

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

HURMA, KARAYEMİŞ VE MAVİ YEMİŞ YAPRAK
EKSTRAKTLARI KULLANILARAK HAZIRLANAN
YENİLEBİLİR FİLMLE KAPLANMIŞ BAZI SU
ÜRÜNLERİNDEKİ KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE
DUYUSAL DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Aydın Aytaç GÜRDAL

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK

JÜRİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Fikri BALTA

Prof. Dr. Latif TAŞKAYA

Dr. Öğr. Üyesi Barbaros DİNÇER

Dr. Öğr. Üyesi Koray KORKMAZ

RİZE-2021

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HURMA, KARAYEMİŞ VE MAVİ YEMİŞ YAPRAK EKSTRAKTLARI
KULLANILARAK HAZIRLANAN YENİLEBİLİR FİLMLEİLE KAPLANMIŞ
BAZI SU ÜRÜNLERİNDEKİ KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL
DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK danışmanlığında, Aydın Aytaç GÜRDAL tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile oluşturulan jüri tarafından 07/07/2021 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **DOKTORA** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı	İmza
Başkan	: Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK	
Üye	: Prof. Dr. Fikri BALTA	
Üye	: Prof. Dr. Latif TAŞKAYA	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Barbaros DİNÇER	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Koray KORKMAZ	

Doç. Dr. Ahmet YANIK
ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

“Hurma, Karayemiş ve Mavi Yemiş Yaprak Ekstraktları Kullanılarak Hazırlanan Yenilebilir Filmlerle Kaplanmış Bazı Su Ürünlerindeki Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimlerin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalında “Doktora Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın planlanıp yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan ve birikimleri ile yol gösteren danışman hocam sayın Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK’a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın ilk gününden beri büyük bir özveri ile yardımcı olan sevgili arkadaşlarım Sayın Yük. Müh. Büşra KARA ve Sayın Yük. Müh. Orhan KOBYA’ya, katkı ve yardımları ile beni yönlendiren Sayın Arş. Gör. Dr. Barış KARSLI’ya, Yük. Müh. Esen ALP ERBAY’a ve RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan canım babam Sadık GÜRDAL’a ve laboratuvarında ihtiyacım olduğunda hiç tereddüt etmeden eldiven ve önlük giyip gelen sevgili annem Ayşe GÜRDAL ve Sevgili kardeşim Nurcan GÜRDAL’a sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Aydın Aytaç GÜRDAL

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Hurma, Karayemiş ve Mavi Yemiş Yaprak Ekstraktları Kullanılarak Hazırlanan Yenilebilir Filmlerle Kaplanmış Bazı Su Ürünlerindeki Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimlerin İncelenmesi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim 14.07.2021

Aydın Aytaç GÜRDAL

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

HURMA, KARAYEMİŞ VE MAVİ YEMİŞ YAPRAK EKSTRAKTLARI KULLANILARAK HAZIRLANAN YENİLEBİLİR FİLMLE KAPLANMIŞ BAZI SU ÜRÜNLERİNDEKİ KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Aydın Aytaç GÜRDAL

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Su Ürünleri Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışmanı: Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK

Bu çalışma doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynaklar kullanarak su ürünlerinin raf ömrünü arttırmak amacıyla yapılmıştır. Hurma, Karayemiş ve Mavi yemiş yapraklarının 60°C’de kurutularak toz haline getirilmiş, %2,5 ve %5 oranlarında sıcak su (75°C) ve ılık su (40°C) ekstraktları hazırlanmıştır. Ekstraktlar belirlenen oranlarda kullanılarak taze midye ve alabalıklar ile donmuş istavrit balıklarının kaplanması kullanılmıştır. Kaplanan midye ürünleri 4 gün boyunca +3±1°C’de, alabalık ürünleri 8 gün boyunca +3±1°C’de, istavrit balıkları ise 6 ay boyunca -20±2°C’de muhafaza edilmiştir. depolama süresi boyunca kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimler incelenmiştir. Çalışmada ürünün kaplanmasında kullanılan yenilebilir filmlerin en yüksek ÇM ve KU değerleri sırasıyla KA grubunda 0,52 MPa ve MA grubunda %34,07 olarak tespit edilmiştir. Midye ürünlerinin 4. gündeki TVB-N değeri en düşük MB grubunda 33,20 mg/100g, alabalık ürünlerinde 8. gün en düşük MA grubunda 23,11 mg/100g, istavrit ürünlerinde 6. ayda en düşük HB, MA ve MB gruplarında 14,71 mg/100g olarak belirlenmiştir. En yüksek TBA değerleri alabalık ürünlerinde 8. gün 4,29 mg MA/kg ile K grubunda, midye ürünlerinde 4. gün HA grubunda 2,52 mg MA/kg ve istavrit ürünlerinde 6. ay K grubunda 4,29 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı en yüksek midyelerde, 2. günde HB grubunda 5,97 log kob/g, alabalık ürünlerinde 8. gün K grubunda 7,44 log kob/g olarak, istavrit balıklarında 6. ay KB grubunda 4,37 log kob/g belirlenmiştir.

2021, 174 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bitkisel Ekstrakt, Antioksidan, Su Ürünleri Raf Ömrü, Yenilebilir Film

ABSTRACT

INVESTIGATION OF CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY CHANGES IN SOME WATER PRODUCTS COATED WITH RENEWABLE FILMS USING PERSIMMON, CHERRY LAUREL AND BLUE BERRY LEAF EXTRACTS

Aydın Aytaç GÜRDAL

Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries
PhD Thesis
Supervisor: Assoc. Dr. Emre ÇAĞLAK

This study was carried out to increase the shelf life of seafood by using natural antioxidant and antimicrobial sources. Persimmon, cherry laurel and blue berry leaves were dried at 60°C and powdered and extracts of 2.5% and 5% hot water (75°C) and warm water (40°C) were prepared. The extracts were used in the coating of fresh mussels and trout and frozen horse mackerel by using the determined proportions. The coated mussel products were stored at +3±1°C for 4 days, trout products were stored at +3±1°C for 8 days, and horse mackerel at -20±2°C for 6 months. During the storage period, chemical, microbiological and sensory changes were investigated. In the study, the highest TS and EAB values of the edible films used in the coating of the product were determined as 0.52MPa in the KA group and 34.07% in the MA group, respectively. The lowest TVB-N value in mussel products on the 4th day was 33.20 mg/100g in the MB group, the lowest in the MA group on the 8th day in trout products, 23.11 mg/100g in the MA group, and the lowest in the HB, MA and MB groups in the 6th month in horse mackerel products. It was determined as 14.71 mg/100g. The highest TBA values were found in trout products with 4.29 mg MA/kg on the 8th day in the K group, in mussel products with 2.52 mg MA/kg on the 4th day in the HA group and 4.29 mg MA/kg in the 6-month K group in horse mackerel products. detected. Total aerobic mesophilic bacteria count was highest in mussels, 5.97 log CFU/g in the HB group on the 2nd day, 7.44 log CFU/g in the 8th day K group in trout products, 4.37 log CFU/g in the 6th month KB group in horse mackerel. /g was determined.

2021, 174 pages

Keywords: Herbal Extract, Antioxidant, Seafood Shelf Life, Edible Film

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	X
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Su Ürünleri	1
1.1.2. Antioksidanlar	3
1.1.3. Rize'nin Bitkisel Dağılımı.....	3
1.1.4. İşlenmiş ürünlerin Ambalajlanması.....	7
1.1.5. Yenilebilir Filmler ve Genel Özellikleri.....	8
1.1.6. Yenilebilir Film Türleri	10
1.1.7. Yenilebilir Filmlerin Gıdalara Uygulanma Şekilleri	15
1.1.8. Yenilebilir Filmlerin Avantajları	16
1.1.9. Yenilebilir Film Yapımında Kullanılan Malzemeler ve Bu Malzemelerin Özellikleri	17
1.1.10. Su Ürünlerinde Muhafaza Teknikleri	19
1.1.11. Soğuk Muhafaza	19
1.1.12. Donmuş Muhafaza.....	20
1.1.13. Dondurulmuş ürünlerin çözündürülmesi	20
1.2. Literatür Özeti.....	20
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	37
2.1. Materyal.....	37
2.1.1. Kara Midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	37
2.1.2. Gökkuşakğı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	38
2.1.3. İstavrit Balığı (<i>Trachurus trachurus</i>)	39
2.1.4. Bitkisel Ekstraktların Hazırlanması.....	39

2.2.	Yöntem	42
2.2.1.	Çalışmada Kullanılan Bitkilerin Hazırlanması ve Kurutulması	42
2.2.2.	Yenilebilir Film Çözeltilisinin Hazırlanması.....	43
2.2.3.	Bitkisel ekstraktların antioksidan kapasitesinin belirlenmesi.....	45
2.2.4.	Ürünlerin Hazırlanması	46
2.2.5.	Film Kalınlıklarının Ölçülmesi.....	47
2.2.6.	Mekanik Özelliklerinin Ölçülmesi	47
2.2.7.	Su Buharı Geçirgenliğinin Ölçülmesi.....	47
2.2.8.	Besinsel Analizler	48
2.2.9.	Kimyasal Analizler	49
2.2.10.	Fiziksel Analizler.....	50
2.2.11.	Mikrobiyolojik Analizler	52
2.2.12.	Duyusal Analizler	53
2.2.13.	Tekstür Analizi	53
2.2.14.	Ekonomik Analiz	53
2.2.15.	İstatistiksel Analizler	53
3.	BULGULAR	55
3.1.	Bitkisel Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi Sonuçları	55
3.2.	Yenilebilir Filmlerin Özellikleri	55
3.2.1.	Yenilebilir Filmlerin Ekonomik Özellikleri	55
3.2.2.	Yenilebilir Filmlerin Mekanik Özellikleri ve Değerleri.....	56
3.3.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Kalite Kriterlerinde Meydana Gelen Değişiklikler.....	59
3.3.1.	Nem miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	59
3.3.2.	Ham Kül Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	60
3.3.3.	Ham Yağ Miktarında (%)Meydana Gelen Değişimler	61
3.3.4.	TVB-N (mg/100 g) Miktarında Meydana Gelen Değişimler	62
3.3.5.	TBA (mg MA/kg) Miktarında Meydana Gelen Değişimler	63
3.3.6.	Su Aktivitesi (a_w) Değerinde Meydana Gelen Değişimler	65
3.3.7.	pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler	66
3.3.8.	Renk Analizi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	67
3.3.9.	Mikrobiyolojik Analiz Değerleri	73

3.4.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Kalite Kriterlerinde Meydana Gelen Değişiklikler	75
3.4.1.	Nem miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	75
3.4.2.	Ham Kül Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	76
3.4.3.	Ham Yağ Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	77
3.4.4.	TVB-N (mg/100 g) Miktarında Meydana Gelen Değişimler	78
3.4.5.	TBA (mg MA/kg) Miktarında Meydana Gelen Değişimler	79
3.4.6.	Su Aktivitesi (a_w) Değerinde Meydana Gelen Değişimler	80
3.4.7.	pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler	81
3.4.8.	Renk Analizi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	82
3.4.9.	Mikrobiyolojik Analiz Değerleri	87
3.4.10.	Duyusal Özelliklerde Meydana Gelen Değişimler	89
3.5.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Donmuş Muhafazasında Kalite Kriterlerinde Meydana Gelen Değişiklikler	95
3.5.1.	Nem miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	95
3.5.2.	Ham Kül Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	97
3.5.3.	Ham Yağ Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler	97
3.5.4.	TVB-N Miktarında Meydana Gelen Değişimler	100
3.5.5.	TBA (mg MA/kg) Miktarında Meydana Gelen Değişimler	100
3.5.6.	Su Aktivitesi Değerinde Meydana Gelen Değişimler	103
3.5.7.	pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler	103
3.5.8.	Renk Analizi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	106
3.5.9.	Mikrobiyolojik Analiz Değerleri	115
3.5.10.	Tekstür Değerinde Meydana Gelen Değişimler	118
4.	TARTIŞMA VE SONUÇ	127
4.1.	Yenilebilir Filmlerin Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	127
4.2.	Besinsel Değerlendirme	130
4.2.1.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Besinsel Değerlendirilmesi	130
4.2.2.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Besinsel Değerlendirmesi	131
4.2.3.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Besinsel Değerlendirmesi	134
4.3.	Kimyasal Değerlendirme	136
4.3.1.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Kimyasal Değerlendirmesi	136

4.3.2.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Kimyasal Değerlendirmesi.....	138
4.3.3.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Kimyasal Değerlendirmesi	143
4.4.	Renk Değerlendirme.....	147
4.4.1.	Yenilebilir Filmlerle Kaplı Midyelerin Renk Değerlendirmesi.....	147
4.4.2.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Renk Değerlendirmesi.....	148
4.4.3.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Renk Değerlendirmesi .	149
4.5.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Duyusal Değerlendirmesi.....	150
4.6.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Tekstür Değerlendirmesi	152
4.7.	Mikrobiyolojik Değerlendirme.....	154
4.7.1.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Mikrobiyolojik Değerlendirmesi.....	154
4.7.2.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Mikrobiyolojik Değerlendirmesi.....	155
4.7.3.	Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Mikrobiyolojik Değerlendirmesi.....	157
4.8.	Genel Değerlendirme.....	158
5.	ÖNERİLER.....	160
	KAYNAKLAR	162

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Hurma (Orijinal).....	4
Şekil 2. Karayemiş.....	6
Şekil 3. Mavi Yemiş bitkisi ve meyvesinin genel görünümü.....	7
Şekil 4. Kara midyenin hasat edildiği bölge (Çayeli/Rize/Türkiye)	37
Şekil 5. Çalışmada kullanılan kara midye (Orijinal)	38
Şekil 6. Araştırmada kullanılan gökkuşuğu alabalıkları (Orijinal).....	38
Şekil 7. Araştırmada kullanılan istavrit balıkları (Orijinal).....	39
Şekil 8. Çalışmada kullanılan hurma ve taç yaprakları (Orijinal)	40
Şekil 9. Çalışmada kullanılan karayemiş yaprağı (Orijinal).....	41
Şekil 10. Çalışmada kullanılan mavi yemiş yaprakları (Orijinal)	41
Şekil 11. Hurma yapraklarının kurutulması	42
Şekil 12. Karayemiş yapraklarının kurutulması	43
Şekil 13. Ön çalışmada elde edilen yenilebilir filmler (Orijinal)	44
Şekil 14. Bitkisel ekstraktların süzülmesi.....	45
Şekil 15. Ürün gruplarından elde edilen ekstraktların akış şeması.....	45
Şekil 16. Midyelerin ve İstavrit balıklarının yenilebilir film ile kaplanması	47
Şekil 17. % Ham yağ analizi	49
Şekil 18. CIE renk tablosu.....	51
Şekil 19. Bitkisel ekstraktların antioksidan aktivitesi değerleri	55

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hurmanın bilimsel sınıflandırması	5
Tablo 2. Karayemişin bilimsel sınıflandırması	5
Tablo 3. Mavi Yemişin bilimsel sınıflandırması.....	7
Tablo 4. Çalışmada kullanılan ürünlerin muhafaza süreleri ve sıcaklıkları.....	46
Tablo 5. Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kullanılan ürünlerin maliyeti	56
Tablo 6. Yenilebilir filmlerin mekanik özellikleri	57
Tablo 7. Yenilebilir filmlerin karakteristik özellikleri.....	58
Tablo 8. Yenilebilir filmlerin renk değerleri.....	59
Tablo 9. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin % nem değerleri.....	60
Tablo 10. Yenilebilir filmlerle kaplanmış taze midyelerin % ham kül değerleri.....	61
Tablo 11. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin % ham yağ değerleri	62
Tablo 12. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin TVB-N (mg/100 g) değerleri .	63
Tablo 13. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin TBA (mg MA/kg) değerleri	64
Tablo 14. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin a_w değerleri.....	65
Tablo 15. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin pH değerleri.....	66
Tablo 16. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "L" renk değerleri.....	67
Tablo 17. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "a" renk değerleri	68
Tablo 18. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "b" renk değerleri	69
Tablo 19. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "Y" renk değerleri	70
Tablo 20. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "x" renk değerleri	71
Tablo 21. Yenilebilir film ile kaplanmış midyelerin "y" renk değerleri	72
Tablo 22. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin TAMB (log kob/g) sayısı değişimi	73
Tablo 23. Yenilebilir film ile kaplanmış midyelerin TAPB (log kob/g) sayısı değişimi	74
Tablo 24. Yenilebilir film ile kaplanmış alabalıkların % nem değerleri.....	75
Tablo 25. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların % ham kül değerleri.....	76
Tablo 26. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların % ham yağ değerleri	77
Tablo 27. Yenilebilir filmlerle kaplanmış alabalıkların TVB-N (mg/100 g) değerleri..	78
Tablo 28. Yenilebilir filmlerle kaplı alabalıkların TBA (mg MA/kg) değerleri.....	79

Tablo 29. Yenilebilir filmlerle kaplı alabalıkların a_w değerleri	80
Tablo 30. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların pH değerleri	81
Tablo 31. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "L" renk değerleri	82
Tablo 32. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "a" renk değerleri.....	83
Tablo 33. Yenilebilir film ile kaplanmış alabalıkların "b" renk değerleri	84
Tablo 34. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "Y" renk değerleri.....	85
Tablo 35. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "x" renk değerleri.....	86
Tablo 36. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "y" renk değerleri.....	87
Tablo 37. Yenilebilir film le kaplanmış alabalıkların TAMB (kob log/g) sayısı değişimi	88
Tablo 38. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların TAPB (log kob/g) sayısı değişimi	89
Tablo 39. Duyusal değerlendirmeye katılanların istatistiksel değerleri.....	90
Tablo 40. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların görünüş değerleri	91
Tablo 41. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların koku değerleri	92
Tablo 42. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların renk (duyusal) değerleri.....	93
Tablo 43. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların genel beğeni değerleri.....	94
Tablo 44. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların satın alma isteği (%) değerleri....	95
Tablo 45. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % nem değerleri	96
Tablo 46. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % ham kül değerleri	98
Tablo 47. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % ham yağ değerleri	99
Tablo 48. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının TVB-N (mg/100 g) değerleri	101
Tablo 49. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının TBA (mg MA/kg) değerleri	102
Tablo 50. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının a_w değerleri.....	104
Tablo 51. Yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıklarının pH değerleri	105
Tablo 52. Yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıklarının "L" renk değerleri	107
Tablo 53. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının "a" renk değerleri	108
Tablo 54. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının "b" renk değerleri	110
Tablo 55. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının "Y" renk değerleri	111
Tablo 56. Yenilebilir filmle kaplı istavrit balıklarının "x" renk değerleri	113

Tablo 57. Yenilebilir filmle kaplı istavrit balıklarının "y" renk değerleri	114
Tablo 58. Yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıklarının TAMB (log kob/g) sayısı değişimi.....	115
Tablo 59. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının TAPB (log kob/g) sayısı değişimi.....	116
Tablo 60. Yenilebilir film ile kaplı istavrit balıklarının Maya ve Küf sayısındaki değişimler.....	117
Tablo 61. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların sertlik (g) değerleri	120
Tablo 62. Yenilebilir filmle kaplı istavrit balıklarının yapışkanlık (g.sn) değerleri	121
Tablo 63. Yenilebilir filmlerle kaplı istavrit balıklarının % esneklik değerleri	122
Tablo 64. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % iç yapışkanlık değerleri	123
Tablo 65. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının sakızimsılık değerleri	124
Tablo 66. Yenilebilir filmlerle kaplı istavrit balıklarının çiğnenebilirlik değerleri	125
Tablo 67. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının elastiklik değerleri.....	126

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

-	: Eksi
%	: Yüzde
<	: Küçüktür
=	: Eşittir
>	: Büyüktür
±	: Artı-eksi
°C	: Santigrat derece
μ	: Mikro
μl	: Mikrolitre
a	: Kırmızılık renk değeri
a _w	: Su aktivitesi
b	: Sarılık renk değeri
C	: C vitamini içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
CaAlg	: Kalsiyum aljinat
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetreküp
Co	: Kobalt
CO ₂	: Karbondioksit
Cr	: Krom
Cu ₂ SO ₄	: Bakır sülfat
ÇM	: Çekme mukavemeti
dak.	: Dakika
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikali
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
ε	: Epsilon
FTS	: Fizyolojik tuzlu su
g	: Gram
GA	: Gallik asit
GAE	: Gallik asite eşdeğer

GRAS	: Güvenilir/zararsız
H ₂ S	: Hidrojen sülfür
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
H ₃ BO ₃	: Borik asit
HA	: %2,5 konsantrasyonda hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
HB	: %5 konsantrasyonda hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
HCl	: Hidroklorik asit
K	: Kontrol grubu ürünler
K ₂ SO ₄	: Potasyum sülfat
KA	: %2,5 konsantrasyonda karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
KB	: %5 konsantrasyonda karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
kg	: Kilogram
kob	: Koloni oluşturan birim
KU	: Kopma uzaması
L	: Aydınlık renk değeri
log	: Logaritma
M	: Molar
m	: Metre
m ²	: metrekare
MA	: %2,5 konsantrasyonda mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
MA	: Melon aldehit
MB	: %5 konsantrasyonda mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler
mg	: Miligram
MgO	: Magnezyum oksit
ml	: Mililitre

mm	: Milimetre
MPa	: Mega paskal
MS	: Metil selüloz
N	: Normal
N ₂	: Azot
nm	: Nanometre
O ₂	: Oksijen
Pa	: Paskal
Pb	: Kurşun
PCA	: Plate count agar
PDA	: Potato dextrose agar
pH	: Hidrojen gücü
p-OH	: Hidroksil iyonu potansiyeli
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
QUE	: Kuersetine eşdeğer
RH	: Bağıl nem
ROT	: Reaktif oksijen türleri
RTEÜ	: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
s	: Saniye
SBG	: Su buharı geçirgenliği
SBG	: Su buharı geçirgenliği
SÇ	: Suda çözünürlük
SDS-PAGE	: Sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektroforez
ŞD	: Şişme derecesi
TAMB	: Toplam aerobik mezofilik bakteri
TAPB	: Toplam aerobik psikrofilik bakteri
TBA	: Tiyobarbiturik asit
TBARS	: Tiyobarbiturik asit reaktif maddeleri
TMA	: Trimetilamin
TMA-N	: Trimetilamin azot
TPA	: Tekstür profil analizleri

TVB-N	:	Toplam uçucu bazik azot
VRB	:	Violet red bile agar
x	:	Kırmızılık renk değeri
Y	:	Aydınlık renk değeri
y	:	Yeşillik renk değeri



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Çalışan kadınların ve çalışan bekar insanların sayısındaki artıştan dolayı hazır gıda teknolojisinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde birçok insan yüksek besleyici değere sahip ve kendi kendine kolay bir şekilde hazırlanabilen gıdalara ulaşma ihtiyacı duymaktadır. Bu olgudan dolayı günümüzde et ve deniz ürünleri tüketiciler tarafından kullanılmak için farklı yöntemler kullanılarak işlenir ve sonrasında paketlenir. Bunun sonucunda değerli besinleri içeren balık tüketimi de artmaktadır (Metin vd., 2000; Metin, 2001; Kılınççeker vd., 2009).

1.1.1. Su Ürünleri

Türkiye'nin sahip olduğu iklim koşulları ve denizlerinde ve iç sularında doğal olarak birçok su ürünleri türlerine ev sahipliği yapmasına imkan vermesinin yanında çeşitli su ürünlerinin yetiştirilmesine ve geliştirilmesine de imkan sağlamaktadır. Türkiye'nin bu kaynaklara sahip olmasının yanında yeterli düzeyde yararlandığı söylenemez. Su ürünlerinin soğuk muhafazası, taşınması ve depolanması yeterli seviyede olmadığı için üretilen ürünlerin büyük bir kısmı ancak üretimin yapıldığı bölgelerde tüketilebilmektedir (Dönmez ve Tatar, 2001)

Balık eti diğer et ürünlerinden daha kolay bir şekilde bozulabilir. İşlenmesinin ve sunulmasının zorluğundan dolayı sadece balıkçılık alanlarında geleneksel tüketim söz konusudur. Bu yüzden artan maliyetler balık etinin tüketiciye sunulabilmesi için işlenmesini önemli hale getirmiştir. Çünkü su ürünleri avlandıktan sonra derhal tüketilmeli ya da besin değerini kaybetmeden tüketiciye ulaştırılabilmesi için özel koşullar altında depolanabilir hale getirilmelidir (İzgi ve Çiftçioğlu, 1997; Kılınççeker vd., 2009).

Balık eti beslenme içerisinde daima önemini korumuş ve her zaman genel diyet önerileri içinde yerini almıştır. Bunun sebebi yüksek değerli protein içeriğinin fazla olması, yağ içeriğinin az olması ve çoklu doymamış yağ asitlerinin ana kaynağı

olmasından ileri gelir (Dursun ve Erkan, 2009). Balık yağındaki doymamış yağ asidi oranı yaklaşık %80'dir ve balık etini oksitleyen ve bozan çevresel oksijen tarafından etkilenir. Sonucunda lezzet acılaşır ve devamında renkte değişiklikler meydana gelir. Yüksek su tutma kapasitesi nötral pH değeri ve enzimler dokuları kapsama alanına alır ve daha düşük bağlayıcı doku içerikleri bozulma süreci üzerinde hızlandırıcı etkilere sahip olur. Depolama ve işleme basamaklarında mikroorganizmalar protein yapısını değiştirerek ette istenmeyen kokulara sebep olmaktadır. Bütün bunlar tüketicinin algısını ve memnuniyetini değiştirdiği bildirilmiştir (Özden ve Gökoglu, 1997; Serdaroglu ve Felekoğlu, 2001; Kılınççeker vd., 2009).

Dünyada yetiştiricilik yoluyla üretimi yapılan su ürünlerinin başında alabalık, sazan gibi tatlı su balıkları ile çipura, levrek, kalkan gibi deniz balıkları gelmektedir. Ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı üretimi gelişmiş ve istenilen sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Gökkuşağı alabalığının üretiminin fazlaca yapıldığı dönemlerde tüketiciye kalite kaybı olmadan ulaştırılması önemli bir konu olduğu rapor edilmiştir (Dönmez ve Tatar, 2001).

Ülkemizde avcılık ile en fazla üretimi yapılan deniz balığı hamsiden sonra istavrittir. Dünyadaki istavrit üretiminin %5'i Türkiye tarafından yapılmaktadır (Yücel ve Erkoyuncu, 2000). Yılın belirli dönemlerinde avcılığı bol olarak yapılan istavrit balığı özellikle Karadeniz bölgesinde tuzlanarak muhafaza edilmekte ve sevilerek tüketilmektedir (Erdem vd., 2005).

Çift kabuklu (*Bivalvia*) su ürünleri sucul ekosistemlerin kıyı bölgelerinde yaşayan ve suyu filtre ederek beslenen canlılar olduğu bilinmektedir. Sahip oldukları besin değeri ile önemli ekonomik değere sahiptir. Bir çift kabuklu türü olan Kara midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) Türkiye'nin Akdeniz kıyıları hariç Ege, Marmara ve Karadeniz ile Çanakkale ve İstanbul boğazlarında doğal olarak bol miktarda bulunmaktadır. Ülkemizde 7-8 cm boya geldiği zaman avlandığı bildirilmiştir (Kayhan vd., 2016).

Ülkemizde avcılığı yapılan Kara midye ve istavrit balığı ile yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığının değişik işleme ve muhafaza yöntemlerinin kullanılması, tüketici tarafından ilgisinin çekilmesi ve tüketimin artmasını sağlayacaktır.

1.1.2. Antioksidanlar

Oksijen dünya üzerindeki organizmaların çoğu için hayati öneme sahip olduğu bilinmektedir. Buna rağmen canlı organizmalar için zehirleyici olabilir ve mutasyona yol açabilmektedir. Hücreler tarafından oksijenin tüketilmesi reaktif oksijen türlerinin (ROT) silsileler halinde oluşumuna yol açmaktadır. Vücutta ROT'ların aşırı üretimi antioksidan sistem ve ROT oluşumu arasındaki dengesizlik olan oksidatif strese yol açmaktadır. Oksidatif stresin kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet, alzheimer ve bazı bağışıklık sorunları ve yaşlanma gibi kronik ve akut hastalıklara sebep olduğu belirtilmiştir (Aydın vd., 2001; Willcox vd., 2004; Sun vd., 2011; Celep vd., 2012;).

Antioksidan düşük konsantrasyonda bile var olduğunda oksitlenebilir maddelere nazaran oksidasyonu önemli derecede geciktiren ya da önleyen bir madde olduğu rapor edilmiştir (Halliwell, 1990; Celep vd., 2012). Epidemiyolojik bilgiler antioksidanca zengin beslenmenin faydalı olduğunu gösterir ve antioksidanlar oksidatif stresin neden olacağı hastalıkların önlenmesinde büyük bir rol oynayabildiği bildirilmiştir (Willcox vd., 2004; Celep vd., 2012). Bu sebeple özellikle doğal antioksidanlar üzerine yapılan araştırmalarda artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Celep vd., 2012).

1.1.3. Rize'nin Bitkisel Dağılımı

Rize başta yükselti olmak üzere, kısa mesafelerde değişen yer şekillerinden dolayı çok çeşitli habitat tiplerine sahiptir. Birçok canlıya ev sahipliği yapan ve bitkisel kaynaklar bakımından Türkiye'nin en önemli ve zengin alanlarından birisi olan Rize'de 171'i endemik tür olan 1450 adet damarlı bitki yayılım göstermekte ve bu bitkilerden 22'si sadece Rize'ye özgü olduğu rapor edilmiştir (Karaköse A. G. M. vd., 2013). Rize'nin bulunduğu Doğu Karadeniz bölgesi kışların ılık geçtiği ve kurak bir iklimin olmadığı, turuncgiller gibi Akdeniz iklimine özgü bitkilerinde yetiştirilebildiği bir bölgedir. Bu özelliklere sahip Rize ve çevresinde yoğun olarak yetişebilen hurma, karayemiş ve mavi yemiş özellikle Doğu Karadeniz iklimine uyum sağlamış bitki türleridir.

1.1.3.1. Hurma (*Diospyros kaki*) ve Özellikleri

Genellikle subtropik alanlarda yetiştiriciliği yapılan hurmasının anavatanı Çin olduğu bildirilmiştir (Tuzcu ve Yıldırım, 2000; Koyuncu vd., 2005). Ülkemizde çok eskiden beri yetiştiriciliği yapılmakta olan hurma en çok Akdeniz bölgesinde yetiştirilmektedir (Onur, 1990; Tuzcu ve Yıldırım, 2000; Koyuncu vd., 2005) ve ülkemizde cennet hurması, cennet elması, Trabzon hurması ve Rize hurması gibi farklı isimlerle bilinmektedir. Tarihi İpek Yolu ile Anadolu'ya gelen ve Türkiye'de Kuzey Anadolu, Hatay ve Antalya civarlarında üretimi yapılmaktadır (OTB, 2021).



Şekil 1. Hurma (Orijinal)

Hurmanın Türkiye'de 2019 yılı üretim miktarı 51.317 ton iken bu miktar 2020 yılında 60.661 tona çıkmıştır (TÜİK, 2019). Diğer üretici ülkeler ile karşılaştırıldığında Türkiye 10. sırada yer almaktadır (Koyuncu vd., 2005). Buna rağmen üreticiliği istenilen düzeye ulaşamamıştır (Özkan ve Can, 2013). Meyveleri karbonhidrat, A ve E vitaminleri (Tuzcu ve Yıldırım, 2000; Kuzucu, 2003; Koyuncu vd., 2005), askorbik asit ve fenolik bileşikler yönünden zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle antioksidan kapasitesi yüksektir (Özkan ve Can, 2013). Türkiye'nin birçok yerinde yetiştiriciliğinin yapılabileceği ve 74 farklı kültür varyasyonunun olduğu bildirilmektedir (Tuzcu ve Şeker, 1996; Bayazıt vd., 2012; Özkan ve Can, 2013). Çoğu üretici pazar talebine göre üretim gerçekleştirmektedir (Özkan ve Can, 2013). İç tüketimin istenilen oranda olmaması pazarlama sorunlarına yol açmaktadır (OTB, 2021).

Tablo 1. Hurmanın bilimsel sınıflandırması

Alem	:	Plantea
Bölüm	:	Magnoliophyta
Sınıf	:	Magnoliopsida
Takım	:	Ericales
Aile	:	Ebenaceae
Cins	:	Diospyros
Tür	:	<i>Diospyros kaki</i>

1.1.3.2. Karayemiş (*Prunus laurocerasus*) ve Özellikleri

Karayemiş ya da diğer bilinen adıyla taflan gülgiller ailesi, prunoideae alt-ailesi ve *Prunus* cinsine ait bir bitkidir. Tüm mevsim yeşil kalan ağaçların boyu 2 ile 6 metre arasında değişmektedir. Meyveler oval-yuvarlak, bazen konik, eliptik ya da yuvarlak, siyah ve tek çekirdeğin etrafında 8-10 mm çapta salkım halinde büyürler. Meyvenin rengi olgunlaştığı zaman koyu mor ya da kırmızımsı-siyah bir renk almaktadır. Taze meyveler tatlı, ekşimsi ya da acı olduğu bildirilmiştir (Ayaz, 2001; İslam, 2002; Yazıcı vd., 2011; Öztürk vd., 2017).

Tablo 2. Karayemişin bilimsel sınıflandırması

Alem	:	Plantae
Bölüm	:	Magnoliophyta
Sınıf	:	Magnoliopsida
Takım	:	Rosales
Aile	:	Rosaceae
Alt Aile	:	Prunoideae
Cins	:	<i>Prunus</i>
Tür	:	<i>Prunus laurocerasus</i>

Karayemiş meyvelerini hazmetmek kolaydır ve doyurucudur. Bu sebeple insan beslenmesinde besinsel kaynak olarak kullanılmaktadır. Genellikle taze meyve olarak tüketilmektedir. Bunun yanında meyveleri kurutulmuş olarak, turşu, pekmez, reçel, marmelat yapılarak, kek ve meyve sularında aroma ve akışkanlık verici olarak

kullanıldığı rapor edilmiştir (İslam, 2002; Liyana-Pathirana vd., 2006; Öztürk vd., 2017). Karayemiş ayrıca kemiklerin yapısını güçlendirmek, böbrek taşı düşürmek, kanın asit-baz dengesini korumak için, sindirim hastalıklarının tedavisinde, bronşit, mide ülseri, hemoroit ve egzamada, idrar söktürücü, öksürük giderici ve arındırıcı (detoks) olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Karahalil ve Şahin, 2011; Yıldız vd., 2014; Öztürk vd., 2017).



Şekil 2. Karayemiş

Bir insanın günlük antioksidan potansiyelini arttırmak için antioksidan alımını artırması vücudun oksitlenmeye ait stres seviyesini azaltması gerektiği bildirilmiştir (Celep vd., 2012; Öztürk vd., 2017). Farklı birkaç meyve türü gibi karayemiş yüksek antioksidan aktivitesine sahip bazı vitaminleri (A, C ve D) ve fenolik bileşikleri (fenolik asit, flavonoid, flavonoidler, antosiyanin, tanenler, lignin) içerdiği bildirilmiştir (Kolaylı vd., 2003; Liyana-Pathirana vd., 2006; Öztürk vd., 2017)

1.1.3.3. Mavi Yemiş (*Vaccinium arctostaphylos*) ve Özellikleri

Mavi Yemiş kuzey yarımkürenin yerli bir ağaç türüdür. *Vaccinium* cinsi, Ericaceae ailesine aittir. Yaban mersininin bir türü olan Kafkasya dağ mersini (*V. arctostaphylos*) Türkiye’de “likapa” olarak bilinir ve Doğu Asya (Türkiye ve İran) ve Kafkasya’nın (Azerbaycan, Gürcistan, Rusya, Ermenistan) ve Kuzeydoğu Avrupa’nın (Bulgaristan, Polonya) yerli türü olduğu rapor edilmiştir (Jacquemart, 1996; Kantar vd., 2018).

Tablo 3. Mavi Yemişin bilimsel sınıflandırması

Alem	: Plantae
Bölüm	: Magnoliophyta
Sınıf	: Magnoliopsida
Takım	: Ericales
Aile	: Ericaceae
Cins	: Vaccinium
Tür	: <i>Vaccinium arctostaphylos</i>

Doğal olarak Karadeniz bölgesinin kuzeyine özellikle de kuzeydoğusuna doğal bir şekilde uyum sağlamıştır. Kafkasya yaban mersini meyveleri yüksek antioksidan kapasitesine, antosiyanin ve fenolik asit, kateşin ve flavonol gibi diğler fenolik bileşenlere sahip olduğu bildirilmiştir (Prior vd., 1998; Kantar vd., 2018). Ayrıca çok iyi bir C vitamini E vitamini ve karotenoid kaynağı olduğu rapor edilmiştir (Giovanelli ve Buratti, 2009; Kantar vd., 2018). Bileşenlerinin sağlığa birçok yararının olduğu ve bu meyveden yüksek değlerli ürünler geliştirilebileceğı bildirilmiştir (Kantar vd., 2018).



Şekil 3. Mavi Yemiş bitkisi ve meyvesinin genel görünümü

1.1.4. İşlenmiş ürünlerin Ambalajlanması

Ambalajlama teknolojisi dünyada ürün politikasının bir parçasıdır. Tüketicinin dikkatini çekme açısından kurumlar için önemlidir. Ambalaj yırtılıp atılan bir atık olarak

değil, dayanıklılığı, şekli, boyutları, ağırlığı, hammaddesi, rengi ve üzerinde bulunan yazı ve grafikleri ile tüketiciyi etkileyen ve bilgilendiren bir şekilde tasarlanmalıdır. Ambalaj bir ürünü dış etkilere koruyan, ürünleri bir arada tutan, dağıtım ve pazarlama işlerini kolaylaştıran ve gerekirse tüketiciye içindeki ürün hakkında bilgi veren sargı ve kaplama şeklinde koruyucu olduğu bildirilmiştir (Örücü ve Tavşancı, 2001).

İşlem görmüş tüketilmeye hazır gıdalara olan talepteki artış ile gıda kalite ve güvenliği açısından yeni sorunlar meydana çıkmıştır. Bu sorunlara çözüm için yeni işlemler ve yeni ambalaj yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. İçeriğinde antimikrobiyal maddeler bulunan ambalaj sistemleri gıdalardaki mikroorganizma gelişimini engeller veya geciktirir. Dolayısıyla ürünün raf ömrü ve kalitesi arttırılmış olur (Ayana ve Turhan, 2010).

1.1.5. Yenilebilir Filmler ve Genel Özellikleri

Balık ve balık ürünleri çok besleyici özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Fakat bu özelliklerinin yanında diğer et ürünleri ile karşılaştırıldığında raf ömürlerinin kısa olduğu rapor edilmiştir. Raf ömrünü arttırmak ve ürünlerin kalitesini korumak için gün geçtikçe yeni muhafaza yöntemleri ve uygulamaları geliştirilmektedir. Bu yöntemlerden biri olarak yenilebilir filmlerin gıdalarda kullanılabildiği bildirilmiştir (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmler gıdaları korumak, raf ömürlerini arttırmak amacıyla gıdaların yüzeyine uygulanmaktadır. Uygulama sonucunda oluşan ince tabaka gıdayla birlikte tüketilebilir ve doğal kaynaklardan elde edilebilir olduğu bildirilmiştir (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmler kullanılması düşünülen amaca göre hazırlanırsa fonksiyonel bir ambalajın sahip olabileceği tüm işlevleri yerine getirebilir. Bu ambalajlar tarımsal kökenlidir ve cam, teneke, polimer gibi ticari amaçlar için kullanılan ambalaj malzemelerinin yerine kullanılabilmesi için geliştirilmiştir. Yenilebilir filmlerin en önemli getirilerinden biri su buharı geçirgenliğine direnç göstermeleridir. Böylece gıdada oluşabilecek ağırlık kayıpları azaltılabilmekte, yağ oksidasyonu engellenerek üründe meydana gelebilecek acılaşımların önüne geçilmekte ve ürünün uzun bir süre tazeliğinin

korunabilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca bu şekilde ürünün aroma ve renk kalitesini değiştirebilecek kimyasal tepkimeler durdurulabilmekte, vitamin gibi üründe var olması istenilen maddeler ürün içinde tutulabilmektedir. Bunların yanında daha da önemli bir özelliği ise kanserojen özellik taşıyan plastik kaplama malzemelerine karşı seçenек olabilmektedir (Akbaba, 2006; Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmler yeni bir uygulama gibi görünse de aslında uzun yıllardır kullanılmaktadır. Vakslar ekşi meyvelerin dehidrasyonunu geciktirmek için Çin’de 12. ve 13. yy’dan beri kullanılmaktadır. Asya kıtasında gıdaların görünüşünü değiştirmek için 15. yy’dan beri kullanılmaktadır. 16. yy’dan beri büzülmeyi önlemek için etlerin yağlarla kaplanması, 19. yy’dan beri ceviz, badem ve fındıkta meydana gelebilecek oksitlenmeyi önlemek için kullanılmaktadır. Günümüze kadar ki uygulamaların en önemlisi 1930’dan beri uygulanan yağ ve vakslardan yapılan bir emülsiyonun kullanımıdır. Bu şekilde meyvelerin renk ve parlaklık gibi fiziksel özellikleri korunmakta, yumuşaklığın ve solgunluğun başlaması geciktirilmekte, fungusitlerin taşınması önlenmekte, olgunlaşmaları daha iyi kontrol edilmekte ve su kaybı azaltılabilmektedir (Debeaufort vd., 1998; Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmler nem, oksijen, karbondioksit (CO₂), aroma ve yağlara karşı koruma sağlayan bileşikler içerebilirler. Antimikrobiyal, antioksidan ve aroma bileşenlerinin eklenmesiyle gıdanın mekanik ve biyolojik özellikleri artırılabilir. Yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerini arttırmak için yapılarına gliserin, etilen glikol, sorbitol, mannitol ve polietilen glikol gibi çeşitli plastikleştiriciler ilave edilmektedir. Bu maddeler genellikle düşük moleköl ağırlığına sahip küçük moleküllerdir ve polimerlere uygun kaynama sıcaklıklarına sahiptirler. Plastikleştiriciler sayesinde film kırılabilirliği azaltılmakta ve filmin esnekliği artırılabilir (Dursun ve Erkan, 2009; Garcia ve Paulo, 2005).

Kalitesi yüksek olan bir yenilebilir filmde; kullanılan hammadde güvenilir kabul edilmiş (GRAS) olmalı, yavaş fakat kontrollü ürün solunumuna izin vermeli, yapısal bütünlük sağlamalı, mekanik işlemeyi geliştirmeli, gıda katkı maddelerini birleştirici etki yapmalı, uzun süreli depolamalarda mikrobiyal bozulmayı engellemeli veya geciktirmelidir (Appendini ve Hotchkiss, 2002; Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmlerin önemli özelliklerinden biri gaz veya en çok geçişi engellenmek istenen su buharına karşı bariyer oluşturmalarıdır. Gıdalardaki nemin geçişini engellemek tazeliği, mikrobiyolojik gelişimi kontrol altında tutmak, ağız dolgunluğunu ve görünüm sağlama açısından önemlidir. Yenilebilir filmler su aktivitesini (a_w) kontrol altına alabilmektedir (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997; Dursun ve Erkan, 2009).

1.1.6. Yenilebilir Film Türleri

Yenilebilir filmler yapılış ve uygulanış şekillerine göre farklılık gösterirler. Sıvı bir film yapıcı solüsyona veya erimiş bileşiklerin eklenmesiyle uygulanacak ürünün özelliğine göre doğrudan, sürülerek veya püskürtülerek, ürünü filme batırarak veya damlatma yöntemleriyle de uygulanabilir (Cuq vd., 1995; Dursun ve Erkan, 2009).

1.1.6.1. Polisakkarit Kaplamalar

Polisakkarit kaplamaların içerisinde bulunan başlıca polimerleri; nişasta (patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri), selüloz (pamuk, odun ve diğer türevleri), gumlar (guar, lokust, bean, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri) ve kitin/kitosan oluşturmaktadır (Sarıküş, 2006; Dursun ve Erkan, 2009). Polisakkarit kaynağı olarak kullanılabilen bazı maddeler;

1. **Aljinatlar;** deniz yosunlarından alkali ile muamele edilerek izole edilir. Çok amaçlı olarak kullanılabilir.
2. **Kitosan;** yengeç, karides, ıstakoz gibi eklembacaklıların kabuklarında bulunur. Kitinin deasetilasyonu ile elde edilen bir polimerdir. Toksik etkisi yoktur.
3. **Pektinler;** bitkisel kökenli polisakkaritlerdir. Çözünürlük ve jelleşme özelliğini etkiler.
4. **Agar;** kırmızı alglerden elde edilir. Besiyerlerinde sıkılığı önlemek için kullanılır. Et ürünlerinde kullanımı etkin kılabilen özellikleri vardır.

Filmlerin hazırlanmasında kullanılan en önemli çiğ malzemeler nişasta ile selüloz ve derivatlarıdır (eter ve esterleri gibi). Metil selüloz (MS), selülozun metilklorid ile

reaksiyonundan sonra alkali ile muamelesiyle oluşan bir selüloz eteridir. Termal jelleşme gösteren MS çok iyi bir film oluşturuucu özelliğe sahiptir ve yenilebilir filmlerin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Peressini vd., 2003; Turhan ve Şahbaz, 2004; Dursun ve Erkan, 2009). Selüloz sahip olduğu büyük polimerik yapısından dolayı ürünlerdeki suyun büyük bir kısmını içine alma yeteneğine sahiptir ve bu nedenden dolayı selüloz içerikli kaplamaların acılaşıma üzerine de olumlu etkileri vardır (Akbaba, 2006; Dursun ve Erkan, 2009). Yenilebilir filmleri suda çözünen, yağa dirençli, sağlam ve esnek yapmak için selüloz esterleri kullanılmaktadır. Metil selüloz veya hidroksimetil selüloz ile etlerin kaplanması; pişirme sırasındaki kaybı minimize etmekte, yağ alımını düşürmekte ve tavuk ve su ürünlerine glaze olarak uygulandığında nem kaybını azaltmaktadır (Gennadios, 2002; Dursun ve Erkan, 2009).

Selüloz yüksek nemli jelatin kaplamaların oluşumunda kullanıldığı zaman kısa süreli depolama sırasında et ürünleri gibi bazı gıdalardan su kaybı gecikmektedir. Yüksek yağlı gıdalar için selüloz bazlı filmler oksijen ve su bariyeri olarak kullanılmaktadır. Bu tür filmler oksidasyonu azaltarak ve suyun yeniden absorbe edilmesini engelleyerek derin yağda kızartılan gıdaların gevreklik kaybını azaltır ve yüksek yağlı gıdaların raf ömrünü uzatmaktadır (Aydınlı ve Tutaş, 2000; Dursun ve Erkan, 2009). Nişasta ise film içerisine kolayca katılabilen bir doğal bir polimerdir, kolayca hazırlanabilir fakat zayıf fiziksel özelliklere sahiptir. Nişasta bazlı filmler kaplama materyalindeki biyobozunur malzemeleri veya selüloz derivatları ile proteinleri üretmek için farklı sentetik polimerlerle karıştırılarak geliştirilebilirler (Peressini vd., 2003; Dursun ve Erkan, 2009).

Dekstranlar glikozit bağlarının farklı tip ve miktarları ile D-glukopiranosil birimlerinden oluşan mikrobiyal gumlardır. Genellikle *Leuconostoc mesenteroides* ve *Leuconostoc dextranum* sükröz fermantasyonuyla dekstran biyosentezinden sorumlu olan mikroorganizmalardır. Dekstran kaplamalar dispersiyon veya sıvı solüsyon şeklinde soyulmuş veya soyulmamış karideste, balıkta, jambonda, sosis ve pastırma gibi kırmızı et ürünlerinde buzdolabı veya dondurarak depolama sırasında flavorun, rengini ve tazeliğini korumak için uygulanmaktadır (Gennadios vd., 1997; Dursun ve Erkan, 2009).

Hidrofilik özellikleri nedeniyle polisakkarit filmler zayıf su buharı bariyer özelliğine sahiptir. Bu tip filmlere hidrofobik özellikler eklemek için film solüsyonuna

parafin mumu, bal mumu, karnauba mumu ve yağ asitleri gibi hidrofobik malzemeler eklenebilir. Film oluşturan polimerlere eklenen ana malzemeler plastikleştiricilerdir. Bu ajanlar intermoleküler güçleri azaltmakta, biyopolimer zincirlerinin hareketliliğini arttırmakta ve böylece filmin mekaniksel özellikleri geliştirilmektedir. Plastikleştiriciler ayrıca polisakkarit filmin parlaklığını sağlamak içinde gereklidir ve genellikle gazların, su buharının ve filmin içerisinde çözünen katı malzemelerin geçişini arttırmaktadır (Aydınlı ve Tutaş, 2000; Dursun ve Erkan, 2009).

1.1.6.2. Protein Kaplamalar

Protein kökenli yenilebilir filmlerin içerisinde bulunan polimerler; hayvansal (kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelatin vb.) ve bitkisel (soya, zein, glüten vb.) olarak ikiye ayrılmaktadır (Sarıküş, 2006; Dursun ve Erkan, 2009).

Polisakkarit kaynaklı yenilebilir filmlerden daha iyi mekaniksel ve bariyer özelliği gösteren protein kaynaklı filmler homopolimer polisakkaritlerle karşılaştırıldığında genellikle geniş bir fonksiyonel özellik gösterirler. Özellikle de yüksek moleküller arası bağlanma potansiyeline sahip olan proteinler spesifik bir yapıya sahiptirler (Sabato vd., 2007; Dursun ve Erkan, 2009).

