

**KİRAZ VE KAYISI AĞACI REÇİNELERİNİN YENİLEBİLİR
FİLM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE GIDA
KAPLAMASINDA KULLANIMLARI**

Sema ÖZMERT ERGİN

BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hilmi YAMAN

Doç. Dr. Veli GÖK

Tez No: 2015/002

2015- AFYONKARAHİSAR

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİRAZ VE KAYISI AĞACI REÇİNELERİNİN
YENİLEBİLİR FİLM ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ VE GIDA KAPLAMASINDA
KULLANIMLARI**

Sema ÖZMERT ERGİN

**BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

**Prof. Dr. Hilmi YAMAN
Doç. Dr. Veli GÖK**

**Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu
tarafından 12.SAĞ.BİL.17 proje numarası ile desteklenmiştir.**

Tez No: 2015/002

2015- AFYONKARAHİSAR

KABUL ve ONAY

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Programı

çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından

Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27/02/2015



Prof. Dr. Hilmi YAMAN

Adnan Menderes Üniversitesi

Doç. Dr. Veli GÖK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet SERTESER

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Recep KARA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Doç. Dr. Metnem DİLEK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Zeki GÜRLER

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Gökhan AKARCA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Sema ÖZMERT ERGİN'in 'Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin yenilebilir film özelliklerinin incelenmesi ve gıda kaplamasında kullanımları' başlıklı tezi ..04.03.2015... günü saat ..16:00...'de Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Abdullah ERYAVUZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma Adnan Menderes Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Hilmi Yaman ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Veli Gök danışmanlığında hazırlanarak, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne Doktora Tezi olarak sunulmuştur. Önerilen doktora tezi Afyon Kocatepe Üniversitesi BAP Komisyonu tarafından 12.SAĞ.BİL.17 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Öncelikle benim doktora programına başlamama vesile olan, bilim adamı kimliğini en iyi şekilde temsil eden saygıdeğer hocam Prof. Dr. Levent Akkaya'ya ve sona ulaşmamda büyük emeği olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, akademik hayatındaki başarılarıyla örnek aldığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hilmi Yaman'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmalarına referans olması sebebiyle kendisiyle tanışma fırsatı yakaladığım, tezin hazırlanması ve yorumlanmasındaki yardım ve desteğiyle minnettar olduğum değerli hocam Doç. Dr. Meltem Dilek'e; bana her konuda yardımcı olan, pratik çözüm ve yönlendirmeleriyle beni motive eden ikinci danışman hocam Sayın Doç. Dr. Veli Gök'e; tez çalışmamda bilgi ve yardımlarına başvurduğum bölüm başkanımız Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeki Gürler'e; bu çalışmada kullanılmak üzere ağaç reçinelerini temin eden değerli büyüğüm Atila Kaya'ya; kimyasal analizlerin yapılmasını sağlayan Arş. Gör. Mehmet Fatih Yılmaz'a; mikrobiyolojik analizlerin yapımında bana yardım eden arkadaşlarım Biyolog Fahriye Kan ve Arş. Gör. Yağmur Nil Demirel'e teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatımın bu son basamağına gelmemde en büyük rolü olan, aynı sabır ve heyecanı paylaştığımız, bu sürecin destekleyicisi canım aileme, annem babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkürler ediyorum.

Son olarak ilgi, anlayış ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan sevgili eşime teşekkür ediyor ve bu çalışmayı biricik kızımız Buğlem'e armağan ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Kabul ve onay	ii
Önsöz	iii
İçindekiler	iv
Simgeler ve kısaltmalar dizini.....	vii
Şekiller dizini	viii
Çizelgeler dizini	x
Resimler dizini	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1. Gıdalarda meydana gelen bozulmalar	2
1.2. Yenilebilir film ve kaplamaların tarihçesi.....	3
1.3. Yenilebilir ambalajların avantajları.....	4
1.4. Yenilebilir film ve kaplamaların taşınması gereken özellikler	5
1.5. Yenilebilir kaplama yapımında kullanılan maddeler	6
1.5.1. Film yapıcı polimer	7
1.5.1.1. Polisakkarit filmler.....	7
1.5.1.2. Protein filmler	9
1.5.1.3. Lipid filmler	11
1.5.1.4. Kompozit filmler.....	12
1.5.2. Çözgen	13
1.5.3. Plastikleştirici.....	13
1.6. Ağaç reçinelerinin özellikleri ve kullanım alanları	16
1.7. Gıda üzerine yenilebilir kaplama uygulama şekilleri.....	17
1.7.1. Daldırma yöntemi	18
1.7.2. Püskürtme yöntemi	18
1.7.3. Dökme yöntemi.....	19
1.7.4. Boyama yöntemi	19
1.8. Yenilebilir ambalajların gıdalarda kullanımı	19
1.8.1. Meyve ve sebzelerde kullanımı.....	20
1.8.2. Süt ürünlerinde kullanımı.....	23
1.8.3. Et ve et ürünlerinde kullanımı.....	24
1.8.4. Su ürünlerinde kullanımı.....	26
1.9. Antimikrobiyal madde içeren yenilebilir kaplamalar	28
1.10. Çilek meyvesi ve özellikleri.....	31
1.11. Yenidünya meyvesi ve özellikleri.....	32
1.12. Araştırmanın amacı	33

2. GEREÇ VE YÖNTEM	35
2.1. Reçinelerin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve filmlerin hazırlanması.....	35
2.1.1. Gereç	35
2.1.2. Yöntem.....	36
2.1.2.1. Reçinelerin elementel analizleri	36
2.1.2.2. Reçinelerin kuru madde miktarlarının belirlenmesi.....	37
2.1.2.3. Reçinelerin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi.....	37
2.1.2.4. Reçinelerin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi.....	38
2.1.2.5. Polimer film çözeltilerinin hazırlanması	38
2.1.2.6. Filmlerin termal analizleri.....	39
2.1.2.7. Filmlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yüzey analizleri	40
2.2. Gıdaların filmlerle kaplanması.....	40
2.2.1. Gereç	40
2.2.2. Yöntem.....	41
2.2.2.1. Çilek ve yenidoğya meyvelerinin filmlerle kaplanması.....	41
2.2.3. Çilek ve yenidoğya meyvelerinin raf ömrünün incelenmesi.....	41
2.2.4. Çilek ve yenidoğya meyvelerinin mikrobiyolojik analizleri.....	42
2.2.4.1. Numunelerin alınması ve dilüsyonların hazırlanması.....	42
2.2.4.2. Toplam bakteri sayımı.....	42
2.2.4.3. Toplam maya-küf sayımı	43
2.2.4.4. Toplam koliform bakteri sayımı.....	43
2.2.5. Çilek ve yenidoğya meyvelerinde ağırlık kayıplarının incelenmesi	43
2.2.6. Çilek ve yenidoğya meyvelerinin duyuşal analizleri	44
2.2.7. İstatistiksel analizler.....	46
3. BULGULAR	47
3.1. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin elementel analiz bulguları	47
3.2. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin kuru madde miktarları	47
3.3. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin toplam fenolik madde miktarları	48
3.4. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin antioksidan kapasite değerleri	48
3.5. Kiraz ağacı reçinesinden hazırlanan filmin termal analiz bulguları.....	49
3.6. Kayısı ağacı reçinesinden hazırlanan filmin termal analiz bulguları	50
3.7. Kiraz ağacı reçinesinden hazırlanan filmin SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile yüzey analizi	51
3.8. Kayısı ağacı reçinesinden hazırlanan filmin SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile yüzey analizi	52
3.9. 4±1 °C’de yenilebilir film uygulanan çilek örneklerine ait bulgular.....	53
3.9.1. Raf ömrüne ait bulgular	53
3.9.2. Mikrobiyolojik analiz bulguları	53
3.9.3. Ağırlık kayıplarına ait bulgular	56
3.9.4. Duyuşal analiz bulguları	58
3.10. 20±1 °C’de yenilebilir film uygulanan çilek örneklerine ait bulgular.....	61
3.10.1. Raf ömrüne ait bulgular	61
3.10.2. Mikrobiyolojik analiz bulguları	61
3.10.3. Ağırlık kayıplarına ait bulgular.....	64

Sayfa

3.10.4. Duyusal analiz bulguları	65
3.11. +4 °C’de yenilebilir film uygulanan yenedünya örneklerine ait bulgular.....	69
3.11.1. Raf ömrüne ait bulgular	69
3.11.2. Mikrobiyolojik analiz bulguları	69
3.11.3. Ağırlık kayıplarına ait bulgular	73
3.11.4. Duyusal analiz bulguları	74
3.12. +20°C’de yenilebilir film uygulanan yenedünya örneklerine ait bulgular.....	77
3.12.1. Raf ömrüne ait bulgular	77
3.12.2. Mikrobiyolojik analiz bulguları	78
3.12.3. Ağırlık kayıplarına ait bulgular	81
3.12.4. Duyusal analiz bulguları	82
4. TARTIŞMA	86
4.1. Reçinelerin kimyasal özellikleri.....	86
4.1.1. Elementel analizleri.....	86
4.1.2. Kuru madde miktarları	86
4.1.3. Fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri	87
4.2. Filmlerin özellikleri.....	89
4.2.1. Termal özellikler	90
4.2.2. Yüzeysel yapı özellikleri.....	92
4.3. Filmlerin kaplanan gıdalara olan etkileri	93
4.3.1. Raf ömürleri	93
4.3.2. Mikrobiyolojik özellikler	97
4.3.3. Ağırlık kayıpları	100
4.3.4. Duyusal özellikler	103
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	105
ÖZET.....	108
SUMMARY	109
KAYNAKLAR	110

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

a_w	Su aktivitesi
CMC	Karboksümetil selüloz
DPPH	Difenil pikril hidrazil
EC ₅₀	Ortalama etki konsantrasyonu
EDTA	Etilen diamin tetra asedikasit
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GRAS	Genellikle güvenilir kabul edilen
°K/dk	Kelvin/dakika
kob	Koloni oluşturan birim
kV	Kilovolt
LBG	Locust bean gum
log	Logaritma
MAP	Modifiye atmosfer paketlenme
µL	Mikrolitre
nm	Nanometre
PCA	Plate count agar
PDA	Potato dextrose agar
PVA	Polivinil alkol
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SMF	Semperfresh
T	Sıcaklık
TG-DSC	Termal gravimetri-diferansiyel taramalı kalorimetri
UV	Ultraviyole
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Püskürtme yönteminin çeşitleri	19
Şekil 3.1. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin kuru madde miktarları.....	47
Şekil 3.2. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin fenolik madde miktarları.....	48
Şekil 3.3. Kiraz ağacı reçinesi filminin DSC eğrisi	49
Şekil 3.4. Kiraz ağacı reçinesi filminin sıcaklığa bağlı ağırlık değişimi	50
Şekil 3.5. Kayısı ağacı reçinesi filminin DSC eğrisi	50
Şekil 3.6. Kayısı ağacı reçinesi filminin sıcaklığa bağlı ağırlık değişimi.....	51
Şekil 3.7. Kiraz ağacı reçinesi filminin 15 kV'ta alınan SEM görüntüsü.....	52
Şekil 3.8. Kayısı ağacı reçinesi filminin 15 kV'ta alınan SEM görüntüsü	52
Şekil 3.9. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri.....	54
Şekil 3.10. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri.....	55
Şekil 3.11. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri.....	56
Şekil 3.12. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin ağırlık kayıpları	57
Şekil 3.13. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri.....	62
Şekil 3.14. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri.....	63
Şekil 3.15. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri.....	64
Şekil 3.16. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin ağırlık kayıpları	65
Şekil 3.17. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri.....	70
Şekil 3.18. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri.....	71
Şekil 3.19. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri..	72

Sayfa

Şekil 3.20. 4 ± 1 °C’de yenidoğya örneklerinin ağırlık kayıpları	74
Şekil 3.21. 20 ± 1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri.....	79
Şekil 3.22. 20 ± 1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri.....	80
Şekil 3.23. 20 ± 1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri.....	81
Şekil 3.24. 20 ± 1 °C’de yenidoğya örneklerinin ağırlık kayıpları	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Sorbitolün özellikleri	15
Çizelge 1.2. Gliserolün özellikleri	15
Çizelge 1.3. Antimikrobiyal maddeler ve hedef mikroorganizmalar	30
Çizelge 1.4. Antimikrobiyal yenilebilir film ve kaplamaların gıda uygulamaları.....	31
Çizelge 2.1. Duyusal değerlendirme formu	45
Çizelge 3.1. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinde bulunan elementlerin miktarları (%)	47
Çizelge 3.2. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri.....	54
Çizelge 3.3. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri.....	55
Çizelge 3.4. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri.....	56
Çizelge 3.5. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri.....	57
Çizelge 3.6. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları	58
Çizelge 3.7. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey parlaklığı puanları	59
Çizelge 3.8. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey rengi puanları	59
Çizelge 3.9. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin tekstür puanları	60
Çizelge 3.10. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin aroma puanları.....	60
Çizelge 3.11. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin genel beğeni puanları	61
Çizelge 3.12. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri.....	62
Çizelge 3.13. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri.....	63
Çizelge 3.14. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri.....	64
Çizelge 3.15. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri.....	65

Sayfa

Çizelge 3.16. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları	66
Çizelge 3.17. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey parlaklığı puanları	66
Çizelge 3.18. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey rengi puanları	67
Çizelge 3.19. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin tekstür puanları	67
Çizelge 3.20. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin aroma puanları	68
Çizelge 3.21. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin genel beğeni puanları	68
Çizelge 3.22. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri	70
Çizelge 3.23. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri	71
Çizelge 3.24. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri	72
Çizelge 3.25. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri	73
Çizelge 3.26. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları	75
Çizelge 3.27. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzey parlaklığı puanları	75
Çizelge 3.28. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzey rengi puanları	76
Çizelge 3.29. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin tekstür puanları	76
Çizelge 3.30. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin aroma puanları	77
Çizelge 3.31. 4±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin genel beğeni puanları	77
Çizelge 3.32. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri	78
Çizelge 3.33. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri	79
Çizelge 3.34. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri	80
Çizelge 3.35. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri	82
Çizelge 3.36. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları	83
Çizelge 3.37. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzey parlaklığı puanları	83

Sayfa

Çizelge 3.38. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin yüzey rengi puanları	84
Çizelge 3.39. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin tekstür puanları	84
Çizelge 3.40. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin aroma puanları	85
Çizelge 3.41. 20±1 °C'deki yenidoğya örneklerinin genel beğeni puanları.....	85

RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Resim 1.1. Ağaç reçinesi	17
Resim 2.1. Kurutulmuş film örnekleri.....	39

1. GİRİŞ

Gıdalar tüketime sunulmadan önceki depolama sürecinde birçok değişikliğe uğrarlar. Bunlar renk, tekstür ve görünüş bozuklukları gibi fiziksel değişiklikler yanında kimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler de olabilir. Gıdaları koruyarak raf ömrünü uzatmak için ısıtma, pişirme, soğutma, kurutma, kütleme, tuzlama, antimikrobiyal madde ilavesi, modifiye atmosfer depolama ve ambalajlama gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır (Ayana ve Turhan, 2010). Gıda sanayinde ambalaj; içine konulan gıdaların bozulmadan, en az toplam maliyetle güvenilir bir şekilde tüketiciye ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araçtır (Üçüncü, 2007). Ambalaj ürünü dış etkilerden koruduğu gibi kimyasal koruyucu kullanımını azaltmada da faydalıdır (Brody, 2001; Yener, 2007). Ürünlerin belirli bir süre fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerden korunması için etkili bir ambalajlama her tür gıda için gereklidir (Acar, 1998).

Gıdaların korunmasında birçok ambalajlama yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar, modifiye atmosfer paketleme, vakum paketleme, aktif paketleme, antimikrobiyal ambalajlama gibi yöntemlerdir. Ambalaj materyali olarak kullanılan plastik, cam, metal, ahşap, kağıt, karton gibi malzemeler çevre kirliliği açısından büyük sorun oluşturabilmektedir (Petersen ve ark., 1999; Carneiro ve ark., 2009). Bu malzemeler atık sorunu oluşturduğu gibi özellikle plastik ambalajlar kanser riski taşıyabilmektedirler (Dursun ve Erkan, 2009). Son yıllarda bu ambalaj türlerine alternatif olarak geliştirilen yenilebilir film ve kaplamalara olan ilgi gitgide artmaktadır (Appendini ve Hotchkiss, 2002; Bosquez ve ark., 2003).

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın ezilme ve kırılmasını azaltarak mekanik koruma sağlayarak gıdanın bütünlüğüne de katkıda bulunurlar. Ancak, yenilebilir film ve kaplamaların bu tarzdaki bir fonksiyonu normal olarak yenilmeyen paketlere olan ihtiyacı ortadan kaldırmamaktadır. Bu kaplamalar ancak geleneksel paketler ile birlikte kullanıldıkları zaman ürün kalitesini ve raf ömrünü geliştirebilirler. Bu

sayede geleneksel koruyucu paketlerin miktarı azaltılabilir ve daha az atık bırakan daha fazla dönüşümlü ve daha basit paketler kullanılabilir. Ayrıca paketler açıldığı zaman yenilebilir film ve kaplamalar ürünü korumaya devam edebilir (Debeaufort ve ark., 1998; Temiz ve Yeşilsu, 2006).

1.1. Gıdalarda Meydana Gelen Bozulmalar

Gıdaların tüketilebilme niteliğinin yitirilmesine yönelik, bileşim ve karakter özelliklerini değiştirebilecek doğrultuda kayıpların oluşması gıda bozulması olarak nitelendirilebilir. Bu bozulmalar çürüme, küflenme, pörsüme, ekşime, acılaşıma vb. şeklinde olabilir. Bu oluşumlar gıdaların besin değerinin azalmasına, renk, aroma, tekstür kayıplarına ve görünüş bozukluklarına dolayısıyla raf ömrünün kısılmasına neden olurlar (Cerqueira ve ark., 2011). Ayana ve Turhan (2010)'a göre gıdalarda kalite kaybına yol açan ve gıda güvenliğinin azalmasına neden olan en önemli tepkimeler şunlardır:

- Enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları,
- Lipid hidrolizi, lipid oksidasyonu,
- Protein denatürasyonu,
- Oligo ve polisakkaritlerin hidrolizi,
- Bazı pigmentlerin parçalanma ve bozulma tepkimeleri,
- Proteinlerin çapraz bağlanması.

Sağlıklı ve güvenli gıda üretimini sağlayabilmek, belirtilen kalite kayıplarını en aza indirebilmek ve dayanma sürelerini uzatabilmek amacıyla kullanılan ambalajlama yönteminin yeterince başarılı olabilmesi için gereken koşullardan en önemlisi uygun ambalaj malzemesi ve ambalajlama yönteminin seçimidir. Örneğin; bakteriyel bozulmalara karşı çok duyarlı bir gıda olan taze et için kullanılacak ambalajın her şeyden önce hijyenik bir işlevi olmalıdır. Ayrıca su buharı geçirgenliği sınırlı bir materyal kullanımı da et yüzeyindeki kurumayı ve kayıpların önlenmesi

açısından yararlıdır. Diğer yandan, etin açık kırmızı renginin korunabilmesi için ambalajın oksijen geçirgenliğinin yüksek olması gerekmektedir (Üçüncü, 2007).

Meyve ve sebzelerde bozulmalar daha çok küf, maya ve bazı bakterilerden kaynaklanmaktadır. Yetiştirmede yetersiz sanitasyon sonucu virüsler de etkin olabilir (Erol, 2007).

Meyve ve sebzelerde yüksek oksidasyon-redüksiyon potansiyelinden dolayı aerob ve fakültatif anaerob mikroorganizmalar da etkilidirler. Mikrobiyel bozulmalar sonucu renk, lezzet, tekstür ve aromada değişimler meydana gelir. Dünyada üretilen meyve ve sebzelerin % 20'si mikrobiyel bozulmalar sonucu tüketilmeyecek duruma gelmektedir (Erkmen, 2010).

Mikrobiyolojik etkenler gıdaların bozulmasına neden olmakla birlikte bu gıdaları tüketen insanlarda enfeksiyöz hastalıkları ve gıda zehirlenmelerini ortaya çıkarır. Gıda zehirlenmeleri daha çok sindirim sisteminin bozulmasına sebep olmaktadır (Kayaardı, 2005).

Taze meyve ve sebzelerde bozulmaların dolayısıyla kayıpların önüne geçebilmek için hasat sonrası soğuk depolanmaları gerekmektedir. Ayrıca ürünler fazla bekletilmeden hızla satışa sunulmalıdırlar. Meyve ve sebzelerin raf ömrünün uzatılabilmesi için koruyucu bir filmle kaplanmaları da yararlı olacaktır (Salunkhe ve ark., 1991).

1.2. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Tarihçesi

Yenilebilir film ve yenilebilir kaplamalar olarak ifade edilen yenilebilir ambalajlar, doğal ve biyolojik olarak geri dönüşümlü maddelerden yapıldıkları için çevreyi kirletmeyen ve çevrenin korunmasına katkıda bulunan ambalajlar olarak kabul edilmektedirler (Şahin ve Bayazit, 2008).

Gıda yüzeyi üzerine ince bir tabaka şeklinde uygulanan bu kaplamalar gıda ile birlikte tüketilebilmektedirler. Kaplamaların yapımında doğal kaynaklardan elde edilen karbonhidratlar, proteinler, yağlar, reçineler kullanılabilir (Bosquez ve ark., 2003; Torlak ve Nizamlıoğlu, 2009). Yenilebilir film ve kaplamalar meyve ve sebzelerin raf ömrünün uzatılmasında, duysal, mikrobiyolojik ve besin değeri kalitesinin korunmasında etkilidirler. Bazı formülasyonları esmerleşme tepkimelerini geciktirmede rol oynamaktadır (Bourtoom, 2008; Falguera ve ark., 2011).

Yenilebilir kaplamaların geçmişleri 12. yüzyıla dayanmaktadır. Bu dönemde Çin'de portakalların ve limonların muma daldırılmak suretiyle raf ömürleri uzatılmıştır (Kester ve Fennema, 1986). Bu yöntem 1930'lu yıllarda ABD'de portakalların parafin mumla kaplanması şeklinde uygulanmıştır (Conforti ve Zinck, 2002). 15. yüzyılda Japonya'da soyadan ilk yenilebilir film elde edilmiştir (Debeaufort ve ark., 1998). 16. yüzyılda İngiltere'de, nem kaybını önlemek amacıyla bazı gıdaların yağla kaplandıkları bilinmektedir. 19. yüzyılda yapılan bir çalışmada fındık, ceviz ve badem oksidasyonun ve acılığın önlenmesi amacıyla sakkaroz ile kaplandığı belirtilmiştir. Daha sonraları yapılan çalışmalar genellikle meyvelerin görünüşlerinin iyileştirilmesi, yumuşama ve su kaybının önlenmesine yöneliktir (Krochta, 2002).

Yenilebilir kaplama teknolojisi zamanla gelişerek birçok üründe uygulama alanı bulmuştur. Et ürünleri, süt ürünleri ve hatta su ürünlerine de uygulanmıştır. Antimikrobiyal ilave edilmiş yenilebilir filmler ise işlevsel özellikleriyle ilgi çekici olup son zamanlarda yapılan araştırmalara konu olmuştur (Cha ve Chinnan, 2004).

1.3. Yenilebilir Ambalajların Avantajları

Yenilebilir ambalajların diğer ambalajlama yöntemlerine göre birçok avantajları bulunmaktadır. Bunları řu şekilde sıralayabiliriz:

- Sağlık açısından güvenilirlerdir.
- Basit teknoloji gerektirirler ve üretim maliyetleri düşüktür.
- Çevre kirletici etkileri yoktur.
- Gıdaların raf ömrünü uzatırlar.
- Bezelye, fasulye, fındık, çilek, kayısı gibi ayrı ayrı ambalajlanamayan ürünlerin, küçük porsiyonlar halinde ayrı olarak ambalajlanmasında veya kaplanmasında kullanılırlar (Gennadios ve Weller, 1990).
- Gıdaların besleyici değerlerini artırır (özellikle protein filmler).
- Gıdaların organoleptik özelliklerini iyileştirirler.
- Gıdaları mekanik darbelere karşı korurlar.
- Pişirme sırasında dağılmayı önlerler.
- Heterojen gıdalarda farklı tabakalar arasına uygulanarak, nem farklılığından kaynaklanan bozulmaları önlerler.
- Aroma bileşikleri, pigmentler, kararma tepkimelerini durduran iyonlar ve vitaminler gibi maddelerin ürünlerin içinde tutulmasını sağlarlar (Küçüköner ve ark., 2003).
- Bazı gıdalardaki uçucu kokuların korunmasını sağlarlar.
- Ekonomik açıdan düşünüldüğünde tarım sektöründeki kayıplar azalır.
- Yapılarında bulunan antimikrobiyal maddeler patojen riskini azaltarak bozulmaları önlerler.
- Oksidasyonu önlerler ve esmerleşme reaksiyonlarını geciktirirler (Campos ve ark., 2010; Falguera ve ark., 2011).

1.4. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Taşınması Gereken Özellikler

Yenilebilir film ve kaplamalar, tüketim sırasında olumsuz etki yaratmamak için mümkün olduğunca kokusuz, tatsız, renksiz, saydam, berrak olmalı, gıda maddesi ile uyum göstermelidir. Filmler genellikle darbelere dayanıklı ve esnek olmalıdır. Nem bariyeri, gaz bariyeri, su ve lipitte çözünürlük, renk ve görünüş, mekanik özellikler bakımından işlevsel olmalıdırlar. Ayrıca filmlerin yüzey görünümünün iyileştirilmesi ve yapışkanlığının da azaltılması gerekmektedir (Kandemir, 2006).

Yenilebilir filmlerin üretiminde arzu edilen duyuşal kalite değerlerine sahip maddelerden de yararlanılabilir. Bu Şekilde üretilen yenilebilir filmler gıdanın renk, lezzet, asitlik, tatlılık ve tuzluluk gibi gıda değerlerinin korunabilmesine yardımcı olmaktadır (Sarioęlu, 2005).

İyi özellikte yenilebilir film üretimi için aşağıdaki koŐulların sağlanması gerekmektedir (McHugh ve Krochta, 1994; Appendini ve Hotchkiss, 2002):

1. Kullanılan ham maddeler genellikle güvenilir kabul edilmiş (GRAS) olmalı,
2. Duyusal kaliteleri iyi olmalı,
3. Toksik olmamalı,
4. Çevre kirliliği yaratmamalı,
5. Yavaş, fakat kontrollü ürün solunumuna izin vermeli,
6. Yapısal bütünlük sağlamalı ve mekanik iŐlemeyi geliŐtirmeli,
7. Gıda katkı maddelerini birleŐtirici görev yapmalı,
8. Düşük maliyette hammadde ve prosese sahip olmalı,
9. Mikrobiyal bozulmaları uzun depolama süreleri boyunca engellemeli veya azalmasını sağlamalıdır.

1.5. Yenilebilir Kaplama Yapımında Kullanılan Maddeler

Yenilebilir kaplama eldesinde üç ana bileŐen kullanılır. Bunlar:

- Film yapıcı yüksek molekül ağırlıklı bir polimer
- Çözücü ya da çözgen
- Plastikleştirici.

1.5.1. Film Yapıcı Polimer

Film oluşumu genel olarak molekül içi ve moleküller arası bağlanmalar veya polimer zincirlerinin çapraz bağlanması ile oluşan ve çözücüye hapseden yarı katı üç boyutlu yapı ile oluşmaktadır. Bu oluşumun yapısı kullanılan polimere, plastikleştiriciye, çözücüye ve sıcaklığa göre değişiklik gösterir (Soydan, 2011). Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında temelde hidrokolloid (protein ve polisakkarit), lipid ve kompozitlerden (hidrokolloid+lipid) yararlanılmaktadır (Temiz ve Yeşilsu, 2006; Matuska ve ark., 2006).

Yenilebilir filmleri biyolojik kaynaklı yapılarına göre üç kısımda incelemek mümkündür (Sarıkuş, 2006):

1. Polisakkaritler

- a) Nişasta (patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri)
- b) Selüloz (pamuk, odun ve diğer türevleri)
- c) Gumlar (guar, lokust bean, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri)
- d) Kitin/Kitosan

2. Proteinler

- a) Hayvansal (kazein, peynir altı suyu, kollagen, jelatin vb.)
- b) Bitkisel (zein, soya, gluten vb.)

3. Lipidler

- a) Çapraz bağlı trigliseridler
- b) Vakslar
- c) Hayvansal ve bitkisel yağlar

1.5.1.1. Polisakkarit Filmler

Yenilebilir film yapımında en çok kullanılan polisakkaritler selüloz türevleri olup metil selüloz, karboksimetil selüloz, hidroksipropil selüloz ve hidroksipropil metil

selülozdur. Daha az kullanılanlar ise agar, karragenan, nişasta, dekstrin gibi diğer polisakkaritlerdir (Aydınlı, 1997). Selüloz türevleri polimer zincir yapısı nedeniyle iyi film oluşturmaktadırlar. Metil selüloz ve hidroksi propil metil selüloz soğuk suda çözünebilmekte olup dondurulmuş cips ve soğanların kızartılmasında yağın emilimini azaltmak amacıyla; karboksimetil selüloz ise muz, elma, portakal gibi meyvelerde oksijen ve karbondioksit bariyeri olarak kullanılmaktadır. Kavunların ve kaşar peynirinin kaplanmasında metil selülozdan yararlanılmıştır (Ayana ve Turhan, 2009).

Polisakkarit filmlerin hidrofilik karakterli olmalarından dolayı su buharı bariyer özellikleri zayıftır. Bu özelliklerini iyileştirmek için film çözeltilisine balmumu, karnauba mumu, parafin mumu ve yağ asitleri gibi hidrofobik materyaller eklenir (Dursun ve Erkan, 2009).

Nişasta filmler karbondioksit karşı yarı geçirgen bir özellik göstermekle birlikte oksijen açısından iyi bir bariyerdir. Nişasta, kurutulmuş ürünler, jelibon ve karamellerde kümeleşme ve yapışmanın önlenmesi; patates cipsi, şekerleme ve pastacılık ürünlerinde yağ bariyeri; badem, fındık ve taze dilimlenmiş elmalarda oksijen bariyeri olarak; çileğin raf ömrünün uzatılmasında kullanılmaktadır (Baldwin ve ark., 1995; Mali ve ark., 2003; Yener, 2007).

Karragenan kırmızı deniz yosununun bir ekstraktıdır. Karragenan dondurulmuş et ve balık yüzeyinin kurummasının önlenmesinde, bazı gıdaların yüzeyinde bakteri oluşumunun azaltılmasında, kurutulmuş meyvelerde ransidite (acılaşma) oluşumunun önlenmesinde, muzlarda esmerleşmenin geciktirilmesinde kullanılmıştır (Lee ve ark., 2003; Campos ve ark., 2010). Kampf ve Nussinovitch (2000) karragenan bazlı hidrokolloid filmleri yarı sert peynir kaplamasında kullanmış ve peynirlerde ağırlık kayıplarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Kitin selülozdan sonra en çok rastlanılan polisakkaritlerdendir. Kitosan filmler iyi oksijen bariyeridirler ve gıdayı fungal çürümelere karşı korurlar. Özellikle sebze ve

meyvelerin kalitelerinin korunması ve depolama sürelerinin uzatılmasında etkilidirler. Yeşil biber, salatalık ve domatesin olgunlaşmasını geciktirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla da kullanılmaktadırlar (Lerdthanangkul ve Krochta, 1996).

Kitosan filmler sert, dayanıklı, esnek, kolayca yırtılmayan ve yarı geçirgen özellikleriyle yenilebilir filmlerde kullanılabilir türde polimerlerdir. Kitosan film ve kaplamalar ambalaj içindeki gıdanın kısmi oksijen basıncını azaltmakta, gıda ile çevresi arasındaki nem transferi ile sıcaklığı kontrol altında tutmakta, su kaybını önlemekte, meyvelerde enzimatik kahverengileşmeyi geciktirmektedirler. Ayrıca doğal aromanın artırılması, tekstürün ayarlanması, renk stabilizasyonu gibi konularda da kitosandan yararlanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009; Jindal ve ark., 2013).

Son yıllarda şeftali, çilek, elma, domates, brokoli, havuç gibi meyve ve sebzelerin püreleri yenilebilir film yapımında kullanılmaktadır. Bu filmler gıdanın besleyici değerini artırmanın yanında bariyer özelliklerini geliştirerek gıdanın raf ömrünü uzatılmaktadır (Wang ve ark., 2011).

1.5.1.2. Protein Filmler

Protein filmini oluşturan materyaller hayvansal ve bitkisel kaynaklardan elde edilmektedir. Hayvansal kaynaklı olanlar; kollagen, jelatin, balık miyofibriler proteini, kreatin, yumurta beyazı proteini, kazein ve peyniraltı suyu proteini, bitkisel kaynaklı olanlar; mısır zeini, buğday gluteni, soya proteini, yerfıstığı proteini ve pamuk tohumu proteini (Falguera ve ark., 2011).

