

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL MADDELER
İÇEREN YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ ET
ÜRÜNLERİNDE KULLANIM OLANAKLARI VE ÜRÜNLERİN RAF
ÖMRÜ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Damla BİLECEN ŞEN

**Danışman
Prof. Dr. Birol KILIÇ**

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2020**



© 2020 [Damla BİLECEN ŞEN]

TEZ ONAYI

Damla BİLECEN ŞEN tarafından hazırlanan "**Farklı Antioksidan ve Antimikrobiyal Maddeler İçeren Yenilebilir Kaplamaların Isıl İşlem Görmüş Et Ürünlerinde Kullanım Olanakları ve Ürünlerin Raf Ömrü ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Birol KILIÇ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Halil YALÇIN
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hakan KULEAŞAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Azim ŞİMŞEK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Damla BİLECEN ŞEN



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Lipit Oksidasyon.....	5
2.2. Mikrobiyal Bozulmalar.....	6
2.3. Yenilebilir Film ve Kaplamalar	7
2.3.1. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan materyaller	8
2.3.1.1. Polisakkaritler	9
2.3.1.2. Proteinler	10
2.3.1.3. Lipitler.....	11
2.3.1.4. Kompozitler	12
2.3.1.5. Çözücüler	13
2.3.1.6. Plastikleştirici ajanlar	13
2.3.1.7. Katkı maddeleri.....	13
2.3.2. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan teknikler	17
2.3.3. Yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerinde kullanımı.....	17
2.3.3.1. Kırmızı et ve et ürünleri	17
2.3.3.2. Kanatlı eti ve ürünleri.....	21
2.3.3.3. Su ürünleri.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
3.1. Materyal.....	30
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu	30
3.2.2. Misket köfte üretimi	30
3.2.3. Yenilebilir kaplama çözeltisinin üretimi	31
3.2.4. Yenilebilir kaplama çözeltisinin misket köftelere uygulanması	32
3.2.5. Toplam fenolik madde miktarı analizi	34
3.2.6. 1,1-diphenyl 1-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikalini giderme aktivitesi analizi.....	34
3.2.7. Demir iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi (FRAP) analizi	35
3.2.8. Pişirme kaybı analizi	36
3.2.9. Nem miktarı analizi	36
3.2.10. Kül miktarı analizi	37
3.2.11. Yağ miktarı analizi.....	37
3.2.12. Protein miktarı analizi.....	37
3.2.13. Tekstür analizi	38
3.2.14. pH analizi.....	38
3.2.15. Su aktivite (a_w) analizi	38
3.2.16. Renk analizi.....	39
3.2.17. Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi	39

3.2.18. Lipit hidroperoksit analizi	40
3.2.19. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı.....	40
3.2.20. Koliform grubu bakteri sayımı.....	40
3.2.21. Küf ve maya sayımı	41
3.2.22. Duyusal analiz	41
3.2.23. İstatistiksel analiz.....	41
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	43
4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analiz Sonuçları	43
4.2. DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi Analiz Sonuçları	43
4.3. FRAP Analiz Sonuçları	44
4.4. Pişirme Kaybı Analiz Sonuçları.....	44
4.5. Nem Miktarı Analiz Sonuçları.....	45
4.6. Kül Miktarı Analiz Sonuçları	46
4.7. Yağ Miktarı Analiz Sonuçları.....	47
4.8. Protein Miktarı Analiz Sonuçları.....	48
4.9. Tekstür Analiz Sonuçları	48
4.10. pH Analiz Sonuçları.....	51
4.11. Su Aktivite Analiz Sonuçları	54
4.12. Renk Analiz Sonuçları	57
4.13. TBARS Analiz Sonuçları.....	65
4.14. Lipit Hidroperoksit Analiz Sonuçları.....	69
4.15. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı Sonuçları.....	72
4.16. Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları.....	76
4.17. Küf ve Maya Sayımı Sonuçları.....	79
4.18. Duyusal Analiz Sonuçları	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR	87
EKLER.....	104
EK A. Duyusal Analiz Formu.....	104
ÖZGEÇMİŞ	105

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL MADDELER İÇEREN YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIM OLANAKLARI VE ÜRÜNLERİN RAF ÖMRÜ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Damla BİLECEN ŞEN

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Birol KILIÇ

Bu çalışmada, sığır etinden ve tavuk etinden üretilmiş misket köftelere; farklı konsantrasyonlarda (% 3, 6 ve 9) açai meyvesi tozu ekstraktı ve yeşil çay pudrası ekstraktı içeren peynir altı suyu (PAS) protein izolatı esaslı yenilebilir kaplamalar uygulanmıştır. Köfteler, +4 °C'de 14 gün ve -18 °C'de 60 gün boyunca depolanmıştır. Yenilebilir kaplamaların ısı işlem görmüş tüketime hazır et ve et ürünlerinde kullanım olanakları ve depolama esnasındaki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla, ekstraktların toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Köftelerin pişirme kaybı, nem, kül, yağ ve protein miktarları, tekstür parametreleri ve duyu özellikleri tespit edilmiştir. Depolama süresince +4 °C'de saklanan köftelerde 0., 1., 7. ve 14. günlerde; -18 °C'de saklanan örneklerde ise 0., 15., 30., 45. ve 60. günlerde pH, su aktivitesi (a_w), CIE $L^*a^*b^*$ ve ΔE^* renk parametreleri, tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS), lipid hidroperoksit değerleri ve toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), koliform grubu bakteri ve küf ve maya sayıları belirlenmiştir.

