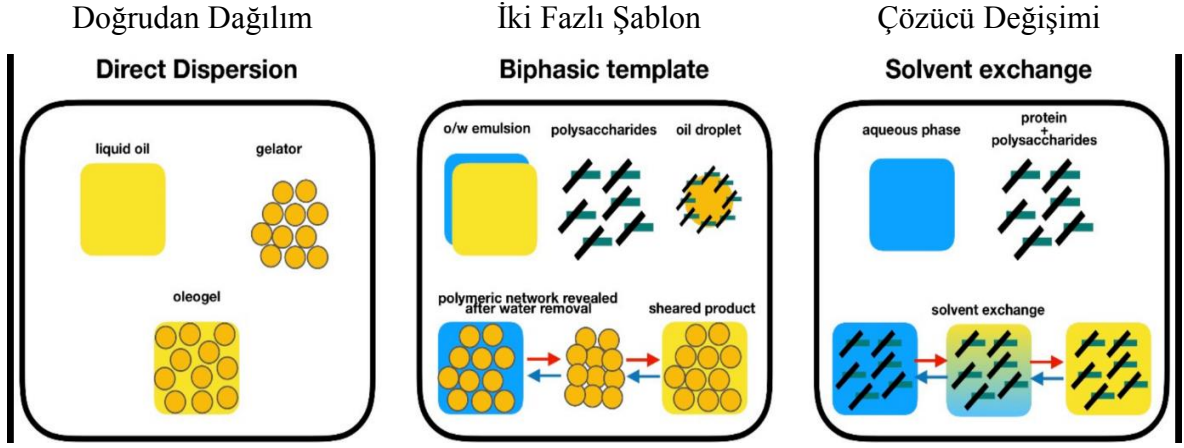
hapsedilmesiyle oluşan termo dönüşümlü, anhidroz (susuz), viskoelastik yarı katı sistemler olarak tanımlanabilmektedir (De Vries vd., 2015).

Yenilebilir bitkisel likit yağlara viskoelastik özellik kazandırılması prensibine dayanan oleojelasyon teknolojisinde, son ürün olan oleojellerin üretilebilmesi için bir organik sıvı faz (yemelik yağ) ve bir jel ajanına (oleojelatör) ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu iki ana materyalin meydana getirdiği yapının geliştirilmesi kısaca şöyle özetlenebilmektedir.

Oleojel oluşumu için öncelikle kullanılan jel ajanının organik sıvı faza homojen olarak dağılması gerekir. Bu amaçla oleojelatör ergime sıcaklığına kadar ısıtılarak ergitilmekte ve aynı sıcaklıktaki yemelik yağa karıştırılmaktadır. Karıştırma işlemi bir manyetik karıştırıcı ile gerçekleştirilir. Ardından çekirdek oluşumu ve kristal büyümesinin uyarılarak sol-jel oluşumunun sağlanması için karışım oda sıcaklıklarına (20-25°C) soğutulmakta ve 4-5°C sıcaklıklarda 24 saat boyunca bekletilerek ağ oluşumu sağlanmaktadır. Oluşan ağlar içerisine bitkisel sıvı yağ immobilize edilmekte böylece oleojel oluşumu gerçekleştirilmektedir.

Oleojellerin oluşturulmasının temeli ısıyla değişebilen bir üç boyutlu ağ yapısı oluşturulmasına ve bu yapı içerisine organik bir sıvının hapsedilmesine dayanmaktadır (Kara, 2019). Üç boyutlu ağ yapısının oluşumunda ve sıvı kısmın immobilize olmasında görev alan ajanlar oleojelatörlerdir. Yağ sanayisinde kullanılan ve kendiliğinden ağ yapısı oluşturan oleojelatörler; orizanol fitosteroller, seramidler, sorbitan monostearat ve monogliseritlerdir. Bununla birlikte yağ asitleri, yağ alkolleri, vaks esterleri, dikarboksilik asitleri ise kristal formda partiküller oluşturan oleojelatör çeşitleridir (Dassanayake vd., 2011).

Oleojelasyon süreci, katı yağın ayırt edici özelliklerini, elde etmek için büyük miktarda doymuş ve *trans* yağa ihtiyaç duymadan sıvı bir yağa çevirmeyi amaçlar. Bu nedenle, oleojelasyon, yağ kristal ağını taklit eden yenilebilir bir yağ yapısını öngören alternatif bir yapılandırma süreci yaratmayı amaçlamaktadır. Doğrudan dispersiyon, iki fazlı şablon ve solvent değişim yöntemlerine bölünebilen çok ilginç özelliklere sahip oleojeller üreten birkaç jelleşme metodolojisi çalışılmıştır (Martins vd., 2018) (Şekil 2).



Şekil 2. Oleojellerin oluşumu için uygulanan farklı stratejiler (Martins vd., 2018).

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Farklı organojelatörlerle ve farklı tekniklerle geliştirilen oleojellerin farklı gıda formülasyonlarında katı yağ kaynağı olarak kullanılmasına dair artan sayıda araştırma sonuçları yayınlanmaktadır (Yılmaz ve Ok, 2018). Ancak oleojellerin gıda kaplama veya filmi üretiminde kullanımıyla ilgili son derece sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Oleojel üretiminde de kullanılan bazı bitkisel mumlar ve bunların diğer materyallerle olan kompozitleri gıda kaplamada kullanılmıştır. Bunlardan bir çalışmada (Khorram vd., 2017), portakalları kaplamak için jelatin, pers gamı ve şellak mumu kullanılmıştır. Kaplanan meyveler 5°C'de 60 gün depolanmış ve her 20 günde bazı analizler yapılmıştır. Şellak kaplamanın ağırlık kaybı ve sertlik kaybını önlediği, ancak zamanla meyve içinde toplam asitlik ve askorbik asidin azaldığı, pH, suda çözünür kuru maddenin ise arttığı gözlenmiştir. Şellak kaplamanın diğerlerinden daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir. Bir diğer çalışmada (Motamedi vd., 2018), karnauba mumu-nanokil emülsiyonu yine portakal kaplamada kullanılmıştır. Genel olarak mumun içinde nanokil varlığı, üründe duyusal kaliteyi arttırmış, depolamada ağırlık kaybını kontrol etmiş ve besin değerinin korunmasına yardımcı olmuştur. Başka bir çalışmada, jelatin filmlerinin su geçirgenliğini kontrol etmek üzere, β -sitosterol-mısır yağı oleojelleri kullanılmıştır. Oleojel katılmasının su geçirgenliğini önemli ölçüde düşürdüğü, ancak jelatin filmin dayanıklılığını ise düşürdüğü gözlenmiştir. Bu çalışmada bir gıda kaplama aşaması bulunmamaktadır. Oldukça yakın zamanda yapılan bir çalışmada nano- ve mikro-karnauba mumu emülsiyonları ve şellak mumu kaplama portakal için kullanılmıştır. Karnabuba mumları daha az ağırlık kaybı göstermişken, meyve parlaklığında bir fark görülmemiştir. Depolama sonunda nano-emülsiyonların mikro-emülsiyonlardan daha iyi görüntü sağladığı gözlenmiştir. Meyve içeriği ve değerlerinde ise (pH, titrasyon asitliği, briks vb.) bir fark oluşmamıştır. Ancak depolama sonunda meyve içinde CO₂ birikimi ve alkol oluşumu gerçekleşmiştir. Öte yandan nano-emülsiyon kaplı ürünlerde duyusal kalite de daha üstün çıkmıştır. Yakın zamanda yayınlanan bir diğer çalışmada (Yousuf vd., 2021), bir oleogel karaya gum filmlerine katılmıştır. Daha sonra filmin bazı özellikleri analiz edilmiştir. Oleojel katılmasının karaya gam filmlerinin Tg değerini düşürdüğü, kumsu ve kaba yapının azaldığı ve filmin kendi fenolik içeriğinin arttığını ortaya koymuştur.

Diğer yakın zamanda gerçekleştirilen bir çalışmada, kanola yağı ve 5 g/100 g ve 10 g/100g konsantrasyonlarda karnauba mumu karıştırılarak oleojeller hazırlanmıştır. Tavuk göğsü numuneleri, kanola yağı veya oleojellerde (5 veya 10 g/100 g (a/h)) 3–4 dakika 177,7°C'de derin yağda kızartılmıştır. Kızarmış ve çiğ numuneler tatlı patates nişastası yenilebilir kaplamasına daldırılmıştır. 0, 2 ve 4 g/100 g (h/h) konsantrasyonlarda kekik esans yağı (TEO) ile formüle edilmiştir. Kurutulduktan sonra kaplanmış numuneler poşetlenmiş ve 8 gün 4°C'de buzdolabında saklanmıştır. Oleojel ile kızartılmış numuneler, kanola yağı ile kızartılmış numunelerden önemli ölçüde daha düşük yağ içeriğine sahip olmuştur, ancak oleojelasyon, kızarmış tavukların oksidatif stabilitesini iyileştirmemiştir. Bununla birlikte, 2 g/100 g TEO'nun yenilebilir kaplamaya dahil edilmesi, oleojel ile kızartılmış numunelerde 4 güne kadar daha iyi oksidatif stabilite sağlamıştır. İşlemler arasında doku, kaplama alma ve renk özelliklerinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Yenilebilir kaplama, ham numunelerdeki su aktivitesini ve pH değerlerini değiştirmemiştir. TEO ile aktive edilen kaplanmış numuneler, daha düşük mikroorganizma sayılarına sahip olarak belirlenmiştir (Adrah vd., 2022)

Bir diğer çalışmada farklı konsantrasyonlardaki (%0,5 ve %1) turunçgil kabuk yağlarının (limon, portakal ve bergamot) gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır. Örnekler kontrol grubu, %0,5 limon uçucu yağı ilave edilmiş, %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş, %0,5 portakal uçucu yağı ilave edilmiş, %1 portakal uçucu yağı ilave edilmiş, %0,5 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş ve %1 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş olmak üzere yedi gruba ayrılmıştır. Balık örneklerinin mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri, laktik asit bakterileri, *Enterobacteriaceae*) kimyasal (pH, toplam uçucu bazik azotu, tiobarbitürik asit reaktif maddeler) ve duyuşsal (renk, koku, lezzet, genel kabul edilebilirlik) özellikleri incelenmiştir. Depolama süresi boyunca mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler açısından kontrol grubu ile uygulama grupları arasında önemli değişiklikler tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayıları sırasıyla 2,54-7,92, 2,69-8,03, 2,00-5,03 ve 2,00-4,09 kob/gr olarak bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre farklı konsantrasyonlarda turunçgil uçucu yağları ilavesinin bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığı ve örneklerin bozulmasını geciktirdiği belirlenmiştir (Yıldız, 2019).

Kompozit kaplamaların ürün üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada meyve barları kullanılmıştır. Bu amaçla karnauba mumu (K), balmumu (B) ve peynir altı suyu proteini (PASP) ile oluşturulan kompozit kaplamalar kullanılmıştır. Kaplanmış ürünlerle kontrol barları 2 farklı sıcaklıkta (37°C ve 25°C’de) 120 gün depolanarak, meyve barlarının bazı kalite özellikleri üzerine kaplama materyali, depolama süresi ve depolama sıcaklığının etkileri belirlenmiştir. Kompozit yenilebilir kaplanmış ürünlerin kuru madde miktarı ve sertlik değeri başlangıca göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. PASP+K ile kaplanmış meyve barları en düşük toplam fenolik madde içeriğine sahipken, askorbik asit miktarı ve antioksidan aktivitesi diğer örneklere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklığının artışı daha yüksek sertlik değerine ve daha düşük renk özellikleri, askorbik asit miktarı ve antioksidan aktiviteye neden olmuştur. Depolama süresince kuru madde miktarı dışındaki tüm analiz edilen parametrelerde kademeli bir düşüş gözlenmiştir. Sonuç olarak, çalışma sonucunda PASP+K ile kompozit kaplamanın meyve barları için en uygun kaplama uygulaması olduğu belirlenmiştir (Karakaş, 2021).

De León-Zapata ve ark. (2017) tarbush özü eklenen kandelilla mumu nanoemülsiyonları geliştirmiş ve Fuji elmalarının korunması üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Ekstrakt ve nano kaplama kombinasyonu, damlacıkların boyutunu azaltmış ve kaplamanın zeta potansiyelini ve optik özelliklerini iyileştirmiştir. Fuji elmalarına uygulandığında, nano kaplama, kontrol uygulamasına kıyasla fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikleri etkili bir şekilde azaltmış ve meyve yaşlanmasını geciktirmiştir (De León-Zapata vd., 2017).

Başka bir çalışmada, eriklere limon otu esansiyel yağı nanoemülsiyonu ile birleştirilmiş bir karnauba mumu nanoemülsiyonu uygulanmıştır (Kim vd., 2013). Kaplamalar, depolama sırasında *S.typhimurium* (*S. enterica*) ve *E. coli* O157: H7 aşılansmış eriklerin yaşlanmasını engellemiş ve tat ve görünümlelerini (parlaklıklarını) önemli ölçüde etkilememiştir. Ayrıca nanoemülsiyon kaplamalar ağırlık kaybını, etilen üretimini ve solunum hızını azaltmada etkili olmuştur. Nanoemülsiyonlarla kaplanmış meyveler, kaplanmamış meyvelere kıyasla depolama sırasında daha fazla sertlik ve fenolik bileşik içeriğinde artış göstermiştir. Benzer bir sonuç, bu yazarlar tarafından üzüm meyveleri ile yapılan başka bir çalışmada da gözlenmiştir. Karnauba mumu ve limon otu esansiyel yağı nanoemülsiyonuna dayalı kaplama, *S.typhimurium* ve *E. coli* O157: H7 aşılansmış meyvelerde mikroorganizma büyümesini engellemiştir. Nanoemülsiyonlardaki limon otu

meyve tadını etkilememiş ve parlaklıklarını iyileştirmiştir. Nanoemülsiyonlara dayalı kaplamalar ayrıca ağırlık kaybını azaltabilmiş ve meyvelerde sertliği, fenolik bileşikleri ve antioksidan aktiviteyi koruyabilmiştir. Kaplamalar, üzüm meyvelerinin gıda kaynaklı patojenler tarafından mikrobiyolojik kontaminasyonunu azaltma ve raf ömrünü uzatma potansiyelini göstermiştir (Kim vd., 2014).

Bir diğer araştırmada, öldürücü maya *Wickerhamomyces anomalus* hücrelerini içeren sodyum aljinat matrisleri ve keçiyoynuzu zankı ile formüle edilmiş biyoaktif kaplamaların özellikleri ve performansları araştırılmıştır. Bu filmlerde mayanın hayatta kalmasının çok yüksek olduğunu (başlangıç popülasyonunun %85'inden fazlası) ve bariyer, mekanik ve optik özelliklerinin tatmin edici olduğunu bulmuşlardır. *Penicillium digitatum* ile yapay olarak aşılanmış “Valencia” portakallarına uygulandığında, bu kaplamalar 25°C'de inkübe edilen meyvelerde yeşil küfü %70'den fazla azaltmıştır. Ek olarak, kaplama uygulaması, kaplamasız portakallara göre meyve ağırlık kaybını etkili bir şekilde azaltmış ve kabuk sıklığını korumuştur (Aloui vd., 2015).

Şimdiye kadar yapılan çalışmalardan oleojellerin direkt olarak kaplama materyali olarak kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Bu tezde daha önce mandalina kaplamada hiç kullanılmayan iki farklı oleojel ilk defa kullanılmıştır. Bu iki farklı oleojel mandalinaların kaplanmasında direkt kullanılmış ve ürün raf-ömrü ve kalite özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Konu oldukça özgün ve inovatif olup, oleojel hazırlama aşamasıyla kaplamayı birleştirdiği için yeni bir yaklaşımdır ve oleojellerin bu alanda ilk kullanımını ortaya koymuştur.