Protein filmlere bir çözücü ilavesiyle polipeptid zincirlerinin kısmi denatürasyonu, pH değişimi, çapraz bağlanmayı sağlayan bir elektrolitin eklenmesi ve/veya ısı uygulanması sayesinde oluşmaktadır (Rhim ve Ng, 2007; Dursun ve Erkan, 2009). Protein yapısındaki filmlerin karakterleri; protein solüsyonunun pH'sı, plastikleştirici, hazırlanan filmin kalınlığı, hazırlama şartları, filmi oluşturan solüsyonun içerisine dahil olan yapılar gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Benjakul vd., 2008; Dursun ve Erkan, 2009). Protein kökenli kaplamalar gıdanın besin değerini oldukça arttırmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009)

Balık proteini filmi; diğer birçok protein filmleriyle karşılaştırıldığında balığın suda çözünen proteinlerinden elde edilen yenilebilir filmler daha az su buharı geçirgenliğine sahip olduğu bildirilmiştir (Iwata vd., 2000; Dursun ve Erkan, 2009). Balık protein filmlerinin kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda Shiku vd. (2003) pH değişiminin,

Weng vd. (2007); Benjakul vd. (2008) çeşitli fiziksel ve kimyasal muamelelerin, Cuq vd. (1997); Cuq vd. (1998); Tanaka vd. (2001); Garcia ve Paulo (2005); Sathivel (2005); Weng vd. (2006); Bourtoom vd. (2006) plastikleştirici özelliklerinin etkili olduğunu fakat balık kalitesinin etkili olmadığını belirtmişlerdir (Hamaguchi vd., 2007; Benjakul vd., 2008; Dursun ve Erkan, 2009).

Doğrudan balık etinden yenilebilir film üretilebildiği gibi surimi yıkama suyunda bulunan suda çözünür proteinlerinden de üretilebilmektedir (Shiku vd., 2004; Weng vd., 2006; Weng vd., 2007; Dursun ve Erkan, 2009;). Sarkoplazmik proteinleri uzaklaştırarak gıda sanayinde tatsız ve kokusuz surimi üretmek amacıyla balık kıyması soğutulmuş suyla birkaç kez yıkanmaktadır. Bu işlemin ardından surimi yıkama suyu başta suda çözünen proteinler olmak üzere besleyici ve oldukça fonksiyonel olan bazı suda çözünen proteinleri içermektedir. Yıkama suyundaki bu proteinleri değerlendirmek sadece olumsuz çevre koşullarını ve çöp atıkları maliyetini azaltmakla kalmayıp aynı zamanda özellikle suda çözünür proteinleri yenilebilir film şekline dönüştürerek potansiyel fayda sağladığı rapor edilmiştir (Bourtoom vd., 2006; Dursun ve Erkan, 2009)

Yukarıda bahsettiğimiz protein filmlerinden başka farklı protein kaynaklarından da üretilen yenilebilir filmler mevcuttur, ancak bu protein kaynakları üzerinde daha az çalışılmıştır. Bu kaynaklar; mercimek, turşu fermantasyon suyu, domates, elma, vb. şeklinde sıralanmıştır (Dursun ve Erkan, 2009).

1.1.6.3. Lipit İçerikli Kaplamalar

Lipit kökenli yenilebilir filmlerin içerisinde bulunan polimerler; çapraz bağlı trigliseridler, vakslar, hayvansal ve bitkisel yağlar bildirilmiştir (Sarıküş, 2006; Dursun ve Erkan, 2009). Bu çeşit malzemelerin kullanım sebebi genellikle nem kaybına engel olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple beyaz ve kırmızı etleri kaplama amacıyla kullanılmaktadırlar. Ürünün solunumu azaltarak kullanım ömrünü uzatan yağlar ayrıca meyve ve sebzelerinde yüzey parlaklığı içinde tavsiye edilmektedirler. Yağ kullanılarak hazırlanan filmler meyve yüzeyinde meydana gelen küflenmeler içinde etkin bir koruyucu olduğu rapor edilmiştir (Akbaba, 2006; Dursun ve Erkan, 2009).

Genelde hidrofobik olan lipitler iyi nem bariyeri olarak görev yapmakta ve ürünün görünüşünü geliştirerek parlaklık sağlamaktadırlar. Fakat, film yapımı sırasında çözücü veya yüksek sıcaklık gerektirmekte ve zayıf mekaniksel özellikler göstermekte ve birçoğu kristalin formda bulunmaktadır. Kristaller bireysel olarak gazlara ve su buharına karşı oldukça geçirimsizdir, fakat kristaller arasında geçiş olabilir. Geçirgenlik lipit tipine ve kristalin oryantasyonuna bağlı olarak değişmektedir (McHugh, 2000; Dursun ve Erkan, 2009). Yenilebilir vakslar su buharı geçişine karşı diğer lipit veya lipit olmayan filmlerden daha dayanıklıdır. Hem hidrofobik özellikleri hem de moleküler organizasyonlarıyla vaks kaplamaların en büyük direncidir (Callegarin vd., 1997; Dursun ve Erkan, 2009). Lipitler genelde filmlerin mekaniksel özelliklerini etkilemezler, fakat asetogliseridler, yağ asitleri, monogliseridler, fosfolipitler gibi bazıları plastikleştiriciler olarak formülasyonda kullanılmakta ve bitişik polimer zincirleri arasındaki moleküller arasındaki güçlerin zayıflamasına yol açarak uzaya bilirliliği arttırmaktadırlar (Callegarin vd., 1997; Dursun ve Erkan, 2009).

Konfeksiyoner (hazır) ürünlerde, taze meyve ve sebzelerde nem değişimini engellemek için lipit kaplamalar kullanılabilmektedir. Yüksek moleküler ağırlıklı polimerlerle birlikte lipitler, nem değişimine karşı hassas olan gıda malzemelerinin mikroenkapsülasyonu içinde kullanılabilmektedir. Ayrıca ince bir şekilde uygulanan lipit kaplamalar taze meyve ve sebzelerin yüzeyine uygulandığında O₂ akışını sınırlandırır ve kurumayı geciktirmektedir. Bu kaplamalar aerobik solunumun oranını baskılar ve uygun baskı derecesine gelen ürünün depolama ömrünü uzatmaktadır (Kester ve Fennema, 1989; Dursun ve Erkan, 2009).

Ürünlerin lipitlerle kaplanmasıyla taşıma ve depolama sırasında kurumanın önlenmesi, oksijenle olan teması azaltması, çürüme kontrolü ve büyüme düzeni için fungusitlerle birleşmesi, ürün yüzeyine parlaklık vererek görünüşü geliştirmesi ve raf ömrünü arttırması gibi etkilerinden dolayı taze meyve ve sebzelerin kaplanması ile ilgili birçok çalışma literatürde rapor edilmiştir (Callegarin vd., 1997; Dursun ve Erkan, 2009).

Mekaniksel özellikleri güçlü fakat su buharı bariyer özelliği zayıf olan filmlerle birlikte kullanılan lipit filmlerin özellikleri daha da geliştirilmiştir. Kazein ve jelatinin sıvı solüsyonlarına asetillenmiş monogliserid, stearik asit, palmitik asit, balmumu ve

karnauba mumunun etanolik solüsyonlarının ilave edilmesiyle emülsifiye filmler geliştirilmiştir (McHugh, 2000; Dursun ve Erkan, 2009). Lipit içeren kompozit filmler çok iyi bariyer özelliklerine sahip olmuş, ancak parlak bir renk ve mumsu bir tat sergilemişlerdir (Callegarin vd., 1997; McHugh, 2000; Dursun ve Erkan, 2009).

1.1.7. Yenilebilir Filmlerin Gıdalara Uygulanma Şekilleri

Yapılan çalışmalara ve uygulanan yöntemlere bakıldığında yenilebilir filmler ve kaplamalar genel olarak 4 farklı yöntem kullanılarak gıdalara uygulanmaktadır. Bu yöntemler ürünün yüzeyi ve özellikleri ile kaplama materyali olarak kullanılacak yenilebilir film çözeltisinin özelliğine göre değişkenlik göstermektedir.

1.1.7.1. Daldırma Yöntemi

Kaplanacak ürünün yenilebilir film çözeltisinin içerisine daldırılması ve ürünün çözeltiyi absorbe etmesi esasına dayanır. Daha sonra yenilebilir film çözeltisinin fazla kısmı uzaklaştırılarak ürün yüzeyinde film tabakası oluşturması beklenmektedir.

1.1.7.2. Püskürtme Yöntemi

Yenilebilir film çözeltisini ürün yüzeyine ince zerrecikler şeklinde uygulanması esasına dayanır. Bu yolla ürün yüzeyine istenilen oranda ve kalınlıkta uygulama yapmak mümkün olabilmektedir.

1.1.7.3. Dökme Yöntemi

Yenilebilir film çözeltisinin genellikle düz olan ürün yüzeyine dökülmesi ve çözeltinin bu yüzeyde tabaka oluşturması esasına dayanmaktadır.

1.1.7.4. Boyama Yöntemi

Boyama yöntemi bir fırça yöntemi ile yenilebilir film çözeltisinin ürün yüzeyinde boşluk kalmayacak şekilde uygulanması esasına dayanmaktadır.

1.1.8. Yenilebilir Filmlerin Avantajları

- Kırmızı et, tavuk eti ve su ürünleri gıda sanayinde yenilebilir kaplamaların birçok yararı vardır. Teze ve donmuş haldeki etler depolama sırasında nem kaybeder. Bu durum üründe tat ve renk değişikliklerine neden olur ve ürün miktarında da azalma meydana gelmektedir.
- İyi bir nem bariyerine sahip yenilebilir kaplamalar nem kaybını önlemede yardım etmektedir. Ayrıca bu ürünler plastik tabaklarda paketlenildiğinde meydana gelen ürün suyunun sızma durumu tüketici için itici hale gelebilmektedir.
- Yenilebilir filmler sayesinde ürünün suyu içeride tutulabilir, sızmalar önlenir ve bu sayede hem ürünün sunum şekli geliştirilir hem de bu sızmalar için kullanılan petlere gerek kalmaz.
- Yenilebilir filmlerin oksijen geçirgenliğini azaltmasıyla oksidasyonu azaltmaktadır, böylece lipit oksidasyonunun neden olduğu ransidite oranı ve miyogloblin oksidasyonunun neden olduğu esmerleşme azaltılabilir.
- Uygulamadan önce ısıtılan yenilebilir film solüsyonları mikroorganizma yükünü azaltabilmektedir. Kaplanan ürün yüzeyindeki zararlı proteolitik enzimleri kısmen inaktif etmektedir.
- Yenilebilir kaplamalar ürünlerdeki uçucu tat kaybı ve yabancı kokuların gelişmesini sınırlandırabilmektedir.
- Antioksidan ve Antimikrobiyal taşıyan maddelerin ilavesiyle yenilebilir kaplamalar geliştirilebilir ve ürün yüzeyine doğrudan uygulanabilmektedir.
- Yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler kızartma aşamasında yağ alımını azaltarak ürünlerin besleyici değerini değiştirebilmektedir (Gennadios vd., 1997; Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilenebilir Filmlerin Sentetik Paketleme Materyallerine Göre Avantajları ise şu şekildedir.

- Tüketilebilir olduğu için çevre kirliliğine yol açmamaktadır.
- Tüketilmese bile kolayca bozunup doğaya geri dönebilmektedir.
- Koku, renk ve tatlandırıcılarla zenginleştirilen filmler, ürünün sensor özelliklerini geliştirmektedir.
- Ürünlerin besleyici değerini arttırmaktadır.
- Heterojen gıdalarda, gıda içi nem, yağ ve katı geçişlerini önlemede mükemmel sonuçlar vermektedir.
- Antimikrobiyal ve antioksidan maddeler içerebilir ve istenilen bölgede bölgesel bir koruma sağlayabilmektedir.
- Mikroapsüllenme yolu ile ürünlerdeki uçucu bazı kokuları korumaktadır.
- Doğal ve kolay bulunabilen maddelerden elde edildikleri için maliyetleri düşük olmaktadır (Aydınlı, 1997).

1.1.9. Yenilebilir Film Yapımında Kullanılan Malzemeler ve Bu Malzemelerin Özellikleri

Yenilebilir filmler filmin yapısı ve özelliklerine doğrudan etki eden film yapıcı yüksek molekül ağırlıklı bir polimer ile plastikleştirici ve çözücü olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır (Aydınlı, 1997; Kester ve Fennema, 1986).

Yenilebilir film yapımında kullanılan film yapıcı maddeler lipitler, polisakkarit ve protein esaslı polimerlerden oluşmaktadır (Guilbert, 1986; Kester ve Fennema, 1986; Aydınlı, 1997). En çok kullanılan polisakkaritler, selüloz türevleri olup metil selüloz, karboksimetil selüloz, hidroksipropil selüloz ve hidroksipropil metil selülozdan oluşmaktadır. Bunun yanında ise agar, karragenan, nişasta, dekstrin gibi polisakkaritler daha az kullanılmaktadır. Kollajen, jelatin, buğday glütenu, soya proteini, kazein, peynir suyu proteini, mısır proteini fraksiyonu ise kullanılan proteinler arasında sayılabilmektedir (Aydınlı, 1997).

Polisakkaritler hidrofilik özelliğe sahip olduklarından dolayı su bariyeri özellikleri düşük olmaktadır. Proteinlerin ve diğer sentetik polimerler, polisakkaritler ile karşılaştırıldığında daha fazla hidrofobik özelliğe sahipler. Vakslar ve trigliseridler ise daha ince ve kırılkan bir film yapısı oluşturmaktadır. Hidrofobik maddelerden yapılan filmlerin yapısal özelliklerini geliştirmek için protein gibi maddelerle filmlerin modifiye edilmeleri gerekmektedir. Filmler yağ içeriyorsa daha az su buharı absorblar ve bu filmler iyi birer su buharı, oksijen ve CO₂ bariyer özelliğine sahiptir. Bu filmlerin bariyer özellikleri, yağın doygunluk derecesine, erime noktasına ve hidrofobikliğine bağlı oldukları bildirilmiştir (Aydınlı, 1997).

Dünyadaki organik malzemelerin %75'i polisakkaritlerden meydana gelmektedir. Bu poliksakkaritlerin en önemlisi bitkiler tarafından sentezlenen ve bitkilerin tohum ve köklerinde enerji maddesi olarak depolanan nişastanın olduğu rapor edilmiştir (Sugih, 2008; Özdemir ve Ramazanoğlu, 2019). Nişasta kekin pişirilmesi sırasında jelatinizasyon özelliği ile kekin yapısını etkilemekte ve kek hamuru olarak tanımlanan dolgunun katı gözenekli bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. Bu sebeple ailelerin un yerine nişasta kullanımı her geçen gün biraz daha artmaktadır (Boz, 2018).

Film yapıcı polimere ilave edilen temel bileşenlerden biri olan plastikleştiriciler, polimer yapıdaki polimer zincirleri arasındaki ve moleküler arası kuvvetleri zayıflatarak, zincirlerin hareketliliğini arttırmakta ve gerilme direncini azaltmaktadır (Aydınlı, 1997; Gennadios ve Weller, 1990). Bu özelliklerdeki iyileşmeler ile ürünün depolama ve nakledilme sırasında meydana gelebilecek çatlama ve ufalanmalar böylece önlenir. Ayrıca plastikleştiriciler gaz, su buharı ve çözünebilen katı maddelerin geçirgenliğini arttırmırlar (McHugh vd., 1993; Aydınlı, 1997).

Plastikleştirici maddelerde bulunması gereken en önemli özellikler yüksek kaynama noktası ve filmi oluşturan polimerlerle kolayca karışabilmesidir. Ayrıca plastikleştirici maddenin film yapıcı polimerin çözündüğü çözücü içerisinde önceden çözünerek eklenmesi, filmin kurutulması aşamasında meydana gelebilecek ayrılmalara önlenmesi bakımından daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Aydınlı, 1997).

Gıda sanayinde kullanılan başlıca plastikleştiriciler mono-, di-, ve oligosakkaritler (genelde glikoz, früktoz-glikoz şurupları, bal), polioller (genelde sorbitol, gliserol, gliseril türevleri, farklı molekül ağırlıklı polietilen glikol), lipitler ve türevleri (genelde yağ asitleri, monogliseridler ve ester türevleri, fosfolipitler, yüzey aktif maddeler) olarak sınıflandırılmıştır (Aydınlı, 1997).

Yenilebilir film yapımında kullanılan en çok tercih edilen plastikleştiriciler polietilen glikolden oluşmaktadır. Polietilen glikolün molekül ağırlığı yenilebilir filmlerin su buharı geçirme özellikleri üzerinde önemli etkiler yapmaktadır (Aydınlı, 1997).

1.1.10. Su Ürünlerinde Muhafaza Teknikleri

Su ürünleri kolay bozulabilir bir gıda olmasında dolayı işlenmesi veya tüketiciye ulaşabilmesi için geçen süreçte soğuk veya donmuş muhafaza olmak üzere belirlenen proseslerin uygulanması gerekmektedir. Bu sayede ürünler tüketiciye veya işleme tesisine ulaşana kadar belirli süreyle mikrobiyolojik, kimyasal ve enzimatik aktiviteler yavaşlatılarak deniz veya kara yoluyla nakliyesi gerçekleştirilebilmektedir (Karşı, 2019).

1.1.11. Soğuk Muhafaza

Soğuk muhafaza gıda maddelerinin veya ürünlerinin normal şartlardaki saklama süresini arttırabilmek amacıyla belirlenen ihtiyaçlara göre soğutulan ve nem oranının kontrol edildiği, dış ortamdan ısı ve nem giriş çıkışının engellendiği ortamlardan oluşmaktadır (Üçüncü, 2003). Soğuk muhafazada sıcaklık buz kristallerinin oluşmayacağı, genellikle suyun donma noktasının altına inmeyen bir sıcaklıktır. Ürünlerin kısa süreli saklanması için kullanılmaktadır. Soğuk muhafaza da mikroorganizmaların kimyasal ve enzimatik reaksiyonları yavaşlamaktadır. Böylece ürünlerin besinsel içeriklerinde meydana gelebilecek bozulmalar bir süre için geciktirilmiş olmaktadır (Ertaş, 1978; Karşı, 2019)

1.1.12. Donmuş Muhafaza

Gıda maddelerinin veya ürünlerinin 0°C'nin altındaki sıcaklık derecelerinde mekanik yöntemler kullanılarak depolandığı ortamlarda gerçekleşmektedir. Gıdaların içeriğindeki suyun önemli bir kısmı -10°C'ye kadar donarken, tamamının donması -50°C veya -70°C'lerde mümkün olmaktadır. Gıdalardaki suyun sıvı halden katı hale geçmesi a_w 'yi düşürdüğü ve ürünlerde mikrobiyolojik, kimyasal ve enzimatik aktiviteler yavaşlattığı rapor edilmiştir (Varlık vd., 2004; Karşlı, 2019).

1.1.13. Dondurulmuş ürünlerin çözündürülmesi

Donmuş muhafaza işleminde en önemli konulardan birisi ürünün çözündürülmesi işleminden oluşmaktadır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken nokta çözündürme işlemi sırasında üründe bulunan suyun dışarıya çıkmasının önlenmesidir. Çözündürme hızı ürünün başlangıçtaki durumuna geçişi sırasında sıvı kaybını önleyecek kadar yavaş fakat kalite kaybına sebep olacak kadar yavaş olmalıdır. Kontrolsüz bir çözündürme işleminde ürün kalitesi azalacak, mikrobiyolojik yük artacaktır. Su ürünlerinin çözündürülmesinde en çok kullanılan yöntem yüksek nem ve sıcaklığı olan ortamlarda gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında kolay bir yöntem olan suya daldırma tekniği uygulanabilmektedir. Bunun haricinde hava ile, suda, vakumla, elektriksel direnç ile, mikrodalga ile, hibrit yöntemlerle, basınçla, ohmik yöntemle ve akustik çözündürme tekniklerinin de kullanılabildiği bildirilmiştir (Varlık vd., 2004; Karşlı, 2019).

1.2. Literatür Özeti

Örücü ve Tavşancı (2001), yapmış oldukları çalışmada bir gıda ürününün seçiminde tüketicilerin eğitim düzeyine bağlı olarak ambalajın tüketici üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Orban vd. (2002) yaptıkları çalışmada İtalya'nın kuzey Adriyatik kıyısı ile orta Tiren bölgelerinde yetiştirilen midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bir yıllık süreçte meydana gelen mevsimsel değişiklikleri araştırmışlardır. Adriyatik bölgesinden elde edilen midyelerde aralık ayında et verimini 142,0±9,9 olarak, eylül ayında Tiren Deniz

Gölü’ndeki midyelerde $126,0 \pm 2,3$ olarak belirlemişler ve bu oranı düşük olarak niteleyip bu durumun midyelerdeki glikojen ve lipit rezervlerinin tükenmesiyle aynı döneme denk geldiğini bildirmişlerdir.

Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis*) haşlama öncesi ve haşlama sonrası et veriminin ve besin madde içeriğinin belirlendiği çalışmada Ölmez vd. (2002) haşlanmamış ve haşlanmış midyelerin canlı ağırlık, kabuk ağırlığı, yenilebilir et ağırlığı ortalamalarını sırasıyla 26,54g – 27,59g, 19,51g -19,02g ve 7,03g – 3,69g olarak, kabuk ile yenilebilir et oranını sırasıyla %73,50 -%68,96 ve %26,49- %13,38 olarak, su oranını %83,74, kuru madde oranını %16,28, ham protein oranını %9,46, ham yağ oranını %0,82 ve ham kül oranını %1,38 belirlediklerini bildirmişlerdir.

Goulas vd. (2005), yaptıkları çalışmada midyeleri (*Mytilus galloprovincialis*) M₁: %50/%50 CO₂/N₂, M₂: %80/%20 CO₂/N₂, M₃: %40/%30/%30 CO₂/N₂/O₂ koşullarında vakum ve modifiye atmosfer paket olarak 4°C’de depolamışlar ve midyelerin mikrobiyolojik, biyokimyasal ve duyuşal değişimlerini incelemişler ve aynı ambalaj koşullarında midyelerin raf ömrünü belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda M₂ ve vakum paketlerin hava ile paketlenenlere göre mikrobiyal gelişmeyi geciktirdiğini, toplam bakterilerin 0,9-1,0 log kob/g, *Pseudomonas spp*’nin 0,7-0,8 log kob/g, H₂S bakterilerinin 0,7-1,2 log kob/g değerinde azalma gösterdiğini, Enterobacteriaceae’nın modifiye atmosfer paket koşullarından etkilenmediğini, 15 günlük depolamada TVB-N değerinin ve TMA değerinin sınır değerleri aşmadığını fakat vakum ve hava ile paketlenen grupların bu değerleri aştığını (sınır değerler TVB-N: 35 mg N/g ve TMA:12 mg N 100/g), tüm modifiye atmosfer paket ve vakum paketlerin TBA değerlerinin önerilen 1 mg MA/kg sınır değerinin altında kaldığını fakat hava ile paketlenen örneklerin bu değeri aştığını, tüm grupların depolamanın ilk 8. gününde istenen duyuşal özellikleri koruduğunu, koku ve tat değerlendirmesinde M₁ ve M₃ örneklerinin 11 ve 12. güne kadar, M₂ örneklerinin 14 ve 15. güne kadar, vakum örneklerin 10-11 güne kadar ve hava ile paketlenenlerin 8-9. güne kadar kabul edilebilir değerlerde kaldığını, M₂ gaz karışımının yaklaşık 14-15 günlük bir raf ömrü sağlayan en etkili paket olduğunu belirlediklerini bildirmişlerdir.

Çağlak vd. (2008) yaptıkları çalışmada midyeleri (*Mytilus galloprovincialis*) vakumla ve modifiye atmosfer ambalajda (M₁: 50%/50% CO₂/N₂, M₂: 80%/20% CO₂/N₂, M₃: 65%/35% CO₂/N₂) paketlemişler ve 2°C’de depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda M₂ ve M₃’ün M₁’e göre mikrobiyal gelişmeyi azalttığını, M₂ grubunun 8 günlük depolama süresinde TVB-N (35 mg N / 100 g) ve TMA-N (8 mg N / 100 g) sınır değerlerini aşmadığını, tüm modifiye atmosfer paket ve vakum paketlerin 12. günde sınır değerleri aştığını, tüm örneklerin depolamanın ilk 8 gününde duyusal değerleri koruduğunu, duyusal, mikrobiyal ve kimyasal analizlere dayanarak vakum paket ve M₁’e kıyasla M₂ ve M₃ gruplarının daha iyi bir raf ömrü sergilediğini, midyelerin muhafazasında M₂ karışımının daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Ulusoy ve Özden (2011) yaptıkları çalışmada hava (kontrol grubu), %50 N₂ + %50 CO₂ (MP₁) ve %100 CO₂ (MP₂) gaz karışımlarından oluşan modifiye atmosfer paketler ile paketledikleri midye dolmalarını 4°C’de depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda duyusal analiz sonuçlarına göre en etkili grubun MP₁ karışımı olduğunu ve kontrol grubu örneklerinin 11. güne, MP₁ ve MP₂ gruplarının 13. güne kadar saklanabildiğini, TVB-N analiz sonuçlarına göre MP₁ ve MP₂ gruplarının 13 günlük depolamaya kadar kabul edilebilir sınır değerin (20 mg N/100g) altında kaldığını, mikrobiyolojik analiz sonuçları yönünden gruplar arasında bir farklılık bulunmadığını, kontrol örneklerinin 7., MP₁ ve MP₂ gruplarının 11. günde tüketilebilir sınır değeri aştığını bildirmişlerdir.

Çağlak vd. (2014) yaptıkları çalışmada mürekkep balıklarını modifiye atmosfer paket (M₁: %50/%50 CO₂/N₂, M₂: %80/%20 CO₂ / N₂, M₃: %65/%35 CO₂/N₂) koşullarında, vakum ve hava ile paketlemişler ve depolama sırasında kimyasal, mikrobiyolojik, duyusal, renk ve dokusal analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda atmosfer ile paketlenen grubun 5. günde, vakum paket, M₁, M₂ ve M₃ guruplarının 9. günde kabul edilebilir TVB-N değerini aştığını bildirmişlerdir.

Turan ve Onay (2015) yaptıkları çalışmada midye örneklerini kabuklarından ayırıp modifiye atmosfer paket ve (%75 CO₂ + %25 N₂) vakum ile paketlenip 4°C’de 21 gün boyunca muhafaza etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre modifiye atmosfer paketlemenin midye eti kalitesi üzerinde daha etkili olduğunu, ancak vakum pakette ağırlık kaybının basınçtan dolayı daha fazla olduğunu, TVB-N, TMA-N, TBA ve duyusal

analiz ile toplam psikrofilik ve toplam mezofilik bakteri sonuçlarının birbiri ile uyumlu olduğunu, modifiye atmosfer ile paketlenen grubun 15. günde, vakum ile paketlenen grubun 21. günde tüketilemez olduğunu, toplam koliform bakteri yükünün her iki grupta da depolama süresince sınır değerini aşmadığını, midyelerin tüketilebilir olduğu günleri modifiye atmosfer paket için 12, vakum paket için 18 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Turan vd. (2008) yaptıkları çalışmada dumanlanmış Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis*) soğuk muhafazadaki (4°C) kimyasal bileşimi ve raf ömrü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda trimetilamin nitrojen değerlerini taze üründe 1,13 mg/100 g, haşlanmış ürünlerde 1,01 mg/100 g ve sıcak tütsülenmiş üründe 1,07 mg/100 g olarak belirlemişler ve depolama süresinin 18. gününde 24,35 mg/100 g değerine ulaştığını, sıcak tütsülenmiş midyelerin soğuk muhafazasındaki pH değerinin 4,85 ile 4,51 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca elde ettikleri sonuçlara göre dumanlanmış midyelerin buzdolabı koşullarında (4°C) 12 gün boyunca tüketilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Tokur ve Aksun (2018) yaptıkları çalışmada 18°C’de dondurularak depolanan istavrit balıklarının kalitesini geliştirmek amacıyla peynir altı suyu proteini izolatu ve kekik esansiyel yağı ile zenginleştirdikleri (%3, %5, %7) kaplamaların etkisini 9 ay boyunca değerlendirmişlerdir. Araştırmadan elde ettikleri sonuçlara göre en düşük peroksit ve TBA değerlerini %3 oranında kekik esansiyel yağı uygulanan grupta ($p<0,05$), en yüksek peroksit ve TBA değerlerini ise %5 ve %7 oranında kekik yağı uygulanan grupta ($p<0,05$) olduğunu, glazeli ve %7 oranında kekik esansiyel yağı uygulanan grupta diğer gruplara göre önemli oranda daha yüksek protein çözünürlüğü tespit edildiğini ($p<0,05$), duyusal değerlendirmede %5 ve %7 kekik esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş peynir altı suyu protein izolatu kaplı istavritlerin 9 aydan daha uzun süre dondurularak depolanabileceğini bildirmişlerdir.

Suda çözünen balık proteinlerinden hazırlanan yenilebilir filmlerde plastikleştiricilerin etkisini araştıran Tanaka vd. (2001) yaptıkları çalışmada Plastikleştirici olarak gliserol ve polietilen glikol kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre gliserol konsantrasyonunun artmasıyla kopma uzaması ve su buharı geçirgenliğinin

arttığını, gerilme mukavemetinin ise azaldığını, polietilen glikolün su buharı geçirgenliğine göre belirgin bir şekilde gerilme mukavemeti üzerinde daha belirgin bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Balık proteinlerini kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmlere pH'nın etkisini araştıran çalışmada Shiku vd. (2003) 2-3 ve 7-12 pH aralığında miyofibriler protein bazlı filmlerin oluşturulabildiğini fakat 4-6 arasında izoelektrik nokta etrafındaki zayıf protein dağılımından dolayı film oluşturulmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca asidik ve bazik (pH=2-3 ve pH=11-12) ortamda hazırladıkları yenilebilir filmlerin çekme dayanımı değerinin yüksek bulduklarını, pH'dan bağımsız olarak kopma uzaması değerinin hemen hemen değişmediğini, film çözeltisinin pH değerinin su buharı geçirgenliği, ışık geçirgenliği, film çözünürlüğü ve enzimatik hidroliz değerleri üzerinde bir etki göstermediğini, miyofibriler protein filmlerinin protein esaslı yenilebilir filmlere göre daha az su buharı geçirgenliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Jongjareonrak vd. (2006) yaptıkları çalışmada kahverengi şeritli kırmızı balık (*Lutjanus vitta*) ve büyük gözlü balık (*Priacanthus macracanthus*) derisinden elde ettikleri jelatinden hazırladıkları yenilebilir filmlerin karakteristik özelliklerini belirledikleri çalışmada yüksek oranda proteine sahip yenilebilir filmlerin düşük protein içeriğine sahip yenilebilir filmlerden daha kalın ve mekanik özelliklerinin (gerilme mukavemeti ve kopma uzaması) daha yüksek olduğunu fakat daha düşük su buharı geçirgenliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda gliserol içermeyen filmlerin genellikle kırılgan, gliserol içerenlerin ise daha esnek bir yapıya sahip olduğunu, gliserol içeriğinin artmasının gerilme mukavemetini %25'ten %75'e kadar düşürdüğünü, gliserol oranının artmasının geçiş sıcaklığı ve geçiş entalpisini düşürdüğünü, EDTA ve soya fasulyesi tripsin inhibitörünün film oluşturma çözeltisine eklenmesinin jelatin bileşenlerinin bozulmasını tamamen inhibe ettiğini ve geciktirdiğini, ayrıca EDTA ilavesinin jelatin filmlerinin gerilme mukavemetini ve kopma uzaması değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Rhim ve Ng (2007) yaptıkları çalışmada Nil tilapialarından (*Oreochromis niloticus*) elde ettikleri kas proteinlerini kullanarak hazırlamış oldukları yenilebilir film çözeltilerine gama radyasyonu uygulamışlar ve mekanik ve termal özelliklerini

karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre yenilebilir filmlerin gerilme mukavemeti özelliğinde hafif bir artış olduğunu ve uzama değerinde bir değişiklik görülmediğini bildirmişlerdir.

Balık proteininden hazırlanan yenilebilir filmlerde balık eti kalitesinin yenilebilir filmlere olan etkisini belirlemek için Hamaguchi vd. (2007) mavi marlin balık etinin kalitesini bilinçli olarak düşürmek için 30°C’de bekletmişlerdir. Filmlerin mikrobiyal yükünü azaltmak için film çözeltilerine ϵ -polilisine eklemişlerdir. Filmlerin mekanik özelliklerinin asidik ve alkali pH değerlerinden biraz etkilendiğini, protein filmlerinin su buharı geçirgenliğinin balık eti kalitesinden ve film oluşturuç çözeltilerin pH’sından etkilenmediğini, SDS-PAGE analizinde miyozin ağır zincirinin bozulmasını ve alkali filmlerde polimerizasyonu belirlediklerini, biyobozunur filmlerin çok düşük kaliteli balık etinden bile üretilebileceğini ve ϵ -polilisine ilavesiyle filmlerin bakteri yükünün büyük ölçüde azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

Benjakul vd. (2008) yaptıkları çalışmada donmuş istavrit balığının kaslarından farklı zamanlarda elde ettikleri proteinler ile hazırladıkları yenilebilir filmlere, balık kalitesinin etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda yıkanmamış kıymadan hazırlanan yenilebilir filmlerde depolama süresinin filmlerin kopma uzaması ve gerilme mukavemetini etkilemediğini, yıkanmış kıymadan hazırlanan yenilebilir filmlerin gerilme mukavemetinin azalırken kopma uzamasının değişmediğini, yıkanmış kıymadan hazırlanan filmlerin gerilme mukavemetinin azaldığını ($p<0,05$), yıkanmış kıymadan hazırlanan filmlerin depolama süresinin artmasıyla kopma uzaması değerinin arttığını ($p<0,05$), yıkanmış kıymadan hazırlanan filmlerin yıkanmamış kıymadan elde edilen filmlerden daha düşük çözünürlüğe ve protein çözünürlüğüne sahip olduğunu, buzda uzun süre depolanan balıklardan hazırlanan filmlerin daha az şeffaf, daha koyu ve daha az sarı renge sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Surimi kalitesinin yenilebilir filmlerin özelliklerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada Shiku vd. (2004) Alaska kömür balığı surimi kalitesini düşürmek için 30°C’de 20 dak. (hafif protein denatürasyonu) ve 30°C’de 5 saat (tam protein denatürasyonu) bekletmişlerdir. Hafif protein denatürasyonunun filmlerin kopma uzaması değerinin azalmasına, tam protein denatürasyonunun ise ÇM ve kopma uzaması değerinin

azalmasına yol açtığını, filmin geri kalan mekanik özelliklerini ise önemli ölçüde etkilemediğini, iyonik bağlarla birlikte hidrojen bağlarının surimi filmlerin oluşumunda önemli bir rol oynadığını bildirmişlerdir.

Alaska kömür balığı surimisinden elde edilen yenilebilir filmlere propilen glikolün etkisinin araştırıldığı çalışmada Weng vd. (2006), pH=11’de hazırladıkları propilen glikol-surimi filmlerinin gerilme mukavemetini pH=7’de hazırladıkları propilen glikol-surimi filmlere göre iki kat daha yüksek bulduklarını, propilen glikolün kopma uzamasını etkilemediğini, propilen glikol-surimi filmlerinin su buharı geçirgenliği, proteazın sindirilebilirliği, film ve protein çözünürlüğü değerlerinin pH’dan önemli derecede etkilendiğini belirtmişlerdir.

Surimi yıkama suyu suda çözünür balık proteinlerinin kullanıldığı yenilebilir filmlerde plastikleştirici türü ve konsantrasyonunun etkisini araştıran Bourtoom vd. (2006) elde ettikleri sonuçlarda plastikleştirici türünün ve konsantrasyonunun filmlerin mekanik ve bariyer özelliğini önemli derecede etkilediğini ($p<0,05$), plastikleştirici olarak sorbitolün kullanıldığı filmlerin gerilme mukavemetinin yüksek ve kırılgan bir yapıya sahip olduğunu fakat su buharı geçirgenliği üzerindeki etkisinin düşük bulunduğunu, plastikleştirici olarak gliserol ve polietilen kullanılan yenilebilir filmlerde ise bunun tam aksine düşük gerilme mukavemeti ve yüksek su buharı geçirgenliğinin tespit edildiğini, plastikleştirici konsantrasyonunun artmasıyla gerilme mukavemetinin azaldığını, sorbitol içeren filmlerin gliserol ve polietilen glikol içeren filmlere göre daha yüksek film ve protein çözünürlüğüne sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yenilebilir filmlerin renginin plastikleştirici konsantrasyonundan çok plastikleştiricinin doğasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Polietilen glikol ile plastikleştirilmiş metil selüloz filmlerinin etkilerini araştıran Turhan ve Şahbaz (2004) yaptıkları çalışmada film oluşumunun solüsyondaki ve polietilen glikol içeriğindeki metil selüloz konsantrasyonu ve etanol yüzdesi tarafından etkilendiğini, polimer matriksine çeşitli moleküler ağırlıklı polietilen glikollerin dahil edilmesinin hem su buharı geçirgenliğini hem de % adsorpsiyon kapasitesini düşürdüğünü, ÇM’yi azalttığını ve polietilen glikol konsantrasyonundaki artışın benzer etkileri gösterdiğini raporlamışlardır. Ayrıca metil selüloz filmlerin suda çözünür

olduğunu, polietilen glikol içeren numunelerin çözünürlüğünün metil selüloz filmlere göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Polisakkarit esaslı yenilebilir filmlerin su emme ve su buharı geçirgenlik özellikleri ile ilgili yapılan çalışmada Aydın ve Tutaş (2000) keçiyoynuzu zıncı ve polietilen glikol içeren yenilebilir filmin su emme göstergelerinde keskin bir şekilde yükseliş gözlemlediklerini, yenilebilir filmin geçirgenlik değerlerinin polietilen glikol miktarı ile orantılı olarak arttığını, oda sıcaklığında sıvı halde bulunan plastikleştiricilerin miktarının artmasıyla yenilebilir filmlerin geçirgenlik değerinin arttığını bildirmişlerdir.

Yenilebilir surimi filmlerinin özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada Weng vd. (2007), film oluşturan çözeltilere ısıtma işleminin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada dondurulmuş Alaska morina surimlerinden pH=3'te hazırladıkları film oluşturuca çözeltilerini surimi protein moleküllerinin denatürasyonunu teşvik etmek amacıyla 45°C, 70°C ve 100°C'ye ısıtmışlar ve sonucunda surimi proteinlerinin çözünürlük, yüzey hidrofobikliği ve reaktif sülfidril içeriğinin arttığını belirtmişlerdir. 45°C muamelesinden sonra surimi filmlerinin mekanik özelliklerinin, film çözünürlüğünün ve protein çözünürlüğünün rasyonel olmadığını ve surimi proteinleri miyosin ağır zincirinin endojen asit proteinazlar aracılığı ile bozulduğunu kaydetmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada tersi bir durum olarak surimi filmlerinin film çözünürlüğü ve protein çözünürlüğünün azalıyor iken miyosin ağır zinciri bozulmasının daha yüksek sıcaklıklarda (70°C, 100°C) daha etkili bir şekilde engellendiğini ve mekanik özelliklerin geliştiğini belirtmişlerdir. Elde ettikleri bu sonuç ile de ısıtma işlemi vasıtasıyla miyosin ağır zinciri bozunumunun önleyerek surimi filmlerinin mekaniksel özelliklerinin geliştirilebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada 20 dak. boyunca 70°C'de ve pH=3'te film oluşturan çözeltileri hazırlanmanın en uygun koşul olduğunu bildirmişlerdir.

Kolaylı vd. (2003) yaptıkları çalışmada karayemiş meyvesinin (*Laurocerasus officinalis*) yenilebilir kısımlarının kimyasal bileşimi ve antioksidan özellikleri açısından test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre karayemiş meyvesinin iyi bir besin kaynağının olmasının yanında zengin koruyucu antioksidan kaynağı sağladığını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada referans madde olarak bütillendirilmiş hidroksi tolüen, C vitamini ve troloks kullandıklarını ve karayemiş meyvesinin bu referanslara

yakın ve daha yüksek seviyelerde antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada yüksek mineral içeriğine sahip olduğunu, iyi bir gıda kalitesi göstergesi olarak düşük oranda Pb, Co ve Cr içerdiğini, zengin bir protein, şeker, askorbik asit, mineral ve antioksidan kaynağı olduğunu, insan sağlığına yararlı bileşenleri ile günlük diyetle dahil edilmesi ile ilgili daha fazla çalışması gerekliliğini belirtmişlerdir.

Liyana-Pathirana vd. (2006) farklı serbest radikal süpürme testlerini kullanarak karayemiş meyvesinin antioksidan aktivitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada, karayemiş pekmezinin ağırlık temelinde taze meyvesine göre antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğunu ($p<0,05$), karayemişin kuru ağırlık temelinde hidrojen peroksit ve DPPH radikal temizleme faaliyetleri ve indirgenme gücünün karayemiş pekmezinin göre önemli ölçüde daha yüksek bulunduğunu ($p<0,01$), bu durumun pekmez üretimi sırasında meydana gelen antioksidatif bileşiklerin olası yıkımını işaret ettiğini ve nem içeriğinden kaynaklanıyor olabileceğini, karayemiş ve karayemiş pekmezi tüketiminin oksidatif stresin neden olduğu hastalıkların iyileştirilmesinde etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Giovanelli ve Buratti (2009) yaptıkları çalışmada İtalya’da doğal olarak yetişen yaban mersininin polifenolik bileşimlerini ve antioksidan aktivitelerini karşılaştırmak için yaptıkları çalışmada toplam fenolik maddelerin ve antosiyanin konsantrasyonlarının yabani meyvelerde sırasıyla 2 ve 3 kat daha yüksek olduğunu, antosiyanin / toplam fenolik madde oranının daha yüksek bulunduğunu, yabani yaban mersini antioksidan aktivitesinin yetiştirilenlere göre çok daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Film oluşturan çözeltilerde ısı işlemin etkilerinin araştırıldığı çalışmada Garcia ve Paulo (2005) tilapia kas proteinlerini kullanarak elde ettikleri yenilebilir filmlerin mekanik özellikler, renk ve opaklık üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada iki farklı ısı işlem uygulamışlar (40°C ve 65°C) ve yüksek ısıya maruz kalan yenilebilir filmin daha dirençli ve daha sert olduğunu, renk ve opaklığın ise film içerisine katılan protein konsantrasyonundan etkilendiğini, yüksek protein içeren filmlerin daha renkli ve opak olduğunu bildirmişlerdir.

Yenilebilir film çözeltisindeki protein ve plastikleştirici konsantrasyonunun etkisini araştıran Paulo vd. (2005) yaptıkları çalışmada tilapia kas proteinlerine dayalı yenilebilir

filmlerin fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre renk, opaklık, mekanik ve viskoelastik özelliklerin plastikleştirici konsantrasyonundan etkilendiğini, protein konsantrasyonunun esas olarak mekanik özellikleri etkilediğini, yüksek oranda protein içeren filmlerin diğer gruba göre daha dayanıklı olduğunu, miyofibriller protein filmlerin miyofibriller filmlerden dolayı daha renkli ve opak bulunduğunu belirtmişlerdir.

Kılınççeker vd. (2009) yenilebilir malzeme ile kaplanmış alabalık filetolarında kaplama sonrasındaki kalite değişimleri belirlemek için yaptıkları bir çalışmada kaplanmış balık filetolarını 7 ay boyunca -18°C’de depolamışlar. Kaplanmış filetoları kızartmışlar ve depolama süresi boyunca yağ absorpsiyonu ve nem içeriği analizi yapmışlardır. Aylık kızartma işlemlerinden önce duyusal nitelikler ve fiziksel-biyokimyasal değişimleri dahi ölçmüşlerdir. İlk kaplama olarak glüten, ikinci kaplama olarak ksantan sakızı ve son kaplama olarak 1:1 ya da 2:1 oranında buğday ve mısır, kullanımının çok avantajlı olduğunu gözlemlemişlerdir. En düşük pH’yı zein içeren örneklerde 6,25 ve sakız içerikli örneklerde 6,30 bulmuşlardır. pH üzerinde son kaplamaların etkilerini önemsiz bulmuşlardır ($P>0,05$). En düşük TBA seviyesini kazein karışımli filetolarda 2,07 mg/kg ksantan sakızı ile kaplanmış filetolarda 2,44 mg/kg ve 2:1 oranında karıştırılan buğday/mısır ile kaplanan filetolarda 2,25 mg/kg bulmuşlardır. En düşük TVB-N seviyesini kazein karışımı ile kaplanmış filetolarda 18,06 mg/100 g, 1:1 oranında karıştırılan buğday/mısır ile kaplanan balık filetolarında 18,47 mg/100 g bulmuşlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre et yüzeyi üzerindeki kaplama tabakasının depolama sırasında kütle değişimine karşı daha fazla direnç sağladığını belirtmişlerdir.

Hamzeh ve Rezaei (2012) yaptıkları çalışmada gökkuşağı alabalığı filetolarını %3’lük bir sodyum aljinat çözeltisi ile kaplamışlar ve soğuk muhafaza şartlarında (4°C) 20 gün süreyle muhafaza etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda sodyum aljinat ile kaplamanın işlenmiş taze balık filetolarının kalite özelliklerine olumlu katkısı olduğunu ve gökkuşağı alabalığı filetolarının soğuk muhafazası sırasında raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Datta vd. (2008) yaptıkları bir çalışmada *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella anatum*’a karşı dumanlanmış alabalık üzerine kalsiyum aljinat (CaAlg) ve nisin ilaveli ve ilavesiz istiridye lizoziminin antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. 1gr dumanlanmış

alabalık örneklerini nisin ilaveli ve ilavesiz olacak şekilde hem istiridye lizozimi hem tavuk yumurtası beyaz lizozimi ile CaAlg içerisine daldırmışlardır ve daha sonra 4°C’de 35 gün depolamışlar. Çalışmada CaAlg kaplamalara ilave edildiğinde istiridye lizozimi ve tavuk yumurtası beyaz lizoziminin etkinliğinin geliştiği, 4°C’de 35 gün bekletildikten sonra CaAlg istiridye lizozimi ve CaAlg tavuk yumurtası lizozimi kaplamaları ile kaplanmış örnekleri işlenmemiş kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırdıklarında 2,2 ile 2,8 log aralığında *L. monocytogenes* ve *S. anatum*’un büyümesini bastırdığını belirtmişlerdir. Elde ettikleri bu sonuca göre istiridye lizozimi ve tavuk yumurtası beyaz lizozimi arasında anlamlı bir fark olmadığını tespit etmişler. Nisin ilaveli ve nisin ilavesiz lizozim içeren CaAlg kaplamalarının buzdolabı sıcaklıklarında hazır dumanlanmış alabalık yüzeyinde *L. monocytogenes* ve *S. anatum*’un gelişmesini azaltmada kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Özyurt vd. (2015) yaptıkları çalışmada soğuk (2°C) ve donmuş (-18°C) muhafazada gökkuşağı alabalıklarına (*Oncorhynchus mykiss*) biyolojik olarak parçalanabilen kaplama malzemesi olarak asit ve alkali destekli işlemlerle ekstrakte edilen balık (*Equulites klunzingeri*) proteini bazlı biyobozunur kaplamaların etkilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda alkali ve asit ile kaplanan filetoların raf ömrünün soğuk muhafazada 11 günden 14 güne uzattığını ve donmuş muhafazada kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca toplam canlı ve toplam psikrofilik bakteri sayımı sonuçlarının kaplanmamış filetolarda kaplanmış olanlara göre daha hızlı geliştiğini, protein bazlı kaplamaların soğuk ve donmuş muhafaza süresince pH, TVB-N ve serbest yağ asidi değerlerinde gökkuşağı alabalığı filetosunda bozulmanın engellendiğini gösterdiğini ve protein bazlı kaplamaların gökkuşağı alabalığı filetolarının kalitesini korumada olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Karahalil ve Şahin (2011) Karadeniz bölgesine özgü olan karayemiş meyvesinin 17 farklı fenolik bileşenini ve antioksidan özelliklerini araştırdıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını 1,094g GAE/100g DW ve toplam flavonoid miktarını 0,080g QUE/100g DW olarak bulduklarını, meyvenin metanolik ekstraktında ana fenolik bileşen olarak klorojenik asit bulunduğunu bildirmişlerdir. Örneklerde gallik, protokatekuik asit, p-OH benzoik asit, klorojenik asit, vanilik asit, pcoumarik asit, ferulik, siringik, kateşin

ve rutin tespit ettiklerini fakat kafeik asit, benzoik asit, o-kumarik asit, absisik asit, trans-sinamik asit, epikateşin ve kersetin tespit etmediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca karayemiş meyvesinin insanları çeşitli hastalıklardan korumaya yardım edebilecek iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Sun vd. (2011) hurmanın (*Diospyros kaki*) yapraklarından elde ettikleri toplam flavonoid ekstraktının antioksidan aktivitesini değerlendirdikleri çalışmada, özellikle Çin’de hurma yapraklarının genellikle içecek olarak kullanıldığını ve popüler bir halk ilacı olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda hurma yapraklarının önemli miktarda flavonoid içerdiğini (192µ kateşin/g’a eşdeğer) belirtmişlerdir. Ayrıca hurma yaprağı ekstraktlarının aldıkları doza bağlı olarak farelerin kemik hücrelerinde katalaz, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktivitesini arttırdığını, reaktif oksijen türlerini ve malondialdehit seviyesini önemli ölçüde düşürdüğünü, güçlü bir antioksidan ve serbest radikal temizleme aktivitesine sahip olduğunu, farelerin kemik hücrelerinde canlılığı ve antioksidatif durumları üzerinde koruyucu bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yıldız vd. (2014) pestisit kullanılmamış karayemişin genotiplerinin temel kalite özelliklerinin belirlemek için yaptıkları çalışmada Doğu Karadeniz bölgesinde doğal olarak yetişen karayemişlerin bitki zararlılarına karşı dirençli olduklarını, meyvelerin kan durdurucu/büzücü etkisinden dolayı zararlılara karşı direnç gösterdiğini belirtmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda toplam fenol içeriğini 154-213 mg GAE/100 g ve toplam antosiyanin içeriğini 397-519 mg GAE/100 g aralıklarında belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre karayemiş meyvelerinin özellikle biyoaktif içerik açısından üstün ve benzersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Kekik (*Origanum minutiflorum*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağı ile zenginleştirilmiş kitosan filmlerinin sıcak tütsülenmiş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) 4°C’deki bazı kalite özelliklerine olan etkisini belirlendiği çalışmada Doğan ve İzci (2017) kontrol ve kitosan ilaveli grupların 42. günde, biberiye yağı ilaveli kitosan ile zenginleştirilmiş filmlerle kaplı örneklerin 49. günde, kekik yağı ilaveli kitosan ile zenginleştirilmiş filmlerle kaplı örneklerin ise 63. günde tüketilemez duruma geldiğini, çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre kitosan ile zenginleştirilmiş

uçucu yağlarla kaplamanın tüketicinin beğenisine ve raf ömrüne olumlu katkı sağladığını bildirmişlerdir.