Zein, mısır endospermünde bulunan ve alkolde çözünen bir proteindir. Alkol-su karışımı ile ekstrakte edilebilmekte ve granül bir toz halinde kurutulabilmektedir. Ticari zein, esas olarak mısır öğütme endüstrisinin yan ürünüdür ve yıllardır film oluşturma özellikleri araştırılmakta ve ticari olarak kullanılmaktadır (Temiz ve

Yeşilsu, 2006). Zein çözeltisiyle oluşturulmuş filmler ürün üzerinde sert, parlak, dayanıklı ve mikroorganizmalar için koruyucu bir tabaka oluşturmaktadır. Zeinden yapılmış yenilebilir filmler kırılğındırlar. Bu nedenle esnekleştirilebilmeleri için plastikleştirilmeleri gerekmektedir. Yenilebilir veya biyolojik olarak parçalanabilir zein esaslı filmlerin ve kaplamaların performansı, bileşimlerine ve morfolojilerine bağlıdır. Plastikleştiricilerin ilave edilmesi ve aynı zamanda çapraz bağlı ajanlar, mekanik ve bariyer özellikleri etkilemektedir. Zein ilaç endüstrisinde kapsüllerin kaplanması (Gennadios ve Weller, 1990); fındık, şeker, şekerleme ürünleri ve diğer gıdalar için oksijen, lipid ve nem bariyeri olarak kullanılmaktadır (Alper ve Acar, 1998). Domatesin olgunlaşmasını geciktirmek ve yumuşamasını engellemek için zein kaplamalardan yararlanılmıştır (Zapata ve ark., 2008).

Kollagen hayvanlarda, deri ve konnektif doku bileşenidir. Ticari olarak en yaygın şekilde kullanılan yenilebilir bir protein filmidir. Su buharı geçirgenliği çok iyi olmamasına karşın mükemmel bir oksijen geçirgenliğini engelleme özelliğine sahiptir. Kollagen kılıflar, sosis kaplamada büyük ölçüde doğal bağırsağın yerini almıştır. Kollagen kılıflar çok kalın tabakalar şeklinde üretilmedikleri sürece kaplama sosisle birlikte tüketilebilir, aksi takdirde tüketilmeden önce üründen uzaklaştırılmalıdır. Bu filmlerin daha esnek, daha şeffaf ve daha hijyenik olmaları sebebiyle doğal kaplamalara göre avantajlıdırlar (Turbak, 1972; Sarıkuş, 2006).

Kazein bir süt proteindir. Sodyum kazeinat, yağ (pamuk, mısır, soya, keten tohumu veya ayçiçeği yağı) ve plastifiyan bir madde içeren kaplamalar, çikolatalı kek, çikolata ve fındık gibi ürünlerde raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmaktadır. Kazein filmler şeffaf, kokusuz ve esnektir. Kazein kaplamalar meyve sebzelerin korunmasında; orta seviyede su içeriğine sahip olan meyvelerin kaplanması, yapısına lipid ilave edilerek hazırlanan kompozit filmlerin kullanılması durumunda meyveden su kaybını azaltmada başarıyla kullanılırlar. Kaplama çözeltisine lipid ilavesiyle kazein filminin su buharı geçirgenliğine karşı olan direnci artırılır (Maynes ve Krochta, 1994; Yılmaz ve ark., 2007).

Besinsel ve işlevsel özelliklerinden dolayı soya proteini kullanımı son yıllarda sürekli artmaktadır. Soya proteini, filmlerin yapımında ham materyal olarak yaygın bir şekilde kullanılan en önemli proteinlerden biridir. Soya proteini yenilebilir ürünler için uygulanabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen çevre dostu bir üründür. Soya proteini çeşitli çerezlerin kaplanması yağ geçişini engellemek amacıyla, kivilerin kaplanarak raf ömrünün uzatılmasında kullanılmaktadır (Xu ve ark., 2001).

Peyniraltı suyu, peynir üretimi esnasında çok miktarda üretilen, çoğu zaman yeterince değerlendirilemeyen önemli miktarda bir yan üründür. Peyniraltı suyu proteini pişirilmiş gıdalarda, hamur işlerinde, şekerleme, çikolata ve bisküvi benzeri ürünlerde, bebek mamalarında ve hayvan yemlerinde kullanılmaktadır. Peyniraltı suyu proteinlerinden üretilen filmler, şeffaf, kokusuz ve yüksek esneme kabiliyetine sahiptir. Peyniraltı suyu proteini kaplamalar dondurulmuş balıklarda antioksidan etki gösterirler. Kavrulmuş fıstıklarda acılık, ekşilik ve küflenmeyi önler. Kahvaltılık gevreklerde nem geçirgenliğini ve kuru üzümün yapışkanlığını azaltmada kullanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009).

1.5.1.3. Lipid Filmler

Gıdaların yağ ile kaplanması taze ürün ve şekerleme ürünleri için eskiden beri uygulanmaktadır. Yağlar düşük polariteye sahip olduklarından nem transferini engelleyerek meyvelerde çürüme, küf oluşumu ve bozulmaları önlerler. Meyve ve sebzelerde dış kaplama olarak kullanılan lipid ve reçinelerin nem bariyer özellikleri iyidir (Baldwin ve ark., 1995).

Doğal mumlar ve ağaç reçineleri de koruyucu kaplama olarak kullanılmaktadırlar. Parafin mumlar, balmumu, karnauba mumu, kandelila mumu gibi mumlardan meyve ve sebzelerin kaplanmasında yararlanılmaktadır (Bosquez ve ark., 2003; Cha ve Chinnan, 2004).

Surfektantlar olarak adlandırılan yüzey aktif maddelerle gıdaların kaplanması, nem kaybını ve yüzeydeki su aktivitesi değerini düşürmek amacıyla uygulanmaktadır. Patatesin lesitin, hidroksillenmiş lesitin ya da iyonik olmayan polioksietilen sorbitan yağ asidi esterleri ile kaplanması depolama sırasında klorofil sentezini ve toksik glikoalkoloidlerin oluşumunu etkili bir şekilde önlemektedir (Kester ve Fennema, 1986).

1.5.1.4. Kompozit Filmler

Yenilebilir film ve kaplamalar polisakkarit, protein ve lipidlerin bir karışımı şeklinde de olabilir. Böylece farklı yapılardaki filmlerin değişik özelliklerinden yararlanmak mümkün olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda polisakkaritlerin meyveleri oksidasyon ve esmerleşme reaksiyonundan koruduğu fakat su kaybını önleyemediği görülmüştür. Bu sebeple meyveler buruşmakta ve bozulmaktadır. Yağ, suyu uzaklaştırır ancak yağ ile katı ve stabil bir film hazırlanamamaktadır. Bu amaçla proteinlerden yararlanılır. Proteinler gıdaları su kaybına karşı koruyamamakta fakat film bütünlüğünün muhafazasında rolü büyüktür. Farklı polimerik yapıların farklı özelliklerinden yararlanılarak etkili filmler hazırlanabilmektedir (Pennisi, 1992).

Proteinler ayrıca oksijen ve karbondioksit gazlarına karşı etkili bariyerdirler. Nişasta ve balık jelatini ile hazırlanan bir kompozit filmde plastikleştirici de kullanılmış ve filmin su buharı ile gaz geçirgenliğine karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Al-Hassan ve Norziah, 2012).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)/Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından üretilen bir kompozit film ise taze meyve ve sebzelerin depolanmasında kaplama materyali olarak kullanılmaktadır. Bu film sakkaroz esterinin, sodyum karboksi metil selüloz ve yağ asitlerinin mono ve digliseridlerinin karışımından elde edilmiş olup meyve ve sebzelerde olgunlaşmayı geciktirmekte, raf ömrünü uzatabilmektedir (Xu ve ark., 2001).

Ghanbarzadeh ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada polisakkarit ve protein karışımından yararlanmışlardır. Çalışmada karboksimetil selüloz-niştasta kompozit filmlerinin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Kompozit filmin su buharı geçirgenliği, nem tutuculuğu, termal özellikleri niştasta filminden daha iyi olduğu belirtilmiştir.

1.5.2. Çözgen

Çözgen ya da çözücü yenilebilir film çözeltisinin hazırlanmasında kullanılır. Filmin gıdaya yapışması ve kurumada çözücü sistem önemli rol oynar. Bunlar film yapıcı polimere göre değişmekle birlikte, çözücü olarak en çok su, etanol veya bunların karışımı kullanılmaktadır (Kester ve Fennema, 1986). Bunların dışında Ponce ve ark. (2008) çalışmalarında kitosanın % 1'lik asetik asit çözeltisi içinde çözünmesini sağlayarak yenilebilir bir film elde etmişlerdir.

1.5.3. Plastikleştirici

Plastikleştiriciler film yapıcı polimere ilave edilen temel bileşenlerdir. Bunlar filmi oluşturan polimer yapıdaki polimer zincirleri arasındaki ve moleküller arası kuvvetleri zayıflatarak zincirlerin hareketliliğini artırıp gerilme direncini azaltırlar. Böylece filmlerin depolama ve nakledilme sırasında filmin çatlama ve ufalanmaları önlenir (Aydınlı, 1997).

Özellikle protein ve karbonhidratlar gibi hidrokarbonlardan yapılan filmlerin esneklik katsayıları ve elastikiyet özelliklerini iyileştirmek için film çözeltisine plastikleştirici etki yapan gliserol, sorbitol, manitol, sukroz gibi maddeler eklenir. Kırılmaya karşı dayanıklılıklarını artırmak amacıyla da film çapraz bağlama ajanlarından yararlanır. Sistein, aldehitler, tannik asit gibi kimyasal çapraz bağlayıcılar moleküller arası ve moleküller içi kovalent bağ yaparak filmlerin dayanıklılıklarını artırır (Erkmen, 2010).

İyi bir plastikleştiricide bulunması gereken en önemli özellik yüksek kaynama noktası ve filmi oluşturan polimerle kolayca karışabilmesidir. Gıda sanayinde kullanılan başlıca plastikleştiriciler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- a. Mono, di ve oligosakkaritler (genelde glukoz, fruktoz-glukoz şurupları, bal)
- b. Polioller (genelde sorbitol, gliserol, gliseril türevleri, farklı molekül ağırlıklı polietilen glikol)
- c. Lipidler ve türevleri (genelde yağ asitleri, monogliseritler ve ester türevleri, fosfolipidler, yüzey aktif maddeler) (Gontard ve ark., 1994; Aydınlı, 1997).

Sorbitol: Sorbitol gıdalarda tatlandırıcı ve nem verici ajan olarak kullanılan bir gıda katkı maddesidir. $C_6H_{14}O_6$ kimyasal formülüne sahip bir polioldur. Çeşitli meyvelerde özellikle böğürtleninde doğal olarak bulunur. Ticari olarak glikozun hidrojenasyonu ile elde edilir. Sorbitolün vücutta metabolize olması sonucunda kan glikozunda çok az bir artış olduğunun belirlenmesi nedeni ile 1920'lerden bu yana diyabetik gıdalarda tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Altuğ, 2009). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre sorbitol; rejenere selüloz filmlerin üretilmesinde kullanılmasına izin verilen maddeler arasındadır (Tebliğ no: 2012/31).

Ağdalı ve nemlendirici özellikleri nedeniyle ve B12, B1 ve C vitaminlerinin emilimini artırma özelliğinden dolayı şekerleme sektöründe kullanılır. Bunların dışında sorbitol eczacılık alanında eksipiyent görevi görmekte, ayrıca diş macunu, sakız, öksürük pastilleri, kozmetik ve tütün ürünleri formülasyonlarına katılmaktadır. Suda çok kolay çözünen sorbitol; alkol, metanol ve asetik asitte daha az çözünmektedir (O'Neil ve ark., 2001).

Çizelge 1.1. Sorbitolün özellikleri (Altuğ, 2009; O'Neil ve ark., 2001)

	Sorbitol
Kimyasal formülü	$C_6H_{14}O_6$
Molekül ağırlığı	182 g/mol
Yoğunluğu	1,287 g/cm ³
Erime noktası	96-97 °C
Kaynama noktası	30 °C
Suda çözünürlüğü	Yüksek 75/100 mL
Esmerleşme reaksiyonu	Yok

Gliserol: Gliserin olarak ta bilinen gliserol renksiz, kokusuz, hidroskobik, tatlı ve viskoz bir sıvıdır. Yapısında üç alkolik hidroksil grubu (-OH) bulunduran bir şeker alkolüdür. Bu gruplar gliserolün suda çözünmesini sağlarlar (Ma ve Yu, 2004).

Gliserol gıdalarda ve içeceklerde nemlendirici, çözücü ve tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Gıdalarda su aktivitesinin (a_w) düşürülmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Ayrıca sabun/deterjan, ilaç, kozmetik, boya, kağıt endüstrisi gibi alanlarda da kullanımı yaygındır (Sarıküş, 2006).

Çizelge 1.2. Gliserolün özellikleri (O'Neil ve ark., 2001)

	Gliserol
Kimyasal formülü	$C_3H_8O_3$
Molekül ağırlığı	92,09 g/mol
Yoğunluğu	1,261 g/cm ³
Erime noktası	18 °C
Kaynama noktası	290 °C
Suda çözünürlüğü	Var
Esmerleşme reaksiyonu	Yok

1.6. Ağaç Reçinelerinin Özellikleri ve Kullanım Alanları

Ağaçlardan sızan, yapışkan, zamkimsi doğal maddeler için ‘gam’ terimi kullanılmaktadır. Gam arabik, Tragakant gamı, Karaya gamı doğal gamlardır. Gam arabik ya da Arap zamkı akasya ağaçlarının değişik çeşitlerinden üretilen bir sızıntıdır. Bazı kaynaklarda ağaçlarda gam sızıntısının oluşumunun hastalıklı ağacın mikrobiyel enfeksiyonundan kaynaklanan patolojik bir duruma bağlı olduğu; bazı kaynaklarda ise gam üretiminin ağaçlarda bulunan normal bir metabolik işlem sonucu gerçekleştiği öne sürülmektedir (Altuğ, 2009). Diğer yandan bu sızıntıların; ağacın gövdesi, dalları ya da meyvesi tarafından mekanik yaralanmaların kapatılması amacıyla oluşturulduğu düşünülmektedir (Simas-Tosin ve ark., 2010).

Suda çözünebilir gamların binlerce yıl öncesinden kullanıldığı, İsrail halkının Mısır’dan göçü sırasında cennet helvası denilen ve akasya gibi ağaçlardan sızan koyu ve tatlımsı bir madde ile beslendikleri belirtilmektedir. Mısırlıların, mumyaların kaplanmasında arabik denilen zamkimsi bir maddeyi kullanmaları ile ilgili bazı bilgiler de bulunmaktadır (Altuğ, 2009).

Türkiye’de geniş bir yayılış gösteren *Rosaceae Prunoideae* alt familyasında bulunan *Prunus* türlerinden kiraz, vişne, erik, kayısı, şeftali ve badem gibi meyve ağaçlarının gövde ve dallarından sızmak suretiyle doğal olarak meydana gelen zamk ‘ağaç zamkı’ olarak tanınmaktadır (Resim 1.1). Kiraz, kayısı ve erik ağacı zamkları birbirine yakın özellikler göstermektedir (Varol, 1992). Halk arasında ağaç püsü olarak bilinen bu zamklar kirli sarı renkli, az çok saydam olup farklı şekillerdedir. Kumaş ve şapka sektöründe yapıştırıcı olarak eskiden beri kullanılmaktadır. Ağaç reçineleri eczacılık alanında da ilaç yapımında kullanılırlar. Literatürde kayısı zamkının tabletlerde, bağlayıcı ve dağıtıcı özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanıldığı bilgisine rastlanmıştır (Şensoy, 2002). Arap zamkı eczacılığın yanı sıra gıda, içki, yapıştırıcı, tekstil, kağıt ve kozmetik endüstrilerinde kullanılmaktadır. Köknar ağacının sızıntısı olan çam sakızı ahşap verniği olarak kullanılmakta, ayrıca

toz haliyle yara ve yanıkların tedavisinde kullanılan kuvvetli bir antiseptiktir (Lemenih ve ark., 2003).

Şeftali ağacı reçinesi ise gıda endüstrisinde stabilizör, kıvam artırıcı olarak kullanılan bir polisakkarittir (Qian ve ark., 2011). Meskit ağacı Kuzey Amerika'da yetişen bir tür ağaçtır. Meskit ağacı zambının fizikokimyasal özellikleri arap zambına göre daha iyidir. Bu zamb gıda endüstrisinde şekerlemelerde, kozmetik alanında saç şekillendirici ve jöle yapımında kullanılmaktadır (Lopez-Franco ve ark., 2012).



Resim 1.1. Ağaç reçinesi

1.7. Gıda Üzerine Yenilebilir Kaplama Uygulama Şekilleri

Gıdaların hazırlanan filmlerle kaplanmasında daldırma, püskürtme, dökme, boyama gibi yöntemler kullanılmaktadır.

1.7.1. Daldırma Yöntemi

Daldırma yönteminde kaplanacak ürünler film çözeltisine batırılır. Bu işlem istenirse birkaç kez tekrarlanır. Daha sonra oda sıcaklığında kuruması sağlanır. Böylece ürün yüzeyinde ince bir film tabakası oluşur. Bu yöntem daha çok meyve, sebze ve et ürünlerinin kaplanmasında kullanılır (Tharanathan, 2003).

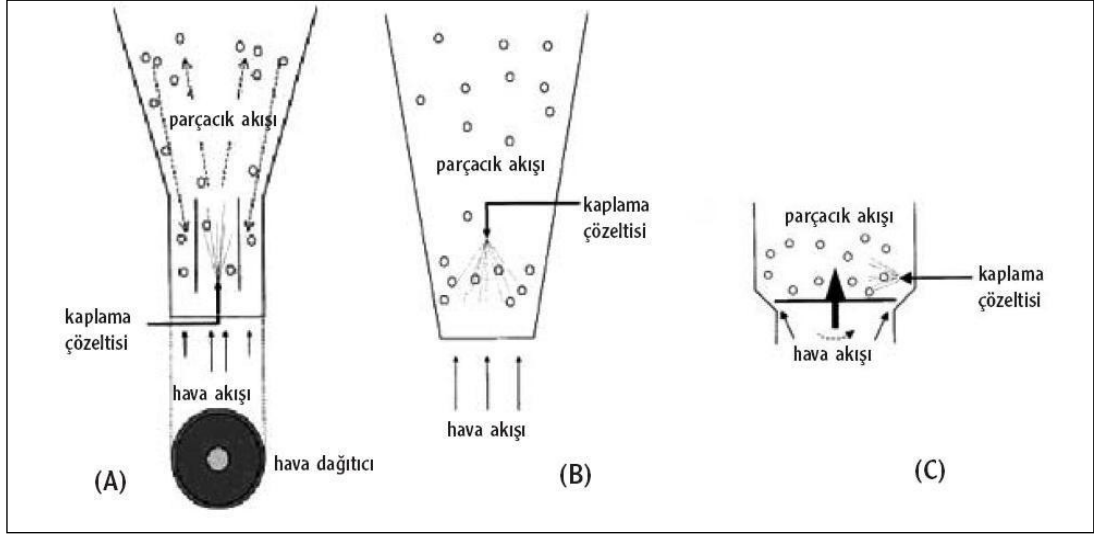
1.7.2. Püskürtme Yöntemi

Püskürtme yöntemi, ürünün belli bir yeri kaplanacaksa veya tekdüze ve ince bir tabaka elde edilecekse uygulanır. Daha çok meyve ve sebze kaplamada kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem birkaç değişik şekilde uygulanır:

- Alttan püskürtme yönteminde (Şekil 1.1.A) bir tank içerisinde bulunan parçacıklar, hava dağıtıcısıyla verilen hava yardımıyla tankta asılı durumda tutulur. Bu sırada bir enjektör yardımıyla akışkan formundaki kaplama çözeltisi tankın alt kısmından püskürtülerek havada asılı bulunan parçacıkları kaplar. Kaplanan bu parçacıklar tank kenarlarından aşağıya düşer. Aşağıya düşen kaplanmış parçacıklar değişik düzenekler yardımıyla uzaklaştırılır.

- Sprey yönteminde (Şekil 1.1.B) kaplama çözeltisi parçacıklara üstten enjekte edilir. Fazla miktarda kaplama materyali kullanılması yöntemin en önemli dezavantajıdır.

- Teğet yönteminde ise (Şekil 1.1.C) kaplama çözeltisi yandan püskürtülerek parçacıkların kaplanması sağlanır. Çok fazla tercih edilmeyen bir yöntemdir, kaplama verimi düşüktür. Bu yüzden iyi kaplanmayan parçacıklar tekrar tank içine gönderilir; böylece kaplama işlemi birkaç kez tekrarlanarak kaplama yapılır (Turhan, 2006).



Şekil 1.1. Püskürtme yönteminin çeşitleri

1.7.3. Dökme Yöntemi

Dökme yönteminin endüstride doğrudan uygulanması yoktur. Çünkü yüzeyin fazla miktarda kaplanması ürünün gaz geçirgenliğini kısıtlar, bu da ürünlerin bozulmasına sebep olur (Koyuncu ve Savran, 2002).

1.7.4. Boyama Yöntemi

Boyama yöntemi ürünün belli bir kısmının kaplanmasında ya da ince bir film tabakası oluşturulmak istendiğinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde akışkan haldeki kaplama çözeltisi fırça yardımıyla ürün üzerine sürülür (Soydan, 2011).

1.8. Yenilebilir Ambalajların Gıdalarda Kullanımı

Endüstride yenilebilir film kaplamaları meyve ve sebze yüzeylerinde, ilaç kapsülü yapımında, şeker ve çikolata kaplanmasında, et ürünlerinde, bazı süt ürünlerinde,

deniz ürünlerinde, dilde eriyen ağız kokusu giderici gibi ürünlerde kullanım alanı bulmuştur (Brandenburg et al., 1993; Falcao-Rodrigues, 2007; Cho ve ark., 2010).

1.8.1. Meyve ve Sebzelerde Kullanımı

Meyve ve sebze dokuları biyolojik aktiviteleri nedeniyle hasat sonrası depolamadan tüketime kadar olan aşamalarda su kaybı, enzimatik esmerleşme reaksiyonları, doku deformasyonları, mikrobiyel gelişim gibi birçok fizyolojik değişime uğrarlar. Ayrıca yıkama, soyma, dilimleme gibi uygulamalarla hücre dokuları zarar görür. Taze meyve ve sebzelerin kolay bozulabilme özelliklerinden dolayı raf ömürlerinin uzatılması için birçok teknik bir arada kullanılmalıdır. Yenilebilir kaplamalarla taze meyve ve sebzelerin basit işlemlerle bozulmalarının önlenmesi ve raf ömürlerinin uzatılması sağlanabilmektedir (Rojas-Graü ve ark., 2008; Ponce ve ark., 2008; Vasconez ve ark., 2009).

Yenilebilir kaplamaların özellikle soyulmuş havuç veya dilimlenmiş karpuz gibi tüketime hazır minimum işlem görüş meyve ve sebzelerde uygulanması yaygındır. Bu ürünlerin raf ömrünün uzatılması ve duyuşsal özelliklerinin iyileştirilmesi, ürünleri tüketici için daha çekici hale getirir. Örneğin, soyulmuş havuca antioksidan eklenmiş nişasta ve kitosandan elde edilen kaplama uygulamasıyla havucun çürümesine neden olan bakterilerin üremesi 10°C'de 15 gün depolama koşullarında 1,5-2,5 log arasında azaltılmış, havucun renk ve ağırlık kaybı önlenmiştir (Erkmen, 2010).

Nişasta bazlı kaplamaların kullanıldığı Brüksel lahanalarında ürünün besin değeri uzun süre korunmuş ve soğuk koşullarda uzun süre muhafaza edilebilmiştir (Ferreya ve ark., 1995; Vina ve ark., 2007).

Mantar ve karnabahar ile yapılan bir çalışmada kullanılan metilselüloz kaplama ile bu ürünlerin esmerleşme oranının ve C vitamini kaybının azaltıldığı görülmüştür (Ayrancı ve Tunç, 2004). Metil selüloz-polietilen glikol-stearik asit

kompozisyonundan oluşan bir kaplama kayısı ve yeşil biber üzerine uygulanmıştır. Ayrıca filme antioksidan özellik kazandırmak amacıyla askorbik asit ve sitrik asit eklenmiştir. 10. günün sonunda kaplanmış ve kaplanmamış ürünler kontrol edilmiştir. Kaplanmış ürünlerde su kaybı diğerlerine göre daha az olmuş, ayrıca C vitamini kaybının çok az olduğu görülmüştür (Ayrancı ve Tunç, 2003).

Kitosan filmler iyi oksijen bariyeridirler ve ayrıca gıdaları fungal çürümelere karşı korurlar. Yeşil biber, salatalık ve domatesin olgunlaşmasını geciktirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmaktadırlar (Lerdthanangkul ve Krochta, 1996). Amerika'da yapılan bir çalışmada; çilek ve ahududu meyveleri kitosan içeren bir filmle kaplanmış. Kaplanmamış örneklerle kıyaslandığında ağırlık kaybının geciktiği; renk, kalsiyum ve E vitamini miktarının daha uzun süre korunduğu sonucuna varılmıştır (Han ve ark., 2004). Kaktüs zamburğundan elde edilen yenilebilir filmle kaplanan çilek meyvelerinde de benzer sonuçlar görülmüştür. Düşük sıcaklıklarda depolamayla birlikte yenilebilir kaplama kullanımı çileğin karakteristik özelliklerinin korunmasına yardımcı olmuştur (Del-Valle ve ark., 2005). Arap zamburğu ve kitosan karışımından oluşan bir kaplama ile muzlar 33 gün muhafaza edilebilmiş, kaplama fungustik etki göstermiş ve muzların duyu özellikleri korunmuştur (Falguera ve ark., 2011).

Selüloz türevleri zincir yapıları nedeniyle iyi film oluştururlar. Karboksimetil selüloz kaplamalar muz, elma, portakal gibi meyvelerde oksijen ve karbondioksit bariyeri olarak kullanılırlar (Kester ve Fennema, 1986).

Metil selüloz-peynir altı suyu proteini esaslı bir kaplama ile kaplanan Trabzon hurmaları 10°C'de 17 gün depolanmış ve kaplanmamış meyvelerde küf gelişimi gözlenirken, kaplanan meyvelerin sadece film yüzeyinde küflenme görülmüştür. Meyvenin sertliğinin daha uzun süre korunduğu ve raf ömrünün uzadığı tespit edilmiştir (Lee ve ark., 2003; Erdoğan ve ark., 2006).

Polisakkarit bazlı kaplamalar, meyve ve sebzelerde ransiditeyi, dehidrasyonu ve yüzey kararmalarını önleyerek raf ömrünü uzatırlar. Diğer etkileri ise mikrobiyel bozulmaları, ağırlık kayıplarını azaltmak ve görünüşlerini iyileştirmektir. Galaktomannanlar polisakkarit yapıda olup birçok tropikal meyvenin kaplanması için kullanılmışlardır (Srinivasa ve ark., 2002; Dang ve ark., 2008; Cerqueira ve ark., 2009a).

Pektin, alginat, gellan gibi polisakkaritlerden oluşan yenilebilir kaplamaların kavunun raf ömrüne olan etkisi incelenmiş ve en iyi etkiyi pektin bazlı kaplamaların gösterdiği sonucuna varılmıştır (Oms-Oliu ve ark., 2008a).

Polisakkarit bazlı yenilebilir kaplamalar Fuji elmalarında kullanılmış, 4°C’de 23 gün boyunca esmerleşme süreleri incelenmiştir. Kaplanmamış elma dilimleri 4 günden daha az sürede yumuşayarak esmerleşmiştir. Kaplanmış olanların ise raf ömrü 2 hafta uzamıştır. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda da kaplanmış elmalardaki mezofil ve psikrofil bakteri sayısının diğerlerine oranla önemli derecede düştüğü gözlenmiştir (Baldwin ve ark., 1996; Rojas-Graü ve ark., 2008).

Kivi, atmosferdeki etilene diğer meyvelere göre daha duyarlı olup çabuk bozulabilen bir meyvedir. Kivinin muhafazasında kullanılan yöntem etilen oranı azaltılmış modifiye atmosfer paketlemedir. Fakat bu yöntemin maliyeti yüksektir ve meyveler modifiye atmosfer ortamından oda sıcaklığına geldiğinde ortam değişimine bağlı kalite kayıpları yaşanabilmektedir. Yenilebilir filmle kivinin kaplanması etkili bir yöntemdir. Kaplama meyvedeki mikroorganizma gelişimini önler, duyu özelliklerinin korunmasına yardımcı olur. Yenilebilir filmle kaplanmış kiviler 37 gün depolanarak, kaplanmamış kivilerle sertlik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kaplanmamış kivilerde % 100 oranında yumuşama görülürken, kaplanmış olanlarda bu oran % 29 olmuştur. Yenilebilir film kaplı kivilerin raf ömrü yaklaşık olarak üç kat artmıştır (Xu ve ark., 2001).

Domates hasat sonrası kısa sürede yumuşayan ve raf ömrü kısa olan bir meyvedir. Yenilebilir kaplamalarla domatesin raf ömrü uzatılarak kalitesi daha uzun süre korunabilmiştir. Yenilebilir kaplamaların hazırlanmasında çeşitli bileşenler kullanılmıştır. Bunlar genellikle proteinler, yağlar, polisakkaritler olup; arap zıncığı, alginat gibi doğal ürünler de kullanılmıştır (Nisperos-Carriedo, 1994; Ali, 2010).

Sukroz esterleri, sodyum karboksimetil selüloz ve monogliseritten hazırlanan bir kaplama (Semperfresh) kiraz üzerine uygulanmış ve kirazın kalite özellikleriyle raf ömrü incelenmiştir. Kaplama ağırlık kayıplarını azaltmış, yumuşamayı önlemiş, meyve renginin korunmasını sağlamıştır (Yaman ve Bayındırlı, 2002).

Avakado ile yapılan bir çalışmada da, avakadoların kaplanmasında Candelilla mumundan yararlanılmıştır. Kaplama avakadoların raf ömrünü uzattığı gibi fungal kontaminasyonları da önlemiştir. Ayrıca dış görünüşlerindeki değişimler ve ağırlık kayıpları da azaltılabilmektedir (Bosquez-Molina, 2005; Pompa, 2007).

1.8.2. Süt Ürünlerinde Kullanımı

Gıda endüstrisinde süt ve süt ürünleri çabuk bozulan gıdalardır. Süt endüstrisinde yenilebilir ambalajlar en çok peynirlerde kullanılmaktadır (Ayana ve Turhan, 2010). Peynirde mikroorganizma üremesini en aza indirmek ve migrasyonu önlemek amacıyla antimikrobiyal yenilebilir kaplama materyallerinden yararlanılır (Appendini ve Hotchkiss, 2002).

Yapılan bir çalışmada kaşar peyniri sorbitol içeren sodyum kazeinatlı yenilebilir filmle kaplanmış ve olgunlaşma periyodundaki değişimler incelenmiştir. Kaplama işleminin uygun ortam koşullarında yüzey kurumasını, yüzeyde küf gelişimini ve kabuk oluşumunu azalttığı görülmüştür. Peynir kalitesinin iyileştirilerek kayıpların azaltılması ekonomik açıdan önem arz etmektedir (Sarıoğlu, 2005; Turhan, 2006).

Peynirlerde karşılaşılan problemlerden biri de depolama sürecinde küflenme ve *Escherichia coli* bulaşmalarının sebep olduğu erken sünme durumudur. Antimikrobiyal ilave edilmiş yenilebilir filmlerle kaşar peynirlerin muhafazasında mikrobiyel gelişim önlenmiş ve ürünün raf ömrü uzatılmıştır (Sarıküş, 2006). Gorgonzola peyniri natamisin içeren selüloz esaslı filmle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kaplanmış peynirlerdeki küf oranının diğerlerine göre daha az olduğu görülmüştür (Oliveira ve ark., 2007). Mozzarella peyniriyle yapılan çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Santos Pires ve ark., 2008).

Peynir kaplanmasında polisakkaritlerden de yararlanılmaktadır. Galaktomannan içeren bir kaplama yarı-sert peynirlere uygulanmış ve peynirlerde su kaybı ile mikroorganizma sayısında azalma görülmüştür (Cerqueira ve ark., 2009b). Yine galaktomannan kullanılan bir yenilebilir kaplama Ricotta peynirleri üzerine denenmiş ve kaplamanın 4°C'de 7 gün boyunca *Listeria monocytogenes* üremesine engel olduğu saptanmıştır (Martins ve ark., 2010). *L. monocytogenes* gelişimine kitosan solüsyonları ile hazırlanan yenilebilir filmler de etkili olmuştur (Torlak ve Nizamlıoğlu, 2009).