Oleojel konusu ile ilgili oldukça fazla sayıda çalışma mevcutken bunların çoğunun farklı maddeler kullanılarak kompozit oleojel oluşumları elde etme ve bu yapıların fiziksel kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi ile ilgili olduğu görülmüştür. Yurtdışı çalışmalarında oleojel konusu daha geniş kapsamlarda ele alınmışken ülkemizde yapılan incelemeler kısıtlı kalmaktadır. Yenilebilir kaplama maddesi olarak ülkemizde olejel kullanımı ile ilgili çalışma görülmemiş olup farklı kompozitler elde etme üzerine yapılan çalışmaların çokluğu dikkat çekmektedir.

Ülkemizde yapılan yenilebilir kaplama maddeleri çalışmalarının çoğunda da kanatlı etleri ile balık etleri ürünleri üzerinde durulmuştur. Oysa ki meyve sebze yetiştiriciliği konusunda ülkemiz dünyada üst sıralarda yer almakta olup turunçgil üretiminde de büyük bir pazarlama payına sahiptir. Bu sebeple oldukça dayanıksız turunçgil ürünlerimizin yüzey

kaplama maddesinin oleojellerle oluşturularak dayanıklı hale getirilmesi ve uzun süre bozulmadan kalitesini koruyarak muhafaza edilmesi hem gıda güvenliği açısından hem de ülke ekonomimize katkı sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasında daha önce mandalina kaplamasında hiç kullanılmamış iki farklı olejeli kullanarak kaliteyi ve raf ömrünü arttırmaya yönelik yeni bir bakış açısı geliştirilmiştir.

Literatür araştırmasında oleojellerin bu tezde planlandığı gibi direkt gıda kaplamada kullanılmadığı, sadece 2 adet 2021 tarihli yayında diğer gıda kaplama materyallerinin içine katkı olarak katıldığı görülmüştür. Bu konuda literatürde tam bir boşluk bulunmaktadır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyaller

Bu araştırmada kullanılan mandalina meyveleri Balıkesir ilinin Edremit ilçesinde bulunan bir yazlık bahçesinden hasat edilmiş ve laboratuvara taşınarak direkt çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan mandalinalar Satsuma çeşididir. Çalışmada kullanılan taze mandalina meyvesi Şekil 3'te görülmektedir. Oleojelleri hazırlamak için kullanılan ayçiçeği yağı (100 g üründe; 100 g yağ, 10 g doymuş, 33 g tekli doymamış, 57g çoklu doymamış yağ, 0 mg kolesterol, 0 g karbonhidrat, 0 g protein; Biryag, Trakya Birlik Yağ fabrikası, Tekirdağ, Edirne) piyasadan satın alınmıştır. Oleojelleri hazırlamak için organojelatör olarak kullanılan Ayçiçek mumu (6607L) Kahlwax Co. (Kalh GmbH & Co., Trittau, Almanya) firmasından satın alınmıştır. Likit limonen, Aromsa Besin Aroma Katkı Mad. San. Tic. A.Ş. (Gebze, Kocaeli) firmasından temin edilmiştir. Mikrobiyolojik sayımlarda kullanılan Hypet Media Plate Count Agar (PCA) Hazır Besiyeri, Hypet Media Plate Dextrose Agar (PDA) Hazır Besiyeri ve Steril Kuru Swap (Besiyersiz) malzemeleri DiaTek Diagnostik Ürünler Teknik Dan. Dış Tic. ve San. Ltd. Şti. (İstanbul) satın alınmıştır. Kullanılan diğer tüm kimyasal maddeler, sarf malzemeler, standartlar ve diğer gereçler Sigma Chem Co. (St. Louis, ABD), Merck (Darmstadt, Almanya) ve yerel firmalardan satın alınmıştır.



Şekil 3. Tez çalışmasında kullanılan taze mandalina meyveleri.

3.2. Taze Mandalina Örneklerinde Yapılan Analizler

Laboratuvarımıza getirilen mandalinalara kaplama işlemi öncesinde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

3.2.1. Fiziksel Analizler

Meyve kabuğunun ve iç kısmının renk değerleri Minolta CR-400 renk ölçer cihazı (Minolta, Japonya) kullanılarak kaydedilmiştir. Cihaz her kullanımdan önce, kendi kullanma talimatnamesine göre, beyaz seramik plakaya karşı standardize edilmiştir. Ölçümlerle, örneklerin L , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. L değeri; koyu renk ($L=0$) ile açık renk ($L=100$) arasındaki farkı veya parlaklık değerini göstermektedir. Benzer şekilde a^* değeri; kırmızılık ($+a^*$) ile yeşillik ($-a^*$) değerini göstermektedir. Son olarak, b^* değeri ise sarılık ($+b^*$) ile mavilik ($-b^*$) miktarını göstermektedir. Ölçümler rastgele seçilen 5 adet örnek üzerinde birçok farklı noktadan yapılmış ve ortalama değerler verilmiştir.

Taze mandalina örneklerinden rastgele seçilen 4 meyvenin suyu sıkılmış ve pH-metrenin (PB-11, Sartorius, Göttingen, Almanya) probu daldırılarak pH değeri ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Her tekerrür örnek grubunda en az 3 farklı örnekte ölçüm yapılmıştır.

Taze sıkılan mandalina sularının posasız kısmından Briks ölçümü yapılmıştır. Bunun için dijital Abbe 5 refraktometresi (Bellingham and Stanley, İngiltere)saf suya karşı sıfırlanmış ve daha sonra bir damla meyve suyu konularak Briks değeri oda sıcaklığında ölçülmüştür (Khorram vd., 2017).

3.2.2. Kimyasal Ölçümler

Taze sıkılmış mandalina sularının toplam asitliği Rasoli vd. (2019) tekniği kullanılarak ölçülmüştür. Bunun için, 3 ml meyve suyuna 27 ml saf su içine konulmuş ve karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışıma 3-5 damla fenolfitaleyn indikatörü damlatılmış ve 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH 8,2 oluncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyon anında pH-metrenin probu erlen içinde tutularak pH değişimi sürekli olarak takip edilmiştir. Son noktaya ulaşıldığında harcanan baz miktarı kaydedilmiş ve takip edilen metotta verilen formülle toplam asitlik değeri % sitrik asit olarak hesaplanmıştır.

3.3. Oleojellerin Hazırlanması

Mandalina meyvelerinin kaplanmasında kullanılan 2 çeşit oleojel öncelikle 500'er gramlık gruplar olarak hazırlanmış ve kaplamada kullanılmıştır. Birinci çeşit oleojel, ayçiçek yağı ve ayçiçek mumu organojelatörüyle 90:10 (ağırlıkça) oranıyla hazırlanmıştır. İkinci çeşitte ise ayçiçek yağı: ayçiçek mumu: limonen, 80:10:10 (ağırlıkça) oranıyla hazırlanmıştır. Oleojelleri hazırlamak için önce 1 L'lik bir behere gerekli miktar ayçiçek yağı tartılmış, daha sonra üzerine hesaplanan miktarlarda ayçiçek mumu tartılmıştır. Bu karışım 80°C'ye ayarlanmış su banyosu içinde karıştırılarak mumun tamamen ergimesi ve yağa homojen olarak karışması sağlanmıştır. Limonen içeren çeşitte bu ergime olduktan sonra tartılan limonen de karışıma eklenmiş ve karıştırılmıştır. Hazırlanan homojen likit karışım su banyosundan oda sıcaklığına alınmış ve kendi halinde soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğuyan ve katılaştıran oleojeller bir gece de buzdolabında bekletilmiş ve oleojellerin tam olarak oluşması sağlanmıştır. Hazırlanan oleojellere AYO (ayçiçek mumu oleojeli) ve AYLO (ayçiçek mumu-limonen oleojeli) kısaltma isimleri verilmiştir. Hazırlanan oleojel örnekleri Şekil 4'te görülmektedir. Önce hazırlanan oleojellerin bazı karakterizasyon analizleri yapılmış daha sonra da mandalina kaplanmasında kullanılmışlardır.

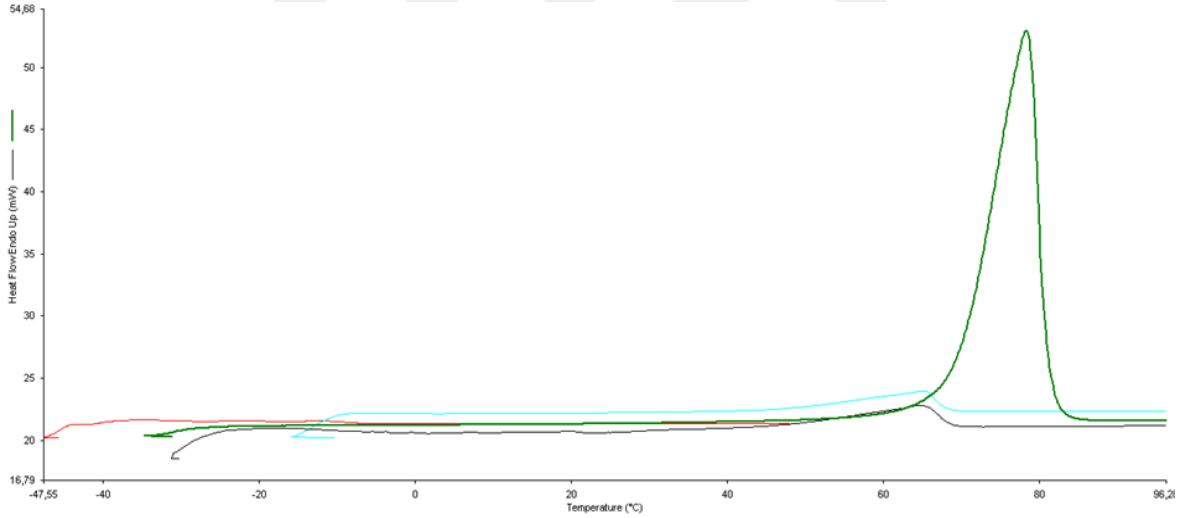


Şekil 4. Mandalina kaplamada kullanılan ayçiçeği yağı-ayçiçeği mumu (AYO) ve ayçiçeği yağı-limonen-ayçiçeği mumu (AYLO) oleojelleri.

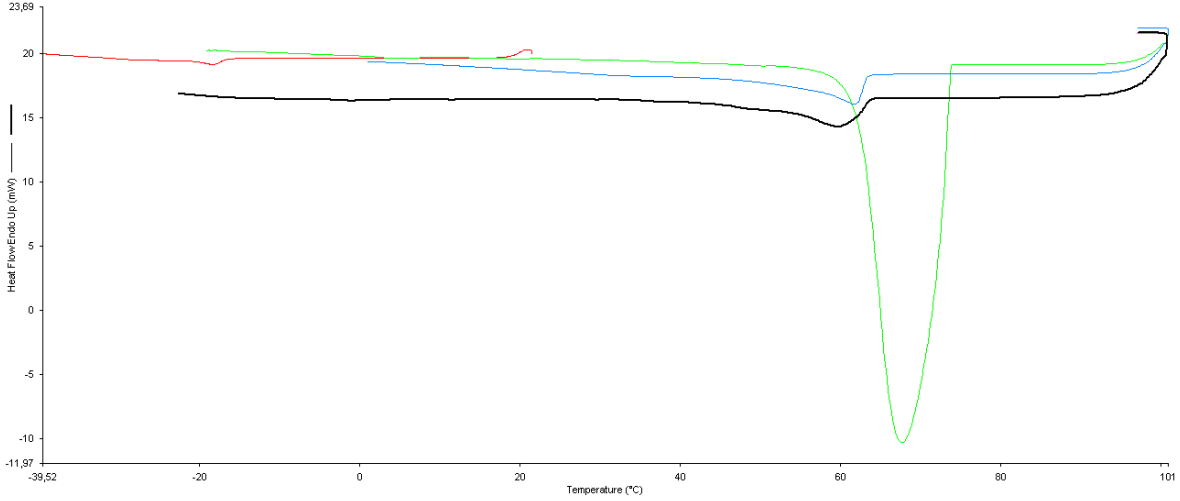
3.4. Oleojel Karakterizasyon Analizleri

3.4.1. Termal Analizler

Oleojellerin termal özelliklerinin belirlenmesinde diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) cihazı (Perkin-Elmer DSC 4000 serisi, USA) kullanılmıştır. Cihaz, Çinko ve İndium kullanılarak kalibre edilmiştir. Ölçüm için, her bir örnekten yaklaşık 5-7 mg miktar alüminyum panlara tartılıp, daha sonra bu panlar hermetik olarak kapatılmıştır. Örnek içeren panlar cihazın örnek hücreğine koyularak önce 20°C'den 100°C'ye 10°C/dak ile ısıtılmış, sonra -30°C'ye 10°C/dak ile soğutulmuş bu sıcaklıkta kristalizasyonun tam gerçekleşmesi için 3 dak bekletilmiştir. Daha sonra örnekler tekrar 100°C'ye 5°C/dak hız ile ısıtılıp elde edilen termogramdan ergime sıcaklıkları (T_m) ergime entalpileri (ΔH_m) ile kristalizasyon sıcaklıkları (T_c) ve kristalizasyon entalpileri (ΔH_c) cihazın yazılım programı (Pyris1 Manager) kullanılarak hesaplanmıştır (Keskin Uslu vd., 2021). Ölçümlerden elde edilen termogramlar Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Mandalinaların kaplanmasında kullanılan oleojellerin ve onların hazırlanmasında kullanılan ayçiçeği yağı ve mumunun ergime termogramları (Yeşil: Ayçiçek mumu, Kırmızı: Ayçiçek yağı, Mavi: AYO, Siyah: AYLO).



Şekil 6. Mandalinaların kaplanmasında kullanılan oleojellerin ve onların hazırlanmasında kullanılan ayçiçeği yağı ve mumunun kristalizasyon termogramları (Yeşil: Ayçiçeği mumu, Kırmızı: Ayçiçeği yağı, Mavi: AYO, Siyah: AYLO)

3.4.2. Reolojik Analizler

Hazırlanan oleojel örneklerinin reolojik özellikleri DHR 2 reometre (TA Instruments, ABD) ile paralel plaka tırtıklı geometri ($\phi = 40$ mm, aralık = 0.9 ± 0.1 mm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık kontrolü alt plakanın altında yer alan Peltier system ($\pm 0,1$ °C) ile sağlanmıştır. Önce bir amplitüt tarama testi (%0,01-100 strain aralığında) 1 Hz frekans ve 10°C’de yapılarak her örnek için doğrusal viskoelastik bölge (the linear viscoelastic region, LVR) belirlenmiştir. Her örneğin kendi LVR bölgesinde olmak üzere daha sonra 0.1-100 Hz arasında frekans tarama testleri yapılmış ve depolama (G') ile kayıp (G'') modülüs değerleri ölçülmüştür. En yüksek depolama (G') ve kayıp (G'') modülüs değerine sahip olan örneklerin en iyi viskoelastik özelliğe sahip olduğu tespit edilirken ayrıca örneklerin $G' > G''$ olması baskın elastik jel karakteristiğinin bir göstergesi olduğu belirlenmiştir. İkinci olarak oleojellerin sıcaklık rampa (temperature ramp) testi, 0°C ile 50°C arasında, 1 Hz frekansta, doğrusal viskoelastik bölgede, 1°C/dak’lık artış ile gerçekleştirilmiştir. Böylece örneklerin hangi sıcaklık derecesine kadar jel yapılarını korudukları belirlenmiştir (Keskin Uslu vd., 2021).