Araştırma neticesinde, yeşil çay pudrası ekstraktının açai meyvesi tozu ekstraktına göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarına ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yenilebilir kaplamaların; hem sığır eti hem de tavuk etinden üretilmiş misket köftelerdeki nem ve protein miktarları ve tekstürel ve duyu özellikler üzerinde önemli bir etkiye yol açmadığı ve tüketici tercihlerini etkilemediği belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel olarak % 3 ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış ve hem +4 °C'de hem de -18 °C'de depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelere ait pH değerlerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tavuk etinden üretilmiş ve her iki depolama sıcaklığında da depolanmış köftelerde ise; % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grupların pH değerlerinin, kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Genel olarak hem sığır etinden hem de tavuk etinden üretilen ve her iki depolama sıcaklığında da depolanan % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftelerin, kontrol

grubuna kıyasla daha düşük a_w değerlerine sahip olduğu ve başlangıç renk değerlerini daha uzun bir süre muhafaza ettiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yenilebilir kaplamalara ilave edilmiş yeşil çay pudrası ekstraktının, hem sığır etinden hem de tavuk etinden üretilmiş ve $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış misket köflerdeki lipid oksidasyonu geciktirdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı ilave edilmiş kaplamaların; her iki et tipinde ve depolama sıcaklığında da, köftelerdeki mikrobiyolojik gelişimi baskıladığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Sonuç olarak, özellikle yeşil çay pudrası ekstraktı içeren yenilebilir kaplamaların, ısıtım işlemi görmüş tüketime hazır köftelerde lipid oksidasyonun geciktirilmesinde, mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesinde ve ürünlerin fizikokimyasal özelliklerini koruyarak raf ömürlerinin uzatılmasında önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilebilir kaplama, antioksidan, antimikrobiyal, et ve et ürünleri

2020, 107 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECTS OF EDIBLE COATINGS CONTAINING DIFFERENT ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL COMPOUNDS ON SHELF LIFE AND QUALITY PARAMETERS OF COOKED MEAT PRODUCTS

Damla BİLECEN ŞEN

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Birol KILIÇ

In this study, whey protein isolate coatings containing different concentrations (3, 6, 9 % w/v) of açai fruit powder extract and matcha extract were applied to meatballs produced from beef or chicken. The meatballs were stored for 14 days at +4 °C and 60 days at -18 °C. The possibilities of using edible coatings in ready-to-eat meat products and their physicochemical and microbiological properties during storage were determined. For this purpose, total phenolic content and antioxidant capacity of extracts were measured. Cooking loss, moisture, ash, fat and protein content, texture and sensory parameters of meatballs were determined. pH, water activity (a_w), CIE $L^*a^*b^*$ and ΔE^* color parameters, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), lipid hydroperoxide values and total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), coliform bacteria and mold and yeast amounts were also determined in the samples stored at +4 °C on days 0, 1, 7, 14 and those stored at -18 °C on days 0, 15, 30, 45, 60.

As a result, it was determined that matcha extract had higher total phenolic content and antioxidant capacity than açai fruit powder extract ($p<0.05$). It was observed that the edible coating process had no significant effect on moisture and protein amounts and texture and sensory parameters in the meatballs produced from beef or chicken ($p<0.05$). In general, it was found that the pH values of both beef and chicken meatballs formulated with 3 or 6 % matcha extracts were lower than the control group at the both storage temperatures ($p<0.05$). The pH values of chicken meatballs produced with 9 % açai powder extract were found to be lower than the control group at the both storage temperatures ($p<0.05$). In general, beef and chicken meatballs coated with 6 % matcha extract were found to have lower a_w values and maintain initial color values for a longer time compared to control group at the both storage temperatures ($p<0.05$). It was determined that matcha extract addition into the edible coatings delayed the lipid oxidation in both beef and chicken meatballs stored at +4 °C and -18 °C ($p<0.05$). In addition, it was found that coating with 9 % açai powder extract and 6 % matcha extract were suppress microbiological development in both beef and chicken meatballs stored at both storage temperatures ($p<0.05$).

As a result, the addition of matcha extract into edible coating formulation delayed lipid oxidation, prevented microbiological deterioration and had the potential to extend shelf life of the product by preserving the physicochemical properties.

Keywords: Edible coating, antioxidant, antimicrobial, meat and meat products

2020, 107 pages



TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, bilgi ve tecrübesi ile desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Birol KILIÇ'a ayırdığı değerli zamanı ve hoşgörüsü için teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince destek ve yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Halil YALÇIN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında bilgi ve desteklerini esirgemeyen ve fikirleriyle çalışmama katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Gülden BAŞYİĞİT KILIÇ ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Azim ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

İlgi ve yardımlarından ötürü çalışma arkadaşım Arş. Gör. Hande Özge GÜLER'e ve değerli zamanlarını benimle paylaşan Dr. Burcu ATAMAN TENDERİS ve Esra KARACA'ya teşekkür ederim.

Bu zorlu ve yorucu süreçte hep yanımda olan en büyük destekçim canım eşim İsmail ŞEN'e ve maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen canım aileme sonsuz sevgi ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

FDK-2018-6104 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Damla BİLECEN ŞEN
ISPARTA, 2020