1.8.3. Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Yenilebilir ambalajlar et endüstrisinde; işlem görmemiş etlerle sosis, salam, biftek gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Genel olarak amaç mikrobiyel gelişimi, yüzey oksidasyonunu önlemek ve muhafaza süresini uzatmaktır. Taze ve dondurulmuş etlerde depolama esnasında su kaybının ve ambalaj içindeki taze etlerden sızan su miktarının azaltılması, ransiditeye neden olan lipid oksidasyonu ve kahverengi rengin oluşuma neden olan oksidasyon hızının düşürülmesi, et ve et ürünlerinde özellikle yüzeyde bozulma yapan mikroorganizma oluşumunun azaltılması, aroma kaybı ve yabancı koku kontaminasyonunun sınırlandırılması yenilebilir film ve kaplamaların sağladığı faydalardır (Baron ve Sumner, 1993).

Son yıllarda yenilebilir film ve kaplama formülasyonlarına doğal antimikrobiyal maddelerin ilave edilmesi uygulamaları önem kazanmıştır. Nisin, pediyosin, lizozim, EDTA, laktik asit, asetik asit kullanılan antimikrobiyal maddelerden bazılarıdır (Karagöz ve Candoğan, 2007). Natrajan ve Sheldon (2000) agar jelinden üretilen yenilebilir filmlere nisin ilave etmiş ve bu filmlerin tavuk bağetlerinde *Salmonella typhimurium*'u inhibe ettiğini belirtmişlerdir.

Kitosan bazlı filmlere asetik asit veya propiyonik asit katılarak; sosis, jambon ve taze domuz etinin ambalajlanmasında kullanılmıştır. En güçlü inhibasyon etkinin sosisler üzerine olduğu görülmüştür (Ouattara ve ark., 2000). Güçlü bir antimikrobiyal etkiye sahip olan kekik esansiyel yağı kitosan filmlere ilave edilip Bologna tipi sosis dilimleri arasına uygulanmıştır. *L. monocytogenes*'in *E. coli*'ye göre kekik esansiyel yağına karşı daha duyarlı olduğu gözlenmiştir. Kitosan filmlerle ambalajlanmış ve 10°C'de 5 gün süreyle depolanmış ürünlerde kitosan filmler, *L. monocytogenes* sayısını 2 logaritmik evre azaltırken, kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* sayısını sırayla 3,6 ve 4 logaritmik evre azalttığı görülmüştür (Zivanovic ve ark., 2005).

Hoffman ve ark., (2001) mısır zeini filmlerine EDTA, laurik asit, nisin ve bu üç bileşiğin kombinasyonlarının ilave edilmesiyle kültür ortamında *L. monocytogenes* sayısının önemli derecede azaltıldığını kanıtlamışlardır. Mısır zeiniyle hazırlanan kaplamaların pişmiş etlerde ve tavuk etinde lipid oksidasyonunu engellediği de görülmüştür (Herald ve ark., 1996; Sarıoğlu, 2005).

Dekstrinler nişasta hidrolizatları olup, koruyucu kaplama olarak parça etlerde kullanılmakta ve su geçirgenliğine karşı nişastalara göre 2-3 kat daha fazla direnç göstermektedirler. Dekstrin içeren yenilebilir kaplamalar sosis, sucuk gibi et ürünlerinde kullanılmış, soğuk koşullarda ürünlerin tazeliği, rengi ve tadı korunabilmiştir (Gennadios ve ark., 1997).

Jelatin et ve et ürünlerinde nem, oksijen ve antioksidan taşıyıcı olarak kullanılır. Asetilen eklenmiş monoglisericid filmler kümes hayvanı eti ve parça etlerde depolama sürecinde dehidrasyonu önlemek amacıyla kullanılmaktadırlar (Kester ve Fennema, 1996).

Yapılan bir çalışmada karragenan bazlı yenilebilir kaplamaların tavuk etindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. 5 °C'de depolanan tavuk etlerinde *E. coli* ve toplam aerobik bakteri gelişimi geciktirilmiş ve tavuk etinin raf ömrü uzatılmıştır (Seol ve ark., 2009).

Nisin içeren kalsiyum alginat filmlerle kaplanan tavuk numunelerinde *S. typhimurium* gelişimi azalmıştır (Natrajan ve Sheldon, 2000; Yener, 2007).

Et ürünlerinde yenilebilir kaplama eldesinde selülozdan da yararlanılmaktadır. Nisin içeren selüloz kaplama Frankfurter sosisine uygulanmıştır. Sosisler buzdolabı sıcaklığında 14 gün süre ile depolanmışlardır. Depolama süresi sonunda ambalajlanmış örneklerde *L. monocytogenes* sayısının yaklaşık 2 logaritmik evre azaldığı görülmüştür (Nguyen ve ark., 2008).

1.8.4. Su Ürünlerinde Kullanımı

Su ürünlerinde kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar ürün kalitesini ve muhafaza süresini olumsuz etkiler. Ayrıca depolama sürecinde su kaybı, oksidatif bozulmalar, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların artması gibi sorunlar da etkili olmaktadır. Su ürünleri gibi hassas gıdalarda kayıpları en aza indirebilmek için yenilebilir kaplamalarla ambalajlamadan yararlanılır. Su ürünlerinin doğal yapısı yine doğal kaynaklardan elde edilen yenilebilir filmlerle korunabilmekte ve daha güvenli ürünler geliştirilebilmektedir. Su ürünlerinde yenilebilir kaplama yapımında hidrokolloidler, lipidler, proteinler, karbonhidratlar kullanılmaktadır (Kılınçeker ve ark., 2009; Campos ve ark., 2010).

Metil selüloz veya hidroksimetil selüloz kaplamalar su ürünlerine glaze olarak uygulandığında nem kaybını azaltmaktadır. Kitosan, karragenan, dekstran kaplamalar karides ve balıkta depolama sürecinde aromanın, rengin ve tazeliğin korunması için uygulanmaktadır. Karragenan bazlı yenilebilir kaplamalar balıklarda yüzey kurumalarını önler (Sürengil ve Kılınç, 2011).

Modifiye atmosfer yöntemi veya gama ışını gibi diğer muhafaza yöntemleri yenilebilir filmler ve kaplamalarla birlikte kullanılarak gıdalarda daha etkin muhafaza sağlanabilir. Gama ışını ile birlikte uygulanan soya proteininden elde edilmiş yenilebilir kaplama ile karidesin raf ömrü uzatılabilmektedir (Erkmen, 2010).

Peyniraltı suyu protein filmleri içerdikleri polar kısımlar nedeniyle mükemmel oksijen bariyeri özelliklerine sahiptirler. Bu nedenle özellikle et ve balık gibi gıdaların muhafazasında önemli etkiye sahiptirler (Yılmaz ve ark., 2007).

Polisakkarit bazlı kaplamalar deniz ürünlerinde oksidatif ransiditeyi, dehidrasyonu, yüzey kararmalarını önleyerek görünüşlerini iyileştirirler (Carneiro-da-Cunha ve ark., 2009). Taze kırmızı et, tavuk eti veya balık dilimleri plastik tepsilerde ambalajlandığında ürün suyunun sızması, paketi tüketicilere karşı itici hale getirmektedir. Yenilebilir kaplamalar suyu içerisinde tutarak sızıntıları önler, ürünün görünüşünü iyileştirir ve bu sayede tepsinin dibine absorbent pedlerin yerleştirilmesine gerek kalmaz. Balık, tavuk eti ve kırmızı et parçalarının yüzeyine kaplama, paneleme ve kızartmadan önce uygulanan kaplamalar kızartma sırasındaki yağ alımını azaltarak ürünlerin besleyici değerini geliştirebilir (Gennadios, 1997).

Antimikrobiyal ilave edilmiş yenilebilir kaplamaların su ürünlerinde kullanımı yaygındır. Örneğin glukoz oksidaz içeren alginat kaplamalı film ile balıkların raf ömrü uzatılabilmektedir (Field ve ark., 1986). Soğuk dumanlanmış sardalyaların raf ömrünü uzatmak için yüksek basınç ve keklikotu (*Adonis vernalis*) ekstraktı veya biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ya da kitosan eklenerek zenginleştirilen jelatin bazlı fonksiyonel yenilebilir filmler kombine olarak uygulanmıştır. Kaplanmayan balıklar

dumanlanma sırasında açığa çıkan fenoller sayesinde antioksidant güç göstermektedir. Keklikotu veya biberiye ekstraktıyla zenginleştirilen filmlerle kaplanan balıklar fenol içeriğini ve antioksidant gücünü artırmaktadır. Bitki ekstraktları eklenen yenilebilir filmler oksidasyon seviyesini ve mikrobiyal gelişmeyi azaltmıştır. Jelatin-kitosan filmi mikrobiyal gelişmeyi azaltmada etkili olmuştur. Yüksek basınç ve yenilebilir film kombinasyonu ise hem oksidasyonu önleme hem de mikrobiyal gelişmeyi inhibe etme açısından en iyi sonucu göstermiştir (Gomez-Esteca ve ark., 2007).

Kitosanla yapılan başka bir çalışmada somon balıkları kitosan-niştasta karışımından oluşan kaplama ile kaplanmıştır. Sonuç olarak balıklarda psikrofil, mezofil bakteri gelişimi azaltılmış ve ürünün kalitesi 2 °C'de 6 gün süreyle muhafaza edilmiştir (Vasconez ve ark., 2009).

1.9. Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Kaplamalar

Yenilebilir filmlere aroma karışımları, antioksidanlar, antimikrobiyal ajanlar, pigmentler, esmerleşme reaksiyonlarını önleyici iyonlar, vitamin ve besleyici maddeler eklenerek gıdaların bozulmalara karşı korunması artırıldığı gibi besleyici özellikleri de zenginleştirilebilmektedir (Sarıoğlu, 2005; Erkmén, 2010). Bunlardan en çok kullanılan antimikrobiyal madde içeren yenilebilir ambalajlardır. Bu ambalajlar süt ürünleri, et ve et ürünleri, meyve-sebze gibi gıdalara uygulandığında gıdadaki canlı mikroorganizma gelişimini inhibe ederek gıdaların raf ömrünü ve kalitesini artırırlar (Ayana ve Turhan, 2010).

Appendini ve Hotchkiss (2002)'e göre antimikrobiyal maddeler ambalajda farklı şekillerde bulunabilirler:

1. Ambalajın içine uçucu antimikrobiyal içeren torba veya ped ilavesi ile,

2. Uçucu veya uçucu olmayan antimikrobiyal ajanların direk olarak polimer içerisine ilavesi ile,
3. Polimer yüzey üzerine antimikrobiyal maddelerin kaplanması veya absorblanması ile,
4. İyonik ya da kovalent bağlarla polimere antimikrobiyal immobilizasyonu ile,
5. Antimikrobiyal özellikteki doğal polimerlerin kullanımı ile.

Ambalajlama sanayinde en çok kullanılan koruyucu ve antibiyotikler; benzoatlar, propiyonatlar, sorbatlar, parabenler, asitleştiriciler, kür ajanları (sodyum klorit ve sodyum nitrat gibi), bakteriyosinler, esansiyel yağlar ve lizozim gibi doğal koruyuculardır (Çağrı ve ark., 2003).

Çizelge 1.3’de yenilebilir kaplama çözeltilisine eklenen antimikrobiyal ajanlar ve etki ettikleri hedef mikroorganizma grupları verilmiştir.

Çizelge 1.3. Antimikrobiyal maddeler ve hedef mikroorganizmalar
(Appendini ve Hotchkiss, 1998).

Antimikrobiyal maddeler	Hedef mikroorganizma
Organik asitler - Propiyonik asit - Benzoik asit - Sorbik asit - Asetik asit - Laktik asit - Malik asit	Küfler
İnorganik gazlar - Sülfür dioksit - Klorindioksit	Küfler, bakteriler, mayalar
Metaller - Gümüş	Bakteriler
Bakteriyosin - Nisin - Pediosin - Laktisin	Gram (+) bakteriler
Fungusitler - Benomil - İmazalil	Küfler
Enzimler - Lisozim - Glukoz oksidaz	Gram (+) bakteriler
Şelat ajanları - EDTA	Gram (-) bakteriler
Bitki ekstraktları - Greyfurt çekirdeği ekstraktı - Allil isotiyosiyanat - Uçucu yağlar - Hinokitiol - Bamboo tozu	Küfler, bakteriler, mayalar
Parabenler - Propilparaben - Etilparaben	Küfler

Antimikrobiyal gıda katkı maddeleri yenilebilir filmlerin içerisine genellikle yapım aşamasında film kurutulmadan önce eklenir. Antimikrobiyal kaplamalar peynir yüzeylerine, işlem görmemiş etlere, tavuklara, yumurta yüzeylerine, balıklara veya meyvelere uygulanarak küflerin, mayaların, çürümeye neden olan mezofilik ve psikrofil bakterilerin ve bazı patojenlerin üremesini önleyebilirler. Böylece gıdalara uygulanan antimikrobiyal yenilebilir kaplama uygulaması gıdanın kalitesini uzun süre koruyabildiği gibi sağlık risklerini de azaltır. Örneğin, peyniraltı suyu

proteininden sosis için geliştirilmiş içerisinde sorbat ve aminobenzoat bulunan yenilebilir antimikrobiyal kılıflar sosis yüzeyindeki *L. monocytogenes*'in, mezofilik bakterilerin ve küflerin üremesini 42 gün boyunca inhibe edebilmiştir. Böylece uygulanan antimikrobiyal kılıf hem bu gıdanın tüketimi ile meydana gelebilecek zehirlenme riskini azaltmış hem de sosisin raf ömrünün artmasını sağlamıştır (Seol ve ark., 2009; Erkmen, 2010).

Çizelge 1.4. Antimikrobiyal yenilebilir film ve kaplamaların gıda uygulamaları (Ayana ve Turhan, 2010)

Biyopolimer	Antimikrobiyal madde	Gıda
Peyniraltı suyu proteini	Aminobenzoik asit, sorbik asit	Bologna tipi sosis, yarı fermente sosis
Metil selüloz	Kitosan	Kavun
Gluten	Nisin	Hindili Bologna sosisi
Soya proteini	Üzüm çekirdeği özütü, yeşil çay özütü	Frankfurter sosisi
Kitosan	Asetik asit, propiyonik asit	Bologna tipi sosis, jambon, pastırma
Kitosan	Lisozim	Mozarella peyniri
Selüloz	Natamisin	Gorgonzola peyniri
Selüloz	Natamisin, nişin	Mozarella peyniri
Karragenan	Ovotransferrin, EDTA, sorbik asit	Tavuk göğüs eti
Jelatin	Mercanköşkü özütü, biberiye özütü	Sardalya
Kandelila mumu	Elajik asit	Avokado
Metilselüloz	Zeytin yaprağı özütü	Kaşar peyniri
Aljinat	Tarçın, karanfil, limon otu yağı	Elma

1.10. Çilek Meyvesi ve Özellikleri

Çilek bitkisi (*Fragaria ananassa*), Gülgiller (*Rosaceae*) familyasındandır. Ülkemizde soğuk iklimli Doğu Anadolu bölgesinden sıcak Akdeniz bölgesine kadar hemen hemen her yerde yetiştirilebilen neredeyse tek meyve türü çilektir (Del-Valle ve ark., 2005).

Çilek mekanik darbelere, yaralanmalara, su kaybına ve bozulmalara karşı duyarlı, hassas bir meyvedir. Ürünün bozulmaması için hasatta ve taşımada çok dikkatli davranılması gerekir. Meyvenin dokularının zarar görmesi görünüş bozukluklarına ve besin değerinde kayıplara yol açar (Xu ve ark., 2001).

Çilek, insan sağlığında önemli rolü olan antosiyanin, aminoasit, kalsiyum, C vitamini, E vitamini ve folik asit bakımından oldukça zengindir. Çileğin antikanserojen etkisi olduğu son zamanlarda yapılan araştırmalar sonucu kabul görmektedir (Han ve ark., 2004).

Çileğin hasat sonrası raf ömrü çok kısadır. Çilek soğuk ortam koşullarında muhafaza edilmelidir. Su kaybına bağlı olarak çilekte buruşma, çürüme, küflenme olayları hızla gerçekleşir. 0-4 °C'de çileğin raf ömrü genellikle 5 günden daha azdır. Yenilebilir kaplamalarla ve soğuk depolamayla çilekteki bozulmalar azaltılabilir (Debeaufort ve ark., 1998).

1.11. Yenidünya Meyvesi ve Özellikleri

Yenidünya (*Eriobotrya japonica*) diğer adıyla Malta eriği Gülgiller (*Rosaceae*) familyasındandır. Yenidünya meyvesinin anavatanı Çin, Japonya ve Kuzey Hindistan'dır. Buralardan üretimin yapıldığı Akdeniz ülkelerine yayılmıştır. Yenidünya meyvesinin ülkemize 150-200 yıl kadar önce Cezayir ve Lübnan'dan geldiği tahmin edilmektedir (Demir, 1987).

Yenidünya meyvesi, yüksek oranda A vitamini içerir. Eti ve kabuğunun rengi, meyvenin A vitamini kaynağı karoten yönünden zengin olduğunu gösterir. Meyvede potasyum ve kalsiyum oranı oldukça yüksek olup; magnezyum, fosfor, demir gibi mineraller de yapısında bulunmaktadır (Topuz, 1998).

Yenidünya meyvelerinin hasattan hemen sonra bekletilmeden pazarlanması gerekir. Çünkü diğer bazı meyve türlerine göre muhafaza süreleri daha kısadır. Bu yüzden mümkün olduğunca düşük sıcaklıklarda depolanmalıdırlar. Yenidünya meyvelerinin düşük sıcaklık zararlanmasına oldukça hassas olmaları, oda sıcaklığı şartlarında depolama ömrünün 6 güne kadar düşmesine neden olmaktadır. Bu zararlanmalar ağırlık kayıpları ve meyvelerde kararmaların oluşumu şeklindedir (Ding ve ark., 2002; Tepe, 2013; Shao ve Tu, 2014).

1.12. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada kiraz ve kayısı ağaçlarından sızan reçinelerin gıda kaplaması olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu reçinelerden elde edilecek filmler gıda kaplanmasında kullanılmış ve gıdaların raf ömürlerine etkileri araştırılmıştır.

Kiraz ülkemizde Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kayısı ise başta Malatya olmak üzere birçok ilimizde yetişebilen bir meyvedir. Bu ağaçlardan sızan reçinelerin gıda sektöründe kullanımı ve bununla ilgili çalışmalara literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmada kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin yenilebilir film yapısına uygunluğu araştırılarak hem bu reçineler değerlendirilmiş olacak, hem de raf ömrü kısa olan gıdaların muhafaza süreleri uzatılarak ekonomiye katkıda bulunulacaktır. Ayrıca bu organik ürünlerin ambalajlama sektöründe yaygınlaşarak değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Bu amaçla öncelikle reçineler ağaçlardan toplanmış, elementel analizleri yapılarak kimyasal özellikleri incelenmiştir. Reçinelerin kuru madde, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Bu reçinelerden film hazırlanıp kurutulmuş ve filmlerin termal analizleri (DSC) yapılmıştır. Termal analizlerle polimerlerin ısı karşısındaki davranışları ve ağırlık kayıpları belirlenmiştir. SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile yüzeysel yapıları incelenmiştir.

Daha sonra hazırlanan filmlerle gıdalar kaplanmış; kaplı gıdalar kaplı olmayanlarla raf ömürleri, mikrobiyolojik kaliteleri, ağırlık kayıpları, duyu sal nitelikler yönünden kıyaslanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması iki aşamalı olarak yapılmıştır. Öncelikle ağaç reçinelerinin bazı kimyasal özellikleri incelenmiş ve reçinelerden film elde edilmiş, daha sonra bu filmler gıda kaplanmasında kullanılarak yenilebilir film özellikleri incelenmiştir.

2.1. Reçinelerin Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Filmlerin Hazırlanması

2.1.1. Gereç

Çalışmada kullanılacak olan kiraz ve kayısı ağacı reçineleri Isparta'nın Senirkent ilçesinden üç aylık bir süreçte toplanmıştır.

Reçinelerin karakterizasyonunda ve filmlerin hazırlanmasında kullanılan cihaz, araç gereç ve malzemeler şunlardır:

- a. Homojenizatör (Daihan HG-15D, Korea)
- b. Elektronik terazi (Precisa 205 A SCS, Swiss)
- c. Hotplate (Nüve HP221)
- d. Elementel analiz cihazı (LECO CHNS, Germany)
- e. SEM Taramalı Elektron Mikroskobu (LEO 1430 VP, Germany)
- f. TG-DSC Termal Gravimetri-Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (Netzsch STA 449 F1, Germany)
- g. UV-vis spektrofotometre (Thermo LabSystems, 1500, Finland)
- h. Ses dalgalı su banyosu (Bandelin Sonorex RK100, Germany)
- ı. Vorteks (IKA MS2 Minishaker)
- i. Etüv (Nüve FN 500)
- j. Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, Germany)
- k. DPPH (2,2-difenil 1-pikril hidrazil) reaktifi (Merck, Germany)

- l. Gallik asit (Sigma Chemical, USA)
- m. Sodyum karbonat (Merck, Germany)
- n. Aseton (Sigma Chemical, USA)
- o. Filtre kağıdı (Whatman)
- ö. Sorbitol (Merck, Germany)
- p. Etil alkol (Merck, Germany)
- r. Distile su
- s. 250 mL'lik beher
- t. Cam baget
- u. Spatül
- ü. Petri kabı

2.1.2. Yöntem

2.1.2.1. Reçinelerin Elementel Analizleri

Porselen havanda kırılarak boyutları küçültülen ağaç reçinelerinin kimyasal yapılarının belirlenmesi amacıyla elementel analizleri İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen Fakültesi Kimya Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

Elementel analiz cihazı (LECO CHNS, Germany) ile homojen ve az miktarda örnek kullanılarak karbon (C), hidrojen (H), azot (N) ve kükürt (S) elementleri eş zamanlı analiz edilebilmekte ve sonuçlar yüzde olarak verilmektedir. Analiz için 2,068 mg kiraz ağacı reçinesi, 2,200 mg kayısı ağacı reçinesi kullanılmıştır.

Analizin ilk aşamasında örnekler gümüş kapsüller içine yerleştirilerek yakılır. Yükseltgen gaz karışımı taşıyıcı bir gaz (helyum) ile kromatografi kolonuna gönderilir. Burada oksijen ile yakılarak oluşan gaz ve ayrılan gazlar ısısal iletkenlik dedektörüne yönlendirilerek her bir gazın miktarıyla orantılı olarak elektrik sinyali elde edilerek element analizi yapılır (Anonim, 2014).

2.1.2.2. Reçinelerin Kuru Madde Miktarlarının Belirlenmesi

Reçinelerin kuru madde miktarı, fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitelerinin ölçümü Adnan Menderes Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde yapılmıştır. Bu analizde ısıtma yoluyla reçinelerdeki nem giderilerek kuru madde miktarı belirlenmiş ve sonuçlar % olarak verilmiştir. Bunun için reçinelerden 2'şer gram tartılarak petri kaplarına alınmıştır. Numuneler etüvde 100 ± 2 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma öncesi ve sonrası tartımları alınmış ve aşağıda verilen formülle kuru madde oranları hesaplanmıştır (Anonim, 1984).

$$\text{Kuru madde (\%)} = \left[\frac{\text{Reçine kuru maddesinin ağırlığı(g)}}{\text{Reçine numunesinin ağırlığı(g)}} \right] \times 100$$

2.1.2.3. Reçinelerin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Belirlenmesi

Reçinelerin toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemine göre belirlenmiştir (Uyar, 2013). Örneklerin ekstraksiyonu için reçinelerden 1'er gram tartılmış ve üzerlerine 1'er mL % 80'lik aseton çözeltisi eklenmiştir. Örnekler ses dalgalı su banyosunda (Bandelin Sonorex RK100, Germany) 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra filtre kağıdından geçirilen ekstratlardan 30'ar µL alınarak deney tüplerine konulmuştur. Herbirinin üzerine 2370 µL distile su ve 150 µL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. Karışımlar vortekslendikten sonra 8 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 450'şer µL doymuş sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmiş ve 30 dakika karanlık ortamda bekletilmiştir. UV-vis spektrofotometre (Thermo Labsystems, 1500, Finland) ile 750 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit çözeltileri hazırlanarak standart kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir (Karaaslan ve ark., 2014).

2.1.2.4. Reçinelerin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi

Reçinelerin antioksidan kapasitelerinin ölçümü DPPH (2,2-difenil 1-pikrilhidrazil hidrat) metoduna göre yapılmıştır (Blois, 1958). Öncelikle reçine ekstratlarının etanol ile farklı konsantrasyonlardaki dilüsyonları (250, 150, 100, 75, 50, 25, 10, 5 mg/mL) hazırlanmıştır. Her bir dilüsyondan 0,1 mL alınarak 2,9 mL DPPH solüsyonuna eklenmiştir. Oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılarak süre sonunda UV spektrofotometresinde (Thermo Labsystems, 1500, Finland) 517 nm’de absorbansları okunmuştur. DPPH radikal süpürücü etki yüzde olarak aşağıdaki denklemlerle hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrilerinden ortalama etki konsantrasyonları (EC_{50}) bulunmuştur (Karaaslan ve ark., 2014).

$$\text{DPPH radikal süpürücü etki (\%)} = (A_C - A_S) / (A_C - 100)$$

A_C : Kontrol numunesinin absorbansı

A_S : Numunenin absorbansı

2.1.2.5. Polimer Film Çözeltilerinin Hazırlanması

Filmlerin yapımında Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Kontrol Laboratuvarının imkanlarından yararlanılmıştır. Yıkayıp kurutulan ağaç reçineleri porselen havanda kırılarak cam kavanozlarda saklanmıştır. Film çözeltilerinin hazırlanmasında uygun konsantrasyonu bulmak amacıyla farklı miktarlarda reçineler kullanılarak çözeltiler hazırlanmıştır. 2, 3, 4, 5 ve 6 gramlık çözeltilerden, uygun viskozitenin 5 gramlık çözeltilerde olduğu görülmüştür.

İki tane 250 mL’lik beher alınmış ve reçinelerden 5’er gram tartılarak bu beherlere konulmuştur. Üzerlerine 100’er mL distile su eklenmiş ve 3-4 saat yumuşamaları için bekletilmiştir. Daha sonra her iki çözeltiye de 0,02 gram sorbitol eklenmiştir. Cam bagetle karıştırılarak 70 °C’deki hotplate’de yarım saat tutulmuştur.

Biraz soğuduktan sonra çözeltiler 12000 devirdeki homojenizatörde (Daihan HG-15D, Korea) 3 dakika süre ile homojenize edilmiştir (Soydan, 2011).

2.1.2.6. Filmlerin Termal Analizleri

Filmlerin termal analizleri için, hazırlanan film çözeltilerinden 50'şer mL alınarak petri kutularına dökülmüştür. Filmler oda sıcaklığında 3 gün kurutulmuştur.



Resim 2.1. Kurutulmuş film örnekleri

Hazırlanan filmlerin termal analizleri için Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan TG-DSC (termal gravimetri-diferansiyel taramalı kalorimetri, Netzsch STA 449 F1, Germany) cihazından yararlanılmıştır. Termal analizlerle filmlerin ısı karşısındaki davranışları, termal kararlılıkları, ağırlık değişimleri, reaksiyon tipi gibi özellikleri incelenmiştir. 1,779 mg kiraz ağacı reçinesinden ve 1,867 mg kayısı ağacı reçinesinden hazırlanan film örnekleri oda sıcaklığında 20 K/dk ısıtma hızında 500 °C'ye kadar ısıtılmış ve filmlerin termal davranışları değerlendirilmiştir (Sudhamani, 2003).

2.1.2.7. Filmlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İle Yüzey Analizleri

Filmlerin elektron mikroskobu fotoğrafları Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında çekilmiştir. Bunun için taramalı elektron mikroskobu (LEO 1430 VP, Germany) kullanılmıştır. Filmler yüksek vakumda altın ile kaplanarak 15 kV'luk voltajda çalışılmıştır (Liu ve ark., 2013).

2.2. Gıdaların Filmlerle Kaplanması

Çalışmanın ikinci aşamasında kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinden hazırlanan filmler çilek ve yenedünya meyvelerinin kaplanmasında kullanılmış ve filmlerin bu gıdaların raf ömrüne, ağırlık kayıplarına, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerine olan etkileri incelenmiştir.

2.2.1. Gereç

Meyvelerin filmlerle kaplanması ve ilgili analizlerin yapımında aşağıdaki cihaz, araç-gereç ve malzemeler kullanılmıştır:

- a. Elektronik terazi (Precisa 205 A SCS, Swiss)
- b. Mikser (Easy mix)
- c. Vorteks (IKA MS2 Minishaker)
- d. Kuru sterilizatör (Nüve FN500)
- e. İnkübatör (Nüve EN500)
- f. İnkübatör (Memmert)
- g. Otoklav (HMC Hırayama HV-85L)
- h. PCA hazır besiyeri (Salubris, Poznan)
- ı. PDA katı besiyeri (Acumedia, Michigan)
- i. VRB agar besiyeri (Oxoid CM0107, Germany)

- j. Pepton (Oxoid, Germany)
- k. Distile su
- l. Petri kabı

2.2.2. Yöntem

2.2.2.1. Çilek ve Yenidünya Meyvelerinin Filmlerle Kaplanması

Çalışmada kullanılacak olan çilek ve yenedünya meyveleri Afyon'da yerel bir süpermarketten alınmıştır. Benzer büyüklükte ve saplı meyveler seçilmiştir. Çilek meyvelerinin yaprakları çıkarılmıştır. Meyveler önce çeşme suyu ile sonra distile su ile yıkanmıştır. Yıkanan meyveler kağıt havlu üzerine alınarak oda sıcaklığında 2-3 saat kurumaya bırakılmıştır.

Kaplama işleminde daldırma yöntemi kullanılmıştır. Kaplanacak meyveler film çözeltilerine on saniye aralıklarla üç kez daldırılıp çıkarılmıştır. Saplarından çelik çengellerle tutturulan meyveler, özel olarak yaptırılan metal halkalara asılmıştır. Kaplamasız, kiraz ağacı reçinesi filmi ve kayısı ağacı reçinesi filmi ile kaplı numuneler 3-4 saat oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Çilek ve yenedünyaların bulunduğu halkalardan ikisi $4\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki buzdolabına, diğer ikisi $20\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki inkübatöre konulmuştur. Bu sıcaklık değerlerinin seçilmesinin nedeni, meyvelerin hem ortam sıcaklığında hem de marketlerde dolaplarda satışa sunulmasıdır (Soydan, 2011).

2.2.3. Çilek ve Yenidünya Meyvelerinin Raf Ömrünün İncelenmesi

$4\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabında ve $20\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de inkübatörde tutulan kaplamasız (A), kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı (B), kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı (C) çilek ve

yenidünya örneklerinin kaçınıcı günde bozuldukları takip edilerek raf ömürleri belirlenmiştir.

2.2.4. Çilek ve Yenidünya Meyvelerinin Mikrobiyolojik Analizleri

2.2.4.1. Numunelerin Alınması ve Dilüsyonların Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizi yapılacak olan kaplamalı ve kaplamasız her bir örnekten steril stomacher torbalarına 1'er gram tartılarak alınmıştır. Üzerlerine 9'ar mL steril peptonlu fizyolojik tuzlu su ilave edilmiş ve numuneler stomacherde 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Bu homojenatlardan 1'er mL alınarak içerisinde 9 mL peptonlu su bulunan deney tüplerine aktarılmıştır. Deney tüpleri vorteksle karıştırıldıktan sonra örneklerin dilüsyon serileri 10^{-4} 'e kadar hazırlanmıştır (Gürgün ve Halkman, 1988).

Mikrobiyolojik analizlerin tümü üç tekerrürlü ve her tekerrürde üç ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.4.2. Toplam Bakteri Sayımı

Çilek ve yenidünya meyvelerinde toplam bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) besiyeri (Salubris, Poznan) ve yayma yöntemi kullanılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 30 ± 2 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası besiyerlerinde oluşan tüm koloniler sayılarak logaritmik hesapları yapılmıştır (Nortje, 1990).

2.2.4.3. Toplam Maya-küf Sayımı

Çilek ve yenedünya meyvelerinde maya ve küf sayımı için Potato Dextrose Agar (PDA) besiyeri (Acumedia, Michigan) ve yayma yöntemi kullanılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 25 ± 1 °C'de 4-5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda besiyerlerinde oluşan pembe-kırmızı koloniler sayılarak logaritmik hesapları yapılmıştır (Anonim, 1987).

2.2.4.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Çilek ve yenedünya meyvelerinde koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB) besiyeri (Oxoid CM0107, Germany) ve yayma yöntemi kullanılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 30 ± 1 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda besiyerlerinde oluşan pembe-kırmızı koloniler sayılarak logaritmik hesapları yapılmıştır (ISO, 1991).

2.2.5. Çilek ve Yenedünya Meyvelerinde Ağırlık Kayıplarının İncelenmesi

4 ± 1 °C'de buzdolabında ve 20 ± 1 °C'de inkübatörde tutulan kaplamasız (A), kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı (B), kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı (C) çilek ve yenedünya örneklerinin ağırlık kayıplarının belirlenmesi için 24 saat aralıklarla elektronik terazide (Precisa 205 A SCS, Swiss) tartımları alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meyvelerdeki yüzde ağırlık kaybı değerleri hesaplanmıştır. Deneyler üç tekerrürlü olarak yapılmıştır.