Kantar vd. (2018) 4 farklı *Vaccinium* (yabanmersini) türünün (*V. corymbosum*, *V. ashei*, *V. angustifolium*, *V. myrtillus*) toplam fenolik, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasiteleriyle ilgili yapmış oldukları çalışmada yabanmersini türlerinin taze meyvelerinde 13,9-45,9µ mol troloks, kuru meyvelerde ise 63,2-282,3µ mol troloks/g olarak belirlediklerini bildirmişlerdir.

Vareltzis (1996) yaptıkları çalışmada donmuş muhafazada fileto ve kıyma halindeki istavrit (*Trachurus trachurus*) ve berlam (*Merluccius mediterraneus*) balıkları üzerinde doğal biberiye (*Rosmarinus officinalis*) özütünün etkilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda depolama boyunca (-18°C’de 120 gün) oksidasyon oranının azaldığını, her iki balık türünün kontrol grubu örneklerinde depolamanın 50. gününe kadar PUFA miktarında önemli bir azalma olduğunu ($p<0,05$), fakat işlem gören örneklerde oksidasyonun kademeli bir şekilde ve yavaş yavaş gerçekleştiğini, kaplanmış ürünlerin kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde daha az malondialdehit içerdiğini ($p<0,05$) bildirmişlerdir.

Raeisi vd. (2016) yaptıkları çalışmada yarı kızartılmış gökkuşağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetoalarını arpacık soğanı meyvesi (*Allium ascalonicum*) ve mısır anasonu (*Trachyspermum ammi*) tohum ekstraktlarını içeren yenilebilir filmler ile kaplamışlar soğuk muhafaza şartlarında kalite değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda lipit oksidasyonunun ve mikrobiyolojik bozulmanın bitki ekstraktları ile muamele edilen örneklerde önemli oranda geciktiğini ($p<0,05$), bu ekstraktların daha iyi duyusal kalite ve genel kabul edilebilirliğe katkıda bulunduğunu ($p<0,05$), %3 anason tohumu ekstraktı uygulamasının en iyi antioksidan ve antimikrobiyal aktivitenin yanı sıra duyusal analiz sonuçlarını verdiğini, bu değerleri %3 arpacık soğanı ekstraktının izlediğini, bu bitkisel ekstraktların balıkların raf ömrünü uzatmada doğal koruyucu olarak uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Albertos vd. (2019) yaptıkları çalışmada yenilebilir filmler formülasyonlarına deniz yosunu (*Himanthalia elongata*, *Palmaria palmata*) ekstreleri eklemişlerdir. Elde ettikleri

sonuçlarda *H. elongata* ile formüle edilen filmlerin *P. palmate* ile formüle edilene göre daha yüksek toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite sergilediğini, balık burgerlerinde özellikle *H. elongata* ile formüle edilenlerin kontrol grubuna kıyasla pH ve a_w değişikliklerini önemli ölçüde koruyarak mikrobiyal gelişmeyi azalttığını, balık burgerlerinin depolanmasında lipit oksidasyonunun önemli derecede azaldığını ve antioksidan kapasitesinde artış gözlemlendiğini, yenilebilir filmlere dahil edilen deniz yosunlarının balık burgerlerinde, hızlı oksidatif süreçlere eğilimli ürünlerin ve bozulmaya yatkın ürünlerin raf ömrünü uzatmak için uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Kitosan kaplamanın donmuş depolama sırasında gümüş sazanının kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin belirlendiği çalışmada Fan vd. (2009) balık örneklerini %2 kitosan solüsyonu ile muamele edip 30 gün boyunca -3°C 'de muhafaza ettiler ve kitosan kaplamaların donmuş muhafazası sırasında balıkların kalite özelliklerini koruduğunu ve raf ömrünü uzattığını kimyasal, biyolojik ve duyuşsal analizlerle desteklediklerini bildirmişlerdir.

Kitosan ve protein içeren yenilebilir filmlerin donmuş depolama sırasında pembe somon balıkları (*Oncorhynchus gorboscha*) üzerindeki etkisini inceleyen Sathivel (2005) %1 ve %2 kitosan, yumurta albümini ve soya protein konsantresi, pembe somon proteini tozu ve ararot otu unu içeren yenilebilir filmler ile derisiz pembe somon balıklarını kaplamışlar ve 3 ay boyunca donmuş muhafazada depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda %2 oranında kitosan içeren kaplamaların diğer kaplamalara göre daha iyi sonuç verdiğini, kitosan ile kaplanan somon balıklarının çözündürme veriminin yüksek bulunduğunu, kitosan, yumurta albümini ve soya protein konsantresi ile kaplanan örneklerin kontrol grubuna göre daha yüksek nem içeriğine sahip olduğunu, kitosan kaplamaların nem kaybını azaltmada %50 oranında etkili olduğunu, kitosan ve soya protein konsantresi içeren kaplamaların oksidasyonu geciktirdiğini, kaplanan örneklerin pişirmeden sonra renk değerlerinde bir etkisi görülmediğini bildirmişlerdir.

Kitosan esaslı yenilebilir film ve hidrostatik basınç işleminin soğuk muhafaza şartlarında (4°C) gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında mikrobiyal ve kimyasal kalitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada Günlü vd. (2014) yüksek hidrostatik basınç grubu örneklerinin 4 gün, kitosan bazlı yenilebilir film grubu

örneklerinin 8 gün hem hidrostatik basınç hem de kitosan bazlı yenilebilir film örneklerinin 24 gün raf ömrü artışı sağladığını bildirmişlerdir.

Lopez-Caballero vd. (2005) yaptıkları çalışmada soğuk ortamda hazırlanmış kitosan ve jelatin karışımı çözeltisinden hazırladıkları kaplamayı soğuk muhafaza şartlarında morina köftelerine uygulamışlar ve koruyucu etkisini ile renk, reolojik (sertlik, esneklik, yapışkanlık, çiğneme), biyokimyasal (TVB-N, TBA) ve mikrobiyal (toplam bakteri, parlak bakteri, pseudomonas, laktik asit bakterileri, *S. aureus*) değerlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda kitosanın toz halinde kullanılmasının renk değerlerinden açıklığı etkilemediğini ancak sarılık değerinde bir artışa neden olduğunu, hamur elastikiyetini ve diğer reolojik parametreleri arttırdığını belirtmişlerdir. Köftelere uygulanan kaplamanın TVB-N değerinde ve mikroorganizma sayımında (özellikle gram negatif bakteri sayımında) bir azalma sağladığı ve köftelerin bozulmasını önlediğini fakat kitosanın börek karışımına eklendiğinde bu etkilerin hiçbirinin görülmediğini, jelatin ve kitosan karışımının soğuk hazırlanan kaplamalarının balık köftelerinin korunması için umut verici olduğunu belirtmişlerdir.

Kitosan ve askorbik asit kaplamasının soğuk muhafazadaki tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıkları üzerindeki etkisini inceleyen Lee vd. (2019) 4°C’de 15 günlük depolama sürecinde elde ettiği sonuçlarda kaplanmamış filetoların kaplanmış filetolardan 6 gün daha az raf ömrüne sahip olduğunu, kitosan ve askorbik asit ile filetoların 4 kat daha fazla lipid oksidasyonuna karşı koruma sağladığını, kitosanla kaplanan balık filetolarının pH değerinin kaplanmamış filetolara göre daha düşük bulunduğunu, kitosan kaplamalara ilave edilen askorbik asitin depolama süresince pH ve a_w değerlerini olumlu yönde etkileyerek oksidasyonu engellediğini ve elde ettikleri sonuçlar ışığında %5 askorbik asit eklenen %2’lik kitosan kaplamaların balık filetosundaki raf ömrünü arttırmada etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kitosan ve GA çözeltileri ile kapladıkları istavrit (*Trachurus trachurus*) filetolarının kalitesini ve raf ömrünü 13 günlük bir çalışmada araştıran Zarandona vd. (2021) elde ettikleri sonuçlarda kitosan içeren kaplamaların tümünün depolamanın son gününe kadar 2 log kob/g’lik bir azalış sağladığını fakat kitosan nanopartiküllerinin kullanıldığı grupta temas yüzeyinden kaynaklandığı düşünülen daha etkili bir sonuç elde

ettiklerini, ayrıca kitosan nanopartikülleri ile kaplanmış istavritlerin en düşük TVB-N ve 7'nin altında bir pH değeri gösterdiğini, kitosan nanopartiküllerinin uzun süreli GA salınımı sebebiyle düşük TBARS değerinin muhtemel sebebi olduğunu ve bu bağlamda GA çözeltisinin mikrobiyal etki göstermediğini fakat lipit oksidasyonunu engellediğini ve dolayısıyla soğuk muhafazada ürünün rengini ve kokusunu koruduğunu belirtmişlerdir.

Tarçın yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamaların soğuk muhafazadaki gökkuşağı alabalıkları üzerindeki etkisini 16 günlük bir depolama sürecinde araştıran Ojagh vd. (2010), elde ettikleri sonuçlarda %2 kitosan ve %1,5 tarçın kaplamasının balık numuneleri üzerindeki etkisinin kalite özelliklerine olumlu etkilediğini ve daha uzun süre muhafaza edilmesine katkı sağladığını bildirmişlerdir.

Fadıloğlu ve Çoban (2018) yapmış oldukları çalışmada sumakla zenginleştirilmiş kitosan içeren yenilebilir filmlerin soğuk muhafazada 12 gün boyunca saklanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarına olan etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda %2 kitosan, %1 sumak ve %2 kitosan, %2 sumak ile muamele edilen gökkuşağı alabalığı filetolarının raf ömrünün kontrol grubu örneklerine göre raf ömrünü 6 gün uzattığını bildirmişlerdir.

Lu vd. (2013) yaptıkları çalışmada kitosan, polivinil alkol ve kekik uçucu yağından oluşan kompozit filmlerin kuzey yılanbaşı balığı (*Channa argus*; Kuzeydoğu Çin'e özgü yırtıcı bir tatlı su balığı) üzerindeki kalite ve raf ömrü etkilerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda yenilebilir film ile muamele edilen örneklerin 15. güne kadar kabul edilebilir kaldığını, yenilebilir filmler ile muamele edilmeyen örneklerin 11. güne kadar kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Örneklerde kekik uçucu yağ ilavesinin balıklarda daha yavaş bozulmaya katkı sağladığını ve yağ konsantrasyonunun artması ile koruyucu etkinin arttığını bildirmişlerdir.

Çalışmanın amacı odun dışı orman ürünü olarak adlandırılan ve ekonomiye bir katkısı olmayan doğal antioksidan içeren hurma, karayemiş ve mavi yemiş yaprak ekstraktları ile hazırlanan yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerini tespit edilmesi, doğal katkı maddeleri kullanılarak ambalaj malzemelerinin geliştirilmesiyle petrol türevi

ambalaj malzemelerine olan bağımlılığın azaltılması, geliştirilen ambalaj malzemeleri ile Türkiye’de tüketimi ve üretimi yoğun olarak yapılan su ürünlerindeki (midye, alabalık ve istavrit) fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimlerini belirlenmesi ve raf ömrünü arttırılmasıdır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Kara Midye (*Mytilus galloprovincialis*)

Çalışmada kullanılan kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örnekleri (Şekil 5) Rize'nin Çayeli ilçesi (Şekil 4) limanında 6-8 metre derinliğinden el ile toplanmıştır. Ölü ve hasarlı midyeler ayrılmıştır.



Şekil 4. Kara midyenin hasat edildiği bölge (Çayeli/Rize/Türkiye)

Midyeler, buz/midye oranı 3:1 olacak şekilde strafor kutular içerisinde saklanmıştır. Hasat edilen midyeler 1 saat içerisinde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'na getirilmiştir. Üzerindeki yabancı partiküller fırçalanarak musluk suyu altında temizlenmiştir. Midyelerin ortalama genişliği $74,01 \pm 6,9$ cm ve ortalama ağırlığı $41,61 \pm 12,9$ g, et verimi %18,68 olarak belirlenmiştir. Çalışmada süresince oluşturulan her bir paralel örneği 155,5 g ağırlıktan meydana gelmektedir.



Şekil 5. Çalışmada kullanılan kara midye (Orijinal)

2.1.2. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Araştırmada kullanılan gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) Artvin'in Borçka barajında yetiştiricilik yapan bir yerel işletmeden temin edilmiş ve laboratuvara buz dolu strafor kutular içerisinde getirilmiştir. Çalışmada yaklaşık 20 kg balık kullanılmıştır (Şekil 6). Ortalama boyları $17,32 \pm 0,67$ cm ve ortalama ağırlıkları $1306,76 \pm 197,61$ g olarak ölçülmüştür. Et verimi ise %64,29 olarak belirlenmiştir.



Şekil 6. Araştırmada kullanılan gökkuşığı alabalıkları (Orijinal)

2.1.3. İstavrit Balığı (*Trachurus trachurus*)

Araştırmada kullanılan istavrit balıkları Doğu Karadeniz Bölgesinde ticari olarak avcılık yapan bir tekneden temin edilerek buz/balık oranı 3:1 olacak şekilde strafor kutular içerisinde saklanmıştır. Balıklar satın alındıktan sonra 1 saat içerisinde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'na getirilmiştir (Şekil 7). Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları sırasıyla $13,67 \pm 0,88$ cm ve $23,95 \pm 5,04$ g'dır. Yaklaşık 15,8 kg istavrit kullanılmıştır



Şekil 7. Araştırmada kullanılan istavrit balıkları (Orijinal)

2.1.4. Bitkisel Ekstraktların Hazırlanması

Çalışmada kullanılan hurma, karayemiş ve mavi yemiş yaprak ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ön çalışmalarında yaprak, çekirdek, kabuk kısımlarının antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri farklı konsantrasyon, çözelti ve sıcaklıklar göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda en yüksek antioksidan aktivite %2,5 ve

%5 konsantrasyonlarda belirlenirken, sulu çözeltinin hurma yaprakları için 75°C, karayemiş ve mavi yemiş yaprakları için 40°C sıcaklıklarında etkili olduğu görülmüştür.

2.1.4.1. Hurma (*Diospyros kaki*) Çanak Yaprakları

Çalışmada kullanılan hurma meyvelerinin çanak yaprakları Rize'nin Merkez ilçesi Kale Mahallesinde bir bahçeden Eylül ve Ekim aylarında toplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Çalışmada kullanılan hurma ve taç yaprakları (Orijinal)

2.1.4.2. Karayemiş (*Prunus Laurocerasus*) Yaprakları

Çalışmada kullanılan karayemiş yaprakları Rize'nin merkez ilçesi Kale mahallesinde bir bahçeden Nisan ve Mayıs aylarında toplanmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışmada kullanılan karayemiş yaprağı (Orijinal)

2.1.4.3. Mavi Yemiş (*Vaccinium myrtillus*) Yaprakları

Çalışmada kullanılan mavi yemiş yaprakları Rize'nin Güneysu İlçesinde bulunan Handüzü yaylasında Nisan ve Mayıs aylarında toplanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışmada kullanılan mavi yemiş yaprakları (Orijinal)

2.2. Yöntem

2.2.1. Çalışmada Kullanılan Bitkilerin Hazırlanması ve Kurutulması

Toplanan hurma ile karayemiş ve mavi yemiş yaprakları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi laboratuvarına getirilerek kullanılmayacak olan kısımlarından ayrılmış ve musluk suyu altında kaba yıkama işlemi uygulanmıştır. 60°C’de 24 saat etüvde kurutulan yapraklar laboratuvar tipi değirmende toz haline getirilerek kullanım anına kadar +4°C’de güneş ve nem almayacak şekilde cam kavanozlarda depolanmıştır.



Şekil 11. Hurma yapraklarının kurutulması



şekil 12. Karayemiş yapraklarının kurutulması

2.2.2. Yenilebilir Film çözeltisinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak hurma, karayemiş ve mavi yemiş yaprakları toz haline getirildikten sonra saf su ile %2,5 ve %5 konsantrasyonlarında ılık (40°C) ve sıcak (75°C) çözeltileri olmak üzere (şekil 14) 24 saat boyunca su banyosunda çalkalanarak hazırlanmıştır. Kullanılan çözelti konsantrasyonları ve sıcaklık değerlerine ön çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında karar verilmiştir.

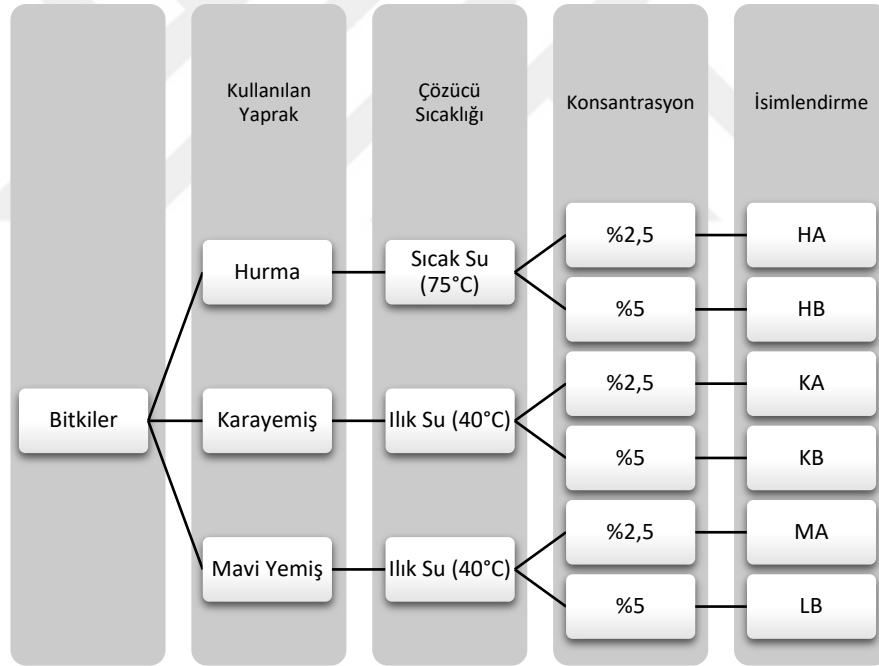


Şekil 13. Ön çalışmada elde edilen yenilebilir filmler (Orijinal)

Ekstraktlar daha sonra kaba filtre kağıdından süzölmüş ve filmler 6,5 g nişasta, 6,5 ml gliserol, 100 ml saf su ve 100 ml ekstrakt oranında karıştırılarak ve kaynatılarak hazırlanmıştır. Yenilebilir film içerisinde kullanılan nişasta, gliserin ve su miktarı oranlarını belirlemek amacıyla ön çalışmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar ışığında yenilebilir film içeriğinde nişasta ve gliserol %3,25 oranında kullanılmıştır. Filmlerin oluşturulmasında gliserol ve nişasta kıvam verici olarak kullanılmıştır. Bitkisel yenilebilir film çözeltilerinin haricinde karşılaştırma yapılabilmesi için %5 oranında C vitamini içeren bir çözelti aynı işlemlerin uygulanması ile hazır hale getirilmiştir.



Şekil 14. Bitkisel ekstraktların süzülmesi



Şekil 15. Ürün gruplarından elde edilen ekstraktların akış şeması

2.2.3. Bitkisel ekstraktların antioksidan kapasitesinin belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak hurma, karayemiş ve mavi yemiş yapraklarından elde edilen ekstraktların antioksidan kapasitesi, serbest radikal süpürme aktivitesi (DPPH) yöntemine göre yapılmıştır (Brand-Williams vd., 1995). Bu yöntemde serbest radikal

bulunan bir ortama eklenen antioksidan madde ile DPPH radikali meydana gelmekte ve tepkime tersine dönmektedir. Ortamda meydana gelen renk değişiminin 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmesiyle sonuçlar aşağıdaki denkleme göre %inhibisyon olarak hesaplanmıştır.

$$\text{➤ \%İnhibisyon} = [(A_k - A_0 / A_k)] \times 100$$

- A_k = Kontrol absorbansı
- A_0 = Örneğin Absorbansı

2.2.4. Ürünlerin Hazırlanması

RTEÜ Su Ürünleri İşleme Teknolojisi laboratuvarına getirildikten sonra ayıklama ve temizleme işlemleri yapılan istavrit, alabalık ve midye örnekleri 8 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar kontrol (K), %5 C vitamini (C), %2,5 hurma (HA), %5 hurma (HB), %2,5 mavi yemiş (MA), %5 mavi yemiş (MB), %2,5 karayemiş (KA), %5 karayemiş (KB) içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış ürünler şeklinde oluşturulmuştur. Film çözeltileri ürün yüzeyine boşluk kalmayacak şekilde fırça yardımıyla sürülmüş ve tabaka 5 dak. kadar tabaka oluşturması beklenmiştir. Yenilebilir film ile kaplanan istavrit balıkları streç film ile pakatlendikten sonra $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de, taze muhafazası yapılacak alabalık ve midyeler ise herhangi bir paket içerisine konulmadan buzdolabı koşullarında ($+ 3 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Çalışmada kullanılan ürünlerin muhafaza süreleri ve sıcaklıkları

	Midye	Alabalık	İstavrit
Depolama Sıcaklığı	$3 \pm 1^\circ\text{C}$	$3 \pm 1^\circ\text{C}$	$-20 \pm 2^\circ\text{C}$
Depolama Süresi	4 gün	8 gün	6 ay



Şekil 16. Midyelerin ve İstavrit balıklarının yenilebilir film ile kaplanması

2.2.5. Film Kalınlıklarının Ölçülmesi

Ürünlerin kaplanmasında kullanılan film çözeltileri ile yenilebilir filmler oluşturularak çeşitli karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Filmlerin kalınlığı 5 farklı yerden dijital kumpas (MarCal 16 ER dijital mikrometre) kullanılarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

2.2.6. Mekanik Özelliklerinin Ölçülmesi

Yenilebilir filmlerin Çekme Mukavemeti (ÇM) ve Kopma Uzaması (KU) Yalova Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarında bulunan universal test cihazı (Zwick Roell- Almanya) kullanılarak ölçülmüştür.

2.2.7. Su Buharı Geçirgenliğinin Ölçülmesi

Filmlerin SBG, (Shiku vd., 2004) tarafından belirtilen ASTM (1989) metodunun modifiye edilmiş yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Filmler, halka yardımı ile içerisinde

silika jel (%0 RH) bulunan deney tüplerinin ağzını kapatacak şekilde tutturularak 25 °C'de su buharı ile doyurulmuş bir desikatöre yerleştirildikten sonra 7 gün boyunca 24 saat aralıklarla tartılmış ve filmlerin SBG'si aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır

$$\text{SBG} = w \times A^{-1} \times t^{-1} \times (P_2 - P_1)^{-1}$$

- W: kabın (g) ağırlık kazancı
- x: film kalınlığı (m)
- A: maruz kalan film alanıdır (m²)
- t: süre
- (P₂-P₁): filmin (Pa) üzerindeki buhar basıncı diferansiyelidir (Jongjareonrak vd., 2006)

2.2.8. Besinsel Analizler

Yenilebilir filmler ile kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinin % nem, % ham kül ve % ham protein (Norwitz, 1970) göre belirlenmiştir. Ham yağ değeri sokslet yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bligh ve Dyer, 1959).

2.2.8.1. Nem Tayini

Nem analizinde kullanılan krezeller 105°C'de 1 saat kurutulduktan sonra desikatörde soğumaya bırakılmıştır. İçerisine yaklaşık 3 g örnek koyulduktan sonra tartılarak 105°C'de 24 saat bekletilmiş ve desikatörde soğumaya alınmıştır. Soğuma işleminin ardından tekrar tartımı yapılmış ve aşağıdaki formüle göre % nem miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{\% Nem} = (\text{Son tartım} - \text{ilk Tartım}) \times 100 / \text{Örnek Ağırlığı (g)}$$

2.2.8.2. Ham Kül Tayini

Ham kül miktarının belirlenmesinde kullanılan porselen krezeller 1 saat 550°C'de yakma/kurutma işlemine tabi tutulmuş ve desikatörde soğumaya bırakılmıştır. İçerisine yaklaşık 3 g örnek koyulduktan sonra 24 saat boyunca 550°C'de kül fırınında yakılmıştır.

Yakma işleminin ardından desikatöre alınan örnekler soğuduktan sonra tartılmış ve aşağıdaki formüle göre % ham kül miktarı belirlenmiştir.

$$\text{➤ \% ham kül} = (\text{son tartım} - \text{ilk tartım}) \times 100 / \text{örnek ağırlığı (g)}$$

2.2.8.3. Ham Yağ Tayini

Ham yağ tayini için 105°C’de kurutulan örneklerden yaklaşık 3 g alınarak ekstraksiyon kartuşlarına yerleştirilmiş ve tartım kaydedilmiştir. Yağ miktarının belirlenmesinde kullanılacak cam krozeler sabit tartıma getirildikten sonra hassas terazide tartılmış ve tartım kaydedilmiştir. Krozelerin içerisine 70 ml petroleum eter ilave edildikten sonra 3 aşamalı ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir (30 dak. daldırma, 60 dak. yıkama, 20 dak. geri kazanım). Yağ ekstraksiyonunun ardından tartım yapılmış ve aşağıdaki formüle göre ham yağ miktarı belirlenmiştir.

$$\text{➤ \% ham yağ} = (\text{son tartım} - \text{ilk tartım}) \times 100 / \text{örnek miktarı}$$



Şekil 17. % Ham yağ analizi

2.2.9. Kimyasal Analizler

2.2.9.1. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Analizi

Yenilebilir filmlerle kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinde Tiyobarbiturik asit (TBA) analizi (Tarladgis vd., 1960) yöntemine göre yapılmıştır. Bu metoda göre homojenize edilmiş örnekten 10 g tartılmış, üzerine 97,5 ml saf su ile 2,5 ml 4N HCl ilave edilmiş ve kaynatma balonuna aktararak 50 ml destilat toplanana kadar destilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Toplanan destilattan 5 ml alınıp üzerine 0,02M tiyobarbiturik asit reaktifi ilave edilerek 35 dak. boyunca kaynar su banyosunda

bekletilmiştir. Soğuyan destilatların spektrofotometrede 538 nm dalga boyunda optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen sonuçlar 7,8 katsayısı ile çarpılarak 1000 g örnekteki malondialdehit miktarı mg olarak belirlenmiştir.

- TBA mg malondialdehit/kg = $A_{538} \times 7,8$
- A_{538} = Örneğin absorbans değeri

2.2.9.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi

Yenilebilir filmlerle kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinde toplam uçucu bazik azot (TVB-N) Varlık vd. (1993)'e göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre homojen hale getirilmiş 10 g örnek destilat balonu içerisine aktarılmış ve üzerine 1 g magnezyum oksit (MgO), köpürmeyi önlemek için birkaç damla silikon yağı ve 100 ml saf su ilave edilmiştir. Destilatların biriktirileceği ve titrasyonun yapılacağı 50 ml'lik hacme sahip geniş boyunlu bir erlenmeyer içerisine 10 ml %3'lük borik asit (H_3BO_3), 8 damla taşıro indikatörü ve yaklaşık 100 ml saf su ilave edilerek destilat çıkış borusunun ucu, içerisindeki çözeltiye daldırılacak şekilde yerleştirilmiştir. Destilasyon balonu içerisindeki örnek 15-20 dak. destilasyona tabi tutulmuş ve elde edilen destilat 0,1N HCl ile titre edilmiştir. Toplam TVB-N miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

- $TVB-N \text{ (mg N/100)} = A \times 1,4 \times 100/B$
- A: ml olarak harcanan 0,1 N HCl
- B: Örnek ağırlığı

2.2.10. Fiziksel Analizler

2.2.10.1. pH Ölçümü

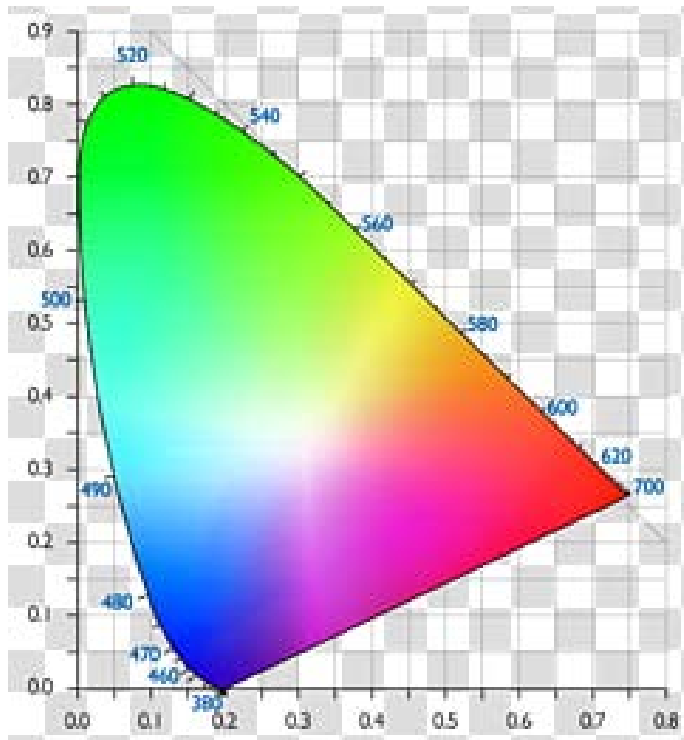
Yenilebilir filmlerle kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinde pH analizi (Curran vd., 1980)'a göre yapılmıştır. Bu metoda göre örnekler 1/5 oranında saf su ilave edilerek homojenize edilmiş ve pH metre (Hanna, HI 3220) ile ölçüm gerçekleştirilmiştir.

2.2.10.2. Su Aktivitesi (a_w)

Yenilebilir filmlerle kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinde a_w değerleri Aqualab 3TE (0,100-1,000±0,003) marka/model cihaz kullanılarak belirlenmiştir. Homojenize edilen örnekler cihazın ölçüm kaplarına boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiş ve okuma işlemi için cihaz prosedürü uygulanmıştır.

2.2.10.3. Renk Ölçümü

Yenilebilir filmlerle kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinde renk ölçümleri spektral renk ölçer Spectropen R (Duesseldorf, Almanya) ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler ölçülmeden önce, renk ölçer beyaz bir standarda (LZM 224) göre kalibre edilmiş ve homojen hale getirilen örnekler üzerinde ölçüm yapılmıştır. Renk ölçümü saydam ve cam olan petri kapları üzerinde beş kez tekrarlanmıştır. CIELab sisteminde L *, siyahtan beyaza kadar 0–100 ölçeğinde hafifliği belirtir; a *, (+) kırmızı ve (-) yeşil ve b *, (+) sarı ve (-) mavi (Schubring, 2002). Örneklerin Y, x, y aydınlık dereceleri CIE renk tablosu (Şekil 17) değerlerine göre belirlenmiştir.



Şekil 18. CIE renk tablosu

2.2.11. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik sayısı (Harrigan ve McCance, 1976)'a göre, maya ve küf sayımı (Harrigan ve McCance, 1976)'a göre yapılmıştır.

Yenilebilir filmlerle kaplanan midye, alabalık ve istavrit örneklerinden alınan 10 gram örnek ve 90 ml steril %0,8 fizyolojik tuzlu su çözeltisi (FTS) ile stomacher torbalarına aktarılmış ve 10^{-1} 'lik dilüsyon elde edilmiştir. Tüm dilüsyon serileri steril %0,8 fizyolojik tuzlu su çözeltisi (FTS) kullanılarak hazırlanmıştır. Daha sonra içerisinde 9 ml FTS bulunan tüplere 10^{-1} 'lik dilüsyondan aktararak 10^{-2} dilüsyonu hazırlanmış ve bu şekilde 10^{-6} 'ya kadar seyreltme serisi elde edilmiştir. Mikroorganizmaların sayımında 30-300 arası koloniler bulunan petri plakları dikkate alınmıştır (Gürgün ve Halkman, 1990). Sayım sonuçları log kob/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan ve McCance, 1976).

2.2.11.1. Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Bakteri Sayımı

Toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımı için plate count agar (Merc, PCA) besi yeri kullanılmıştır. Prosedürüne göre hazırlanan ve steril edilen besiyerlerine uygun dilüsyon serilerinden 0,1 ml alınarak besiyeri üzerinde yayılmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için 37°C 'de 48 saat ve toplam aerobik psikrofilik sayımı için 4°C 'de 10 gün inkübe şartları uygulanmıştır (Halkman, 2005). İnkübasyon sonunda koloniler sayılarak log kob/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan ve McCance, 1976).

2.2.11.2. Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımı için potato dekstroze agar (PDA) besi yeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyon serisinden 0,1 ml alınarak besiyeri üzerinde yayılmış 37°C 'de 24 saat inkübe edilmiştir. Gelişen koloniler sayılarak log kob/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan ve McCance, 1976)

2.2.12. Duyusal Analizler

Yenilebilir filmlerle kaplanan alabalık örneklerinin duyusal analizleri 5 kişilik panelist grup tarafından yapılmıştır. Değerlendirmede renk, koku ve görünüş kriterleri dikkate alınmıştır. Örnekler 2., 4. ve 8. günlerde duyusal açıdan analiz edilmiştir. Kalite kriterlerinin belirlenmesinde 1-2: çok kötü, 3-4: kötü, 5-6: normal, 7-8: iyi ve 9-10: çok iyi olarak değerlendirilmiştir (Çankırılıgil 2012).

2.2.13. Tekstür Analizi

Yenilebilir filmlerle kaplanan istavrit örneklerinin dokusal özelliklerinin belirlenmesi ve ölçülmesinde tekstür profil analizleri (TPA) kullanılmıştır. Ölçümlerde Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğüne bağlı Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsünde bulunan TA. XT plus, Stable Micro Systems, UK tekstür cihazı kullanılarak yapılmış, örneklerin yapışkanlık ve elastikiyet özellikleri belirlenmiştir. Örnekler bir bütün halinde ölçülmüş ve ölçümde 3,5 cm. çapındaki silindirik prob 1 mm/s hızda kullanılmış ve en az 2 paralel olarak her bir grup için tekrarlanmıştır (Çağlak, 2009).

2.2.14. Ekonomik Analiz

Yenilebilir filmlerin girdisini oluşturan malzemeler gliserin, nişasta, su ve bitkisel ekstraktların hazırlanmasında kullanılan yapraklardır. Yenilebilir film maliyeti hesaplanırken gliserin ve nişasta girdi oluşturmakta fakat yapraklar ve doğadan kolayca toplanabilecek ürün olduğu için girdi oluşturmamaktadır. Ürünlerin ekonomik analizi yapılırken gliserol ve nişasta ham maddelerinin internet ortamında 5 farklı marka birim fiyatları araştırılmış ve ortalamaları alınmıştır.

2.2.15. İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen veriler, sonuçların paralellerinin (n:2-3) ortalama $\pm$ standart sapması alınmıştır. Örnekler arası farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan gruplara önemlilik testi uygulanmıştır. Bu önemlilik testi için 'One Way Anova' testi uygulanmış, önem derecesi $p < 0,05$ olarak kullanılmıştır. İstatistiki analizde JMP

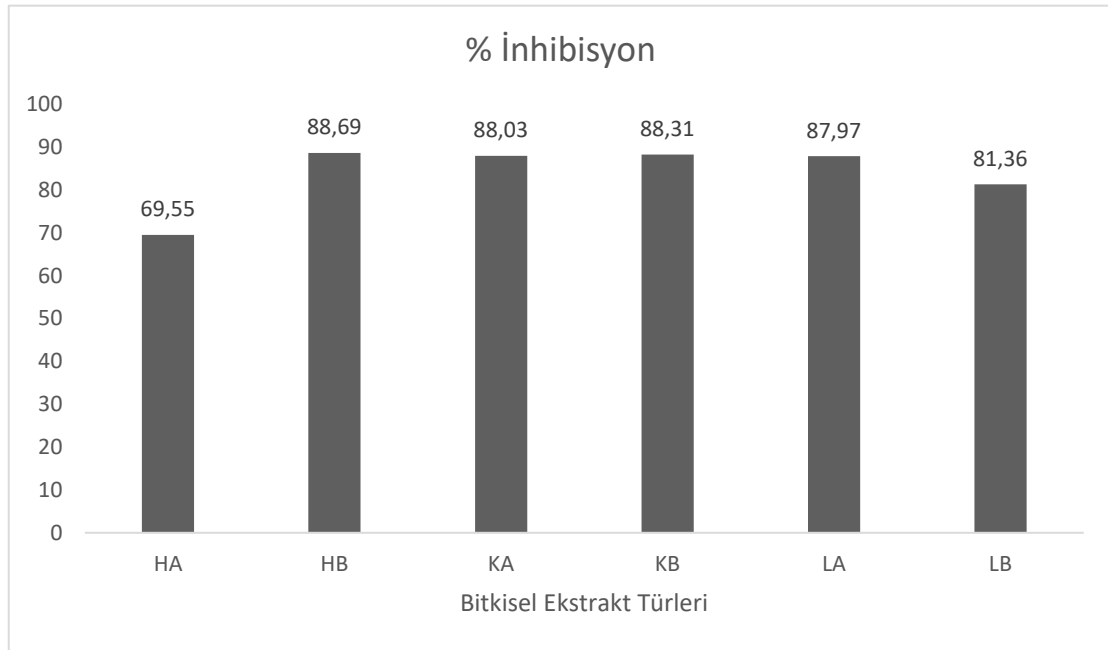
5.0.1 SAS (SAS Institute Inc, NC, ABD) paket programı kullanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000).



3. BULGULAR

3.1. Bitkisel Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi Sonuçları

Yenilebilir filmlerin kaplanması için kullanılan bitkisel ekstraktların antioksidan aktivitesi oranları % inhibisyon olarak Şekil 18’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara en yüksek antioksidan aktivite gösteren ekstrakt %88,69 ile HB grubunda görülürken en düşük antioksidan aktiviteyi %69,55 ile HA grubu göstermiştir.



Şekil 19. Bitkisel ekstraktların antioksidan aktivitesi değerleri

Yapılan analiz sonuçlarına göre tüm grupların antioksidan aktivitesi sonuçlarına bakılacak olursa HB %88,69, KB %88,31, KA %88,03, MA %87,97, MB %81,36 ve HA %69,55 olarak belirlenmiştir.

3.2. Yenilebilir Filmlerin Özellikleri

3.2.1. Yenilebilir Filmlerin Ekonomik Özellikleri

Yenilebilir filmlerin elde edilmesinde kullanılan malzemelerin internet ortamında 5 farklı markanın birim fiyatı araştırılmış ve ortalama rakamları Tablo 5’te verilmiştir. Kullanılan yapraklar herhangi bir ekonomik maliyete sahip değildir. Doğadan kolayca

toplanabilecek ürünlerden karşılanmıştır. Kullanılan nişasta (kg) ve gliserin (l) piyasadaki 5 farklı markanın ortalama değeri sırasıyla 8TL ve 31,15TL olarak belirlenmiştir.

Tablo 5. Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kullanılan ürünlerin maliyeti

Ürünler	Fiyat (TL)
Nişasta (1 kg)	8
Gliserin (1 l)	31,15
Yenilebilir Film (1 m ²)	1,27

3.2.2. Yenilebilir Filmlerin Mekanik Özellikleri ve Değerleri

Ürünlerin kaplanması için kullanılan yenilebilir filmlerin nem içeriği, yoğunluk ve kalınlık değerleri ile ÇM, kopma uzaması (KU), su buharı geçirgenliği (SBG), suda çözünürlük (SÇ) ve şişme derecesi (ŞD) değerleri Tablo 6’da verilmiştir. Hazırlanan filmlerde MA bitkisel ekstraktı hariç kullanılan ekstraktların ÇM’yi arttırdığı, MA ekstraktının ise ÇM’yi düşürdüğü görülmüştür. Filmlerin ÇM değerleri sırasıyla HB> HA> KA> KB> MB> K> MA şeklinde bulunmuştur. Hazırlanan filmlerin kopma direnci değerleri arasında istatistiksel farkların olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Yapılan çalışmada kopma uzaması değerleri %39,09 ile %21,43 değerleri arasında değişmektedir. En düşük kopma uzaması kontrol ve KA grubunda görülmektedir. Kopma uzaması değerlerine bakarak bitkisel ekstraktların kopmaya karşı direnç gösterdiği söylenebilir. Kopma uzaması değerleri HA>MA>HB>MB>KB>K>KA şeklinde sıralanmıştır. Hazırlanan filmlerin kopma uzaması değerleri arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 6. Yenilebilir filmlerin mekanik özellikleri

Gruplar	ÇM (MPa)	KU (%)	SBG×10 ⁻¹⁰ g		
			H ₂ O Pa ⁻¹ s ⁻¹ m ⁻¹	SÇ (%)	ŞD (%)
K	0,40±0,03 ^{bc}	21,99±2,17 ^a	0,42±0,05 ^a	61,08±0,86 ^{ab}	46,73±0,51 ^b
HA	0,56±0,06 ^{ab}	39,09±6,81 ^a	0,57±0,38 ^a	62,92±0,50 ^a	40,18±0,27 ^c
HB	0,61±0,10 ^a	34,05±10,23 ^a	0,41±0,02 ^a	56,71±0,79 ^c	59,62±0,97 ^a
MA	0,32±0,03 ^c	34,07±7,15 ^a	0,34±0,01 ^a	60,01±0,59 ^b	36,11±0,85 ^{de}
MB	0,46±0,06 ^{abc}	31,97±3,63 ^a	0,49±0,08 ^a	63,10±0,59 ^a	38,91±0,83 ^{cd}
KA	0,52±0,04 ^{ab}	21,43±3,68 ^a	0,35±0,09 ^a	58,97±0,56 ^{bc}	35,79±0,62 ^e
KB	0,47±0,04 ^{abc}	27,54±0,66 ^a	0,38±0,04 ^a	61,30±0,57 ^{ab}	36,88±0,73 ^{de}

ÇM: Çekme Mukavemeti **KU:** Kopma uzaması **SBG:** Su buharı geçirgenliği **SÇ:** Sudaki çözünürlük **ŞD:** Şişme derecesi **K:** Kontrol grubu **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) yenilebilir film grupları arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Su buharı geçirgenliğinin en düşük olduğu değer 0,34 g H₂O Pa⁻¹s⁻¹m⁻¹ ile MA grubunda görülmüştür. En yüksek olduğu grup ise 0,57 g H₂O Pa⁻¹s⁻¹m⁻¹ ile HA grubundadır. Su buharı geçirgenlik değerleri sırasıyla HA> MB> K> HB> KB> KA> MA şeklinde bulunmuştur. Yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenliği arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir (p>0,05). Suda çözünürlük değerleri en yüksek %63,10 ve en düşük %56,71 olarak bulunmuştur. Filmlere eklenen bitkisel ekstraktların filmlerin suda çözünürlüğünü çok fazla etkilemediği söylenebilir. Yapılan çalışmada suda çözünürlük değerleri arasında HB grubu hariç istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş (p<0,05), KU ve SBG değerlerinde bir fark görülmemiştir (p>0,05). Filmlere eklenen bitkisel ekstraktların şişme derecesini nispeten düşürdüğü söylenebilir. En düşük değer (%35,79) KA katkılı, en yüksek değer (%59,62) ise HB katkılı yenilebilir filmlerde bulunmuştur. İstatistiksel açıdan bakıldığında yenilebilir filmlerin şişme dereceleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Yenilebilir filmlerin nem, kalınlık ve yoğunluk değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Yenilebilir filmlerin karakteristik özellikleri

Gruplar	Nem (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Kalınlık (mm)
K	42,27±0,69 ^{ab}	2,45±0,26 ^a	0,02±0,00 ^a
HA	41,72±0,39 ^{ab}	1,73±0,01 ^a	0,03±0,00 ^a
HB	34,44±0,37 ^d	1,97±0,11 ^a	0,04±0,00 ^a
MA	37,58±0,54 ^c	1,78±0,12 ^a	0,03±0,00 ^a
MB	41,70±0,63 ^{ab}	2,12±0,27 ^a	0,04±0,00 ^a
KA	43,09±0,21 ^a	2,11±0,04 ^a	0,03±0,00 ^a
KB	40,21±0,68 ^b	2,07±0,37 ^a	0,03±0,00 ^a

K: Kontrol grubu **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) yenilebilir film grupları arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yenilebilir filmlerin % nem miktarı incelendiğinde en yüksek nem miktarı KA katkılı filmde %43,09 olarak, en düşük nem miktarı HB katkılı filmde %34,44 olarak belirlendi. Filmlerin yoğunluk değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ve en düşük miktarların sırasıyla Kontrol (K) ve HA katkılı filmlerinde 2,45 g/cm³ ve 1,73 g/cm³ olarak tespit edildi. Filmlerin kalınlık değerlerine bakıldığında 0,02 mm ile 0,04 mm arasında değiştiği görülmektedir. İstatistiksel olarak bakıldığında HB ve MA ile hazırlanan yenilebilir filmlerin nem miktarları açısından diğer gruplardan farklı olduğu görülürken (p<0,05), yoğunluk ve kalınlık değerlerini istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiştir (p>0,05).

Bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin renk değerleri Tablo 8’de verilmiştir. Ekstrakt katkısı olmayan yenilebilir filmin L, a ve b renk değerleri cihazın ölçüm aralığına girmediği için ölçülememiştir. Katkılı filmlerde L değeri en yüksek 67,44 ile KB grubunda ve en düşük 50,86 olarak bulunmuştur. “a” değerine bakıldığında en yüksek 39,47 ile MB grubunda, en düşük 21,08 ile KA grubunda bulunmuştur. “b” değerine bakıldığında en yüksek 62,88 ile MB grubunda, en düşük 28,46 değeri ile HA grubunda bulunmuştur. İstatistiki bulgular incelendiğinde yenilebilir filmlerin renk değerleri arasında bir benzerlik tespit edilmemiştir (p<0,05).

Tablo 8. Yenilebilir filmlerin renk değerleri

Gruplar	L	a	b
K	Ölçüm alınamadı	Ölçüm alınamadı	Ölçüm alınamadı
HA	63,68±0,76 ^b	25,04±0,46 ^d	28,46±0,48 ^e
HB	59,90±0,34 ^c	27,82±0,89 ^c	33,37±0,29 ^d
MA	54,46±0,99 ^e	36,17±0,87 ^b	57,68±0,81 ^b
MB	50,86±0,49 ^f	39,47±0,41 ^a	62,88±0,77 ^a
KA	57,62±0,57 ^d	21,08±0,45 ^e	36,08±0,63 ^c
KB	67,44±0,78 ^a	25,73±0,37 ^d	32,60±0,63 ^d

K: Kontrol grubu **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) yenilebilir film grupları arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

3.3. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Kalite Kriterlerinde Meydana Gelen Değişiklikler

3.3.1. Nem miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında depolama süresince meydana gelen % nem değerleri Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin % nem değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	76,94±0,30 _A	77,32±0,64 ^{bc} _A	73,41±0,80 ^d _B
C	76,94±0,30 _A	79,66±0,39 ^{ab} _A	77,83±0,52 ^{ab} _B
HA	76,94±0,30 _A	77,13±0,58 ^c _A	75,81±0,85 ^{bc} _A
HB	76,94±0,30 _A	76,32±0,74 ^c _A	78,34±0,65 ^a _A
MA	76,94±0,30 _A	79,71±0,82 ^{ab} _A	79,59±0,53 ^a _A
MB	76,94±0,30 _A	78,64±0,66 ^{abc} _A	76,01±0,40 ^{bc} _B
KA	76,94±0,30 _A	78,47±0,16 ^{abc} _A	74,79±0,54 ^{cd} _b
KB	76,94±0,30 _A	80,21±0,76 ^a _A	77,79±0,37 ^a _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

3.3.2. Ham Kül Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerle kaplanmış midye örneklerinin depolama esnasında belirlenen ham kül miktarları Tablo 10'de verilmiştir.

Tablo 10. Yenilebilir filmlerle kaplanmış taze midyelerin % ham kül değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	1,62±0,2 _A	1,50±0,12 ^a _A	2,45±0,85 ^a _A
C	1,62±0,2 _A	1,41±0,23 ^a _A	1,26±0,47 ^a _A
HA	1,62±0,2 _A	1,58±0,16 ^a _A	1,94±0,15 ^a _A
HB	1,62±0,2 _A	1,43±0,10 ^a _A	1,86±0,50 ^a _A
MA	1,62±0,2 _A	1,45±0,51 ^a _A	1,80±0,79 ^a _A
MB	1,62±0,2 _A	1,18±0,04 ^a _A	1,80±0,06 ^a _A
KA	1,62±0,2 _A	1,36±0,08 ^a _A	2,42±0,16 ^a _A
KB	1,62±0,2 _A	1,44±0,44 ^a _A	1,53±0,11 ^a _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Depolamanın başlangıcında yapılan taze örnekte % ham kül miktarı %1,62 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 2. ve 4. günlerde yapılan ham kül miktarı sonuçları sırasıyla K grubunda %1,50 ve %2,45, C grubunda %1,41 ve %1,26, HA grubunda %1,58 ve %1,94, HB grubunda %1,43 ve %1,86, MA grubunda %1,45 ve %1,80, MB grubunda %1,18 ve %1,80, KA grubunda %1,36 ve %2,42, KB grubunda ise %1,44 ve %1,53 olarak bulunmuştur. Depolama süresinde farklı gün ve gruplar arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir (p>0,05).

3.3.3. Ham Yağ Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Tüm grupların % ham yağ değerleri Tablo 11’de verilmiştir. Depolamanın 2. gününde en yüksek ve en düşük ham yağ değeri sırasıyla %2,42 ile K grubu ve %1,93 ile KB grubunda görülürken 4. günde ise en yüksek ve en düşük % ham yağ değerleri sırasıyla %2,42 ile HA grubunda ve %1,26 ile C grubunda görülmüştür.