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Lipit oksidasyon mekanizması	6
Şekil 3.1. Üretim akış şeması ve gerçekleştirilen analizler	33
Şekil 3.2. Gallik asit konsantrasyonlarına ait kalibrasyon eğrisi.....	34
Şekil 3.3. Demir (II) sülfat heptahidrat konsantrasyonlarına ait kalibrasyon eğrisi	36
Şekil 4.1. +4 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları	59
Şekil 4.2. -18 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları	60
Şekil 4.3. +4 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları	61
Şekil 4.4. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Kırmızı et ve et ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları	19
Çizelge 2.2. Kırmızı et ve et ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)	20
Çizelge 2.3. Kanatlı eti ve ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları	22
Çizelge 2.4. Kanatlı eti ve ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)	23
Çizelge 2.5. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları	26
Çizelge 2.6. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)	27
Çizelge 2.7. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)	28
Çizelge 2.8. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)	29
Çizelge 3.1. Deneme gruplarının formülasyonu	32
Çizelge 4.1. Ekstraktlara ait toplam fenolik madde miktarları	43
Çizelge 4.2. Ekstraktlara ait IC ₅₀ değerleri	44
Çizelge 4.3. Ekstraktlara ait FRAP sonuçları	44
Çizelge 4.4. Misket köftelere ait pişirme kaybı sonuçları	45
Çizelge 4.5. Misket köftelere ait nem miktarı sonuçları	45
Çizelge 4.6. Misket köftelere ait kül miktarı sonuçları	46
Çizelge 4.7. Misket köftelere ait yağ miktarı sonuçları	47
Çizelge 4.8. Misket köftelere ait protein miktarı sonuçları	48
Çizelge 4.9. Sığır eti örneklerine ait tekstür profili analiz sonuçları	50
Çizelge 4.10. Tavuk eti örneklerine ait tekstür profili analiz sonuçları	50
Çizelge 4.11. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait pH sonuçları	51
Çizelge 4.12. -18 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait pH sonuçları	52
Çizelge 4.13. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait pH sonuçları	53
Çizelge 4.14. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait pH sonuçları	54
Çizelge 4.15. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait a _w sonuçları	55
Çizelge 4.16. -18 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait a _w sonuçları	55
Çizelge 4.17. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait a _w sonuçları	56
Çizelge 4.18. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait a _w sonuçları	57
Çizelge 4.19. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları	63
Çizelge 4.20. -18 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları	63
Çizelge 4.21. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları	64
Çizelge 4.22. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları	64
Çizelge 4.23. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait TBARS sonuçları	65
Çizelge 4.24. -18°C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait TBARS sonuçları	66

Çizelge 4.25. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait TBARS sonuçları	67
Çizelge 4.26. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait TBARS sonuçları	68
Çizelge 4.27. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait lipit hidroperoksit sonuçları	69
Çizelge 4.28. -18 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait lipit hidroperoksit sonuçları	70
Çizelge 4.29. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait lipit hidroperoksit sonuçları	71
Çizelge 4.30. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait lipit hidroperoksit sonuçları	71
Çizelge 4.31. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları	72
Çizelge 4.32. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları.....	74
Çizelge 4.33. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları.....	75
Çizelge 4.34. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları	76
Çizelge 4.35. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları	78
Çizelge 4.36. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait küf ve maya sayıları	79
Çizelge 4.37. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait küf ve maya sayıları	80
Çizelge 4.38. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait küf ve maya sayıları	81
Çizelge 4.39. Misket köftelere ait duyusal analiz sonuçları.....	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

g	Gram
GRAS	Generally Recognized as Safe (Genel olarak güvenilir gıda katkısı)
HCl	Hidroklorik asit
L	Litre
M	Molar
mg	Miligram
mL	Mililitre
μ L	Mikrolitre
mM	Milimolar
N	Normal
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
s	Saniye

1. GİRİŞ

İnsan diyetinin önemli bir parçası olan et ve et ürünleri, vücudumuza gerekli amino asitleri sağlayan en değerli protein kaynaklarından birisidir (Baltic ve Boskovic, 2015). Ancak oksidatif ve mikrobiyal bozulmalara karşı oldukça hassas olan et ve et ürünleri, uygun olmayan depolama koşullarında kolayca bozulabilmekte ve tüketicilerin sağlığını tehdit edebilmektedir (Sanchez-Ortega vd., 2014).

Lipit oksidasyon; et ve et ürünlerinin besin değerini düşürmekte ve istenilmeyen lezzet, renk, koku ve toksik bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır (Vital vd., 2016; Noor vd., 2018). Diğer taraftan et ve et ürünlerine bulaşan mikroorganizmalar uygun olmayan koşullarda gelişip çoğalarak, ürünlerde arzu edilmeyen değişikliklere neden olmakta ve gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarına sebep olarak insan sağlığını tehdit edebilmektedir (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2014). Bu nedenle et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonun önüne geçmek, istenilmeyen değişikliklerin oluşmasını engellemek, ürünlerin raf ömrünü arttırmak, mikrobiyal gelişimi sınırlamak ve özellikle insan sağlığını korumak için tek başına ya da kombinasyon halinde bir takım gıda koruma yöntemleri kullanılmaktadır (Mor-Mur ve Yuste, 2010).

Doğal polimerler tarafından hazırlanan yenilebilir film ve kaplamalar, son yıllarda çevre dostu özelliklerinden dolayı büyük ilgi görmekte ve günümüzde kullanımı giderek artmaktadır (Soazo vd., 2016). Bitkisel veya hayvansal kaynaklardan elde edilen ve gıda yüzeylerine çeşitli yöntemlerle uygulanan yenilebilir film ve kaplamalar; gıdaların kalite özelliklerini iyileştirmenin ve raf ömrünü uzatmanın yanı sıra; antioksidan ve/veya antimikrobiyal bileşiklerle kombine edilerek gıdalarda istenilmeyen renk oluşumunu, lipit oksidasyonu ve mikrobiyal bozulmaları engelleyebilmektedir (Umaraw ve Verma, 2017).