3.5. Mandalinaların Kaplama İşlemi

Kaplama çalışmasında kullanılacak olan mandalinalar musluk suyu altında elle yıkanmış, üzerindeki toz ve kirler giderildikten sonra kağıt havlu kullanılarak kurulanmıştır. Daha önce hazırlanmış olan her bir oleojel su banyosu içinde 80°C’de tutularak tamamen

ergimesi ve likit hale gelmesi sağlanmıştır. Her bir mandalina örneği sapından tutularak (işlem kolaylığı sağlaması için mandalinalar toplanırken sap kısımlarından 5 cm kalacak şekilde kesilerek toplanmıştır) ergimiş oleojel içine daldırılmış ve kronometre tutularak tam 10 saniye bekletilmiş ve hemen çıkarılmıştır. Beherin 20 cm üstünde 1 dk tutularak serbest sızan likit oleojelin akması beklenmiş ve bu arada da mandalina yüzeyinde soğumadan dolayı hemen kaplama filmi oluşmaya başlanmıştır. Tüm örnekler; aynı sıcaklık, aynı derinlik ve aynı sürede daldırma işlemine tabi tutulmuştur. Soğuyan ve yüzeyinde oleojel kaplaması oluşan mandalinalar dibinde yağlı kağıt bulunan köpük tabaklara alınmıştır.

3.6. Kaplanmış Mandalinaların Depolanması ve Yapılan Analizler

Yukarıda açıklanan kaplama işlemiyle her iki deneme grubu da (AYO ve AYLO) hazırlanmıştır. Ayrıca hiç bir kaplama işlemi yapılmayan kontrol grubu da aynı tabaklara alınmıştır. Hazırlanan örnekler oda sıcaklığında ($20 \pm 5^\circ\text{C}$), normal atmosfere açık durumda 1 ay boyunca depolanmıştır. Depolama sürecinin 1. Gün, 8. Gün, 15. Gün, 22. Gün ve 30. günlerinde ise aşağıda açıklanan ölçümler ve analizler yapılmıştır.

3.6.1. Ürün Resminin Alınması

Depolama sürecinde oleojellerle kaplanmış ve kontrol mandalinalarında oluşan değişimleri izlemek için örneklerin yaklaşık aynı mesafeden ve aynı cihaz ile resimleri çekilmiştir.

3.6.2. Aletsel Renk Ölçümü

Her örneğin kabuğundan bir kaç noktadan olmak üzere renk ölçüm cihazının (Minolta CR-400) probu direkt temas ettirilerek ölçüm yapılmış ve L , a^* ve b^* değerleri kaydedilmiştir.

3.6.3. Ağırlık Kaybı

Her bir mandalina örneğinin ilgili günlerdeki ağırlığı hassas terazi kullanılarak (Sartorius, Almanya) kayıt edilmiştir. Ağırlık kaybı ilk gün ağırlıkları baz alınarak % değer olarak hesaplanmıştır.

3.6.4. Toplam Canlı (Aerobik Mezofilik Bakteri) Mikroorganizma Sayımı

Depolama süresince belirlenen günlerde mandalina örnekleri üzerinden sürüntüler alınarak toplam canlı (aerobik mezofilik bakteri) mikroorganizma sayımı yapılmıştır. Mandalina yüzeylerinden $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 'lik alandan sterilize eküvyon çubuğu (diatek marka-kuru swap) kullanılarak kuru swap alma yöntemi ile ekimi yapılacak numune alınmıştır. Bu

mikrobiyolojik analizde kullanılmak üzere 8,5 g tuz 1000 ml saf suda çözündürülerek fizyolojik tuzlu su solüsyonu hazırlanmıştır. Otoklavda 121°C de 15-20 dakika sterilize edilen FTS (Fizyolojik Tuzlu Su) çözeltilisinin 1 ml'sine swapla alınan steril eküvyon çubuğu daldırılmıştır. Eküvyon çubuğu çözelti içerisinde iyice çalkalanarak yüzeyden alınan mikroorganizmaların çözeltiliye aktarılması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu 1 ml'lik çözelti 9 ml'lik FTS çözeltilisine aktarılmıştır. Böylece 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu şekilde uygun serimal dilüsyonlar hazırlanmıştır. Uygun dilüsyondan steril cam pipetle (otoklavda steril edilen) 0,2 ml numune alınarak hazır olan Plate Count Agar besiyerine (diattek marka) etil alkole daldırılmış ve alevden geçirilmiş steril drigalski spatülü kullanılarak yayma plak yöntemi ile aerobik mesofilik bakteri sayısını tespit etmek için ekim işlemi yapılmıştır. PCA plakları 30°C'de 72 saat etüvde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda koloni sayma cihazıyla (Funke Gerber Marka) toplam canlı (aerobik mezofilik bakteri) mikroorganizma sayımları yapılmıştır. Sonuçlar kaydedilerek hesaplama için hazır hale getirilmiştir (ISO, 2013).

3.6.5. Toplam Küf ve Maya Sayımı

Depolama süresince belirlenen günlerde mandalina örnekleri üzerinden sürüntüler alınarak yapılmıştır. Yüzeylerden 2x2 cm²'lik alandan sterilize eküvyon çubuğu kullanılarak kuru swab alma yöntemi ile örnek alınmıştır. FTS çözeltilisi 10 ml'ye tamamlanarak serimal dilüsyon çözeltiler elde edilmiştir. Küf ve maya sayısı için ise aynı dilüsyonlardan Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerine (diattek marka) 0,2 ml alınarak ekim yapılmıştır. Yayma yöntemi kullanılarak steril drigalski spatülü ile ekim gerçekleştirilmiştir. PDA plakları 25°C de 5 gün etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi dolunca koloni sayma cihazıyla (Funke Gerber Marka) toplam küf ve maya sayımları yapılmıştır. Sonuçlar kaydedilerek hesaplama için hazır hale getirilmiştir (FDA, 2018).

3.7. Depolama Süresi Sonrasında Yapılan Analizler

Bir ay süreyle depolanan kontrol (kaplama işlemi yapılmamış) ve oleojellerle (AYO ve AYLO) kaplama işlemi yapılmış mandalina örneklerinin meyve suları sıkılmış ve bunlarda pH, titrasyon asitliği ve briks ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu analizler yukarıda taze meyvede de yapılmıştır ve yöntemler yukarıda 3.2. başlığı altında açıklanmıştır.

3.8. Farklı Oranlarda Hazırlanan AYO'nun Kaplama Materyali Olarak Denenmesi

Ağırlıkça %10 oranında organojelatör (ayçiçek mumu) içeren oleojellerle kaplanmış mandalina örneklerinin depolanması süresince, meyve üzerinde kaplamanın zamanla adeta bir kabuk gibi çatladığı gözlenmiştir. Bundan dolayı sadece 30 gün boyunca görsel olarak izlemek amacıyla farklı oranlarda organojelatör içeren (%1, %3 ve %5 ayçiçek mumu) oleojellerle kaplanmış mandalina örnekleri aynı teknikle hazırlanmış ve aynı ortamda ve koşullarda depolanmıştır. Bu örneklerde sadece süreç boyunca belli günlerde resim çekilmiştir.

3.9. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada iki farklı oleojel ile kaplanan mandalinalar 2 tekerrürlü olarak hazırlanmıştır. Her tekerrür örnekte ise yukarıda açıklanan ölçüm ve analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla sunulan veriler 6 farklı ölçümün ortalama değerleridir. Ortalama değerler, standart sapma değerleriyle ifade edilmiştir. Örnekler arasındaki farklılıkların tespitinde varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testinden (Tukey) faydalanılmıştır. İstatistik analizlerin yapılmasında Minitab Ver 16.1.1 (Minitab, 2010) paket programı kullanılmıştır. Bütün analizler %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

İkinci bölümün sonunda açıklanmış olan amaçlar doğrultusunda, bir önceki bölümde açıklanan materyaller ve yöntemler kullanılarak elde edilen bulgular tablolar halinde aşağıda sunulmuş ve tartışılmıştır.

4.1. Kaplamalarda Kullanılan Oleojellerin Termal Özellikleri

Mandalina kaplamak için hazırlanan 2 adet oleojel (AYO ve AYLO) ve bunları hazırlamak için kullanılan Ayçiçek yağı (AY) ve Ayçiçek mumu (AM) organojelatörünün termal özellikleri taramalı diferansiyel kalorimetre (DSC) cihazıyla ölçülmüş ve sonuçlar aşağıda Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

Mandalina kaplamada kullanılan oleojellerin ve oleojel üretiminde kullanılan ayçiçek yağı ve mumunun termal özellikleri

	Kristalizasyon			Ergime		
	Başlangıç (°C)	Pik (T _c , °C)	ΔH _c (J/g)	Başlangıç (°C)	Pik (T _c , °C)	ΔH _c (J/g)
Ayçiçek Yağı (AY)	-39.30	-35.22	1.39	-16.54	-18.26	-2.30
Ayçiçek Mumu (AM)	69.31	78.34	201.65	73.81	67.78	-206.94
Ayçiçek Yağı Oleojeli (AYO)	51.51	65.07	16.04	63.34	61.78	-16.52
Ayçiçek Yağı-Limonen Oleojeli (AYLO)	49.99	64.72	19.54	63.74	59.78	-19.49

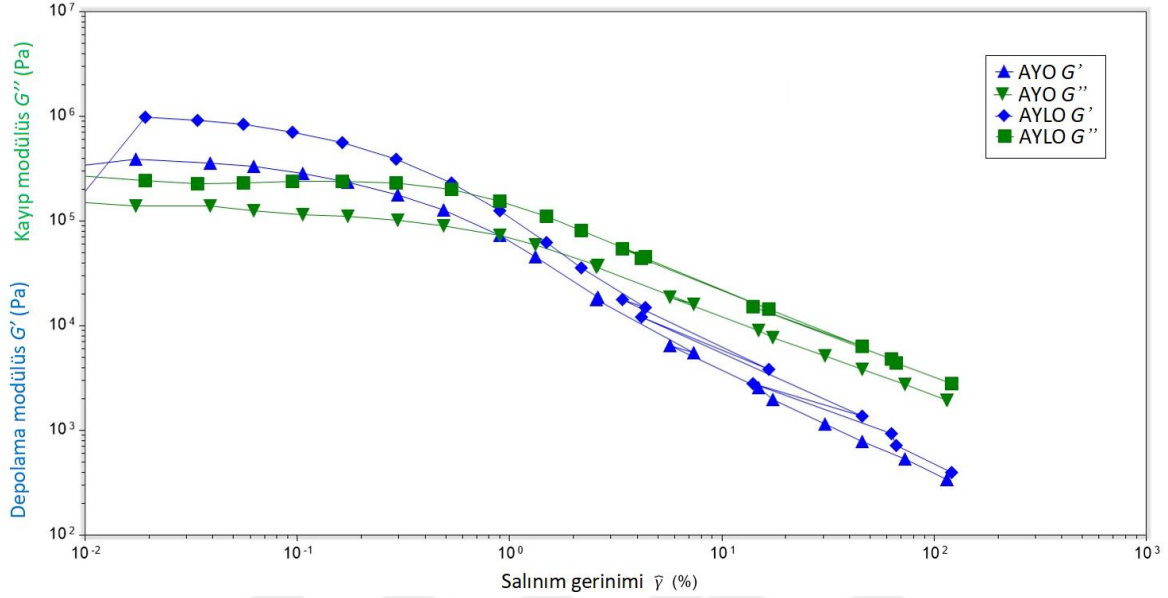
Tablodan da görüldüğü gibi, ayçiçek yağının ergime ve kristalizasyon sıcaklıkları bu yağ için bildirilen değerlere oldukça benzer bulunmuştur (Nas ve Gökalp, 2021). Organojelatör olarak kullanılan ayçiçek mumunun 67,78°C’de ergidiği belirlenmiştir. Ayçiçek mumu için ölçülen ergime ve kristalizasyon sıcaklık ve entalpi değerleri de literatüre oldukça uygun bulunmuştur (Yılmaz vd., 2015; Keskin Uslu vd., 2021). Ağırlıkça

%10 organojelatör içeren ayçiçeği yağı oleojeli (AYO) 61,78°C ergime sıcaklığına sahiptir. Bu değer de önceki çalışmalarda hazırlanan diğer ayçiçek mumu oleojellerine oldukça yakındır (Yılmaz vd., 2015; Keskin Uslu vd., 2021). Bir oleojelde katılan organojelatör miktarı (bu örnekte Ayçiçek mumu) arttıkça genel olarak ergime sıcaklığı da yükselmektedir. Kaplamada kullanılan bu oleojelin oda sıcaklığında oldukça katı konsistensde olduğu kesindir. Benzer şekilde antimikrobiyal özelliklerinden dolayı hazırlanan ayçiçek yağı-ayçiçek mumu oleojeline ağırlıkça %10 oranında katılmış olan limonen içeren oleojel örneğinin de (AYLO) termal özellikleri ölçülmüştür (Tablo 1). Görüldüğü gibi bu oleojelin ergime noktası biraz azalmış ve 59,78°C olarak ölçülmüştür. Katılan limonenin ergime noktasında bir miktar düşüşüne neden olduğu anlaşılmaktadır. Ancak her durumda bu oleojel de oda sıcaklığında tamamen katı durumda olduğu için kaplama materyali olarak mandalinaların kabuk yüzeyinde katı formda kalmıştır. Literatürde AYLO benzeri bir oleojele ait veri bulunmamaktadır ve bu çalışma da ilk veriyi sağlamaktadır. Sonuç olarak geliştirilen iki oleojelin oda sıcaklığında katı, ancak 80°C'nin üstünde ise ergidiği görülmektedir. Bu nedenle su banyosunda tutularak ergitilen oleojellere daldırılan mandalinalar üzerinde ince bir film şeklinde hızlıca donan oleojeller kaplama işlemini kolayca gerçekleştirmiştir.

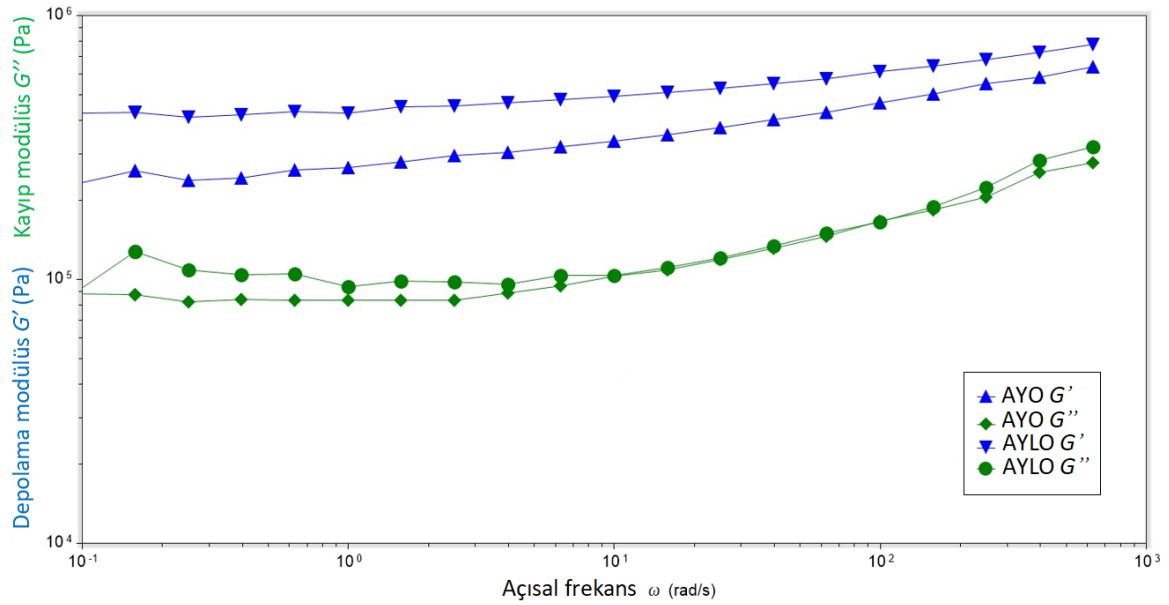
4.2. Kaplamalarda Kullanılan Oleojellerin Reolojik Özellikleri

Reoloji, maddelerin akış ve deformasyon özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Reolojik analizlerle gıdanın akış davranışı, tekstürü ve depo stabilitesi belirlenebilmektedir. Ayrıca duyu özellikleriyle olan korelasyonu da belirlenebilmekte, kalite kontrol uygulamaları ve raf ömrü çalışmalarında yararlanılmaktadır. Ayrıca gıdanın yapısının belirlenmesi ve yeni ürün geliştirmek için ingrediyenlerin fonksiyonelliklerinin incelenmesi açısından da ayrı bir yere sahiptir (Mezger, 2014; Keskin Uslu vd., 2021). Oleojelasyon teknolojisinde de ürünün reolojik özelliklerin incelenmesi son derece önemli bir konudur. Geliştirilen oleojelin sergilediği davranış özellikleri reometre ile gerçekleştirilen bazı analizlerle belirlenebilmektedir. Bu amaçla çalışma kapsamında geliştirilen oleojellere osilasyon testlerinden gerinim taraması, frekans taraması ve sıcaklık rampa (amplitude sweep, time sweep, frequency sweep, temperature ramp vb.) testleri uygulanmıştır. Böylece kullanılan oleojellerin kaplama olarak nasıl davranacakları tahmin edilmiştir.