Tablo 11. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin % ham yağ değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	2,36±0,04 _A	2,42±0,31 ^a _A	1,43±0,26 ^{ab} _A
C	2,36±0,04 _A	2,10±0,10 ^a _A	1,26±0,49 ^b _A
HA	2,36±0,04 _A	2,32±0,08 ^a _A	2,42±0,02 ^a _A
HB	2,36±0,04 _A	2,05±0,44 ^a _A	1,74±0,30 ^{ab} _A
MA	2,36±0,04 _A	2,30±0,08 ^a _A	1,76±0,32 ^{ab} _A
MB	2,36±0,04 _A	2,25±0,00 ^a _A	1,82±0,22 ^{ab} _A
KA	2,36±0,04 _A	2,38±0,25 ^a _A	2,01±0,32 ^{ab} _A
KB	2,36±0,04 _A	1,93±0,34 ^a _A	1,88±0,11 ^{ab} _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın başlangıcında yapılan taze midye örneklerinde % ham yağ miktarı %2,36 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın 2. ve 4. günlerde yapılan ham yağ analiz sonuçları sırasıyla K grubunda %2,42 ve %1,43, C grubunda %2,10 ve %1,26, HA grubunda %2,32 ve %2,42, HB grubunda %2,05 ve %1,74, MA grubunda %2,30 ve %1,76, MB grubunda %2,25 ve %1,82, KA grubunda %2,38 ve %2,01, KB grubunda ise %1,93 ve %1,88 olarak bulunmuştur. Depolama süresince günler ve gruplar arasında gruplar arasında bir fark tespit edilmemiştir (p>0,05).

3.3.4. TVB-N (mg/100 g) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

TVB-N değeri taze midyede 5,60 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Tablo 12). En yüksek ve en düşük TVB-N değerleri sırasıyla 2. günde 24,52 mg/100 g değeri ile MA ve 7,00 mg/100 g ile KA grubunda, 4. günde ise 49,73 mg/100 g ile KA grubu ve 33,20 mg/100 g ile MB grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 12. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin TVB-N (mg/100 g) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	5,60±0,00 _C	21,01±0,00 ^{bc} _B	39,05±0,74 ^d _A
C	5,60±0,00 _C	14,71±0,99 ^d _B	46,23±0,00 ^b _A
HA	5,60±0,00 _C	14,71±0,99 ^d _B	42,69±0,81 ^c _A
HB	5,60±0,00 _C	14,01±0,00 ^d _B	33,45±0,74 ^e _A
MA	5,60±0,00 _C	24,52±0,99 ^e _B	46,93±0,99 ^a _A
MB	5,60±0,00 _C	18,83±0,62 ^{ab} _B	33,20±0,40 ^e _A
KA	5,60±0,00 _C	7,00±0,00 ^a _B	49,73±0,99 ^{ab} _A
KB	5,60±0,00 _C	22,41±0,00 ^c _B	34,50±0,74 ^e _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın 2. ve 4. günlerde yapılan TVB-N analiz sonuçları sırasıyla K grubunda 21,01 mg/100 g ve 39,05 mg/100 g, C grubunda 14,71 mg/100 g ve 46,23 mg/100 g, HA grubunda 14,71 mg/100 g ve 42,69 mg/100 g, HB grubunda 14,01 mg/100 g ve 33,45 mg/100 g, MA grubunda 24,52 mg/100 g ve 46,93 mg/100 g, MB grubunda 18,83 mg/100 g ve 33,20 mg/100 g, KA grubunda 7,00 mg/100 g ve 49,73 mg/100 g, KB grubunda ise 22,41 mg/100 g ve 34,50 mg/100 g olarak bulunmuştur. İstatistiksel açıdan bakıldığında 0., 2. ve 4. günlerde gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Ayrıca 2. günde K grubu ve 4. günde ise KA grubu hariç tüm gruplar istatistiksel açıdan farklıdır (p<0,05).

3.3.5. TBA (mg MA/kg) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Araştırma süresince elde edilen TBA değerleri Tablo 13'te verilmiştir. Taze örnekte TBA değeri 0,55 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük TBA değerleri sırasıyla 2. günde 1,35 mg MA/kg ile MB ve 0,83 mg MA/kg ile MA grubunda

bulunurken, 4. günde 2,52 mg MA/kg ile HA grubunda ve 1,63 mg MA/kg ile MA grubunda belirlenmiştir.

Tablo 13. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin TBA (mg MA/kg) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	0,55±0,15 _C	1,58±0,03 ^a _B	2,48±0,03 ^a _A
C	0,55±0,15 _C	1,65±0,05 ^a _A	2,18±0,28 ^a _A
HA	0,55±0,15 _C	1,86±0,25 ^a _A	2,52±0,60 ^a _A
HB	0,55±0,15 _C	1,37±0,39 ^a _A	2,21±0,65 ^a _A
MA	0,55±0,15 _C	1,35±0,13 ^a _A	1,63±0,30 ^a _A
MB	0,55±0,15 _C	0,83±0,09 ^a _A	1,49±0,24 ^a _A
KA	0,55±0,15 _C	1,61±0,50 ^a _A	2,18±0,21 ^a _A
KB	0,55±0,15 _C	1,68±0,06 ^a _A	1,94±0,18 ^a _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Depolamanın 2. ve 4. günlerde yapılan TBA analiz sonuçları sırasıyla K grubunda 1,58 mg MA/kg ve 2,48 mg MA/kg, C grubunda 1,65 mg MA/kg ve 2,18 mg MA/kg, HA grubunda 1,86 mg MA/kg ve 2,52 mg MA/kg, HB grubunda 1,37 mg MA/kg ve 2,21 mg MA/kg, MA grubunda 1,35 mg MA/kg ve 1,63 mg MA/kg, MB grubunda 0,83 mg MA/kg ve 1,49 mg MA/kg, KA grubunda 1,61 mg MA/kg ve 2,18 mg MA/kg, KB grubunda ise 1,68 mg MA/kg ve 1,94 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında tüm grupların 0. günden farklı olduğu, K grubunun 0., 2. ve 4. günlerinin farklı olduğu, kaplanmış örneklerin 2. ve 4. günlerde grup içindeki farkın anlamlı bulunduğu (p<0,05) fakat tüm grupların günleri arasında ise önemli fark bulunmadığı tespit edilmiştir (p>0,05).

3.3.6. Su Aktivitesi (a_w) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Başlangıç örnekleme ve yenilebilir filmlerle kaplanan midye örneklerinin a_w değerleri Tablo 14'te verilmiştir. Başlangıç örnekleme yapılan midyelerin a_w değeri 0,9867 olarak ölçülmüştür.

Tablo 14. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin a_w değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	0,9867±0,00 _A	0,9892±0,00 ^{cd} _A	0,9877±0,00 ^a _A
C	0,9867±0,00 _A	0,9894±0,00 ^{bcd} _A	0,9885±0,00 ^a _A
HA	0,9867±0,00 _A	0,9946±0,00 ^{ab} _A	0,9907±0,00 ^a _B
HB	0,9867±0,00 _A	0,9941±0,00 ^{abc} _A	0,9896±0,00 ^a _B
MA	0,9867±0,00 _A	0,9885±0,00 ^d _A	0,9914±0,00 ^a _A
MB	0,9867±0,00 _A	0,9934±0,00 ^{abcd} _A	0,9933±0,00 ^a _A
KA	0,9867±0,00 _A	0,9960±0,00 ^a _A	0,9893±0,00 ^a _A
KB	0,9867±0,00 _A	0,9896±0,00 ^{bcd} _A	0,9915±0,00 ^a _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Çalışmanın 2. ve 4. günlerde yapılan a_w ölçüm sonuçları sırasıyla K grubunda 0,9892 ve 0,9877, C grubunda 0,9894 ve 0,9885, HA grubunda 0,9946 ve 0,9907, HB grubunda 0,9941 ve 0,9896, MA grubunda 0,9885 ve 0,9914, MB grubunda 0,9934 ve 0,9933, KA grubunda 0,9960 ve 0,9893, KB grubunda ise 0,9896 ve 0,9915 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında tüm grupların (HA ve HB hariç) 0., 2. ve 4. günleri arasında fark görülmemiştir ($p > 0,05$). Depolamanın 2. gününde gruplar arası benzerlikler (MA ve KA hariç) vardır. Depolamanın 4. gününde gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

3.3.7. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında depolama süresince meydana gelen pH değişimleri Tablo 15'te gösterilmiştir. Depolamanın başlangıcında taze midyelerde ölçülen pH değeri 6,05'tir.

Tablo 15. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin pH değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	6,05±0,01 _A	5,40±0,02 ^{bc} _B	4,76±0,01 ^{ab} _C
C	6,05±0,01 _A	5,04±0,00 ^d _A	4,75±0,11 ^{ab} _A
HA	6,05±0,01 _A	5,49±0,06 ^{ab} _A	4,77±0,07 ^a _A
HB	6,05±0,01 _A	5,32±0,02 ^c _A	4,67±0,02 ^{ab} _B
MA	6,05±0,01 _A	5,52±0,04 ^a _A	4,53±0,02 ^b _B
MB	6,05±0,01 _A	5,52±0,01 ^a _A	4,68±0,06 ^{ab} _B
KA	6,05±0,01 _A	5,46±0,00 ^{ab} _A	4,68±0,04 ^{ab} _B
KB	6,05±0,01 _A	5,44±0,01 ^{ab} _A	4,68±0,07 ^{ab} _B

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın 2. ve 4. günlerde yapılan pH ölçüm sonuçları sırasıyla K grubunda 5,40 ve 4,76, C grubunda 5,04 ve 4,75, HA grubunda 5,49 ve 4,77, HB grubunda 5,32 ve 4,67, MA grubunda 5,52 ve 4,53, MB grubunda 5,52 ve 4,68, KA grubunda 5,46 ve 4,68, KB grubunda ise 5,44 ve 4,68 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında 0. ve 2. günde (K grubu hariç) grupların günleri arasında bir fark görülmemiştir (p<0,05). K grubunun 0., 2. ve 4. günü arasında istatistiksel olarak fark anlamlıdır (p>0,05). 2. ve 4. günler arasında C ve HA grubu hariç diğer grupların günleri arasındaki fark anlamlıdır (p>0,05). 2. güne bakıldığında C ve HB arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (p>0,05).

3.3.8. Renk Analizi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

3.3.8.1. “L” Aydınlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen L değerleri Tablo 16’da verilmiştir. Taze midye örneğinde yapılan ölçüm sonucunda L değeri 48,06 olarak belirlenmiştir.

Tablo 16. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "L" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	48,06±0,86 _C	58,14±0,75 ^a _A	53,30±0,90 ^a _B
C	48,06±0,86 _C	47,37±0,66 ^c _A	49,06±0,55 ^b _B
HA	48,06±0,86 _C	50,48±0,97 ^b _A	48,93±0,98 ^b _B
HB	48,06±0,86 _C	57,52±0,91 ^a _A	41,03±0,82 ^c _B
MA	48,06±0,86 _C	45,76±0,83 ^c _A	44,56±0,86 ^d _A
MB	48,06±0,86 _C	43,99±0,94 ^d _B	47,05±0,98 ^c _A
KA	48,06±0,86 _C	51,65±0,80 ^b _A	47,22±0,46 ^c _B
KB	48,06±0,86 _C	51,63±0,85 ^b _A	44,20±0,59 ^d _B

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre L değerleri 2. ve 4. günlerde sırasıyla K grubunda 58,14 ve 53,30, C grubunda 47,37 ve 49,06, HA grubunda 50,48 ve 48,93, HB grubunda 57,52 ve 41,03, MA grubunda 45,76 ve 44,56, MB grubunda 43,99 ve 47,05, KA grubunda 51,65 ve 47,22, KB grubunda ise 51,63 ve 44,20 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan bakıldığında tüm grupları ile başlangıç değerleri arasındaki fark anlamlıdır (p>0,05). 2. güne bakıldığında MB grubu hariç ve 4. günde HA grubu hariç birbirine benzemektedir (p<0,05).

3.3.8.2. “a” Kırmızılık Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen a değerleri Tablo 17’de verilmiştir. Taze midye örneğinde yapılan ölçüm sonucunda a değeri 13,9 olarak belirlenmiştir.

Tablo 17. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "a" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	13,9±0,6 _A	11,2±0,4 ^d _B	13,9±0,8 ^b _A
C	13,9±0,6 _A	13,0±0,7 ^c _B	17,1±0,7 ^a _A
HA	13,9±0,6 _A	13,9±0,3 ^{bc} _A	13,8±0,6 ^b _A
HB	13,9±0,6 _A	14,4±0,4 ^b _A	13,5±0,5 ^{bc} _B
MA	13,9±0,6 _A	13,5±0,8 ^{bc} _A	14,4±0,8 ^b _A
MB	13,9±0,6 _A	12,8±0,6 ^c _A	13,0±0,9 ^{bc} _A
KA	13,9±0,6 _A	15,9±0,7 ^a _A	12,3±0,7 ^c _B
KB	13,9±0,6 _A	12,8±1,0 ^c _A	13,5±0,6 ^{bc} _A

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre a değerleri 2. ve 4. günlerde sırasıyla K grubunda 11,2 ve 13,9, C grubunda 13,0 ve 17,1, HA grubunda 13,9 ve 13,8, HB grubunda 14,4 ve 13,5, MA grubunda 13,5 ve 14,4, MB grubunda 12,8 ve 13,0, KA grubunda 15,9 ve 12,3, KB grubunda ise 12,8 ve 13,5 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan bakıldığında 0. ve 2. günler arasında K ve C grubu arasındaki fark anlamlıdır ($p > 0,05$). 2. ve 4. güne bakıldığında HB ve KA arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p > 0,05$). 2. günde alınan sonuçlara bakıldığında gruplar arası benzerlikler bulunsa da K grubu diğer gruplardan farklıdır ($p > 0,05$).

3.3.8.3. “b” Sarılık Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen b değerleri Tablo 18’de verilmiştir. Taze midye örneğinde yapılan ölçüm sonucunda b değeri 27,1 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 18. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "b" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	27,1±0,7 _B	26,4±0,7 ^c _B	28,1±0,4 ^a _A
C	27,1±0,7 _B	24,0±0,5 ^d _B	26,8±0,9 ^{ab} _A
HA	27,1±0,7 _B	28,8±0,4 ^a _A	28,0±1,0 ^a _A
HB	27,1±0,7 _B	29,3±0,6 ^a _A	23,4±0,9 ^d _A
MA	27,1±0,7 _B	28,3±0,7 ^{ab} _A	25,0±0,6 ^c _B
MB	27,1±0,7 _B	24,0±0,5 ^d _B	25,5±0,8 ^{bc} _A
KA	27,1±0,7 _B	28,4±0,8 ^{ab} _A	23,3±0,4 ^d _B
KB	27,1±0,7 _B	27,3±0,6 ^{bc} _A	22,4±1,0 ^d _B

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre b değerleri 2. ve 4. günlerde sırasıyla K grubunda 26,4 ve 28,1, C grubunda 24,0 ve 26,8, HA grubunda 28,8 ve 28,0, HB grubunda 29,3 ve 23,4, MA grubunda 28,3 ve 25,0, MB grubunda 24,0 ve 25,5, KA grubunda 28,4 ve 23,3, KB grubunda ise 27,3 ve 22,4 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel olarak bakıldığında K, C ve MB gruplarının 0. günle aralarında bir fark yoktur (p<0,05). HA ve HB gruplarının ise 2. ve 4. günleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p>0,05). 2. gün değerlerine bakıldığında K grubu 4. gün değerlerine bakıldığında ise MA grubu diğer gruplardan farklıdır (p>0,05).

3.3.8.4. Y” Aydınlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen Y değerleri Tablo 19’da verilmiştir. Taze Midye örneklerinde yapılan ölçüm sonucunda Y değeri 23,7 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 19. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "Y" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	23,7±0,4 _B	19,1±0,8 ^e _C	28,4±0,9 ^a _A
C	23,7±0,4 _B	21,0±0,8 ^d _A	13,6±1,0 ^d _B
HA	23,7±0,4 _B	30,4±0,7 ^a _A	13,8±0,7 ^d _B
HB	23,7±0,4 _B	21,3±0,8 ^d _A	15,1±0,8 ^{cd} _B
MA	23,7±0,4 _B	27,1±0,8 ^{bc} _A	18,5±0,9 ^b _B
MB	23,7±0,4 _B	16,6±0,7 ^f _A	15,3±0,5 ^c _B
KA	23,7±0,4 _B	26,8±1,0 ^c _A	18,4±0,5 ^b _B
KB	23,7±0,4 _B	28,5±0,9 ^b _A	17,1±0,4 ^b _B

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre Y değerleri 2. ve 4. günlerde sırasıyla K grubunda 19,1 ve 28,4, C grubunda 21,0 ve 13,6, HA grubunda 30,4 ve 13,8, HB grubunda 21,3 ve 15,1, MA grubunda 27,1 ve 18,5, MB grubunda 16,6 ve 15,3, KA grubunda 26,8 ve 18,4, KB grubunda ise 28,5 ve 17,1 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan bakıldığında grupların 2. Gün değerleri ile 0. ve 4. gün değerleri birbirinden farklıdır. K grubunun ise 0., 2. ve 4. günü arasındaki istatistiksel olarak fark vardır (p>0,05). 2. Gün değerlerine bakıldığında K, HA ve MB grupları hariç gruplar arasında benzerlikler vardır (p<0,05). 4. gün değerlerine bakıldığında K grubu hariç gruplar arasında önemli fark tespit edilmemiştir (p<0,05).

3.3.8.5. “x” Kırmızılık Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Midye örneklerinden elde edilen x değerleri Tablo 20’de verilmiştir. Taze Midye örneklerinde yapılan ölçüm sonucunda x değeri 0,4114 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 20. Yenilebilir filmle kaplanmış midyelerin "x" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	0,4114±0,01 _A	0,3976±0,01 ^b _A	0,4072±0,02 ^a _A
C	0,4114±0,01 _A	0,4166±0,02 ^{ab} _A	0,4108±0,01 ^a _A
HA	0,4114±0,01 _A	0,4266±0,01 ^{ab} _A	0,3938±0,01 ^a _B
HB	0,4114±0,01 _A	0,4082±0,01 ^{ab} _A	0,4069±0,02 ^a _A
MA	0,4114±0,01 _A	0,4342±0,03 ^a _A	0,3940±0,02 ^a _B
MB	0,4114±0,01 _A	0,4268±0,02 ^{ab} _A	0,4064±0,02 ^a _B
KA	0,4114±0,01 _A	0,4326±0,02 ^a _A	0,4058±0,01 ^a _B
KB	0,4114±0,01 _A	0,4256±0,01 ^{ab} _A	0,4085±0,00 ^a _B

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre x değerleri 2. ve 4. günlerde sırasıyla K grubunda 0,3976 ve 0,4072, C grubunda 0,4166 ve 0,4108, HA grubunda 0,4266 ve 0,3938, HB grubunda 0,4082 ve 0,4069, MA grubunda 0,4342 ve 0,3940, MB grubunda 0,4268 ve 0,4064, KA grubunda 0,4326 ve 0,4058, KB grubunda ise 0,4256 ve 0,4085 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan grupların 0. ve 2. günleri arasında fark yoktur (p<0,05). HA, MA, MB, KA ve KB gruplarının ise 4. gün değerleri 0. ve 2. günden farklıdır (p>0,05). 4. gün analizlerinde gruplar arasında önemli fark tespit edilmemiştir (p<0,05).

3.3.8.6. “y” Yeşillik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Midye örneklerinden elde edilen y değerleri Tablo 21’da verilmiştir. Taze Midye örneklerinde yapılan ölçüm sonucunda y değeri 0,3683 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 21. Yenilebilir film ile kaplanmış midyelerin "y" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	0,3683±0,00 _A	0,3898±0,01 ^a _A	0,3847±0,01 ^a _A
C	0,3683±0,00 _A	0,3913±0,01 ^a _A	0,3780±0,00 ^a _B
HA	0,3683±0,00 _A	0,3993±0,00 ^a _A	0,3756±0,01 ^a _B
HB	0,3683±0,00 _A	0,3930±0,00 ^a _A	0,3765±0,01 ^a _B
MA	0,3683±0,00 _A	0,3971±0,01 ^a _A	0,3723±0,01 ^a _B
MB	0,3683±0,00 _A	0,3921±0,01 ^a _A	0,3827±0,01 ^a _A
KA	0,3683±0,00 _A	0,3936±0,01 ^a _A	0,3803±0,01 ^a _B
KB	0,3683±0,00 _A	0,3974±0,01 ^a _A	0,3796±0,00 ^a _B

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre y değerleri 2. ve 4. günlerde sırasıyla K grubunda 0,3998 ve 0,3847, C grubunda 0,3913 ve 0,3780, HA grubunda 0,3993 ve 0,3756, HB grubunda 0,3930 ve 0,3765, MA grubunda 0,3971 ve 0,3723, MB grubunda 0,3921 ve 0,3827, KA grubunda 0,3936 ve 0,3803, KB grubunda ise 0,3974 ve 0,3796 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan 0., 2. ve 4. günleri arasında K ve MB hariç önemli fark tespit edilmemiştir (p<0,05) ayrıca gruplar arasında da fark belirlenmiştir (p<0,05).

3.3.9. Mikrobiyolojik Analiz Değerleri

3.3.9.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı ekstraktlar kullanılarak muhafaza edilen midyelerin depolanması süresince toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımında meydana gelen değişimler Tablo 22’de verilmiştir. Taze midye örneğinde TAMB sayısı 2,24 log kob/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek TAMB değeri 5,97 log kob/g ile K grubunda belirlenirken en düşük TAMB değeri 5,53 log kob/g ile HB grubunda görülmüştür.

Tablo 22. Yenilebilir filmle kaplanmış taze midyelerin TAMB (log kob/g) sayısı değişimi

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	2,24±0,03	5,97±0,04	>7
C	2,24±0,03	5,91±0,05	>7
HA	2,24±0,03	5,48±0,16	>7
HB	2,24±0,03	5,53±0,05	>7
MA	2,24±0,03	5,74±0,03	>7
MB	2,24±0,03	5,83±0,01	>7
KA	2,24±0,03	5,72±0,03	>7
KB	2,24±0,03	5,84±0,02	>7

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Farklı bitkisel ekstraktlar uygulanarak muhafaza edilen tüm grupların TAMB sayısında artış gözlenmiş ve 4. günde tüketilemeyecek sınır değer olan 7 log kob/g değerini aşmıştır. Çalışmanın 2. gününde K grubunda 5,97 log kob/g C grubunda 5,91 log kob/g, HA grubunda 5,48 log kob/g, HB grubunda 5,53 log kob/g, MA grubunda 5,74 log kob/g, MB grubunda 5,83 log kob/g, KA grubunda 5,72 log kob/g, KB grubunda ise

5,84 log kob/g olarak belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan gruplar arasında önemli fark önemli bulunmuştur ($p>0,05$).

3.3.9.2. Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir film kullanılarak muhafaza edilen midyelerin depolanması süresince toplam aerobik psikrofilik bakteri (TAPB) sayımında meydana gelen değişimler Tablo 23'te verilmiştir. Taze midye örneğinde TAPB sayısı 2,00 log kob/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek TAPB değeri 4,62 log kob/g ile K grubunda belirlenirken en düşük TAPB değeri 4,48 log kob/g ile HB grubunda görülmüştür.

Tablo 23. Yenilebilir film ile kaplanmış midyelerin TAPB (log kob/g) sayısı değişimi

Gruplar	Depolama Zamanı		
	0. Gün	2. Gün	4. Gün
K	2,00±0,05	4,62±0,02	>7
C	2,00±0,05	4,51±0,05	>7
HA	2,00±0,05	4,59±0,05	>7
HB	2,00±0,05	4,48±0,02	>7
MA	2,00±0,05	4,53±0,05	>7
MB	2,00±0,05	4,58±0,05	>7
KA	2,00±0,05	4,58±0,04	>7
KB	2,00±0,05	4,54±0,10	>7

K: Kontrol grubu midyeler **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış midyeler

Farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir film kullanılarak muhafaza edilen tüm grupların TAPB sayısında artış gözlenmiş ve 4. günde tüketilemeyecek sınır değer olan 7 log kob/g değerini aşmıştır. Çalışmanın 2. gününde K grubunda 4,62 log kob/g C grubunda 4,51 log kob/g, HA grubunda 4,59 log kob/g, HB grubunda 4,48 log kob/g, MA

grubunda 4,53 log kob/g, MB grubunda 4,58 log kob/g, KA grubunda 4,58 log kob/g, KB grubunda ise 4,54 log kob/g olarak belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($p<0,05$).

3.4. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Kalite Kriterlerinde Meydana Gelen Değişiklikler

3.4.1. Nem miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında depolama süresince meydana gelen % nem miktarları Tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24. Yenilebilir film ile kaplanmış alabalıkların % nem değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	73,95±0,29 _A	67,67±0,12 ^{bc} _B	74,21±0,77 ^a _A	68,40±0,76 ^{bc} _B	59,83±0,88 ^e _C
C	73,95±0,29 _A	65,34±0,57 ^{cd} _B	67,10±0,96 ^d _{AB}	70,09±0,96 ^{bc} _A	67,05±0,05 ^{bc} _B
HA	73,95±0,29 _A	72,00±0,97 ^a _A	73,77±0,20 ^{ab} _A	67,41±0,74 ^c _B	74,65±0,59 ^a _A
HB	73,95±0,29 _A	68,32±0,91 ^b _B	62,42±0,59 ^e _C	74,33±0,17 ^a _A	68,52±0,71 ^b _B
MA	73,95±0,29 _A	64,56±0,61 ^d _A	62,75±0,59 ^e _A	47,41±0,81 ^e _B	64,88±0,68 ^{cd} _A
MB	73,95±0,29 _A	68,10±0,52 ^b _A	69,92±0,89 ^c _A	70,80±0,55 ^b _A	63,55±0,84 ^d _B
KA	73,95±0,29 _A	72,25±0,52 ^a _A	61,30±0,52 ^e _B	51,60±0,56 ^d _C	36,91±0,66 ^f _D
KB	73,95±0,29 _A	67,81±0,64 ^{bc} _{BC}	71,13±0,60 ^{bc} _A	69,35±0,78 ^{bc} _{AB}	65,95±0,52 ^{bcd} _C

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Yenilebilir filmle kaplanmış alabalık örneklerinin % nem miktarı değişimleri depolamanın 0., 2., 4., 6. ve 8. gününde analiz edilmiş ve taze örnekte nem miktarı %73,95 olarak bulunmuştur. 2. ve 8. günlerde yapılan nem değerleri sırasıyla K grubu için %67,67 ve %59,83, C grubu için %65,34 ve %67,05, HA grubu için %72,00 ve

%74,65, HB grubu için %68,32 ve %68,52, MA grubu için %64,56 ve %64,88, MB grubu için %68,10 ve %63,55, KA grubu için %72,25 ve %36,91, KB grubu için %67,81 ve %65,95 olarak belirlenmiştir (Tablo 24). İstatistiksel olarak bakıldığında depolamanın 2. gününde MA grubu hariç diğer gruplarda benzerlik görülürken ($p>0,05$), 8. günde HA ve MB grubu hariç farklar önemsiz bulunmuştur. Depolamanın 8. gününde K grubu hariç benzerlikler tespit edilmiştir ($p>0,05$).

3.4.2. Ham Kül Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerle kaplanmış alabalık örneklerinin depolama esnasında belirlenen ham kül miktarları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların % ham kül değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	1,08±0,23 _A	1,03±0,15 ^a _A	0,82±0,14 ^a _A	1,10±0,03 ^a _A	1,18±0,53 ^{ab} _A
C	1,08±0,23 _A	1,21±0,22 ^a _A	1,04±0,27 ^a _A	1,18±0,06 ^a _A	1,39±0,22 ^{ab} _A
HA	1,08±0,23 _A	1,54±0,56 ^a _A	1,12±0,20 ^a _A	1,06±0,11 ^a _A	1,62±0,17 ^a _A
HB	1,08±0,23 _A	2,21±0,21 ^a _A	0,79±0,08 ^a _B	1,09±0,08 ^a _B	1,35±0,22 ^{ab} _B
MA	1,08±0,23 _A	1,14±0,14 ^a _A	0,92±0,12 ^a _A	0,86±0,50 ^a _A	1,41±0,02 ^{ab} _A
MB	1,08±0,23 _A	2,58±1,63 ^a _A	0,93±0,02 ^a _A	1,15±0,09 ^a _A	1,15±0,27 ^{ab} _A
KA	1,08±0,23 _A	1,19±0,06 ^a _A	0,50±0,22 ^a _A	0,69±0,25 ^a _A	0,56±0,04 ^b _A
KB	1,08±0,23 _A	1,85±0,90 ^a _A	0,99±0,02 ^a _A	1,00±0,13 ^a _A	1,42±0,00 ^{ab} _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Depolamanın başlangıcında yapılan taze örnekte % ham kül miktarı %1,08 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 2. ve 8. günlerde yapılan ham kül miktarı sonuçları sırasıyla K grubunda %1,03 ve %1,18, C grubunda %1,21 ve %1,39, HA grubunda %1,54 ve %1,62, HB grubunda %2,21 ve %1,35, MA grubunda %1,14 ve %1,41, MB grubunda %2,58 ve

%1,15, KA grubunda %1,19 ve %0,56, KB grubunda ise %1,85 ve %1,42 olarak bulunmuştur. Depolama süresince günler ve gruplar arasında (8. gün HB grubu hariç) istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir ($p>0,05$).

3.4.3. Ham Yağ Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Araştırma süresince alabalıklardan elde edilen ham yağ değerleri Tablo 26'da verilmiştir. Taze örnekte ham yağ değeri %10,47 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 2. günde %19,45 ile KA ve %9,67 ile K grubunda bulunurken, 8. günde %10,32 ile MA grubunda ve %5,70 ile HA grubunda belirlenmiştir.

Tablo 26. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların % ham yağ değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	10,47±0,26 _A	9,67±0,66 _{AB}	8,57±0,78 _{AB}	7,54±0,78 _{BC}	5,87±0,05 _{CD}
C	10,47±0,26 _A	11,25±0,23 _A	10,80±0,57 _{BC}	8,32±0,32 _{CD}	6,73±0,34 _{CD}
HA	10,47±0,26 _A	10,65±0,42 _A	9,27±0,51 _{CD}	7,43±0,44 _{BD}	5,70±0,00 _D
HB	10,47±0,26 _A	11,20±0,23 _B	12,96±0,76 _{AB}	10,07±0,19 _{BC}	6,83±0,02 _C
MA	10,47±0,26 _A	14,69±0,77 _B	13,56±0,12 _{AB}	11,73±0,26 _{AB}	10,32±0,58 _C
MB	10,47±0,26 _A	14,16±0,58 _B	11,23±0,12 _{BC}	8,80±0,95 _{CD}	8,03±0,43 _B
KA	10,47±0,26 _A	19,45±0,62 _A	14,58±0,79 _B	12,76±0,31 _B	9,50±0,03 _A
KB	10,47±0,26 _A	10,07±0,34 _A	9,67±0,32 _{CD}	8,71±0,06 _{CD}	9,84±0,03 _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Depolamanın 2. ve 8. günlerde yapılan yağ analiz sonuçları sırasıyla K grubunda %9,67 ve %5,87, C grubunda %11,25 ve %6,73, HA grubunda %10,65 ve %5,70, HB grubunda %11,20 ve %6,83, MA grubunda %14,69 ve %10,32, MB grubunda %14,16 ve %8,03, KA grubunda %19,45 ve %9,50, KB grubunda ise %10,07 ve %9,84 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında gruplar arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

3.4.4. TVB-N (mg/100 g) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

TVB-N değeri taze alabalıkta 9,11 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Tablo 27). En yüksek ve en düşük TVB-N değerleri sırasıyla 2. günde 14,71 mg/100 g değeri ile K ve 9,24 mg/100 g ile MB grubunda, 8. günde ise 73,54 mg/100 g ile K grubu ve 23,11 mg/100 g ile MA grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 27. Yenilebilir filmlerle kaplanmış alabalıkların TVB-N (mg/100 g) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	9,11±0,99 _C	14,71±0,99 ^a _{BC}	17,51±0,99 ^{ab} _{BC}	23,51±2,40 ^a _B	73,54±4,95 ^a _A
C	9,11±0,99 _C	9,77±0,05 ^b _C	10,71±0,70 ^c _C	19,81±1,70 ^a _B	32,92±0,99 ^{bcd} _A
HA	9,11±0,99 _C	11,03±0,46 ^b _C	13,95±2,06 ^{bc} _C	19,82±0,28 ^a _B	34,38±0,91 ^{bc} _A
HB	9,11±0,99 _C	10,92±0,41 ^b _C	13,23±1,10 ^{bc} _{BC}	20,31±2,97 ^a _{AB}	25,21±1,98 ^{de} _A
MA	9,11±0,99 _C	11,74±1,22 ^{ab} _C	18,91±0,98 ^a _B	20,81±0,29 ^a _{AB}	23,11±0,99 ^e _A
MB	9,11±0,99 _C	9,24±0,87 ^b _C	11,26±0,07 ^c _C	18,21±1,98 ^a _B	35,72±0,99 ^b _A
KA	9,11±0,99 _C	11,14±0,25 ^b _C	13,31±0,99 ^{bc} _C	19,24±1,45 ^a _B	24,68±0,76 ^e _A
KB	9,11±0,99 _C	9,44±0,99 ^b _C	15,08±1,51 ^{abc} _{BC}	18,91±2,97 ^a _B	27,38±0,90 ^{cde} _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın 2. ve 8. günlerinde yapılan TVB-N analiz sonuçları sırasıyla K grubunda 14,71 mg/100 g ve 73,54 mg/100 g, C grubunda 9,77 mg/100 g ve 32,92 mg/100 g, HA grubunda 11,03 mg/100 g ve 34,38 mg/100 g, HB grubunda 10,92 mg/100 g ve 25,21 mg/100 g, MA grubunda 11,74 mg/100 g ve 23,11 mg/100 g, MB grubunda 9,24 mg/100 g ve 35,72 mg/100 g, KA grubunda 11,14 mg/100 g ve 24,68 mg/100 g, KB grubunda ise 9,44 mg/100 g ve 27,38 mg/100 g olarak bulunmuştur. İstatistiksel açıdan gruplar arasındaki fark (6. gün hariç) önemli bulunmuştur (p<0,05),

3.4.5. TBA (mg MA/kg) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Araştırma süresince alabalıklardan elde edilen TBA değerleri Tablo 28’de verilmiştir. Taze örnekte TBA değeri 0,25 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük TBA değerleri sırasıyla 2. günde 0,48 mg MA/kg ile C ve 0,21 mg MA/kg ile MB grubunda bulunurken, 8. günde 4,29 mg MA/kg ile K grubunda ve 0,94 mg MA/kg ile MB grubunda belirlenmiştir.

Tablo 28. Yenilebilir filmlerle kaplı alabalıkların TBA (mg MA/kg) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	0,25±0,06 _B	0,40±0,09 ^a _B	0,72±0,02 ^a _B	1,08±0,06 ^b _B	4,29±0,54 ^a _A
C	0,25±0,06 _B	0,48±0,14 ^a _B	0,80±0,05 ^a _B	0,99±0,17 ^{bc} _{AB}	3,20±1,12 ^{abc} _A
HA	0,25±0,06 _B	0,41±0,02 ^a _C	0,46±0,05 ^a _{BC}	0,62±0,07 ^{cd} _B	0,96±0,05 ^d _A
HB	0,25±0,06 _B	0,39±0,07 ^a _B	1,06±0,52 ^a _B	1,67±0,05 ^a _{AB}	3,57±0,89 ^{ab} _A
MA	0,25±0,06 _B	0,32±0,03 ^a _B	0,41±0,07 ^a _B	0,49±0,02 ^d _B	1,09±0,17 ^{cd} _A
MB	0,25±0,06 _B	0,21±0,04 ^a _C	0,45±0,03 ^a _{BC}	0,66±0,10 ^{cd} _B	0,94±0,07 ^d _A
KA	0,25±0,06 _B	0,46±0,07 ^a _B	0,73±0,23 ^a _B	0,90±0,16 ^{bc} _B	1,98±0,06 ^{bcd} _A
KB	0,25±0,06 _B	0,31±0,05 ^a _B	0,43±0,01 ^a _{AB}	0,78±0,03 ^{bcd} _{AB}	1,01±0,29 ^{cd} _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Depolamanın 2. ve 8. günlerde yapılan TBA analiz sonuçları sırasıyla K grubunda 0,40 mg MA/kg ve 4,29 mg MA/kg, C grubunda 0,48 mg MA/kg ve 3,20 mg MA/kg, HA grubunda 0,41 mg MA/kg ve 0,96 mg MA/kg, HB grubunda 0,39 mg MA/kg ve 3,57 mg MA/kg, MA grubunda 0,32 mg MA/kg ve 1,09 mg MA/kg, MB grubunda 0,21 mg MA/kg ve 0,94 mg MA/kg, KA grubunda 0,46 mg MA/kg ve 1,98 mg MA/kg, KB grubunda ise 0,31 mg MA/kg ve 1,01 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan gruplar arasındaki fark 6. günden itibaren anlam görülmeye başlamıştır (p<0,05).

3.4.6. Su Aktivitesi (a_w) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Başlangıç örnekleme ve yenilebilir filmlerle kaplanan alabalık örneklerinin a_w değerleri Tablo 29’da verilmiştir. Başlangıç örnekleme yapılan taze alabalıkların a_w değeri 0,9937 olarak ölçülmüştür.

Tablo 29. Yenilebilir filmlerle kaplı alabalıkların a_w değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	0,9937±0,00 _B	0,9936±0,00 ^a _B	0,9876±0,00 ^a _C	0,9982±0,00 ^a _A	0,9969±0,00 ^a _{AB}
C	0,9937±0,00 _B	0,9945±0,00 ^a _A	0,9940±0,00 ^a _A	0,9937±0,00 ^a _A	0,9906±0,00 ^a _A
HA	0,9937±0,00 _B	0,9956±0,00 ^a _A	0,9939±0,00 ^a _A	0,9987±0,00 ^a _A	0,9977±0,00 ^a _A
HB	0,9937±0,00 _B	0,9954±0,00 ^a _A	0,9970±0,00 ^a _A	0,9990±0,00 ^a _A	0,9978±0,00 ^a _A
MA	0,9937±0,00 _B	0,9905±0,00 ^a _A	0,9970±0,00 ^a _A	0,9970±0,00 ^a _A	0,9966±0,00 ^a _A
MB	0,9937±0,00 _B	0,9888±0,00 ^a _A	0,9912±0,00 ^a _A	0,9960±0,00 ^a _A	0,9975±0,00 ^a _A
KA	0,9937±0,00 _B	0,9954±0,00 ^a _A	0,9973±0,00 ^a _A	0,9996±0,00 ^a _A	0,9951±0,00 ^a _A
KB	0,9937±0,00 _B	0,9925±0,00 ^a _A	0,9932±0,00 ^a _A	0,9988±0,00 ^a _A	0,9954±0,00 ^a _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$).

8 günlük depolama süresince a_w ölçüm sonuçları sırasıyla K grubunda 0,9876 ile 0,9982, C grubunda 0,9906 ile 0,9945, HA grubunda 0,9937 ile 0,9937, HB grubunda 0,9937 ile 0,9990, MA grubunda 0,9905 ile 0,9970, MB grubunda 0,9888 ile 0,9975, KA grubunda 0,9937 ile 0,9996, KB grubunda ise 0,9925 ile 0,9954 arasında tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan gruplar arasında kontrol grubu hariç önemli fark yoktur ($p > 0,05$). Grupların başlangıç değerleri ile arasındaki fark 2. günden itibaren anlamlı bulunmuştur ($p > 0,05$).

3.4.7. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında depolama süresince meydana gelen pH değişimleri Tablo 30'da gösterilmiştir. Depolamanın başlangıcında taze alabalıklarda ölçülen pH değeri 6,59'dur.

Tablo 30. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların pH değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	6,59±0,00 _C	6,65±0,00 ^a _C	6,85±0,02 ^a _B	6,87±0,01 ^a _{AB}	6,94±0,04 ^a _A
C	6,59±0,00 _C	6,18±0,11 ^b _B	6,66±0,10 ^{ab} _A	6,22±0,02 ^b _B	6,36±0,14 ^d _{AB}
HA	6,59±0,00 _C	6,58±0,01 ^{ab} _B	6,79±0,08 ^{ab} _A	6,88±0,01 ^a _A	6,51±0,06 ^{cd} _B
HB	6,59±0,00 _C	6,53±0,03 ^{ab} _C	6,67±0,04 ^{ab} _B	6,89±0,03 ^a _A	6,60±0,01 ^{bcd} _{BC}
MA	6,59±0,00 _C	6,54±0,00 ^{ab} _C	6,75±0,08 ^{ab} _B	6,96±0,01 ^a _A	6,58±0,04 ^{bcd} _{BC}
MB	6,59±0,00 _C	6,62±0,30 ^{ab} _A	6,61±0,08 ^{ab} _A	6,99±0,05 ^a _A	6,67±0,07 ^{abc} _A
KA	6,59±0,00 _C	6,50±0,01 ^{ab} _C	6,66±0,01 ^{ab} _{BC}	7,03±0,12 ^a _A	6,80±0,07 ^{ab} _{AB}
KB	6,59±0,00 _C	6,59±0,08 ^{ab} _B	6,58±0,02 ^b _B	6,86±0,05 ^a _A	6,61±0,08 ^{bcd} _B

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın 2., 4., 6. ve 8. günlerde yapılan pH ölçüm sonuçları sırasıyla K grubunda 6,65, 6,85, 6,87 ve 6,94, C grubunda 6,18, 6,66, 6,22 ve 6,36, HA grubunda 6,58, 6,79, 6,88 ve 6,51, HB grubunda 6,53, 6,67, 6,89 ve 6,60, MA grubunda 6,54, 6,75, 6,96 ve 6,58, MB grubunda 6,62, 6,61, 6,99 ve 6,67, KA grubunda 6,50, 6,66, 7,03 ve 6,80, KB grubunda ise 6,59, 6,58, 6,86 ve 6,61 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan grupların günler arasındaki fark K, HB, MA ve KA gruplarından itibaren önemli görülmüş (p>0,05), depolamanın son gününde C grubu hariç gruplar arasında benzerlikler tespit edilmiştir (p<0,05).

3.4.8. Renk Analizi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

3.4.8.1. “L” Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen L değerleri Tablo 31’de verilmiştir. Taze midye örneğinde yapılan ölçüm sonucunda L değeri 34,61 olarak belirlenmiştir.

Tablo 31. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "L" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	34,61±0,55 _D	38,61±0,97 ^b _C	35,72±0,57 ^e _D	40,62±0,63 ^{cd} _B	45,42±0,64 ^a _A
C	34,61±0,55 _D	31,42±0,89 ^e _C	40,85±0,61 ^c _A	38,59±0,76 ^f _B	38,65±0,63 ^d _B
HA	34,61±0,55 _D	41,61±0,89 ^a _B	36,80±0,97 ^{de} _C	44,52±0,30 ^b _A	34,98±0,95 ^e _D
HB	34,61±0,55 _D	35,95±0,79 ^c _C	47,90±0,59 ^a _A	41,97±0,65 ^c _B	43,11±0,66 ^{bc} _B
MA	34,61±0,55 _D	42,35±0,68 ^a _C	44,83±0,75 ^b _B	47,65±0,90 ^a _A	38,54±0,67 ^d _D
MB	34,61±0,55 _D	33,76±0,51 ^d _D	37,67±0,76 ^d _C	40,06±0,82 ^{de} _B	44,56±0,91 ^{ab} _A
KA	34,61±0,55 _D	37,41±0,60 ^{bc} _B	39,48±0,62 ^c _A	36,53±0,60 ^g _B	39,64±0,89 ^d _A
KB	34,61±0,55 _D	36,29±0,64 ^c _C	43,78±0,69 ^b _A	38,87±0,82 ^{ef} _B	42,82±0,52 ^c _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre L değerleri 2. ve 8. günlerde sırasıyla K grubunda 38,61 ve 45,42, C grubunda 31,42 ve 38,65, HA grubunda 41,61 ve 34,98, HB grubunda 35,95 ve 43,11, MA grubunda 42,35 ve 38,54, MB grubunda 33,76 ve 44,56, KA grubunda 37,41 ve 39,64, KB grubunda ise 36,29 ve 42,82 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan gruplar arasında önemli farklar görülmüştür (p>0,05).

3.4.8.2. “a” Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen “a” değerleri Tablo 32’de verilmiştir. Taze alabalık örneğinde yapılan ölçüm sonucunda “a” değeri 22,82 olarak belirlenmiştir.

Tablo 32. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "a" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	22,82±0,60 _A	20,88±0,87 ^{cd} _B	21,34±0,48 ^a _B	21,94±0,23 ^b _{AB}	18,39±0,68 ^{bc} _C
C	22,82±0,60 _A	20,95±0,81 ^{cd} _B	17,30±0,90 ^d _C	23,57±0,99 ^a _A	19,35±0,91 ^b _B
HA	22,82±0,60 _A	18,11±0,45 ^e _B	19,90±0,51 ^{bc} _A	18,28±0,87 ^e _B	12,78±0,41 ^d _C
HB	22,82±0,60 _A	20,08±0,69 ^d _B	14,24±0,62 ^e _D	18,19±0,48 ^e _C	21,28±0,30 ^a _A
MA	22,82±0,60 _A	25,39±0,73 ^a _A	19,47±0,26 ^c _B	15,86±0,65 ^f _D	17,39±0,99 ^c _C
MB	22,82±0,60 _A	21,49±0,50 ^c _A	20,86±0,46 ^{ab} _A	19,03±0,64 ^{de} _B	18,43±0,71 ^{bc} _B
KA	22,82±0,60 _A	26,36±0,39 ^a _A	16,38±0,47 ^d _D	20,37±0,74 ^{cd} _C	21,57±0,86 ^a _B
KB	22,82±0,60 _A	22,81±0,42 ^b _A	19,80±0,85 ^{bc} _C	21,06±0,50 ^{bc} _B	17,55±0,60 ^c _D

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

8 günlük depolama süresinde a değerleri K grubunda 18,39 ile 22,82, C grubunda 17,30 ile 22,82, HA grubunda 12,78 ile 22,82, HB grubunda 14,24 ile 22,82, MA grubunda 15,86 ile 25,39, MB grubunda 18,43 ile 22,82, KA grubunda 16,38 ile 26,36, KB grubunda ise 17,55 ile 22,82 arasında ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan gruplar arasında önemli fark vardır ($p>0,05$).

3.4.8.3. “b” Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen b değerleri Tablo 33’te verilmiştir. Taze alabalık örneğinde yapılan ölçüm sonucunda b değeri 23,89 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 33. Yenilebilir film ile kaplanmış alabalıkların "b" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	23,89±0,83 _A	22,45±0,74 ^{de} _B	23,58±0,73 ^a _{AB}	19,79±0,72 ^d _C	23,22±0,54 ^{bc} _{AB}
C	23,89±0,83 _A	24,13±0,62 ^c _B	20,86±0,66 ^{cd} _C	25,82±0,64 ^a _A	21,73±0,50 ^{de} _C
HA	23,89±0,83 _A	21,13±0,50 ^{ef} _B	21,89±0,57 ^{bc} _{AB}	23,01±0,94 ^b _A	17,85±0,88 ^f _C
HB	23,89±0,83 _A	20,39±0,70 ^f _{BC}	19,14±0,46 ^e _C	21,70±0,95 ^{bc} _B	23,35±0,93 ^{bc} _A
MA	23,89±0,83 _A	28,83±0,80 ^a _A	23,18±0,32 ^a _B	22,90±0,61 ^b _B	22,70±0,37 ^{cd} _B
MB	23,89±0,83 _A	23,69±0,39 ^{cd} _A	21,04±0,72 ^{cd} _B	21,12±0,41 ^{cd} _B	24,21±0,50 ^{ab} _A
KA	23,89±0,83 _A	26,16±0,96 ^b _A	19,90±0,49 ^{de} _C	22,01±0,46 ^{bc} _B	24,88±0,76 ^a _A
KB	23,89±0,83 _A	24,50±0,54 ^c _A	22,96±0,81 ^{ab} _B	22,70±0,99 ^b _B	21,14±0,25 ^e _C

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre b değerleri 2. ve 8. günlerde sırasıyla K grubunda 22,45 ve 23,22, C grubunda 24,13 ve 21,73, HA grubunda 21,13 ve 17,85, HB grubunda 20,39 ve 23,35, MA grubunda 28,83 ve 22,70, MB grubunda 23,69 ve 24,21, KA grubunda 26,16 ve 24,88, KB grubunda ise 24,50 ve 21,14 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan gruplar arasında önemli fark vardır (p>0,05).