Et ve et ürünlerinin korunmasında polisakkarit (nişasta, alginat, pektin, karragenan, kitosan vd.) ve protein (kazein, peynir altı suyu, kolajen, jelatin, mısır, soya, buğday vd.) esaslı birçok yenilebilir film veya kaplama kullanılmıştır

(Ahmed vd., 2017; Bolivar-Monsalve vd., 2019). Özellikle peynir altı suyu (PAS) proteinlerinin kullanımı, peynir üretiminde ortaya çıkan atık suyun değerlendirilmesi ve proteinlerin mükemmel mekanik ve bariyer özelliklere sahip olması açısından büyük ilgi görmektedir (Ramos vd., 2013). Ayrıca ekstraktlar, uçucu yağlar, antioksidanlar, renklendiriciler, tatlandırıcılar, takviye edici besinler veya baharatlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir film ve kaplamalar; uygulandığı ürünün besleyici değerinin ve organoleptik özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Falguera vd., 2011). Yenilebilir film ve kaplamalar ayrıca, ürünlerin raf ömrünü uzatabilen ve gıda yüzeylerinde patojenik veya bozulma etmeni olan mikroorganizmaların gelişme riskini azaltabilen antimikrobiyal özelliklere sahip bileşikler ve çok çeşitli GRAS statüsündeki katkı maddeleri için de taşıyıcı olarak görev yapabilmektedir (Perez vd., 2014). Son zamanlarda, farklı antioksidan ve antimikrobiyal özellikler içeren doğal yenilebilir film ve kaplamaların araştırılması daha fazla ilgi görmektedir (Cha ve Chinnan, 2004).

Bazı araştırmacılar yenilebilir film ve kaplamaların, et ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için başarıyla kullanılabileceğini kanıtlamış olsa da, bu çevre dostu teknolojinin henüz gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmadığı görülmektedir (Sablani vd., 2009). Buna ilaveten yenilebilir film ve kaplamaların, kalın bir tabaka halinde gıda yüzeyine uygulanmasının; oksijen geçişini tamamen engelleyebileceği ve lezzet bozulmasına neden olabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, bazı yenilebilir film ve kaplamaların higroskopik özellikte olduğu ve bu nedenle mikrobiyal üremeyi arttırdığı da bildirilmektedir (Park vd., 1994). Bu bağlamda tüm bu dezavantajları en aza indirmek ve bu teknolojiyi her yönden daha kullanışlı ve işlevsel hale getirmek için kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca günümüzde; tüketicilerin yüksek kaliteli ürünlere olan talep artışı, çevresel faktörler ve sanayinin yeni pazar arayışı nedeniyle yenilebilir film ve kaplamaların, et endüstrisinde kullanımının artış göstereceği düşünülmektedir.

Literatürde PAS protein izolatının, et ve et ürünlerinde yenilebilir film veya kaplama materyali olarak kullanıma yönelik çalışmalar mevcuttur. Ancak açai

meyvesi tozu veya yeşil çay pudrası ekstraktları ilave edilerek hazırlanmış PAS protein izolatı esaslı kaplamalara yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasının temel hedefi; ısıl işlem görmüş tüketime hazır köftelerde, depolama süresince lipit oksidasyon oluşumunu ve mikroorganizma gelişimini sınırlamak için yenilebilir kaplama teknolojisinden yararlanmaktır. Yapılan bu çalışma ile sığır etinden ve tavuk etinden üretilen köftelere; açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktı içeren PAS protein izolatı esaslı yenilebilir kaplamalar uygulanmış ve köfteler, +4 °C’de 14 gün ve - 18 °C’de 60 gün boyunca depolanmıştır. Yenilebilir kaplamaların ısıl işlem görmüş et ürünlerinde kullanım olanakları ve depolama esnasındaki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri tespit edilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Değişik türden yeterli miktarlarda gıda alınması yeterli ve dengeli beslenme açısından oldukça önemli olmasına rağmen, alınan bu gıdaların besleyici değerlerini yitirmeden, sağlığa zararlı hale getirmeden ve kalitesinden ödün vermeden üretmek veya tüketmek de bir o kadar önemlidir. Bu nedenle yeterli ve dengeli beslenme anlayışı içerisinde et ve et ürünlerinin yeri vazgeçilmezdir. Et ve et ürünleri yapısındaki elzem aminoasitler nedeniyle biyolojik değeri yüksek protein kaynaklarıdır. Buna ek olarak, beslenme açısından büyük önem taşıyan demir, çinko gibi mineraller ile B grubu vitaminlerini ve ayrıca elzem yağ asitlerini içermesi nedeniyle de sağlıklı beslenmede önemli bir rol oynayan besin öğeleridir (Sallam vd., 2004).

Önemli bir besin kaynağı olan etten etkin bir şekilde yararlanmak amacıyla çeşitli ürünler üretilmektedir. Farklı köfte çeşitleri ve döner kebab gibi ısıtılma işlemi görmüş tüketime hazır et ürünleri ülkemizde sevilerek tüketilmekte ve bu hazır gıdalara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Ancak, ısıtılma işlemi görmüş tüketime hazır et ürünlerinin kalitesini ve kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.