2.2.6. Çilek ve Yenidünya Meyvelerinin Duyusal Analizleri

Kaplamaların meyvelerin duyusal özelliklerine etkilerini incelemek için 8 kişilik panelist gruba hedonik test (hoşlanma-beğenilirlik testi) uygulanmıştır (Chien ve ark., 2007). Örnekler A, B, C harfleriyle tesadüfi olarak kodlanmıştır. (A: kaplamasız örnek B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek). Kaplamalı ve kaplamasız örnekler görünüş, yapı ve tat yönünden 9'lu hedonik sıkalaya göre panelistler tarafından puanlanmıştır. Duyusal değerlendirme iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çizelge 2.1'de duyusal değerlendirme formu görülmektedir (Çalikoğlu, 2008).

Çizelge 2.1. Duyusal değerlendirme formu (Çalikoğlu, 2008)

Tüketici Değerlendirme Formu

Lütfen örnekleri görünüş, yapı ve tat yönünden değerlendiriniz ve 1-9 arası skorunuzu aşağıdaki puan tablosuna göre ilgili alanın altına yazınız.

Puan	Kalite tanımlanması
1	Son derece kötü
2	Çok kötü
3	Oldukça kötü
4	Çok az kötü
5	Ne iyi ne kötü
6	Çok az iyi
7	Oldukça iyi
8	Çok iyi
9	Mükemmel

Özellik	A	B	C
Yüzey düzgünlüğü			
Yüzey parlaklığı			
Yüzey rengi			
Tekstür			
Aroma			
Genel beğeni			

2.2.7. İstatistiksel Analizler

Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizlerinin sonuçları SPSS istatistik paket programı (IBM SPSS Statistics 18.0) kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin analizlerinden elde edilen veriler tesadüf blokları deneme düzeninde varyans analizi (ANOVA) uygulanarak değerlendirilmiştir. Farklılık görülen gruplarda farklılığın hangi düzeyde olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir. Bulgulardan elde edilen veriler tablolarda ortalama±standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Kiraz ve Kayısı Ağacı Reçinelerinin Elementel Analiz Bulguları

Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinde bulunan karbon, hidrojen, azot ve kükürt elementlerinin % miktarları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinde bulunan elementlerin miktarları (%)

Reçine	Element (%)			
	Karbon	Hidrojen	Azot	Kükürt
Kiraz	37,880	7,094	0,119	0,044
Kayısı	36,220	6,951	0,386	0,036

3.2. Kiraz ve Kayısı Ağacı Reçinelerinin Kuru Madde Miktarları

Yapılan ölçümler sonucunda kiraz ağacı reçinesinin kuru madde miktarı % 88,21; kayısı ağacı reçinesinin kuru madde miktarı % 85,83 olarak bulunmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin kuru madde miktarları

3.3. Kiraz ve Kayısı Ağacı Reçinelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları

Analizde toplam fenolik madde konsantrasyonu gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmış ve sonuçlar mg GAE/kg olarak Şekil 3.2’de verilmiştir. Buna göre kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 781,94 mg/kg ve 180,71 mg/kg’dir.



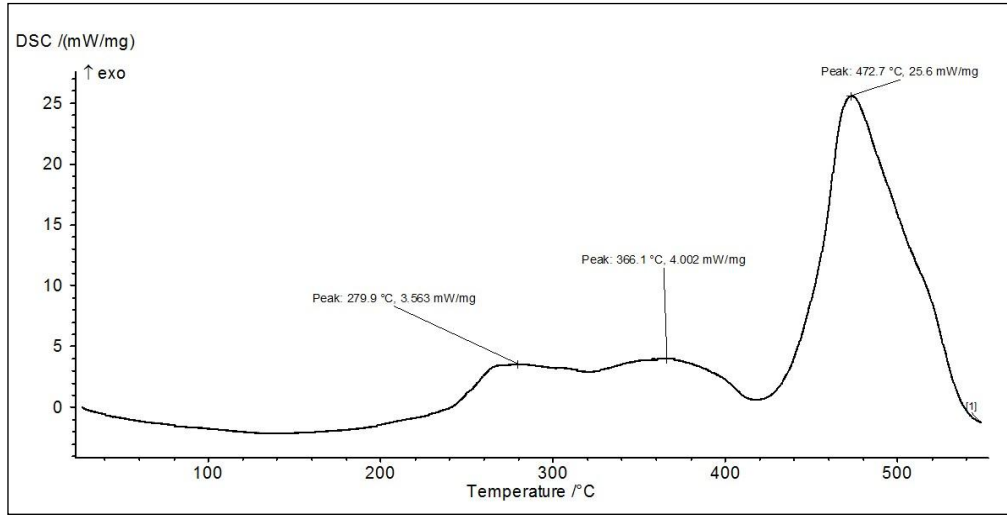
Şekil 3.2. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin fenolik madde miktarları

3.4. Kiraz ve Kayısı Ağacı Reçinelerinin Antioksidan Kapasite Değerleri

DPPH metoduna göre belirlenen antioksidan kapasite değerleri ortalama etki konsantrasyonu (EC_{50}) üzerinden yorumlanmıştır. Antioksidan kapasite ile EC_{50} değerleri arasında ters orantı vardır. Çalışmamızda kiraz ağacı reçinesinin EC_{50} değeri 1,659 g/L; kayısı ağacı reçinesinin ise 6,88 g/L bulunmuştur. Bu durumda EC_{50} değeri düşük olan kiraz ağacı reçinesinin antioksidan kapasitesi diğerine göre daha fazladır.

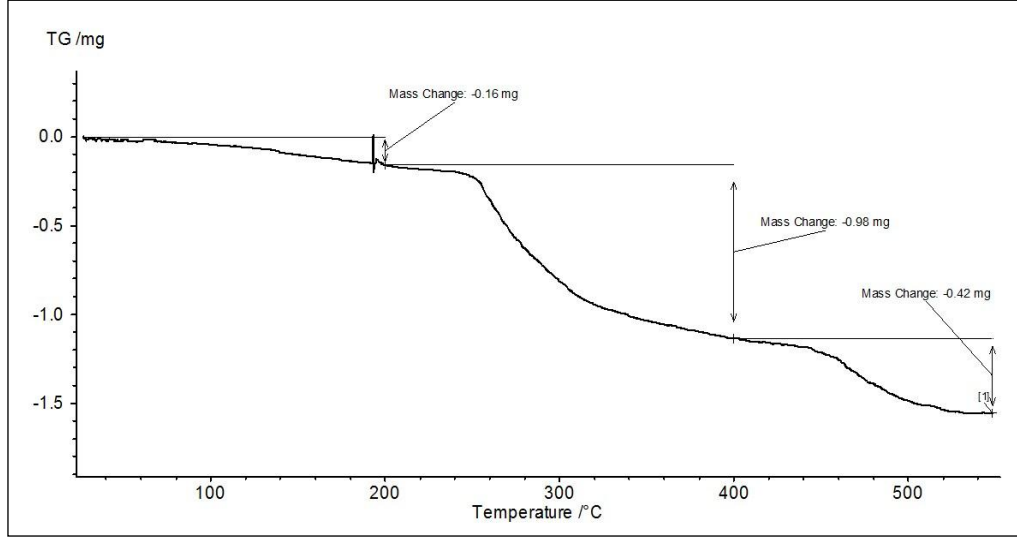
3.5. Kiraz Ağacı Reçinesinden Hazırlanan Filmin Termal Analiz Bulguları

TG-DSC (termal gravimetri- diferansiyel taramalı kalorimetri) cihazı ile 1,179 mg kiraz ağacı reçinesinden hazırlanan film örneği oda sıcaklığında 20 K/dk ısıtma hızında 500 °C'ye kadar ısıtılmış ve filmin termal davranışları incelenmiştir. Şekil 3.3'te filmin DSC eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Kiraz ağacı reçinesi filminin DSC eğrisi

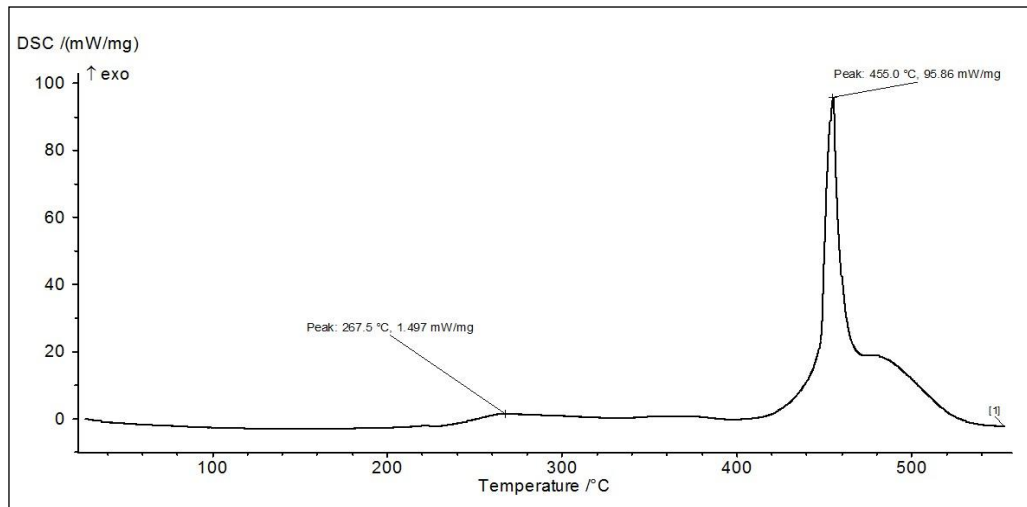
Filmin termal gravimetrik yöntemle sıcaklığa bağlı olarak ağırlık değişimini gösteren grafik Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Kiraz ağacı reçinesi filminin sıcaklığa bağlı ağırlık değişimi

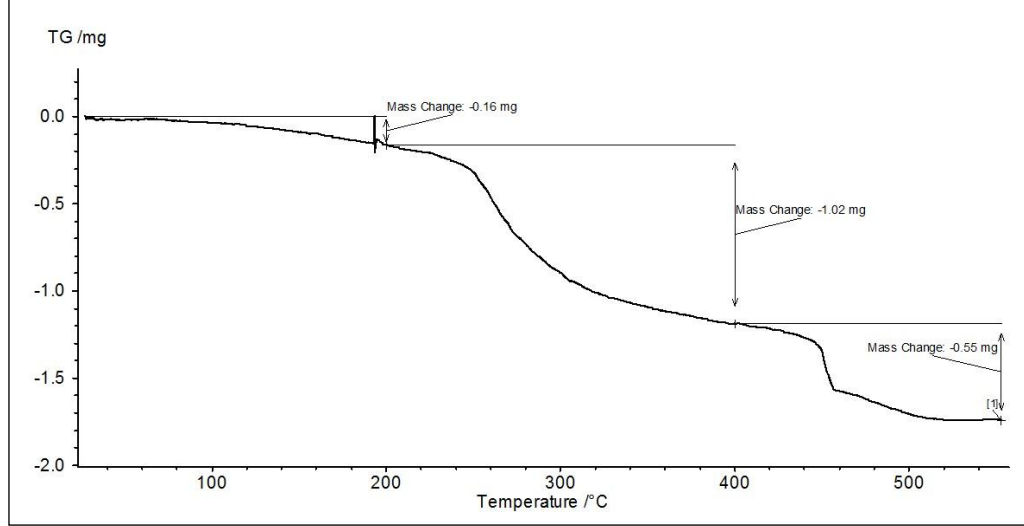
3.6. Kayısı Ağacı Reçinesinden Hazırlanan Filmin Termal Analiz Bulguları

TG-DSC (termal gravimetri- diferansiyel taramalı kalorimetri) cihazı ile 1,867 mg kayısı ağacı reçinesinden hazırlanan film örneği oda sıcaklığında 20 K/dk ısıtma hızında 500°C'ye kadar ısıtılmış ve filmin termal davranışları incelenmiştir. Şekil 3.5'te filmin DSC eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Kayısı ağacı reçinesi filminin DSC eğrisi

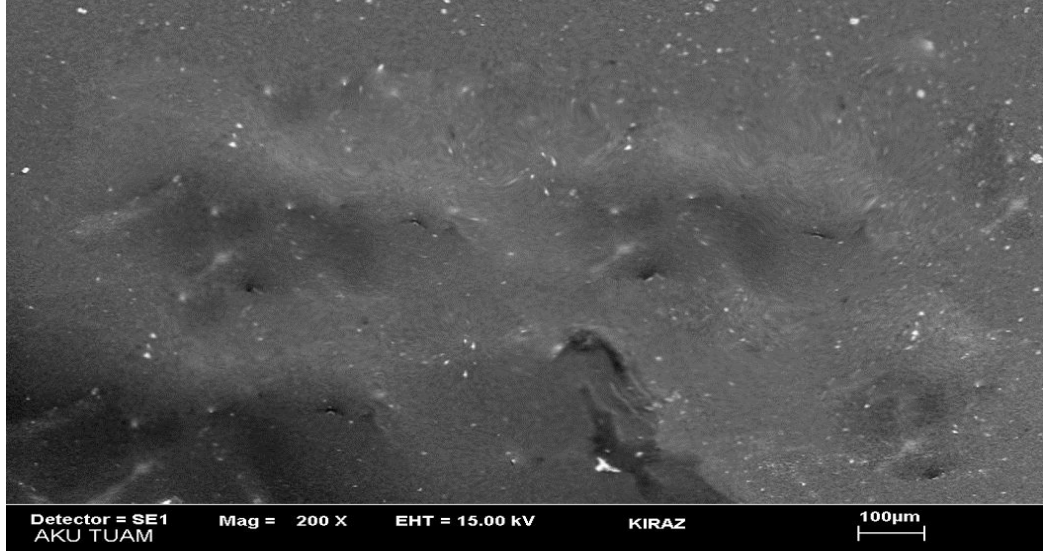
Filmin termal gravimetrik yöntemle sıcaklığa bağlı olarak ağırlık değişimini gösteren grafik Şekil 3.6'de verilmiştir.



Şekil 3.6. Kayısı ağacı reçinesi filminin sıcaklığa bağlı ağırlık değişimi

3.7. Kiraz Ağacı Reçinesinden Hazırlanan Filmin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile Yüzey Analizi

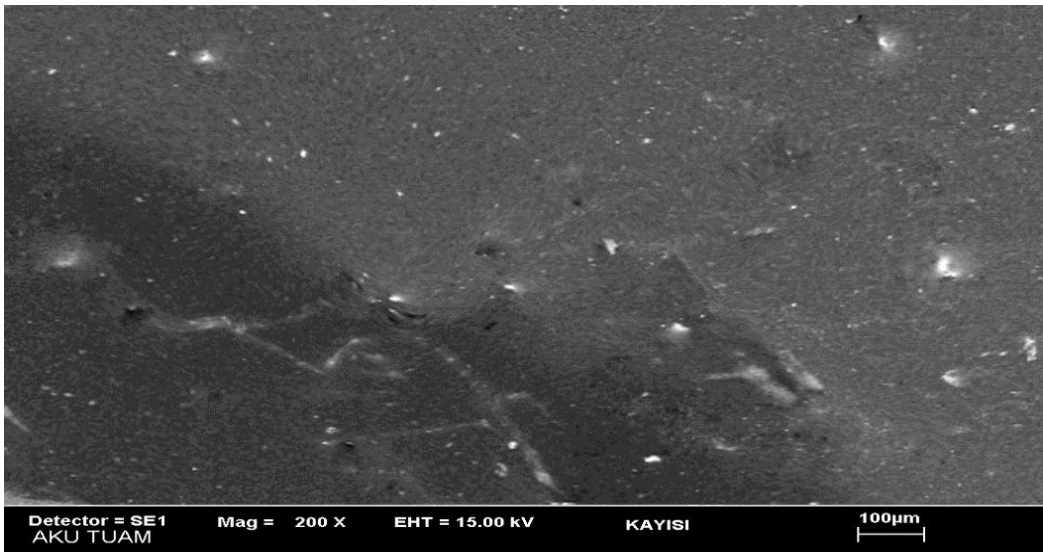
Kiraz ağacı reçinesi ile hazırlanan yenilebilir filmin taramalı elektron mikroskobunda alınan görüntüsü Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Kiraz ağacı reçinesi filminin 15 kV'ta alınan SEM görüntüsü

3.8. Kayısı Ağacı Reçinesinden Hazırlanan Filmin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile Yüzey Analizi

Kayısı ağacı reçinesi ile hazırlanan yenilebilir filmin taramalı elektron mikroskobunda alınan görüntüsü Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Kayısı ağacı reçinesi filminin 15 kV'ta alınan SEM görüntüsü

3.9. 4±1 °C’de Yenilebilir Film Uygulanan Çilek Örneklerine Ait Bulgular

3.9.1. Raf Ömrüne Ait Bulgular

4±1 °C’deki buzdolabına konulan kaplamasız, kiraz ağacı reçinesi filmi ve kayısı ağacı reçinesi filmi ile kaplı çileklerden kaplamasız olanlar 6. günde bozulmuşken, filmlerle kaplı çilekler 12. günde bozulmuşlardır.

3.9.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4±1 °C’deki kaplamalı ve kaplamasız çilek örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri 0, 2, 4 ve 6. günlerde toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi bakımından incelenmiştir. Sonuçlar üç tekerrür ortalaması şeklinde gösterilmiştir.

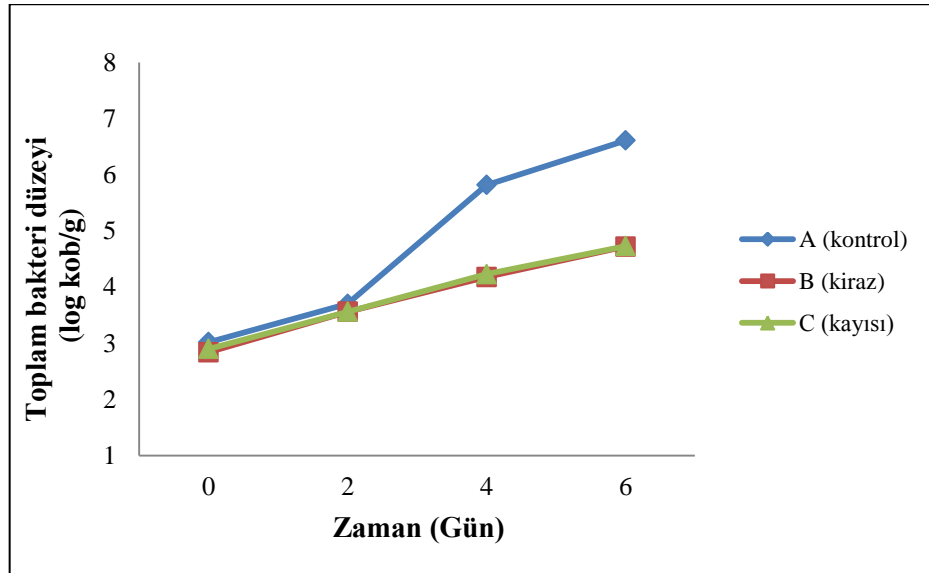
Kaplamasız ve filmlerle kaplı çilek örneklerindeki toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyleri değerlerinin anlamlılığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel ilişkiler harflerle ifade edilmiştir. Farklı harfler sonuçların anlamlı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

4±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri Çizelge 3.2 ve Şekil 3.9’da gösterilmiştir. Şekil 3.9’da görüldüğü gibi toplam bakteri düzeyi depolama boyunca artmış, 6. günde en fazla A örneğinde olmuştur. B ve C örneklerinin toplam bakteri düzeyleri ise birbirine yakın değerlerdedir ($P<0,05$).

Çizelge 3.2. 4±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	3,02±0,24 ^d	2,84±0,51 ^c	2,90±0,26 ^c
2	3,70±0,12 ^c	3,56±0,13 ^{bc}	3,56±0,07 ^{bc}
4	5,82±0,04 ^b	4,18±0,37 ^{ab}	4,23±0,36 ^{ab}
6	6,61±0,55 ^a	4,72±0,56 ^a	4,73±0,58 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



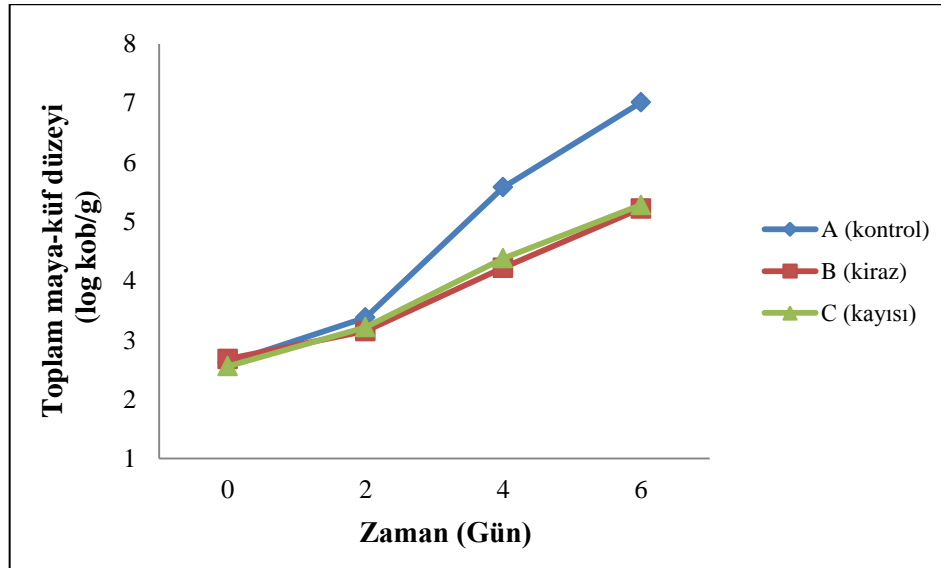
Şekil 3.9. 4±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.3 ve Şekil 3.10’da ise 4±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri gösterilmiştir. Toplam maya-küf düzeyi bakımından yine A örneğinin en yüksek ve B örneğinin en düşük değerlerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.3. 4±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,62±0,15 ^d	2,68±0,17 ^d	2,56±0,24 ^d
2	3,38±0,22 ^c	3,15±0,16 ^c	3,22±0,24 ^c
4	5,58±0,37 ^b	4,22±0,21 ^b	4,38±0,11 ^b
6	7,01±0,05 ^a	5,22±0,25 ^a	5,28±0,23 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

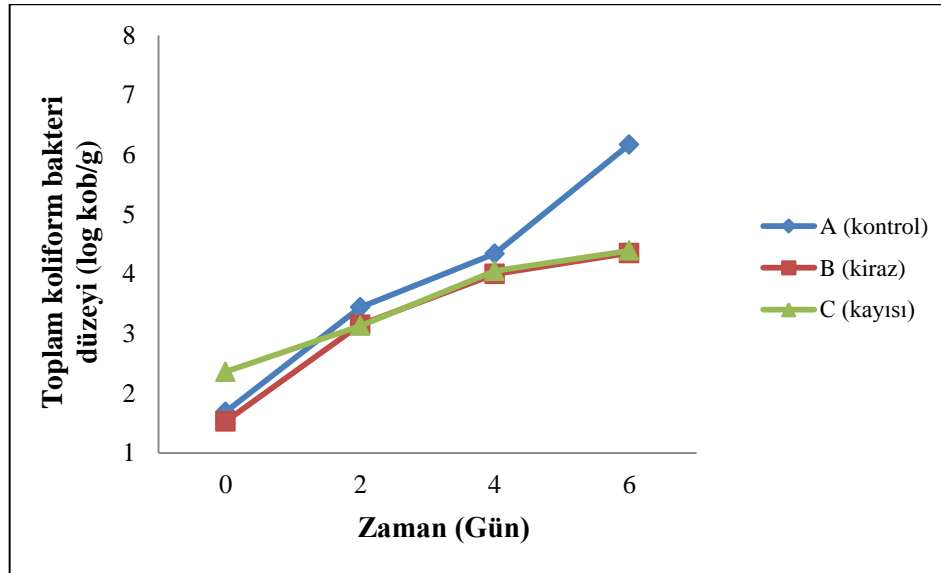
**Şekil 3.10.** 4±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.4 ve Şekil 3.11’de çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri görülmektedir. Buna göre kaplamasız örneğin koliform bakteri düzeyi en fazladır. Genel olarak bakıldığında toplam koliform bakteri düzeyi, toplam bakteri ve maya-küf düzeyine göre daha azdır. Kaplamalar çilek meyvelerinin mikrobiyolojik bozulmalarını geciktirerek raf ömrünün uzatılmasında etkili olmuşlardır.

Çizelge 3.4. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	1,69±1,46 ^c	1,53±1,32 ^b	2,36±0,10 ^d
2	3,44±0,04 ^b	3,15±0,04 ^a	3,13±0,12 ^c
4	4,34±0,47 ^b	4,00±0,29 ^a	4,05±0,21 ^b
6	6,17±0,06 ^a	4,35±0,14 ^a	4,39±0,12 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.11. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.9.3. Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

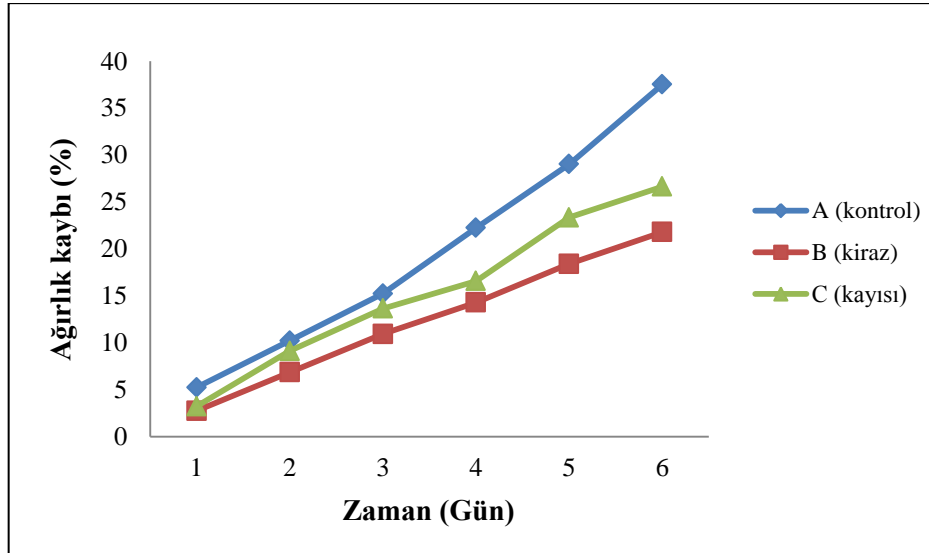
Kaplamasız ve filmlerle kaplı çilek örnekleri ilk örneğin bozulduğu güne kadar elektronik terazide tartılarak ağırlık kayıpları incelenmiştir. Çizelge 3.5'te örneklerin yüzde ağırlık kaybı değerleri verilmiştir. Buna göre 6. günün sonunda çilek örneklerindeki ağırlık kaybı % 37,51 ile en fazla kaplamasız (A) örneklerdedir. Bu

oran kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı (B) örneklerde % 21,8; kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı (C) örneklerde % 26,65 olarak bulunmuştur. Kiraz ağacı reçinesi filmi ağırlık kayıplarını önlemede diğer filme göre daha etkili olmuştur. Şekil 3.12’de ise filmlerin meyvelerdeki ağırlık kayıplarına etkileri görülmektedir.

Çizelge 3.5. 4±1 °C’deki çilek örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri*

Gün	Örnek		
	A	B	C
1	5,25±4,55 ^d	2,75±1,35 ^e	3,24±2,48 ^d
2	10,23±4,56 ^d	6,87±1,32 ^{de}	9,14±4,88 ^{cd}
3	15,23±6,54 ^{cd}	10,94±1,06 ^{cd}	13,64±5,65 ^{bc}
4	22,25±5,75 ^{bc}	14,30±0,81 ^{bc}	16,58±3,92 ^{abc}
5	29,03±7,89 ^{ab}	18,42±3,78 ^{ab}	23,35±6,57 ^{ab}
6	37,51±5,00 ^a	21,80±6,01 ^a	26,65±7,77 ^a

* abcde (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.12. 4±1 °C’deki çilek örneklerinin ağırlık kayıpları (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.9.4. Duyusal Analiz Bulguları

4±1 °C'deki çilek örneklerine ait duyusal analiz bulguları 0, 2, 4 ve 6. günlerde kalite özelliği ile ilgili tablolarda gösterilmiştir.

4±1 °C'deki çilek örneklerinde yüzey düzgünlüğü özelliği incelendiğinde, 6. güne yaklaştıkça tüm puanların düştüğü görülmektedir. 0. gün örneklerin puanları birbirine yakın iken ($P<0,05$), 6. günün sonunda A örneğinin puanı diğerlerine göre oldukça düşük bulunmuştur (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,63±0,16 ^a	8,22±0,13 ^a	8,12±0,16 ^a
2	7,11±0,16 ^b	7,58±0,06 ^b	7,41±0,49 ^b
4	5,33±0,12 ^c	7,33±0,11 ^b	6,91±0,12 ^c
6	3,76±0,16 ^d	6,11±0,19 ^c	6,09±0,13 ^d

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($P<0,05$). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.7'de yüzey parlaklığı puanlarına bakıldığında, 0. gün B ve C örneklerinin parlaklığının kontrol örneğinden daha iyi olduğu görülmektedir. 2. ve 4. günlerde kaplamalı örneklerin parlaklığında önemli bir azalma olmamışken, A örneğinin parlaklığı hızla azalmış ve 6. günde en düşük puanı A örneği almıştır (3,56).

Çizelge 3.7. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey parlaklığı puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,16±0,22 ^a	7,83±0,12 ^a	7,83±0,12 ^a
2	6,45±0,09 ^b	7,33±0,11 ^b	7,43±0,07 ^{ab}
4	5,21±0,11 ^c	7,29±0,06 ^b	7,14±0,20 ^b
6	3,56±0,09 ^d	6,59±0,22 ^c	6,50±0,17 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Yüzey rengi sonuçları yüzey parlaklığına benzer şekildedir. Yine yüzey rengindeki azalma en çok kontrol örneğinde olmuştur (Çizelge 3.8). Filmlerin, örneklerin yüzey parlaklığı ve renk özelliklerini olumlu yönde etkiledikleri görülmektedir.

Çizelge 3.8. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzey rengi puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	6,75±0,18 ^a	7,80±0,07 ^a	7,82±0,09 ^a
2	6,69±0,08 ^a	7,28±0,04 ^b	7,29±0,06 ^b
4	5,24±0,15 ^b	7,18±0,07 ^b	7,10±0,14 ^b
6	3,74±0,19 ^c	6,56±0,09 ^c	6,32±0,09 ^c

* ^{abc} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.9'da görüldüğü gibi tekstür sonuçlarına göre en iyi örnek B örneğidir. Depolama sonuna doğru A örneğindeki tekstür kayıpları diğerlerine göre daha fazla olmuştur.

Çizelge 3.9. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin tekstür puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,63±0,18 ^a	7,96±0,11 ^a	7,57±0,09 ^a
2	6,93±0,07 ^b	7,45±0,28 ^b	7,19±0,09 ^b
4	5,69±0,09 ^c	6,89±0,14 ^c	6,77±0,14 ^c
6	4,14±0,14 ^d	6,36±0,02 ^d	6,22±0,13 ^d

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Aroma yönünden başlangıçta B örneği en yüksek puanda iken, son gün C örneği en yüksek puanı almıştır. 0. güne bakıldığında filmlerin örneklerin tadında önemli bir değişmeye sebep olmadığı anlaşılmaktadır. Örneklerin tümünde depolama süresince aroma kayıpları gözlenmiş olup, en önemli düşüş A örneğinde olmuştur. 6. günde A örneği en düşük puanı (4,17) almıştır (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. 4±1 °C'deki çilek örneklerinin aroma puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,34±0,13 ^a	7,58±0,12 ^a	7,33±0,12 ^a
2	6,61±0,15 ^b	6,93±0,07 ^b	6,78±0,13 ^b
4	4,99±0,16 ^c	6,60±0,14 ^c	6,66±0,12 ^b
6	4,17±0,24 ^d	6,46±0,11 ^c	6,56±0,09 ^b

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Genel beğeni puanları Çizelge 3.11'de gösterilmektedir. Buna göre 6. günün sonunda filmlerle kaplı olan örnekler birbirine yakın puanlara sahip olmuşlardır. Kontrol örneği genel beğeni yönünden 3,63 puanla en az beğenilen örnek olmuştur.

Çizelge 3.11. 4±1 °C’deki çilek örneklerinin genel beğeni puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,23±0,14 ^a	8,34±0,12 ^a	7,47±0,12 ^a
2	6,60±0,14 ^b	7,42±0,11 ^b	7,21±0,04 ^a
4	5,47±0,12 ^c	7,15±0,13 ^b	6,89±0,14 ^b
6	3,63±0,16 ^d	6,32±0,09 ^c	6,28±0,04 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.10. 20±1 °C’de Yenilebilir Film Uygulanan Çilek Örneklerine Ait Bulgular

3.10.1. Raf Ömrüne Ait Bulgular

20±1 °C’de inkübatöre konulan kaplamasız, kiraz ağacı reçinesi filmi ve kayısı ağacı reçinesi filmi ile kaplı çileklerden kaplamasız olanlar 3. günde bozulmuşken, kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı çilek 6. günde, kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı çilek 7. günde bozulmuştur.