3.4.8.4. “Y” Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmada elde edilen Y değerleri Tablo 34’te verilmiştir. Taze alabalık örneklerinde yapılan ölçüm sonucunda Y değeri 10,36 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 34. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "Y" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	10,36±0,97 _C	9,83±0,61 ^{ef} _C	11,04±0,88 ^d _C	13,05±0,72 ^{bc} _B	16,26±0,66 ^{ab} _A
C	10,36±0,97 _C	9,17±0,48 ^f _C	12,97±0,60 ^c _B	16,60±0,26 ^a _A	13,67±0,90 ^c _B
HA	10,36±0,97 _C	14,84±0,78 ^b _A	13,07±0,85 ^c _B	14,11±0,80 ^b _{AB}	13,66±0,54 ^c _{AB}
HB	10,36±0,97 _C	20,44±0,86 ^a _A	16,39±0,91 ^b _B	11,33±0,30 ^{de} _C	10,12±0,67 ^d _C
MA	10,36±0,97 _C	11,94±0,94 ^{cd} _C	20,59±0,90 ^a _A	16,20±0,86 ^a _B	15,78±0,47 ^{ab} _B
MB	10,36±0,97 _C	11,09±0,34 ^{de} _B	8,58±0,99 ^e _C	10,14±0,79 ^e _{BC}	16,20±0,77 ^{ab} _A
KA	10,36±0,97 _C	12,75±0,89 ^c _B	16,11±0,90 ^b _A	11,95±0,56 ^{cd} _B	17,19±0,98 ^a _A
KB	10,36±0,97 _C	12,57±0,87 ^{cd} _B	13,77±0,51 ^c _B	11,01±0,34 ^{de} _C	15,49±0,87 ^b _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Yapılan çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre Y değerleri 2. ve 8. günlerde sırasıyla K grubunda 9,83 ve 16,26, C grubunda 9,17 ve 13,67, HA grubunda 14,84 ve 13,66, HB grubunda 20,44 ve 10,12, MA grubunda 11,94 ve 15,78, MB grubunda 11,09 ve 16,20, KA grubunda 12,75 ve 17,19, KB grubunda ise 12,57 ve 15,49 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan gruplar arasında önemli fark tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

3.4.8.5. “x” Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Alabalık örneklerinden elde edilen x değerleri Tablo 35’te verilmiştir. Taze alabalık örneklerinde yapılan ölçüm sonucunda x değeri 0,4474 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 35. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "x" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	0,4474±0,02 _A	0,4652±0,03 ^a _A	0,4495±0,02 ^a _A	0,4394±0,03 ^a _A	0,4384±0,03 ^a _A
C	0,4474±0,02 _A	0,4153±0,03 ^a _A	0,3952±0,03 ^b _A	0,4204±0,04 ^a _A	0,4433±0,03 ^a _A
HA	0,4474±0,02 _A	0,4298±0,01 ^a _A	0,4267±0,02 ^{ab} _A	0,4195±0,02 ^a _A	0,4299±0,04 ^a _A
HB	0,4474±0,02 _A	0,4112±0,04 ^a _A	0,4056±0,02 ^{ab} _A	0,4502±0,01 ^a _A	0,4506±0,02 ^a _A
MA	0,4474±0,02 _A	0,4492±0,02 ^a _A	0,3919±0,03 ^b _B	0,4368±0,02 ^a _{AB}	0,4202±0,03 ^a _{AB}
MB	0,4474±0,02 _A	0,4471±0,03 ^a _A	0,4304±0,03 ^{ab} _A	0,4359±0,00 ^a _A	0,4302±0,02 ^a _A
KA	0,4474±0,02 _A	0,4177±0,02 ^a _{AB}	0,3988±0,02 ^b _B	0,4388±0,02 ^a _A	0,4246±0,02 ^a _{AB}
KB	0,4474±0,02 _A	0,4393±0,04 ^a _A	0,4396±0,02 ^{ab} _A	0,4517±0,03 ^a _A	0,4550±0,04 ^a _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre 2., 4., 6. ve 8. günlerde elde edilen x değerleri sırasıyla K grubunda 0,4652, 0,4495, 0,4204 ve 0,4384, C grubunda 0,4153, 0,3952, 0,4204 ve 0,4433, HA grubunda 0,4298, 0,4267, 0,4195 ve 0,4299, HB grubunda 0,4112, 0,4056, 0,4502 ve 0,4506, MA grubunda 0,4492, 0,3919, 0,4368 ve 0,4202, MB grubunda 0,4471, 0,4304, 0,4359 ve 0,4302, KA grubunda 0,4177, 0,3988, 0,4388 ve 0,4246, KB grubunda ise 0,4393, 0,4396, 0,4517 ve 0,4550 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan gruplar arasında 4. gün önemli fark tespit edilirken (p>0,05) depolamanın 2., 6. ve 8. gününde anlamlı bir fark bulunmamıştır (p<0,05).

3.4.8.6. “y” Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Alabalık örneklerinden elde edilen y değerleri Tablo 36’da verilmiştir. Taze alabalık örneklerinde yapılan ölçüm sonucunda y değeri 0,3698 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 36. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların "y" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	0,3698±0,00 _A	0,3614±0,01 ^a _A	0,3661±0,01 ^a _A	0,3650±0,00 ^{ab} _A	0,3712±0,00 ^a _A
C	0,3698±0,00 _A	0,3601±0,00 ^a _{AB}	0,3562±0,01 ^{ab} _B	0,3572±0,01 ^b _B	0,3717±0,01 ^a _A
HA	0,3698±0,00 _A	0,3691±0,00 ^a _A	0,3627±0,00 ^{ab} _A	0,3644±0,00 ^{ab} _A	0,3727±0,01 ^a _A
HB	0,3698±0,00 _A	0,3629±0,01 ^a _A	0,3572±0,00 ^{ab} _A	0,3657±0,00 ^{ab} _A	0,3674±0,00 ^a _A
MA	0,3698±0,00 _A	0,3689±0,00 ^a _{AB}	0,3565±0,01 ^{ab} _B	0,3737±0,01 ^a _A	0,3747±0,01 ^a _A
MB	0,3698±0,00 _A	0,3580±0,02 ^a _{AB}	0,3520±0,00 ^b _B	0,3659±0,00 ^{ab} _{AB}	0,3738±0,00 ^a _A
KA	0,3698±0,00 _A	0,3643±0,00 ^a _{AB}	0,3568±0,01 ^{ab} _B	0,3684±0,00 ^a _A	0,3738±0,01 ^a _A
KB	0,3698±0,00 _A	0,3655±0,01 ^a _{AB}	0,3616±0,00 ^{ab} _B	0,3722±0,0 ^a _{AB}	0,3775±0,01 ^a _A

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0,05$).

Çalışmanın renk ölçüm sonuçlarına göre y değerleri 2. ve 8. günlerde sırasıyla K grubunda 0,3614 ve 0,3712, C grubunda 0,3601 ve 0,3717, HA grubunda 0,3691 ve 0,3727, HB grubunda 0,3629 ve 0,3674, MA grubunda 0,3689 ve 0,3747, MB grubunda 0,3580 ve 0,3738, KA grubunda 0,3643 ve 0,3738, KB grubunda ise 0,3655 ve 0,3775 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan 2. ve 8. gün hariç gruplar arasında önemli fark belirlenirken ($p > 0,05$) 4. ve 6. günlerde önemli fark belirlenmemiştir ($p < 0,05$).

3.4.9. Mikrobiyolojik Analiz Değerleri

3.4.9.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TAMB) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı yenilebilir filmler uygulanarak paketlenen alabalık filetolarının depolanması süresince mezofilik aerobik bakteri (TAMB) sayımındaki değişimler Tablo 37’de verilmiştir. Taze alabalıkta TAMB bulunmamıştır. Farklı yenilebilir film ile kaplanan tüm grupların TAMB sayısı depolama süresince artış göstermiştir. 8 günlük depolama sonucunda K grubunda 7,44 log kob/g, C grubunda 6,41 log kob/g, HA grubunda 6,82

log kob/g, HB grubunda 7,05 log kob/g, MA grubunda 6,22 log kob/g, MB grubunda 7,22 log kob/g, KA grubunda 7,38 log kob/g ve KB grubunda 6,87 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Tablo 37. Yenilebilir film ile kaplanmış alabalıkların TAMB (kob log/g) sayısı değişimi

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	<1,47	4,42±0,05	5,97±0,24	7,22±0,07	7,44±0,01
C	<1,47	2,45±0,79	4,30±0,52	5,00±0,45	6,41±0,03
HA	<1,47	3,08±0,52	4,28±0,49	5,96±0,12	6,82±0,12
HB	<1,47	4,11±0,06	5,00±0,00	5,85±0,02	7,05±0,51
MA	<1,47	3,43±0,75	5,29±0,01	6,05±0,05	6,22±0,08
MB	<1,47	3,16±0,21	6,00±0,14	6,76±0,00	7,22±0,07
KA	<1,47	3,69±0,68	5,75±0,09	6,08±0,00	7,38±0,00
KB	<1,47	2,00±0,00	4,40±0,35	5,33±0,58	6,87±0,24

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

3.4.9.2. Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Depolama süresince TAPB değerleri incelenmiş ve araştırmada elde edilen sonuçlar Tablo 38’de verilmiştir. Taze alabalıkta gerçekleşen üreme 2,80 log kob/g olarak bulunmuştur. 2. günde K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarının TAPB değerleri sırasıyla 4,23 log kob/g, 4,98 log kob/g, 5,29 log kob/g, 4,42 log kob/g, 4,67 log kob/g, 5,37 log kob/g, 5,21 log kob/g ve 4,52 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Toplam psikrofilik bakteri sayısı tüm gruplarda yükselmiş, ancak depolama süresince tüketilebilir sınır değerlerini (6-7 log kob/g) aşmamıştır.

Tablo 38. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların TAPB (log kob/g) sayısı değişimi

Gruplar	Depolama Zamanı				
	0. gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün
K	2,80±0,17	4,08±0,07	4,10±0,02	4,16±0,28	4,23±0,13
C	2,80±0,17	4,18±0,12	4,12±0,10	4,40±0,17	4,98±0,03
HA	2,80±0,17	4,75±0,04	5,03±0,02	5,21±0,03	5,29±0,10
HB	2,80±0,17	3,62±1,07	4,05±0,05	4,36±0,10	4,42±0,10
MA	2,80±0,17	3,77±0,02	4,03±0,02	4,50±0,35	4,67±0,06
MB	2,80±0,17	4,81±0,12	5,13±0,15	5,26±0,20	5,37±0,06
KA	2,80±0,17	5,13±0,02	5,20±0,17	5,40±0,35	5,21±0,15
KB	2,80±0,17	3,40±0,17	3,84±0,12	4,10±0,17	4,52±0,14

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

3.4.10. Duyusal Özelliklerde Meydana Gelen Değişimler

Çalışmanın 2., 4. ve 8. gününde duyusal değerlendirmeye katılanların ortalama yaş, cinsiyet ve balık tüketim sıklığı Tablo 39’da % olarak verilmiştir.

Tablo 39. Duyusal değerlendirmeye katılanların istatistiksel değerleri

Özellikler	Depolama Zamanı		
	2. Gün (%)	4. Gün (%)	8. Gün (%)
Kadın	40	33,3	33,3
Erkek	60	66,7	66,7
Yaş (Ort.)	29,6	28,7	29,7
Haftada 1+	40	-	-
Haftada 1	20	33,3	66,67
15 günde 1	40	33,3	-
Ayda 1	-	-	-
3 ayda 1	-	-	-
6 ayda 1	-	-	-
Hiç	-	33,3	33,3

3.4.10.1. Görünüş Değerleri

Yenilebilir filmler ile kaplanan alabalık filetolarının depolama süresi boyunca panelistler tarafından değerlendirilen görünüş puanları Tablo 40'ta gösterilmiştir. Görünüş değerlerinin depolama süresince azalma gösterdiği belirlenmiştir. Gruplar ve günler arası değerlendirmelerde istatistiksel olarak önemli farklar saptanmıştır ($p<0,05$). Depolamanın 4. gününde hiçbir ürün sınır değerinin altına inmemiştir. Depolamanın son gününde en iyi beğeniyi alan 3,6 puan ile HB grubu iken en düşük puan 1,6 ile MB grubunda belirlenmiştir. 4 günlük depolama sonunda grupların görünüş değerleri K grubu 7,0, C grubu 5,0, HA grubu 5,8, HB grubu 6,6, MA grubu 6,4, MB grubu 6,4, KA grubu 6,0 ve KB grubu 7,0 olarak belirlenmiştir. Depolamanın son gününde ise puan sıralaması $HB>MA>C>KA>K=KB>HA=MB$ şeklindedir. İstatistiksel olarak bakıldığında 4. günden itibaren görünüş değerlerindeki farkın anlam kazandığı ($p<0,05$), depolamanın son gününde gruplar arası benzerliklerin olduğu ($p>0,05$) gruplar ve günler arasında farklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Depolamanın 2. gününde HB ve MA grupları, depolamanın son gününde ise tüm gruplar sınır değerinin altında kalmıştır.

Tablo 40. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların görünüş değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	2. Gün	4. Gün	8. Gün
K	9,0±0,7 ^a _A	7,0±1,41 ^a _B	1,8±0,84 ^{ab} _C
C	6,2±0,84 ^{bc} _A	5,0±2,35 ^a _{AB}	2,8±1,30 ^{ab} _C
HA	7,0±1,00 ^{ab} _A	5,8±1,64 ^a _A	1,6±0,89 ^b _B
HB	4,4±1,52 ^{bc} _{AB}	6,6±1,67 ^a _A	3,6±0,55 ^a _B
MA	3,6±1,14 ^c _B	6,4±1,14 ^a _A	3,4±0,55 ^{ab} _B
MB	6,0±1,22 ^{bc} _A	6,4±1,52 ^a _A	1,6±0,5 ^b _B
KA	6,2±1,7 ^{bc} _A	6,0±1,22 ^a _A	2,2±1,30 ^{ab} _B
KB	7,0±1,73 ^{ab} _A	7,0±1,58 ^a _A	1,8±1,30 ^{ab} _B

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.4.10.2. Koku Değerleri

Çalışma süresince alabalık filetolarının koku değişimleri Tablo 41’de verilmiştir. Panelistlerin verdiği puanlar incelendiğinde depolamanın 4. gününde K grubu dışında hiçbir grubun sınır değerinin altında olmadığı belirlenmiştir. Depolama son gününde ise tüm gruplar sınır değerinin altında puan alırken en yüksek puanı HB (2,4) ve en düşük puanı ise K (1,0) grupları almıştır. Ürünlerin gruplar ve günler arası istatistikî değerlendirilmesinde depolama boyunca farklılıkların önemli olduğu ($p<0,05$), günler arası farklılığın K ve MB gruplarında 2. gün, diğer gruplarda 8. gün görüldüğü, depolamanın son gününde gruplar arası farkın olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 41. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların koku değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	2. Gün	4. Gün	8. Gün
K	9,2±0,45 ^a _A	3,2±1,30 ^b _B	1,0±0,00 ^a _C
C	7,0±1,58 ^a _A	5,6±1,52 ^{ab} _A	1,8±1,10 ^a _B
HA	7,6±0,89 ^a _A	5,8±2,05 ^{ab} _A	2,0±0,71 ^a _B
HB	5,8±2,17 ^a _A	6,0±1,41 ^{ab} _A	2,4±0,89 ^a _B
MA	6,0±2,83 ^a _A	5,6±1,14 ^{ab} _A	2,2±1,10 ^a _B
MB	7,4±0,89 ^a _A	5,4±1,14 ^{ab} _B	1,2±0,45 ^a _C
KA	5,4±3,36 ^a _{AB}	6,2±1,92 ^{ab} _A	1,6±0,55 ^a _B
KB	5,0±3,32 ^a _{AB}	6,8±1,64 ^a _A	1,4±0,55 ^a _B

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.4.10.3. Renk Değerleri

Çalışmada 8 günlük depolama süresince renk değişimleri Tablo 42’de gösterilmiştir. Panelistler tarafından yapılan değerlendirmelere göre K ve C grubu 4. günde sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Gruplar kendi içerisinde depolama zamanına bağlı olarak düşüş göstermiş ve tüm gruplarda değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın son gününde en yüksek değeri C ve MA grupları almıştır. İstatistiksel olarak depolamanın son gününde HB grubu hariç diğer grupların K grubu ile benzer olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Depolamanın son gününde tüm gruplar sınır değerinin altında bulunmuştur.

Tablo 42. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların renk (duyusal) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	2. Gün	4. Gün	8. Gün
K	9,4±0,55 ^a _A	4,0±0,00 ^a _B	1,3±0,58 ^b _C
C	6,2±1,92 ^{ab} _A	4,7±2,08 ^a _A	2,0±1,00 ^{ab} _B
HA	7,8±0,45 ^{ab} _A	5,3±1,53 ^a _B	1,0±0,00 ^b _C
HB	5,2±1,10 ^b _{AB}	6,0±2,00 ^a _A	1,7±1,15 ^a _B
MA	5,0±2,00 ^b _{AB}	5,3±1,15 ^a _A	2,0±1,73 ^{ab} _B
MB	7,2±1,10 ^{ab} _A	6,0±1,00 ^a _A	1,3±0,58 ^b _B
KA	6,0±2,92 ^{ab} _A	5,7±1,53 ^a _A	1,7±0,58 ^b _B
KB	7,0±2,24 ^{ab} _A	7,0±1,00 ^a _A	1,3±0,58 ^b _B

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.4.10.4. Genel Beğeni

Yenilebilir filmlerle kaplanan alabalık örneklerinin duyusal değerlendirmeleri depolama süresince panelistler tarafından yürütülmüş ve örneklerin panelistler tarafından genel olarak değerlendirilme kriterinin değişimleri Tablo 43'te verilmiştir. Depolama sonunda en yüksek puanı C ve MA (2,00) ve en düşük puanı HA (1,0) almıştır. 4. günde K ve C grubu sınır değerinin altında bulunmuştur. Gruplar kendi içerisinde ve depolama zamanına bağlı olarak düşüş göstermiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında depolamanın son gününde gruplar arası fark yoktur ($p>0,05$), ayrıca MA ve KA gruplarının depolama süresince genel beğeni durumlarında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın 8. gününde tüm gruplar sınır değerinin altında bulunmuştur.

Tablo 43. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların genel beğeni değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	2. Gün	4. Gün	8. Gün
K	9,4±0,55 ^a _A	4,0±0,00 ^a _B	1,3±0,58 ^a _C
C	6,2±1,92 ^{ab} _A	4,7±2,08 ^a _{AB}	2,0±1,00 ^a _B
HA	7,8±0,45 ^{ab} _A	5,3±1,53 ^a _B	1,0±0,00 ^a _C
HB	5,2±1,10 ^b _A	6,0±2,00 ^a _A	1,7±1,15 ^a _B
MA	5,0±2,00 ^b _A	5,3±1,15 ^a _A	2,0±1,73 ^a _A
MB	7,2±1,10 ^{ab} _A	6,0±1,00 ^a _A	1,3±0,58 ^a _B
KA	6,0±2,92 ^{ab} _A	5,7±1,53 ^a _A	1,7±0,58 ^a _A
KB	7,0±2,24 ^{ab} _A	7,0±1,00 ^a _A	1,3±0,58 ^a _B

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

3.4.10.5. Satın alma İsteği (%)

Yenilebilir filmler ile kaplanan alabalık filetolarının depolama süresi boyunca panelistler tarafından değerlendirilen satın alma isteği puanları Tablo 44'te gösterilmiştir. Satın alma isteğinin depolama süresince azalma gösterdiği görülmüştür. 4. günde en iyi beğeni alan HB ve KA grubu olurken KA ve KB grupları sınır değer üzerinde puanlanmıştır. Depolamanın son gününde hiçbir grup puan alamamıştır.

Tablo 44. Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların satın alma isteği (%) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı		
	2. Gün (%)	4. Gün (%)	8. Gün (%)
K	100	40	0
C	80	20	0
HA	100	20	0
HB	100	80	0
MA	60	40	0
MB	100	80	0
KA	80	60	0
KB	80	60	0

K: Kontrol grubu alabalıklar **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış alabalıklar

3.5. Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Donmuş Muhafazasında Kalite Kriterlerinde Meydana Gelen Değişiklikler

3.5.1. Nem miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstrakt içeren yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının % nem miktarı depolama süresince analiz edilmiş ve taze örnekte %73,72 olarak tespit edilmiştir. Farklı bitkisel ekstraktlar içeren yenilebilir film ile kaplandıktan sonra K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarının 6. ay değişimleri sırasıyla %74,33, %74,36, %74,54, %74,98, %72,72, %75,38, %74,82 ve %76,38 bulunmuştur (Tablo 45). Örneklerin grup içi ve gruplar arası farkları istatistiksel olarak anlamlıdır($p<0,05$).

Tablo 45. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % nem değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	73,72±0,71 _A	74,93±0,00 ^{ab} _A	75,50±0,93 ^{ab} _A	74,91±0,53 ^{ab} _A	74,95±0,11 ^a _A	73,99±0,17 ^{cde} _A	74,33±0,51 ^{ab} _A
C	73,72±0,71 _A	72,84±0,65 ^b _C	74,93±0,50 ^{ab} _{AB}	74,15±0,82 ^{abc} _{ABC}	75,19±0,64 ^a _A	72,92±0,16 ^e _{BC}	74,36±0,12 ^{ab} _{ABC}
HA	73,72±0,71 _A	74,43±0,77 ^b _B	77,00±0,62 ^a _A	75,29±0,62 ^a _{AB}	75,29±0,91 ^a _{AB}	73,85±0,54 ^{de} _B	74,54±0,62 ^{ab} _{AB}
HB	73,72±0,71 _A	73,32±0,52 ^b _B	73,94±0,99 ^b _{AB}	74,76±0,61 ^{abc} _{AB}	75,49±0,01 ^a _A	75,57±0,20 ^{abc} _A	74,98±0,44 ^{ab} _{AB}
MA	73,72±0,71 _A	74,06±0,52 ^b _A	74,37±0,66 ^{ab} _{AB}	72,56±0,68 ^c _B	75,87±0,40 ^a _A	75,15±0,12 ^{bcd} _A	72,72±0,56 ^b _B
MB	73,72±0,71 _A	73,91±0,12 ^b _A	73,94±0,55 ^b _A	73,68±0,54 ^{abc} _A	74,74±0,36 ^a _A	76,05±0,84 ^{ab} _A	75,38±0,99 ^a _A
KA	73,72±0,71 _A	74,18±0,99 ^b _B	75,33±0,60 ^{ab} _{AB}	73,77±0,04 ^{abc} _B	73,91±0,62 ^a _B	77,14±0,55 ^a _A	74,82±0,52 ^{ab} _{AB}
KB	73,72±0,71 _A	76,83±0,93 ^a _A	73,61±0,52 ^b _B	73,07±0,50 ^{bc} _B	74,69±0,42 ^a _{AB}	74,88±0,19 ^{bcd} _{AB}	76,38±0,65 ^a _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farklı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

3.5.2. Ham Kül Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının depolanması esnasında belirlenen ham kül (%) miktarındaki değişimler Tablo 46'da verilmiştir. Depolama başlangıcında taze örnekte ham kül miktarı %1,35 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 1. ay analizinde ham kül miktarı K grubunda %1,36, C grubunda %1,13, HA grubunda %1,11, HB grubunda %1,13, MA grubunda %1,15, MB grubunda %1,28, KA grubunda %1,20 ve KB grubunda %1,10 olarak bulunmuştur.

6 aylık depolama sonunda ham kül miktarı %1,21 (K), %1,22 (C), %1,37 (HA), %1,19 (HB), %1,12 (MA), %1,16 (MB), %1,21 (KA) ve %1,20 (KB) olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince istatistiki açıdan farklılığın önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

3.5.3. Ham Yağ Miktarında (%) Meydana Gelen Değişimler

Tüm grupların % ham yağ değeri Tablo 47'de verilmiştir. Gruplar arasında % ham yağ oranı en düşük %4,41 ile MB grubunda 4. ay, en yüksek ise %9,50 ile C grubu 2. ay analizlerinde tespit edilmiştir. Ürünlerin depolanması sırasında gruplar grup içi ve gruplar arası istatistiksel açıdan fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 46. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % ham kül değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	1,35±0,04 _A	1,36±0,00 ^a _A	1,14±0,06 ^a _A	1,41±0,01 ^a _A	1,38±0,07 ^a _A	1,48±0,35 ^a _A	1,21±0,09 ^{ab} _A
C	1,35±0,04 _A	1,13±0,03 ^a _{AB}	0,94±0,07 ^a _B	1,17±0,10 ^a _{AB}	1,22±0,04 ^a _A	1,24±0,07 ^a _A	1,22±0,05 ^{ab} _A
HA	1,35±0,04 _A	1,11±0,05 ^b _A	0,67±0,59 ^a _A	0,96±0,06 ^a _A	1,54±0,60 ^a _A	1,24±0,23 ^a _A	1,37±0,09 ^a _A
HB	1,35±0,04 _A	1,13±0,06 ^b _A	0,96±0,17 ^a _A	0,91±0,21 ^a _A	1,22±0,00 ^a _A	1,37±0,06 ^a _A	1,19±0,04 ^{ab} _A
MA	1,35±0,04 _A	1,15±0,10 ^b _A	1,21±0,01 ^a _A	1,22±0,03 ^a _A	1,21±0,06 ^a _A	1,13±0,06 ^a _A	1,12±0,03 ^b _A
MB	1,35±0,04 _A	1,28±0,00 ^{ab} _A	1,23±0,01 ^a _A	1,34±0,06 ^a _A	1,18±0,02 ^a _A	1,16±0,14 ^a _A	1,16±0,04 ^{ab} _A
KA	1,35±0,04 _A	1,20±0,07 ^{ab} _A	1,26±0,09 ^a _A	1,30±0,08 ^a _A	1,25±0,11 ^a _A	1,12±0,05 ^a _A	1,21±0,02 ^{ab} _A
KB							

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 47. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % ham yağ değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	7,15±0,18 _A	5,86±0,08 ^{bc} _{BC}	4,63±0,07 ^f _D	5,65±0,02 ^e _C	6,38±0,24 ^a _B	5,77±0,17 ^c _C	5,92±0,09 ^d _{BC}
C	7,15±0,18 _A	7,00±0,08 ^a _B	9,50±0,24 ^a _A	5,88±0,23 ^{de} _C	4,51±0,00 ^d _D	7,37±0,01 ^a _B	6,28±0,11 ^{bc} _C
HA	7,15±0,18 _A	5,46±0,15 ^c _{BC}	5,32±0,01 ^e _C	6,23±0,22 ^{cde} _A	5,68±0,03 ^b _{BC}	5,83±0,00 ^c _{AB}	6,20±0,01 ^{cd} _A
HB	7,15±0,18 _A	5,74±0,15 ^{bc} _C	5,30±0,04 ^e _D	6,45±0,17 ^{cd} _B	5,26±0,04 ^c _D	5,75±0,01 ^c _C	7,25±0,14 ^a _A
MA	7,15±0,18 _A	6,71±0,04 ^a _A	6,19±0,12 ^c _B	6,60±0,04 ^{bc} _A	5,12±0,10 ^c _D	5,80±0,08 ^c _C	5,04±0,03 ^f _D
MB	7,15±0,18 _A	5,58±0,09 ^{bc} _D	6,84±0,00 ^b _B	8,39±0,22 ^a _A	4,41±0,06 ^d _E	6,09±0,12 ^c _C	5,47±0,03 ^e _D
KA	7,15±0,18 _A	5,94±0,17 ^b _B	5,54±0,04 ^{de} _C	6,77±0,06 ^{bc} _A	5,42±0,00 ^{bc} _C	4,64±0,11 ^d _D	6,53±0,06 ^b _A
KB	7,15±0,18 _A	5,52±0,17 ^{bc} _C	5,95±0,07 ^{cd} _C	7,12±0,19 ^b _A	6,46±0,03 ^a _B	6,46±0,06 ^b _B	4,63±0,02 ^g _D

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.5.4. TVB-N Miktarında Meydana Gelen Değişimler

TVB-N değeri taze istavritlerde 7,00 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Tablo 48). Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının TVB-N değeri 6 aylık donmuş muhafaza şartlarında kabul edilebilir sınır değer olan 35 mg/100 g değerini aşmadığı belirlenmiştir. Ürünlerin TVB-N değerinde depolamanın son gününe kadar artış gözlenmiş ve istatistiksel olarak farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın son gününde en yüksek TVB-N değeri 16,64 mg/100 g ile K grubunda görülürken en düşük TVB-N değeri ise 14,71 mg/100 g ile C, HB, MA ve MB gruplarında görülmüştür.

3.5.5. TBA (mg MA/kg) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Araştırma süresince elde edilen TBA değerleri Tablo 49'da gösterilmiştir. Çalışmanın başlangıcında taze istavrit balıklarında TBA değeri 0,29 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm ürünlerin TBA değerlerinde artış görülmüş ve 6. ayında K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında TBA değeri sırasıyla 6,38 mg MA/kg, 6,10 mg MA/kg, 1,89 mg MA/kg, 1,48 mg MA/kg, 3,44 mg MA/kg, 2,31 mg MA/kg, 4,59 mg MA/kg ve 2,39 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Depolama süresince TBA değerlerinde meydana gelen bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 48. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının TVB-N (mg/100 g) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	7,00±0,00 _D	9,99±0,74 ^a _C	13,23±0,62 ^a _B	13,84±0,74 ^a _{AB}	14,71±0,99 ^a _{AB}	15,59±0,74 ^a _{AB}	16,64±0,74 ^{ab} _A
C	7,00±0,00 _D	11,08±0,89 ^{ab} _A	11,68±0,54 ^{ab} _A	11,91±0,42 ^a _A	13,31±0,91 ^a _A	13,84±0,74 ^a _A	14,71±0,94 ^b _A
HA	7,00±0,00 _D	11,04±0,74 ^{ab} _B	12,07±0,00 ^{ab} _B	12,61±0,00 ^a _B	12,72±0,00 ^a _B	13,31±0,98 ^a _B	18,61±0,85 ^a _A
HB	7,00±0,00 _D	9,10±0,65 ^b _B	12,02±0,21 ^{ab} _{AB}	11,09±0,97 ^a _{AB}	13,31±0,41 ^a _A	13,84±0,7 ^a _A	14,71±0,64 ^b _A
MA	7,00±0,00 _D	10,51±0,15 ^{ab} _B	11,07±0,74 ^{ab} _{AB}	11,91±0,54 ^a _{AB}	13,23±0,62 ^a _{AB}	1,31±0,09 ^a _{AB}	14,71±0,58 ^b _A
MB	7,00±0,00 _D	8,59±0,74 ^{ab} _{AB}	10,51±0,99 ^{ab} _B	11,86±0,99 ^a _{AB}	12,79±0,74 ^a _{AB}	13,31±0,63 ^a _{AB}	14,71±0,49 ^b _A
KA	7,00±0,00 _D	11,91±0,47 ^{ab} _{CD}	9,64±0,52 ^b _D	11,91±0,74 ^a _{CD}	14,01±1,01 ^a _{BC}	15,24±0,99 ^a _{AB}	17,51±0,89 ^{ab} _A
KB	7,00±0,00 _D	12,61±0,47 ^a _A	13,08±0,36 ^a _A	13,31±0,74 ^a _A	13,76±0,24 ^a _A	14,71±0,00 ^a _A	16,11±0,74 ^{ab} _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 49. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının TBA (mg MA/kg) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	0,29±0,03 _B	1,90±0,39 ^a _{AB}	1,84±0,49 ^a _{AB}	2,33±0,22 ^{ab} _A	3,00±0,02 ^a _A	3,09±0,63 ^{abc} _A	6,38±0,74 ^a _A
C	0,29±0,03 _B	0,57±0,00 ^b _C	0,63±0,00 ^a _C	1,49±0,08 ^{ab} _C	1,55±0,01 ^{bc} _C	3,86±0,07 ^a _B	6,10±0,60 ^a _A
HA	0,29±0,03 _B	0,57±0,01 ^b _D	0,95±0,01 ^a _C	1,35±0,01 ^{ab} _B	1,67±0,05 ^{bc} _A	1,81±0,09 ^{bcd} _A	1,89±0,09 ^c _A
HB	0,29±0,03 _B	0,73±0,00 ^b _B	0,77±0,02 ^a _B	1,15±0,26 ^{ab} _{AB}	1,20±0,02 ^c _{AB}	1,42±0,03 ^{cd} _A	1,48±0,19 ^c _A
MA	0,29±0,03 _B	0,79±0,03 ^b _C	1,06±0,04 ^a _{BC}	2,48±0,12 ^a _{BC}	2,71±0,74 ^{ab} _{BC}	2,88±0,73 ^{abcd} _B	3,44±0,60 ^{bc} _A
MB	0,29±0,03 _B	0,22±0,23 ^b _D	0,66±0,10 ^a _{CD}	0,88±0,44 ^b _{BCD}	1,37±0,45 ^c _{ABC}	1,86±0,12 ^{bcd} _{AB}	2,31±0,08 ^{bc} _A
KA	0,29±0,03 _B	0,85±0,03 ^b _C	1,11±0,98 ^a _{BC}	1,59±0,93 ^{ab} _{BC}	3,36±0,13 ^a _{ABC}	3,55±0,82 ^{ab} _{AB}	4,59±0,24 ^{ab} _A
KB	0,29±0,03 _B	0,79±0,19 ^b _A	0,94±0,35 ^a _A	0,98±0,17 ^{ab} _A	1,06±0,06 ^c _A	1,26±0,08 ^d _A	2,39±1,19 ^{bc} _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.5.6. Su Aktivitesi Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Başlangıç örnekleme ve farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanmış yenilebilir filmler ile kaplı istavrit balıklarının a_w değeri Tablo 50’de gösterilmiştir. 1 ay süre ile donmuş muhafaza edilen örneklerin a_w değeri K grubu için 0,9960, C grubu için 0,9974, HA grubu için 0,9969, HB grubu için 0,9961, MA grubu için 0,9944, MB grubu için 0,9950, KA grubu için 0,9930 ve KB grubu için 0,9938 olarak ölçülmüş ve MB, KA ve KB gruplarının 6. ay örnekleri hariç istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

3.5.7. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanan ve donmuş muhafaza edilen istavrit balıklarının pH değerleri Tablo 51’de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında yapılan örneklemede pH değeri 6,69 olarak belirlenmiştir. 6 aylık donmuş muhafaza süresince K grubunda 5,95 ile 6,75 arasında, C grubunda 6,06 ile 6,69 arasında, HA grubunda 6,35 ile 6,80 arasında HB grubunda 6,37 ile 6,71 arasında, MA grubunda 6,39 ile 6,83 arasında, MB grubunda 6,35 ile 6,97 arasında KA grubunda 6,35 ile 6,88 arasında ve KB grubunda 6,38 ile 6,97 arasında tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde 6. ay hariç diğer depolama sürelerinde günler arasında bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Gruplar arasında ise MB, KA ve KB gruplarında 4. ay ve sonrasında istatistiksel olarak fark belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 50. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının a_w değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	0,9942±0,00 _A	0,9960±0,00 ^a _A	0,9960±0,00 ^a _A	0,9923±0,00 ^a _A	0,9953±0,00 ^a _A	0,9970±0,00 ^a _A	0,9932±0,00 ^a _A
C	0,9942±0,00 _A	0,9974±0,00 ^a _A	0,9968±0,00 ^a _A	0,9968±0,00 ^a _A	0,9959±0,00 ^a _A	0,9953±0,00 ^a _A	0,9956±0,00 ^{ab} _A
HA	0,9942±0,00 _A	0,9969±0,00 ^a _A	0,9936±0,00 ^a _A	0,9940±0,00 ^a _A	0,9925±0,00 ^{ab} _A	0,9907±0,01 ^a _A	0,9910±0,00 ^b _A
HB	0,9942±0,00 _A	0,9961±0,00 ^a _A	0,9962±0,00 ^a _A	0,9952±0,00 ^a _A	0,9943±0,00 ^a _A	0,9945±0,00 ^a _A	0,9942±0,00 ^{ab} _A
MA	0,9942±0,00 _A	0,9944±0,00 ^a _A	0,9978±0,00 ^a _A	0,9924±0,00 ^a _A	0,9945±0,01 ^{ab} _A	0,9927±0,00 ^a _A	0,9977±0,00 ^a _A
MB	0,9942±0,00 _A	0,9950±0,00 ^a _A	0,9954±0,00 ^a _A	0,9963±0,00 ^a _A	0,9934±0,00 ^{ab} _{AB}	0,9875±0,00 ^a _B	0,9934±0,00 ^{ab} _{AB}
KA	0,9942±0,00 _A	0,9930±0,00 ^a _{AB}	0,9968±0,00 ^a _A	0,9893±0,00 ^a _B	0,9926±0,00 ^{ab} _{AB}	0,9956±0,00 ^a _A	0,9920±0,00 ^b _{AB}
KB	0,9942±0,00 _A	0,9938±0,00 ^a _A	0,9976±0,00 ^a _A	0,9914±0,00 ^a _{AB}	0,9859±0,00 ^b _B	0,9941±0,00 ^a _A	0,9913±0,00 ^b _{AB}

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 51. Yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıklarının pH değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	6,69±0,04 _A	6,69±0,04 ^a _A	5,95±0,71 ^{cd} _A	6,39±0,05 ^a _A	6,69±0,04 ^a _A	6,75±0,04 ^a _A	6,70±0,05 ^b _A
C	6,69±0,04 _A	6,61±0,01 ^a _A	6,48±0,04 ^c _{AB}	6,47±0,01 ^c _{AB}	6,31±0,11 ^b _B	6,06±0,03 ^c _C	6,37±0,02 ^d _B
HA	6,69±0,04 _A	6,80±0,01 ^a _A	6,81±0,03 ^a _A	6,51±0,03 ^{bc} _B	6,35±0,06 ^b _B	6,50±0,06 ^b _B	6,43±0,03 ^{cd} _B
HB	6,69±0,04 _A	6,71±0,01 ^a _A	6,63±0,00 ^b _A	6,60±0,00 ^{ab} _A	6,38±0,02 ^b _A	6,37±0,04 ^b _B	6,57±0,08 ^{bc} _B
MA	6,69±0,04 _A	6,39±0,01 ^a _C	6,40±0,03 ^{cd} _C	6,61±0,01 ^{ab} _B	6,83±0,06 ^a _A	6,74±0,08 ^a _{AB}	6,77±0,06 ^b _{AB}
MB	6,69±0,04 _A	6,39±0,02 ^a _D	6,35±0,04 ^d _D	6,55±0,05 ^{bc} _C	6,83±0,01 ^a _{AB}	6,72±0,06 ^a _B	6,97±0,02 ^a _A
KA	6,69±0,04 _A	6,38±0,01 ^a _C	6,35±0,02 ^d _C	6,52±0,01 ^{bc} _{BC}	6,88±0,13 ^a _A	6,87±0,01 ^a _A	6,62±0,06 ^{bc} _B
KB	6,69±0,04 _A	6,38±0,07 ^a _D	6,50±0,01 ^c _{CD}	6,58±0,06 ^{abc} _{BCD}	6,78±0,16 ^a _{ABC}	6,84±0,01 ^a _{AB}	6,97±0,04 ^a _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.5.8. Renk Analizi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

3.5.8.1. “L” Aydınlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Çalışmadan elde edilen “L” (aydınlık derecesi) değerleri Tablo 52’de verilmiştir. Başlangıç örneklemeğinde aydınlık derecesi 35,6 olarak belirlenmiştir. Grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ürünlerin depolanması sırasında en yüksek L değeri 47,2 ile C grubu 5. ayda, en düşük L değeri ise K grubunun başlangıç örneklemeğinde ölçülmüştür. Gruplar arası ve grup içinde istatistiksel olarak farklar anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

3.5.8.2. “a” Kırmızılık Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama süresince yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının “a” değerleri ölçülmüş ve Tablo 53’te verilmiştir. Başlangıç örneklemeğinde “a” değeri 14,8 olarak belirlenmiştir. 1. ay ölçümlerinde K grubunda 6,5, C grubunda 9,1, HA grubunda 10,0, HB grubunda 9,0, MA grubunda 6,1, MB grubunda 6,2, KA grubunda 4,8 ve KB grubunda 6,2 olarak tespit edilmiştir. En düşük “a” değeri KA grubunun 1. ay ölçümünde 4,8, en yüksek HB grubunun 2. ay ölçümlerinde belirlenmiştir. Tüm grupların “a” değerleri depolama süresince inişli-çıkışlı değerler göstermiştir. Depolamanın son gününde “a” değerleri K grubunda 7,2, C grubunda 5,9, HA grubunda 5,7, HB grubunda 7,6, MA grubunda 7,2, MB grubunda 8,7, KA ve KB grubunda 6,5 olarak ölçülmüştür.

Tablo 52. Yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıklarının "L" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	35,6±0,54 _E	37,6±0,69 _E ^D	40,5±0,36 _B ^C	41,6±0,38 _B ^B	37,3±0,69 _D ^C	38,9±0,87 _C ^F	45,0±0,78 _A ^A
C	35,6±0,54 _E	46,9±0,91 _A ^A	45,0±0,52 _A ^B	41,0±0,80 _C ^B	40,2±0,43 _C ^B	47,2±0,60 _A ^A	37,9±0,36 _D ^D
HA	35,6±0,54 _E	41,4±0,99 _{BC} ^D	40,0±0,88 _C ^B	41,4±0,66 _{BC} ^B	37,3±0,67 _D ^C	45,6±0,64 _A ^B	42,0±0,89 _B ^B
HB	35,6±0,54 _E	46,7±0,72 _A ^A	42,8±0,61 _B ^B	38,4±0,32 _C ^C	42,8±0,94 _B ^A	43,8±0,90 _B ^C	37,2±0,89 _C ^{de}
MA	35,6±0,54 _E	43,3±0,96 _A ^{bc}	42,9±0,63 _A ^B	44,1±0,93 _A ^A	42,7±0,90 _A ^A	36,8±0,63 _C ^g	39,6±0,61 _B ^C
MB	35,6±0,54 _E	43,8±0,88 _A ^B	45,1±0,38 _A ^A	38,1±0,76 _C ^C	38,3±0,71 _C ^C	41,6±0,39 _B ^{de}	42,3±0,73 _B ^B
KA	35,6±0,54 _E	42,0±0,47 _A ^{cd}	42,9±0,95 _A ^B	39,0±0,67 _C ^C	40,5±0,65 _B ^B	42,0±0,88 _A ^d	39,4±0,32 _{BC} ^C
KB	35,6±0,54 _E	44,1±0,80 _A ^B	42,5±0,76 _B ^B	41,9±0,58 _B ^B	41,6±0,99 _{BC} ^{ab}	40,4±0,49 _C ^e	36,2±0,84 _D ^e

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 53. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının "a" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	14,8±0,81 _A	6,5±0,86 ^b _C	5,5±0,73 ^e _C	5,5±0,89 ^b _{BC}	5,6±0,90 ^{cd} _{BC}	6,4±0,69 ^{bc} _{BC}	7,2±0,93 ^{bc} _B
C	14,8±0,81 _A	9,1±0,35 ^a _{AB}	9,5±0,72 ^b _A	5,5±0,74 ^b _C	8,4±0,86 ^a _{AB}	8,0±0,91 ^{ab} _B	5,9±0,60 ^{cd} _C
HA	14,8±0,81 _A	10,0±0,99 ^a _A	8,9±0,96 ^{bc} _A	5,6±0,47 ^b _B	5,8±0,62 ^{bcd} _B	5,6±0,97 ^c _B	5,7±0,74 ^d _B
HB	14,8±0,81 _A	9,0±0,84 ^a _B	18,7±0,69 ^a _A	6,6±0,30 ^{ab} _{CD}	6,5±0,58 ^{bcd} _{CD}	5,5±0,81 ^c _D	7,6±0,87 ^{ab} _{BC}
MA	14,8±0,81 _A	6,1±0,79 ^{bc} _{AB}	5,7±0,95 ^e _{AB}	5,2±0,71 ^b _B	5,7±0,89 ^{cd} _{AB}	5,0±0,88 ^c _B	7,2±0,72 ^{bc} _A
MB	14,8±0,81 _A	6,2±0,80 ^{bc} _B	7,7±0,59 ^{cd} _A	7,7±0,92 ^a _A	5,5±0,76 ^d _B	7,7±0,41 ^{ab} _A	8,7±0,26 ^a _A
KA	14,8±0,81 _A	4,8±0,45 ^c _C	5,4±0,98 ^e _{BC}	6,0±0,92 ^b _{ABC}	7,0±0,56 ^{bc} _A	6,6±0,84 ^{abc} _{AB}	6,5±0,39 ^{bcd} _{AB}
KB	14,8±0,81 _A	6,2±0,42 ^{bc} _B	6,7±0,83 ^{de} _{AB}	6,1±0,95 ^b _B	7,2±0,36 ^{ab} _{AB}	8,1±0,78 ^a _A	6,5±0,66 ^{bcd} _B

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.5.8.3. “b” Sarılık Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının donmuş muhafazası sırasında belirlenen “b” sarılık değeri başlangıç örnekleme için 9,1 olarak ölçülmüştür. Depolamanın 1. ayında en yüksek değer 17,9 ile HB grubunda, en küçük değer ise 13,0 ile KA grubunda belirlenmiştir. Ürünlerin grup içi ve gruplar arası farkları anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın son gününde en yüksek değer 15,0 ile K grubunda, en düşük değer ise 11,5 ile C grubunda görülmüştür. 6 aylık muhafazada elde edilen “b” değerleri Tablo 54’te verilmiştir.

3.5.8.4. “Y” Aydınlik Derecesi Değerinde Meydana Gelen Değişimler

İstavrit örneklerinde depolama süresince “Y” değerindeki renk değişimleri Tablo 55’te gösterilmiştir. Grupların başlangıç örneklemeinde 10,7 olan aydınlık derecesi depolamanın son gününde 13,1 değerine yükselmiş, ürünlerde genel olarak inişli-çıkışlı değerler belirlenmiş ve istatistiksel olarak grup içi ve gruplar arası fark genel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Ürünlerin muhafazası sırasında en yüksek değer 17,1 ile KA grubunun 5. ay, en düşük değer ise 10,3 ile K grubunun 1. ay ölçümlerinde belirlenmiştir. Depolama sonunda Y değerlerindeki ölçümler K grubunda 13,1, C grubunda 14,1, HA grubunda 12,3, HB grubunda 12,8, MA grubunda 14,2, MB grubunda 13,9, KA grubunda 13,8 ve KB grubunda 14,4 olarak belirlenmiştir.

Tablo 54. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının "b" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	9,1±0,47 _D	14,0±0,69 ^c _{AB}	11,9±0,47 ^{de} _C	12,6±0,94 ^{ab} _{BC}	12,5±0,83 ^{cd} _{BC}	12,9±0,68 ^b _{BC}	15,0±0,95 ^{ab} _A
C	9,1±0,47 _D	16,1±0,82 ^b _A	13,8±0,80 ^{bc} _{BC}	12,7±0,95 ^{ab} _{CD}	14,5±0,63 ^b _{AB}	15,7±0,98 ^a _A	11,5±0,81 ^d _D
HA	9,1±0,47 _D	13,8±0,94 ^c _A	11,4±0,99 ^{de} _C	13,6±0,84 ^a _{AB}	12,2±0,82 ^d _{BC}	13,5±0,29 ^b _{AB}	13,2±0,44 ^{bc} _{AB}
HB	9,1±0,47 _D	17,9±0,62 ^a _A	10,8±0,90 ^e _E	12,3±0,57 ^{ab} _D	16,4±0,29 ^a _B	12,1±0,72 ^b _D	13,6±0,73 ^{bc} _C
MA	9,1±0,47 _D	14,6±0,86 ^{bc} _A	12,3±0,82 ^{cd} _{BC}	11,9±0,81 ^b _C	13,8±0,97 ^{bc} _{AB}	9,5±0,70 ^c _D	13,7±0,86 ^{bc} _{AB}
MB	9,1±0,47 _D	13,9±0,92 ^c _{BC}	15,4±0,62 ^a _{AB}	13,2±0,97 ^{ab} _{CD}	12,2±0,98 ^d _D	13,1±0,35 ^b _{CD}	15,7±0,88 ^a _A
KA	9,1±0,47 _D	13,0±0,88 ^c _A	12,7±0,46 ^{cd} _A	13,1±0,82 ^{ab} _A	13,8±0,58 ^{bc} _A	13,5±0,95 ^b _A	13,6±0,97 ^{bc} _A
KB	9,1±0,47 _D	14,6±0,55 ^{bc} _A	14,2±0,57 ^{ab} _A	13,4±0,55 ^{ab} _{AB}	13,7±0,51 ^{bcd} _{AB}	12,9±0,61 ^b _{BC}	12,0±0,91 ^{cd} _C

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 55. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının "Y" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	10,7±0,82 _{CD}	10,3±0,97 ^d _D	14,3±0,90 ^{ab} _A	12,1±0,65 ^d _{BC}	13,5±0,83 ^{ab} _{AB}	12,1±0,45 ^d _{BC}	13,1±0,70 ^{abc} _{AB}
C	10,7±0,82 _{CD}	12,0±0,64 ^c _C	12,1±0,87 ^c _C	14,9±0,73 ^{ab} _B	12,0±0,83 ^{bc} _C	16,7±1,00 ^{ab} _A	14,1±0,62 ^{ab} _B
HA	10,7±0,82 _{CD}	14,4±0,84 ^{ab} _{AB}	11,7±0,96 ^c _D	13,5±0,92 ^{bcd} _{BC}	10,8±0,67 ^c _D	15,1±0,89 ^c _A	12,3±0,80 ^c _{CD}
HB	10,7±0,82 _{CD}	13,1±0,65 ^{bc} _{BC}	13,5±1,00 ^{bc} _{BC}	12,2±0,84 ^d _C	14,3±0,88 ^a _{AB}	15,4±0,91 ^{bc} _A	12,8±0,97 ^{ab} _{BC}
MA	10,7±0,82 _{CD}	13,7±0,70 ^{ab} _{BC}	15,0±0,68 ^{ab} _A	13,0±0,83 ^d _C	14,3±0,83 ^a _{AB}	15,1±0,42 ^c _A	14,2±0,44 ^{ab} _{ABC}
MB	10,7±0,82 _{CD}	14,9±0,89 ^a _A	14,4±0,99 ^{ab} _{AB}	11,9±0,90 ^d _C	13,1±0,86 ^{ab} _{BC}	15,4±0,87 ^{bc} _A	13,9±0,68 ^{abc} _{AB}
KA	10,7±0,82 _{CD}	12,9±0,52 ^{bc} _B	15,9±0,71 ^a _A	14,0±0,51 ^{abc} _B	13,3±0,43 ^{ab} _B	17,1±0,48 ^a _A	13,8±0,99 ^{abc} _B
KB	10,7±0,82 _{CD}	13,8±0,79 ^{ab} _B	15,4±0,88 ^a _A	15,1±0,75 ^a _{AB}	14,6±0,85 ^a _{AB}	14,1±0,73 ^c _{AB}	14,4±0,70 ^a _{AB}

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.5.8.5. “x” Kırmızılık Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Ürünlerin CIE renk tablosuna göre kırmızılık değerini (x) gösteren analiz verileri Tablo 56’da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre grupların başlangıç örneklemeğinde 0,3548 olarak olan “x” değeri depolamanın son gününde inişli-çıkışlı değerler izlemiştir. Örneklerin 1. ve 6. ay ölçümleri sırasıyla K grubu için 0,3747 ve 0,3509, C grubu için 0,3576 ve 0,3570, HA grubu için 0,3593 ve 0,3405, HB grubu için 0,3663 ve 0,3514, MA grubu için 0,3664 ve 0,3432, MB grubu için 0,3703 ve 0,3560, KA grubu için 0,3583 ve 0,3577, KB grubu için 0,3690 ve 0,3494 olarak tespit edilmiştir.