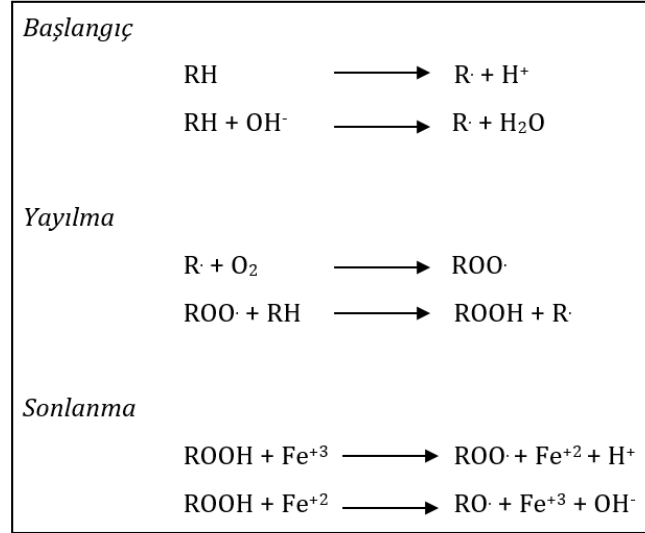
Taze etlerin dondurularak depolanması sırasında meydana gelen acılaşma, aylar süren bir depolama periyodu boyunca çok yavaş bir şekilde meydana gelmektedir. Ancak pişirilmiş et ürünleri, “ısıtılma sonrası oluşan oksidatif lezzet” (Warmed-Over Flavor, WOF) olarak ifade edilen ve acılaşmaya sebep olan lipid oksidasyona daha fazla meyillidir (Pearson ve Gray, 1983). WOF terimi, ilk kez Tims ve Wats (1958) tarafından kullanılmış olup; pişirilmiş etlerin depolanması sırasında oksidatif bozulmanın hızlı bir şekilde meydana gelmesi olarak tanımlanmaktadır (Sato ve Hegarty, 1971). Pişirme işlemi sırasında lipid membran sisteminin bozulması; oksijen ve düşük molekül ağırlıklı metaller gibi prooksidanların doymamış yağ asitleri ile etkileşimlerini kolaylaştırarak, serbest radikallerin üretilmesine ve bunun sonucunda oksidatif reaksiyonların hızlanmasına neden olmaktadır (Asghar vd., 1988). Ayrıca ısıtılma işlemi görmüş tüketime hazır et ve et ürünlerine bulaşan mikroorganizmalar da, ürünlerde arzu

edilmeyen değişikliklere neden olmakta ve insan sağlığını tehdit edebilmektedir (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2014).

2.1. Lipit Oksidasyon

Lipit oksidasyon, et ve et ürünlerinin raf ömrünü azaltan en önemli problemlerden birisidir (Fernandez vd., 1997). Ransidite olarak da adlandırılan bu oksidasyon reaksiyonu, fotooksidatif veya serbest radikallerin otokataliz mekanizması yolu ile gerçekleşmektedir (Gray vd., 1996). Hidrokarbon zincirlerinde bulunan doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar bu reaksiyon için başlatıcı substratlardır (Morrissey vd., 1994). Bu oksidatif ransidite; oksijen, ısı, ışık, radyasyon ve metal iyonları gibi etkenlerle başlangıç enerjisini aldıktan sonra otokatalitik olarak devam etmektedir (Gray vd., 1996).

Kendi kendini katalizleyen bu reaksiyon zinciri; başlangıç, yayılma ve sonlanma olmak üzere üç aşamada gerçekleşmektedir (Gray, 1978). Başlangıç aşamasında; trigliserid veya doymamış yağ asidi molekülünün (RH) metilen karbonuna bağlı kararsız yapıdaki hidrojen (H), yapıdan uzaklaşarak serbest radikal (R·) oluşturmaktadır (Morrissey vd., 1998). Yayılma aşamasında; oluşan serbest radikal ile oksijen (O₂) arasında bir reaksiyon başlayarak peroksit radikal (ROO·) meydana gelmektedir. Oluşan bu yeni radikal, trigliserid veya yağ asidiyle tepkimeye girerek oksidasyonun birincil ürünleri olan hidroperoksitleri (ROOH·) oluşturmaktadır (Halliwell ve Chirico, 1993). Hidroperoksitler ile birlikte ortaya çıkan serbest radikaller, tekrar tepkimeye girerek lipit oksidasyonu hızlandırabilmektedir. Sonlanma aşamasında ise hidroperoksitler; gıdalarda lezzet kaybına sebep olan hidrokarbonlar, alkoller, karbonil bileşikleri, asitler ve esterler gibi bileşiklere parçalanabilmekte; protein, vitamin ve pigmentlerin oksidasyonuna sebep olabilmekte ve polimerizasyonla toksik olan koyu renkli organik polimerler meydana getirebilmektedir (Halliwell ve Chirico, 1993) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Lipit oksidasyon mekanizması

(RH: serbest yağ asidi, R: serbest radikal, ROO: peroksit radikal, RO: alkoksi radikal, ROOH: hidroperoksit)

Lipit oksidasyon; vitaminlerin ve esansiyel aminoasitlerin kaybına, renk, lezzet, koku ve tekstürde istenmeyen değişikliklere sebep olarak ürünlerin besin değerlerinin azalmasına ve toksik bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır (Morrissey vd., 1994; Gray vd., 1996). Bu nedenle et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu engellemek veya geciktirmek için; vakum paketlenme veya modifiye atmosferde ambalajlama (Jaberi vd., 2019), karanlık ortamda ve soğuk koşullarda depolama, lipoksigenaz enzimlerinin denatüre edilmesi (Yang vd., 2018), metal kontaminasyonunun elimine edilmesi, tokoferol kaybının minimuma indirilmesi ve antioksidan uygulamaları (Aminzare vd., 2019) gibi farklı muhafaza teknikleri kullanılmaktadır. Antioksidanlar, oksidatif zincir reaksiyonlarının başlangıç veya yayılma aşamalarını inhibe ederek veya reaksiyona girmeyen stabil radikaller oluşturarak; lipit oksidasyonu engelleyebilmektedir (Huang vd., 2005).

2.2. Mikrobiyal Bozulmalar

Et ve et ürünleri; yüksek nem içeriğine ve mikroorganizmalara uygun bir pH'a sahip olmasının yanı sıra azotlu bileşikler, fermente olabilir karbonhidratlar ve mineraller bakımından zengin olması nedeniyle de birçok bozulma ve patojen etmeni olan mikroorganizmaların büyümesi için ideal bir ortamdır (Zhou vd., 2010). Gelişmiş ülkelerdeki insanların % 30'unun her yıl gıda kaynaklı bir

hastalığa maruz kaldığı ve 2000 yılında dünya genelinde gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyonlardan en az iki milyon insanın öldüğü tahmin edilmektedir (WHO, 2002).