Tüm reolojik ölçümler numunenin yapısının korunduğu doğrusal viskoelastik bölge (LVR) içinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, %0,01-100 gerinim ile 10°C sıcaklık ve 1 Hz frekansta uygulanan gerinim taraması testi yapılmış ve LVR belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Mandalinaları kaplamada kullanılan AYO ve AYLO materyallerinin reolojik gerinim tarama testi grafikleri.



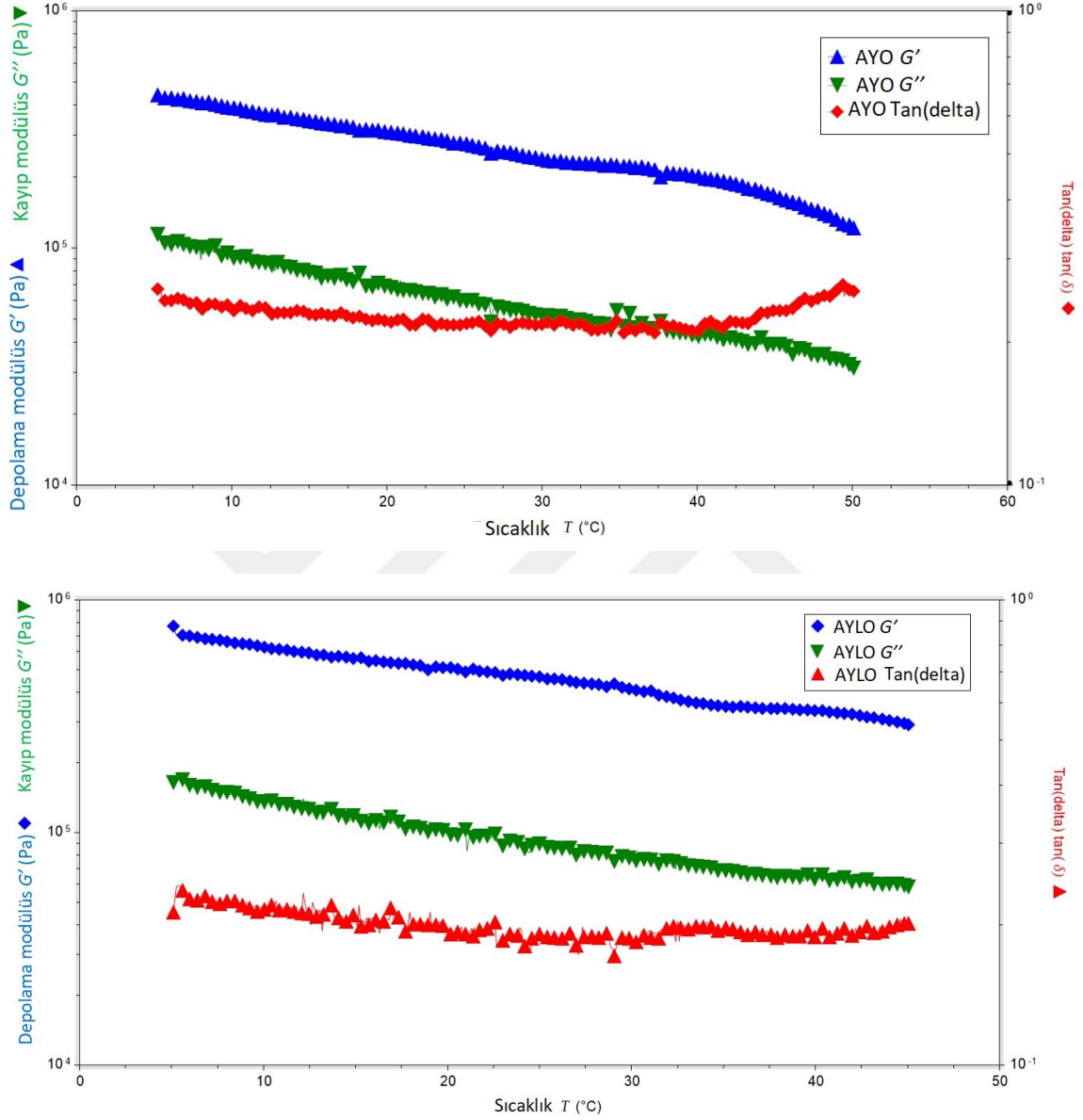
Şekil 8. Mandalinaları kaplamada kullanılan AYO ve AYLO materyallerinin frekans tarama testi grafikleri.

Şekil 7'de gerinim tarama (amplitude sweep) testinin grafiği verilmiştir. Bu ölçüm ile oleojel örneklerinin deformasyona uğramadan kalabildiği salınım gerinim bölgesi (LVR)

belirlenmiştir. Her iki oleojelinde yaklaşık %0,1 gerinime kadar deformasyona uğramadığı ve depo modülü (G') ile kayıp modülün (G'') bu bölgede doğrusal olarak devam ettiği görülmektedir. Dolayısıyla bundan sonraki tüm reolojik ölçümler bu örnekler için belirlenmiş olan %0,1 strain (gerinim) değeri altında uygulanmıştır. Geçerli reolojik ölçüm için, ölçümlerin LVR bölgesinde uygulanması bilinen bir gerekliliktir (Mezger, 2014). Oleojel örneklerinin (AYO ve AYLO), LVR geriniminde ve 0,1-100 Hz frekans aralığında ve 10°C'da yapılan frekans tarama testi grafiği Şekil 8'de sunulmuştur. Frekans tarama testi bir jel örneğinin iç yapısı hakkında bilgi vermesinin yanında bu yapının depolama boyunca nasıl davranacağı hakkında da fikir verebilmektedir. Her iki örnekte de taraman frekans aralığının tamamında ölçülen depo modül değerleri (G'), kayıp modül değerlerinden (G'') çok daha yüksektir. Yani ölçüm aralığında, $G' > G''$ koşulu sağlanmıştır. Bu koşul materyalin jel yapısında olduğunun ispatını sunmaktadır. Çünkü bir örnekte ölçülen depo modülü (G'), o örneğin ne kadar katı-benzeri karakterde olduğunun ve kayıp modülü de (G''), o örneğin ne kadar likit-benzeri olduğunun göstergesidir. Eğer depo modülü kayıp modülden daha büyükse örneğin daha çok katıya benzediğine hükmedilmektedir (Mezger, 2014). Şekilde de görüleceği gibi AYO örneğinin depo modül değeri yaklaşık 250000 Pa ve kayıp modül değeri de yaklaşık 90000 Pa civarındadır. Benzer şekilde AYLO örneğinin ölçülen G' ve G'' değerleri sırasıyla 300000 Pa ve 10000 Pa civarındadır. Her iki örneğinde uygulanan frekans aralığında gerçek jel yapısında olduğu ve daha çok katıya benzedikleri belirlenmiştir. Ayrıca uygulanan frekans 1 Hz'den 1000 Hz'a yükseldiğinde de bu iki modül arasındaki fark korunmuştur. Yani geliştirilen bu oleojellerin depo stabilitesine de sahip oldukları belirlenmiştir.

Oleojellerin ısıtılan bir çevrede nasıl davrandıkları sıcaklık rampa testiyle ölçülmüştür (Şekil 9). Sıcaklık rampa testinde LVR kuvveti altında ve 1 Hz frekansda örnekler dakikada 1°C olmak üzere 10°C'den 50°C'ye kadar ısıtılmışlar ve bu arada da osilasyon uygulanmıştır. Testin amacı örneklerin termal stabilitesini belirlemektir. Şekilden de görüleceği gibi her iki örnekte de sıcaklık arttıkça hem G' hem G'' değerleri yavaşça düşme eğilimi göstermişlerdir. Ancak iki örnekte de her zaman depo modül değeri kayıp modül değerinden hep yüksek kalmıştır. Yani oleojeller ısıtıldıkça bir miktar yumuşama gerçekleşmişse de, tam ergime olmamış ve örnekler jel yapılarını 50°C'ye kadar korumuşlardır. Bu oldukça iyi bir sonuçtur. Oleojellerle kaplanan mandalinaların oda sıcaklığı koşullarında oleojel kaplamanın ergimeyeceğini göstermektedir. Hatta 50°C'ye kadar jel yapının devam edeceği ortaya konulmuştur. Kaplanmış mandalinalar oda

sıcaklığında tutulduğu için kaplamanın ergimeden mandalina üzerinde kalacağı değerlendirilmiştir.



Şekil 9. Mandalinaları kaplamada kullanılan AYO ve AYLO materyallerinin reolojik sıcaklık rampa grafikleri.

Ayrıca sıcaklık rampa verileriyle (Şekil 9), daha önce sunulan DSC ile termal ölçüm verileri (Tablo 1) de oldukça uyumlu sonuç göstermiştir. Sonuç olarak geliştirilen iki oleojelin hem yapısal hem termal özellikleri itibarıyla mandalina kaplaması için oldukça uygun materyaller olduğu değerlendirilmiştir.

4.3. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresince Görülen Fiziksel Değişimler

İki çeşit oleojel ile kaplanan (AYO ve AYLO) ve kaplama işlemi yapılmayan kontrol mandalina örnekleri oda sıcaklığında 30 gün depolanmıştır. Depolamanın 1., 8., 15., 22., ve 30. günlerinde örneklerde yüzey renk ölçümleri yapılmış ve bulgular aşağıda Tablo 2’de sunulmuştur. Her grup örnek için ölçüm günleri istatistik olarak karşılaştırılmış ve depolama günlerine göre oluşan farklılıklar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bilindiği gibi aletsel rengin L , a^* ve b^* değerleri uluslararası CIE sistemine göre bir örneğin renk değerlerini ifade etmektedir. Buna göre, L değeri parlaklık ($L = 100$) / koyuluk-matlık ($L = 0$), a^* değeri kırmızılık (+) / yeşillik (-), b^* değeri ise sarılık (+) / mavilik (-) olarak ifade edilmektedir (Pomeranz ve Meloan, 1994).

Tablodan da görüldüğü gibi, kontrol örneklerinde L değeri ilk gün 61,32 olarak ölçülmüş ve depolama süresince sürekli düşüş göstererek 30. günde 28,27 değerine gelmiştir. Depolama süresince kontrol örneğinde parlaklığın sürekli azaldığı anlaşılmaktadır.

AYO ile kaplı örneklerde de L değeri benzer değişim trendini göstermiş ve ilk gün 66,28 olan değer depolama süresince genellikle düşüş göstermiş olup 22. günden 30. güne geçişte ise bu düşüşün aksine yükseliş göstererek 30. günde 55,80 değerine gelmiştir. AYO ile kaplı örneklerin 30. günün sonunda kontrol grubuna göre parlaklığını daha iyi koruduğu bu verilerle ortaya çıkmıştır.

AYLO ile kaplı örneklerde ise L değeri 78,25 ile başlayıp 30. günün sonunda 56,05 değerine kadar azalmıştır. 30. günün sonundaki L değerleri incelendiğinde parlaklığını koruyamayıp renginde en çok bozulma olan grup kontrol grubu olurken parlaklığını koruyan en dayanıklı grubun ise AYLO ile kaplı mandalinalar olduğu tespit edilmiştir.

AYO ile kaplı mandalinalar kontrol grubuna göre parlaklığını daha iyi korumuş olsa da AYLO ile kaplı mandalinalar kadar da parlaklığını muhafaza edememiştir. Şöyle ki; 30. günün sonundaki AYO ile kaplı mandalinaların L değeri 55,80 iken AYLO ile kaplı mandalinaların L değeri 56,05 olarak ölçülmüştür. Aradaki fark 0,25 olup oldukça azdır. Kaplı olmayan kontrol grubunun oleojellerle kaplanmış olan mandalinalara göre renk kalitesinin ve parlaklığının oldukça düşük çıktığı belirlenmiştir.

Tablo 2

Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süreci boyunca ölçülen renk değerleri.

Kontrol Mandalina			
	L değeri	a* değeri	b* değeri
1. Gün	61.32 ± 1.02 ^a	34.98 ± 0.90 ^a	58.15 ± 3.24 ^a
8. Gün	63.50 ± 5.45 ^a	31.64 ± 7.50 ^a	47.32 ± 9.63 ^a
15. Gün	51.56 ± 8.55 ^b	30.46 ± 8.25 ^a	45.79 ± 6.25 ^a
22. Gün	48.78 ± 4.95 ^c	27.59 ± 9.30 ^{ab}	39.38 ± 8.70 ^{ab}
30. Gün	28.27 ± 9.02 ^d	28.10 ± 10.50 ^{ab}	36.59 ± 10.30 ^b
AYO-Kaplı Mandalina			
1. Gün	66.28 ± 1.35 ^a	25.02 ± 1.05 ^a	41.96 ± 8.55 ^a
8. Gün	58.44 ± 7.44 ^a	15.18 ± 9.33 ^a	24.47 ± 12.15 ^b
15. Gün	56.99 ± 8.45 ^a	17.68 ± 8.55 ^{ab}	23.09 ± 10.22 ^b
22. Gün	45.95 ± 10.00 ^{ab}	9.78 ± 7.83 ^b	14.93 ± 5.65 ^d
30. Gün	55.80 ± 15.90 ^{ab}	10.83 ± 9.55 ^b	20.75 ± 10.55 ^c
AYLO-Kaplı Mandalina			
1. Gün	78.25 ± 3.70 ^a	9.72 ± 3.20 ^b	12.72 ± 6.34 ^b
8. Gün	61.77 ± 4.90 ^b	22.09 ± 7.63 ^a	24.66 ± 20.03 ^a
15. Gün	57.23 ± 6.00 ^{bc}	18.51 ± 10.04 ^a	26.98 ± 16.83 ^a
22. Gün	23.78 ± 3.15 ^d	10.55 ± 2.55 ^b	14.67 ± 2.80 ^b
30. Gün	56.05 ± 5.80 ^c	18.33 ± 10.10 ^a	24.05 ± 13.61 ^a

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Bu L değeri verileri sonucunda da oleojellerle kaplanan mandalinaların parlaklığını koruyarak yapılan kaplama çalışmamızın işe yaradığı ve meyvenin kalitesini depolama süresince olumlu yönde etkilediği açıkça gözlenmiştir.