3.5.8.6. “y” Yeşillik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmler ile kaplanmış istavrit balıklarının donmuş muhafazasında yapılan renk analizlerinde elde edilen “y” yeşillik değişimleri Tablo 57’de verilmiştir. Başlangıç örneklemeğinde yapılan ölçüm sonucu 0,3537 olarak belirlenmiştir. Depolamanın sonunda elde edilen değerler K grubu için 0,3590, C grubu için 0,3666, HA grubu için 0,3472, HB grubu için 0,3508, MA grubu için 0,3492, MB grubu için 0,3563, KA grubu için 0,3661 ve KB grubu için 0,3530 olarak belirlenmiştir.

Tablo 56. Yenilebilir filmle kaplı istavrit balıklarının "x" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	0,3548±0,02 _B	0,3747±0,02 ^a _{AB}	0,3557±0,01 ^{bc} _{AB}	0,3527±0,00 ^{ab} _B	0,3568±0,01 ^a _{AB}	0,3561±0,01 ^a _{AB}	0,3509±0,01 ^{ab} _B
C	0,3548±0,02 _B	0,3576±0,01 ^a _A	0,3652±0,00 ^{ab} _A	0,3602±0,01 ^a _A	0,3711±0,01 ^a _A	0,3613±0,01 ^a _A	0,3570±0,01 ^a _A
HA	0,3548±0,02 _B	0,3593±0,01 ^a _A	0,3593±0,00 ^{abc} _A	0,3606±0,01 ^a _A	0,3634±0,01 ^a _A	0,3539±0,01 ^a _{AB}	0,3405±0,01 ^b _B
HB	0,3548±0,02 _B	0,3663±0,00 ^a _{AB}	0,3706±0,01 ^a _A	0,3588±0,01 ^a _{AB}	0,3713±0,01 ^a _A	0,3515±0,01 ^a _B	0,3514±0,01 ^{ab} _B
MA	0,3548±0,02 _B	0,3664±0,00 ^a _A	0,3494±0,00 ^c _{BC}	0,3392±0,01 ^b _C	0,3567±0,01 ^a _{AB}	0,3517±0,01 ^a _{BC}	0,3432±0,01 ^{ab} _{BC}
MB	0,3548±0,02 _B	0,3703±0,00 ^a _A	0,3660±0,00 ^{ab} _{AB}	0,3498±0,01 ^{ab} _C	0,3564±0,00 ^a _{BC}	0,3577±0,01 ^a _{BC}	0,3560±0,01 ^{ab} _C
KA	0,3548±0,02 _B	0,3583±0,01 ^a _A	0,3577±0,01 ^{abc} _A	0,3610±0,01 ^a _A	0,3589±0,00 ^a _A	0,3552±0,01 ^a _A	0,3577±0,01 ^a _A
KB	0,3548±0,02 _B	0,3690±0,00 ^a _A	0,3569±0,01 ^{bc} _{AB}	0,3543±0,01 ^{ab} _{AB}	0,3692±0,01 ^a _A	0,3583±0,01 ^a _{AB}	0,3494±0,01 ^{ab} _B

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 57. Yenilebilir filmle kaplı istavrit balıklarının "y" renk değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	0,3537±0,01 _C	0,3686±0,00 ^a _A	0,3629±0,00 ^a _{ABC}	0,3609±0,00 ^{ab} _{ABC}	0,3648±0,00 ^b _{AB}	0,3655±0,00 ^a _{AB}	0,3590±0,01 ^{ab} _{BC}
C	0,3537±0,01 _C	0,3525±0,00 ^c _B	0,3514±0,00 ^a _B	0,3667±0,00 ^a _A	0,3687±0,00 ^{ab} _A	0,3652±0,00 ^a _A	0,3666±0,00 ^a _A
HA	0,3537±0,01 _C	0,3603±0,00 ^{ab} _A	0,3504±0,00 ^a _B	0,3661±0,00 ^a _A	0,3650±0,01 ^b _A	0,3652±0,00 ^a _A	0,3472±0,00 ^c _B
HB	0,3537±0,01 _C	0,3647±0,01 ^{ab} _B	0,3530±0,00 ^a _C	0,3637±0,00 ^{ab} _B	0,3739±0,01 ^a _A	0,3631±0,00 ^a _B	0,3508±0,00 ^{bc} _C
MA	0,3537±0,01 _C	0,3709±0,00 ^a _A	0,3616±0,00 ^a _B	0,3460±0,01 ^c _C	0,3640±0,00 ^b _{AB}	0,3639±0,00 ^a _{AB}	0,3492±0,00 ^c _C
MB	0,3537±0,01 _C	0,3699±0,00 ^a _A	0,4085±0,09 ^a _A	0,3520±0,00 ^{bc} _A	0,3652±0,00 ^b _A	0,3636±0,00 ^a _A	0,3563±0,00 ^{bc} _A
KA	0,3537±0,01 _C	0,3686±0,00 ^{ab} _A	0,3629±0,00 ^a _A	0,3673±0,00 ^a _A	0,3664±0,00 ^{ab} _A	0,3646±0,00 ^a _A	0,3661±0,00 ^a _A
KB	0,3537±0,01 _C	0,3702±0,00 ^a _A	0,3629±0,00 ^a _{AB}	0,3469±0,02 ^c _C	0,3692±0,01 ^{ab} _A	0,3629±0,01 ^a _{AB}	0,3530±0,00 ^{bc} _{BC}

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

3.5.9. Mikrobiyolojik Analiz Değerleri

3.5.9.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilenebilir filmler ile kaplanmış istavrit balıklarının donmuş muhafazası süresince mezofilik aerobik bakteri (TAMB) sayısındaki değişimler Tablo 58’de verilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre başlangıç örnekleme, 1. ve 2. ay örneklerinde, 3. ay MB grubu hariç tüm örneklerde, 4. ay K, MB, KA ve KB hariç diğer örneklerde ve 5. ay HA ve HB grubu hariç tüm örneklerde TAMB sayısı tespit edilebilir sınır değerinin altında bulunmuştur. Depolamanın son ayında K grubunda 4,00 log kob/g, C grubunda 3,72 log kob/g, HA grubunda 4,25 log kob/g, HB grubunda 2,95 log kob/g, MA grubunda 3,99 log kob/g, MB grubunda 2,89 log kob/g KA grubunda 3,40 log kob/g ve KB grubunda 4,37 log kob/g olarak bulunmuştur. TAMB sayısı en düşük 2,95 log kob/g ile HB grubunda, en yüksek 4,37 log kob/g ile KB grubunda belirlenmiştir.

Tablo 58. Yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıklarının TAMB (log kob/g) sayısı değişimi

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,17±0,05	3,55±0,01	4,00±0,00
C	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	2,92±0,06	3,72±0,10
HA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	4,25±1,06
HB	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	2,95±0,43
MA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,46±0,28	3,99±0,05
MB	<1,47	<1,47	<1,47	2,70±0,35	3,92±0,06	3,92±0,06	2,89±0,19
KA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	2,16±0,28	3,40±0,35	3,40±0,35
KB	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,30±0,00	3,43±0,23	4,37±0,02

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

3.5.9.2. Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilenebilir filmler ile kaplanmış istavrit balıklarının donmuş muhafazası süresince aerobik psikrofilik bakteri (TAPB) sayısındaki değişimler Tablo 59’da verilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre başlangıç örnekleme, 1. ve 2. ay örneklerinde, 3. ay C, HA ve HB grubu hariç tüm örneklerde, 4. ay C ve HA hariç diğer örneklerde TAPB sayısı tespit edilebilir sınır değerinin altında bulunmuştur. Depolamanın son ayında K grubunda 5,37 log kob/g, C grubunda 3,60 log kob/g, HA grubunda 4,11 log kob/g, HB grubunda 3,70 log kob/g, MA grubunda 5,58 log kob/g, MB grubunda 4,76 log kob/g, KA grubunda 4,07 log kob/g ve KB grubunda 4,61 log kob/g olarak bulunmuştur. TAPB sayısı en düşük 2,72 log kob/g ile KA grubunda, en yüksek 5,37 log kob/g ile K grubunda belirlenmiştir.

Tablo 59. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının TAPB (log kob/g) sayısı değişimi

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	<1,47	<1,47	<1,47	3,43±0,08	3,78±0,00	4,11±0,05	5,37±0,02
C	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	2,98±0,14	3,60±0,21
HA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,84±0,10	4,11±0,01
HB	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,88±0,00	3,66±0,10	3,70±0,01
MA	<1,47	<1,47	<1,47	3,30±0,00	3,93±0,03	3,98±0,01	5,58±0,00
MB	<1,47	<1,47	<1,47	3,63±0,13	3,65±0,01	4,19±0,07	4,76±0,00
KA	<1,47	<1,47	<1,47	2,72±0,10	3,17±0,23	3,50±0,17	4,07±0,12
KB	<1,47	<1,47	<1,47	3,65±0,30	3,78±0,00	4,03±0,03	4,61±0,04

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

3.5.9.3. Maya ve Küf Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Yenilenebilir filmler ile kaplanmış istavrit balıklarının donmuş muhafazası süresince Maya ve küf sayısındaki değişimler Tablo 60'ta verilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre başlangıç örnekleme, 1., 2., 3. ve 4. ay örneklerinde, 5. ay örneklerinin MB ve KA hariç tüm örneklerinde maya ve küf sayısı tespit edilebilir sınır değerin altında bulunmuştur. Depolamanın 6. ayında K grubunda 3,01 log kob/g, C grubunda 2,66 log kob/g, HA grubunda 2,93 log kob/g, HB grubunda 3,56 log kob/g, MA grubunda 3,11 log kob/g, MB grubunda 3,70 log kob/g, KA grubunda 3,79 log kob/g ve KB grubunda 4,05 log kob/g olarak bulunmuştur. Maya ve küf sayısı en düşük 2,66 log kob/g ile C grubunda, en yüksek 4,05 log kob/g ile KB grubunda belirlenmiştir.

Tablo 60. Yenilebilir film ile kaplı istavrit balıklarının Maya ve Küf sayısındaki değişimler

Gruplar	Depolama Zamanı						
	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,01±0,09
C	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	2,66±0,10
HA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	2,93±0,13
HB	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,56±0,09
MA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,11±0,00
MB	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,70±0,00	3,70±0,00
KA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	3,79±0,43	3,79±0,43
KB	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	4,05±0,03

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

3.5.10. Tekstür Değerinde Meydana Gelen Değişimler

3.5.10.1.Sertlik (g) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Çalışmadan elde edilen sertlik değerleri Tablo 61’de verilmiştir. Depolama süresince elde edilen sonuçların inişli-çıkışlı değerler aldığı gözlenmiştir. Gruplar arası ve grup içi değerlendirmelerde istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın son gününde en yüksek sertlik değeri 482,07 g ile C ve KB gruplarında, en düşük sertlik değeri ise 166,24 g ile HB grubunda tespit edilmiştir.

3.5.10.2.Yapışkanlık (g.sn) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapışkanlık yönünden analiz edilen örneklerin istatistiksel olarak farkın grup içi ve gruplar arasında önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolama süresince elde edilen sonuçların inişli-çıkışlı değerler aldığı gözlenmiştir. 6. ayda elde edilen sonuçlara göre en yüksek değer -4,30 g.sn ile HB grubunda, en düşük değer ise -24,51 g.sn ile KA ve KB gruplarında görülmüştür.

3.5.10.3. % Esneklik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Tablo 63’te verildiği gibi esneklik değerleri yönünden yapılan grup içi ve gruplar arası değerlendirmelerde tüm gruplarda depolama süresince inişli-çıkışlı değerler aldığı gözlenmiştir. Genel olarak bakıldığında ise elastikiyet değerinin düştüğü görülmektedir. İstatistiksel olarak bakıldığında farkın önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Depolamanın son gününde belirlenen en yüksek değer %7,00 ile KA grubunda, en düşük değer ise %1,29 ile MB grubunda görülmüştür.

3.5.10.4. % İç Yapışkanlık Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Tablo 64’te verildiği gibi iç yapışkanlık değerleri yönünden yapılan grup içi ve gruplar arası değerlendirmelerde tüm gruplarda depolama süresince inişli-çıkışlı değerler aldığı gözlenmiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında farkın önemli olduğu görülmektedir

($p<0,05$). Depolama süresinin son ayında en yüksek değer %2,55 ile MA grubunda, en düşük değer ise %0,94 ile K grubunda tespit edilmiştir.

3.5.10.5.Sakızımsılık Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Yenilebilir filmler ile kaplanmış istavrit balıklarının depolanması boyunca sakızımsılık değerlerine ait bilgiler Tablo 65'te verilmiştir. Grup içi ve gruplar arası değerlendirmelerde istatistiksel olarak farkın anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Depolama süresi boyunca genel olarak sakızımsılık değerinin arttığı ve 6. ayda en yüksek değer 306,93 ile HA, en düşük değer 134,40 ile C grubunda olduğu belirlenmiştir.

3.5.10.6.Çiğnenebilirlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Çiğnenebilirlik değerleri Tablo 66'da gösterildiği gibi grup içi ve gruplar arası değişimlerin arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolama süresinin sonunda en yüksek çiğnenebilirlik değerinin 203,13 ile KA, en düşük değer 91,25 ile MB grubunda olduğu tespit edilmiştir.

3.5.10.7.Elastiklik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Tablo 67'de görüldüğü gibi elastikiyet yönünden yapılan grup içi ve gruplar arası değerlendirmelerde depolama süresince inişler çıkışlar gözlenmiştir. Depolama süresince grup içi ve gruplar arası değerlendirmeler sonucu çıkan farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 6. ayında en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 2,03 ile MA grubunda ve 0,77 ile HB grubunda belirlenmiştir.

Tablo 61.Yenilebilir filmle kaplanmış alabalıkların sertlik (g) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	47,75±0,76 ^h _E	42,53±0,98 ^h _F	467,40±0,75 ^b _A	72,83±0,71 ^h _D	231,35±0,82 ^e _B	207,89±0,55 ^e _C
C	96,18±0,92 ^d _F	206,42±0,88 ^f _D	226,55±0,92 ^f _C	133,75±0,84 ^d _E	401,89±0,99 ^b _B	482,07±0,52 ^a _A
HA	116,46±0,43 ^c _D	392,20±0,41 ^b _A	96,85±0,66 ^h _F	104,74±0,72 ^f _E	195,17±1,00 ^f _C	315,48±0,85 ^c _B
HB	63,37±0,98 ^f _F	215,64±0,39 ^e _B	254,25±0,63 ^e _A	123,80±0,91 ^e _E	177,45±0,64 ^g _C	166,24±0,52 ^g _D
MA	59,24±0,81 ^g _F	163,37±0,51 ^g _D	147,14±0,70 ^g _E	166,16±0,72 ^c _C	260,15±0,54 ^d _B	321,09±0,56 ^b _A
MB	77,39±0,78 ^e _E	225,43±0,62 ^d _B	348,31±0,73 ^d _A	78,29±0,83 ^g _E	97,75±0,95 ^h _D	197,36±0,88 ^f _C
KA	344,23±0,78 ^a _C	443,78±0,93 ^a _B	522,15±0,57 ^a _A	245,52±0,52 ^a _F	272,04±0,54 ^c _E	286,51±0,74 ^d _D
KB	297,44±0,80 ^b _E	304,46±0,80 ^c _D	351,72±0,86 ^c _C	207,10±0,87 ^b _F	405,71±0,69 ^a _B	482,07±0,52 ^a _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Tablo 62. Yenilebilir filmle kaplı istavrit balıklarının yapışkanlık (g.sn) değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	-58,68±0,74 ^d _C	-20,16±0,82 ^d _B	-57,73±0,78 ^e _C	-21,54±0,80 ^e _B	-10,00±0,02 ^b _A	-11,39±0,52 ^{cd} _A
C	-0,25±0,28 ^a _A	-17,77±0,95 ^{cd} _B	-21,40±0,93 ^d _C	-45,14±0,50 ^f _D	-16,06±0,58 ^c _B	-17,77±0,70 ^e _B
HA	-0,35±0,40 ^a _A	-25,86±0,78 ^e _E	-2,39±0,23 ^a _B	-3,70±0,53 ^{ab} _B	-7,99±0,81 ^b _C	-12,13±0,86 ^d _D
HB	-0,23±0,24 ^a _A	-5,59±0,70 ^b _B	-15,56±0,55 ^c _D	-9,84±0,57 ^c _C	-10,32±0,96 ^b _C	-4,30±0,42 ^a _B
MA	-0,53±0,68 ^a _A	-2,73±0,39 ^a _{AB}	-3,45±0,64 ^a _B	-4,63±0,64 ^b _B	-18,34±0,74 ^{cd} _D	-15,65±0,67 ^e _C
MB	-0,13±0,01 ^a _A	-15,75±0,96 ^c _D	-3,09±0,49 ^a _B	-1,97±0,93 ^a _{AB}	-3,11±0,52 ^a _B	-7,17±0,54 ^b _C
KA	-5,83±0,57 ^c _C	-6,50±0,53 ^f _D	-7,53±0,88 ^f _E	-8,36±0,54 ^d _B	-10,64±0,98 ^d _B	-24,51±0,58 ^{bc} _A
KB	-5,83±0,57 ^b _A	-6,50±0,53 ^b _A	-7,53±0,88 ^b _A	-8,36±0,54 ^c _{AB}	-10,64±0,98 ^b _B	-24,51±0,58 ^f _C

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0,05). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Tablo 63. Yenilebilir filmlerle kaplı istavrit balıklarının % esneklik değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	45,34±0,74 ^a _C	64,48±0,99 ^a _B	1,35±0,45 ^{bc} _D	71,46±1,00 ^a _A	3,95±0,10 ^a _D	1,72±0,16 ^b _D
C	19,20±0,78 ^c _A	0,95±0,01 ^c _B	0,91±0,04 ^c _B	2,92±0,81 ^{bc} _B	1,92±0,51 ^{ab} _B	1,41±0,65 ^b _B
HA	21,20±0,77 ^{bc} _A	1,46±0,99 ^c _C	0,99±0,00 ^c _C	1,10±0,04 ^c _C	2,31±0,40 ^{ab} _C	5,58±0,73 ^a _B
HB	23,04±0,72 ^b _A	3,84±0,79 ^b _B	0,91±0,04 ^c _C	2,07±0,52 ^{bc} _C	1,44±0,19 ^b _C	1,51±0,08 ^b _C
MA	13,26±0,64 ^d _A	0,97±0,03 ^c _B	1,10±0,18 ^{bc} _B	1,28±0,38 ^{bc} _B	1,59±0,80 ^{ab} _B	2,54±0,69 ^b _B
MB	22,96±0,27 ^b _A	0,93±0,05 ^c _B	2,18±0,05 ^{ab} _B	1,42±0,80 ^{bc} _B	1,48±0,80 ^b _B	1,29±0,37 ^b _B
KA	0,91±0,01 ^e _B	1,28±0,37 ^c _B	1,72±0,12 ^{abc} _B	3,08±0,68 ^b _B	2,67±0,91 ^{ab} _B	7,00±0,83 ^a _A
KB	1,39±0,73 ^e _A	1,48±0,64 ^c _A	2,78±0,33 ^a _A	1,83±0,33 ^{bc} _A	3,54±0,72 ^{ab} _A	1,47±0,64 ^b _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 64. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının % iç yapışkanlık değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	0,11±0,16 ^c _B	0,34±0,15 ^a _B	0,90±0,07 ^a _B	0,42±0,12 ^b _B	2,45±0,61 ^{ab} _A	0,94±0,07 ^a _B
C	0,97±0,17 ^{ab} _A	0,75±0,01 ^a _A	0,70±0,04 ^a _A	0,43±0,54 ^b _A	1,63±0,56 ^{ab} _A	1,76±0,60 ^a _A
HA	0,98±0,14 ^{ab} _B	0,67±0,00 ^a _B	0,78±0,03 ^a _B	0,81±0,39 ^b _B	1,55±0,45 ^{ab} _A	1,78±0,27 ^a _A
HB	1,18±0,12 ^a _A	0,60±0,32 ^a _B	0,72±0,03 ^a _{AB}	0,81±0,05 ^b _{AB}	0,90±0,03 ^b _{AB}	1,11±0,18 ^a _{AB}
MA	0,95±0,21 ^{ab} _A	0,74±0,01 ^a _A	0,59±0,50 ^a _A	0,71±0,48 ^b _A	2,13±0,83 ^{ab} _A	2,55±0,69 ^a _A
MB	1,04±0,01 ^{ab} _B	0,73±0,05 ^a _{CD}	0,60±0,03 ^a _D	0,98±0,00 ^{ab} _{BC}	1,06±0,05 ^b _B	1,44±0,15 ^a _A
KA	0,68±0,04 ^b _B	0,86±0,17 ^a _B	0,90±0,07 ^a _B	2,69±0,96 ^a _{AB}	3,53±0,74 ^a _A	2,54±0,75 ^a _{AB}
KB	0,68±0,02 ^b _A	0,75±0,18 ^a _A	0,84±0,08 ^a _A	1,72±0,93 ^{ab} _A	0,96±0,09 ^b _A	1,73±0,70 ^a _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 65. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının sakızimsılık değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	37,05±0,84 ^g _E	55,44±0,76 ^g _D	271,19±0,59 ^a _A	56,98±0,80 ^h _D	238,05±0,52 ^a _B	135,54±0,90 ^f _C
C	98,71±0,93 ^c _F	153,58±0,53 ^c _B	157,17±0,59 ^e _A	104,13±0,81 ^e _E	122,61±0,76 ^c _D	134,40±0,71 ^f _C
HA	86,07±0,94 ^d _D	261,91±0,63 ^a _B	75,56±0,98 ^h _E	72,21±0,73 ^g _F	140,77±0,52 ^d _C	306,93±0,57 ^a _A
HB	81,35±0,61 ^e _F	158,06±0,32 ^d _B	176,86±0,81 ^d _A	98,04±0,66 ^f _E	119,06±0,68 ^f _D	150,97±0,64 ^d _C
MA	56,13±0,60 ^f _F	121,84±0,78 ^f _D	114,12±0,74 ^g _E	125,79±0,81 ^c _C	182,19±0,66 ^b _B	306,50±0,86 ^a _A
MB	80,30±0,89 ^e _F	168,22±0,58 ^c _B	203,26±0,81 ^c _A	118,41±0,57 ^d _E	148,84±0,89 ^c _D	164,68±0,91 ^c _C
KA	236,83±0,86 ^a _D	193,07±0,53 ^b _E	267,80±0,86 ^b _B	186,20±0,71 ^a _F	239,54±0,66 ^a _C	295,43±0,59 ^b _A
KB	203,46±0,96 ^b _A	158,70±0,66 ^d _C	144,02±0,93 ^f _D	158,37±0,57 ^b _C	180,51±0,98 ^b _B	144,13±0,70 ^e _D

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 66. Yenilebilir filmlerle kaplı istavrit balıklarının çiğnenebilirlik değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	123,75±0,97 ^g _E	131,82±0,98 ^g _D	273,63±0,52 ^c _A	138,88±0,64 ^b _C	155,00±0,77 ^c _B	118,77±0,83 ^d _F
C	1950,57±0,83 ^b _A	146,36±0,77 ^f _B	140,98±0,51 ^f _C	94,39±0,60 ^g _E	76,48±0,83 ^h _F	101,45±0,53 ^f _D
HA	1951,32±0,88 ^b _A	634,14±0,92 ^a _B	75,09±0,97 ^h _E	66,43±0,75 ^h _F	139,40±0,98 ^d _D	179,85±0,63 ^b _C
HB	1859,88±0,94 ^c _A	150,11±0,54 ^e _C	156,62±0,57 ^e _B	151,26±0,64 ^a _C	104,73±0,83 ^g _D	97,94±0,97 ^g _E
MA	908,99±0,62 ^d _A	116,71±0,33 ^h _C	108,17±0,81 ^g _E	109,03±0,65 ^e _E	112,26±0,72 ^f _D	169,56±0,96 ^c _B
MB	2018,60±0,00 ^a _A	159,82±0,82 ^d _C	472,81±0,82 ^a _B	114,30±0,72 ^d _E	121,97±0,54 ^e _D	91,25±0,59 ^h _F
KA	241,65±0,81 ^f _C	258,84±0,85 ^b _B	285,09±0,69 ^b _A	134,28±0,58 ^c _E	205,04±0,66 ^b _D	203,13±0,62 ^a _D
KB	357,42±0,42 ^e _A	227,54±0,59 ^c _D	249,11±0,64 ^d _C	102,00±0,71 ^f _F	277,36±0,64 ^a _B	107,23±0,52 ^e _E

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

Tablo 67. Yenilebilir filmle kaplanmış istavrit balıklarının elastiklik değerleri

Gruplar	Depolama Zamanı					
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
K	0,86±0,13 ^a _A	1,55±0,74 ^a _A	0,59±0,11 ^a _A	1,99±0,58 ^{ab} _A	0,94±0,13 ^{bc} _A	0,87±0,06 ^{bc} _A
C	1,04±0,08 ^a _A	0,52±0,04 ^b _A	0,46±0,02 ^a _A	1,20±0,33 ^{bc} _A	1,10±0,30 ^{bc} _A	0,82±0,75 ^c _A
HA	0,98±0,08 ^a _A	0,46±0,01 ^b _C	0,51±0,03 ^a _{ABC}	0,60±0,34 ^c _{BC}	0,88±0,11 ^{bc} _{ABC}	1,10±0,18 ^{bc} _{AB}
HB	1,06±0,02 ^a _A	0,41±0,23 ^b _B	0,49±0,04 ^a _B	0,53±0,01 ^c _B	0,78±0,05 ^{bc} _{AB}	0,77±0,09 ^c _{AB}
MA	0,90±0,35 ^a _{BC}	0,45±0,02 ^b _C	0,46±0,15 ^a _C	0,58±0,23 ^c _{BC}	1,56±0,47 ^b _{AB}	2,03±0,04 ^{ab} _A
MB	1,06±0,02 ^a _A	0,47±0,08 ^b _{BC}	0,32±0,01 ^a _C	0,47±0,22 ^c _{BC}	0,61±0,10 ^c _{BC}	0,88±0,01 ^{bc} _{AB}
KA	0,42±0,04 ^b _C	0,53±0,10 ^b _C	0,47±0,08 ^a _C	2,32±0,02 ^a _A	2,56±0,16 ^a _A	1,63±0,06 ^{abc} _B
KB	0,41±0,02 ^b _B	0,38±0,00 ^b _B	0,49±0,11 ^a _B	0,92±0,05 ^{bc} _B	0,61±0,00 ^c _B	2,45±0,30 ^a _A

K: Kontrol grubu istavrit balıkları **C:** %5 oranında C vitamini içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HA:** %2,5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **HB:** %5 oranında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MA:** %2,5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **MB:** %5 oranında mavi yemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KA:** %2,5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları **KB:** %5 oranında karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanmış istavrit balıkları

Aynı satırdaki farklı büyük harfler (A, B, C, ...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0,05$). Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a, b, c, ...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0,05$).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Yenilebilir Filmlerin Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Weng vd., (2014) yaptıkları çalışmada farklı pH aralıklarında tilapia balıklarından ekstrakte ettikleri jelatin ile hazırlamış oldukları yenilebilir filmlerin çekme mukavemeti (ÇM) değerlerinin değişen pH değerlerinde azaldığını, en düşük ÇM değerinin pH=3 değerinde görüldüğünü, pH=5 değerinde 55,17 MPa ve pH=9 değerinde 41,11 MPa olarak ölçtüklerini ifade etmişlerdir. Jongjareonrak vd., (2006) yaptıkları çalışmada kırlangıç (*Lutjanus vitta*) ve Kocagöz (*Priacanthus macracanthus*) balığının derisinden elde ettikleri jelatin ile yenilebilir filmler hazırlamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda gliserol içeriğinin artması ile ÇM'nin azaldığını Ayrıca protein içeriği yüksek olan filmlerin yüksek ÇM gösterdiğini ve ÇM değerlerinin 28,28 MPa-58,10 MPa aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ise bitkisel ekstrakt kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmlerin ÇM değerleri 0,32 MPa-0,61 MPa aralığında değişmektedir. Hurma ve mavi yemiş ekstraktı içeren yenilebilir filmlerde konsantrasyonun artmasıyla ÇM'nin yükseldiği fakat karayemiş ekstraktı içeren yenilebilir filmlerde düştüğü belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre en esnek yenilebilir filmin MA ile hazırlanan yenilebilir film olduğu tespit edilmiştir.

Weng vd., (2014) yaptıkları çalışmada farklı pH aralıklarında tilapia balıklarından ekstrakte ettikleri jelatin ile hazırlamış oldukları yenilebilir filmlerin kopma uzaması değerlerini en düşük pH=3 değerinde gördüklerini, pH=5'ten yüksek değerlerde oldukça yüksek bulunduğunu fakat pH=9'a üzerindeki değerlerde hiçbir fark görülmediğini bildirmişlerdir. Kırlangıç (*Lutjanus vitta*) ve Kocagöz (*Priacanthus macracanthus*) balığının derisinden elde ettikleri jelatin ile yenilebilir filmler hazırlayan Jongjareonrak vd., (2006) yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçları %2,68-%8,20 aralığında belirlemişler ve yüksek protein içeriğine sahip olan filmlerin daha yüksek kopma uzaması değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Hurma, karayemiş ve mavi yemiş ekstraktları ile hazırlanan yenilebilir filmlerin kopma uzaması değerleri %21,43-%39,09 aralığında olduğu, en düşük KU değerinin ekstrakt içermeyen ve karayemiş bitkisel ekstraktı içeren grupta görüldüğü, hurma ve mavi yemiş bitkisel ekstraktının KU değerlerini arttırdığı belirlenmiştir.

Gıdaların ambalajlanmasında ürün ve çevre arasındaki geçişlerin engellenmesi önemli bir özelliktir. Su buharı geçişinin engellenmesi ürünlerdeki su kaybını azaltacağı gibi kuru gıdaların dış ortamdan nem kazanmasını da engelleyecektir. Çakmak ve Odabaş (2020) yaptıkları çalışmada bakla proteini konsantresinden elde ettikleri yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenliklerini $3,82 \times 10^{-6}$ - $4,58 \times 10^{-6}$ g/kPa.h.m aralığında Sarıcaoğlu (2019) ise yüksek basınç homojenizasyon işlemi uyguladıkları fındık proteinlerinden elde ettikleri yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenliklerini 1,30-1,80 g·mm/kPa·h·m² aralığında bulmuşlar. Yapılan çalışmada elde edilen yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenliği ise $0,34 \times 10^{-10}$ g H₂O Pa⁻¹s⁻¹m⁻¹- $0,57 \times 10^{-10}$ g H₂O Pa⁻¹s⁻¹m⁻¹ aralığında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde istatistiksel bir farkın görülmediği (p>0,05) ve hurma, karayemiş ve mavi yemiş bitkisel ekstraktlarının su buharı geçişine belirgin bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Yenilebilir filmlerin suda çözünürlük değeri ürünü muhafazası sırasında yapısal ayrışmaya karşı göstermiş olduğu direnç ile alakalıdır. Bu direnç ne kadar yüksek ise yenilebilir filmin ürün yüzeyinde tutunma oranı ve ürünü koruyabilme kapasitesi o kadar fazla olacaktır. Çakmak ve Odabaş (2020) yaptıkları çalışmada bakla proteini konsantresinden elde ettikleri yenilebilir filmlerin çözünürlük değerlerini %30,85-%36,67 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin suda çözünürlük değerleri %56,71-%63,10 aralığında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara bakıldığında gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunsa da (p<0,05) bitkisel ekstraktların belirgin bir etkisinin olduğu düşünülmemektedir.

Hint bektaşı üzümü (*Phyllanthus emblica* Linn.), ekstraktı ile zenginleştirilmiş yenilebilir kitosan filmlerinin özelliklerine kurutma yöntem ve koşullarının etkisinin araştırıldığı çalışmada Mayachiew ve Devahastin (2010) antioksidan özelliğe sahip ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin şişme derecesinin ekstrakt konsantrasyonundan etkilendiğini, elde ettikleri yüksek şişme derecesinin kitosanın hidrofilik özelliğinden kaynaklandığını, filmlerin ekstrakt katkısı ile şişme derecesinin azaldığını bildirmişler ve yenilebilir filmlerin şişme derecelerini %76,58-%98,67 aralığında tespit etmişlerdir. Rodriguez-Nunez, vd., (2014) kitosan esaslı yenilebilir filmlerle ilgili yaptıkları çalışmada ise saf kitosan filmlerinde yüksek çözünürlükten dolayı şişme derecesini

belirleyemediklerini, gliserol içeren yenilebilir filmlerde ise şişme derecesini belirleyebildiklerini, saf kitosan ve %20 sorbitol içeren yenilebilir filmin %100 şişme derecesine sahip olduğunu, plastikleştirici içeren yenilebilir filmlerin şişme derecesinde bir azalma olduğunu bununda plastikleştirici ve kitosan arasındaki hidrojen bağlarından kaynaklanabileceğini, şişme derecesi değerlerini %46,5-%86,3 arasında bulduklarını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ise en düşük şişme derecesi değerleri mavi yemiş içeren grupta ve en yüksek şişme derecesi ise HB grubu olduğu belirlenmiştir. Bitkisel ekstrakt konsantrasyonunun artmasının şişme derecesini arttırdığı görülmektedir.

Gıdaların ambalajlanması sırasında ürünün içerdiği nem miktarı önemli bir kriterdir. Ürünü çevreleyen ambalajın ürün içerisindeki nemi koruması istenir. Çalışmada bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin nem içeriklerinde görülen istatistiksel fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük nem içeriği HB grubunda tespit edilmiştir. Yenilebilir filmlerin nem içeriğinin bitkisel ekstrakt içerisindeki moleküllerin suyu bağlama kapasitesiyle alakalı olabileceği düşünülmektedir.

Bitkisel ekstraktların etkileyebileceği bir diğer özellik ise yoğunluktur. Elde edilen sonuçlarda en yüksek yoğunluk değeri K grubunda belirlenirken en düşük yoğunluk ise hurma ekstraktı içeren grupta belirlenmiştir. Yoğunluk değerlerinde istatistiksel bir fark görülme de ($p>0,05$) bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin yoğunluk değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir.

Çakmak ve Odabaş (2020) yaptıkları çalışmada bakla proteini konsantresinden elde ettikleri yenilebilir filmlerin kalınlıklarını 0,08 mm-0,09 mm aralığında, Sarıcaoğlu (2019) ise yüksek basınç homojenizasyon işlemi uyguladıkları fındık proteinlerinden elde ettikleri yenilebilir filmlerin kalınlıklarını 0,33 mm-0,44 mm aralığında belirlemişlerdir. Yenilebilir filmlerin kalınlığını içeriği oluşturan maddelerin yapısı, çözeltinin karışımı, filmin oluşum süreci, kurutma ve döküm yöntemleri gibi faktörler etkilemektedir. Yapılan çalışmada hurma, karayemiş ve mavi yemiş bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin kalınlığı 0,02 mm-0,04 mm olarak belirlenmiştir.

4.2. Besinsel Değerlendirme

Su ürünlerinin kimyasal bileşimi çevre sıcaklığı, ürünün boyu, yaşı ve olgunluk durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Su ürünlerinin ana bileşenler su, yağ ve proteindir. Su ürünlerinin et kısmının yaklaşık %98'ini meydana getiren bu bileşenler etin besin değerini, fonksiyonel özelliklerini (koku ve damak tadı açısından), duyuusal kalitesi ve depolama stabilitesini etkiler (Gökoğlu, 2002).

4.2.1. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Besinsel Değerlendirilmesi

Çağlak vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada ticari işletmeden aldıkları midyelerle yaptıkları modifiye atmosfer paketleme çalışmasında nem oranını en yüksek %82,63 ve en düşük %79,23 olarak, Ölmez vd. (2002) %83,72 olarak, Süleyman (2016) ise yaz mevsiminde avlanan midyelerin nem oranını %71,81 olarak belirlemiştir. Bu yapılan çalışmada midyelerin nem oranları ise %75,81-%80,21 aralığında değişmektedir. Üründeki nem miktarının azalması kuru madde miktarında artışa sebep olmaktadır. Çalışmada elde edilen veriler literatür ile uyumludur. İstatistiksel açıdan hem gruplar arası hem grup içindeki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar arasındaki farklılığın ürünlerin kaplanması kullanılan yenilebilir filmlerden kaynaklandığı, yenilebilir filmlerin su geçişine karşı bariyer etkisi oluşturduğu düşünülmektedir.

Çalışmada bulunan kül miktarları %1,18-%2,45 arasında değişmektedir. Midyelerle ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında kül miktarını, Orban vd. (2002) %11-%21 arasında, Turan vd. (2008) %0,95 ve Süleyman (2016) %1,70 olarak bulmuşlardır. Elde edilen veriler literatürdeki çalışmalara benzer sonuçlar içermektedir ve gruplar arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0,05$). Çalışma süresince elde edilen kül miktarları sonuçları arasında belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir.

Çalışmada bulunan ham yağ miktarları %1,26 ile %2,42 arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında taze midye örneklerinin ham yağ değerlerini Turan vd. (2008) %1,14, Süleyman (2016) %1,82, Ulusoy ve Özden (2011) %1,22 olarak belirlemişlerdir. Çalışma süresince midyeler için elde edilen yağ miktarları dağılımı literatür çalışmalarındaki değerler ile benzerlik göstermektedir. İstatistiksel açıdan 4.

günde grup içinde fark önemli bulunurken ($p<0,05$), 2. günde önemli değildir ($p>0,05$). 4. günde görülen bu farklılığın nem miktarındaki değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Besinsel Değerlendirmesi

Farklı bitkisel ekstraktlar katılarak hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış taze alabalık filetolarının % nem miktarı değerlendirildiğinde başlangıç örneklemeğinde % nem miktarı %73,95 olarak bulunmuştur. K grubu ve yenilebilir filmlerle kaplandıktan sonra C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarının 2. gün analizlerinde % nem miktarı sırasıyla %67,67, %65,34, %72,00, %68,32, %64,56, %68,10, %72,25 ve %67,81 bulunmuştur. 8 günlük depolamanın sonunda % nem miktarı K grubunda %59,83, C grubunda %67,05, HA grubunda %74,65, HB grubunda %68,52, MA grubunda %64,88, MB grubunda %63,55, KA grubunda %36,91 ve KB grubunda %65,95 olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca belirlenen % nem değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışma süresinde tüm gruplarda % nem miktarı düşmüştür. Görülen bu farklılığın yenilebilir filmlerin içeriğindeki bitkisel katkı maddesinin konsantrasyonundan kaynaklanabileceği ve bu konsantrasyon farkına bağlı olarak su geçişine karşı oluşan farklı su tutma kapasitesinden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Depolama sırasında balık etindeki kaslarda bulunan proteinlerin denatüre olmasıyla etin su tutma kapasitesinde değişim meydana gelebildiği tespit edilmiştir (Zhang vd., 2020; Zarandona vd., 2021). Alabalık filetolarının kalitesi üzerinde bir çalışma yapan Sathivel (2005) yenilebilir kaplama olarak kitosan ($CH_1=1\%$, ve $CH_2=2\%$ ’lik çözeltiler), yumurta albümini, soya protein konsantresi, pembe alabalık protein tozu ve arrowtooth pisi balığı protein tozunun etkilerini 3 ay boyunca dondurarak depolama sırasında değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre yenilebilir filmler ile kaplanan filetoların kontrol örneklerine göre önemli ölçüde nem içeriğine sahip olduğunu ($p<0,05$) ve 3 ay depolamadan sonra kaplanmış örneklerin kaplanmamış örneklere göre %4,1 daha fazla nem oranına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Fadiloğlu ve Çoban (2018) yaptıkları çalışmada sumak ile zenginleştirilmiş kitosan içeren yenilebilir filmler ile kaplanan gökkuşağı alabalıklarını soğuk muhafazada ($3\pm1^\circ\text{C}$) şartlarında 12 gün boyunca

muhafaza etmişlerdir. Çalışmada elde ettikleri sonuçlara göre alabalık filetolarının ortalama nem değerini %74,26 olarak belirlemişlerdir. Doğan ve İzci (2017) kekik ve biberiye uçucu yağı ile zenginleştirilmiş kitosan ile hazırlanan yenilebilir filmlerin sıcak tütülenmiş gökkuşuğu alabalığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada yenilebilir filmle kaplamanın nem kaybını yarı yarıya azalttığını bildirmişlerdir. Yarı kızartılmış gökkuşuğu alabalık filetoları üzerinde arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerinin incelendiği çalışmada Raeisi vd. (2016) elde ettikleri sonuçlarda çiğ filetoların nem içeriğini %69,21 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz % nem değerleri literatür çalışmaları ile uyumludur.

Ham kül oranı taze alabalıkta %1,08 olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince K grubunda %0,82-%1,18, C grubunda %1,04-%1,39, HA grubunda %1,06-%1,62, HB grubunda %0,79-%2,21, MA grubunda %0,86-%1,41, MB grubunda %0,93-%2,58, KA grubunda %0,50-%1,19 ve KB grubunda %0,99-%1,85 değerleri arasında elde edilmiştir. Depolama süresince farklı bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin etkisi ile % ham kül miktarında iniş ve çıkışlar gözlenirse de bu değişimin yenilebilir film içerisinde bulunan bitkisel katkı maddesi ilavesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yenilebilir filmlerin % ham kül oranına belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Hamzeh ve Rezaei (2012) yapmış oldukları çalışmada sodyum aljinat çözeltisi ile kapladıkları gökkuşuğu alabalığı filetolarını 20 gün boyunca soğuk bir depoda (4°C) muhafaza etmişlerdir. Depolama sonunda elde ettikleri ortalama ham kül değerini %3,84 olarak bildirmişlerdir. Raeisi vd. (2016) yaptıkları çalışmada yarı kızartılmış gökkuşuğu alabalık filetoları üzerinde arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda çiğ filetoların kül içeriği %1,26 olarak bildirmişlerdir. Yıldız ve Yangılar (2016) 15 gün boyunca yaptıkları çalışmada alabalık filetolarını farklı konsantrasyonda kullandıkları peynir altı suyunu ile kaplamışlar ve 4°C’de depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda numunelerin kül oranının depolama süresine bağlı olarak arttığını ($p<0,05$) bildirmişlerdir. Ojagh vd. (2010) yaptıkları çalışmada tarçın yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamalar ile kapladıkları gökkuşuğu alabalığı filetolarını soğuk muhafaza şartlarında (4°C) 16 gün boyunca depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre kontrol, kitosan ve tarçın + kitosan ile kaplanan örneklerin

kül değerleri sırasıyla %1,2, %2,2 ve %2,2 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile paralellik göstermiştir.

Yapılan çalışmada taze alabalık filetosunun ham yağ miktarı %10,47 olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince en düşük yağ değeri 8. günde HA grubunda %5,70, en yüksek ise 2. günde MA grubunda %14,69 olarak bulunmuştur. Çalışma süresine bağlı olarak yağ miktarlarında düşüşler gözlenmiştir. Ham yağ miktarındaki bu düşüşün balık etinin yapısındaki yağların okside olmasından ve balık etinde bulunan aldehit ile ketonların ayrılarak ürünün taze balık eti yapısından uzaklaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hamzeh ve Rezaei (2012) yapmış oldukları çalışmada 20 gün boyunca sodyum aljinat kaplı gökkuşağı alabalıklarının kalite kriterlerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre alabalık filetolarının ortalama yağ değerlerini %5,43 olarak bildirmişlerdir. Arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerini yarı kıztartılmış gökkuşağı alabalık filetoları üzerinde incelendiği çalışmada Raeisi vd. (2016) elde ettikleri sonuçlarda çiğ filetoların yağ içeriğini %22,16 olarak bildirmişlerdir. Yıldız ve Yangılar (2016) yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonda kullandıkları peynir altı suyunu ile kapladıkları alabalık filetolarını 15 gün boyunca 4°C’de depolamışlar ve kalite kriterlerini incelemişlerdir. Elde etkileri sonuçlara göre depolama süresince tüm balık gruplarında yağ içeriği artmıştir ($p<0,05$). En düşük içeriğin kontrol grubunda %7,61 olduğunu, en yüksek yağ içeriğinin gliserol ilaveli kaplamada %12,29 tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Ojagh vd. (2010) yaptıkları çalışmada tarçın yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamalar ile kapladıkları gökkuşağı alabalığı filetolarını soğuk muhafaza şartlarında (4°C) 16 gün boyunca depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre kontrol, kitosan ve “tarçın + kitosan” ile kaplanan örneklerin yağ değerleri sırasıyla %2,6, %2,4 ve %2,5 olarak belirlemişlerdir. Yapılan araştırma sonuçları ile bu çalışma verileri benzer değerleri ortaya koymuştur. Yağ miktarlarında görülen değişimler balığın beslenme rejimine bağlı olarak değiştiği gibi et yapısının bölgesine göre de değişiklik göstermektedir. Bu bakımdan incelendiğinde ortaya çıkan farklarda bu etkileri de göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

4.2.3. Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Besinsel Değerlendirmesi

Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının donmuş muhafazası yapılan istavrit balıklarının nem miktarındaki değişimler incelendiğinde işlem görmeyen ilk örnekte nem oranı %73,72 olarak belirlenmiştir. 1. ve 6. ay nem oranlarına bakıldığında sırasıyla K grubu %74,93, %74,33, C grubu %72,84, %74,66, HA grubu %74,43, %74,54, HB grubu %73,32, %74,98, MA grubu %74,06, %72,72, MB grubu %73,91 %75,38, KA grubu %74,18, %74,82 ve KB grubu %76,83, %76,38 olduğu görülmüştür. Yenilebilir filmler ile kaplanan istavrit balıklarının tüm gruplarında % nem miktarı artmış ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama sırasında balık etindeki kaslarda bulunan proteinlerin denatüre olmasıyla etin su tutma kapasitesinde değişim meydana geldiği bildirilmiştir (Zhang vd., 2020; Zarandona vd., 2021). Nitekim elde edilen sonuçlara bakıldığında tüm gruplarda % nem miktarında artış görülmüştür. Kaplanan ve donmuş muhafazası yapılan istavrit balıklarında görülen % nem miktarının kontrol grubuna göre yüksek olması, yenilebilir filmlerin su geçişine karşı bir bariyer oluşturarak ürünü ağırlık kaybı ve dehidrasyona karşı koruduğunu göstermektedir. Zarandona vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada istavrit filetolarını kitosan ve GA çözeltileri ile kaplamışlar ve 13 gün boyunca soğuk muhafaza şartlarında depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre başlangıç örneklemede balık etindeki su oranını %79 olarak belirlemişlerdir. Depolamanın ilk 9 gününde bu oranın önemli derecede değişmediğini ($p>0,05$), kontrol örneklerinde %2 ve kaplanmış numunelerde ise %5 azalma görüldüğünü, bu azalmanın ise çalışmada kullanılan kaplamaların afinitesiyle ilişkili olan bir kas proteini dehidrasyonundan kaynaklandığını düşündüklerini bildirmişlerdir. Saklama süresi sonunda belirledikleri kastaki su içeriğinin kaplanan örneklerde kontrol grubuna göre biraz daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Tokur ve Aksun (2018) yaptıkları çalışmada dondurularak depolanmış (-18 ± 2 °C) istavrit balıklarının kalitesini geliştirmek amacıyla peynir altı suyu ve kekik ekstraktı ile zenginleştirdikleri kaplamaların etkisini 9 aylık bir süreçte değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre taze istavrit balıklarının nem oranını %76,4, peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin ise %73,70 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin nem içeriğinde kontrol grubuna oranla bir azalış görüldüğünü bildirmişlerdir. Çelik (2008) istavrit balıklarının kimyasal bileşimini

mevsimsel olarak belirledikleri çalışmada nem içeriğini %75,23-%78,90 aralığında belirlemişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarda ise % nem miktarının %72,72 ile %74,98 arasında değiştiği ve genel olarak artış göstererek nem kaybının yenilebilir filmler tarafından önlendiği görülmektedir.

Ham kül oranı başlangıç örneklemeinde %1,35 olarak bulunmuştur. Çalışmanın 1. ayında Kontrol grubunda %1,36, C grubunda %1,13, HA grubunda %1,11, HB grubunda %1,13, MA grubunda %1,15, MB grubunda %1,28, KA grubunda %1,20 ve KB grubunda %1,10 olarak tespit edilmiştir. Farklı bitkisel ekstraktlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir film ile kaplanan örneklerin depolamanın son gününde % ham kül miktarında değişimler gözlenmiş fakat istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Tokur ve Aksun (2018) peynir altı suyu ve kekik ekstraktı ile zenginleştirdikleri kaplamaları donmuş istavrit balığı üzerinde denedikleri çalışmada taze istavrit balıklarının ham kül içeriğini %1,22 peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin ise %1,14 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin kül içeriğinde kontrol grubuna oranla bir azalış görüldüğünü bildirmişlerdir. Çelik (2008) istavrit balıklarının kimyasal bileşimini mevsimsel olarak belirledikleri çalışmada kül içeriğini %1,40-%1,63 aralığında belirlemişlerdir. Secci vd. (2017) yaptıkları çalışmada basınç kullanarak mekanik olarak ayırdıkları istavrit balığı etlerini 90 gün boyunca -20°C 'de depolamışlardır. Depolamanın 0. ve 90. gününde ham kül değerini sırasıyla %1,37 ve %1,42 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre donmuş istavrit balıklarını yenilebilir film ile kaplama işleminin % ham kül değerlerini istatistiksel olarak etkilemediği ve literatür çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre başlangıç örneğinde ham yağ miktarı %7,15 olarak belirlenmiştir. Yenilebilir filmlerle kaplanan istavrit balıklarının yağ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yağ miktarındaki düşüşün yağlarda meydana gelen oksidasyonun etkisi ile balık etinde bulunan aldehit ve ketonların ayrılarak taze balık eti yapısından uzaklaşmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Donmuş istavrit balıklarının muhafazasıyla ilgili yapılan çalışmada Tokur ve Aksun (2018) peynir altı suyu ve kekik ekstraktı ile zenginleştirilmiş kaplamaların etkilerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda taze istavrit balıkların

ham yağ oranı %6,86 peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin ise %5,86 olarak bildirilmiştir. Ayrıca peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin yağ içeriğinde kontrol grubuna oranla bir azalış görüldüğünü bildirmişlerdir. Secci vd. (2017) yaptıkları çalışmada basınç kullanarak mekanik olarak ayırdıkları istavrit balığı etlerini 90 gün boyunca -20 °C’de depolamışlardır. Depolamanın 0. ve 90. gününde toplam yağ değerini sırasıyla 0,63 g/100 ve 0,64 g/100 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Literatürdeki çalışmalar ile yapılan çalışmada istavrit balığının yağ değerleri benzerlik göstermektedir.