3.10.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

20±1 °C’deki kaplamasız ve kaplamalı çilek örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri 0, 1, 2 ve 3. günlerde toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi bakımından incelenmiştir. Sonuçlar üç tekerrür ortalaması şeklinde gösterilmiştir.

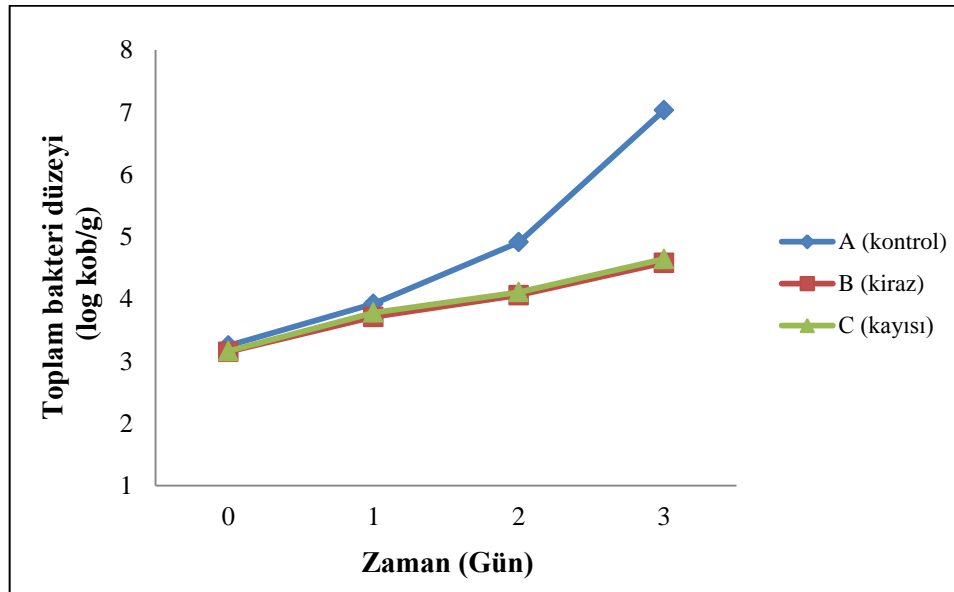
Kaplamasız ve filmlerle kaplı çilek örneklerindeki toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyleri değerlerinin anlamlılığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel ilişkiler harflerle ifade edilmiştir. Farklı harfler sonuçların anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05).

20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri Çizelge 3.12 ve Şekil 3.13'te gösterilmiştir. Şekil 3.13'de görüldüğü gibi 3. gün toplam bakteri düzeyi A örneğinde oldukça fazladır. B örneğinde en az düzeyde olup B ile C yakın değerlerdedir.

Çizelge 3.12. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	3,25±0,31 ^d	3,15±0,32 ^d	3,16±0,40 ^c
1	3,92±0,06 ^c	3,71±0,12 ^c	3,78±0,08 ^b
2	4,91±0,44 ^b	4,06±0,07 ^b	4,11±0,06 ^b
3	7,03±0,01 ^a	4,58±0,07 ^a	4,64±0,07 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



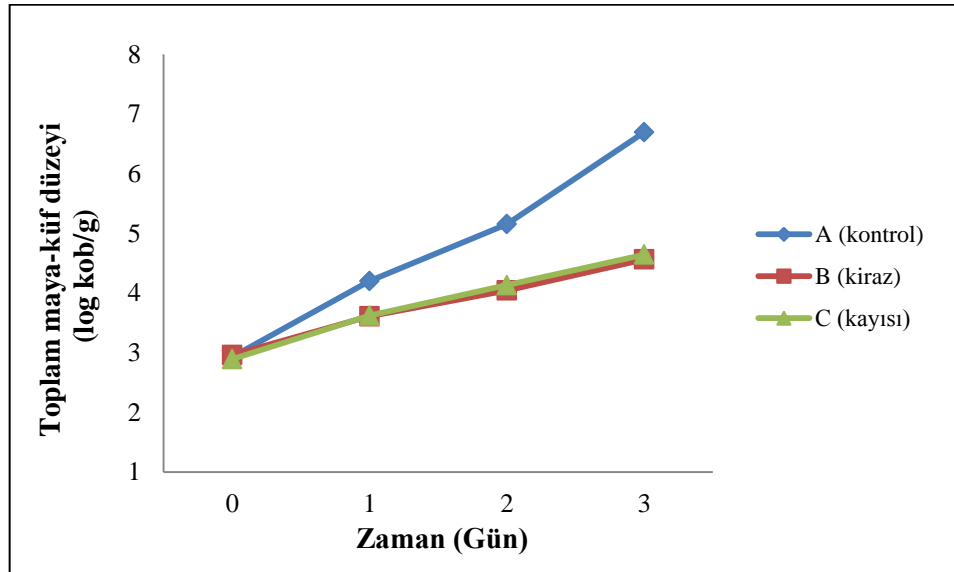
Şekil 3.13. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri Çizelge 3.13 ve Şekil 3.14'te gösterilmektedir. Buna göre toplam maya-küf miktarı en fazla A örneğinde artış göstermiştir. Toplam maya-küf miktarının en az olduğu örnek ise B'dir.

Çizelge 3.13. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,93±0,07 ^d	2,96±0,10 ^d	2,89±0,41 ^d
1	4,20±0,16 ^c	3,61±0,23 ^c	3,62±0,18 ^c
2	5,15±0,04 ^b	4,04±0,04 ^b	4,13±0,13 ^b
3	6,69±0,09 ^a	4,56±0,07 ^a	4,64±0,09 ^a

* abcd (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



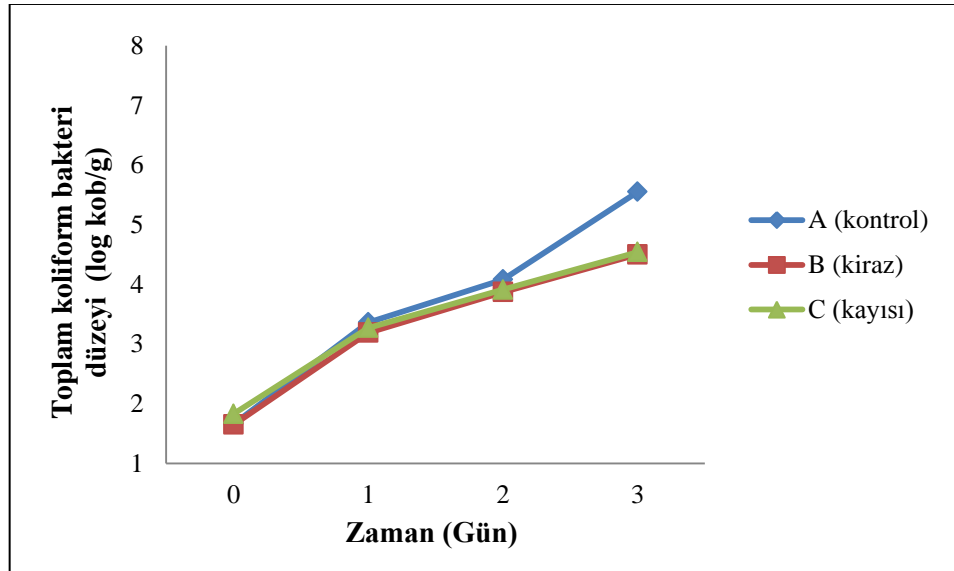
Şekil 3.14. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Toplam koliform bakteri miktarı da benzer şekilde en çok kaplamasız örneklerde (Çizelge 3.14, Şekil 3.15). Ancak filmle kaplı örneklerle kaplamasız örnek arasında büyük bir fark saptanmamıştır (P<0,05).

Çizelge 3.14. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	1,66±1,45 ^c	1,65±1,43 ^b	1,83±1,59 ^b
1	3,36±0,04 ^b	3,19±0,36 ^a	3,27±0,21 ^{ab}
2	4,08±0,08 ^b	3,87±0,06 ^a	3,91±0,18 ^a
3	5,55±0,19 ^a	4,50±0,03 ^a	4,54±0,14 ^a

* abc (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.15. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.10.3. Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

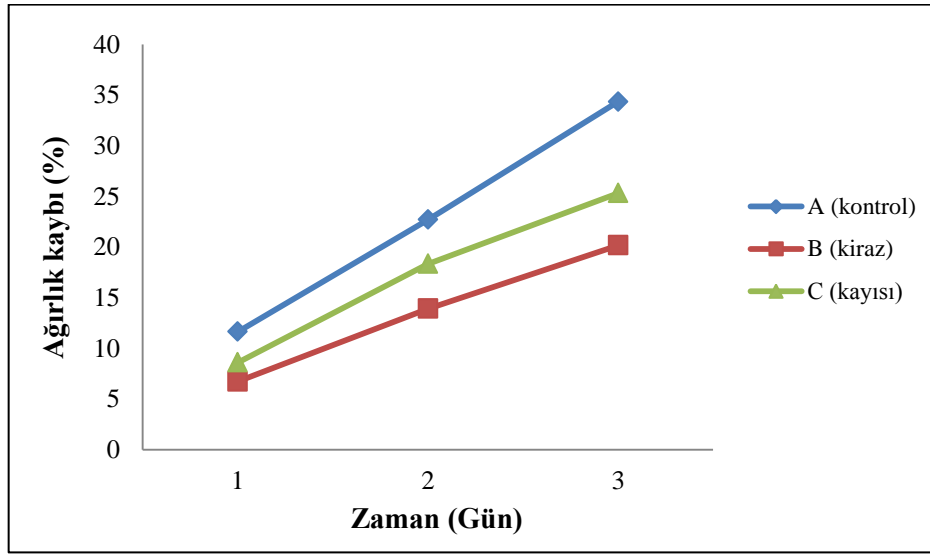
Kaplamasız ve filmle kaplı çilek örnekleri ilk örneğin bozulduğu güne kadar elektronik terazide tartılarak ağırlık kayıpları incelenmiştir. Çizelge 3.15’de örneklerin yüzde ağırlık kaybı değerleri verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi ağırlık kaybı 3. günün sonunda % 34,33 ile en fazla kaplamasız örneklerde olmuştur.

Kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örneklerde ağırlık kaybı (% 20,17), diğerine göre (% 25,32) daha az bulunmuştur. Filmlerin meyvelerdeki ağırlık kayıplarına etkileri Şekil 3.16'da görülmektedir.

Çizelge 3.15. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri*

Gün	Örnek		
	A	B	C
1	11,65±0,47 ^b	6,73±1,76 ^c	8,60±0,96 ^c
2	22,69±3,82 ^b	13,91±2,63 ^b	18,33±0,37 ^b
3	34,33±9,03 ^a	20,17±4,96 ^a	25,32±5,09 ^a

* abc (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.16. 20±1 °C'deki çilek örneklerinin ağırlık kayıpları (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.10.4. Duyusal Analiz Bulguları

20±1 °C'deki çilek örneklerine ait duyusal analiz bulguları 0, 1, 2 ve 3. günlerde kalite özelliği ile ilgili tablolarda gösterilmiştir.

Çizelge 3.16’da yüzey düzgünlüğü puanları gösterilmektedir. Örnekler 0. günde yüzey düzgünlüğü bakımından birbirine yakın puanlar almıştır. 2. ve 3. günlerde A örneğinin puanlarındaki düşme çok fazla olmuştur. 3 günlük depolamanın sonunda en yüksek puanı C örneği almıştır.

Çizelge 3.16. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,23±0,14 ^a	8,19±0,08 ^a	8,06±0,08 ^a
1	6,84±0,21 ^b	8,07±0,09 ^a	7,54±0,12 ^b
2	5,28±0,13 ^c	6,93±0,07 ^b	6,54±0,12 ^c
3	3,20±0,06 ^d	5,85±0,14 ^c	5,93±0,09 ^d

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Yüzey parlaklığı açısından B ve C örnekleri kontrol örneğine göre daha yüksek puandadır (Çizelge 3.17). Kontrol örneği 3. günün sonunda oldukça düşük bir puan (2,65) almıştır. Yüzey parlaklığı en iyi örnek ise B örneğidir (6,30).

Çizelge 3.17. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin yüzey parlaklığı puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,73±0,14 ^a	8,22±0,13 ^a	7,96±0,05 ^a
1	6,87±0,17 ^b	7,69±0,09 ^b	7,64±0,14 ^b
2	4,93±0,09 ^c	6,95±0,09 ^c	6,58±0,06 ^c
3	2,65±0,13 ^d	6,30±0,07 ^d	6,07±0,07 ^d

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.18’de örneklerin yüzey rengi puanları verilmektedir. Yüzey renginde de yüzey parlaklığındakine benzer olarak en düşük puanın A örneğinde olduğu görülmektedir. Yüzey rengi en beğenilen örnek ise B örneği olmuştur.

Çizelge 3.18. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin yüzey rengi puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,71±0,12 ^a	8,09±0,13 ^a	7,94±0,84 ^a
1	6,56±0,91 ^b	7,83±0,11 ^a	7,56±0,09 ^b
2	4,78±0,13 ^c	7,08±0,12 ^b	6,78±0,14 ^c
3	3,28±0,13 ^d	6,33±0,12 ^c	5,77±0,14 ^d

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Tekstür sonuçlarına göre tüm örneklerin puanları depolama boyunca düşmüş ve 3. gün A örneği diğerlerine göre daha düşük puana (3,18) sahip olmuştur. B ve C örnekleri ise birbirine yakın puanlardadır (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.19. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin tekstür puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,27±0,20 ^a	8,29±0,06 ^a	7,70±0,07 ^a
1	6,28±0,13 ^b	7,60±0,14 ^b	7,10±0,14 ^b
2	4,57±0,08 ^c	6,96±0,11 ^c	6,45±0,07 ^c
3	3,18±0,09 ^d	5,94±0,09 ^d	5,79±0,12 ^d

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Aroma açısından başlangıçta A örneği beğeni toplamış ancak son gün en düşük puanı A örneği (2,54) almıştır (Çizelge 3.20). Bunu C (5,44) ve B (5,72) örnekleri takip etmiştir.

Çizelge 3.20. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin aroma puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,95±0,09 ^a	7,47±0,12 ^a	7,07±0,10 ^a
1	6,92±0,11 ^b	7,22±0,13 ^a	7,05±0,10 ^a
2	4,68±0,09 ^c	6,33±0,11 ^b	6,18±0,09 ^b
3	2,54±0,12 ^d	5,72±0,12 ^c	5,44±0,07 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Örneklerin genel beğeni puanları Çizelge 3.21’de verilmiştir. Genel beğeniye bakıldığında, 0. günde A ve B örnekleri C’den yüksek puanda iken; 3. günün sonunda B örneği en yüksek puanla en beğenilen örnek olmuştur. A örneği ise 2,78 ile en düşük puanı almıştır.

Çizelge 3.21. 20±1 °C’deki çilek örneklerinin genel beğeni puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,92±0,10 ^a	8,10±0,14 ^a	7,78±0,49 ^a
1	7,05±0,11 ^b	7,72±0,12 ^b	7,56±0,09 ^a
2	4,64±0,14 ^c	6,69±0,08 ^c	6,53±0,14 ^b
3	2,78±0,13 ^d	5,93±0,07 ^d	5,54±0,12 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.11. +4 °C’de Yenilebilir Film Uygulanan Yenidünya Örneklerine Ait Bulgular

3.11.1. Raf Ömrüne Ait Bulgular

4±1 °C’de buzdolabına konulan kaplamasız, kiraz ağacı reçinesi filmi ve kayısı ağacı reçinesi filmi ile kaplı yenidünya örneklerinden kaplamasız olanlar 12. günde bozulmuşken, kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı yenidünya örnekleri 19. günde, kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı yenidünya örnekleri 21. günde bozulmuştur.

3.11.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4±1 °C’deki kaplamalı ve kaplamasız yenidünya örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri 0, 4, 8 ve 12. günlerde toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi bakımından incelenmiştir. Sonuçlar üç tekerrür ortalaması şeklinde gösterilmiştir.

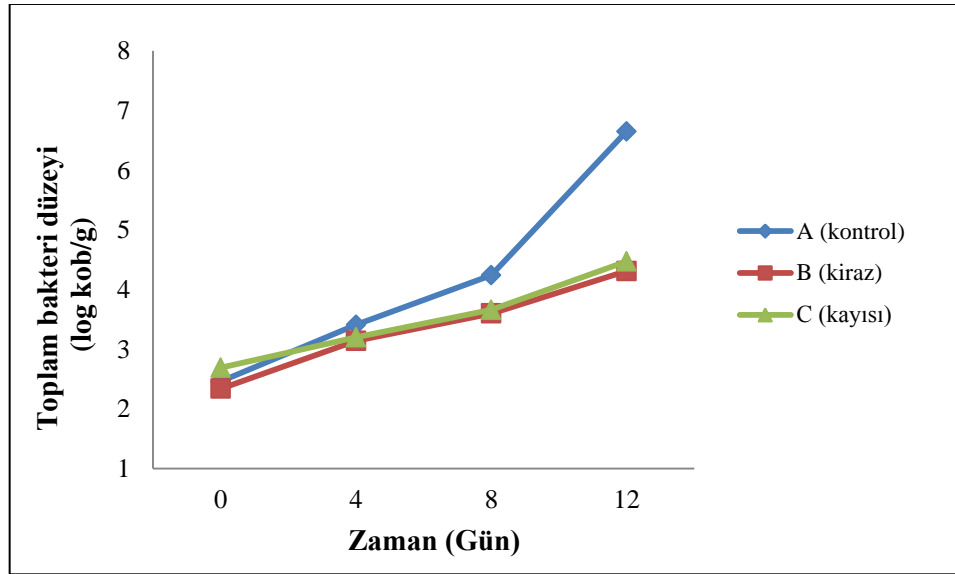
Kaplamasız ve filmlerle kaplı yenidünya örneklerindeki toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyleri değerlerinin anlamlılığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel ilişkiler harflerle ifade edilmiştir. Farklı harfler sonuçların anlamlı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

4±1 °C’deki yenidünya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri Çizelge 3.22 ve Şekil 3.17’de gösterilmiştir. 4±1 °C’deki kaplamalı ve kaplamasız yenidünya örneklerinin toplam bakteri düzeylerine bakıldığında, depolama sonunda A örneğinin toplam bakteri düzeyinin en yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 3.17’ye göre bakteri sayısı A örneğinde 8. günden sonra hızla artmaktadır. Toplam bakteri düzeyi en az olan örnek ise B’dir.

Çizelge 3.22. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,46±0,15 ^d	2,34±0,24 ^d	2,69±0,09 ^d
4	3,41±0,20 ^c	3,14±0,17 ^c	3,20±0,08 ^c
8	4,24±0,13 ^b	3,60±0,04 ^b	3,66±0,05 ^b
12	6,65±0,03 ^a	4,31±0,23 ^a	4,47±0,13 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



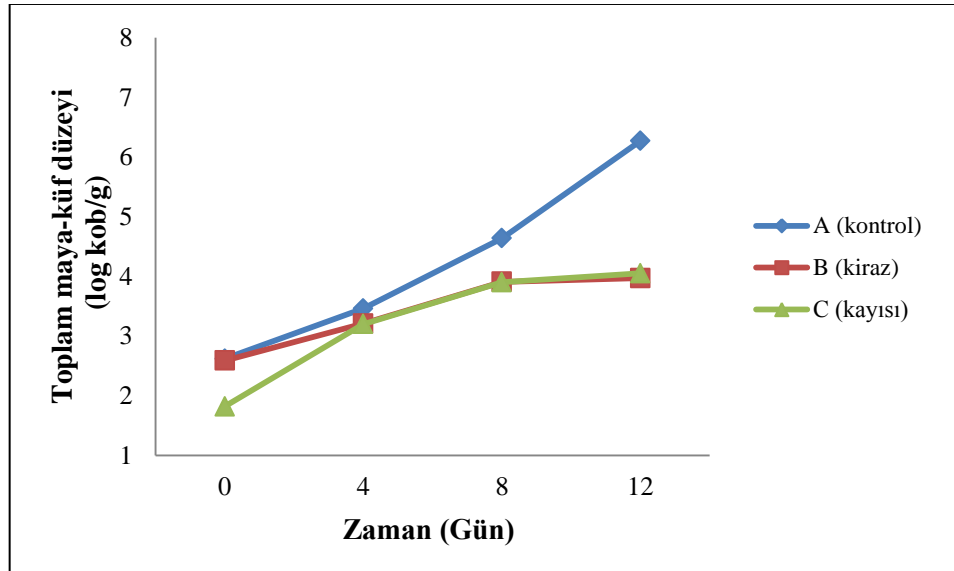
Şekil 3.17. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Örneklerin toplam maya-küf düzeyleri de benzer şekilde A örneğinde en fazladır ve A örneğinin maya-küf düzeyi diğer örneklerden belirgin şekilde yüksektir (Çizelge 3.23, Şekil 3.18).

Çizelge 3.23. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,62±0,15 ^d	2,59±0,11 ^c	1,82±1,58 ^b
4	3,46±0,16 ^c	3,21±0,17 ^b	3,20±0,26 ^{ab}
8	4,64±0,45 ^b	3,91±0,04 ^a	3,90±0,02 ^a
12	6,27±0,60 ^a	3,97±0,14 ^a	4,05±0,19 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



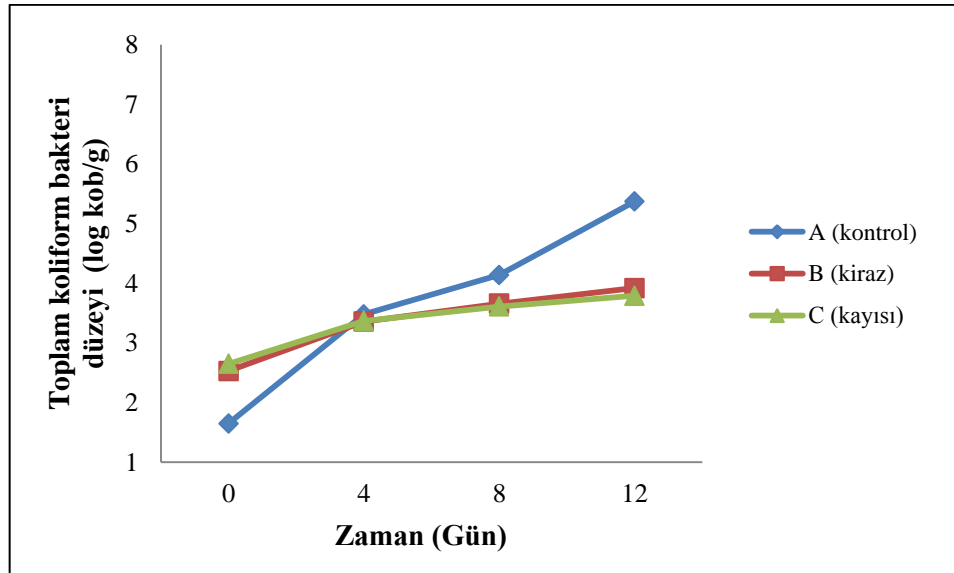
Şekil 3.18. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.24 ve Şekil 3.19’da görüldüğü gibi toplam koliform bakteri düzeyi 12. günde en fazla kaplamasız örnektedir. Her üç örnekte de koliform bakteri düzeyinin çok yüksek olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.24. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	1,65±1,43 ^c	2,53±0,20 ^c	2,65±0,15 ^b
4	3,48±0,13 ^b	3,36±0,24 ^b	3,37±0,32 ^a
8	4,14±0,12 ^{ab}	3,66±0,18 ^{ab}	3,61±0,11 ^a
12	5,37±0,23 ^a	3,92±0,07 ^a	3,79±0,51 ^a

* abc (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.19. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

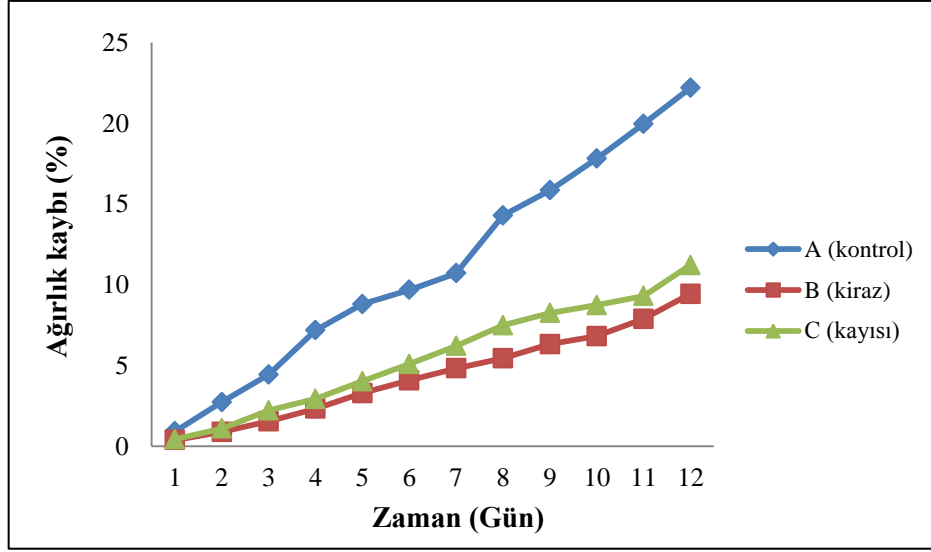
3.11.3. Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

Kaplamasız ve filmle kaplı yenedünya örnekleri ilk örneğin bozulduğu güne kadar elektronik terazide tartılarak ağırlık kayıpları incelenmiştir. Çizelge 3.25'te örneklerin yüzde ağırlık kaybı değerleri verilmiştir. Buna göre 12. günün sonunda kaplamasız örneklerde ağırlık kaybı % 22,19 ile diğerlerinden daha yüksektir. En az ağırlık kaybı kiraz ağacı reçinesinden elde edilen filmle kaplı örnekte olmuştur (% 9,43). Filmler ağırlık kayıplarını önlemede etkili olmuşlardır. Filmlerin yenedünya örneklerindeki ağırlık kayıplarına etkileri Şekil 3.20'de görülmektedir.

Çizelge 3.25. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri*

Gün	Örnek		
	A	B	C
1	0,92±0,84 ^h	0,39±0,15 ⁱ	0,44±0,25 ^h
2	2,73±0,90 ^{gh}	0,89±0,15 ^{hi}	1,10±0,42 ^{gh}
3	4,44±0,68 ^g	1,54±0,36 ^{ghi}	2,22±0,36 ^{fgh}
4	7,18±1,95 ^f	2,33±0,9 ^{fghi}	2,94±0,41 ^{fg}
5	8,80±1,28 ^{ef}	3,29±1,01 ^{efgh}	4,03±1,09 ^{ef}
6	9,68±0,64 ^e	4,09±1,43 ^{defg}	5,10±0,99 ^{de}
7	10,71±1,44 ^e	4,83±1,90 ^{cdef}	6,21±1,27 ^{cd}
8	14,29±1,18 ^d	5,45±1,84 ^{bcde}	7,50±1,38 ^{bc}
9	15,85±0,91 ^{cd}	6,32±1,79 ^{bcd}	8,26±1,18 ^b
10	17,81±1,71 ^{bc}	6,82±1,75 ^{bc}	8,75±1,16 ^b
11	19,95±1,79 ^b	7,89±1,79 ^{ab}	9,31±1,30 ^b
12	22,19±1,66 ^a	9,43±1,72 ^a	11,21±1,84 ^a

* abcdefghi (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.20. 4 ± 1 °C’deki yenedünya örneklerinin ağırlık kayıpları (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.11.4. Duyusal Analiz Bulguları

4 ± 1 °C’deki yenedünya örneklerine ait duyusal analiz bulguları 0, 4, 8 ve 12. günlerde kalite özelliği ile ilgili tablolarda gösterilmiştir.

Örneklerin yüzey düzgünlüğü özelliği incelendiğinde, uygulamaların hepsinde 0. gün değerleri en yüksek puanı almıştır, ancak 12. güne doğru puanların düştüğü görülmektedir. 12. gün yüzey düzgünlüğü açısından en yüksek puanı B örneği almıştır (6,52). Bunu 6,18 puan ile C; 3,31 puan ile A örneği takip etmiştir (Çizelge 3.26).

Çizelge 3.26. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,40±0,14 ^a	8,53±0,14 ^a	8,41±0,12 ^a
4	7,43±0,07 ^b	8,20±0,10 ^a	7,76±0,16 ^b
8	5,94±0,07 ^c	7,36±0,16 ^b	7,11±0,15 ^c
12	3,31±0,09 ^d	6,52±0,02 ^c	6,18±0,91 ^d

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Yüzey parlaklığı yönünden ise tüm günlerde kontrol ve kaplama örnekleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu fark en fazla 12. günde görülmüştür. A örneği 12. gün en düşük puana sahip olmuştur (3,08). Depolama sonunda yüzey parlaklığı en iyi örneğin B olduğu görülmektedir (Çizelge 3.27).

Çizelge 3.27. 4±1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzey parlaklığı puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,54±0,12 ^a	8,76±0,16 ^a	8,52±0,15 ^a
4	6,42±0,06 ^b	8,27±0,15 ^b	7,91±0,12 ^b
8	5,11±0,16 ^c	7,27±0,21 ^c	6,52±0,14 ^c
12	3,08±0,11 ^d	6,59±0,04 ^d	6,28±0,13 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Örneklerin yüzey rengi puanları Çizelge 3.28'de verilmiştir. Yüzey rengi özelliğinde tüm örneklerde puanlar giderek düşmekte olup, depolamanın sonunda en düşük puanı alan örnek A örneğidir (2,81). Yüzey rengi açısından B ve C örnekleri benzerlik göstermektedir. 0. günde bu örnekler kontrol örneğinden daha çok beğenilmiştir.

Çizelge 3.28. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin yüzey rengi puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,56±0,12 ^a	8,69±0,09 ^a	8,28±0,13 ^a
4	6,23±0,14 ^b	8,23±0,20 ^b	8,17±0,10 ^a
8	5,11±0,16 ^c	7,28±0,05 ^c	6,66±0,12 ^b
12	2,81±0,09 ^d	6,41±0,13 ^d	6,40±0,13 ^b

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Tekstür sonuçlarına bakıldığında 0. gün tüm örneklerin birbirine yakın puanlarda olduğu görülmektedir. Örneklerde tekstür kayıpları 4. günden sonra artmaya başlamış ve en fazla kayıp A örneğinde olmuştur (Çizelge 3.29).

Çizelge 3.29. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin tekstür puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,80±0,11 ^a	7,92±0,05 ^a	7,76±0,16 ^a
4	6,57±0,10 ^b	7,76±0,16 ^a	7,52±0,15 ^a
8	5,49±0,16 ^c	7,26±0,07 ^b	6,63±0,10 ^b
12	3,45±0,24 ^d	6,71±0,24 ^c	6,46±1,12 ^b

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Aroma yönünden 0. gün en çok beğenilen örnek A örneği iken, 12. gün B örneği beğenilmiştir. 12. güne bakıldığında B ve C örneklerinde çok fazla aroma kaybının olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.30).

Çizelge 3.30. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin aroma puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,19±0,08 ^a	7,81±0,09 ^a	8,15±0,21 ^a
4	6,30±0,07 ^b	7,54±0,12 ^a	7,56±0,09 ^b
8	5,55±0,10 ^c	7,08±0,09 ^b	6,86±0,09 ^c
12	4,47±1,12 ^d	7,10±0,14 ^b	6,64±0,14 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Genel beğeni durumuna bakıldığında (Çizelge 3.31); 4, 8 ve 12. günlerde B örneği en yüksek puanı almıştır. Sadece 0. günde C örneği B’den daha yüksek puandadır. 12. gün en az beğenilen örnek 3,59 puanla A örneği olmuştur.

Çizelge 3.31. 4±1 °C’deki yenedünya örneklerinin genel beğeni puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,28±0,14 ^a	8,57±0,08 ^a	8,63±0,16 ^a
4	6,61±0,15 ^b	8,23±0,14 ^b	7,29±0,12 ^b
8	5,34±0,12 ^c	7,22±0,04 ^c	6,80±0,11 ^c
12	3,59±0,22 ^d	6,78±0,04 ^d	6,43±0,20 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.12. +20 °C’de Yenilebilir Film Uygulanan Yenedünya Örneklerine Ait Bulgular

3.12.1. Raf Ömrüne Ait Bulgular

20±1 °C’de inkübatöre konulan kaplamasız, kiraz ağacı reçinesi filmi ve kayısı ağacı reçinesi filmi ile kaplı yenedünya örneklerinden kaplamasız olanlar 6. günde

bozulmuşken, kiraz ve kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı yenidünya örnekleri 15. günde bozulmuşlardır.

3.12.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

20±1 °C'deki kaplamalı ve kaplamasız yenidünya örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri 0, 2, 4 ve 6. günlerde toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi bakımından incelenmiştir. Sonuçlar üç tekerrür ortalaması şeklinde gösterilmiştir.