Tablodan da görüldüğü gibi, kontrol örneklerinde a^* değeri ilk gün 34,98 olarak ölçülmüş ve depolama süresince genellikle düşüş göstererek 30. günde 28,10 değerine gelmiştir.

AYO ile kaplı örneklerde de a^* değeri ilk gün 25,02 olarak ölçülmüş, 8. günde ise 15,18 e gerilemiş, 15. günde ise 17,68'e yükselmiş, 22. günde ise tekrar düşüş göstererek 9,78'e gerilemiş, 30. günde ise çok az miktarda yükseliş yaparak 10,83 değerine ulaşmıştır. Buradaki sayısal verilere de bakılarak a^* değerinin standart bir yükseliş ya da azalış yapmadığı görülmüştür. Bu dalgalanmanın ana sebebi AYO ile kaplı mandalinaların oleojelli kaplamasındaki çatlama. Şöyle ki, dıştaki kaplamada depolanma süreci arttıkça kuruma meydana gelmiş ve kaplama sertleşerek kırılmıştır. Bu kaplamada meydana gelen çatlama mandalinaların görsellerinin olduğu Şekil 10'da net bir şekilde görülmektedir. Kaplama maddesinin çatlaması ile mandalinalar mikrobiyal gelişime de açık olduğu için renklerini koruyamamış ve kalitesinde bozulmalar meydana gelmiştir.

AYLO ile kaplı örneklerde de a^* değeri ilk gün 9,72 olarak ölçülmüş, 8. günde ise 22,09 a yükselmiş, 15. günde ise 18,51 e düşmüş, 22. günde ise tekrar azalış göstererek 10,55'e gerilemiş, 30. günde ise yükseliş yaparak 18,33 değerine ulaşmıştır. AYLO ile kaplı örneklerin kaplama kısımlarında da çatlama görülse de a^* değeri 30. günün sonunda AYO kadar düşük çıkmamıştır.

Tablodan da görüldüğü gibi, kontrol örneklerinde b^* değeri ilk gün 58,15 olarak ölçülmüş ve depolama süresince düşüş göstererek 30. günde 36,59 değerine gelmiştir.

AYO ile kaplı örneklerde de b^* değeri ilk gün 41,96 olarak ölçülmüş, 8. günde 24,47, 15. günde 23,09, 22. günde ise tekrar düşüş göstererek 14,93, 30. günde ise 20,75 değerine ulaşmıştır.


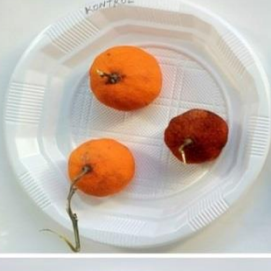

AYLO ile kaplı örneklerde de b^* değeri ilk gün 12,72 olarak ölçülmüş, 30. günde ise yükseliş yaparak 24,05 değerine ulaşmıştır. Bu değerler incelendiğinde kontrol grubu ile AYO ile kaplı örneklerin 30. günün sonunda b^* değerleri azalmışken AYLO ile kaplı örneklerin b^* değerlerinde 30 günün sonunda tam aksine artış olduğu gözlenmiştir. AYLO

ile kaplı mandalinaların diğer iki gruba kıyasla renk kalitesini koruduğu sayısal verilerle belirlenmiştir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde de yeşil rengin oluşmaya başladığı yani turunçgillerde bozulmalar meydana geldiği zaman dilimlerinde a^* ve b^* değerlerinde azalmalar görölmüş, mandalinaların kendi rengini koruduğu zaman dilimlerinde ise a^* ve b^* değerlerinde artışlar olduğu anlaşılmıştır (Eser ve Doğruer, 2022).

AYLO ile kaplı mandalinaların hem a^* değerleri hem b^* değerleri artış göstermiştir. İncelenen bu 3 gruptaki en kaliteli mandalinalar AYLO ile kaplı olanlardır. Bu çalışmada da çıkan sonuçlar literatürü desteklemektedir.

Kontrol ve oleojellerle kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süresince belli günlerde resimleri de çekilmiş ve Şekil 10'da verilmiştir.

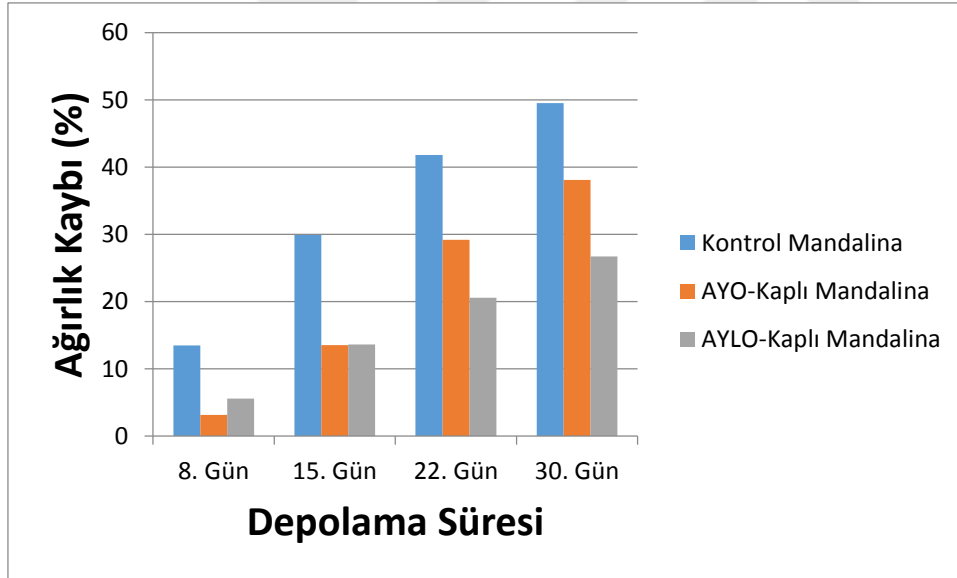
Süre	Kontrol	AYO	AYLO
1. Gün			
8. Gün			
15. Gün			
22. Gün			
30. Gün			

Şekil 10. Kontrol ve oleojellerle kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süresince belli günlerdeki resimleri.

Örneklerin fotoğrafları depolama süresince mandalinalarda görülen değişimlerin görsel olarak algılanması açısından da oldukça faydalıdır. Bir aylık depolama sonunda kontrol örneğinin (kaplanmamış) çok daha fazla değişime uğradığı açıkça görülmektedir. Kaplanmış örneklerden ise özellikle AYLO ile kaplı olan örneğin genel durumuyla diğer örneklerden daha iyi görüldüğü anlaşılmaktadır. Depolama süresince yapılan analitik ölçümler ile değişim hakkında daha detaylı bilgiler elde edilmiştir.

4.4. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresince Görülen Ağırlık Kaybı

Taze meyve ve sebze gibi gıda ürünlerinde depolama sırasında görülen ağırlık kaybı, yüzeyden suyun buharlaşmasıyla meydana gelmektedir. Bu durum ürünlerin buruşması, görünümünün bozulması, tat ve lezzet kayıplarının oluşması ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Gıda kaplama uygulamalarının bir faydası da depolamadaki ağırlık kaybını düşürmesidir. Kontrol ve kaplanmış mandalina örneklerinin 30 günlük depolama süresince ölçülen ağırlık kaybı değerleri aşağıda Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinde depolama süresince ölçülen ağırlık kaybı değerleri.

Şekilden de görüleceği üzere, depolamanın ölçümün yapıldığı tüm günlerinde % ağırlık kaybı değeri en fazla kontrol örneğinde oluşmuştur. Özellikle 15. günden sonra oluşan ağırlık kaybı en az AYLO kaplı örnekte gözlenmiştir.

Kontrol grubundaki mandalinaların % ağırlık kaybı değerleri sırasıyla 8. günde %13,49, 15. günde %29,89, 22. günde %41,81, 30. günde %49,51 şeklindedir. Depolama

süresince kontrol örneğinde % ağırlık kaybı zamanla artmış ve diğer iki gruba oranla da fazla çıkmıştır. Kaplama maddesi olmayan mandalinaların (kontrol grubu) nemini kısa sürede yitirerek kurudukları ve kabuklarının renginin kahverengiye dönerek kalitesini koruyamadıkları görsellerden de (Şekil 10) belli olmaktadır. Ayrıca mikrobiyal gelişiminde kontrol grubunda kısa sürede başladığı anlaşılmaktadır. Tüm bunlar ağırlık kaybına etkindir.

AYO kaplı mandalinalardaki % ağırlık kaybı değerleri sırasıyla 8. günde %3,16, 15. günde %13,52, 22. günde %29,17, 30. günde %38,09 şeklindedir. AYO kaplı mandalinaların kontrol grubuna göre daha az % ağırlık kaybı yaşadıkları sayısal verilerden görülmektedir. Depolama süresi arttıkça % ağırlık kaybı da artmaktadır. Fakat kaplama işleminin ağırlık kaybını azalttığı sonucu bu kıyasla ortaya çıkmaktadır. Kaplama işlemi mandalinaların yapısındaki nemi korumuş ve mikrobiyal bozulmayı geciktirmiştir. Bu sebeplerden kaplama işlemi gören mandalina kontrol grubuna göre daha az ağırlık kaybına uğramıştır.

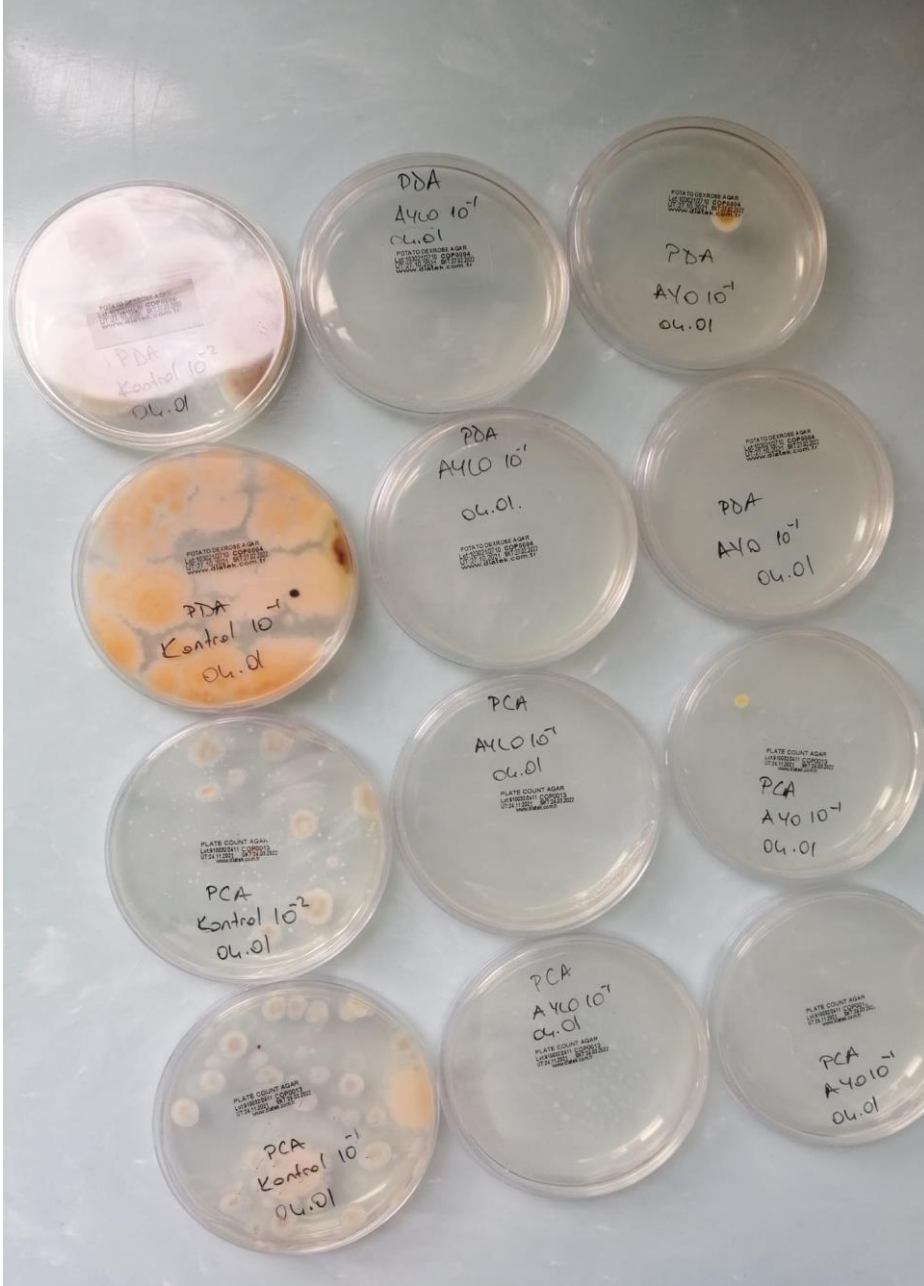
AYLO kaplı mandalinalardaki % ağırlık kaybı değerleri sırasıyla 8. günde %5,59, 15. günde %13,63, 22. günde %20,58, 30. günde %26,72 şeklindedir. AYLO kaplı mandalinaların kontrol grubuna ve AYO kaplı mandalinalara göre daha az % ağırlık kaybı yaşadıkları tablodaki verilerden elde edilmiştir. 30 günlük depolama süresi sonunda oluşan ağırlık kaybı en az AYLO kaplı örnekte gözlenmiştir.

Grierson ve Ben-Yehoshua'ya (1986) göre, turunçgil meyvelerinin derim sonrası görülen kalite kayıplarında en önemli faktör ağırlık kaybıdır. Ayrıca; Pekmezci (1984), Waks vd. (1985) ve Gürgen vd. (1995), turunçgillerde %85-90 oransal nem ve uygun sıcaklıkta depolamada bile, ayda %2-3 oranında ağırlık kaybının olabileceği bildirilmiştir. Depolama süresi arttıkça, ağırlık kayıplarının da arttığı yönündeki sonuçlarımız, mandalina depolanmasıyla ilgili çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Pekmezci, 1984; Açar ve Kaşka, 1992; 1994).

4.5. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresince Görülen Mikrobiyal Değişimler

Meyve ve diğer gıda ürünlerine yapılan kaplamaların bir amacı da ürün üzerindeki mikrobiyal faaliyeti yavaşlatmak yani ürünün raf ömrünü artırmaktır. Kontrol ve iki çeşit oleojelle kaplanmış mandalina örneklerinde 30 günlük depolamanın belli günlerinde ürün yüzeyinden ekim yapılmış ve toplam canlı mikroorganizma ve toplam küf/maya sayımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir.

Görsellerde de (Şekil 12-15) çalışılan ortam, ekimi yapılmış hazır PCA ve PDA besiyerleri (diatek marka), iki farklı oleojel ile kaplı mandalinalar ve kontrol grupları mevcuttur.



Şekil 12. Ekimi yapılmış hazır PCA ve PDA besiyerleri (diatek marka).



Şekil 13. Ekimi yapılan iki farklı olejel ile kaplı mandalinalar (AYO – AYLO) ve kontrol grupları.



Şekil 14. Ekim yapılan mikrobiyoloji laboratuvarı çalışma ortamı.