4.3. Kimyasal Değerlendirme

4.3.1. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Kimyasal Değerlendirmesi

Midyelerin yüksek a_w (>95), yüksek glikojen, yüksek serbest amino asit ve yüksek pH (6,7-7,1) değerleri mikroorganizmaların üremesi ve gelişmesi için uygun bir ortam sağlamaktadır (Çağlak, 2008). Çift kabuklu yumuşakçalardan istiridye için tüketilebilir pH değerleri pH=6,2-5,9 iyi kalite, pH=5,8 tüketilebilir ve pH=5,7-5,5 bozulmuş olarak belirtilmiştir (Manousaridis vd., 2005; Turan vd., 2014). Fakat pH değeri tek başına bozulma kriteri olarak değerlendirilmemeli, elde edilen sonuçların mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal analizlerle desteklenmesi gerekmektedir (Erkan vd., 2006; Turan ve Onay, 2015). Yapılan çalışmada midye örneklerindeki pH değerleri 4,53 ile 6,05 arasında değişmektedir. Literatürdeki çalışmalarda midyelerle ilgili pH değerleri incelendiğinde Ulusoy ve Özden (2011) midyelerin pH değerlerini 6,10-6,80 aralığında, Şengör vd. (2004) 4,67 ile 6,65 arasında belirlemişlerdir. Çağlak vd. (2008) çalışmalarında midyelerin pH değerlerini 5,19 ile 6,81 arasında, Turan ve Onay (2015) ise çiğ midyelerin pH değerini 6,38 olarak belirlemişlerdir. Midyeler için tespit edilen pH değerleri çalışma süresince literatürdeki verilerle uyumluluk göstermektedir. pH değerlerinde görülen düşüşün ürünlerdeki kalite kaybından kaynaklandığı gözlenmiştir. Şengör vd. (2004) yaptıkları çalışmada a_w değerlerini 0,971 ile 0,982 aralığında, Turan vd. (2014) 0,992 ve 0,993 arasında bulmuşlardır. Bu araştırmada ise a_w değerleri 0,9867 ile 0,9960 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmadaki midyelerin a_w değerlerinin literatür ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada pH ve a_w bulguları istatistiksel olarak incelendiğinde grup içi ve gruplar arası farkın anlamlı olduğu ($p<0,05$) görülmüştür. a_w

değerindeki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunsa da ürünlerdeki bozulmaya, mikrobiyolojik aktiviteye ve besinsel parametrelerdeki değişikliklerden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Su ürünlerinin kalite kriterlerinin belirlenmesinde önemli bir yeri olan azotlu bileşikler midyelerin kalite değişimleri için dikkate alınması gereken kriterlerin başında gelmektedir. TVB-N miktarı için sınır değeri 35 mg N/100 g olarak belirlenmiştir ve bu sınırı aşan ürünlerin kalite sınırları dışında kaldığı belirtilmektedir (EEC, 1995). Çalışmada elde ettiğimiz verilere göre yenilebilir film ile kaplanan midyelerin depolama süresinin 2.gününde tüketilebilir sınır değeri aşımadığı, depolamanın 4. gününde ise HB ve MB grupları hariç tüm ürünlerin tüketilebilir sınır değeri aştığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda yenilebilir filmlerin TVB-N değerindeki artışı durduramadığı fakat yüksek konsantrasyon ile hazırlanan bitkisel ekstraktların (%5) düşük konsantrasyonda ile hazırlanan bitkisel ekstraktlara (%2,5) göre daha düşük TVB-N değeri sergilediği belirlenmiştir. Çağlak vd. (2008) yapmış olduğu modifiye atmosfer paketlenme çalışmasının 8. gününde sadece 1 grup hariç diğerlerinin sınır değerini aştığını belirtmiştir. Turan vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada tuzlanmış midyelerin 4 ay boyunca TVB-N tüketilebilir sınır değerlerinin altında kaldığını belirtmişlerdir. Goulas vd. (2005) yapmış oldukları modifiye atmosfer paket çalışmasında, midye ürünlerinin 11. günde kontrol grubu hariç tüm ürünlerin tüketilebilir sınır değerinin altında olduğunu, 15. günde ise tüm grupların tüketilebilir sınır değeri aştığını belirtmişlerdir. Ulusoy ve Özden (2011) yapmış oldukları 4 °C’de modifiye atmosfer paket çalışmasında muhafaza edilen midyelerin 13 gün boyunca sınır değerinin altında kaldığını belirtmişlerdir. Midye ürünlerinde yapılan çalışmalara/işlemlere bağlı olarak TVB-N değerleri dağılımında farklılık görüldüğü belirlenmiştir. Çalışmamızda film uygulanan midyelerden özellikle HB ve MB gruplarının TVB-N değerleri açısından diğer gruplara göre daha fazla koruyucu özellik gösterdiği bulunmuştur. İstatistiksel olarak TVB-N değerleri arasında fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$)

Yapılan çalışmalara bakıldığında su ürünlerinde lipit oksidasyonu önemli bir kalite kriteridir. Yağların okside olması üründe istenmeyen tat ve kokuların oluşumuna sebep olur. Yapılan çalışmalara bakıldığında su ürünlerinde kabul edilebilir TBA değerleri 7-8

mg MA/kg'dır. (Quaranta, 1982; Connell, 1990; Curzio ve Lopez-Caballero vd., 2000; Pastoriza vd., 2004; Chouliara vd., 2004; Çağlak vd., 2008). Kara midye üzerine yapılan literatür araştırmalarında Çağlak vd. (2008) yaptığı çalışmada TBA değerini en düşük 0. günde 1,55 mg MA/kg, en yüksek değerini ise 12. günde 3,7 mg MA/kg olarak bulmuşlardır, Goulas vd. (2005) yaptığı çalışmada en düşük TBA değerini 1. günde 0,31 mg MA/kg olarak bulmuşken en yüksek TBA değerini 15. günde 1,60 mg MA/kg olarak belirlemişlerdir, Ulusoy ve Özden (2011) yaptığı çalışmada kontrol grubu olarak hava ile paketlediği midyelerin TBA değerlerini 1., 3. ve 5. günlerde sırasıyla 3,56 mg MA/kg, 5,37 mg MA/kg ve 4,92 mg MA/kg olarak tespit etmişlerdir. Literatüre verileriyle karşılaştırma yapıldığında daha düşük TBA değerleri elde edilmiştir. Bitkisel ekstrakt içeren yenilebilir filmlerle kaplanmış midyelerin depolama süresinin son günü olan 4.günde dahi TBA açısından iyi kalite olarak kabul edilen 3-5 mg MA/kg değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Gruplar arasında MB ile kaplanan ürünlerin oksidasyona karşı koruyucu özelliğinin diğer gruplara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Literatür verileri ile karşılaştırıldığında dökme film içinde kullanılan bitki ekstraktlarının oksidasyonu önleyici/engelleyici özellikler sergilediği elde edilen düşük TBA değerleri ile ortaya koyulmuştur. İstatistiksel açıdan TBA değerleri arasındaki farkın önemli olmamasına rağmen ($p>0,05$), mavi yemiş ile kaplı grupların diğer gruplardan daha düşük değerler gösterdiği gözlenmiştir.

4.3.2. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Kimyasal Değerlendirmesi

Et ve et ürünlerinde TBA analizi lipit oksidasyonunun önemli bir göstergesidir. TBA değeri, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşan lipit hiperoksitlerinin bozulma ürünü olan malondialdehit (MA) miktarının belirlenmesi esasına dayanır. (Günlü vd., 2014). TBA miktarı bir gıdada 3 mg MA/kg'den az ise çok iyi, 3-5 mg MA/kg arasında ise iyi, 7-8 mg MA/kg tüketilebilir olarak bildirilmiştir (Varlık vd., 1993). Başlangıç örneğinde TBA değeri 0,25 mg MA/kg olarak bulunmuştur. 2. gün analizinde K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB grupları için sırasıyla 0,40 mg MA/kg, 0,48 mg MA/kg, 0,41 mg MA/kg, 0,39 mg MA/kg, 0,32 mg MA/kg, 0,21 mg MA/kg, 0,46 mg MA/kg ve 0,31 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Tüm gruplarda depolama süresine bağlı

olarak artış meydana gelmiştir. Depolamanın son gününde ise analizinde K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB grupları için sırasıyla 4,29 mg MA/kg, 3,20 mg MA/kg, 0,96 mg MA/kg, 3,57 mg MA/kg, 1,09 mg MA/kg, 0,94 mg MA/kg, 1,98 mg MA/kg ve 1,01 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. C ve HB grubu hariç diğer gruplarda TBA miktarındaki düşüş bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin su ürünlerinin muhafazasında kullanılmasının olumlu sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermektedir. Günlü vd. (2014) vakumlu paket ve kitosan esaslı yenilebilir filmler ile muhafaza ettikleri gökkuşağı alabalık filetolarını +4 °C’de muhafaza etmişlerdir. En düşük ve en yüksek TBA değerlerini 4. ve 16. günlerde kitosan kaplı örneklerde olduğunu, depolamanın 16. gününde vakum paketli ve vakum+kitosan paketli gruplarda anlamlı bir değişiklik olmazken kitosan kaplı grupta anlamlı bir artış olduğunu ($p<0,05$), vakum ve kitosan+vakum paketli örneklerde en yüksek değerin 24. günde belirlendiğini, balık etine uygulanan yüksek basıncın lipid oksidasyonunu önemli derecede arttırdığını belirtmişlerdir. Fadiloğlu ve Çoban (2018) yaptıkları çalışmada sumak ile zenginleştirilmiş kitosan içeren yenilebilir filmler ile kaplanan gökkuşağı alabalıklarını soğuk muhafazada (4°C’) şartlarında 12 gün boyunca saklamışlardır. Başlangıç TBA değerlerini kontrol ve kitosan katkılı gruplarda 0,43, sumak (%1)+kitosan katkılı gruplarda 0,41 olarak belirttiklerini, depolama süresince tüm gruplarda TBA değerinin arttığını ($p<0,05$), kontrol grubu ile katkılı yenilebilir film grupları ile aralarında önemli farklar bulunduğunu ($p<0,05$), saklama süresi boyunca kitosan ve sumak (%2) içeren grupta TBA değerinin istatistiksel olarak önemli derecede düşük olduğunu ($p<0,05$), 9. günde kontrol grubunun TBA değerlerinin tüketim sınır değerini aştığını fakat katkılı grupların 12 gün boyunca sınır değerini aşmadığını ve alabalık filetolarının kitosan ile sumak içeren yenilebilir filmlerle kaplanmasının lipid oksidasyonunu önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Raeisi vd. (2016) yaptıkları çalışmada yarı kızartılmış gökkuşağı alabalık filetoları üzerinde arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre başlangıç örneklerinin TBA değeri 0,736 mg MA/kg-0,759 mg MA/kg olarak belirlemişler ve saklama sırasında kontrol ve işlenmiş örneklerin TBA değerlerinin önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir ($p<0,05$). Ayrıca kontrol, %1,5 arpacık soğanı, %3 arpacık soğanı, %1,5 mısır anasonu ve %3 mısır anasonu ile muamele edilen örneklerin sırasıyla 6., 9., 12., 9. ve 15. günlerde tüketilebilir sınır değerlerin altında olduğunu bildirmişlerdir. Hamzeh ve Rezaei (2012)

sodyum aljinat çözeltisi ile kapladıkları gökkuşağı alabalıklarını 20 gün boyunca soğuk depoda (4 °C) muhafaza etmişlerdir. Yaptıkları ilk gün analizlerinde TBA değerini 0,07 mg MA/kg olarak belirlediklerini ve bu değer in depolama süresince önemli oranda arttığını ($p<0,05$), kontrol numunelerinin TBA değerlerinin saklama süresince kaplanmış balık örneklerine oranla daha yüksek bulduklarını belirtmişlerdir. Literatür çalışmalarında görüldüğü gibi (Fadıloğlu ve Çoban, 2018; Raeisi vd., 2016; Hamzeh ve Rezaei, 2012) bu çalışmanın verilerinde de bitkisel antioksidan kullanmanın ve bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin su ürünlerinin TBA değerleri üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

Balık ve balık ürünlerinin tazeliğini belirlemede en çok kullanılan değişkenlerden biri TVB-N değeridir. Balıklarda bozulmanın etkisiyle birlikte uçucu bazik azot miktarı artar. Bu artış ayrıştırma bakterileri ve balığın iç yapısında bulunan enzim aktivitesi ile alakalıdır. Balık ve ürünlerinde kabul edilebilir TVB-N sınır değeri değişkenlik gösterse de birçok çalışmada bu değerler 20-35 mg/100g arasında belirtilmiştir (Günlü vd., 2014). 25 mg'a kadar çok iyi, 30mg'a kadar iyi, 35 mg'a kadar pazarlanabilir ve 35 mg'dan fazlası bozulmuş olarak bildirilmektedir (Dokuzlu, 1997). TVB-N değerleri incelendiğinde taze alabalıkta 9,11 mg/100 g olarak bulunmuştur. 2. gün analiz sonuçlarında ise K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında sırasıyla 14,71 mg/100 g, 9,77 mg/100 g, 11,03 mg/100 g, 10,92 mg/100 g, 11,74 mg/100 g, 9,24 mg/100 g, 11,14 mg/100 g ve 9,44 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm grupların TVB-N değeri artmıştır. TVB-N değeri kalite sınıflandırması 100 g balıkta Elde edilen sonuçlara göre K grubu hariç diğer ürünler tüketilebilir sınır değerin altında kalmış bu sonuçlar ile yenilebilir film ile kaplanan balıkların alabalık ürününde TVB-N değeri açısından olumlu bir etkisi olduğu ortaya koyulmuştur. En düşük TVB-N artışının MA grubunda (23,11 mg/100 g) ve en yüksek ise K (73,54 mg/100 g) grubunda olduğu görülmektedir. Günlü vd. (2014) vakumlu pakette ve kitosan esaslı yenilebilir filmler ile +4 °C'de muhafaza etikleri gökkuşağı alabalık filetoalarının TVB-N değerlerinin soğuk depolama sürecinde önemli artışlar olduğunu kaydetmişlerdir. En yüksek ve en düşük değerin kontrol grubunda sırasıyla 16. günde 45,77 mg/100 g, 4. günde 18,67 mg/100 g olduğunu, yüksek basınçla ve kitosan esaslı yenilebilir filmler ile paketlenen örneklerin soğuk depolamanın da etkisiyle TVB-N değerini azalttığını belirtmişlerdir. Fadıloğlu ve

Çoban (2018) sumak ile zenginleştirilmiş kitosan içeren yenilebilir filmlerle kaplı 12 gün boyunca depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarıyla yapmış oldukları çalışmada kontrol grubunun TVB-N sonucunun 9. günde sınır değerini aşıp depolamanın son gününde 37,45 mg/100 g'a ulaştığını, buna karşın kitosan ve sumak içeren yenilebilir filmlere kaplı filetoların TVB-N değerinin önemli oranda düşük bulunduğunu belirtmişlerdir. Sumak (%1)+kitosan ve sumak (%2)+kitosan gruplarında ise TVB-N değerlerinin 26,92 mg/100 g ve 22,15 mg/100 g olduğunu ve sumak içeren gruplardan önemli derecede düşük bulunduğunu ($p<0,05$), sadece kitosan kaplamanın 12 günlük depolama sonunda TVB-N oluşumunu bir dereceye kadar inhibe ettiğini belirtmişlerdir. Hamzeh ve Rezaei (2012) yapmış oldukları çalışmada sodyum aljinat çözeltisi ile kapladıkları gökkuşığı alabalık filetolarını 20 gün boyunca 4 °C'de muhafaza etmişlerdir. Elde ettikleri ilk gün kontrol grubu TVB-N analiz sonucunu 5,6 mg/100 g olarak belirlediler. Hem kontrol grubunda hem de sodyum aljinat kaplı gruplarda saklama süresiyle birlikte TVB-N değerinin önemli ölçüde arttığını ($p<0,05$), saklama süresi sonunda kaplanmış numunelerdeki TVB-N değerinin 15,63 mg/100 g olduğunu, kontrol grubu örneklerine göre önemli ölçüde düşük olarak değerlendirdiklerini (34,06 mg/100 g; $p<0,05$) belirtmişlerdir. Yarı kızartılmış gökkuşığı alabalık filetoları üzerinde arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerinin incelendiği çalışmada Raeisi vd. (2016) elde ettikleri sonuçlarda tüm örneklerin TVB-N değerlerinin saklama süresince arttığını, ancak kontrol örneklerinde diğer gruplara göre daha hızlı artış olduğunu ($p<0,05$), yüksek oranda arpacık soğanı ve mısır anasonu kullanmanın (%3) TVB-N artışını geciktirmede daha etkili olduğunu, %1,5 arpacık soğanı kullanılan grubun 6. günde, %3 mısır anasonu kullanılan grubunun 9. günde, %3 mısır anasonu kullanılan grubun 12. günde ve %3 mısır anasonu kullanılan grubun 15. günde kabul edilebilir TVB-N sınır değerlerini aştığını belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen TVB-N değerlerine bakıldığında yenilebilir filmlerin TVB-N değerinin artış oranını yapılan daha önceki çalışmalara (Günlü vd., 2014; Fadiloğlu ve Çoban, 2018; Hamzeh ve Rezaei, 2012; Raeisi vd., 2016) benzer şekilde kontrol grubuna göre azalttığı ve su ürünlerinin muhafazasında yenilebilir filmlerin olumlu sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermiştir.

Mikroorganizmalar ve enzimler belirli bir pH aralığında faaliyet gösterir (Günlü vd., 2014). Taze balıklarda pH'nın 6-6,5 arasında kabul edilebilir, 6,8-7 arasında

tüketilebilir (Metin, 1999). Fakat pH kaliteyi belirleyen tek özellik değildir, bu sebeple diğer parametreler ile ele alınmalıdır (Doğan ve İzci, 2017). Çalışmanın başlangıcında örneklenen alabalıkların pH değeri 6,59 olarak tespit edilmiştir. Uygulanan işlemler sonrasında bazı grupların pH değerinde bir miktar artış görülmüştür. Depolamanın 2. gününde K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında sırasıyla 6,65, 6,18, 6,58, 6,53, 6,54, 6,62, 6,50 ve 6,59 olarak belirlenmiştir. Elde edilen pH değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı ve bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin pH üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı ya da sabit kalmasını sağladığı düşünülmektedir. Günlü vd. (2014), yapmış oldukları çalışmada kitosan bazlı yenilebilir film ve vakum paketlenme uygulamalarının taze gökkuşığı alabalık filetoları üzerindeki pH değişimlerini ortaya koymuşlardır. Değişimlerin kontrol grubunda depolamaya bağlı olarak arttığını fakat işlem gören filetolardaki değişimin anlamlı olmadığını belirtmişlerdir ($p>0,05$). Fadiloğlu ve Çoban (2018) kitosan içeren ve sumak ile zenginleştirilmiş yenilebilir filmler ile kapladıkları gökkuşığı alabalıklarının kalite kriterlerini inlemişlerdir. Yaptıkları 12 günlük çalışmada kontrol grubunun pH değerinin 7,07'den 7,77'ye yükseldiğini, %2 sumak içeren kitosan kaplı alabalık örneklerinin pH değerinin 7,42 olduğunu ve istatistiksel olarak diğer gruplardan göre farklı olduğunu belirtmişlerdir. Yıldız ve Yangılar (2016) 15 gün boyunca yaptıkları çalışmada alabalık filetolarını farklı konsantrasyonda kullandıkları peynir altı suyunu ile kaplamışlar ve 4 °C'de depolamışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda pH değerlerini kontrol numunesi için 6,22-6,69 aralığında, peynir altı suyu ile kaplı lan grupta 6,26-6,50 aralığında, gliserol ilaveli grupta 6,24-6,48 aralığında ve gliserol oranının 2 katına çıkarıldığı grupta 6,14-6,47 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Özyurt vd. (2015) yaptıkları çalışmada soğuk (2 °C) ve donmuş (-18 °C)'de depoladıkları gökkuşığı alabalığı filetolarını asit ve alkali destekli işlemlerle ekstrakte ettikleri protein tozu ile kaplamışlar ve filetoların kalite kriterlerini incelemişlerdir. Kontrol grubu, alkali ile işlenmiş protein tozu ve asitle muamele edilmiş protein tozu ile kapladıkları alabalık filetolarının pH değerlerini sırasıyla 6,34, 6,5 ve 5,81 olarak tespit etmişlerdir. Depolamanın ilk gününde asitle muamele edilmiş protein tozu grubundaki filetoların pH değerlerini diğer gruplara göre daha düşük olduğunu ($p<0,05$), soğuk muhafaza edilen tüm gruplarda önemli bir pH artışı görüldüğünü ($p<0,05$), donmuş muhafaza edilen örneklerin tümünde pH artışının yavaş olduğunu belirtmişlerdir.

a_w balıkların bozulmasında ve mikroorganizmaların gelişmesinde önemli rol oynar. 8 gün boyunca yapılan a_w analizinde başlangıç örneğinin a_w miktarı 0,9937 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 2. gününde K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarının a_w miktarı sırasıyla 0,9936, 0,9945, 0,9956, 0,9954, 0,9905, 0,9888, 0,9954 ve 0,9925 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince a_w değerlerinde dalgalanmalar görülmüş ve bu durumun yenilebilir filmlerden kaynaklanabileceği gibi ürünün besinsel yapısından, depolama sürecinde meydana gelen kimyasal değişimlerden meydana gelebileceği düşünülmüştür. Albertos vd. (2019) yaptıkları çalışmada deniz yosunlarını ve bunlardan elde ettikleri ekstraktları kullanarak yenilebilir filmler hazırlamışlar ve balık burgerlerinin muhafazasında kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre a_w değerlerinde net bir azalma görmediklerini, gruplardan bağımsız olarak depolamanın sonunda en düşük a_w değerini belirlediklerini, fakat filmlerin a_w değerini arttırdığını bildirmişlerdir. Nitekim elde edilen bu sonuç çalışmamız ile uyumludur.

4.3.3. Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Kimyasal Değerlendirmesi

Temelinde amonyak ve birincil, ikincil ve üçüncül aminlerden oluşan toplam uçucu bazik azot, etin bozulmasının bir göstergesidir (Kyrana vd., 1997; Vareltzis vd., 1997; Fan vd., 2009). TVB-N değeri balık etindeki ayrıştırıcı bakterilerin aktivitesinin bir sonucudur (Lu vd., 2013; Zhang vd., 2020). AB yönetmelikleri (EUR-Lex-32005R2074, 2005) 35 mg/100g değerini aşmayan ürünlerin tüketilebileceğini bildirmektedir. Ayrıca Connell (1990)'a göre balık eti TVB-N sınır değerleri 35-40 mg/100 g olarak kabul edilir (Fan vd., 2009). Donmuş muhafaza edilen balıklarda enzim aktivitesinin düşük hızda da olsa hala devam etmesinin TVB-N değerini artırması beklenir (Simeonidou vd., 1997). Çalışmadaki TVB-N değerlerine bakıldığında taze balıkta 7,00 mg/100 g olarak belirlenmiştir. İlk ay sonuçları K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB grupları için sırasıyla 9,99 mg/100 g, 11,08 mg/100 g, 11,04 mg/100 g, 9,10 mg/100 g, 10,51 mg/100 g, 8,59 mg/100 g, 11,91 mg/100 g ve 12,61 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda hiçbir grup kabul edilebilir sınır değerleri aşmamıştır. Çalışma boyunca TVB-N değerlerinde artışlar görülmüş ve istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p<0,05$). Depolamanın son ayında en yüksek TVB-N değeri 16,64 mg/100 g ile K grubunda

belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlarda TVB-N değerleri yönünden istavrit balıklarına uygulanan yenilebilir filmlerin donmuş muhafazada özellikle mavi yemiş içeren gruplarda olumlu sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Zhang vd. (2020) istavrit balıklarını kitosan ve GA çözeltisi ile kaplayarak 13 gün boyunca soğuk muhafazada depolamışlardır. Başlangıç örneğinde TVB-N değerini 15,3 mg/100 g olarak belirlediklerini, saklama sırasında bu değer arttığını ve tüketilebilir sınır değeri (35 mg/100 g) aştığını, GA çözeltisi ile kaplanan filetoların önemli bir artma göstermesine rağmen ($p<0,05$) sınır değere depolamanın 7. ve 8. günü arasında ulaştığını, en iyi sonuçların ($p<0,05$) kaplanmış örneklerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kitosan kaplamanın GA ilaveli veya ilavesiz fark etmeksizin depolamanın 10. gününe kadar sınır değer altında kaldığını, raf ömründe 3 günlük bir uzama belirlediklerini ve GA ile kitosan ilavesinin balık filetosunun raf ömrünü 4 gün uzatarak 11 gün boyunca koruma sağladığını bildirmişlerdir. Fan vd. (2009) yaptıkları çalışmada kitosan kaplamaların donmuş gümüş sazan balıkları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Balık örneklerini %2 kitosan ile kaplamışlar ve kontrol grubu olarak %1 GA ile kapladıkları örnekleri değerlendirmişler ve 30 gün boyunca -3 °C’de muhafaza etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre başlangıç örneklemede TVB-N değeri 7,3 mg/100 g olarak bildirilmiştir. Ayrıca donmuş muhafazada saklama süresi boyunca arttığını, kitosan kaplı örneklerin kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha düşük değerlere sahip olduğunu, 30 günlük depolama sonucunda kitosan kaplı örneklerin 18,8 mg/100 g, kontrol grubu örneklerinin ise 30,2 mg/100 g değere ulaştığını belirtmişlerdir. Simeonidou vd. (1997) yaptıkları çalışmada berlam balığı (*Merluccius mediterraneus*) ve istavrit balığının (*Trachurus trachurus*) 12 ay boyunca donmuş depolamada tüm ve fileto halindeki kalite değişimlerini inceledikleri çalışmada istavrit balığının donmuş muhafazadaki fileto örneklerinin 0., 180. ve 360. gün analizlerinde TVB-N değerini sırasıyla $32,40 \times 10^{-3}$ mg N/100 g, $46,99 \times 10^{-3}$ mg N/100 g ve $48,60 \times 10^{-3}$ mg N/100 g’dır. Sonuçlarda depolama döneminin başında TVB-N seviyelerinin düşük olduğunu, depolama süresince TVB-N değeri arttığını, bunda ezim aktivitesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

TBA bir lipid oksidasyon göstergesidir (Fan vd., 2009). TBA analizi başlıca bileşeni MDA olan lipidlerin ikincil oksidasyon maddelerinin varlığını ölçme prensibine dayanan bir yöntemdir. Taze balıkların lipid oksidasyonuna maruz kalma eğilimleri fazla

olduğundan yapılan çalışmada TBA analizi gerçekleştirilmiştir (Lee vd., 2019; Zhang vd., 2020). Depolamanın 1. ayında K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarının TBA değerleri sırasıyla 1,90 mg MA/kg, 0,57 mg MA/kg, 0,57 mg MA/kg, 0,73 mg MA/kg, 0,79 mg MA/kg, 0,22 mg MA/kg, 0,85 mg MA/kg ve 0,79 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak tüm gruplarda TBA değeri artış göstermiş ve depolamanın sonunda K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB grupları sırasıyla 3,44 mg MA/kg, 6,10 mg MA/kg, 1,89 mg MA/kg, 1,48 mg MA/kg, 6,38 mg MA/kg, 2,31 mg MA/kg, 4,59 mg MA/kg, 4,59 mg MA/kg ve 2,39 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Çalışma süresince hiçbir grup TBA sınır değerlerini aşmamıştır. Grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlıdır ($p<0,05$). C ve MA gruplarının TBA değerlerinin diğer gruplardan daha yüksek bulunması uygulama işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir. TBA değerinin en az olduğu grup %2,5 ve %5 hurma ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplanan gruptur. Elde edilen sonuçlara bakıldığında hurma yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplamanın karayemiş ve mavi yemişe oranla daha iyi sonuç verdiği, ayrıca hiçbir grubun TBA sınır değerlerini aşmamasının da hurma, karayemiş ve mavi yemiş yaprağı bitkisel ekstraktı içeren yenilebilir filmlerin TBA miktarının olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Zhang vd. (2020) yapmış oldukları 13 günlük soğuk muhafaza çalışmasında kitosan ve GA kullanarak istavrit balıklarından elde ettikleri filetoları kaplamışlardır. Elde ettikleri TBA analizi sonuçlarına göre depolamanın 3. gününde kontrol grubu örneklerinin 2 mg MA/kg'a ulaştığını, kitosanla kaplanan örneklerin 12. güne kadar bu değere ulaşmadığını, kitosan+GA ile kaplanan örneklerin depolamanın başlangıcından beri önemli derecede artış gösterdiğini ($p<0,05$), depolamanın sonunda en düşük ortalama değer kitosan+GA kaplamasında olduğunu bildirmişlerdir. Tokur ve Aksun (2018) yaptıkları çalışmada donmuş istavrit balıklarını kaplamak için peynir altı suyunu farklı oranlarda kekik esansiyel yağı ile zenginleştirerek kullanmışlar ve 9 ay boyunca meydana gelen bazı kalite değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda başlangıç örneğinde TBA değerini 0,55 mg MA/kg olarak bulmuşlar, buldukları bu değer yüksek oluşunu ürünü dondurmadan önce 10 saat buzlu depoda bekletmelerinden kaynakladığını bildirmişlerdir. Ayrıca depolama sırasında TBA değerinin tüm gruplarda arttığını, kekik yağı içermeyen gruplarda TBA değerinin daha düşük olduğunu, kekik yağı oranının arttırılmasıyla TBA değerinin de arttığını belirtmişlerdir. Kitosan kaplamaların (%2) donmuş gümüş sazanı kalitesi ve raf

ömrüne olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada Fan vd. (2009) kontrol grubu olarak %1 GA ile kapladıkları balık örneklerini kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre kontrol örneklerinin TBA değeri kitosan ile kaplanan örneklerden önemli ölçüde daha yüksek bulduklarını ve kitosanın lipit oksidasyonunu önemli ölçüde engellediğini belirtmişlerdir. Ayrıca kontrol örneklerinin başlangıç TBA değerini 0,38 mg MDA/kg olarak belirlediklerini, bu değer 10 gün sonra 1,41 mg MDA/kg'a çıktığını, 15 gün sonra 2,32 mg MDA/kg'a ulaştığını ve balık kasında izin verilen en yüksek oran olan 2 mg MDA/kg sınırını aştığını, 30 günlük depolamada kitosan kaplı örneklerin TBA değerinin 0,83 mg MDA/kg olduğunu bildirmişlerdir.

a_w balıkların bozulmasında ve mikroorganizmaların gelişmesinde önemli rol oynar. Balıkların bozulmasında ve mikroorganizmaların gelişmesinde önemli rol oynayan a_w değerine bakıldığında yapılan çalışmanın başlangıç örneğinde 0,9942 olarak belirlenmiştir. Depolamanın ilk ve son gününde K, C, HA, HB, MA, MB, KA ve KB gruplarında sırasıyla 0,9960 ve 0,9932, 0,9974 ve 0,9956, 0,9969 ve 0,9910, 0,9961 ve 0,9942, 0,9944 ve 0,9977, 0,9950 ve 0,9934, 0,9930 ve 0,9920, 0,9938 ve 0,9913 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda inişler ve çıkışlar görülmüştür. Bu inişli ve çıkışlı değerlerin balık etindeki bağ dokusunun bozulması veya yenilebilir filmlerin su geçişine izin vermeyerek bariyer özellik göstermesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Mikroorganizmalar ve enzimler belirli bir pH aralığında faaliyet gösterir (Günlü vd., 2014). Taze balıklarda pH'nın 6-6,5 arasında kabul edilebilir, 6,8-7 arasında tüketilebilir (Metin, 1999). Üründeki pH artışı, mikrobiyal aktiviteden üretilen ve arzu edilmeyen alkali bileşiklerin varlığını gösterir ve tüketilebilir sınır değer 7 olarak kabul edilebilir (Reyes vd., 2015; Zhang vd., 2020). Fakat pH kaliteyi belirleyen tek özellik değildir, bu sebeple diğer parametreler ile ele alınmalıdır (Doğan ve İzci, 2017). Çalışmada kullanılan istavrit balıklarının başlangıç örneklemeinde belirlenen pH değeri 6,69 olarak belirlenmiştir. Kaplama işleminin ardından donmuş muhafazası yapılan örneklerin ilk ay belirlenen pH değerleri K grubunda 6,69, C grubunda 6,61, HA grubunda 6,80, HB grubunda 6,71, MA grubunda 6,39, MB grubunda 6,39, KA grubunda 6,38 ve KB grubunda 6,38 olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca pH değerlerinde

inişler ve çıkışlar görülse bile tüketilebilir ve kabul edilebilir sınır değerleri aşmamıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde istavrit balıkları açısından bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin pH değerleri üzerinde belirli bir etkisinin olmadığı veya pH değerinin değişmesini engellediği düşünülmektedir. Zhang vd. (2020) yapmış oldukları çalışmada kitosan ve GA çözeltisi ile kapladıkları istavrit balığı filetolarını soğuk muhafazada depolamışlar ve 13 gün boyunca kalite kriterlerinin değişimini incelemişlerdir. Depolama sırasında pH değerlerinde bir artış olduğunu, kontrol ve GA ile kaplanan örneklerin pH artışının diğer gruplardan önemli ölçüde hızlı olduğunu ($p<0,05$), 6,8 olan ortalama pH değerinin depolama sonunda 8,2 değerine ulaştığını, 7. günde pH değerinin kabul edilebilir sınır değer olan 7'den çok fazla uzaklaştığını, kitosan ve GA + kitosan kaplı ürünlerin 10. güne kadar pH sınır değerine ulaşmadığını belirtmişlerdir. Secci vd. (2017) yaptıkları çalışmada basınç kullanarak mekanik olarak ayırdıkları istavrit balığı etlerini 90 gün boyunca -20 °C'de depolamışlardır. Depolamanın 0. ve 90. gününde pH değerleri sırasıyla 6,61 ve 6,65 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Kitosan kaplamaların (%2) donmuş gümüş sazanı kalitesi ve raf ömrüne olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada Fan vd. (2009) kontrol grubu olarak %1 GA ile kapladıkları balık örneklerini kullanmışlardır. Başlangıç örneklemede pH değerini 6 olarak belirtmişlerdir. Tüm balık örneklerinde pH değerlerinin başlangıçta azaldığını, daha sonra arttığını, buna sebep olarak balık numunesindeki CO₂'nin çözünmesinden ve uçucu bazların artışından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001; Chaijan vd., 2005; Fan vd., 2009)

4.4. Renk Değerlendirme

4.4.1. Yenilebilir Filmlerle Kaplı Midyelerin Renk Değerlendirmesi

Su ürünlerinin depolanması sırasındaki kimyasal değişikliklerin ürünlerin görünümünde ve dokusunda değişikliklere neden olur (Zhang vd., 2020). Bu nedenle çalışmada yenilebilir filmlerle kaplanan midyelerin L*, a*, b*, Y, x ve y renk parametrelerine bakılmıştır. Çağlak vd. (2008) tarafından yapılan kara midyelerle ilgili çalışmada en yüksek ve en düşük L, a ve b renk değerlerini sırasıyla 34,3-48,2, 6,1-7,9 ve 17-24,8 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz L, a ve b değerleri sırasıyla 41,03-58,14, 11,2-17,1 ve 22,4-29,3 arasında bulunmuştur. Sonuçların literatürdeki

çalışma ile uyumluluk gösterdiği gözlenirken, istatistiksel olarak renk değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama boyunca yenilebilir filmlerle kaplanan midye örneklerinde “L”, “Y” ve “y” değerinde K ve C grubuna nazaran daha az oranda artış görüldüğü, “b” sarılık değerinde KA, KB ve HA gruplarında daha az azalış görüldüğü bununda bitkisel ekstraktlar içerisinde bulunan pigment maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Renk değerlerindeki bu değişimler bazı durumlarda tüketiciler için albeni oluşturabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında yenilebilir filmlerin içerisinde kullanılan bitkisel ekstraktların koruyucu özelliklerinin yanında görsel olarak avantajlarının kullanılabileceği düşünülmektedir.

4.4.2. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Renk Değerlendirmesi

Balıkların depolanması sırasındaki kimyasal değişiklikler ürünlerin görünümünde ve dokusunda değişikliklere neden olur (Zhang vd., 2020). Bu nedenle çalışmada yenilebilir filmlerle kaplanan alabalıkların L^* , a^* , b^* , Y, x ve y renk parametrelerine bakılmıştır. Renk, ürünlerin tazeliğiyle olan ilişkisi nedeniyle balıkların kabul edilebilirliği için en önemli kalite özelliklerinden biridir ve bu nedenle tüketicinin algılarını doğrudan etkiler (Özyurt vd., 2015). Yapılan çalışmada taze alabalık filetosunda L^+ değeri 34,61, a^+ değeri 22,82, b^+ değeri 23,89, Y değeri 10,36, x değeri 0,4474 ve y değeri 0,3698 olarak bulunmuştur. Depolama boyunca L^+ değeri 4,0 ile 66,5 arasında değişiklik göstermiştir. a^+ değeri en yüksek 30,2 ile 2. gün KA grubunda, en düşük ise 6,6 ile 8. gün HA grubunda tespit edilmiştir. b^+ değeri en yüksek 35,0 ile 2. gün MA grubunda, en düşük ise 11,5 ile 8. gün HA grubunda belirlenmiştir. Grupların depolama sonunda Y değerleri 6,0 (HA) ile 26,2 (KA) arasında, x değerleri 0,3741 (MA) ile 0,4946 (KB) arasında ve y değerleri 0,3603 (C) ile 0,3918 (KB) arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda filmlerde kullanılan bitkisel ekstraktların kırmızılık değerlerini arttırdığı belirtilmiştir. Nitekim çalışmamızın “x” kırmızılık değerlerinin K grubuna nazaran yenilebilir filmlerle kaplanan örneklerde daha yüksek görülmesi bu durum ile uyusmaktadır. Yenilebilir filmlerle kaplanan alabalık filetolarının diğer renk parametrelerinde görülen dalgalanmaların bitkisel ekstrakt içeren yenilebilir filmlerle olan bağlantısı kurulamamıştır. Özyurt vd. (2015) yaptıkları çalışmada soğuk (2 °C) ve

donmuş (-18 °C)'de depoladıkları gökkuşağı alabalığı filetoalarını asit ve alkali destekli işlemlerle ekstrakte ettikleri protein tozu ile kaplamışlar ve filetoaların kalite kriterlerini incelemişlerdir. Soğuk depolama sırasında kontrol grubu ve alkali ile işlenmiş protein tozu ile kaplanan örneklerde anlamlı artış gözlediklerini ($p<0,05$), dondurulmuş tüm gruplarda ve asitle muamele edilmiş protein tozu ile kapladıkları alabalık filetoalarının soğuk muhafazası yapıla grubun renk değerlerinde anlamlı değişikliğin gözlemlenmediğini ($p>0,05$), "a" kırmızılık değerinin sadece alkali ile işlenmiş protein tozu ile kaplanan soğuk muhafazasında ve kontrol grubunun donmuş muhafazasında azaldığını, "b" sarılık değerinin donmuş muhafaza sırasında sadece alkali ile işlenmiş protein tozu ile kaplanan ve asitle muamele edilmiş protein tozu ile kaplanan örneklerde önemli ölçüde arttığını, genel olarak renk değerlerine bakıldığında düzensiz artış ve azalışlar gözlemlediklerini ve gruplar arasında önemli bir fark görmediklerini bildirmişlerdir. Albertos vd. (2019) yaptıkları çalışmada deniz yosunlarını ve bunlardan elde ettikleri ekstraktları kullanarak yenilebilir filmler hazırlamışlar ve balık burgerlerinin muhafazasında kullanmışlardır. Elde ettikleri üründe bir renk değişikliği olmadığını ve bununla tüketicinin kabul edilebilirliği bakımından faydalı bulduklarını, deniz yosunları ve özütlerinin kullanıldığı ürünün "a" değerinin kontrolden daha düşük bulunduğunu fakat numuneler arasında önemli renk farklılıklarının gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar literatür çalışmaları ile genel olarak uyumludur.

4.4.3. Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Renk Değerlendirmesi

Balıkların depolanması sırasındaki kimyasal değişikliklerin balık görünümünde ve dokusunda değişikliklere neden olur (Zhang vd., 2020). Bu nedenle çalışmada L^* , a^* , b^* , Y , x ve y renk parametrelerine bakılmıştır. Yapılan çalışmada taze istavrit filetosunda L^+ değeri 35,6, a^+ değeri 14,8, b^+ değeri 9,1, Y değeri 10,7, x değeri 0,3548 ve y değeri 0,3537 olarak bulunmuştur. Depolama boyunca L^+ değeri 36,2 ile 47,2 arasında değişiklik göstermiştir. a^+ değeri en yüksek 18,7 ile 2. ay HB grubunda, en düşük ise 4,8 ile 1. ay KA grubunda tespit edilmiştir. b^+ değeri en yüksek 17,9 ile 1. ay HB grubunda, en düşük ise 9,5 ile 5. ay MA grubunda belirlenmiştir. Grupların depolama sonunda Y değerleri 12,3 (HA) ile 14,4 (KB) arasında, x değerleri 0,3405 (HA) ile 0,3577 (KA) arasında ve y değerleri 0,3666 (C) ile 0,3472 (HA) arasında değişmektedir. Yenilebilir filmlerle

kaplanan istavrit balıklarının renk parametreleri depolama boyunca dalgalı değerler göstermiş ve bu değerlerin bitkisel ekstrakt içeren yenilebilir filmlerle bir bağlantısı kurulamamıştır. Zhang vd. (2020) istavrit balıkları ile ilgili yapmış oldukları çalışmada GA ve kitosan ile kapladıkları filetoları 13 gün boyunca soğuk muhafazada depolamışlardır. Fileto üzerinde bulunan kitosan ile GA kaplamalarının, ikisinin birlikte kullanıldığı kaplamadan çok daha az bir parlaklık artışına neden olduğunu ($p>0,05$), a^* değerinde önemli bir artış görülmediğini ($p>0,05$), kontrol örneklerinin 9. günden itibaren a^* ve b^* değerlerinde önemli bir artış belirlediklerini ($p<0,05$) bildirmişlerdir. Secci vd. (2017) yaptıkları çalışmada basınç kullanarak mekanik olarak ayırdıkları istavrit balığı etlerini 90 gün boyunca $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. Depolamanın 0. ve 90. gününde L^* değerini sırasıyla 20,10 ve 22,95, a^* değerini 10,88 ve 7,88, b^* değerini ise 9,36 ve 9,12 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Donmuş muhafazada depolanan gökkuşağı alabalığının kalite parametreleri ile ilgili yapılan çalışmada Burgaard ve Jørgensen (2011) elde ettikleri sonuçlara göre uzun süreli depolama değerlerinde sıcaklık ile renk arasında bir ilişki bulunamadığını ve istatistiki olarak önem göstermediğini bildirmişlerdir. Genel ortalama renk değerlerini ise L değeri için 56,8, a değeri için 16,4 ve b değeri için 27,3 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar genel olarak literatürle uyumludur.

4.5. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Duyusal Değerlendirmesi

Tüketime sunulacak su ürünlerinin önemli olan kalite parametrelerinden biri de duyusal değerlendirmedir. Yapılan çalışmada görünüş, renk, koku, genel beğeni ve satın alma isteği 5 panelist tarafından değerlendirilmiş 9-10 çok iyi, 7-8 iyi, 5-6 normal, 3-4 kötü ve 1-2 çok kötü olarak değerlendirilmiştir. Depolama süresince alabalıkların görünüş değerlerine bakıldığında 4. günde sınır değer olarak kabul edilen 5 puanın altına inmediği, en düşük puanın 5,0 ile C grubunda olduğu, en yüksek puanın 7,0 ile K ve KB grubunda olduğu görülmektedir. Depolamanın son gününde ise en düşük puanı 1,6 ile HA ve MB grubu alırken, en yüksek puan 3,6 ile HB grubuna verilmiştir. Depolama süresince panelistler tarafından değerlendirilen koku değerleri incelendiğinde depolamanın 4. gününde K grubu (3,2) hariç tüm grupların 5 puanın altına inmediği görülmektedir. En

yüksek puanın ise 6,8 ile KB grubunda olduğu K grubu dışında en düşük puanın ise 5,4 ile MB grubunda olduğu görülmektedir. Depolamanın son gününde en düşük puan 1,0 ile K grubunda (1,0) görülürken en yüksek puan HB grubunda (2,4) görülmektedir. Panelistlerin değerlendirmesi sonucu elde edilen genel beğeni sonuçları incelendiğinde depolamanın 4. gününde K ve C grubu hariç tüm grupların 5,0 puanın üzerinde puan aldığı görülmektedir. En yüksek puan 7,0 ile KB grubunda görülürken bunu sırasıyla 6,0 ile HB ve MB, 5,7 ile KA, 5,3 ile HA ve MA izlemektedir. Depolamanın son gününde ise en düşük puanı 1,0 ile HA grubu alırken en yüksek puanı 2,0 ile C ve MA grubu almıştır. Elde edilen sonuçlarda 4. güne kadar özellikle koku ve renk parametrelerini kabul edilebilir sınır değerinin üstünde görülmüştür. Nitekim bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin her bir grubu gerek ekstraktların hazırlandığı bitkilerin farklı olması gerekse konsantrasyon farkından dolayı içeriğinde farklı oranlarda ve farklı türlerde koku molekülleri ve pigment maddeleri vardır. Bu faktörlerin tüketiciler tarafından fark edilip anket sonuçlarına özellikle 4. güne kadar yansıdığı, 4. günden sonra artık balık etinde meydana gelen protein denatürasyonu, yağ oksidasyonu, mikrobiyal aktivite gibi etkiler sebebiyle önlenemediği düşünülmektedir. Duyusal değerlendirme analiz sonuçları değerlendirildiğinde depolamanın 4. gününde ankete katılanların %40 K grubunu, %20'si C grubunu, %20'si HA grubunu, %80'i HB grubunu, %40'ı MA grubunu, %80'i MB grubunu, %60'ı KA grubunu ve %60'ı KB grubunu satın alabileceğini belirtmiştir. Fadiloğlu ve Çoban (2018) gökkuşağı alabalık filetoalarını sumakla zenginleştirilmiş kitosan içeren yenilebilir filmlerle kapladıkları çalışmada, 12 gün boyunca kalite kriterlerini incelemişlerdir. Duyusal analizlerden elde ettikleri sonuçlara göre duyusal puanlar saklama süresi boyunca tüm örneklerde önemli bir düşüş gösterdi ($p<0,05$). %1 ve %2 sumak ile zenginleştirilen kitosan kaplı alabalık filetoalarının sadece kitosan içerenlere göre daha yüksek puan aldığını ve yenilebilir filmlerde bu katkı maddelerinin kullanımının olumlu sonuçlar gösterdiğini belirtmişlerdir. Kontrol numunelerinin 6. gün, sadece kitosan içeren örneklerin 9. gün ve %1 ile %2 sumak ile zenginleştirilen kitosan kaplı alabalık filetoalarının ise 12 gün sonra koku, görünüm, tat ve doku değerleri için kabul ettikleri sınır değerinin altına ulaştığını bildirmişlerdir. 6. ve 9. günde kontrol grubu kabul edilemez olarak tanımlanırken sumak ve kitosan kullanılarak yapılan kaplamanın halen daha iyi durumda olduğunu ve kontrol grubundan 5-6 gün daha raf ömrünün uzatılabilir olarak değerlendirdiklerini bildirmişlerdir. Hamzeh ve Rezaei (2012)

yaptıkları çalışmada sodyum aljinat çözeltisi ile kapladıkları gökkuşağı alabalıklarını 4 °C’de muhafaza etmişler ve kalite kriterlerini değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri duyusal analiz sonuçlarına göre depolamanın 10. gününde doku, koku, renk ve genel kabul edilebilirliğin kabul edilemez seviyenin altında olduğunu bildirmişlerdir. Raeisi vd. (2016) yaptıkları çalışmada arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerini yarı kızartılmış gökkuşağı alabalık filetoları üzerinde duyusal analiz gerçekleştirmişlerdir. Değerlendirmeleri 1 ile 10 puan arasında, renk, tat, sululuk, koku, sertlik ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerinde yapmışlardır. Başlangıç değerlerinin 9,02 ile 9,86 aralığında olduğunu, depolama süresince tüm balık örneklerinde kalite kaybı meydana geldiğini ($p<0,05$), bitki özleri ile muamele edilen örneklerin kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha iyi puanlar aldığını ($p<0,05$), bitki özü oranı arttıkça duyusal özellikler ve raf ömründe iyileşmeler olduğunu, arpacık soğanın duyusal özellikler, mısır anasonunun ise raf ömrüne olan etkilerinin daha iyi sonuçlar gösterdiğini, %1,5 arpacık soğanının 6. günde, %3 arpacık soğanının 9. günde, %1,5 mısır anasonunun 12. günde ve %3 mısır anasonunun 15. günde duyusal özellikler için kabul edilebilirlik sınır değerlerine ulaştığını bildirmişlerdir. Yıldız ve Yangılar (2016) yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonda kullandıkları peynir altı suyunu ile kapladıkları alabalık filetolarını 15 gün boyunca 4 °C’de depolamışlar ve kalite kriterlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri duyusal analizde özellikleri 1 (zayıf)’dan 9 (mükemmel)’a kadar puanlamışlar ve tat, koku, sertlik ve genel kabul edilebilirlik değerleri açısından farkların önemli olduğunu bildirmişlerdir ($p<0,05$). Gliserol (1:1 ve 2:1) ilaveli örneklerin diğer gruplara göre daha yüksek puan aldığını, işlem gören grupların tümünün işlem görmeyenlerden daha iyi duyusal kalite sağladığını, panelistler tarafından en çok tercih edilen grupların gliserol ilaveli gruplar olduğunu, kontrol grubunun en düşük puanları aldığını belirtmişlerdir.