Mikrobiyolojik yolla meydana gelen bozulmalarda, gıdalara bulaşan mikroorganizmalar uygun olmayan koşullarda gelişip çoğalarak istenilmeyen değişikliklere neden olmakta ve patojen mikroorganizmaların bulaşmasıyla da ölüm ile sonuçlanabilen gıda zehirlenmeleri görülebilmektedir. Bu nedenle, et ve et ürünlerinde mikrobiyal gelişmeyi önlemek için; klasik ısı işlem uygulamaları (pastörizasyon, sterilizasyon vd.) (Oğuzhan ve Yangılar, 2013), termal olmayan yöntemler (ışınlama, vurgulu elektrik alan, ultrasonik ses dalgaları vd.) (Bilecen Şen vd., 2019), ambalaj sistemleri (vakum paketlenme, modifiye atmosfer paketlenme vd.) (Hernandez-Macedo vd., 2011) ve antimikrobiyal bileşiklerin (Zhou vd., 2010) kullanımı gibi farklı muhafaza teknikleri uygulanmaktadır.

2.3. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Yenilebilir film ve kaplamalar; bitkisel veya hayvansal orijinli doğal kaynakların (polisakkarit, protein ve lipit) tek başına ya da kombinasyon halinde kullanılması ile üretilen, gıdanın yüzeyinde ya da gıda bileşenleri arasında ince bir tabaka halinde oluşan ve gıda ile birlikte tüketilebilen sentetik olmayan maddeler olarak tanımlanmaktadır (Bourtoom, 2008; Pavlath ve Orts, 2009). Yenilebilir film ile kaplama arasındaki temel farklılık; kaplamaların doğrudan doğruya gıda yüzeylerine uygulanması, filmlerin ise katı bir tabaka halinde hazırlandıktan sonra gıdaya sarılarak uygulanmasıdır (Salgado vd., 2015).

Geçmişte genellikle yenilebilir film ve kaplamaların, depolama ve nakliye sırasında gıdalarda oluşan nem kaybını önlemek amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Elde edilen bazı veriler; 12. ve 13. yüzyıllarda Çin’de narenciye meyvelerinin mumlandığını, İngiltere’de ise et ürünlerinin domuz yağı veya diğer yağlar ile kaplandığını göstermektedir (Han ve Gennadios, 2005; Ortiz vd., 2014).

Günümüzde ise yenilebilir film ve kaplamalar; gıda yüzeylerindeki su buharı veya gaz (oksijen, karbondioksit vb.) geçişini engelleyerek veya azaltarak kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı gıdayı korumak ve ürünlerin raf ömrünü arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Debeaufort vd., 1998; Hassan vd., 2018). Ayrıca yenilebilir film ve kaplamalar; taşıma sırasında mekanik bir koruma sağlayarak hem gıdaların ezilme ve kırılmasını engellemekte hem de duyuşal özelliklerini iyileştirmektedir (Temiz, 2006). Bunun yanı sıra, gıda üzerinde yapışkan ve yağlı olmayan bir yüzey oluşturarak ürünlerin daha parlak ve pürüzsüz görünmesini de sağlamaktadır (Salgado vd., 2015). Aroma bileşenleri, pigmentler, vitaminler ve esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonları ambalaj materyali içerisinde tutabilen yenilebilir film ve kaplamalar; ayrıca biyolojik olarak parçalanabilir özellikte olması ve toksikolojik açıdan güvenilir olması nedeniyle de “çevre dostu” materyaller olarak tanımlanmaktadır (Cutter, 2006; Song ve Zheng, 2014).

Et ve et ürünlerine uygulanan yenilebilir film ve kaplamaların; depolama süresince oluşan nem kayıplarının azaltılması, tüketime hazır sunulan et ve et ürünlerinin bünyesindeki suyun hapsedilmesi, lipit ve miyogloblin oksidasyonunun sınırlandırılması, bozucu ve patojen mikroorganizma kontaminasyonunun elimine edilmesi, uçucu aroma kaybının azaltılması ve istenmeyen kötü tat ve koku oluşumunun engellenmesi gibi bazı avantajları bulunmaktadır (Quintavalla ve Vicini, 2002; Oğuzhan Yıldız ve Yangılar, 2016).

2.3.1. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan materyaller

Yenilebilir film ve kaplamalar; film oluşturma kabiliyetine sahip hidrofilik veya hidrofobik yapıdaki materyallerden sentezlenmekte ve uygulanan gıdanın tüketilebilirliğini korumak için işlem sırasında sadece su veya etanol gibi çözücüler kullanılmaktadır. Ayrıca, bu film ve kaplamaların işlevselliğini geliştirebilmek için çözeltiye başka bileşenler de (plastikleştiriciler, antimikrobiyal ajanlar, renklendiriciler vd.) eklenmektedir. Belirli bir polimerin dağılmasını sağlamak için ise, çözelti pH'sının ayarlanması ve ısı işlem uygulanması gerekmektedir (Bourtoom, 2008).

Yenilebilir film veya kaplama üretiminde bitkisel veya hayvansal kaynaklı birçok polisakkarit, protein ve lipid tek başına ya da kombinasyon halinde kullanılabilir (Cutter, 2006). Kullanılan bu materyallerin fiziksel ve kimyasal yapılarında farklılıklar olması nedeniyle, oluşturdukları film işlevsellikleri üzerine etkileri de farklıdır (Salgado vd., 2015).