Şekil 15. Mikroorganizmaları sayabilmek için kullanılan koloni sayma cihazı

Tablo 3

Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süreci boyunca ölçülen toplam canlı mikroorganizma sayıları

	Kontrol Mandalina	AYO-Kaplı Mandalina	AYLO-Kaplı Mandalina
1. Gün	6800 kob/ml ^a	-	-
8. Gün	4500 kob/ml ^a	-	-
15. Gün	5000 kob/ml ^a	-	-
22. Gün	2000 kob/ml ^a	50 kob/ml ^b	-
30. Gün	3750 kob/ml ^a	100 kob/ml ^b	50 kob/ml ^c

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Kontrol grubundaki mandalinaların ekim sonuçları 7 gün arayla her hafta düzenli şekilde yapılmış olup elde edilen veriler Tablo 3 te paylaşılmıştır. Kontrol ve iki kaplanmış örnek arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ekim için hazır PCA besiyerleri (diatek marka) kullanılarak mikrobiyoloji laboratuvarında steril ortam ve düzen sağlanarak etüvde uygun süre ve zamanda inkübasyona tabi tutulmuştur. Her bir grup için 2 paralel besiyeri kullanılmış ve sonuçlar bu iki paralelin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki mandalinalardaki toplam canlı mikroorganizma sayıları sırasıyla 1. gün 6800 kob/ml, 8. gün 4500 kob/ml, 15. gün 5000 kob/ml, 22. gün 2000 kob/ml, 30. gün 3750 kob/ml olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki toplam canlı mikroorganizma sayılarının 8. ve 22. günlerde azalma eğilimine geçtiği görülmektedir. Kaplamasız olan kontrol grubunun dış yüzeyi kurumaya başlamış olup nem içeriği azaldığı için mikroorganizma sayısı bu kurumamanın olduğu zamanlarda azalma göstermiştir. Nem oranı azaldıkça dış yüzeydeki mikroorganizma sayısı da azalmıştır. Bu yüzden kontrol mandalinaların ekim sonuçlarında sayısal verilerde dalgalanmalar oluşmuştur. 30. güne bakıldığında ise her ne kadar dış yüzeyindeki kurumadan kaynaklı mikroorganizma sayısı ilk günden az çıkmış olsa da 22. güne göre artış göstermiştir. Bu sonuçta ürünün raf ömrünün kısaldığını ve hızla mikroorganizmaların çoğaldığını bize göstermektedir. Diğer iki farklı olejel kaplı mandalinalarda kıyaslandığında ise 30. gündeki mikroorganizma yükünün kontrol grubunda

kat be kat daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu 3 grup arasında raf ömrü en kısa ve mikrobiyal gelişime en açık grubun kontrol mandalina grubu olduğu tespit edilmiştir.

AYO ve AYLO kaplı mandalinalarda ise ilk 15 gün gelişim gözlenmemiştir. AYO kaplı mandalinalarda 22. gün ve 30. günlerde mikrobiyal gelişim gözlenmiş olup sırasıyla bu değerler 50 kob/ml ve 100 kob/ml olarak belirlenmiştir. AYO kaplı mandalinalar kontrol grubuna göre daha dayanıklı ve raf ömrü uzun olarak belirlenirken AYLO grubuna göre ise daha dayanıksız ve mikrobiyal gelişime açık olarak değerlendirilmiştir. AYLO kaplı mandalinalarda yalnızca 30. gün mikrobiyal gelişim tespit edilmiştir. 30. gündeki gelişen mikroorganizma sayısı ise 50 kob/ml dir. Bu 3 grup incelendiğinde içlerinde raf ömrü uzun ve mikrobiyal gelişime en dayanıklı olan grubun AYLO kaplı mandalinalar olduğu görülmektedir. Limonen maddesinin antimikrobiyal özellikli oluşu bu sonucumuzu desteklemiştir.

Tablo 4

Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süreci boyunca ölçülen toplam küf/maya sayıları

	Kontrol Mandalina	AYO-Kaplı Mandalina	AYLO-Kaplı Mandalina
1. Gün	NCA (sayılamaz)	-	-
8. Gün	500000 kob/ml	-	-
15. Gün	150000 kob/ml	-	-
22. Gün	4000 kob/ml ^a	50 kob/ml ^b	-
30. Gün	4500 kob/ml ^a	200 kob/ml ^b	50 kob/ml ^c

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Kontrol grubundaki mandalinaların toplam küf/maya sayılarını belirlemek için yapılan ekimler 7 gün arayla her hafta düzenli şekilde yapılmış olup elde edilen veriler Tablo 4'te verilmiştir. Küf ve maya sayımında da örnekler arasında istatistik olarak çok önemli farklılıklar oluşmuştur. Ekim için hazır PDA besiyerleri (diatek marka) kullanılarak

mikrobiyoloji laboratuvarında steril ortam ve steril araç gereçler kullanılarak etüvde uygun süre ve zamanda inkübasyona tabi tutulmuştur. Her bir grup için 2 paralel besiyeri kullanılmış ve sonuçlar bu iki paralelin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki mandalinalardaki toplam küf/maya sayıları sırasıyla 1.gün NCA (sayılamaz) , 8. gün 500000 kob/ml, 15. gün 150000 kob/ml, 22. gün 4000 kob/ml, 30. gün 4500 kob/ml olarak tespit edilmiştir. 1. gün NCA çıkmasının sebebi dilüsyon faktörünün ortalama değer alınmasından kaynaklanmıştır. Beklenenden fazla gelişim olduğu tespit edildikten sonra bu durum 2. haftadan itibaren dilüsyon faktörü değiştirilerek düzeltilmiştir. Kontrol grubundaki küf sayısının çokluğu ilk haftadan görülmüştür. Sonraki haftalarda azalmalar oluşsa da 30. günün sonundaki 4500 kob/ml değeri de oldukça fazladır ve kontrol grubunun raf ömrünün çok kısa olduğunu göstermektedir. Dış kabuktaki kuruma mikroorganizma sayısını küf ve maya olarak ta 15. gün ve 22. günlerde azaltmıştır. Küfün nemli ortamlarda var olduğunu ve çoğaldığı bilinmektedir. Bu durum bizim sonuçlarımızla uyum sağlamıştır.

AYO ve AYLO kaplı mandalinalarda ise ilk 15 gün küf/maya gelişimi toplam canlı mikroorganizmadaki sonuçlar gibi gözlenmemiştir. AYO kaplı mandalinalarda 22. gün ve 30. günlerde mikrobiyal gelişim gözlenmiş olup sırasıyla bu değerler 50 kob/ml ve 200 kob/ml olarak belirlenmiştir. AYO kaplı mandalinalar kontrol grubuna göre daha dayanıklı ve raf ömrü uzun olarak belirlenirken AYLO grubuna göre ise daha dayanıksız ve mikrobiyal gelişime açık olarak değerlendirilmiştir. AYLO kaplı mandalinalarda yalnızca 30. gün mikrobiyal gelişim tespit edilmiştir. 30. gündeki gelişen mikroorganizma sayısı ise 50 kob/ml dir. Bu 3 grup incelendiğinde içlerinde raf ömrü uzun ve mikrobiyal gelişime en dayanıklı olan grubun AYLO kaplı mandalinalar olduğu görülmektedir. Limonen maddesinin antimikrobiyal oluşu bu sonucumuzu desteklemiştir. Toplam canlı mikroorganizma sayımı ile toplam küf/maya sayımı sonuçları birbirini desteklemektedir.

Mikrobiyal gelişimleri tespit etmek amaçlı yapılan çalışmalarımızda açıkça görmekteyiz ki kontrol grubuna göre oleojel kaplı mandalinalarımızın raf ömrü ve dayanıklılığı oldukça yüksektir. Literatürdeki diğer kaplama çalışmaları incelendiğinde de kaplama işleminin ürünleri mikrobiyal gelişim açısından koruduğu ve bu sayede hem kalitesini hem raf ömrünü arttırdığı anlaşılmaktadır. Bir çalışmada, çileklerin raf ömrünü artırmak amacıyla kontrol (saf su), peynir altı suyu proteini (PASP), *Bacillus subtilis* içeren saf su (9 log kob/ml), *B. subtilis* içeren PASP kaplama (9 log kob/ml) olmak üzere 4 farklı uygulama yapılmıştır. Çileklerde kaplamadaki bakteri korunumu, küf inhibisyonu, ağırlık

kaybı, pH, renk ve duyu özelliklerdeki değişimler 25 °C’de 5 günlük depolama boyunca analiz edilmiştir. Çileklerde *B. subtilis* korunumu saf su ile uygulandığında 77%; PASP kaplama ile uygulandığında ise 83%’tir. Küf inhibisyonu kontrole kıyasla *B. subtilis* içeren su uygulamasında 21%; *B. subtilis* içeren PASP kaplama uygulamasında ise 16%’dir. Depolama, tüm uygulamalarda çilek örneklerinin pH ve renk değerlerini önemli ölçüde değiştirmezken; kaplama uygulanan çileklerde ağırlık kaybını azaltmıştır. Ayrıca duyu analizde *B. subtilis* kaplanan çileklerde yüksek kabul edilebilirlik saptanmıştır (Karabulut vd., 2018).

Bizim çalışmamızın özgünlüğü ise oleojellerin direk mandalina meyvesinde kaplama maddesi olarak kullanılması ve diğer çalışmalardaki sonuçlara benzer faydalar sağlamasıdır. Limonen katkılı oleojelimizle kaplanan mandalinalarımız ise mikrobiyal gelişime karşı oldukça etkili çıkmıştır. Bu da limonenin antimikrobiyal özelliğini verimli şekilde kullandığımızı göstermektedir.

4.6. Kaplanmış Mandalinalarda Depolama Süresinin Sonundaki Fizikokimyasal Değerler

Kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örnekleri 30 gün depolama sonunda soyulmuş ve meyve suları sıkılarak daha önce taze meyvede yapılan Briks, titrasyon asitliği ve pH ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 5’te verilmiştir. Bu tablo taze mandalina örneğine göre depolanmış örneklerde temel fizyolojik değerlerde nasıl bir değişim oluştuğunu göstermektedir. Taze mandalınada Briks değeri %14,9 olarak ölçülmüştür. Bir ay depolama sonunda kontrol (kaplama yapılmamış) örnekte Briks değeri %5,55’e kadar düşmüştür. Taze meyveler hasat sonrasında da canlılıklarını sürdürdükleri için, oda sıcaklığında yapılan bu depolama süresince meyvenin solunum yaptığı ve kuru maddesinin büyük çoğunluğunu oluşturan şekerleri enerji kaynağı olarak kullandığı anlaşılmaktadır. Böylece toplam kuru maddede yani Briks değerinde çok önemli bir düşüş oluşmuştur. AYO ile kaplı örnekte ise 30 gün sonunda Briks değeri %6.17 olarak ölçülmüştür. Yine ciddi bir düşüş bulunmaktadır ancak kontrol örneğine göre daha az bir düşüş olmuştur.

Tablo 5

Taze mandalina ve oleojeller ile kaplanmış mandalinaların 30 gün depolamadan sonra ölçülen bazı analitik değerleri

30 Gün Depolamadan Sonra				
	Taze	Kontrol	AYO Kaplı	AYLO Kaplı
	Mandalina			
Briks (%)	14.9 ± 0.01 ^a	5.55 ± 0.00 ^d	6.17 ± 0.01 ^c	7.65 ± 0.00 ^b
Titrasyon Asitliği (% Sitrik asit)	0.14 ± 0.01 ^a	0.12 ± 0.05 ^b	0.11 ± 0.04 ^c	0.11 ± 0.01 ^c
pH	4.33 ± 0.01 ^a	3.72 ± 0.01 ^b	3.64 ± 0.01 ^c	3.61 ± 0.01 ^c

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Yani kaplanmış örnekte metabolik hız bir miktar yavaşlamış ve kuru madde kaybı daha az bir hızla oluşmuştur. Benzer şekilde AYLO ile kaplanmış örnekte ise 30 günün sonunda Briks değeri %7,65 olarak ölçülmüştür. Yine azımsanmayacak bir düşüş görülmektedir fakat kontrol örneğine göre daha az bir düşüş olmuştur. Yani AYLO ile kaplı örnekte metabolik hız yavaşlayarak kuru madde kaybı diğer 2 gruba göre daha az oluşmuştur. Briks değerlerine bakıldığında en çok düşüş kontrol grubunda olurken en az düşüş AYLO kaplı mandalinalarda meydana gelmiştir. Kuru madde oranını en iyi koruyan kaplamanın AYLO kaplama olduğu açıkça görülmektedir. Yüzeydeki küf gelişiminin de kurumadde de düşüşe neden olabileceği değerlendirilmesi de yapılmıştır.

Titrasyon asitliği (% sitrik asit) değerlerine bakıldığında ise taze mandalina da %0,14 olarak ölçülmüştür. 30 günlük depolamadan sonraki titrasyon asitliği değerleri sırasıyla kontrol grubunda %0,12, AYO ve AYLO kaplı mandalinalarda %0,11 olarak ölçülmüştür. Titrasyon asitliğinde taze mandalina ile 30 gün depolamadan sonraki mandalinalar arasında fark düşük seviyededir. Kontrol grubunun titrasyon asitliği diğer AYO ve AYLO kaplı mandalinalara göre çok az daha yüksek çıkmıştır. İncelenen 3 grup için titrasyon asitliğinde taze mandalinaya göre belirgin bir fark oluşmadığı görülmektedir. Meyvelerde olgunlaşmanın ilerlemesi gözlenen asitlik azalışının nedeni olduğu bilinmektedir (Koyuncu vd. 2005).

Taze mandalinaların pH değeri 4,33 olarak ölçülmüştür. 30 gün depolamadan sonraki kontrol grubunun pH değeri 3,72, AYO kaplı mandalinaların pH değeri 3,64, AYLO kaplı mandalinaların pH değeri ise 3,61 olarak ölçülmüştür. Taze mandalinaların 30 gün depolamadan sonraki pH değerlerinin düştüğü görülmektedir. En az düşüş kontrol grubunda gerçekleşirken en fazla düşüş AYLO kaplı mandalinalarda meydana gelmiştir.

Bir çalışmada (Kubo vd., 1989), elma lezzeti ve kabul edilebilirliği üzerine paketleme filmi ve elma çeşidi kombinasyonunun etkisi, paket içinde oluşan CO₂ ve azalan O₂ den dolayı çok önemli olduğu belirlenmiştir. Paket içi atmosferde oluşan bu değişim elmanın solunum hızını etkilemiştir. Bu nedenle paket içinde oluşan yüksek CO₂ birikimi depo ortamında etilen oluşumunu engelleyerek meyve olgunlaşma hızını da bastırmıştır. Bu çalışmada oleojellerle oluşturulan kaplama materyallerinin mandalina meyvesinin olgunlaşma hızını bastırdığı için % titrasyon asitlikleri aynı çıkmıştır. Bu sebeplerle AYO ve AYLO kaplı mandalinaların pH değerleri arasındaki fark, kontrol grubuna göre oldukça düşük çıkmıştır.

Bir ay depolama sonundaki kontrol ve kaplanmış mandalina örneklerinin ve en baştaki taze mandalina örneklerinin tam meyve ve soyulmuş meyvelerin görüntüleri de Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Taze mandalina ve 30 gün depolamadan sonra kesiti alınan kontrol ve oleojeller ile kaplanmış mandalina örneklerinin görüntüleri.

Şekil 16'da görüldüğü gibi 30 gün boyunca depolanmış kontrol mandalinalarının dış ve iç görüntüleri taze mandalinaya kıyasla oldukça değişmiştir. Örneklerde yoğun küflenme, kararma ve büzüşme oluşmuştur. Bu değişimler daha az oranlarda AYO ile kaplanmış

örnekte de oluşmuştur. Ancak AYLO ile kaplanmış örneğim genel durumu diğerlerinden daha iyidir. Yani AYLO kaplama daha fazla muhafaza sağlamıştır. Bunun nedeni olarak bu kaplamanın içinde bulunan limonen maddesinin antimikrobiyal özelliğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

D-limonenin antimikrobiyal etkisi, mikroorganizmanın hücre bütünlüğü ve duvar yapısını zarara uğratması, iletkenlikteki artışa bağlı olarak membran geçirgenliğini değiştirmesi ve hücre içi biyomakromoleküllerin hücre dışına sızması şeklinde kendini göstermektedir (Han vd., 2020) .