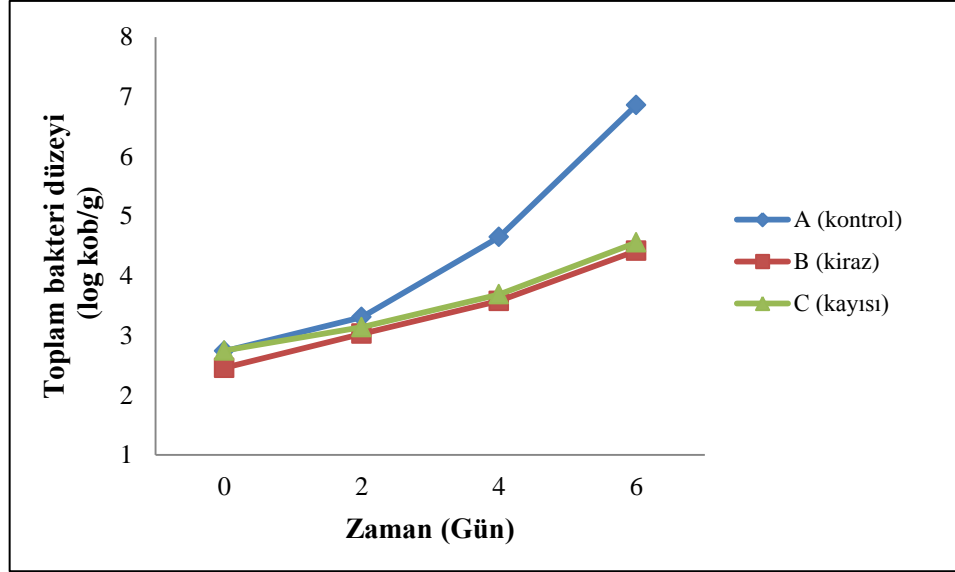
Kaplamasız ve filmlerle kaplı yenidünya örneklerindeki toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyleri değerlerinin anlamlılığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel ilişkiler harflerle ifade edilmiştir. Farklı harfler sonuçların anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05).

20±1 °C'deki yenidünya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri Çizelge 3.32 ve Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Yenidünya örneklerindeki toplam bakteri düzeyleri her üçünde de zamanla artmaktadır. 6. gün toplam bakteri düzeyi A örneğinde diğerlerine oranla daha fazla artmıştır. Toplam bakteri düzeyi en düşük olan örnek ise B örneğidir.

Çizelge 3.32. 20±1 °C'deki yenidünya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,74±0,12 ^d	2,46±0,15 ^d	2,75±0,18 ^d
2	3,31±0,21 ^c	3,03±0,17 ^c	3,14±0,17 ^c
4	4,65±0,39 ^b	3,58±0,04 ^b	3,69±0,01 ^b
6	6,86±0,09 ^a	4,42±0,06 ^a	4,56±0,07 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



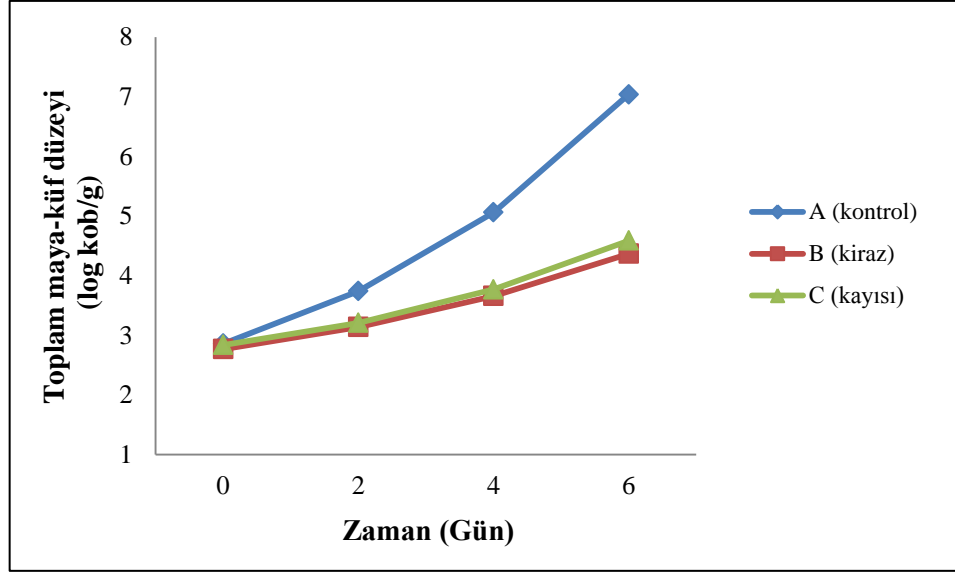
Şekil 3.21. 20±1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.33 ve Şekil 3.22’de 20±1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri gösterilmiştir. Buna göre toplam maya-küf düzeyi 6. günün sonunda A örneğinde oldukça fazla bulunmuştur. Kaplamalı örnekler (B ve C) toplam maya-küf düzeyi bakımından birbirine yakın değerlerdedir (P<0,05).

Çizelge 3.33. 20±1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,86±0,23 ^d	2,77±0,17 ^d	2,84±0,17 ^d
2	3,74±0,15 ^c	3,14±0,03 ^c	3,21±0,04 ^c
4	5,06±0,07 ^b	3,66±0,14 ^b	3,77±0,12 ^b
6	7,04±0,04 ^a	4,37±0,25 ^a	4,59±0,04 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



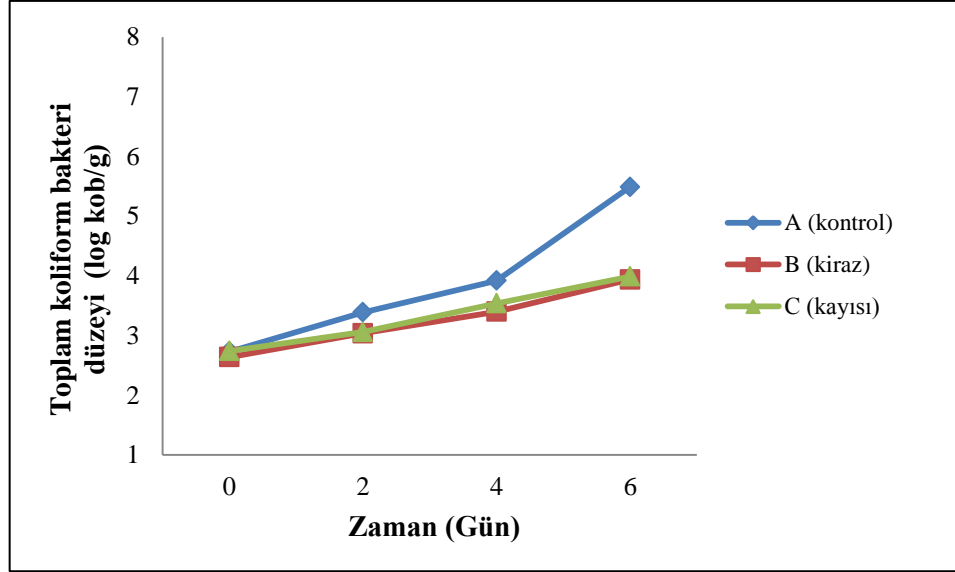
Şekil 3.22. 20±1 °C’deki yenidoğuş örneklerinin toplam maya-küf düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.34 ve Şekil 3.23’te yenidoğuş örneklerindeki toplam koliform bakteri düzeyleri görölmektedir. Buna göre toplam koliform bakteri düzeyi en fazla A örneğindedir. Toplam koliform bakteri düzeyi, toplam bakteri ve maya-küf düzeyine oranla daha azdır. Her üçüne göre mikrobiyolojik açıdan en iyi örnek (B) kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnektir.

Çizelge 3.34. 20±1 °C’deki yenidoğuş örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (log kob/g)*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	2,73±0,23 ^d	2,64±0,29 ^c	2,74±0,22 ^d
2	3,39±0,21 ^c	3,04±0,12 ^{bc}	3,06±0,12 ^c
4	3,92±0,03 ^b	3,40±0,26 ^b	3,54±0,18 ^b
6	5,49±0,09 ^a	3,94±0,07 ^a	3,99±0,09 ^a

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.23. 20±1 °C’deki yenidoğya örneklerinin toplam koliform bakteri düzeyleri (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

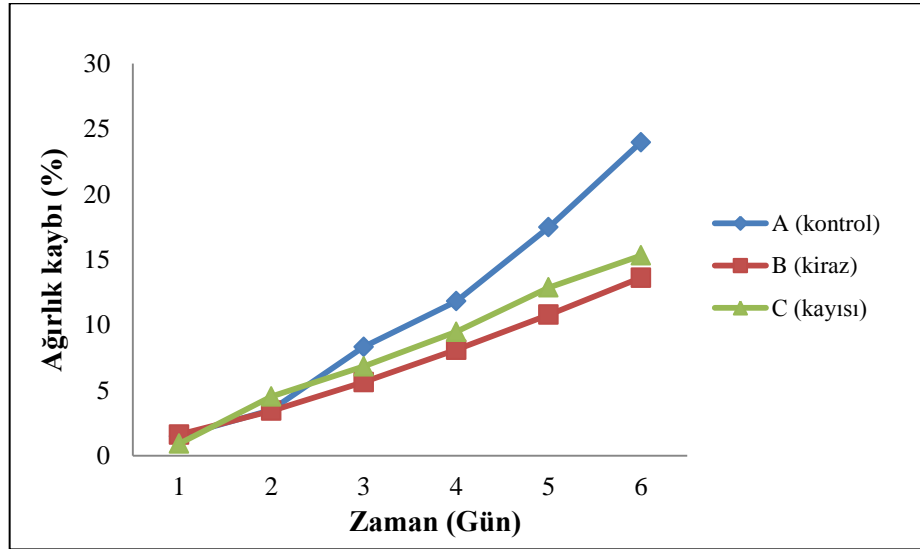
3.12.3. Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

Kaplamasız ve filmle kaplı yenidoğya örnekleri ilk örneğin bozulduğu güne kadar elektronik terazide tartılarak ağırlık kayıpları incelenmiştir. Çizelge 3.35’te örneklerin yüzde ağırlık kaybı değerleri verilmiştir. Buna göre 6. günün sonunda yenidoğya örneklerindeki ağırlık kaybı % 23,96 ile en fazla kaplamasız örnektir. Bunu % 15,31 ile kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek, % 13,61 ile kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek takip etmektedir. Kiraz ağacı reçinesi filmi ağırlık kayıplarını önlemede diğer filme göre daha etkili olmuştur. Şekil 3.24’te filmlerin meyvelerdeki ağırlık kayıplarına etkileri görülmektedir.

Çizelge 3.35. 20±1 °C’deki yenedünya örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerleri*

Gün	Örnek		
	A	B	C
1	1,49±0,32 ^e	1,61±0,37 ^e	0,92±0,14 ^e
2	3,50±1,43 ^e	3,43±0,63 ^{de}	4,53±1,56 ^d
3	8,32±2,45 ^d	5,63±1,08 ^{cd}	6,82±1,99 ^d
4	11,80±2,23 ^c	8,10±2,34 ^c	9,47±1,34 ^c
5	17,46±2,25 ^b	10,78±1,89 ^b	12,85±0,19 ^b
6	23,96±1,83 ^a	13,61±1,50 ^a	15,31±1,46 ^a

* abcde (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)



Şekil 3.24. 20±1 °C’deki yenedünya örneklerinin ağırlık kayıpları (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

3.12.4. Duyusal Analiz Bulguları

20±1 °C’deki yenedünya örneklerine ait duyusal analiz bulguları 0, 2, 4 ve 6. günlerde kalite özelliği ile ilgili tablolarda gösterilmiştir.

Çizelge 3.36'da 20 ± 1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzey düzgünlüğüne ait sonuçları görülmektedir. Yüzey düzgünlüğü açısından, depolamanın 0. gününde A ve B örnekleri birbirine çok yakın puanlarda, C örneği ise en yüksek puandadır. Örneklerde depolama ile puanların düştüğü görülmektedir. A örneği bozulduğu 6. günde en düşük puanı almıştır (3,68).

Çizelge 3.36. 20 ± 1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzey düzgünlüğü puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,66±0,12 ^a	7,65±0,13 ^a	7,95±0,10 ^a
2	7,12±0,16 ^b	7,29±0,12 ^b	7,59±0,12 ^{ab}
4	4,83±0,11 ^c	7,22±0,12 ^b	7,34±0,12 ^b
6	3,68±0,09 ^d	5,95±0,09 ^c	6,11±0,16 ^c

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Yüzey parlaklığı özelliği incelendiğinde (Çizelge 3.37), filmle kaplı örneklerin depolamanın başında ve sonundaki puanları benzerdir ve puanları her ikisinde de kaplamasız örnekten yüksektir. Filmler örneklerin yüzey parlaklığını olumlu yönde etkilemişlerdir. A örneği ise depolama sonunda yüzey parlaklığı açısından en düşük puanı almıştır (3,09).

Çizelge 3.37. 20 ± 1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzey parlaklığı puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,22±0,13 ^a	8,02±0,15 ^a	8,22±0,12 ^a
2	6,61±0,15 ^b	7,49±0,12 ^b	7,57±0,10 ^b
4	3,83±0,12 ^c	7,10±0,14 ^c	7,08±0,11 ^c
6	3,09±0,13 ^d	6,33±0,11 ^d	6,31±0,09 ^d

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Yüzey rengi özelliği de parlaklığa benzer şekildedir, 6. günün sonunda en beğenilen örnek yine B olmuştur (Çizelge 3.38).

Çizelge 3.38. 20±1 °C'deki yenedünya örneklerinin yüzey rengi puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	6,79±0,12 ^a	8,11±0,13 ^a	8,07±0,09 ^a
2	6,21±0,11 ^b	7,55±0,13 ^b	7,44±0,09 ^b
4	4,61±0,15 ^c	7,33±0,11 ^b	7,22±0,12 ^b
6	3,27±0,19 ^d	6,40±0,12 ^c	6,22±0,12 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Çizelge 3.39'da yenedünya örneklerinin tekstür puanları görülmektedir. Tekstür sonuçlarına göre tüm günlerde en yüksek puan alan örnek B olmuştur. A örneği tekstür özelliği bakımından 3,44 puanla en düşük değerdedir.

Çizelge 3.39. 20±1 °C'deki yenedünya örneklerinin tekstür puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,27±0,19 ^a	8,16±0,12 ^a	8,22±0,12 ^a
2	6,49±0,16 ^b	7,33±0,11 ^b	6,96±0,12 ^b
4	4,72±0,12 ^c	7,09±0,12 ^b	6,83±0,11 ^b
6	3,44±0,09 ^d	6,22±0,12 ^c	6,10±0,14 ^c

* ^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Aroma yönünden her üç örneğin de depolama boyunca azalan puanlar aldığı görülmektedir. Depolama sonunda ise A örneği en düşük puandadır (2,87) ve bu örnekte önemli derecede aroma kaybı gerçekleşmiştir (Çizelge 3.40).

Çizelge 3.40. 20±1 °C'deki yenedünya örneklerinin aroma puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	8,12±0,16 ^a	7,60±0,14 ^a	8,08±0,11 ^a
2	7,10±0,14 ^b	6,72±0,12 ^b	7,08±0,12 ^b
4	4,43±0,12 ^c	6,84±0,09 ^b	7,07±0,09 ^b
6	2,96±0,11 ^d	6,33±0,11 ^c	6,22±0,12 ^c

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

Kaplamalı ve kaplamasız örnekler genel beğenilirlik yönünden incelendiğinde, 4. ve 6. günde en beğenilen örnek C olmuştur. En az beğenilen örnek ise 3,49 puanla A örneğidir (Çizelge 3.41).

Çizelge 3.41. 20±1 °C'deki yenedünya örneklerinin genel beğeni puanları*

Gün	Örnek		
	A	B	C
0	7,74±0,15 ^a	7,75±0,18 ^a	7,83±0,11 ^a
2	6,59±0,13 ^b	7,56±0,16 ^a	7,46±0,12 ^{ab}
4	4,49±0,09 ^c	6,82±0,09 ^b	7,13±0,18 ^b
6	3,49±0,16 ^d	5,96±0,11 ^c	6,09±0,13 ^c

*^{abcd} (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05). (A: kaplamasız örnek (kontrol) B: kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek C: kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek)

4. TARTIŞMA

4.1. Reçinelerin Kimyasal Özellikleri

4.1.1. Elementel Analizleri

Bu çalışmanın ilk aşamasında ağaç reçinelerinin kimyasal yapılarının belirlenmesi amacıyla elementel analizleri yapılmıştır. Elementel analiz ile örneklerin yapısında bulunan karbon, hidrojen, azot ve kükürt miktarları yüzde olarak verilmiştir. Buna göre kiraz ağacı reçinesinde % 37,88 oranında C, % 7,094 H, % 0,119 N, % 0,044 S bulunmaktadır. Kayısı ağacı reçinesinde ise % 36,22 C, % 6,951 H, % 0,386 N, % 0,036 S bulunmakta olup reçineler kimyasal açıdan benzer özelliktedirler (Çizelge 3.1). Reçinelerin içerisinde herhangi bir safsızlık bulunmadığından dolayı geriye kalan yaklaşık % 60'lık kısmın oksijen olduğu bilinmektedir. Elde edilen bu sonuç Aydınli (1997)'nin keçiboynuzu çekirdeği polimeri ile benzerlik göstermektedir. Bu polimerde % 43,24 C, % 49,49 O, % 6,4 H tespit edilmiştir. Vinod ve ark. (2008)'nin kondagogu reçinesinin karakterizasyonu ile ilgili çalışmalarında reçinenin elementel analizi sonucu % 34,97 C, % 5,58 H, % 0,229 N, % 0,128 S bulunmuştur.

4.1.2. Kuru Madde Miktarları

Bilindiği gibi gıdaların dayanıklılığı su aktivitesinin düşük olmasıyla ilgilidir. Gıdalarda toplam kuru madde miktarı gıdanın hem kuru madde ve su oranı hem de gıdanın bileşimi, besin değeri ve kalitesi hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Su miktarı belirli bir düzeyin üzerine çıktığında mikroorganizma aktivitesi artar. Nem oranı düşük olan tahıllar ve kurubaklagillerde nem oranı arttıkça küf ve toksin oluşumu görülür. Tahıl ve kurubaklagillerde kuru madde oranı % 85-95 arasında olmalıdır (Özay ve ark., 1993). Çalışmamızda kiraz ağacı reçinesinin kuru madde miktarı % 88,21; kayısı ağacı reçinesinin % 85,83 olarak bulunmuştur. Reçinelerin

kuru madde miktarları yüksek olup yenilebilir film yapımında güvenle kullanılabilirler.

4.1.3. Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Kapasiteleri

Fenolik bileşikler bitkilerde sentezlenen ikincil metabolitlerdir. Bitkiyi zararlılara karşı korurlar, ayrıca meyve ve sebzelere renk verirler ve tat oluşumunu sağlarlar. Altı karbonlu benzen halkasında hidroksil grubu bulunan aromatik yapılardır. Sadece bir hidroksil grubu içerenler fenol, birden fazla hidroksil grubu içerenler polifenoller diye adlandırılmaktadır. Polifenollerin sağlık üzerine olumlu etkilerinin saptanmasıyla birlikte fenolik içeriği yüksek gıdalara eğilim artmaktadır (Bilişli, 2009; Nakilcioğlu ve Hışıl, 2013).

Fenolik bileşikler kuvvetli antioksidan aktiviteye sahiptirler. Bu sayede kanser, katarakt, koroner kalp hastalıkları, sinir ve sindirim sistemi hastalıkları gibi pek çok kronik hastalığın gelişimini önlemektedirler. Bazı fenolik bileşiklerin eşit konsantrasyondaki C vitamininden daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları bilinmektedir (Uyar ve ark., 2013).

Çalışmamızda kiraz ağacı reçinesinin fenolik madde miktarı 781,94 mg/kg; kayısı ağacı reçinesinin fenolik madde miktarı 180,71 mg/kg olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar bize fenolik madde içeriği bakımından kiraz ağacı reçinesinin kayısı ağacı reçinesinden daha zengin olduğunu göstermektedir.

Reçinelerin antioksidan kapasiteleri de ortalama etki konsantrasyonuna (EC_{50}) göre belirlenmektedir. Antioksidan kapasite ile EC_{50} değerleri arasında ters orantı vardır. Yani EC_{50} değeri ne kadar küçükse antioksidan aktivitesi de o kadar fazladır. Bunun anlamı aynı miktar serbest radikali en düşük konsantrasyonda süpürebilen maddeler daha kuvvetli aktivite göstermektedir. Kiraz ağacı reçinesinin EC_{50} değeri 1,659 g/L, kayısı ağacı reçinesinin 6,880 g/L olarak bulunmuştur. Bu durumda EC_{50}

değeri düşük olan kiraz ağacı reçinesinin antioksidan kapasitesi diğerine göre daha fazladır. Fenolik madde bakımından zengin olan ürünlerin antioksidan kapasitelerinin de yüksek olduğu bilinmektedir (Soong ve Barlow, 2004; Tekeli ve ark., 2008; Karaaslan ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda da fenolik içeriği daha fazla olan kiraz ağacı reçinesinin EC₅₀ değeri daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla antioksidan kapasitesi diğerine göre daha yüksektir.

Oms-Oliu ve ark. (2008a)'nın çalışmasında yenilebilir kaplamaların kavun dilimlerinin kalite ve antioksidan özelliklerine etkileri incelenmiştir. 4 °C'de 15 gün gözlemlenen meyvelerde fenolik madde miktarı zamanla artmış ve 12. günde 20-25 mg/100g'a ulaşmıştır (200-250 mg/kg). Fenolik bileşenlerin artmasıyla meyvelerin antioksidan kapasitelerinin de arttığı görülmüştür.

Duan ve ark. (2011) çalışmalarında üç farklı yenilebilir kaplama ile yaban mersini meyvesinin raf ömrünü incelemişlerdir. Bunlardan kitosan bazlı kaplamanın kullanıldığı meyvelerde toplam fenolik madde miktarı 4020 mg/kg, EC₅₀ değeri ise (antioksidan kapasitesi) 2,81 g/L bulunmuştur. Burada fenolik madde miktarı bizim çalışmamızda kullandığımız reçinelere göre önemli derecede fazladır. Bunun kitosanla birlikte yaban mersininin fenolik içeriğinin de etki etmesinden kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir. Antioksidan kapasitesi ise kiraz ağacı reçinesine göre az, kayısı ağacı reçinesinden fazladır.

Oms-Oliu ve ark. (2008b)'nin armut dilimlerinin kaplanması için hazırladıkları polisakkarit bazlı bir yenilebilir kaplamada fenolik madde miktarı incelenmiş ve sonuç 500 mg/kg bulunmuştur. Armut meyvelerinin antioksidan kapasiteleri incelendiğinde, armutlarda yaygın olarak bulunan fenolik bir bileşik olan klorojenik asit miktarının artışının antioksidan kapasitesini de artırdığı görülmüştür.

Arap zamkı ile kaplanmış domateslerde antioksidan kapasitesinin ölçüldüğü bir çalışmada (Ali ve ark., 2013), kaplamanın olgunlaşmayı geciktirmesiyle antioksidan düzeyinin arttığı belirtilmiştir. Ayrıca antioksidan kapasiteyle toplam fenolik madde

arasında pozitif bir korelasyon olduğu ifade edilmektedir. Benzer olarak Jimenez-Aguilar ve ark. (2011) meskit ağacı zambını kaplama materyali olarak kullandıkları çalışmalarında fenolik madde miktarının artmasıyla antioksidan aktivitede de artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Uyar ve ark. (2013) bazı yeşil sebzelerin fenolik madde miktarlarını ölçmüşler ve fenolik madde miktarının 4201,75 mg/kg ile en fazla nanede olduğunu görmüşlerdir. Diğer çalışmalarla kıyaslandığında nanenin fenolik içeriği, dolayısıyla antioksidan özelliği yüksek bir gıda olduğu anlaşılmaktadır. Nananin antioksidan özelliğinin yanında antiviral, antifungal, antimikrobiyal etkilerinin de yüksek olduğu belirtilmektedir.

4.2. Filmlerin Özellikleri

Çalışmada kullanılacak olan film çözeltisinin hazırlanmasında 5'er gram reçine kullanıldı. Reçinelerin üzerine 100'er mL distile su eklendi ve 3-4 saat yumuşamaları sağlandı. Daha sonra çözeltilere elastik bir yapı vermesi için plastikleştirici olarak 0,02 gram sorbitol eklendi. Cam bagetle karıştırılarak 70°C'deki hotplate'de yarım saat tutuldu. Biraz soğuduktan sonra çözeltiler 12000 devirdeki homojenizatörde 3 dakika süre ile homojenize edildi (Soydan, 2011).

Plastikleştiriciler filmlerin elastik bir yapıda olmalarını sağlayarak kırılmalarını ve çatlamlarını önlerler. En çok kullanılan plastikleştiriciler arasında sorbitol, gliserol, manitol, polietilen glikol ve yağ asitleri bulunmaktadır.

Tang ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada nişasta-kil kompozit filmlerin yapımında plastikleştiricinin etkisi araştırılmıştır. Gliserolün bu filmlerin mekanik özelliklerini iyileştirdiği ve filme elastik bir yapı kazandırdığı tespit edilmiştir.

Aydınlı ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada keçiyoynuzu çekirdeği gamından elde ettikleri filmde plastikleştirici olarak farklı molekül ağırlığında ve farklı miktarlarda polietilen glikol kullanmışlardır. PEG 200 içeren filmlerin diğer filmlere göre bariyer ve mekanik özelliklerinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Liu ve ark., (2013) sorbitollü ve sorbitolsüz kitosan filmleri kıyaslamışlar ve sorbitol kullanılan filmlerin homojen ve daha düzgün bir yapıda olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca sorbitolün filmin kimyasal yapısını etkilemediği görülmüştür.

Soydan (2011) çalışmasında kaşar peyniri kaplamasında, keçiyoynuzu çekirdeği polimerinden elde ettiği yenilebilir filmde plastikleştirici olarak sorbitol kullanmış ve sorbitolün filmin yapısını iyileştirdiği sonucuna varmıştır.

Krogars ve ark. (2003) mısır nişastası ile hazırladıkları filmde plastikleştirici olarak sorbitol ve gliserolü birlikte kullanmışlardır. Bu kombinasyon da benzer olarak filmin kırılmaya karşı direncini artırmış, filmin kaplama materyaline yapışmasını sağlamış, gıdanın nem kaybını önlemeye yardımcı olmuştur.

4.2.1. Termal Özellikler

Ağaç reçinelerinden hazırlanan film çözeltilerinden 50'şer mL alınarak petri kutularına dökülmüştür. Filmler oda sıcaklığında 3 gün kurutulmuştur. TG-DSC (termal gravimetri-diferansiyel taramalı kalorimetri) cihazı ile filmlerin ısı karşısındaki davranışları, termal kararlılıkları, ağırlık değişimleri, reaksiyon tipi gibi özellikleri incelenmiştir. 1,779 mg kiraz ağacı reçinesinden ve 1,867 mg kayısı ağacı reçinesinden hazırlanan film örnekleri oda sıcaklığında 20 K/dk ısıtma hızında 500 °C'ye kadar ısıtılmış ve filmlerin termal davranışları değerlendirilmiştir.

Şekil 3.3’de kiraz ağacı reçinesi filminin DSC eğrisi görülmektedir. Filmin başlangıç bozunma sıcaklığı 279,9°C, son bozunma sıcaklığı 472,7°C’dir. 400°C’nin üzerine çıktığında ekzotermik yanma tepkimeleri gerçekleşmektedir. Bu sonuç filmin 400°C’ye kadar ısıya dayanıklı olduğunu göstermektedir.

Kayısı ağacı reçinesi filminin DSC eğrisine göre (Şekil 3.5), filmin başlangıç bozunma sıcaklığı 267,5°C, son bozunma sıcaklığı 455°C’dir. Yine ekzotermik reaksiyonlar 400°C ve üzerinde görülmektedir. Benzer olarak kayısı ağacı reçinesi filminin de 400°C’ye kadar ısıya dayanıklı olduğu, daha yüksek sıcaklıklarda ise dışarıya ısı vererek bozunduğu tespit edilmiştir. Bulgulardan yola çıkarak filmlerin gıda kaplamasında kullanıldıklarında fırınlanan ürünler için de uygun oldukları söylenebilir.

Schmidt ve ark. (2005)’nin çalışmasında, soya proteini izolatından yapılmış filmin termal analizinde bozunmanın 292°C’de başladığı ve 331°C’de büyük bir artışın olduğu görülmektedir.

Sudhamani ve ark. (2003)’nin çalışmasında gellan ve polivinilalkolle bir film hazırlanmıştır. DSC eğrileri incelendiğinde sadece gellandan oluşan filmde ilk pik 115,5°C’de, gellan+PVA karışımı filmde ilk pik 168,1°C’de görülmüştür. Bu sıcaklıklar filmlerin erime sıcaklıklarıdır. Bu değerler bizim çalışmamızdaki değerlere göre çok düşük olup, gellan+PVA filmlerin pişirilerek hazırlanacak gıdalar için çok uygun olmadığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinden hazırlanan filmlerin sıcaklık karşısındaki termal davranışları incelenmiş ve filmlerin 500°C’ye kadar ağırlıklarındaki değişimler termogramlarda gösterilmiştir (Şekil 3.4, Şekil 3.6).

Termogramlar incelendiğinde her iki filmde de ağırlık kaybı eğrisinin (TG) 250°C’lere kadar doğrusal olduğu görülmektedir. İlk ağırlık kaybı 200°C civarında olup bu oran her iki filmde de % 10’un altındadır.

Termogramın başlangıç bölümünde gözlenen ve yaklaşık olarak 200°C'ye kadar devam eden bu ağırlık kaybının filmlerin nem içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Filmlerdeki şiddetli ağırlık kaybı 300°C'den sonra gerçekleşmektedir. Bu sıcaklıkta ısı etkisi ile filmler ağırlıklarının yaklaşık % 50'sini kaybetmişlerdir.

Aydınlı (1997) çalışmasında keçiyoynuzu çekirdeği polimerinin termal analizi sonucu polimerin inert atmosferde 20°C/dk ısıtma hızıyla 300°C'ye kadar olan sıcaklıklarda dayanıklı olduğunu, 330°C'de şiddetli bir ağırlık kaybı ile polimerin ekzotermik bir değişimle bozunduğunu belirtmiştir. Polimer aynı ısıtma hızıyla 330°C'de ağırlığının % 34,27'sini, 400°C'de % 80'ini kaybetmiştir.

4.2.2. Yüzeysel Yapı Özellikleri

Çalışmada kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinden hazırlanan filmlerin yüzeysel olarak incelenmesi için SEM (taramalı elektron mikroskobu) kullanılmıştır. Filmler yüksek vakum altında altın ile kaplanarak 15 kV'luk voltajda görüntüleri alınmıştır. Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de görüldüğü üzere filmler homojen ve düzgün yapıdadırlar. Herhangi bir düzensizlik ya da gözenekli yapı mevcut değildir.

Liu ve ark. (2013) kitosan filmlerde plastikleştiricinin etkisini incelemek amacıyla 5 kV'luk voltajda SEM görüntülerini elde etmişlerdir. Filmde kullanılan sorbitolün, filmin kimyasal yapısını etkilemediği belirlenmiştir. Ayrıca film yüzeyi homojen ve pürüzsüzdür.

Chen ve ark. (2009)'nın yaptığı bir başka çalışmada ise nişasta bazlı filmin yüzey görüntülerinin de benzer özellikte olduğu belirtilmiştir. Şeffaf ve homojen yapı gıda kaplaması ve ambalajlama açısından önemli bir özelliktir.

4.3. Filmlerin Kaplanan Gıdalara Olan Etkileri

4.3.1. Raf Ömürleri

Çalışmamızda ağaç reçinelerinden hazırlanan film çözeltileri çilek ve yenedünya meyvelerinin kaplanmasında kullanılmıştır. Kaplama işlemi daldırma yöntemi ile yapılmıştır. Kaplanacak meyveler film çözeltilerine on saniye aralıklarla üç kez daldırılıp çıkarılmıştır. Saplarından çelik çengellerle tutturulan çilek ve yenedünya meyveleri özel olarak yaptırılan metal halkalara ayrı ayrı asılmıştır. Kaplamasız numuneler, kiraz ağacı reçinesi filmi ve kayısı ağacı reçinesi filmi ile kaplı numuneler 3-4 saat oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

Üzerinde çilek asılı olan halkalardan biri 20 ± 1 °C'deki inkübatöre, diğeri 4 ± 1 °C'de buzdolabına; yenedünyaların bulunduğu metal halkalardan biri 20 ± 1 °C'deki inkübatöre, diğeri 4 ± 1 °C'de buzdolabına bırakılmıştır. Bu sıcaklık değerlerinin seçilmesinin nedeni, bu meyvelerin hem ortam sıcaklığında hem de marketlerde dolaplarda satışa sunulmalarıdır.