Yenilebilir film veya kaplama üretiminde; temel materyal olarak, hem daha elverişli hemde daha düşük bir maliyete sahip olan yenilenebilir tarımsal kaynaklar veya endüstriyel yan ürünler de kullanılabilir (Cutter, 2006). Farklı sebzelerden elde edilen nişasta ve selüloz, kabuklu hayvanlardan elde edilen kitosan, deniz yosunundan elde edilen karragenan, süt endüstrisinde yan ürün olarak ortaya çıkan PAS proteini, mezbahalardan ve tabakhanelerden elde edilen jelatin ve tüylerden elde edilen keratin; yenilebilir film veya kaplama üretiminde alternatif olarak kullanılabilecek materyallere örnek olarak gösterilmektedir (Reddy vd., 2013). Buna ilaveten ticari olarak yaygın bir şekilde; kolajenden üretilen sosis kılıfları (Stahlberger ve von Dach, 1977), çikolata ve şellaktan yapılan şekerleme kaplamaları (Biquet ve Labuza, 1987), mısır zeini esaslı farmasötik kaplamalar ve selüloz eter esaslı suda çözünür gıda bileşenleri de yenilebilir film veya kaplama materyali olarak kullanılmaktadır.

2.3.1.1. Polisakkaritler

Birden fazla monosakkaritin glikozidik bağlarla birleşmesiyle oluşan polisakkaritler; yüksek molekül ağırlığına sahip, suda çözünebilen hidrokolloidlerdir. Polisakkaritlerin; düşük maliyetli olması, kolay temin edilebilmesi ve iyi film oluşturmamasından dolayı yenilebilir film veya kaplama üretiminde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Mükemmel mekanik ve yapısal özelliklere sahip olan polisakkarit esaslı yenilebilir film ve kaplamalar; aynı zamanda oksijen geçişini de yavaşlatmaktadır (Hassan vd., 2018). Ancak, hidrofilik yapıda olmalarından dolayı su geçişine karşı dirençleri oldukça düşük olan bu film ve kaplamalar; depolamada meydana gelebilecek ağırlık kayıplarını azaltmak için gıda yüzeylerine kalın bir tabaka halinde uygulanmalıdır (Cazon vd., 2017).

Polisakarit esaslı film ve kaplamalar, renksiz ve yağlı bir görünüme sahiptir (Hassan vd., 2018). Yapılan çalışmalarda gıdalardaki dehidrasyonu, yüzey kararmasını ve oksidatif acılaşmayı önemli ölçüde azaltarak; meyve ve sebzelerin, su ürünleri (Reesha vd., 2015) ve kabuklu deniz hayvanlarının ve et ve et ürünlerinin (Olaimat vd., 2014; Hu vd., 2015) raf ömrünü uzattığı bildirilmektedir.

Polisakarit esaslı yenilebilir film veya kaplama üretiminde; selüloz ve türevleri (karboksimetil selüloz, metil selüloz, hidroksimetil selüloz), kitosan, nişasta ve türevleri (patates, mısır, buğday, pirinç vd.), pektin, deniz yosunu ekstraktları (agar, alginat, karragenan) ve gamlar (ksantan gam, gellan gam) kullanılmaktadır (Mellinas vd., 2016).

2.3.1.2. Proteinler

Protein esaslı yenilebilir film ve kaplamalar; su buharı geçişine karşı zayıf bir direnç göstermelerine rağmen; polisakaritlerden daha üstün mekanik ve optik özelliklere sahiptir ve bunun yanı sıra mükemmel bir gaz bariyeri özelliği de sergilemektedir (Mellinas vd., 2016). Bu nedenle, et ve et ürünlerindeki lipid oksidasyonu ve enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını engellemek ve lezzet kaybını en aza indirmek için kullanılmaktadır (Cutter, 2006). Ayrıca, protein esaslı yenilebilir film ve kaplamaların gıdalarda besleyici değeri de arttırdığı bildirilmektedir (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir film veya kaplama üretiminde; kolajen ve jelatin, miyofibriler proteinler, süt proteinleri (kazein, PAS) (Correa-Betanzo vd., 2011; Rodriguez-Turienzo vd., 2012) yumurta akı proteini (albumin), mısır zeini ve buğday gluteni (Kilincceker vd., 2009), soya proteini ve diğer bitkisel orijinli proteinler (baklagil, bezelye, kanola, antep fıstığı) gibi birçok hayvansal veya bitkisel kaynaklı proteinler kullanılabilir (Umaraw ve Verma, 2017).

Özellikle, son 50 yıl boyunca çeşitli PAS protein ürünleri geliştirilmiştir. Ultrafiltrasyon yöntemi ile üretilen PAS protein konsantrelerinin protein

içerikleri kuru bazda % 50-75 arasında değişmekte olup, iyon değişimi ve ardından ultrafiltrasyon ile üretilen PAS protein izolatlarının protein içerikleri ise % 90'nın üzerindedir (Morr ve Ha, 1993). Farklı protein içeriklerinin yanı sıra, PAS protein konsantrelerinde ve izolatlarında; lipitler, mineraller ve laktoz gibi diğer bileşenlerin miktarları da farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, bunlardan üretilen film ve kaplamaların moleküler arası bağlarını belirgin bir şekilde etkileyebilmektedir. Bunun sonucunda da, film ve kaplamaların bariyer, mekanik ve termal özellikleri de değişim gösterebilmektedir (Khwaldia vd., 2004).