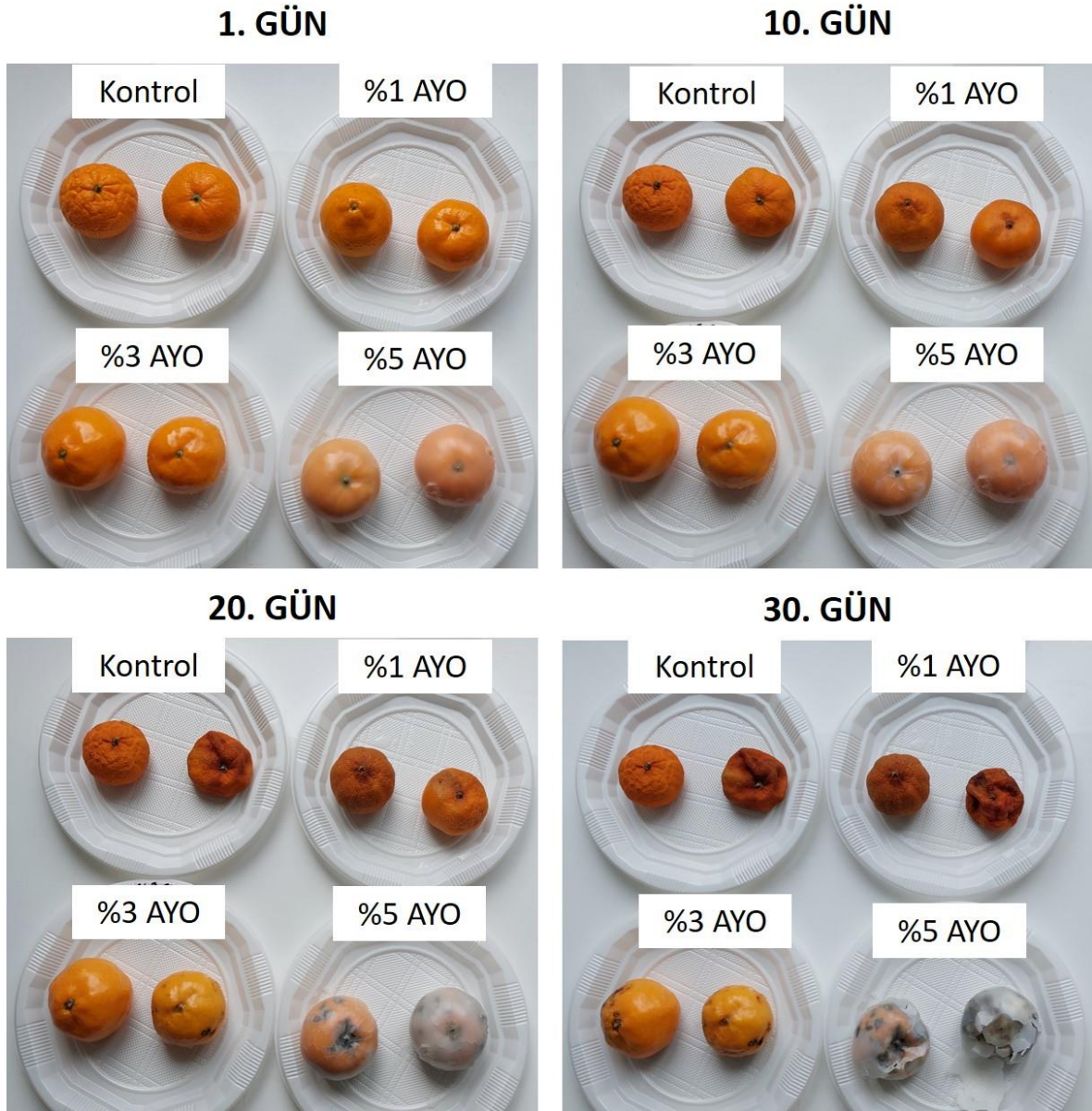
Limonen; kötü tatları baskılamak için tatlandırıcı, losyon, banyo ürünleri ve diğer çeşitli kişisel bakım ürünlerinde hoş koku verici, tarımda herbisit, temizlik ürünlerine yağları çözücü, yanıcı olduğu için biyoyakıt, geleneksel tıpta safra taşı, reflü hastalığı ve mide ekşimesini rahatlatmak gibi farklı sektörlerde pek çok kullanımı olan bir madde özelliği taşımaktadır.

Limonenin terapötik etkilerinin sağlıktaki diğer faydalı etkilerin yanı sıra anti-enflamatuar, antioksidan, antikanser, antidiyabetik, antimikrobiyal, antiviral ve gastroprotektif etkilerinden ileri geldiği bilinmektedir.

Yukarıdaki literatür bilgilerinde de anlaşılacağı üzere limonenin bilimsel çalışmalarda antimikrobiyal özellikte olduğu için kullanımı oldukça yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu çalışmamız da açıkça görülmektedir ki AYLO kaplı limonen içeren oleojel kaplama pek çok yönden diğerlerinden daha iyi sonuçlar vermiş, kaliteyi korumuş, mikrobiyal gelişimi engellemiştir.

4.7. Farklı Oranlarda Organojelatör İçeren Oleojellerle Kaplama Çalışması

Bu çalışmada kullanılan iki oleojelde de organojelatör seviyesi %10'dur, yani ağırlıkça %10 oranında ayçiçek mumu ile oleojeller hazırlanmıştır. Depolama çalışmasında, kaplanmış oleojelin zamanla kabuklaştığı ve çatlamlar oluştuğu gözlenmiştir. Bu nedenle acaba daha düşük oranlarda organojelatör içeren oleojel ile kaplama yapılırsa bu çatlamların önüne geçmek mümkün olabilir mi diye ek bir çalışma yapılmıştır. Hazırlanan %1, %3 ve %5 'lik AYO'lar ile mandalinalar kaplanmış ve 30 gün depolama süresince sadece resimleri çekilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda Şekil 17'de sunulmuştur.



Şekil 17. Farklı konsantrasyonlarda organojelatörlerle hazırlanan AYO ile kaplanmış mandalina örneklerinin depolama süresince elde edilen görüntüleri.

Şekilden de açıkça görüldüğü üzere, ağırlıkça %5 ayçiçek mumu içeren AYO'larla kaplanmış mandalinalarda da 20. günden sonra çatlama ve kabuklaşma görülmüştür. Ağırlıkça %1 organojelatör içeren AYO ile kaplanmış örneklerde ise, 20. günden sonra büzüşme oluşmuştur. Öte yandan %3 'lük oleojel ile kaplanmış örneklerde 30 gün sonunda çok az bir renk değişmesi oluşmuştur. Bu sonuç bize ayçiçek yağı: ayçiçek mumu oleojelinin ancak yaklaşık %3 organojelatör konsantrasyonunda iken mandalina kaplamaya daha uygun bir jel sağladığını göstermiştir. Çalışmayı tümünden yeniden yapmak COVID-19'dan dolayı mümkün olmamıştır, ancak benzer çalışmalarda %10'luk oleojelin çok kalın film

oluşturduğu ve sonrasında depolama s¼recinde de çatlamalar meydana geldiği anlaşıldığı için, benzer çalışmalarda ¼nce bir ¼n-çalışma ile en ideal oleojel yapısının belirlenmesi ¼nerilmiřtir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıda sanayisindeki en önemli ihtiyaçlardan biri de taze ürünlerinin raf ömürlerinin uzatılarak işlenmesinin sağlanmasıdır. Meyveler hasat edildikten sonra da solunumlarını ve canlılıklarını sürdürdükleri için bozulma olasılığı oldukça yüksek, raf ömürleri ise oldukça kısa olan gıda maddelerindedir. Ham maddenin mikrobiyal gelişime açık olduğu ve kısa sürede bozulduğu ürünleri ülke ekonomisine kazandırmak ise katma değer sağlayacaktır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında mandalınayı oleojel kaplama maddesi ile kaplayarak hem raf ömrünü uzatıp hem işlenmeden önce kalitesini uzun süre korumasını sağlama amaçlanmıştır. Çalışma Balıkesir ilinin Edremit ilçesinden alınan Satsuma cinsi mandalinalarla yapılmıştır. Bu bölgede mandalina bahçeleri oldukça fazla sayıda fakat bu ürün yüksek miktarda üretildiğinde tüketiciye anında ulaşamamaktadır. Satılana kadar geçen sürede de zaman uzadıkça mandalinalar bozulduğu gerekçesiyle atılmaktadır. Ülke ekonomisine bu anlamda zarar veren oluşumun taze ürünlerin raf ömrünü arttırmaya çalışarak azaltılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada ayçiçeği yağı: ayçiçeği mumu (90:10, ağırlıkça) oleojeli ve ayçiçeği yağı: limonen: ayçiçeği mumu (80:10:10) oleojeli hazırlanmış ve oleojel ergimiş haldeyken (80°C’de) mandalinalar daldırılıp 10 saniye bekletildikten sonra çıkarılmış ve oda sıcaklığında yüzeyde ince bir oleojel filminin oluşması sağlanmıştır. Kontrole karşı iki deneme grubu olarak hazırlanan oleojel kaplanmış mandalinalar oda sıcaklığında bir ay depolanmış ve bu süreçte aletsel renk, ağırlık kaybı ve mikrobiyal gelişim ölçülmüştür. Taze meyvelerin raf ömrünü artırmak için meyve yüzeyinin farklı materyallerle kaplandığı farklı çalışmalar bulunmaktadır. Ancak literatürde henüz bu amaçla oleojellerin kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmamız literatüre yeni bir bakış açısı kazandırarak atıkların oluşmaması noktasında ülke ekonomisine de katkı sağlayacak ve sonraki çalışmalara bir öncü olacaktır. Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kaplamalarda kullanılan oleojellerin termal özellikleri incelendiğinde; geliştirilen iki oleojelin oda sıcaklığında katı ancak 50°C’nin üstünde ise ergidiği görülmektedir. Bu nedenle su banyosunda tutularak ergitilen oleojellere daldırılan mandalinalar üzerinde ince bir film şeklinde hızlıca donan oleojeller kaplama işlemini kolayca gerçekleştirmiştir.

Kaplamada kullanılmak üzere geliştirilen oleojelin sergilediği akış davranış özellikleri reometre ile gerçekleştirilen bazı analizlerle belirlenmiştir. Bu amaçla çalışma kapsamında geliştirilen oleojellere osilasyon testlerinden gerinim taraması, frekans taraması ve sıcaklık rampa (amplitude sweep, time sweep, frequency sweep, temperature ramp vb.) testleri uygulanmıştır. Böylece kullanılan oleojellerin kaplama olarak nasıl davranacakları tahmin edilmiştir. Kullanılan oleojellerin, oda sıcaklığında katı kosistende olduğu ve bu yapıyı yaklaşık 50 °C sıcaklığa kadar korudukları anlaşılmıştır.

Mandalinalarda depolama süresince görülen fiziksel değişimlere bakıldığında ise kontrol grubunun parlaklığını ve rengini kısa zamanda kaybettiği görülmüştür. Oleojel ile kaplı mandalinalar ise kontrol grubuna göre rengini ve parlaklığını korumayı başarmıştır. En iyi sonuç ise AYLO kaplı mandalinalardan alınmıştır. Mandalinalarda depolama süresince görülen ağırlık kaybı ise en fazla kontrol grubunda olurken en az kayıp olan grup AYLO kaplı mandalinalarda olmuştur. Mandalinalarda depolama süresince görülen mikrobiyal değişimleri tespit edebilmek için toplam canlı mikroorganizma sayısı ile toplam küf/maya sayıları yapılan ekimler sonucunda incelenmiştir. Mikrobiyal gelişimin kısa sürede ve oldukça fazla görüldüğü grup kontrol grubu iken en dayanıklı ve gelişimi engelleyen yapıda olan grubun AYLO kaplı mandalinalar olduğu anlaşılmıştır. AYLO kaplı oleojeldeki limonenin varlığı da antimikrobiyal etkisini kanıtlayarak mikroorganizma yükü oldukça düşük çıkan grup olmuştur.

Mandalinalarda 30 gün depolamadan sonra elde edilen fizyolojik değerlere baktığımızda Briks (%) değerinin en fazla azalma olduğu ve saptığı grup kontrol grubudur. AYLO ile kaplı mandalinaların Briks (%) değeri ise en az azalma gösteren grup olmuştur. Titrasyon asitliği (% sitrik asit) ise incelenen üç grupta da benzer sonuçlar vermiştir. Bariz bir fark görülmemiş olup taze mandalinaya göre düşük değerlerde çıkmıştır. Ölçülen pH değerlerinde de taze mandalinaya göre daha düşük değerler elde edilse de yüksek farklar meydana gelmemiştir. Farklı oranlarda organojelatör içeren oleojeller denendiğinde sonuçlar bize ayçiçek yağı-ayçiçek mumu oleojelinin ancak yaklaşık %3 organojelatör konsantrasyonunda iken mandalina kaplamaya daha uygun bir jel sağladığını göstermiştir. Öte yandan %10'luk oleojelin çok kalın film oluşturduğu ve sonrasında depolama sürecinde de çatlamlar meydana geldiği anlaşılmıştır. Bu tarz çalışmalarda önce bir ön-çalışma ile en ideal oleojel yapısının belirlenmesi gerektiği önerilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmayla iki farklı oleojelin mandalinada kaplama materyali olarak kullanılması mandalınanın kalitesini ve raf ömrünü arttırmıştır. Kontrol grubuyla kıyaslandığında tüm parametrelerde oleojellerle kaplı olan mandalinalar çok daha üstün özelliklerde çıkmıştır. Özellikle AYLO kaplı limonen gibi antimikrobiyal madde içeriğine sahip kaplamaların kaplanan ürünü daha da kaliteli ve dayanıklı hale getirdiği verilerle saptanmıştır. Gelecekteki gıdalarda kaplama materyali çalışmalarında bu durum göz önüne alınmalı ve geliştirilmelidir. Oleojellerin doğrudan gıda kaplama maddesi olarak kullanılmasını da ilk kez dile getiren bu tez çalışmamızın inovatif yanıyla da pek çok çalışmaya öncülük edeceğini beklemekteyiz.



KAYNAKÇA

Adrah, K., Chetacukwu, S. ve Tahergorabi, R. (2022). ‘‘Kaplanmış Çiğ ve Yağda Kızartılmış Tavuğun Fizikokimyasal ve Mikrobiyal Kalitesi’’, *LWT (154 Cilt)*. Gıda ve Beslenme Bilimleri Programı, Kuzey Karolina Tarım ve Teknik Devlet Üniversitesi, ABD.