Yapılan bu çalışma ile filmlerin meyvelerin raf ömrünü nasıl etkilediği incelenmiştir. 4 ± 1 °C'de buzdolabına bırakılan çileklerden kaplamasız olanlar 6. günde bozulmuş, filmlerle kaplı olanlar 12. günde bozulmuşlardır. 20 ± 1 °C'deki çileklerden kaplamasız olanlar 3. günde bozulmuşken, kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı çilekler 6. günde; kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı olanlar 7. günde bozulmuşlardır. Filmler çilek meyvelerinin ömrünün iki kat uzamasını sağlamışlardır.

Yenedünya meyvelerinde ise 4 ± 1 °C'deki örneklerden kaplamasız olanlar 10. gün kararmaya başlayıp 12. günde küf oluşumuyla birlikte bozulmuşlardır. Kayısı ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnekler 19. günde, kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnekler 21. günde bozulmuşlardır. 20 ± 1 °C'deki yenedünya meyvelerinden kaplamasız olanlar 6. günde bozulmaya uğramış; filmlerle kaplı olanlar 15. günde bozulmuşlardır. Bu

bulgulara göre kiraz ve kayısı ağacı reçineleriyle hazırlanan filmler yenedünya meyvelerinin raf ömrünü iki katından daha fazla süre ile uzatmıştır.

Sonuçlara bakıldığında; kiraz ve kayısı ağacı reçinesi filmlerinin meyvelerde yenilebilir kaplama olarak kullanıma uygun olduğu ve raf ömrünü uzatmada etkili oldukları söylenebilir.

Rojas-Graü ve ark., (2008) polisakkarit bazlı yenilebilir kaplama ile (aljinat-gellan) Fuji elmalarının raf ömrü üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada dilimlenmiş Fuji elmaları, kaplanmış ve kaplanmamış numuneler +4°C'de depolanmıştır. 23 gün boyunca esmerleşme ve yumuşama durumları kontrol edilmiştir. Kaplanmamış elma dilimleri 4 günden daha kısa bir sürede yumuşayarak kararmıştır. Yenilebilir filmle kaplı elma dilimlerinin raf ömürleri ise 2 hafta uzamıştır.

Çilek, kiraz, kayısı meyvelerinin protein bazlı yenilebilir filmle kaplandığı başka bir çalışmada da benzer olarak meyvelerin raf ömrü iki kat artmıştır (Uslu, 2001). Film çözeltisinin hazırlanmasında süt proteini, balmumu, stearik asit-palmitik asit karışımı kullanılmıştır. Kaplanan meyveler +3°C'de depolanmıştır. Kaplamanın çilek ve kiraz meyvelerinde raf ömrünü uzatmada daha etkili olduğu, ancak kayısının raf ömrünü önemli ölçüde değiştirmedığı tespit edilmiştir.

Del-Valle ve arkadaşlarının (2005) çilek ile yaptıkları başka bir çalışmada da kaktüs zankı kullanılmıştır. Kaktüs zankı kozmetik, eczacılık gibi alanlarda da kullanılan kolay bulunabilen bir polisakkarittir. Çilek ise çabuk bozulan, su kaybına, çürümeye karşı hassas bir meyvedir. Hasattan sonra hızlı bir şekilde tüketime sunulmalıdır. Bu süreçte çileğin su kaybı % 40'lara kadar ulaşabilmektedir. Çalışmada daldırma yöntemi ile çilekler kaplanmış ve 5±0,5°C'de buzdolabında 10 gün muhafaza edilmiştir. Kaplanan çilekler 9 gün boyunca sertliğini, rengini korumuşlardır. Soğuk koşullar ile birlikte kaplama materyalinin kullanılması ürünün duyuşal özelliklerini iyileştirerek raf ömrünün uzamasını sağlamıştır.

Ali ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada arap zamburakının yenilebilir film özelliklerinin de iyi olduğunu belirtmişlerdir. Arap zamburakı kaplanan domateslerin raf ömrünü uzatmada etkili olmuştur.

Xu ve ark. (2001)'nin çalışmasında kivi meyveleri protein bazlı bir yenilebilir kaplama ile kaplanmış ve oda sıcaklığında 37 gün depolanmıştır. Meyvelerin yumuşama ve küflenme özelliklerine bakılarak raf ömürleri incelenmiştir. Sonuç olarak kaplanmış kivilerin diğerlerine kıyasla raf ömürlerinin üç kat daha fazla uzadığı görülmüştür.

Yaman ve Bayındırlı (2002) kiraz kaplamasında Semperfresh™ yenilebilir kaplamasını kullanmışlardır. Kaplanan kirazların yarısını oda sıcaklığında, diğer yarısını 0°C'de saklamışlardır. Çalışmada oda sıcaklığındaki kirazların raf ömrünün % 21 oranında, 0°C'dekilerin % 26 oranında arttığı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da görüldüğü gibi meyvelerin depolanmasında soğuk ortam koşulları muhafaza sürelerini uzatmada çok önemlidir.

Kitosan filmler gıdaları fungal bozulmalara karşı korudukları gibi antimikrobiyal etkileri de mevcuttur. Bu filmler bazı sebzelerin olgunlaşmasını geciktirerek raf ömrünün uzatılmasında kullanılmışlardır (Lerdthanangkul ve Krochta, 1996). Martins ve ark. (2012) kitosan filmin etkisini film solüsyonuna α - tokoferol ekleyerek artırmışlardır. Bu kombinasyon filmin kimyasal, mekanik, bariyer ve renk özelliklerine olumlu etkide bulunmuştur.

Chien ve ark. (2007)'nin çalışmasında yenilebilir kitosan kaplamalarla dilimlenmiş mango meyvesinin tat, renk, su kaybı gibi duyu özellikleriyle dayanma süreleri incelenmiştir. 6°C'de 7 gün boyunca gözlemlenen mango dilimlerinin kaplı olanlarında su kaybı ve bozulmanın daha yavaş olduğu görülmüştür.

Baldwin ve ark. (1996), selüloz bazlı bir kaplama ile (Nature SealTM 1020) elma ve patates dilimlerini kaplayarak 4°C'de depolamışlardır. Buna ek olarak kaplanmış numuneler vakumla paketlenerek kararmaları ve ağırlık kayıpları önlenmiştir. Kaplanan numuneler diğerlerine göre bir hafta daha uzun süre özelliklerini muhafaza etmişlerdir.

Cassava nişastası ve Carnauba mumu Brezilya ekonomisinde önemli yere sahip, ucuz, kolay bulunabilen materyallerdir. Bunlardan elde edilen yenilebilir kaplamaların bariyer özelliklerinin iyi olduğu birçok çalışmada görülmektedir. Bunlardan birinde Carnauba mumunun gliserolle hazırlanmış film çözeltisi dilimlenmiş elma kaplamasında kullanılmıştır (Chiumarelli ve Hubinger, 2012). Filmin mekanik özelliklerini iyileştirecek en uygun oranın bulunması için farklı konsantrasyonlar denenmiştir. Hazırlanan film çözeltisiyle kaplanan elma dilimleri uzun süre kararmadan ve su kaybına uğramadan muhafaza edilebilmişlerdir.

Mantilla ve ark. (2013) hazırladıkları antimikrobiyal ilaveli yenilebilir kaplama ile ananas dilimlerini kaplayarak, kaplamanın meyvelerin kalitesine ve raf ömrüne etkilerini araştırmışlardır. Yıkayıp klorlanan ananaslar üçgen prizma şeklinde kesilmiş ve daldırma yöntemiyle kaplanmıştır. 4°C'de depolanan ananasların renk, tekstür, pH, vitamin C ve nem oranı, ağırlık kaybı gibi özellikleri incelenmiştir. Normalde buzdolabı sıcaklığında 5-7 gün kalabilen ananaslar 15 gün boyunca bozulmadan saklanabilmiştir. Ayrıca kaplama mikrobiyel üremeyi de geciktirmiş; meyvenin rengini, pH'ını, sertliğini koruyabilmiştir.

Oms-Oliu ve ark. (2008b) dilimlenmiş armutların kaplanmasında antimikrobiyal ilaveli bir yenilebilir kaplama kullanmışlardır. Modifiye atmosfer paketleme (MAP) dilimlenmiş meyvelerin yüzeylerindeki kararmayı ve yumuşamayı önlemede tek başına yeterli olmadığından buna ek olarak polimerik filmler kullanılmaktadır. Çalışmada daldırma yöntemiyle kaplanan armut dilimleri 4°C'de incelenmiştir. Kaplanmamış örneklerle kaplanmış olanlar renk, koku, tat, sertlik gibi duyuşal özellikleri bakımından 14 gün boyunca değerlendirilmiştir. Kaplanmamış armutların

kalite özellikleri günden güne azalmışken, kaplı olanlar 2 hafta süreyle kalite özelliklerini korumuşlardır.

4.3.2. Mikrobiyolojik Özellikler

Çalışmamızda çilek ve yenedünya meyveleri kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinden hazırlanan filmlerle kaplanarak mikrobiyolojik kaliteleri incelenmiştir. Meyveler 4 ve 20 °C’lerde toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi bakımından değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, örnekler 0. günde mikrobiyolojik kalite yönünden yakın değerler almaktadırlar. Toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi her üç numunede de depolama boyunca artmaktadır. Kaplamasız örneklerde mikroorganizma düzeyindeki artış diğerlerinden daha fazla olmuştur. Bu sonuç bize, çalışmada kullanılan filmlerin gıdanın mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Diğer yandan filmler kıyaslanacak olursa; kiraz ağacı reçinesiyle hazırlanan filmin, kayısı ağacı reçinesi filmiyle hazırlanan filminden mikrobiyolojik yönüyle daha iyi olduğu söylenebilir.

Erdohan ve ark. (2006)’nın çalışmasında 10 °C’de 17 gün depolanan Trabzon hurmalarının mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Metil selüloz-peynir altı suyu proteini esaslı bir kaplama kullanılmıştır. Bu sürenin sonunda kaplanmamış meyvelerde küf oluşumu gözlenmişken, kaplanan meyvelerin sadece film yüzeyinde küflenme görülmüştür.

Mango çabuk bozulan, hassas, ticari değeri yüksek bir meyvedir. Kısa raf ömrünü uzatmak üretici ve tüketici açısından önem arz etmektedir. Chien ve ark. (2007)’nin Tayvan’da yaptıkları bir çalışmada dilimlenmiş mango meyveleri kitosan bazlı kaplamalarla kaplanıp 6 °C’de saklanmıştır. Kaplamanın meyvede renk, tat, su kaybı, mikroorganizma oluşumu gibi özelliklerini nasıl etkilediği incelenmiştir. PCA besiyerine ekim yapılmış, 35 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Kaplamasız ve kaplamalı örneklerdeki toplam bakteri sayıları 7. günde en fazla kaplamasız

örneklerde bulunmuştur. Görüldüğü gibi kitosan kaplama mango meyvelerinde mikrobiyel gelişimi geciktirmede etkili olmuştur. Fakat kitosan oranının artırılması mikrobiyolojik özellikleri çok fazla etkilememiştir.

Gıdalarda mikrobiyel gelişimi önlemek için yenilebilir filmlere bazı antimikrobiyal maddelerin eklenmesi yaygınlaşmıştır. Antimikrobiyal ilaveli yenilebilir filmler et ve et ürünleri, süt ürünleri, meyve-sebze gibi gıdalara uygulandığında gıdadaki canlı mikroorganizma gelişimini geciktirir veya engeller, dolayısıyla gıdanın raf ömrünü ve kalitesini artırır. Bunlardan bazıları nisin, natamisin, sorbik asit, EDTA, potasyum sorbat, bitki özütleri gibi antimikrobiyal maddelerdir (Ayana ve Turhan, 2010).

Mantilla ve ark. (2013) çalışmalarında antimikrobiyal madde ilaveli yenilebilir bir kaplama hazırlamışlardır. Bu kaplamanın taze dilimlenmiş ananasların kalite ve raf ömrüne nasıl etki ettiğini incelemek amacıyla ananas numuneleri mikrobiyolojik açıdan 15 gün takip edilmiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış numunelerde toplam aerobik bakteri, psikrofil bakteri, maya ve küf sayıları belirlenmiştir. Sonuç olarak kaplama aerobik mikroorganizma gelişimini önlemede etkili olmuştur. Kaplı numunelerde bu oran 2,7 log kob/g iken, kontrol numunelerde yaklaşık 5 log kob/g olarak bulunmuştur. Maya ve küf sayısı kontrol numunelerinde 7. günden sonra önemli derecede artmıştır. Kaplı numunelerde ise 3 logaritmik birim azalma göstermiştir. Bizim çalışmamızda da sonuçlar benzer nitelikte olup kaplamasız numunelerdeki mikroorganizma sayısı kaplı olanlara kıyasla daha fazladır.

Kitosan bazlı kaplamaların antimikrobiyal etkileri birçok çalışmada ortaya konmuştur. Ponce ve ark. (2010)'nın çalışmasında kitosan bazlı kaplamalar *L. monocytogenes*'in üremesini geciktirici etki göstermiştir. Bir başka çalışmada kitosanın fungostatik etkilerinden bahsedilmiştir (Martinez-Camacho ve ark., 2010). Maqbool ve ark. (2010) muzlarda antraknoz hastalığına neden olan bir mantar türünü (*Colletotrichum musae*) arap zankı+kitosan kompozit filmi ile kontrol altına almaya çalışmışlardır. Kullanılan bu film muzların duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerini

koruyucu bir etki göstermiş ve muzlar 33 gün toksik madde oluşturmaksızın saklanabilmiştir.

Krasaekopt ve ark. (2008) kitosan içeren metilselüloz kaplama ile taze dilimlenmiş kavunları kaplayarak 10°C'de 15 gün depolamışlardır. Farklı konsantrasyonlar denenmiş ve % 1,5 kitosan bulunan kaplama çözeltisi kullanılmıştır. Depolama süresi sonunda kaplanmış örneklerde mezofil bakteri sayısı 3,3; psikrotrof bakteri sayısı 3,9; toplam koliform bakteri sayısı 3,8; maya-küf sayısı 1,1 log kob/g azalmıştır.

Kitosan bazlı kaplamaların gıda zehirlenmelerine sıkça neden olan *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bilinmektedir (Elsabee ve Abdou, 2013). Fisher ve Phillips (2008) kitosan bazlı filmlere bazı esansiyel yağlar ekleyerek filmlerin mikrobiyolojik etkilerini artırmaya çalışmışlardır. Çalışma sonucu bergamut yağı içeren kitosan bazlı kaplamanın *Campylobacter jejuni*, *E. coli O157*, *L. monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Arcobacter butzleri* ve *Penicillium digitatum*'a karşı etkili olduğu bulunmuştur.

Sivarooban ve ark. (2008)'nın çalışmasında ise üzüm çekirdeği özütü, nisin ve EDTA içeren soya proteini esaslı yenilebilir filmler hazırlanmış ve bu filmlerin *L. monocytogenes*, *E. coli O157:H7*, *S. typhimurium* üzerine antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Film *L. monocytogenes* sayısında 2,9; *E. coli O157:H7* sayısında 1,8; *S. typhimurium* sayısında 0,6 logaritmik evre azalmayı sağlamıştır.

Elma, armut, muz gibi meyveler kesildiklerinde kesit yüzeylerinde oksidasyon sonucu kararmalar meydana gelir. İşlem görmüş meyveler ve bunlardan yapılan ürünlerde bu renk değişimini önlemek için askorbik asit, sitrik asit gibi bazı ajanlar kullanılır. Yapılan bir çalışmada (Lee ve ark., 2003) kararma önleyici ajanla kombine karragenan bazlı bir yenilebilir kaplama ile dilimlenmiş elmaların raf ömründeki değişimler incelenmiştir. Bu çalışmada elma dilimleri 3°C'de 2 hafta depolanmıştır. Bu süre sonunda toplam bakteri sayıları belirlenmiştir. Yenilebilir kaplama

mikroorganizma sayısını azaltmada etkili olmuştur. Mikroorganizma sayısının 10^6 kob/gramı geçtiği zaman toksik madde üremesinin başladığı bilinmektedir. İki hafta sonunda kaplanmış numunelerde hem mezofil hem psikrotrof bakteri sayısının 10^4 kob/gramı geçmediği görülmüştür. Kaplanmamış numunelerde ise psikrotrof bakteri sayısı 10^6 kob/g'ın üzerine çıkmıştır.

L. monocytogenes gıdalarda çeşitli hastalıklara neden olan gram pozitif bir bakteridir. Ortaya çıkardığı listeriosis hastalığı çocuklarda bağışıklık sistemini zayıflatarak menenjitte sebep olmaktadır. Ayrıca hamilelerde düşükler veya ölü doğumlar görülebilmektedir. Roberts ve Greenwood (2003) kitosan kaplamaya asetik asit ekleyerek antimikrobiyal etkisini incelemişlerdir. Kitosan kaplama ile kapladıkları et ürününde *L. monocytogenes* üremesinin kontrol altına alınmasını sağlamışlardır.

Khoshgozaran-Abras ve ark. (2012) ise çalışmalarında antiviral ve antifungal etkileriyle bilinen aloe vera jelinden yararlanmışlardır. Aloe vera kaktüs benzeri bir bitki olup sağlık, gıda, eczacılık, kozmetik gibi alanlarda kullanılmaktadır. Aloe vera jelinden dondurmalarda ve bazı içeceklerde yararlanılmaktadır. Jelin kitosan filmlerle birlikte kullanımı elma, üzüm ve kiraz meyvelerinde raf ömrünün uzamasını sağlamıştır.

4.3.3. Ağırlık Kayıpları

Çalışmada kullanılan çilek ve yenedünya meyvelerindeki ağırlık kayıplarını tespit etmek için kaplamalı veya kaplamasız örneklerden ilkinin bozulduğu güne kadar tartımları alınmıştır. Bu durumda 4°C 'deki çilekler 6. güne, 20°C 'deki çilekler 3. güne, 4°C 'deki yenedünyalar 12. güne, 20°C 'deki yenedünyalar 6. güne kadar tartılmıştır. Sonuç olarak; her iki sıcaklıkta da çilek ve yenedünya meyvelerinde ağırlık kaybı en fazla kaplamasız örneklerde olmuştur. Ve yine tümünde en az ağırlık

kaybı kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örneklerdedir. Çilek meyvelerindeki ağırlık kayıpları yenedünya meyvelerindekilere göre daha hızlı gerçekleşmektedir.

Görüldüğü gibi kaplamasız örneklerde gıdanın nem içeriğini koruyacak herhangi bir film ya da kaplama bulunmadığı için ağırlık kaybı filmlerle kaplı örneklerle göre fazla olmuştur. Çalışmamızda kullandığımız filmler meyvelerin bariyer özelliklerini iyileştirmiş, kararma, buruşma ve bozulmalarını engellemiş, dolayısıyla raf ömürlerini uzatmıştır. İki filmi kıyaslayacak olursak; kiraz ağacı reçinesi filminin diğerine göre daha etkili olduğu söylenebilir.

Vasconez ve ark. (2009) kitosan bazlı filmle dilimlenmiş somon balıklarını kaplamışlardır. Buzdolabı sıcaklığında 6 gün boyunca mikrobiyolojik özelliklerinin yanı sıra su (ağırlık) kaybı değerlerini de incelemişlerdir. Çalışmamızda olduğu gibi kitosan kaplama da su kaybına karşı bariyer etkisi göstermiştir. 6. günün sonunda kaplamalı numunelerde ağırlık kaybı % 11,9-12,9 civarında iken kaplamasız numunelerde % 17,8 olarak bulunmuştur.

Doğal zamklar hidrofobik özelliklerinden dolayı meyvelerin depolama sürecinde dehidrasyona bağlı ağırlık kayıplarını önlerler ve birçoğu yenilebilir kaplama yapımında kullanılırlar. Locust bean gum (LBG) keçiyoynuzu çekirdeği zambkı gıda endüstrisinde stabilizör olarak yaygınca kullanılan bir polisakkarittir. Rojas-Argudo ve ark. (2009)'nın çalışmasında LBG bazlı kaplamalarla kaplanan mandalinalar ve kaplamasız kontrol numuneleri 3 hafta 20°C'de, sonra 9°C'de muhafaza edilmişlerdir. İlk üç haftalık süreçte kaplanmış mandalinalarda ağırlık kaybı kaplamasız olanlara kıyasla daha az olmuştur. Yalnız 5 haftadan sonra kaplama ağırlık kaybını önlemede etkili olmamıştır. 5. haftanın sonunda film kaplı numunelerde ağırlık kaybı % 5 iken, kaplamasız numunelerde % 7 civarında olduğu görülmüştür. LBG bazlı kaplamalar mandalinaların raf ömrünü uzatmada etkili olmuştur. Ali ve ark. (2010)'nın çalışmasında kullanılan arap zamkının da domateslerde ağırlık kayıplarını azalttığı görülmüştür.

Avakado Meksika'da çokça yetiştirilen ancak raf ömrü kısa olan besleyici değeri yüksek bir meyvedir. Bu meyvelerin raf ömrünü uzatabilmek için birçok ambalajlama yöntemi denenmiş ve yenilebilir kaplamalar bu soruna en etkili çözüm olmuştur. Pompa ve ark. (2009) kandelila mumu ile avakadoları kaplamışlar ve kaplanmayan numunelerle ağırlık kayıplarını kıyaslamışlardır. 6 hafta 5°C'de depolanan avakadolardan kaplı olanlarda ağırlık kaybı % 5'e, kaplamasız olanlarda % 25'e yakın bulunmuştur. Bu sonuç bizim çalışmamızda 4°C'deki kaplamasız yenidoğru örnekleriyle benzerlik göstermektedir (% 22,19).

Tzoumaki ve ark. (2009) hazırladıkları karboksimetil selüloz (CMC) filmlerle kuşkonmaz bitkilerini kaplamışlar ve 4°C'de depolamışlardır. Bu ürünlerdeki ağırlık kayıpları görünüşü olumsuz etkilemekte, hatta % 8'lik bir ağırlık kaybı ürünün satılamaz hale gelmesine sebep olmaktadır. CMC filmlerin bitkinin raf ömrüne etkilerinin incelendiği bu çalışmada 11 gün sonunda kaplı örneklerdeki ağırlık kaybının % 5 civarında, kaplı olmayan örneklerdeki ağırlık kaybının ise % 7,3 olduğu tespit edilmiştir. Karboksimetil selüloz kaplama kuşkonmaz bitkilerinin ağırlık kaybının belirli oranda azalmasını sağlamıştır.

Kitosan bazlı kaplamalarla çileklerin kaplandığı bir çalışmada Han ve ark. (2004), çileklerin 2°C'de 14 gün ağırlık kaybı değerlerini ölçmüşlerdir. Kitosan kaplama çileklerde ağırlık kaybının azalmasında etkili olmuştur. Kaplamalı çileklerde ağırlık kaybı % 10, kaplamasız çileklerde % 14 civarında bulunmuştur.

Chien ve ark. (2007) hassas bir meyve olan mangoların raf ömrünü uzatmak amacıyla kitosan bazlı kaplamalarla dilimlenmiş mangoları kaplamışlardır. 6°C'de depolanan meyvelerin 3., 5. ve 7. günlerde kalite özellikleri incelenmiştir. Bu sürenin sonunda kaplamasız (kontrol) numunelerde ağırlık kaybı en fazla % 19,86 olmuşken, kaplamalı numunelerde % 10,27 bulunmuştur. Aradaki farkın büyük olması kaplamanın etkili olduğunu doğrulamaktadır.

Duan ve ark. (2011)'nin çalışmasında kitosan filmlerle kaplanan taze yabanmersini meyveleri 2°C'de 1 hafta tutulduktan sonra 20°C'de 15 gün ve üzeri depolanmıştır. Kitosan kaplama meyvelerin su kaybını önleyerek daha uzun süre buruşmadan kalmalarına yardımcı olmuştur. Ağırlık kaybı değerleri ise 15. günde film kaplı meyvelerde % 7 civarında iken, kaplı olmayan meyvelerde % 25 olarak belirlenmiştir.

4.3.4. Duyusal Özellikler

Duyusal özellikler tüketime sunulan gıdaların insanlar tarafından tercih edilmesinde büyük rol oynar. Bu özellikler genellikle görünüş, yapı ve tatla ilgilidir (Çalıköğlü, 2008).

Çalışmamızda filmlerle kaplı çilek ve yenedünya meyveleri kaplamasız olanlarla duyusal yönden karşılaştırılmıştır. Buna göre tüm uygulamalarda kaplamalı örneklerin duyusal puanları kaplamasız örneklerden daha iyi bulunmuştur. Depolamanın ilk günlerine baktığımızda yüzey parlaklığı ve renk dışındaki özellikler kaplamalı ve kaplamasız örneklerde yaklaşık puanları almışlardır. Bu sonuç göstermektedir ki; tüketiciler ürünlerin görünüşüne, parlaklığına ve rengine önem vermektedirler. Tüm örneklerde zamanla tekstür kayıpları meydana gelmiştir ancak kayıplar en fazla kaplamasız örneklerde olmuştur. Depolamanın ilk günlerinde aroma açısından benzer puanların alınması ise kaplamaların gıdaların tadını olumlu ya da olumsuz etkilemediği anlamına gelmektedir. Genel beğeni durumuna göre, depolamanın son günlerinde kaplamasız örnekler oldukça kötü puanlar almışlardır.

Del-Valle ve ark. (2005) kaktüs zamkı ile kaplanan çilek meyvelerinin duyusal özelliklerini test etmişlerdir. Buna göre, 9 günlük depolamanın sonunda kaplamalı meyvelerle kontrol örnekleri arasında puan farkının yüksek olduğu görülmüştür. Kaplama çilek meyvelerinin su kaybını önlemiş, ayrıca görünüş özelliklerini iyileştirmiştir.

Lee ve ark. (2003) dilimlenmiş elmalarda kararmaları önlemek için yenilebilir kaplamalardan yararlanmışlardır. Elma dilimleri renk, görünüş, tat ve genel beğeni yönünden değerlendirilmiştir. Test edilen tüm kalite özelliklerinde kaplamalı örnekler kaplamasız örneklerden daha yüksek duyuşsal puanları almışlardır. Yalnız kaplamalar tat faktörünü çok fazla etkilememiştir.

Chien ve ark. (2007) dilimlenmiş mango meyvelerine kitosan kaplamaların etkilerini incelemişler; depolama süresince meyvelerin tat, renk ve görünüşlerindeki değışiklikleri takip etmişlerdir. Bizim çalışmamıza benzer olarak 9'lu hedonik test kullanılmıştır. 3, 5 ve 7. günlerde örnekler panelist grup tarafından test edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, 7 günlük depolamanın sonunda en yüksek puana sahip örnekler kitosan kaplamalı örnekler olmuştur. Bu süre sonunda kontrol örnekleri tüketime ve satışa sunumda kabul edilebilirliğini yitirmişlerdir. Ayrıca kaplamaların meyvenin doğal tadını ve orijinal rengini değıştirmediği tespit edilmiştir.

Oms-Oliu ve ark. (2008)'nın kavunla ilgili çalışmalarında polisakkarit bazlı kaplamaların dilimlenmiş kavunların duyuşsal özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Panelistler örnekleri koku, renk, tat, sertlik ve genel görünüş açısından değerlendirmişlerdir. 7. gün sonunda kontrol örnekleri sadece sertlik özelliği bakımından en düşük puanı almışlardır. Alginat bazlı kaplamalar bu açıdan en iyi puandadır. Koku, renk, tat ve genel görünüş açısından en yüksek puan pektin bazlı kaplamalarda olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin yenilebilir film özellikleri incelenmiştir. İki aşamalı olan bu çalışmada;

1. Öncelikle reçinelerin elementel analizleri yapılarak polimer özellikleri belirlenmiştir. Reçinelerdeki kuru madde miktarları, fenolik madde miktarları, antioksidan kapasiteleri gibi özellikleri incelenmiştir. Bu reçinelerden film hazırlanıp kurutulmuş ve filmlerin termal analizlerle ısı karşısındaki davranışları ve ağırlık kayıpları bulunmuştur. Filmlerin yüzeysel yapı ve görünüşleri ise (SEM) taramalı elektron mikroskobunda incelenmiştir.
2. Daha sonra hazırlanan filmlerle çilek ve yenedünya meyveleri kaplanmıştır. Filmlerin 4 ve 20 °C'lerde meyvelerin raf ömrüne, ağırlık kayıplarına, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Bu özellikler kaplı olmayan gıdalarla kıyaslanırken, iki film arasındaki farklar da irdelenmiştir.

Elementel analiz sonuçlarına göre kiraz ağacı reçinesinde % 37,88 oranında C, % 7,094 H, % 0,119 N, % 0,044 S bulunmaktadır. Kayısı ağacı reçinesinde ise % 36,22 C, % 6,951 H, % 0,386 N, % 0,036 S bulunmakta olup reçineler kimyasal açıdan benzer özelliktedirler. Reçinelerin içerisinde herhangi bir safsızlık bulunmadığından dolayı geriye kalan yaklaşık % 60'luk kısmın oksijen olduğu bilinmektedir. Çalışmada kiraz ağacı reçinesinin kuru madde miktarı % 88,21; kayısı ağacı reçinesinin kuru madde miktarı % 85,83 olarak bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarları ise kiraz ağacı reçinesinde 781,94 mg/kg; kayısı ağacı reçinesinde 180,71 mg/kg'dır. Reçinelerin fenolik maddece zengin ve antioksidan kapasite özelliklerinin iyi olduğu görülmüştür.

Termal analiz sonuçlarına göre 20 K/dk ısıtma hızında 500 °C'ye kadar ısıtılan filmlerden kiraz ağacı reçinesi filminin DSC başlangıç bozunma sıcaklığı 279,9 °C, son bozunma sıcaklığı 472,7 °C'dir. 400 °C'nin üzerine çıkıldığında ekzotermik yanma tepkimeleri gerçekleşmektedir. Bu sonuç filmin 400 °C'ye kadar ısıya dayanıklı olduğunu göstermektedir. Kayısı ağacı reçinesi filminin başlangıç bozunma sıcaklığı ise 267,5 °C, son bozunma sıcaklığı 455 °C'dir. Yine ekzotermik reaksiyonlar 400 °C ve üzerinde görülmektedir. Benzer olarak kayısı ağacı reçinesi filminin de 400 °C'ye kadar ısıya dayanıklı olduğu, daha yüksek sıcaklıklarda ise dışarıya ısı vererek bozunduğu tespit edilmiştir. Filmlerin yüksek sıcaklıklarda bozunmaması nedeniyle fırına girmesi gereken gıdalarda da kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Filmlerin ısı karşısındaki ağırlık değişimleri TG eğrileri yardımıyla incelenmiştir. Buna göre her iki filmde de ilk ağırlık kaybı 200 °C civarında olup bu oran % 10'un altındadır. Bu ağırlık kaybı filmlerin nem içeriğinden kaynaklanmaktadır. Filmlerdeki şiddetli ağırlık kaybı 300 °C'den sonra gerçekleşmektedir.

Kiraz ve kayısı ağacı reçinesi filmleri SEM analizi ile yüzeysel olarak incelenmiştir. Filmlerde herhangi bir düzensizlik veya boşluklu yapıya rastlanmamıştır. Filmler homojen, düzgün ve yoğun (sıkı) yapıdadırlar.

Çalışmanın ikinci aşamasında filmlerle kaplanan meyvelerin raf ömrünün kaplı olmayanlara kıyasla daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Kiraz ve kayısı ağacı reçinesi filmlerinin meyvelerde yenilebilir kaplama olarak kullanıma uygun ve raf ömrünü uzatmada etkili oldukları sonucuna varılmıştır.

Çalışmada kaplamalı ve kaplamasız meyvelerin mikrobiyolojik analizleri yapılmış; örnekler toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyi bakımından değerlendirilmiştir. Buna göre, tüm uygulamalarda depolama sonunda toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyinin en fazla kaplamasız örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bize kiraz ve kayısı ağacı reçinesi filmlerinin gıdaların bozulmalarını önlemede etkili olduklarını göstermiştir. Kiraz ve kayısı

ağacı reçinesi filmleri mikrobiyolojik açıdan kıyaslandığında, kiraz ağacı reçinesi filminin mikrobiyolojik kaliteyi korumada kayısı ağacı reçinesi filminden daha etkili olduğu görülmüştür.

Filmlerle kaplı meyvelerde ağırlık kayıpları kaplamasız olanlara göre daha az bulunmuştur. Filmler meyvelerin su (nem) kaybını önlemede etkili olmuşlardır. Tüm uygulamalarda kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı meyvelerde ağırlık kayıpları diğerine göre daha az bulunmuştur. Ağırlık kayıplarını önlemede kiraz ağacı reçinesi filminin kayısı ağacı reçinesi filminden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirme sonucuna göre, filmlerin gıdaların organoleptik özelliklerini iyileştirdikleri görülmüştür. Kaplı örnekler kaplamasız örneklerden daha fazla beğeni toplamışlardır. Ayrıca kaplamalar gıdanın tadında değişikliğe sebep olmamıştır. Duyusal yönden en beğenilen örnek kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek olmuştur.