4.6. Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Tekstür Değerlendirmesi

Tekstür analizi gıdaların dokusal özelliklerini belirlemek için iki tekrarlı olarak yapılan bir sıkıştırma testidir. TPA deneyi sırasında örneklerin çiğnendiklerinde nasıl davrandıklarına dair fikir sağlamak için iki kez sıkıştırılır. İki kez tekrar etmesinin sebebi

ağız hareketinin tekrar edilmesidir. Cihaz üzerindeki algoritma ile tekstür analiz verileri elde edilen hesaplamalarla ortaya konulmaktadır.

Balıkların depolanması sırasındaki kimyasal değişikliklerin balık görünümünde ve dokusunda değişikliklere neden olur (Zhang vd., 2020). Ayrıca donmuş muhafaza sırasında balıkların doku profili protein denatürasyonu ve buz kristallerinin oluşumundan etkilenir. Dondurma sırasında buz kristallerinin büyümesi proteazları serbest bırakarak önemli protein dokularının bozulma ihtimalini güçlendirir. Buz kristalleri proteinin bağlama sisteminin zayıflaması ve bozulması sonucu proteinden gelen su ile birleşir (Subbaiah vd., 2015). Maddenin yapısında belirli bir deformasyon sağlamak için uygulanan kuvvet sertlik değerini verir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında düzenli olmayan bir değişim görülmektedir. Bu sonuçların yenilebilir filmlerden kaynaklanmadığı düşünülmektedir. Maddenin yapısında bulunan iç bağların gücüne yapışkanlık denir. Çalışmadan elde edilen yapışkanlık ve iç yapışkanlık sonuçlarına bakıldığında kontrol ve diğer gruplar arasında tutarlı bir değişimin olmadığı görülmektedir. Depolama sürecinde elde edilen sonuçlara bakıldığında esneklik değerlerinde inişler ve çıkışlar görülmektedir. Grup içi ve gruplar arası değerlendirmelerde farklar görülse de bu farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bir gıdayı yutmaya hazır hale için gereken parçalama kuvvetine sakızımsılık denir. Tüm örnekler incelendiğinde sakızımsılık değerlerinde inişler çıkışlar gözlenmiştir. Genel olarak bakıldığında depolama süresince bir yükseliş gözlenirse de balık etinin kendi yapısından kaynaklı bir bozulmadan dolayı sonuçların anlamlı olmadığı düşünülmektedir. Çiğnenebilirlik, besinlerin çiğnendikten sonra yutulmaya hazır hale getirilmesine kadar harcanan enerjiyi ifade eder. Depolama süresince çiğnenebilirlik değerlerinde bir düşüş gözlenmiştir. Fakat bu değişimler depolama süresince inişli çıkışlı olduğu için tutarsız olduğu değerlendirilmiştir. Maddenin üzerindeki deforme edici kuvvetin kaldırılması sonucu maddenin kendini toparlama ve eski haline gelme hızına elastikiyet denmektedir. Çalışma süresince elastikiyet değerleri grup içi ve gruplar arası karşılaştırmada tutarlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Özbay vd. (2006) yaptıkları çalışmada donmuş muhafazada depolanan gökkuşağı alabalığı fileto larındaki kalite ve nitelik kaybını, pigment solmasının nedenlerini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre elde ettikleri sonuçlarda 8. aya kadar doku indeksi ile depolama süresinin katsayısının oldukça iyi olduğunu ($r=0,69$, $p<0,01$)), $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolamaya göre -30

°C’de depolanan örneklerin dokularındaki olumlu durumun 7. aydan itibaren açıkça görülebilir olduğunu, 6 haftalık sürede depolanan örneklerin pişirilmesiyle dokusal özelliklerde bir farklılık görülmediğini ($p>0,05$), sıcaklıkla bir ilişki kurulamadığını, -5 °C’de depolanan balıkların -30 °C’de depolananlara göre daha yüksek bir kesme kuvvetine sahip olduğunu, 30 °C’de depolanan balıklarda 6 hafta sonra sertleşme değerlerinin azaldığını fakat -5 °C’de saklananların sertleşme değerlerinin biraz arttığını bildirmişlerdir. Subbaiah vd. (2015) yaptığı çalışmada Nil tilapialarını 18 °C’de 150 gün boyunca depolamışlar ve meydana gelen dokusal değişiklikleri ve protein yapısının bozulmasını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre kademeli olarak kasın gevşediğini ve depolama süresince bu durumun arttığını, 120. Günden sonra sertlik değerinin arttığını, sakızimsılık dışında yaylanma ve yapışma gibi diğer dokusal özelliklerin depolama süresince yavaş ama kademeli bir şekilde arttığını bildirmişlerdir.

4.7. Mikrobiyolojik Değerlendirme

4.7.1. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Midyelerin Mikrobiyolojik Değerlendirmesi

Midye ile ilgili daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını Çağlak vd. (2008) 0., 8. ve 12. günde sırasıyla 2,9 log kob/g, 5,35 log kob/g ve 7,20 log kob/g olarak, toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısını ise 0., 8. ve 12. günde sırasıyla 2,92 log kob/g, 5,23 log kob/g ve 7,10 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Ulusoy ve Özden (2011) yaptığı çalışmada kontrol grubunun toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını 1., 3. ve 5. günlerde sırasıyla 1,17 log kob/g, 1,00 log kob/g ve 1,17 log kob/g olarak, toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısını ise 1., 3. ve 5. günlerde sırasıyla 1,00 log kob/g, 1,39 log kob/g ve 2,04 log kob/g olarak bulmuşlardır. Turan vd. (2014) yaptıkları çalışmada toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını 0., 1., 2. ve 3. günlerde sırasıyla 3,94 log kob/g, 4,38 log kob/g, 5,43 log kob/g ve 7,54 log kob/g olarak, toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısını ise 0., 1., 2. ve 3. günlerde sırasıyla 3,23 log kob/g, 3,75 log kob/g, 4,92 log kob/g ve 6,07 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı taze üründe 2,24 log kob/g, 2. günde en düşük HA grubunda 5,48 log kob/g, en yüksek K grubunda 5,97 log kob/g olarak

belirlenmiştir. Çalışmadaki toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı incelendiğinde taze üründe 2,00 log kob/g, 2. günde en düşük HB grubunda 4,48 log kob/g, en yüksek K grubunda 4,62 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Su ürünlerinde bakteri yükü mevsimlere, bölgeye, avcılık şartlarına bağlı olarak değişmekte olup, toplam bakteri yükü için tavsiye edilen tüketilebilir limit değeri 7 log kob/g olarak bildirilmektedir (Careche vd., 2002; Çağlak vd., 2016). Çalışmanın 4. gününde bütün grupların toplam aerobik mezofilik/psikrofilik bakteri sayısının 7 log kob/g sınır değerini aştığı belirlenmiştir. Bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkinliğinin artırılması noktasında yapılacak filmler üzerine farklı uygulamalar gerçekleştirilmesi faydalı olacaktır. Elde edilen veriler incelendiğinde literatür çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.7.2. Yenilebilir Film ile Kaplanmış Taze Alabalık Filetolarının Mikrobiyolojik Değerlendirmesi

Psikrofilik mikroorganizmalar düşük sıcaklıkta depolanan balıkların bozulmasından başlıca sorumlu mikroorganizma grubudur (Günlü vd., 2014). Genel olarak tatlı su balıklarının başlangıçtaki mikrobiyal yükü, balığın yaşadığı su şartlarına ve sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Literatürde verilen bilgilere göre tatlı su balık türleri için bakteri sayısı 2,00 log kob/g-6,00 log kob/g arasındadır (Fadıloğlu ve Çoban, 2018). Depolama günlerinde yenilebilir film ile kaplanan alabalık filetolarının TAMB sayısının limit değerleri K grubunda 6. günde (7,22 log kob/g), HB, MB ve KA grubunda ise 8. günde sınır değeri aştığı (7,05 log kob/g, 7,22 log kob/g, 7,38 log kob/g) belirlenmiştir. TAPB sayısı depolamanın son gününde K grubunda 4,23 log kob/g, C grubunda 4,98 log kob/g, HA grubunda 5,29 log kob/g, HB grubunda 4,42 log kob/g, MA grubunda 4,67 log kob/g, MB grubunda 5,37 log kob/g, KA grubunda 5,21 log kob/g ve KB grubunda 4,52 log kob/g değerine ulaşmıştır. Bu veriler ışığında C, HA, MA ve KB gruplarının antimikrobiyal olarak olumlu etki sergilediği söylenebilir. Günlü vd. (2014) kitosan bazlı yenilebilir filmler ve vakum paketlenme uyguladıkları alabalık filetoları üzerinde yapmış oldukları çalışmada TAPB mikroorganizma sayısının 1,16 log kob/g-2,99 log kob/g aralığında olduğunu, TAMB sayısının ise 1,84 log kob/g-3,57 log kob/g aralığında olduğunu belirtmişlerdir. TAMB ve TAPM sayısı için kabul edilebilir sınır değerleri (6 log kob/g) kitosan, vakumlu paket ve kitosan + vakumlu paket için sırasıyla

12., 16., 24. ve 36. günlerde aştığını belirtmişlerdir. Fadiloğlu ve Çoban (2018) sumak ile zenginleştirilmiş kitosan içeren yenilebilir filmlerle yaptıkları çalışmada kullandıkları gökkuşaklı alabalıklarının ilk gün TAMB 2,69 log kob/g-2,79 log kob/g, ilk gün TAPB 2,84 log kob/g-3,18 log kob/g olarak belirlediler. Depolama süresince tüm grupların TAMB değerinin arttığını, kontrol grubunun diğer gruplara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunduğunu ($p<0,05$), 9. Günde kontrol grubunun TAMB değerinin 6,77 log kob/g olduğunu, kitosan ve kitosan+sumak kaplı örneklerin sırasıyla 9. ve 12. günde sınır değerinin altında ve çok yakın değerde olduğunu, TAPB değerinin kontrol grubunda 3,18 log kob/g'den 7,58 log kob/g değerine, kitosan kaplı örneklerde 3,04 log kob/g değerinden 6,21 log kob/g değerine, kitosan+sumak kaplı grupta 2,84 log kob/g değerinden 5,73 log kob/g değerine, ve sumak (%2) ve kitosan içeren grupta 2,92 log kob/g değerinden 5,25 log kob/g değerine çıktığını, kitosan ve sumak kaplı örneklerin TAPB kontrol grubuna oranla anlamlı olarak daha düşük olduğunu ($p<0,05$), değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hamzeh ve Rezaei (2012) sodyum aljinat çözeltisi ile kapladıkları gökkuşaklı alabalıklarını 20 gün boyunca soğuk depoda (4°C) muhafaza etmişlerdir. Yaptıkları ilk gün analizlerinde TAMB 2,25 log kob/g olarak, TAPB 2,25 log kob/g belirlediler. Saklama süresi boyunca TAMB ve TAPB'nin önemli ölçüde arttığını ($p<0,05$), fakat depolama sonunda TAMB değerinin kaplanan örneklerde 6,21 log kob/g kontrol grubundan 9,35 log kob/g olduğunu, TAPB değerinin kontrol numunelerinde 7,93 log kob/g, kaplanmış örneklerde ise 7,04 log kob/g olduğunu ($p<0,05$) bildirmişlerdir. Raeisi vd. (2016) yaptıkları çalışmada arpacık soğanı ve mısır anasonu tohumu ekstraktının etkilerini yarı kızartılmış gökkuşaklı alabalık filetoları üzerinde incelemişlerdir. Yarı kızartılmış ve kaplanmış balık filetosundaki ilk toplam bakteri sayısını sırasıyla 3,84 log kob/g ve 3,98 log kob/g olarak, kontrol örneklerinin 6. gününde kabul edilebilir sınır değeri aştığını (7,31 log kob/g), arpacık soğanı %1,5), arpacık soğanı (%3), mısır anasonu (%1,5) ve mısır anasonu (%3) ile kaplanan örneklerin toplam bakteri sayısının sırasıyla 6., 9., 12. ve 9. günlerde kabul edilebilir sınır değerlerin altında kaldığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışma literatür ile uyumludur.

4.7.3. Yenilebilir Film ile Kaplanmış İstavrit Balıklarının Mikrobiyolojik Değerlendirmesi

Çalışma süresince hiçbir grubun TAMB sayısı sınır değerleri aşmamıştır. Depolamanın son gününe bakıldığında en yüksek sayının 4,23 log kob/g ile HA grubunda olduğu en düşük sayının ise 2,95 log kob/g ile HB grubunda olduğu görülmektedir. TAPB sayısı depolamanın son gününde K grubunda 5,37 log kob/g, C grubunda 3,60 log kob/g, HA grubunda 4,11 log kob/g, HB grubunda 3,70 log kob/g, MA grubunda 5,58 log kob/g, MB grubunda 4,76 log kob/g, KA grubunda 4,07 log kob/g ve KB grubunda 4,61 log kob/g olarak belirlenmiştir. TAPB sayısının limit değerleri aşmadığı görülmektedir. Maya ve küf sayısına bakıldığında 5. aya kadar herhangi bir üreme tespit edilmemiştir. 5. ayda MB grubunda 3,70 log kob/g ve KA grubunda 3,79 log kob/g olarak tespit edilen maya ve küf sayısı depolamanın son gününde K grubunda 3,01 log kob/g, C grubunda 2,66 log kob/g, HA grubunda 2,93 log kob/g, HB grubunda 3,56 log kob/g, MA grubunda 3,11 log kob/g, MB grubunda 3,70 log kob/g, KA grubunda 3,79 log kob/g ve KB grubunda 4,05 log kob/g olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre bitkisel ekstrakt içeren yenilebilir filmlerin toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısını K grubuna göre azalttığı bunun da bitkisel ekstraktlar içerisinde bulunan antimikrobiyal maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fan vd. (2009) yaptıkları çalışmada kitosan kaplamaların (%2) donmuş gümüş sazanı üzerindeki kalitesine ve ram ömrüne olan etkisini değerlendirmişlerdir. Hazırladıkları örnekleri %2 kitosan çözeltisi ve %1 GA (kontrol grubu olarak) ile muamele etmişlerdir ve 30 gün boyunca -3 °C’de depoladılar. Elde ettikleri sonuçlar göre balıklardaki ilk toplam bakteri sayısı (TBS) 2,9 log kob/g olarak belirlediklerini, kitosan kaplı balık örneklerinin ilk 5 gün boyunca kontrol grubu ile aynı TAMB’ye sahip olduğunu, fakat kontrol grubunun TAMB değerinin kaplanan örneklerden daha fazla bulunduğunu ve 30. günde 6,9 log kob/g’a ulaştığını belirtmişlerdir. Ben-Gigirey vd. (1998) yaptıkları çalışmada 9 ay boyunca donmuş muhafazada depoladıkları orkinos balıklarında yaptıkları mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre 3 aylık depolama sonunda düşük mikrobiyal sayı belirlendiğini, -18 °C ve -25 °C için sırasıyla 2 log kob/g ve 21log kob/g olduğunu, başlangıçta 827 olan psikrofilik mikroorganizma sayısının 9. ayda -18 °C ve -25 °C için sırasıyla 0 log kob/g ve 38 log kob/g değerine düştüğünü bildirmişlerdir.

4.8. Genel Değerlendirme

Bitkisel ekstraktların DPPH analiz sonuçlarında en yüksek antioksidan aktiviteyi hurma yapraklarının yüksek konsantrasyonu (HB) vermiştir. Bunu sırasıyla karayemiş ve mavi yemiş yaprakları takip etmiştir. Hurma ve mavi yemiş ekstraktı içeren yenilebilir filmlerin çekme mukavemetini arttırdığı ve karayemiş ekstraktının ise çekme mukavemeti değerini düşürdüğü görülmüştür. Elde edilen sonuçlarda bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin kopmaya karşı direnç gösterdiği söylenebilir. Ayrıca filmlere eklenen bitkisel ekstraktların şişme derecesini nispeten düşürdüğü görülmüştür.

Midye örnekleri analiz sonuçlarına bakıldığında TVB-N ve mikrobiyolojik analiz sonuçları açısından en iyi sonuçların hurma yaprak ekstraktının yüksek konsantrasyonunda görülmüştür. Çalışmadan elde edilen TBA analiz sonuçlarına bakıldığında tüm yaprak ekstraktı içeren ürünlerin ekstrakt içermeyen kontrol grubuna göre daha iyi sonuç verdiği ve mavi yemiş yaprak ekstraktı içeren ürünlerin daha düşük TBA değerleri sergilediği görülmüştür. Midye ürünlerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığında hurma ve karayemiş gruplarının midye ürünlerinde antimikrobiyal etki gösterdiği görülmektedir. Yaprak ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplama işleminin midye ürünlerinin soğuk muhafazasında kimyasal ve mikrobiyolojik kalitenin korunmasında etkili olduğu, özellikle %5 konsantrasyona sahip hurma ve karayemiş yaprak ekstraktı içeren filmler ile kaplanmış ürünlerin diğer yaprak ekstraktı içeren gruplara nazaran daha olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir.

Alabalık ürünlerinin elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde TVB-N ve Mikrobiyolojik analiz sonuçları açısından en iyi değerlerin hurma yaprak ekstraktının yüksek konsantrasyonunda görülmüştür. Çalışma süresince TBA analiz sonuçları değerlendirildiğinde tüm yaprak ekstraktı içeren ürünlerin kontrol grubuna göre daha olumlu sonuçlara sahip olduğu, bununla birlikte mavi yemiş yaprak ekstraktı ile hazırlanan ürünlerin daha düşük TBA değerler gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan duyu analizi sonuçlarında depolamanın son gününde panelistler tarafından değerlendirilen koku ve genel beğeni değerlendirilmesinde en yüksek puanı HB grubunu almasına ilave olarak

yaprak ekstraktı içeren ürünlerin kontrol grubuna göre daha iyi sonuç alması ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin duyuşal açıdan alabalık ürünlerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Alabalık filetolarından elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçlarında özellikle HB, MB, ve KB gruplarının taze alabalık filetolarında antimikrobiyal olarak olumlu etki sergilediğini göstermektedir. Yaprak ekstraktı içeren yenilebilir filmler ile kaplanmış alabalık ürünlerinin soğuk muhafaza şartlarında kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik kalitenin korunmasında olumlu bir etkisinin olduğu tespit edilmiş özellikle %5 konsantrasyona sahip yaprak ekstraktları ile kaplanmış ürünlerin ön planda olduğu gözlenmiştir.

İstavrit balıklarında % nem değerinin bitkisel ekstrakt katkılı yenilebilir filmlerin kontrol grubuna göre yüksek değerlere sahip olması yenilebilir filmlerin donmuş muhafazada su geçişine karşı bir bariyer oluşturduduğunu ve böylece ürünün su geçişine karşı korunmasının sağlanarak ağırlık kaybı ve dehidrasyona karşı korunduğu belirlenmiştir. İstavrit balıklarının TVB-N, TBA ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığında hurma ve mavi yemiş yaprak ekstraktları içeren ürünlerin olumlu sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Yaprak ekstraktı içeren yenilebilir film ile kaplama işleminin istavrit ürünlerinin donmuş muhafazasında kimyasal ve mikrobiyolojik kalitenin özellikle %5 konsantrasyona sahip yaprak ekstraktı içeren ürünlerde korunmasında olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak yaprak ekstraktı içeren gruplardan özellikle yüksek konsantrasyonlu yenilebilir ürünlerin gerek taze muhafazada ve gerekse donmuş su ürünlerinin depolama süresince besinsel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal kalitenin korunmasında olumlu katkı gösterdiği bu yönü ile su ürünleri işleme sanayisinde kullanılabileceği önerilmektedir.

5. ÖNERİLER

Yapılan çalışmada sonucunda ülkemizde önemli bir kaynak olan odun dışı orman ürünü hurma, karayemiş ve mavi yemiş bitkilerinin ekstraktlarının su ürünlerinin muhafazasında kullanılabileceği, bu doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynaklar ile yeni tip kaplama yöntemleri geliştirilebileceği ortaya koyulmuştur.

Yapılan çalışmalarda ülkemizin önemli derecede odun dışı orman ürünlerine sahip olduğu ve bu odun dışı orman ürünlerinin de antioksidan ve antimikrobiyal kaynak olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca Türkiye sahip olduğu su kaynakları sayesinde çok yüksek bir su ürünleri üretim potansiyeline sahiptir. Fakat sahip olduğu bu potansiyele rağmen su ürünleri tüketim oranı kişi başı yıllık olarak yaklaşık 5-7 kg'dır. Türkiye'nin sahip olduğu ortalama su ürünleri tüketiminin ise kıyı bölgelerde yani denize yakın şehirlerde yoğunlaştığı görülür. Bu durum taze ürünün iç bölgelere olan ulaşımındaki sıkıntılardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca iç bölgelerde görülen beslenme alışkanlıkları su ürünleri tüketimiyle uyumamaktadır.

Gıda sektörü başta olmak üzere birçok alanda ambalajlama yapılmaktadır. Yapılan bu ambalajlamalarda ham madde olarak genellikle petrol türevi maddeler kullanılmaktadır. Kullanılan bu maddeler uzun yıllar boyunca doğada çözünmeden kalabilmekte, canlılar için biyoakümülyasyona sebep olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda canlılarda ve su ekosistemlerinde mikropartikül halde plastıklara rastlandığı ve dünyanın plastik kirliliği ile karşı karşıya olduğunu bildirmektedir.

Bu bilgiler ışığında;

- Türkiye'nin sahip olduğu odun dışı orman ürünlerinin antioksidan ve antimikrobiyal kapasiteleri farklı çalışmalar ile belirlenmelidir.
- Belirlenen doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynakların et, balık, meyve ve sebze gibi gıda ürünlerinin muhafazasında kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmalıdır.
- Ekonomik değeri olmayan odun dışı orman ürünleri ve su ürünlerinin kombinasyonları ile tüketiciyi cezbedecek yeni ürünleri geliştirilmeli,

böylece toplumun su ürünleri tüketimi arttırılarak ekonomiye kazanç sağlanmalıdır.

- Doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynaklar ile gıda sektöründeki ekonomik kayıpların azaltabilecek yeni uygulamalar araştırılmalıdır.
- Başta yenilebilir filmler olmak üzere petrol türevi hammaddelerin kullanıldığı ambalaj malzemelerinin yerine organik veya biyobozunur kaplama malzemeleri geliştirilmelidir.
- Ürünlerin yenilebilir filmler ile kaplandıktan sonra vakum veya modifiye atmosfer paketlemeleriyle birlikte kullanım alanları araştırılmalıdır.
- Vakum paket veya MAP uygulamalarında kullanılması amacıyla yenilebilir filmlerin mekanik özellikleri geliştirilmeli ve araştırılmalıdır.
- Yenilebilir filmlerin ve bitkisel ekstraktların molekül yapıları daha ayrıntılı bir şekilde belirlenmeli, tutucu özellikleri arttırılmalı ve geliştirilerek ürünü daha iyi muhafaza edecek bir malzeme elde edilmelidir.
- Kullanılacak odun dışı orman ürünleri antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesinde farklı çözücülerin, farklı sıcaklıkların ve farklı ekstrakt yöntemlerinin araştırılmalıdır.
- Antioksidan ve antimikrobiyal amaçlı kullanılacak ekstraktların içerisindeki etken maddeler belirlenmeli ve bu etken maddeler izolasyonu üzerine çalışmalar planlanmalıdır.
- Su ürünleri işleme teknikleri arasında bulunan donmuş muhafaza, taze muhafaza, kurutma, marinasyon ve dumanlama gibi prosedürlerde kullanılacak antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin kullanım oranları ve farklı işleme süreçlerinde etkinlikleri ortaya konulmalıdır.
- Sanayiye bağlı olarak yapılacak uygulamalarda elde edilen ekstraktların hazırlanması ve kullanma metotları (püskürtme, daldırma vb.) sanayi ile yürütülecek projelerle değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akbaba, G. (2006). Yenilebilir ambalajlar, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 30-32.
- Albertos, I., Martin-Diana, A., Buron, M. and Rico, D. (2019). Development of functional bio-based seaweed (*Himanthalia elongata* and *Palmaria palmata*) edible films for extending the shelflife of fresh fish burgers, *Food Packaging and Shelf Life*, 22.
- Appendini, P. and Hotchkiss, J. H. (2002). Review of antimicrobial food packaging, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3,2, 113-126.
- Ayana, B. ve Turhan, K. N. (2010). Gıda ambalajlamasında antimikrobiyel madde içeren yenilebilir filmler/kaplamalar ve uygulamaları, *Gıda*, 35,2, 151-158.
- Ayaz, F. A. (2001). Changes in phenolic acids of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) fruit during maturation, *Acta Biologica Cracoviensia*, 43, 22-26.
- Aydın, A., Orhan, H., Sayal, A., Özata, M., Şahin, G. and Işimer, A. (2001). Oxidative stress and nitric oxide related parameters in type 2 diabetes mellitus: effects of glycemic control, *Clinical Biochemistry*, 34(1), 65-70.
- Aydınlı, M. and Tutaş, M. (2000). Water sorption and water vapour permeability properties of polysaccharide (locust bean gum) based edible films, *LWT-Food Science and Technology*, 33(1), 63-67.
- Aydınlı, M. (1997). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) Çekirdeğinin polimerlerinin karakterizasyonu ve yenilebilir film özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye, 94s.
- Bayazıt, S., Tuzcu, Ö., Küden, A. ve İmrak, B. (2012). Bazı Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) tür ve çeşitlerinin soğuklama gereksinimlerinin saptanması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 127-132.
- Ben-Gigirey, B., Vieites Baptista de Sousa, J. M., Villa, T. G. and Barros-Velazquez, J. (1998). Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. *Journal of Food Protection*, 61(5), 608-615.
- Benjakul, S., Artharn, A. and Prodpran, T. (2008). Properties of protein-based film from round scad (*Decapterus maruadsi*) muscle as influenced by fish quality, *LWT-Food Science and Technology*, 41(5), 753-763.
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911-917.
- Bourtoom, T., Chinnan, M., Jantawat, P. and Sanguandeeikul, R. (2006). Effect of plasticizer type and concentration on the properties of edible film from water-

soluble fish proteins in surimi was *Food Science and Technology International*, 12(2), 119-126.

- Boz, H. (2018). Buğday veya mısır nişastası kullanılarak üretilen keklerin fiziksel, duyuşsal ve tekstürel özellikleri üzerine çirşlendirmenin etkisi. *Akademik Gıda*, 16(2), 176-182.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Burgaard, M. G. and Jorgensen, B. M. (2011). Effect of frozen storage temperature on quality related changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20(1), 53-63.
- Çağlak, E. (2009). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan sübye, kara midye ve lakerdanın buzdolabı şartlarında bazı kalite kriterlerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 117s.
- Çağlak, E., Çaklı, S. and Kılınç, B. (2008). Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 226(6), 1293-1299.
- Çağlak, E., Çaklı, Ş. and Kılınç, B. (2014). Comparison chemical, sensory, microbiological and textural changes of cuttlefish (*Sepia officinalis*) stored under different packaging. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(5), 1046-1053.
- Çağlak, E., Karslı, B. and Rakıcı, S. (2016). Determination of the some quality criteria and shelf life of different cooking methods applied anchovies (*Engrulis encrasicolus*) stored at refrigerated ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) conditions. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 1(1), 21-27.
- Çakmak, H., ve Odabaş, E. (2020). Bakla proteini konsantresinden yenilebilir film üretilmesi ve filmlerin karakterizasyonu. *Türkiye 13. Gıda Kongresi*, Çanakkale, 21-23 Ekim 2020
- Callegarin, F., Gallo, J.-A. Q., Debeaufort, F. and Voilley, A. (1997). Lipids and biopackaging. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(10), 1183-1192.
- Çankırılıgil, E. C. (2012). Farklı su ürünlerinden elde edilen kaplama ürünlerin (kroket) kalite parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye, 101s.
- Careche, M., Garcia, R. and Borderias, J. (2002). Anchovy shelf life as affected by different chilling methods during distribution. *Journal of Food Protection*, 65(2), 353-361.

- Celep, E., Aydın, A. and Yeşilada, E. (2012). A comparative study on the in vitro antioxidant potentials of three edible fruits: cornelian cherry, Japanese persimmon and cherry laurel. *Food and Chemical Toxicology*, 50(9), 3329-3335.
- Çelik, M. (2008). Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(5), 933-938.
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Faustman, C. (2005). Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, 93(4), 607-617.
- Chouliara, I., Savvaidis, I., Panagiotakis, N. and Kontominas, M. (2004). Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *Food Microbiology*, 21(3), 351-359.
- Connell, J. (1990). Methods of assessing and selecting for quality, *Control of Fish Quality*, 2, 122-150
- Cuq, B., Gontard, N. and Guilbert, S. (1995). Active food packaging, Edible films and coatings as active layers. *Springer*, 111-142.
- Cuq, B., Gontard, N., Cuq, J. L. and Guilbert, S. (1998). Packaging films based on myofibrillar proteins: Fabrication, properties and applications. *Food/Nahrung*, 42(03-04), 260-263.
- Cuq, B., Gontard, N., Cuq, J.-L. ve Guilbert, S. (1997). Selected functional properties of fish myofibrillar protein-based films as affected by hydrophilic plasticizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3), 622-626.
- Curran, C., Nicolaidis, L., Poulter, R. and Pons, J. (1980). Spoilage of fish from Hong Kong at different temperatures. 1. quality changes in gold-lined sea bream (*Rhabdosargus sarba*) during storage at 0 (in ice) and 10 degrees celsius. *Tropical Science*, 22(4), 367-382.
- Curzio, O. and Quaranta, H. (1982). Delay of oxidative rancidity in irradiated hake (*Merluccius merluccius hubbsi*), *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 15 171-172.
- Datta, S., Janes, M., Xue, Q. G., Losso, J. and La Peyre, J. (2008). Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella anatum* on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin. *Journal of Food Science*, 73(2), M67-M71.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.-A. and Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.

- Doğan, G. and İzci, L. (2017). Effects on quality properties of smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), e12757.
- Dokuzlu, C. (1997). Marinat hamsi üretimi sırasında kullanılan asit-tuz oranlarının ürünün mikrobiyolojik ve organoleptik kalitesi üzerine etkileri ve raf ömrünün belirlenmesi. *Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 28(1), 81-90.
- Dönmez, M. ve Tatar, O. (2001). Fileto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimindeki değişimlerin araştırılması. *Su Ürünleri Dergisi*, 18(1/2), 125-134.
- Dursun, S. ve Erkan, N. (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences*, 3(4), 352-373.
- EEC (1995). Decision 95 / 149 / EC. Total volatile basic nitrogen TVBN limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used. *Official Journal*, 097, 84-87.
- Erdem, M. E., Bilgin, S. ve Çağlak, E. (2005). Tuzlama ve marinasyon yöntemleri ile işlenmiş istavrit balığı'nın (*Trachurus mediterraneus*, steindachner, 1868) muhafazası sırasındaki kalite değişimleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3), 1-6.
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakavuk, D. Ü., Yildirim, Ş. Y. and İnuğur, M. (2006). Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *European Food Research and Technology*, 222(5), 667-673.
- Ertaş, H. (1978). Balıkların soğutma-dondurma ve salamura metodları ile muhafazası, *Gıda*, 3(6), 237-246.
- EUR-Lex - 32005R2074 (2005). EUR-Lex - 32005R2074, Commission Regulation (EC) No 2074/2005 of 5 December 2005.
- Fadıloğlu, E. E. and Çoban, E. Ö. (2018). Effects of chitosan edible coatings enriched with sumac on the quality and the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) fillets. *Journal of Food Safety*, 38(6), e12545.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. and Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115(1), 66-70.
- Garcia, F. T. and Paulo, J. d. A. (2005). Effect of the thermal treatment of the filmogenic solution on the mechanical properties, color and opacity of films based on muscle proteins of two varieties of Tilapia. *LWT-Food Science and Technology*, 38(3), 289-296.
- Gennadios, A. and Weller, C. (1990). Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*, 44(10), 63-69.

- Gennadios, A. (2002). Protein-based films and coatings, proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities, CRC press, 21-62.
- Gennadios, A., Hanna, M. A. and Kurth, L. B. (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 30(4), 337-350.
- Giovanelli, G. and Buratti, S. (2009). Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, 112(4), 903-908.
- Goulas, A., Chouliara, I., Nessi, E., Kontominas, M. and Savvaidis, I. (2005). Microbiological, biochemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Microbiology*, 98(3), 752-760.
- Gökoğlu, N. (2002). Su ürünleri işleme teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, ISBN: 975-9703-48-3, 18.
- Guilbert, S. (1986). Food packaging and preservation, Theory and Practice in Technology and Application of Edible Protective Films. Elsevier Applied Science Publishing Co., London, 371-394.
- Günlü, A., Sipahioğlu, S. and Alpas, H. (2014). The effect of chitosan-based edible film and high hydrostatic pressure process on the microbiological and chemical quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) fillets during cold storage ($4\pm1^{\circ}\text{C}$). *High Pressure Research*, 34(1), 110-121.
- Gürgün, V. ve Halkman, K. (1990). Mikrobiyoloji’de sayım yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 7.
- Halkman, A. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd, Şti., Ankara.
- Halliwell, B. (1990). How to characterize a biological antioxidant. *Free Radical Research Communications*, 9(1), 1-32.
- Hamaguchi, P. Y., Weng, W., Kobayashi, T., Runglertkreingrai, J. and Tanaka, M. (2007). Effect of fish meat quality on the properties of biodegradable protein films. *Food Science and Technology Research*, 13(3), 200-204.
- Hamzeh, A. and Rezaei, M. (2012). The effects of sodium alginate on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets stored at $4\pm2^{\circ}\text{C}$. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21(1), 14-21.
- Harrigan, W. F. and McCance, M. E. (1976). Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press Inc. Ltd.

- İslam, A. (2002). "Kiraz" cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30, 301-302.
- Iwata, K. I., Ishizaki, S. H., Handa, A. K. and Tanaka, M. U. (2000). Preparation and characterization of edible films from fish water-soluble proteins. *Fisheries Science*, 66(2), 372-378.
- İzgi, Ş. and Çiftçioğlu, G. (1997). Investigations on the shelf life of trout packed under modified atmosphere. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 23, 231-254.
- Jacquemart, A.-L. (1996). *Vaccinium uliginosum* L. *Journal of Ecology*, 84(5), 771-785.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., Prodpran, T. and Tanaka, M. (2006). Characterization of edible films from skin gelatin of brownstripe red snapper and bigeye snapper. *Food Hydrocolloids*, 20(4), 492-501.
- Kantar, N. K., Bıçak, C., Ekinci, D., Kılıç, E., Erdem, N., Yakan, A. İ. ve Demirkol, Ö. Ş. (2018). Likapadan (*Vaccinium arctostaphylos*) toplam fenolik bileşiklerin mikrodalga destekli ekstraksiyonunun yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyonu. *Gıda*, 43(2), 264-272.
- Karahalil, F. Y. and Şahin, H. (2011). Phenolic composition and antioxidant capacity of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) sampled from Trabzon region, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(72), 16293-16299.
- Karaköse, A. G. M., Terzioğlu, S., Başkent, E. Z., ve Karahalil, U. (2013). Çamlıhemşin (Rize) orman planlama biriminin habitat tiplerinin tespiti ve konumsal değişimlerinin izlenmesi. *Çamlıhemşin Sempozyumu*, Rize, 25-27 Nisan 2013, 1-10.
- Karlı, B. (2019). Yüksek molekül ağırlıklı suda çözünabilir kitosanın kanal yayın balığı (*Ictalurus punctatus*)'nın soğuk ve donmuş muhafazasındaki gıda kalitesi ve güvenliği üzerine etkisinin araştırılması. Doktora Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 175s.
- Kayhan, F. E., Sesal, N. C. ve Güldür, S. (2016). Kara midye'lerin (*Mytilus galloprovincialis*) gram-negatif bakteri florasının tespiti. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 28(2), 66-69.
- Kester, J. and Fennema, O. (1986). Edible films and coatings: a review. *Food technology*, 40(12), 47-59.
- Kester, J. and Fennema, O. (1989). Resistance of lipid films to water vapor transmission. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 66(8), 1139-1146.
- Kılınççeker, O., Dogan, İ. S. and Küçüköner, E. (2009). Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 42(4), 868-873.

- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F. and Dinçer, B. (2003). Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem.(cherry laurel) fruit grown in the Black Sea region. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7489-7494.
- Koyuncu, M. A., Savran, E., Dilmaçunal, T., Kepenek, K., Cangi, R. ve Çağatay, Ö. (2005). Bazı Trabzon hurması çeşitlerinin soğukta depolanması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 18(1), 15-23.
- Krochta, J. and De Mulder-Johnston, C. (1997). Scientific status summary-edible and biodegradable polymer films. *Food Technol*, 51(2), 61-74.
- Kuzucu, F. (2003). Çanakkale-lapseki koşullarında yetiştirilen Trabzon hurmalarında meyve gelişimi, olgunlaşma ve depolama karakteristikleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye, 172s.
- Kyrana, V. R., Lougovois, V. P. and Valsamis, D. S. (1997). Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 32(4), 339-347.
- Lee, J., Jahurul, M., Pua, V., Shapawi, R. and Chan, P. (2019). Effects of chitosan and ascorbic acid coating on the chilled tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) fillet. In *Journal of Physics: Conference Series* 1358(1), 012009.
- Liyana-Pathirana, C., Shahidi, F. and Alasalvar, C. (2006). Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*, 99(1), 121-128.
- Lopez-Caballero, M., Gómez-Guillén, M., Pérez-Mateos, M. and Montero, P. (2005). A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, 19(2), 303-311.
- Lopez-Caballero, M., Pérez-Mateos, M., Montero, P. and Borderías, A. J. (2000). Oyster preservation by high-pressure treatment. *Journal of food protection*, 63(2), 196-201.
- Lu, Y., Li, L., Yang, F. X. and Zhang, H. G. (2013). Application of chitosan composite film to sliced fresh channa argus for shelf life extension. *Advanced Materials Research*, 781: 1550-1557.
- Manousaridis, G., Nerantzaki, A., Paleologos, E., Tsiotsias, A., Savvaidis, I. and Kontominas, M. (2005). Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. *Food Microbiology*, 22(1), 1-9.
- Mayachiew, P. and Devahastin, S. (2010). Effects of drying methods and conditions on release characteristics of edible chitosan films enriched with indian gooseberry extract. *Food Chemistry*, 118(3), 594-601.

- McHugh, T. (2000). Protein-lipid interactions in edible films and coatings. *Food/Nahrung*, 44(3), 148-151.
- McHugh, T., Avena-Bustillos, R. and Krochta, J. (1993). Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *Journal of food Science*, 58(4), 899-903.
- Metin, S. (1999). Modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinin Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1972) ürünlerinin kalite ve dayanma sürelerine etkisi, Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 95s.
- Metin, S., (2001). The effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of troutburgers. *Gıda*, 26,(4), 279-287.
- Metin, S., Erkan, N., Varlık, C., Özden, Ö. and Baygan, T. (2000). The determination of the shelf life of modified atmosphere packaged marinated rainbow trouts. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 5(2), 56-64.
- Norwitz, W. (1970). Drained weight determination of frozen glazed fish and other marine products. *Methods of analysis of the AOAC*, 339s.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food chemistry*, 120(1), 193-198.
- Ölmez, M., Atar, H. H. ve Bekcan, S. (2002). Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis* Lam. 1819) et verimi ve besin madde içeriği üzerine bir araştırma, *Gıda*, 27(4), 259-263.
- Onur, S. (1990). Trabzon hurması. *Derim*, 7(1), 4-47.
- Orban, E., Di Lena, G., Nevigato, T., Casini, I., Marzetti, A. and Caproni, R. (2002). Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry*, 77(1), 57-65.
- Örücü, E. ve Tavşancı, S. (2001). Gıda ürünlerinde tüketicinin satın alma eğilimini etkileyen faktörler ve ambalajlama. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3.
- OTB (2021). Ordu Ticaret Borsası Trabzon Hurması (Cennet Elması) Raporu. Ordu, Türkiye, 27s.
- Ozbay, G., Spencer, K. and Gill, T. A. (2006). Investigation of protein denaturation and pigment fading in farmed steelhead (*Onchorhynchus mykiss*) fillets during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(2), 208-230.

- Özdemir, F., ve Ramazanoğlu, D. (2019). Farklı biyokütlelerden elde edilen nişasta ile akıllı biyoplastik malzeme ve odun biyoplastik kompozit üretimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), 377-385.
- Özden, O. and Gökoğlu, N., 1997. Investigation of the changes in oil of sardine, *Sardina pilchardus*, (W. 1792) stored in cold. *Food*, 22(4), 309-313.
- Özkan, H. U. ve Can, H. Z. (2013). Farklı dönemlerde hasat edilen Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) meyvelerinin kalite özelliklerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(2), 137-144.
- Öztürk, B., Çelik, S. M., Karakaya, M., Karakaya, O., İslam, A. and Yarılgac, T. (2017). Storage temperature affects phenolic content, antioxidant activity and fruit quality parameters of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), 10.
- Özyurt, G., Özkütük, A. S., Şimşek, A., Yeşilsu, A. F. and Ergüven, M. (2015). Quality and shelf life of cold and frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets: Effects of fish protein-based biodegradable coatings. *International Journal of Food Properties*, 18(9), 1876-1887.
- Pastoriza, L., Bernárdez, M., Sampedro, G., Cabo, M. L. and Herrera, J. J. (2004). Elevated concentrations of oxygen on the stability of live mussel stored refrigerated. *European Food Research and Technology*, 218(5), 415-419.
- Paulo, J. d. A., dos Santos, J. S. and Garcia, F. T. (2005). Effect of protein and plasticizer concentrations in film forming solutions on physical properties of edible films based on muscle proteins of a Thai Tilapia. *Journal of Food Engineering*, 70(1), 93-100.
- Peressini, D., Bravin, B., Lapasin, R., Rizzotti, C. and Sensidoni, A. (2003). Starch-methylcellulose based edible films: rheological properties of film-forming dispersions. *Journal of Food Engineering*, 59(1), 25-32.
- Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., Mc Ewen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W. and Krewer, G. (1998). Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(7), 2686-2693.
- Raeisi, S., Sharifi-Rad, M., Quek, S. Y., Shabanpour, B. and Sharifi-Rad, J. (2016). Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of shallot (*Allium ascalonicum* L.) fruit and ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague) seed extracts in semi-fried coated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets for shelf-life extension. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 112-121.
- Reyes, J. E., Tabilo-Munizaga, G., Perez-Won, M., Maluenda, D. and Roco, T. (2015). Effect of high hydrostatic pressure (HHP) treatments on microbiological shelf-life of chilled Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29, 107-112.

- Rhim, J.-W. and Ng, P. K. (2007). Natural biopolymer-based nanocomposite films for packaging applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(4), 411-433.
- Rodríguez-Núñez, J. R., Madera-Santana, T. J., Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., and Valdez, H. S. (2014). Chitosan/hydrophilic plasticizer-based films: preparation, physicochemical and antimicrobial properties. *Journal Of Polymers And The Environment*, 22(1), 41-51.
- Ruiz-Capillas, C. and Moral, A. (2001). Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*, 212(4), 413-420.
- Sabato, S. F., Nakamurakare, N. and Sobral, P. (2007). Mechanical and thermal properties of irradiated films based on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) proteins. *Radiation Physics and Chemistry*, 76(11-12), 1862-1865.
- Sarıcaoğlu, F. T. (2019). Yüksek basınç homojenizasyon işlemi uygulanmış fındık proteinlerinden üretilen yenilebilir filmlerin mekanik ve bariyer özellikleri. *Gıda*, 45(1), 115-124.
- Sarıkuş, 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, Isparta, Türkiye, 81s.
- Sathivel, S., (2005). Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. *Journal of food science*, 70,8.
- Schubring, R. (2002). Influence of freezing/thawing and frozen storage on the texture and colour of brown shrimp (*Crangon crangon*). *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 53(2), 34-36.
- Secci, G., Borgogno, M., Mancini, S., Paci, G. and Parisi, G. (2017). Mechanical separation process for the value enhancement of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), a discard fish. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39, 13-18.
- Şengör, G. F. Ü., Kalafatoğlu, H. and Gün, H. (2004). The determination of microbial flora, water activity and chemical analyses in smoked, canned mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(5), 793-797.
- Serdaroğlu, M. and Felekoğlu, E. (2001). The packaging under modified atmosphere of seafood. *World Food*, 4, 73-77.
- Shiku, Y., Hamaguchi, P. Y. and Tanaka, M. (2003). Effect of pH on the preparation of edible films based on fish myofibrillar proteins. *Fisheries Science*, 69(5), 1026-1032.

- Shiku, Y., Hamaguchi, P. Y., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M. (2004). Effect of surimi quality on properties of edible films based on Alaska pollack. *Food Chemistry*, 86(4), 493-499.
- Simeonidou, S., Govaris, A. and Vareltzis, K. (1997). Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and Mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*). *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 204(6), 405-410.
- Subbaiah, K., Majumdar, R. K., Choudhury, J., Priyadarshini, B. M., Dhar, B., Roy, D., Saha, A. and Maurya, P. (2015). Protein degradation and instrumental textural changes in fresh Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2206-2214.
- Sugih A. K. (2008). Synthesis and properties of starch based biomaterials, Doktora Tezi. University of Groningen, Groningen, Hollanda, 24s.
- Süleyman, B. (2016). Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki kara midyenin (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) biyokimyasal kompozisyonu ve et kalitesinin mevsimsel değişiminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 92s.
- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V. (2000). Biyoistatistik, Hatiboğlu Yayınları, Yayın No: 53, 9. Baskı, Ankara, 269s.
- Sun, L., Zhang, J., Lu, X., Zhang, L. and Zhang, Y. (2011). Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food and Chemical Toxicology*, 49(10), 2689-2696.
- Tanaka, M., Iwata, K., Sanguandeeikul, R., Handa, A. and Ishizaki, S. (2001). Influence of plasticizers on the properties of edible films prepared from fish water-soluble proteins. *Fisheries Science*, 67(2), 346-351.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan Jr, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1), 44-48.
- Tokur, B. and Aksun, E. T. (2018). The effect of frozen storage on chemical and sensory quality of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) coated whey protein isolate enriched with thyme essential oil. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(3), 295-304.
- TÜİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu Balıkçılık İstatistikleri, Ankara.
- Turan, H. ve Onay, R. T. (2015). Modifiye atmosfer paketlenen midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) buzdolabi (4±2°C) koşullarında raf ömrünün tespiti. *Journal of Food and Health Science*, 1(4), 185-198.

- Turan, H., Kocatepe, D., Altan, C. O. ve Erkoyuncu, İ. (2014). soğukta saklanan midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) raf ömrünün belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 11(3), 47-51.
- Turan, H., Sonmez, G., Celik, M. Y., Yalcin, M. and Kaya, Y. (2007). Effects of different salting process on the storage quality of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819). *Journal of Muscle Foods*, 18(4), 380-390.
- Turan, H., Sönmez, G., Çelik, M. Y., Yalçın, M. and Kaya, Y. (2008). The effects of hot smoking on the chemical composition and shelf life of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) under chilled storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(6), 912-922.
- Turhan, K. N. and Şahbaz, F. (2004). Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. *Journal of Food Engineering*, 61(3), 459-466.
- Tuzcu, O. and Seker, M. (1996). The situation of persimmon (*Diospyros kaki* L.) cultivation and germplasm resources in Turkey. V Temperate Zone Fruit in the Tropics and Subtropics 441, 107-114.
- Tuzcu, Ö. ve Yıldırım, B. (2000). Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L) ve yetiştiriciliği, TÜBİTAK TARP Yayınları, Adana.
- Üçüncü, Ö. (2003). Soğuk muhafazada nem kontrolü. 6. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir, 8-11 Ekim 2003, 1-4.
- Ulusoy, Ş. and Özden, Ö. (2011). Preservation of stuffed mussels at 4°C in modified atmosphere packaging. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20(3), 319-330.
- Vareltzis, K. (1996). Mussels as food. *Fishing News*, 11, 38-47.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E. and Vasiliadou, S. (1997). Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205,(2), 93-96.
- Varlık C., Erkan N. ve Baygar T. (2004) Su Ürünleri Besin Bileşimi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, 1-43
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. and Gün, H., 1993. Quality control principles and methods in fish association of food technology. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 17, s174.
- Weng, W., Hamaguchi, P. Y. and Tanaka, M. (2006). Effect of propylene glycol alginate on the properties of edible film prepared from Alaska pollack surimi. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 53(10): 542-547.

- Weng, W., Hamaguchi, P. Y., Osako, K. and Tanaka, M. (2007). Properties of edible surimi film as affected by heat treatment of film-forming solution. *Food Science and Technology Research*, 13(4), 391-398.
- Weng, W., Zheng, H., ve Su, W. (2014). Characterization of edible films based on Tilapia (*Tilapia Zillii*) scale gelatin with different extraction Ph. *Food Hydrocolloids*, 41, 19-26.
- Willcox, J. K., Ash, S. L. and Catignani, G. L. (2004). Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 275-295.
- Yazıcı, K., Çakır, B. and Kazaz, S. (2011). Important genetic resource for Turkey: cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roemer). *Acta Horticulturae*, 890, 261–265.
- Yıldız, H., Ercişli, S., Narmanlıoğlu, H. K., Güçlü, S., Akbulut, M. and Türkoğlu, Z., 2014. The main quality attributes of non-sprayed cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) genotypes. *Genetika*, 46(1), 129-136.
- Yıldız, P. O. and Yangılar, F. (2016). Effects of different whey protein concentrate coating on selected properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during cold storage (4°C). *International Journal of Food Properties*, 19(9), 2007-2015.
- Yücel, Ş. and Erkoyuncu, İ. (2000). Population dynamics of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L., 1758) stocks in the Mid Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Biology*, 24(3), 543-552.
- Zarandona, I., Lopez-Caballero, M. E., Montero, M. P., Guerrero, P., de la Caba, K. and Gomez-Guillen, M. C., 2021. Horse mackerel (*Trachurus trachurus*) fillets biopreservation by using gallic acid and chitosan coatings. *Food Control*, 120, 107511.
- Zhang, L., Li, Q., Hong, H. and Luo, Y., 2020. Prevention of protein oxidation and enhancement of gel properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) surimi by addition of protein hydrolysates derived from surimi processing by-products. *Food Chemistry*, 316, 126343.