Aloui, H., Licciardello, F., Khwaldia, K., Hamdi, M. ve Restuccia, C. (2015). ‘‘Physical properties and antifungal activity of bioactive films containing *Wickerhamomyces anomalus* killer yeast and their application for preservation of oranges and control of postharvest green mold caused by *Penicillium digitatum*’’. *International Journal of Food Microbiology*, 200, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.01.015>

Aygün, İ., Çakmak, B. ve Alayunt, F. N. (2018). ‘‘Narenciye hasadının ergonomik açıdan incelenmesi’’. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 312-318. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliğı Bölümü, 35100, İzmir. DOI: [10.21923/jesd.358270](https://doi.org/10.21923/jesd.358270)

Ayrancı, E. ve Tunç, S. (1997). ‘‘Selüloz bazlı yenilebilir filmler ve taze fasulye ve çilek üzerine etkileri’’, *Z Lebensm Unters Forsch* 205, 470-473. Kimya Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya. <https://doi.org/10.1007/s002170050201>

Ayten, A. ve Arslan, N. (2011). Limon Kabuğı Selülozundan Üretilen Karboksimetil Selülozun Reolojik Davranışı ve Meyve Kaplama Filmlerinde Hidrofil Polimer Olarak Kullanılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Berber, E. ve Mustafa, A. (2021). ‘‘Yenilebilir Kaplama Filmlerinin Oluşturulması ve Karakterizasyonu: Portakal ve Limon Meyvelerinde Uygulanması’’. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3), 2041-2050. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır. DOI: [10.21597/jist.848482](https://doi.org/10.21597/jist.848482)

Birinci, M. C. ve Yayla, Ö. (2021). *Rekreasyon ve Turizm Araştırmaları*. Çizgi Kitabevi Yayıncı Sertifika No:17536 Cilt 58, Sayı 1.

Can Aydın, B. (2019). “Türkiye’de mandalin üretimi ve pazarlaması üzerine bir dış pazar araştırması”, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, 2019 Bildiriler Kitabı Cilt II (Fen Bilimleri). Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Myo, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, Kocaeli.

Co, E. D., ve Marangoni, A. G. (2018). “Oleogels: an introduction”. *In Edible oleogels* (pp. 1-29). AOCS Press. Guelph Üniversitesi, Guelph, ON, Kanada.

Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., ve Ueno, S. (2011). “Formation of oleogels based on edible lipid materials”. *Current opinion in colloid & interface science*, 16(5), 432-439. Biyoürünler ve Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Minnesota Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2011.05.005>

De León-Zapata, M. A., Pastrana-Castro, L., Barbosa-Pereira, L., Rua-Rodríguez, M. L., Saucedo, S., Ventura-Sobrevilla, J. M. ve Aguilar, C. N. (2017). “Nanocoating with extract of tarbush to retard Fuji apples senescence”. *Postharvest Biology and Technology*, 134, 67-75. Analitik ve Biyokimya Gıda Laboratuvarı, Fen Fakültesi, İspanya. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.08.010>

De Vries, A., (2015). ‘Kademeli Solvent Değişim Yoluyla Protein Hidrojellerinden Protein Olejelleri’. Amerikan Kimya Derneği , *Langmuir* 2015 , 31 , 51 , 13850–13859

Demiralp, Ş. Y., Soncu, E. D., ve Kolsarıcı, N. (2017). “Olejeller ve emülsifiye et ürünlerinde kullanımı”. *Gıda*, 42(5), 505-513. [doi: 10.15237/gida.GD17017](https://doi.org/10.15237/gida.GD17017)

Demirci, A. N. , Çömlekcioğlu, N. ve Aygan, A. , (2020) . “Determination of the chemical composition, antimicrobial activity and flavonoid content of the essential oils of cedrus libani and pinus nigra subsp. pallasiana”. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(8): 1747-1754. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 46050 Kahramanmaraş. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1747-1754.3489>

Dhall, R. K. (2013). “Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review”. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 435-450. Sebze Bitkileri Bölümü, Punjab Ziraat Üniversitesi, Hindistan. [doi: 10.1080/10408398.2010.541568](https://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568).

Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G. ve Banu, M. S. (2012). "Edible films from polysaccharides". *Food science and quality management*, 3(0), 9-18.

Ertek, N., Dağdemir, V. ve Keskin, A. (2020). "Türkiye'de mandalina piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları". *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 119-125.

Eser, Y. ve Doğruer, Y. (2022). "Gıdalarda yenilebilir filmler ve kaplamalar". Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, KONYA, Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi, 28:18-29 (2022/2).

FDA (2022). Bacteriological Analytical Manual (BAM). Erişim: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>

Galus, S. ve Kadzińska, J. (2015). "Food applications of emulsion-based edible films and coatings". *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 273-283. Gıda Mühendisliği ve Süreç Yönetimi Bölümü, Gıda Bilimleri Fakültesi, Varşova Yaşam Bilimleri Üniversitesi, Polonya. [doi:10.1016/j.tifs.2015.07.011](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.011).

Gontard, N. ve Guilbert, S. (1994). "Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin". *In Food packaging and preservation* (pp. 159-181).

Han, JH (2014). "Edible films and coatings: A review", in *Innovations in Food Packaging* (Second Edition), Han, J. H., Ed., ed San Diego: Academic Press pp. 213-255. Teksas, ABD.

Han, Y., Sun, Z. ve Chen, W. (2019). "Antimicrobial susceptibility and antibacterial mechanism of limonene against *Listeria monocytogenes*". *Molecules*, 25(1), 33. Gıda Bilimleri ve Mühendisliği Koleji, Hainan Üniversitesi, Çin.

Hanani, Z. N., Roos, Y. H. ve Kerry, J. P. (2014). "Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products". *International journal of biological macromolecules*, 71, 94-102. Gıda Paketleme Grubu, Gıda ve Beslenme Bilimleri Okulu, University College Cork, İrlanda Ulusal Üniversitesi, Cork, İrlanda.

Hao, P., Lou, X., Tang, L., Wang, F., Chong, Z. ve Guo, L. (2022). "Solvent-free fabrication of slippery coatings from edible raw materials for reducing yogurt adhesion". *Progress in Organic Coatings*, 162, 106590. Çin Eğitimi Mini Tabanlı Eğitiminin İleri Malzemelerinin Temel Laboratuvarı, Kimya Mühendisliği Bölümü, Tsinghua Üniversitesi, Çin Halk Cumhuriyeti.

Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M. ve 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. Kimya Enstitüsü, Devlet Koleji Üniversitesi Faisalabad, Pakistan.

Kara, S., (2019). Karnauba ve Balmumu Vaksları İle Hazırlanan Oleojellerin DSC VE FT-IR Spektroskopisi ile Karakterizasyonu. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul.

Karabulut, G., Efendioğlu, B., Kurtuluş, B., Turan, E., Kuyumcu, H., Şule, E. S. E. N. ve Mehmetoğlu, A. Ç. (2018). "Bacillus subtilis içeren yenilebilir kaplama uygulamasının çileğin raf ömrüne etkisi". *Gıda*, 43(1), 53-63. Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya. [doi: 10.15237/gida.GD17054](https://doi.org/10.15237/gida.GD17054)

Karakaş, Z. F. (2021). Bazı Yenilebilir Kompozit Kaplamaların Meyve Barlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kasapoğlu, E. D. ve Törnük, F. (2013). "Mikroorganizma taşıyıcısı yenilebilir filmler ve kaplamalar". *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(4), 518-529. [doi: 10.29133/yyutbd.449424](https://doi.org/10.29133/yyutbd.449424)

Kasım, U. ve Kasım, R. (2019). “ YAŞ MEYVE VE SEBZELER MUMLAMA VE UYGULAMADAKİ SORUNLARI” .Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu, International Marmara Sciences Congress (Autumn) 2019 Proceedings Book (Natural and Applied Sciences).

Khorrām, F., Ramezaniān, A. ve Hosseini, S. M. H. (2017). “Shellac, gelatin and Persian gum as alternative coating for orange fruit”. *Scientia Horticulturae*, 225, 22-28. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Şiraz Üniversitesi, Şiraz, İran.

Kim, I. H., Oh, Y. A., Lee, H., Song, K. B. ve Min, S. C. (2014). “Grape berry coatings of lemongrass oil-incorporating nanoemulsion”. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1), 1-10. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Seul Kadın Üniversitesi, Seul 139-774, Kore Cumhuriyeti.

Kouassi, K. H. S., Bajji, M. ve Jijakli, H. (2012). “The control of postharvest blue and green molds of citrus in relation with essential oil–wax formulations, adherence and viscosity”. *Postharvest Biology and Technology*, 73, 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.06.008>

Krochta, J. M. (2002). “Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities”. *Protein-based films and coatings*, 1, 1-40.

Krochta, J. M. ve De Mulder-Johnston, C. (1997). “Edible & biodegradable polymer films: Challenges and opportunities”. *J Food Technol-chicago*, 51, 2-8.

Lin, D., ve Zhao, Y. (2007). “Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables”. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 6(3), 60-75. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00018.x>

Lupi, F. R., Gabriele, D., Facciolo, D., Baldino, N., Seta, L. ve De Cindio, B. (2012). “Effect of organogelator and fat source on rheological properties of olive oil-based organogels”. *Food Research International*, 46(1), 177-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.029>

Maringgal, B., Hashim, N., Tawakkal, I. S. M. A. ve Mohamed, M. T. M. (2020). "Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality". *Trends in Food Science & Technology*, 96, 253-267. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.024>

Martins, A. J., Silva, P., Maciel, F., Pastrana, L. M., Cunha, R. L., Cerqueira, M. A. ve Vicente, A. A. (2019). "Hybrid gels: Influence of oleogel/hydrogel ratio on rheological and textural properties". *Food research international*, 116, 1298-1305. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.019>

Mezger, T.G. (2014). *Applied Rheology*. Austria: Anton Paar GmbH.

Min, S., Harris, L. J. ve Krochta, J. M. (2005). "Antimicrobial effects of lactoferrin, lysozyme, and the lactoperoxidase system and edible whey protein films incorporating the lactoperoxidase system against Salmonella enterica and Escherichia coli O157: H7". *Journal of Food Science*, 70(7), m332-m338. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11476.x>

Minitab. (2010). Minitab Statistical Software. Minitab, Inc., State College, Pennsylvania, USA.

Motamedi, E., Nasiri, J. ve Malidarreh, R. (2018). "Karnauba mumu-nanokil emülsiyon kaplamalarının 'Valencia' portakal meyvesinin hasat sonrası kalitesi üzerindeki performansı". <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.002>

Niyaz, Ö. ve Demirbaş, N. (2011). Türkiye yaş meyve üretim ve ihracatının son on yıllık döneminin değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi 2011; 17(1): 37 - 45*.

Oğuzhan Yıldız, P. (2019). "Turunçgil kabuk yağlarının gökkuşağı alabalığı (oncorhynchus mykiss) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri". *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(1): 17-26 (2019) <https://doi.org/10.17216/limnofish.423440>

Olivas, G. I. ve Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). "Edible coatings for fresh-cut fruits". *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(7-8), 657-670. Washington Eyalet Üniversitesi, Pullman, ABD. <https://doi.org/10.1080/10408690490911837>

Oliveira, V. R. L., Santos, F. K. G., Leite, R. H. L., Aroucha, E. M. M. ve Silva, K. N. O. (2018). "Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest

conservation of guavas”. *Food chemistry*, 259, 55-64. Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Brezilya. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.101>

Otoni, C. G., Avena-Bustillos, R. J., Azeredo, H. M., Lorevice, M. V., Moura, M. R., Mattoso, L. H. ve McHugh, T. H. (2017). “Recent advances on edible films based on fruits and vegetables—a review”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 1151-1169. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12281>

Öz, A. ve Süfer, Ö. (2016). “Doğal Bileşiklerin MAP ile Kombinasyonun Meyve ve Sebze Kalitesi ve Muhafaza Ömrü Üzerine Etkileri”. *researchgate.net*. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmaniye.

Özay, G., (1993). “Bazı Gıdaların Su Aktivitesi Yönünden İncelenmesi”. TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü, Gebze KOCAELİ Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Palou, L., Valencia-Chamorro, S. A. ve Pérez-Gago, M. B. (2015). “Antifungal edible coatings for fresh citrus fruit: A review”. *Coatings*, 5(4), 962-986. <https://doi.org/10.3390/coatings5040962>

Pérez-Monterroza, E. J., Márquez-Cardozo, C. J. ve Ciro-Velásquez, H. J. (2014). “Rheological behavior of avocado (*Persea americana* Mill, cv. Hass) oleogels considering the combined effect of structuring agents”. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 673-679. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.020>

Polat, H. (2007). İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmler ve Kaplamaların Uygulamaları. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.

Pomeranz, Y. ve Meloan C.E. (1994). *Food Analysis, Theory and Practice*. New York: Chapman & Hall Publishing Co.

Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J. ve Martín-Belloso, O. (2008). “Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon”. *International journal of food microbiology*, 121(3), 313-327. Gıda

Teknolojisi Bölümü, Lleida Üniversitesi. UTPV-CERTA, Av. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198 Lleida, İspanya. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.010>

Samancı, Ö. (2008). 19. Yüzyıl İstanbul Ve Osmanlı Saray Mutfak Kültürü. In Türk Mutfağı. Kültür ve Turizm Bakanlığı.

Seehanam, P., Boonyakiat, D. ve Rattanapanone, N. (2010). “Physiological and physicochemical responses of Sai Nam Phueng’ tangerine to commercial coatings”. *HortScience*, 45(4), 605-609. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.4.605>

Serrano, M., Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillén, F., Martinez-Romero, D. ve Valero, D. (2009). “Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(8), 3240-3246. <https://doi.org/10.1021/jf803949k>

Skurtys Acevedo, C., Pedreschi, F., Enrione, J., Osorio, F. ve Aguilera, J. M. (2014). “Food hydrocolloid edible films and coatings”.

Snoeijer, J. H., Ziegler, J., Andreotti, B., Fermigier, M. ve Eggers, J. (2008). “Thick films of viscous fluid coating a plate withdrawn from a liquid reservoir”. *Physical review letters*, 100(24), 244502. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.244502>

Springer Boston, MA. ve Halkman, K. (2019). *Mikroorganizma Analizleri Gıda Mikrobiyolojisi* (ed K.Halkman) Ankara: Başak Matbaacılık.

Tural, S., Sarıcaoğlu, F. T. ve Turhan, S. (2017). “Yenilebilir film ve kaplamalar: Üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları”. *Akademik Gıda*, 15(1), 84-94.

TÜİK (2017). Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2017. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2017-24581> Erişim Tarihi: 28.06.2022

Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. ve González-Martínez, C. (2006). “Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest biology and technology*”, 41(2), 164-171.75. Gıda Teknolojisi Bölümü-IIAD, Universidad

Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, İspanya.<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.016>

Yılmaz, E. ve Öğütçü, M. (2014). “Balmumu ve Ayçiçeği Balmumu İçeren Zeytinyağı Organojellerinin Kahvaltılık Margarin ile Karşılaştırmalı Analizi”. *Journal of Food Science* <https://doi.org/0.1111/1750-3841.12561>

Yılmaz, E., Öğütçü, M. ve Güneser, O. (2015). “Influence of storage on physico-chemical and volatile features of enriched and aromatized wax organogels”. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 92, 1429–1443.

Yılmaz, E., Keskin Uslu, E. ve Öz, C. (2021). “Oleogels of some plant waxes: Characterization and comparison with sunflower wax oleogel”. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 98(6), 643-655. DOI 10.1002/aocs.12490

Yousuf, B., Wu, S. ve Gao, Y. (2021). “Characteristics of karaya gum based films: Amelioration by inclusion of Schisandra chinensis oil and its oleogel in the film formulation”. *Food Chemistry*, 345, 128859. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Tarım ve Biyoloji Okulu, Şanghay Jiao Tong Üniversitesi, Çin. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128859>

Yüksel, Ç., Atalay, D. ve Erge, H. S. (2020). “Yenilebilir kaplamaların taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kullanımı”. *Gıda*, 45(2), 340-355. [Doi: 10.15237/gida.GD19144](https://doi.org/10.15237/gida.GD19144)

Zhao, K., Cao, X. D. ve Zhu, S. X. (2011). “Effects of different concentrations of beeswax coating agent on Taiwan green jujube during storage”. *Storage & Process*, 4(7).