Çalışmadan elde edilen verilere göre, kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinden hazırlanan filmler yenilebilir film-kaplama olarak kullanıma oldukça uygundur. Bariyer özelliklerinin iyi olması nedeniyle farklı ürünlere de uygulanabilirliği üzerine kapsamlı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

ÖZET

Kiraz ve Kayısı Ağacı Reçinelerinin Yenilebilir Film Özelliklerinin İncelenmesi ve Gıda Kaplamasında Kullanımları

Bu çalışmada kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin yenilebilir bir film materyali olarak uygunluğu ve gıda kaplanmasında potansiyel kullanımının belirlenmesi incelenmiştir. Reçinelerin bazı kimyasal içeriklerini belirlemek amacıyla elementel analizleri yapılmıştır. Ayrıca reçinelerin kuru madde ve toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Reçinelerin nem oranları oldukça düşük bulunmuş, fenolik maddeler açısından zengin dolayısıyla antioksidan kapasitelerinin iyi olduğu tespit edilmiştir. Her reçine filminin termal analizi yapılarak ısı karşısındaki davranışları ve ağırlık kayıpları belirlenmiştir. Buna göre her iki film de 400°C'ye kadar ısıya dayanıklı olup daha yüksek sıcaklıklarda bozunmaktadırlar. Filmlerin ısı karşısındaki ağırlık kayıplarındaki önemli değişiklikler 300°C'den sonra gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Filmlerin yüzeysel görüntüleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak filmlerin homojen ve düzgün bir yapıya sahip oldukları görülmüştür.

Çilek (*Fragaria ananassa*) ve yenedünya (*Eriobotrya japonica*) meyveleri reçine film solüsyonları ile kaplanmıştır. Bu meyveler kaplama yapılmayan meyvelerle bazı duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından kıyaslanmıştır. Ayrıca iki film arasındaki farklar da incelenmiştir. Kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinden hazırlanan filmlerle kaplanan meyvelerin raf ömrü kaplanmayanlara göre daha uzun olmuştur. Filmler kaplandıkları meyvelerde ağırlık kayıplarını önlemede etkili olmuşturlardır. Mikrobiyolojik açıdan bakıldığında ise toplam bakteri, maya-küf ve koliform bakteri düzeyinin depolama sonunda en fazla kaplamasız örneklerde olduğu görülmüştür. Duyusal özellikler açısından filmlerin meyvelerin aromasında değişikliğe sebep olmadığı, genel görünüş özelliklerini iyileştirdiği ve en beğenilen örneğin kiraz ağacı reçinesi filmiyle kaplı örnek olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlara bakıldığında kiraz ve kayısı ağacı reçinelerinin yenilebilir bir kaplama materyali olarak oldukça uygun olduğu tespit edilmiştir. Filmler kıyaslanacak olursa kiraz ağacı reçinesi filminin diğerine göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Gıda, kaplama, raf ömrü, reçine, yenilebilir film.

SUMMARY

Investigation of the Edible Film Features of Cherry and Apricot Tree Resins and Their Use in Food Coating

In this study, suitability of cherry and apricot tree resins as an edible film material and their potential use in food coating were investigated. Elemental analysis was performed to determine some chemical contents of resins. Amounts of dry matter and total phenolic compounds, and antioxidant capacities of resins were also measured. The levels of moisture of resins were quite low but rich in terms of phenolic compounds, therefore their antioxidant capacities were determined as good. Thermal analysis of each resin film was done and their behaviors against heat and weight losses were determined. Based on that both resins films were stable up to 400 °C but they decay at higher degrees. Significant changes in the weight loss of resin films against heat were observed after 300 °C degree. Surface images of resin films were taken using a scanning electron microscopy (SEM). As a result, the resin films were observed having an homogene structure and smooth surface.

Strawberry (*Fragaria ananassa*) and loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits were coated with resin film solutions. These fruits were compared with uncoated fruits in terms of some sensory and microbiological properties. Differences between two films were also observed. Shelf life of fruits coated with cherry and apricot resin films were longer than uncoated ones. Films have been effective in preventing weight losses in coated fruits. In terms of microbiology, the highest total levels of bacteria, yeast-mould and coliforms were detected in the uncoated samples at the end of the storage. According to the sensory properties, films didn't cause change in the aroma of the fruits and they have improved the overall appearance characteristics. It was determined that the sample coated with the cherry resin film was the most liked sample.

In conclusion, cherry and apricot resins were found to be quite suitable as an edible film coating material. In comparing two resin films, cherry resin film was found to be more effective than other.

Keywords: Food, coating, shelf life, resin, edible film.

KAYNAKLAR

- ACAR H.S. (1998). Gıda ve ambalaj. *Gıda Mühendisliği Dergisi*. 1:4.
- ALBEN E. (2006). Effects of pectin and guar gum on food protein functionality. Doktora tezi. Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep.
- ALİ A., MAQBOOL M., RAMACHANDRAN S., ALDERSON P.G. (2010). Gum arabic as a novel coating for enhancing shelf life and improving postharvest quality of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 58: 42-47.
- ALTUĞ T. (2009). Gıda Katkı Maddeleri. 5. bölüm. Sidas Medya Yayıncılık, İzmir.
- ALPER N., ACAR J. (1998). Yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Mühendisliği Dergisi*. 1(4).
- AL-HASSAN A.A., NORZIAH M.H. (2012). Starch-gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids*. 26: 108-117.
- ANONİM. (1984). AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 14th edition. *Official Methods of Analysis*. 67: 503-515.
- ANONİM. (1987). General Guidance for the Enumeration of Yeast and Moulds. Colony Count Technique at 25 °C.
- ANONİM. (2012). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Rejenere Selüloz Filmlerden Üretilmiş, Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler Tebliği. Tebliğ no: 2012/31. <http://www.mevzuat.basbakanlik.gov.tr>
- ANONİM. (2014). MEİTAM. Elementel analiz cihazı. [www.mersin.edu.tr/meitamx/meitam/cihazlar-ve-ozellikleri/elementel-analiz-cihazı]. Erişim tarihi: 07.11.2014.

- APPENDINI P., HOTCHKISS H.J. (1998). Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films. *Packaging Technology Science*. 10: 271-279.
- APPENDINI P., HOTCHKISS J.H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science&Emerging Technologies*. 3: 113-126.
- AYANA B., TURHAN K.N. (2009). Use of antimicrobial methylcellulose films to control *Staphylococcus aureus* during storage of kasar cheese. *Packag Technol Science*. 22(8): 461-469.
- AYANA B., TURHAN K.N. (2010). Gıda ambalajlamasında antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmler/kaplamalar ve uygulamaları. *Gıda*. 35(2): 151-158.
- AYDINLI M. (1997). Keçiboynuzu çekirdeği polimerinin karakterizasyonu ve yenilebilir film özelliklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Antalya.
- AYDINLI M., TUTAŞ M., BOZDEMİR Ö.A. (2004). Mechanical and light transmittance properties of locust bean gum based edible films. *Turk. J. Chem*. 28: 163-171.
- AYRANCI E., TUNÇ S. (2003). A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. *Food Chemistry*. 80: 423-431.
- AYRANCI E., TUNÇ S. (2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots and green peppers. *Food Chemistry*. 87: 339-342.
- BALDWIN E.A., NISPEROS-CARRIEDO M.O., BAKER R.A. (1995). Use of edible coatings to preserve quality of lightly and slightly processed products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 35(6): 509-524.
- BALDWIN E.A., NISPEROS-CARRIEDO M.O., CHEN X., HAGENMAIER R.D. (1996). Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biology and Technology*. 9(2): 151-163.
- BARON J., SUMNER S. (1993). Antimicrobial containing edible films as an inhibitory system to control microbial growth on meat products. *Journal of Food Prot*.56: 916.

- BEVERLYA R.L., JANES M.E., PRINYAWIWATKULA W., NO H.K. (2008). Edible chitosan films on ready to eat roast beef for the control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology*. 25: 534-537.
- BİLİŞLİ A. (2009). Gıda Kimyası. Sidas Medya Yayıncılık. İzmir.
- BLOIS M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181: 1199-1200.
- BONILLA J., ATARES L., VARGAS M., CHIRALT A. (2012). Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. *Journal of Food Engineering*. 110: 208-213.
- BOSQUEZ-MOLINA E., GUERRERO-LEGARRETA I., VERNON-CARTER E.J. (2003). Moisture barrier properties and morphology of mesquite gum-candelilla wax based edible emulsion coatings. *Food Research International*. 36: 885-893.
- BOSQUEZ-MOLINA E. (2005). Development of edible coatings made with mesquite gum and candelilla wax for the preservation of fruits. *Food Research International*. 9: 885-893.
- BOURTOOM T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*. 15(3): 237-248.
- BRANDENBURG A.H., WELLER C.L., TESTIN R.F. (1993). Edible films and coatings from soy protein. *Journal of Food Science*. 58(5): 1086-1089.
- BRODY A.L. (2001). What is the hottest food packaging technology today? *Food Technology*. 55(1): 82-84.
- CAMPOS C.A., GERSCHENSON L.N., FLORES S.K. (2010). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technol*. 27: 849-875.
- CARNEIRO-DA-CUNHA M.G., CERQUEIRA M.A., SOUZA W.S., SOUZA M.P., TEIXEIRA J.A. VICENTE A.A. (2009). Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale*. *Journal of Food Engineering*. 95: 379-385.

- CERQUEIRA M.A., LIMA A.M., TEIXERIA J.A., MOREIRA R.A., VICENTA A.A. (2009a). Suitability of novel galactomannans as edible coatings for tropical fruits. *Journal of Food Engineering*. 94: 372-378.
- CERQUEIRA M.A., LIMA A.M., WS S.B., TEIXEIRA J.A., MOREIRA R.A., VICENTE A.A. (2009b). Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 1456-1462.
- CERQUEIRA M.A., BOURBON A.I., PINHEIRO A.C., MARTINS J.T., SOUZA B.W.S., TEIXEIRA J.A., VICENTE A.A. (2011). Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 22: 662-671.
- CHA D.S., CHINNAN M.S. (2004). Biopolymer based antimicrobial packaging. *Food Science and Nutrition*. 44: 223-237.
- CHEN C., KUO W., LAI L. (2009). Rheological and physical characterization of film-forming solutions and edible films from tapioca starch/decolorized hsian-tso leaf gum. *Food Hydrocolloids*. 23: 2132-2140.
- CHIEN P., SHEU F., YANG F. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*. 78: 225-229.
- CHIUMARELLI M., HUBINGER M.D. (2012). Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch-Carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples *Food Hydrocolloids*. 28: 59-67.
- CHO S.Y., LEE S.Y., RHEE C. (2010). Edible oxygen barrier bilayer film pouches from corn zein and soy protein isolate for olive oil packaging. *Food Science and Technology*. 43: 1234-1239.
- CONFORTI F.D., ZINCK J.B. (2002). Hydrocolloid lipid coating affect on weight loss, pectin content and textural quality of green bell peppers. *Journal of Food Science*. 67(4): 1945-1948.
- ÇAĞRI A., ÜSTÜNOL Z., OSBURN W., RYSER E.T. (2003). Inhibition of *L. monocytogenes* on hot dogs using antimicrobial whey protein-based edible casings. *Journal of Food Science*. 68(1): 291-299.

- ÇALIKOĞLU E. (2008). Fındıkların uçucu yağ içeren yenilebilir protein filmlerle kaplanması depolama sırasındaki oksidatif stabilite ve duyu kalite üzerine etkisi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- DANG K.T.H., SINGH Z., SWINNY E.E. (2008). Edible coatings influence ripening, quality and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(4): 1361-1370.
- DEBEAUFORT F., GALLO J.A.Q., VOILLEY A. (1998). Edible films and coatings: past, present and future. *Trends in Food Science and Technology*. 38(4): 299-313.
- DEL-VALLE V., HERNANDEZ-MUNOZ P., GUARDA A., GALOTTO M.J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating and its application to extend strawberry shelf life. *Food Chemistry*. 91: 751-756.
- DEMİR Ş. (1987). Yenidünya Yetiştiriciliği. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Narenciye Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel yayın No:12. Teknik Yayınları No:6. 31s, Antalya.
- DING C.K., CHACHIN K., UEDA Y., IMAHORI Y., WANG C.Y. (2002). Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 24: 341-348.
- DUAN J., WU R., STRIK B.C., ZHAO Y. (2011). Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 59: 71-79.
- DURDUN S., ERKAN N. (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences*. 3(4): 352-373.
- ELSABEE M.Z., ABDOU E.S. (2013). Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials Science and Engineering C*. 33: 1811-1841.
- ERDOHAN Z.Ö., ŞAHMURAT F., EKİZ H.İ., TURHAN K.N. (2006). Metilselüloz-peynir altı suyu proteini filmlerin Trabzon hurmasının paketlenmesinde kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi. 24-26 Mayıs, Bolu.
- ERKMEN O. (2010). Gıda Mikrobiyolojisi. Efil Yayınevi. Ankara.

EROL İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık. Ankara.

FALCAO-RODRIGUES M.M., MALDOA-MARTINS M. ,BEIRAO-DA COSTA M.L. (2007). DSC as a tool to assess physiological evolution of apples preserved by edible coatings. *Food Chemistry*. 102: 475-480.

FALGUERA V., QUINTERO J.P., JIMENEZ A., MUNOZ J.A., IBARZ A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*. 22: 292-303.

FERREYRA R., MUGRIDGE A., CHAVES A.R. (1995). Effects of packaging films on the qualitative characteristics of Brussels sprouts. *The Hague*. 1: 137-142.

FIELD C.E., PIVARNICK L.F., BARNETT S.M., RAND A. (1986). Utilization of glucose oxidase for extending shelf life of fish. *Journal of Food Science*. 51: 66-70.

FISHER K., PHILLIPS C. (2008). Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer? *Trends Food Science Technology*. 19: 156-164.

GENNADIOS A., WELLER C.L. (1990). Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*. 44(10): 63-69.

GENNADIOS A., WELLER C.L. (1991). Edible films and coatings from soymilk and soy protein. Cerael foods world. *American Association of Cereal Chemistry Inc.* 36(12): 1004-1009.

GENNADIOS A., HANNA M.A., KURTH L.B. (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods. *LWT*. 30: 337-350.

GHANBARZADEH B., ALMASI H., ENTEZAMI A.A. (2010). Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films. *Innovate Food Science and Emerging Technologies*. 11: 697-702.

GOME-ESTECA J., MONTERO P., GIMENEZ B., GOMEZ-GUILLEN M.C. (2007). Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked Sardine. *Food Chemistry*. 105: 511-520.

- GONTARD N., DUCHEZ C., CUG J.L., GUILBERT S. (1994). Edible composite films of wheat gluten and lipids: Water vapour permeability and other physical properties. *International Food Science Technology*. 29: 39-50.
- GÜRGÜN V., HALKMAN A.K. (1988). Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*. Yayın no:7, 146 sayfa. San Matbaası, Ankara.
- HAN C., ZHAO Y., LEONARD S.W., TRABER M.G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries and raspberries. *Postharvest Biology and Technology*. 33: 67-78.
- HERALD T.J., HACHMEISTER K.A., HUANG S., BOWERS J.A. (1996). Corn zein packaging materials for cooked turkey. *Journal of Food Science*. 61: 415-421.
- HOFFMAN K.L., HAN I.Y., DAWSON P.L. (2001). Antimicrobial effects of corn zein films impregnated with nisin, lauric acid and EDTA. *Journal of Food Protection*. 64: 885-889.
- ISO. (1991). International Standart Organisation (ISO 4832). General Guidance for the Enumeration of Coliforms. Colony Count Technique.
- JIMENEZ-AGUILAR D.M., ORTEGA-REGULES A.E., LOZADA-RAMIREZ J.D., PEREZ-PEREZ M.C.I., VERNON-CARTER E.J., WELTI-CHANES J. (2011). Color and chemical stability of spray-dried blueberry extract using mesquite gum as wall material. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24: 889-894.
- JINDAL M., KUMAR V., RANA V., TIWARY A.K. (2013). Physico-chemical, mechanical and electrical performance of bael fruit gum-chitosan IPN films. *Food Hydrocolloids*. 30: 192-199.
- KAMPF N., NUSSINOVITCH A. (2000). Hydrocolloid coating of cheeses. *Food Hydrocolloids*. 14: 531-537.
- KANDEMİR N.S. (2006). Doğal antimikrobiyal madde içeren yenilebilir pullulan film uygulamanın hazır salatanın raf ömrüne etkileri. Yüksek lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- KARA R. (2011). Geleneksel bir peynir: Afyon tulum peynirinin karakterizasyonu ve deneysel olarak inokule edilen *Brucella abortus* ve *Brucella melitensis* suşlarının üreme ve canlı kalma yeteneklerinin araştırılması. Doktora tezi. Afyon Kocatepe

Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı,
Afyonkarahisar.

KARAASLAN M., VARDİN H., VARLIKLIÖZ S., YILMAZ M.F. (2014). Antiproliferate and antioxidant activities of Turkish pomegranate (*Punica granatum L.*) accessions. *Food Science and Technology*. 49: 82-90.

KARAGÖZ Z., CANDOĞAN K. (2007). Et teknolojisinde antimikrobiyal ambalajlama. *Gıda*. 32(3): 113-122.

KARAHAN A.G., ÇAKMAKÇI M.L., ARIDOĞAN C.B. (2001). *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Kılavuzu*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın no: 24, 171 sayfa. Isparta.

KAYA S., KAYA A., GÖĞÜŞ F. (1998). Yenilebilir filmler ve kaplamalar. *Gıda Teknolojisi*. 3(3): 77-82.

KAYAARDI S. (2005). Gıda Hijyeni ve Sanitasyon. Sidas Yayıncılık. İzmir.

KESTER J.J., FENNEMA O. (1986). Edible films and coatings. *Food Technology*. 40(12): 47-55.

KHOSHGOZARAN-ABRAS S., AZIZI M.H., HAMIDY Z., BAGHERIPOOR-FALLAH N. (2012). Mechanical, physicochemical and color properties of chitosan based-films as a function of Aloe vera gel incorporation. *Carbohydrate Polymers*. 87: 2058-2062.

KILINÇEKER O., DOĞAN İ.S., KÜÇÜKÖNER E. (2009). Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *Food Science and Technology*. 42: 868-873.

KOYUNCU M.A., SAVRAN H.E. (2002). Yenilebilir kaplamalar ve bahçe ürünlerinde kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(3): 54-67.

KROCHTA J.M. (2002). Proteins as raw materials for films and coatings: Definitions, current status and opportunities. *CRC Pres*. Chapter 1.

KRASAEKOOPT W., MABUMRUNG J. (2008). Microbiological evaluation of edible coated fresh-cut cantaloupe. *Natural Science*. 42: 552-557.

- KROGARS K., HEINAMAKI J., KARJALAINEN M., NISKANEN A., LESKELA M., YLIRUUSI J. (2003). Enhanced stability of rubbery amylose-rich maize starch films plasticized with a combination of sorbitol and glycerol. *International Journal of Pharmaceutics*. 251: 205-208.
- KÜÇÜKÖNER E., KILINÇEKER O., DOĞAN İ.S. (2003). Gıdalara yenilebilir kaplama uygulamalarında süt ürünlerinin kullanım olanakları. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu (Bildiri No:P14) İzmir, 251-256.
- LEE J.Y., PARK H.J., LEE C.Y., CHOI W.Y. (2003). Extending shelf life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 36(3): 323-329.
- LEMENIH M., ABEBE T., OLSSON M. (2003). Gum and resin resources from some Acacia, Boswellia and Commiphora species and their economic contributions in Liban, south-east Ethiopia. *Journal of Arid Environments*. 55: 465-482.
- LERDTHANANGKUL S., KROCHTA J.M. (1996). Edible coating effects on postharvest quality of green bell peppers. *Journal of Food Science*. 61(1): 176-179.
- LIU M., ZHOU Y., ZHANG Y., YU C., CAO S. (2013). Preparation and structural analysis of analysis of chitosan films with and without sorbitol. *Food Hydrocolloids*. 33: 186-191.
- LOPEZ-FRANCO Y.L., CORDOVA-MORENO R.E., GOYCOOLEA F.M., VALDEZ M.A., JUAREZ-ONOFRE J., LIZARDI-MENDOZA J. (2012). Classification and physicochemical characterization of mesquite gum. *Food Hydrocolloids*. 26:159-166.
- MA X., YU J.G. (2004). The plasticizers containing amide groups for thermoplastic starch. *Carbohydrate Polymers*. 57: 197-203.
- MALI S., GROSSMANN M.V.E. (2003). Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. 51(24): 7005-7011.
- MANTILLA N., CASTELL-PEREZ M.E., GOMES C., MOREIRA R.G. (2013). Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *LWT-Food Science and Technology*. 51: 37-43.

- MARTINEZ-CAMACHO A.P., CORTEZ-ROCHA M.O., EZQUERRA-BRAUER J.M., GRACIANO-VERDUGO A.Z., RODRIGUEZ-FELIX F., CASTILLO-ORTEGA M.M. (2010). Chitosan composite films: thermal, structural, mechanical and antifungal properties. *Carbohydrate Polymers*. 82(2): 305-315.
- MARTINS J.T., CERQUEIRA M., SOUZA B.S., AVIDES M., VICENTE A.A. (2010). Shelf life extension of ricotta cheese using coatings of galactomannans from nonconventional sources incorporating nisin against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 1884-1891.
- MARTINS J.T., CERQUEIRA M.A., VICENTE A.A. (2012). Influence of α -tocopherol on physicochemical properties of chitosan-based films. *Food Hydrocolloids*. 27: 220-227.
- MATUSKA M., LENART A., LAZARIDES H.N. (2006). On the use of edible coating to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *Journal of Food Engineering*. 72: 85-91.
- MAQBOOL M., ALI A., RAMACHANDRAN S., SMITH D.R., ALDERSON P.G. (2010). Control of postharvest antracnose of banana using a new edible composite coating. *Crop Protection*. 29(10): 1136-1141.
- MAYNES J.R., KROCHTA J.M. (1994). Properties of edible films from total milk proteins. *Journal of Food Science*. 59(4): 909-911.
- McHUGH T.H., KROCHTA J.M. (1994). Milk-protein-based edible films and coatings. *Food Technology*. 48(1): 97-103.
- NAKILCIOĞLU E., HIŞIL Y. (2013). Research on the phenolic compounds in sarılop (*Ficus Carica L.*) fig variety. *Gıda*. 38(5): 267-274.
- NATRAJAN N., SHELDON B.W. (2000). Inhibition of *Salmonella* on poultry skin using protein and polysaccharide based films containing a nisin formulation. *Journal of Food Protection*. 63(9): 1268-1272.
- NGUYEN V.T., GIDLEY M.J., DYKEZ G.A. (2008). Potential of a nisin containing bacterial cellulose film to inhibit *L. monocytogenes* on processed meats. *Food Microbiology*. 25: 471-478.

- NISPEROS-CARRIEDO M.O. (1994). Edible coatings and films based on polysaccharides. *Technomic Publish.* 322-323.
- NORTJE G.L., NEL L., JORDOAN E., BODENHORST K., GOEDHART G., HOPZAPFEL W.H., GRIMBEEK R.J. (1990). A quantitative survey of a meat production chain to determine the microbial profile of the final product. *Journal of Food Production.* 53(5): 411-417.
- OLIVERIA T.M., SOARES N.F.F., PEREIRA R.M., FRAGA K.F. (2007). Development and evaluation of antimicrobial natamycin-incorporated film in gorgonzola cheese conservation. *Packag Technol Sci.* 20: 147-153.
- OMS-OLIU G., SOLIVA-FORTUNY R., MARTIN-BELLOSO O. (2008a). Using polysaccharide based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *Food Science and Technology.* 41: 1862-1870.
- OMS-OLIU G., SOLIVA-FORTUNY R., MARTIN-BELLOSO O. (2008b). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology.* 50: 87-94.
- O'NEIL J.M., SMITH A., HECKELMAN P.E., OBENCHAIN J.R., GALLIPEAU-R J.R., D'ARECCA M.A., BUDAVARI S. (2001). The Merck Index. Published by Merck research laboratories division of Merck&Co., Inc.
- OUATTARA B., SIMARD E.R., PIETTE G., BEGIN A., HOLLEY A.R. (2000). Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *International Journal of Food Microbiology.* 62: 139-148.
- ÖZAY G., PALA M., SAYGI B. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi (a_w) yönünden incelenmesi. *Gıda.* 18(6): 377-383.
- PENNISI E. (1992). Sealed in plastic edible film. *Science News.* 141(1): 12-13.
- PETERSEN K., NIELSEN P.V., BERTELSEN G., LAWThER M., OLSEN M., NILSSON N.H., MORTENSEN G. (1999). Potential of biobased materials for food packaging. *Trends in Food Science and Technology.* 10(2): 52-68.
- POMPA S.S. (2007). Development of edible films from candelilla wax and antioxidants. Thesis. Universidad Autonoma de Coahuila, Mexico.

- POMPA S.S., ROJAS-MOLINA R., AGUILERA-CARBO A.F., SAENZ-GALINDO A., DE LA GARZA H., JASSA-CANTU D., AGUILAR C.N. (2009). Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. *Food Research International*. 42: 511-515.
- PONCE A., ROURA S.I., DEL VALLE C.E., MOREIRA M.R. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies. *Postharvest Biology and Technology*. 49: 294-300.
- QIAN H.F., CUI S.W., WANG Q., WANG C., ZHOU H.M. (2011). Fractionation and physicochemical characterization of peach gum polysaccharides. *Food Hydrocolloids*. 25: 1285-1290.
- ROBERTS D., GREENWOOD M. (2003). *Listeria Monocytogenes*. 3. baskı. Practical Food Microbiology, Blackwell Yayıncılık, Massachusetts, 273-274.
- ROJAS-ARGUDO C., del RIO M.A., PEREZ-GAGO M.B. (2009). Development and optimization of locust bean gum (LBG)-based edible coatings for postharvest storage of 'Fortune' mandarins. *Postharvest Biology and Technology*. 52: 227-234.
- ROJAS-GRAÜ M.A., TAPIA M.S., MARTIN-BELLOSA O. (2008). Using polysaccharide based edible coatings to maintain quality of fresh cut Fuji apples. *LWT*. 41: 139-147.
- SALUNKHE D.K., BOUN H.R., REDDY N.R. (1991). Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables. *CRC Pres. Bölüm 1*.
- SANTOS PIRES A.C., SOARES N.F.F., ANDRADE N.J., SILVA L.H.M., CAMÍLLOTO G.P., BERNARDES P.C. (2008). Development and evaluation of active packaging for sliced mozzarella preservation. *Packag Technol Sci*. 21: 375-383.
- SARIKUŞ G. (2006). Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi. Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- SARIOĞLU T. (2005). Yenilebilir filmlerin kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılma olanakları ve peynir kalitesi üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

- SCHMİDT V., GIACOMELLI C., SOLDI V. (2005). Thermal stability of films formed by soy protein isolate-sodium dodecyl sulfate. *Polymer Degrad. Stab.* 87: 25-31.
- SEOL K.H., LIM D.G., JANG A., JO C., LEE M. (2009). Antimicrobial effect of carragenan based edible film containing ovotransferrin in fresh chicken breast stored at 5°C. *Meat Science.* 83: 479-483.
- SHAO X., TU K. (2014). Hot air treatment improved the chilling resistance of loquat fruit under cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation.* 38: 694-703.
- SIMAS-TOSIN F.F., BARRAZA R.R., PETKOWİCZ C.L.O., SILVEIRA J.L.M., SASSAKI G.L., SANTOS E.M.R., GORİN P.A.J., IACOMINI M. (2010). Rheological and structural characteristic of peach tree gum exudate. *Food Hydrocolloids.* 24: 486-493.
- SIVAROOBAN T., HETTIARACHCHY N.S., JOHNSON M.G. (2008). Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin and EDTA incorporated soy protein edible films. *Food Research International.* 41: 781-785.
- SOONG Y.Y., BARLOW P.J. (2004). Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry.* 88: 411-417.
- SOYDAN M.B. (2011). Keçiboynuzu çekirdeği bazlı kaplamaların kaşar peynirinin raf ömrünü uzatmada uygulanması. Yüksek lisans tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
- SRINIVASA P.S., BASKARAN R., RAMESH M.N., PRASHANTH K.V., THARANATHAN R.N. (2002). Storage studies of mango packed using biodegradable chitosan film. *European Food Research Technology.* 215(6): 504-508.
- SUDHAMANİ S.R., PRASAD M.S., UDAYA SANKAR K. (2003). DSC and FTIR studies on Gellan and Polyvinyl alcohol (PVA) blend films. *Food Hydrocolloids.* 17: 245-250.
- SÜRENGİL G., KILINÇ B. (2011). Gıda-ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal of Fisheries Sciences.* 5(4): 317-325.
- ŞAHİN O.I., BAYİZİT A.A. (2008). Nanokompozit filmlerin gıda sanayi uygulamaları. Türkiye 10. Gıda Kongresi. *Gıda Teknolojisi Derneği.* Yayın no:37. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

- ŞENSOY D. (2002). Kayısı zamburakının tabletlerde bağlayıcı madde olarak değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- TANG X., ALAVI S., HERALD T.J. (2008). Effects of plasticizers on the structure and properties of starch-clay nanocomposite films. *Carbohydrate Polymers*. 74: 552-558.
- TEKELİ Y., SEZGİN M., ŞANDA M.A. (2008). Konya’da yetişen *Centaurea Pterocaula* Truaty.’ın fenolik yapısı ve antioksidan etkisi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*. 3(1): 35-41.
- TEMİZ H., YEŞİLSU A.F. (2006). Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2: 41-50.
- TEPE S. (2013). Farklı anaçların Akko XIII ve Gold Nugget yenidoğruya çeşitlerinde meyve kalitesi ve muhafazası üzerine etkileri. Doktora tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta.
- THARANATHAN R.N. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future trends. *Food Science and Technology*. 14: 71-78.
- TOPUZ A. (1998). Yüksek lisans tezi. Yenidoğruya çeşitlerinin (*Eriobotrya japonica L.*) bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile marmelat, nektar ve konserveye işlenebilirliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- TORLAK E., NİZAMLIOĞLU M. (2009). Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri. *Veteriner Bilimleri Dergisi*. 25(1-2): 15-21.
- TURBAK A.F. (1972). Edible vegetable protein casing. *U.S. patent*. 3: 661-682.
- TURHAN N. (2006). Yenilebilir ambalajlar. *Bilim ve Teknik*. 30-32.
- TZOUMAKI M.V., BILIADERIS C.G., VASILAKAKIS M. (2009). Impact of edible coatings and packaging on quality of white asparagus (*Asparagus officinalis, L.*) during cold storage. *Food Chemistry*. 117: 55-63.

- USLU M.K. (2001). Protein bazlı yenilebilir filmler ile bazı meyvelerin kaplanması. Yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- UYAR B.B., KARADAĞ M.G., ŞANLIER N., GÜNYEL S. (2013). Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *Gıda*. 38(1): 23-29.
- ÜÇÜNCÜ M. (2007). Gıda Ambalajlama Teknolojisi. Meta Matbaacılık. İzmir.
- VAROL M. (1992). Türkiye’de bazı meyve ağaçlarında teşekkül eden zamkların gummi arabicum (Arap zımkı) ile mukayesesi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eczacılık ve Farmokoloji Bölümü, İzmir.
- VASCONEZ M.B., FLORES S.K., CAMPOS C.A., ALVARADO J., GERSCHENSON L.N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*. 42(7): 762-769.
- VINA S.Z., MUGRIDGE A., GARCIA M.A., FERREYRA R.M., MARTINO N.M., CHAVES A.R., ZARITZKY N.E. (2007). Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts. *Food Chemistry*. 103: 701-709.
- VINOD V.T.P., SASHIDHAR R.B., SURESH K.I., RAMA RAO B., VIJAYA SARADHI U.V.R., PRABHAKAR RAO T. (2008). Morphological, physico-chemical and structural characterization of gum kondagogu (*Cochlospermum gossypium*): A tree gum from India. *Food Hydrocolloids*. 22: 899-915.
- WANG X., SUN X., LIU H., LI M., MA Z. (2011). Barrier and mechanical properties of carrot puree films. *Food and Bioproducts Processing*. 89: 149-156.
- XU S., CHEN X., SUN D. (2001). Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. *Journal of Food Engineering*. 50(4): 211-216.
- YAMAN Ö., BAYINDIRLI L. (2002). Effects of an edible coatings and cold storage on shelf life and quality of cherries. *Lebensm Wiss Technol*. 35: 146-150.
- YENER F.Y.G. (2007). Development of antimicrobial protective food coating materials from edible alginate films. Yüksek lisans tezi. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.

YILMAZ L., BAYİZİT A.A., YILSAY T.Ö. (2007). Süt proteinlerinin yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 1: 59-64.

ZAPATA P.J., GUILLEN F., MARTINEZ-ROMERO D., CASTILLO S., VALERO D., SERRANO M. (2008). Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato. *Journal of Science and Food Agriculture*. 88: 127-1293.

ZIVANOVIC Z., CHI S., DRAUGHON A.F. (2005). Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*. 70(1): 45-51.