PAS protein konsantreleri ve izolatları; su bağlama, viskozite ve jelleşme gibi fonksiyonel özelliklerinden ve besin kalitesinden dolayı değişik ürünlerde (şekerleme, fırın ve dondurma ürünleri, bebek mamaları, sağlıklı gıdalar ve spor barları) gıda katkı maddeleri olarak kullanılmaktadır (Akpınar vd., 2018). Özellikle son yıllarda PAS proteinlerinin, gıda ürünlerinin yüzeylerinde film veya kaplama oluşturmak için kullanıldığı göze çarpmaktadır (Hassan vd., 2018).

PAS protein izolatı kullanılarak, düşük nemli ortamlarda mükemmel oksijen ve aroma bariyeri özelliklerine sahip şeffaf ve esnek yenilebilir film ve kaplamalar üretilebilmektedir (Sothornvit vd., 2009). Herhangi bir plastikleştirici eklenmeden üretilen PAS protein izolatı esaslı film ve kaplamalar çok gevrek olduğundan, plastikleştiricilerin ilavesi ile filmlere esneklik kazandırılırken aynı zamanda su buharı geçirgenliği de arttırılabilmektedir (Özdemir ve Floros, 2008).

2.3.1.3. Lipitler

Düşük polariteye sahip hidrofobik maddeler olan lipitler; nem kaybına karşı iyi bir bariyer özellik göstermelerinden dolayı yenilebilir film veya kaplama materyali olarak kullanılmaktadır (Hassan vd., 2018).

Lipitler; 16. yüzyılda İngiltere’de “larding” olarak taze etler üzerinde kullanılan ilk yenilebilir film veya kaplama materyali olarak bilinmektedir (Kamper ve

Fennema, 1984). Günümüzde ise; hayvansal ve bitkisel yağlar (yer fıstığı, hindistancevizi, hurma, kakao, domuz yağı, tereyağı, yağ asitleri, monogliseritler, digliseritler ve trigliseritler) (Khan vd., 2014), mumlar (kandelila, karnauba, balmumu, jojoba ve parafin) (Chiumarelli ve Hubinger, 2012; Oregel-Zamudio vd., 2017), doğal reçineler (sakız ve olibanum) ve bazı esansiyel yağların da film veya kaplama materyali olarak kullanıldığı görülmektedir (Mellinas vd., 2016).

Lipit esaslı yenilebilir film ve kaplamalar, zayıf bir elastikiyete ve mekanik dirence sahiptir. Bu nedenle polisakkaritler veya proteinler ile birlikte kompozit film veya kaplama olarak kullanılmaları daha uygun görülmektedir (Bravin vd., 2004).

2.3.1.4. Kompozitler

Tek bir materyal kullanılarak üretilen yenilebilir film ve kaplamalar; aynı anda yüksek bir nem bariyer özelliği ve mekanik direnç gösterememektedir. Polisakkarit ve protein esaslı film ve kaplamalar; oksijen geçişine karşı direnç gösterirken, su buharı geçişine karşı gösterdikleri direnç sınırlı olmaktadır (Kurek vd., 2014). Lipit esaslı film ve kaplamalar ise; yüksek bir nem bariyeri oluşturmakta, ancak zayıf bir elastikiyet ve mekanik direnç göstermektedir. Ayrıca ürünlerde mumsu bir tada neden olmaktadır (Gallo vd., 2000). Bu nedenle her bir materyalin en iyi özelliğini kullanabilmek ve dezavantajlarını en aza indirmek için; iki veya daha fazla bileşenin kullanılmasıyla elde edilen, homojen veya çok tabakalı bir film olan kompozit film ve kaplamalardan yararlanılmaktadır (Umaraw ve Verma, 2017).

Kompozit film ve kaplama üretimi, iki döküm ve iki kurutma olmak üzere dört farklı hazırlık aşamasını içermektedir. Bu nedenle kompozit film ve kaplamaların, gıda endüstrisinde daha az kullanıldığı görülmektedir (Debeaufort ve Voilley, 1995). Ayrıca yapılan araştırmalar, kompozit film ve kaplamaların; zamanla incelmeye başladığını ve delikler veya çatlakların gelişmesiyle birlikte düzgün olmayan bir yüzey sergilediğini göstermektedir (Gallo vd., 2000).

2.3.1.5. Çözücüler

Yenilebilir film veya kaplama üretiminde; uygulanan gıdanın tüketilebilirliğini korumak için, çözücü olarak genellikle su veya etanol kullanılmaktadır (Ustunol, 2009).

2.3.1.6. Plastikleştirici ajanlar

Plastikleştiriciler, polimer zincirleri boyunca moleküler arası kuvvetlerde azalmaya neden olarak; film ve kaplamaların esnekliğini, uzayabilirliğini, dayanıklılığını ve yırtılmaya karşı direncini arttırmaktadır (Karbowiak vd., 2006).

Yenilebilir film ve kaplamalarda plastikleştirici olarak glikoz, fruktoz ve sükroz gibi mono, di veya oligosakkaritler; gliserol, sorbitol ve polietilen glikoller gibi polioller; fosfolipitler ve yağ asitleri gibi lipit ve türevleri kullanılmaktadır (Ustunol, 2009; Ramos vd., 2013). Yapılan çalışmalar sonucunda gliserolün, PAS protein izolatu esaslı film ve kaplamalarda kullanılmasının; daha stabil, esnek ve daha az kırılğan film ve kaplamalara sebep olduğu tespit edilmiştir (Oses vd., 2009).

2.3.1.7. Katkı maddeleri

Yenilebilir film veya kaplama çözeltilerine; antioksidan ve antimikrobiyal maddeler, emülsüfyerler, esmerleşmeyi önleyici ajanlar, aroma maddeleri, renklendiriciler ve diğer fonksiyonel maddeler ilave edilebilmektedir (Han ve Gennadios, 2005). İlave edilen bu ajanlar, ambalaj materyalinden ürün yüzeyine seçici veya yavaş bir şekilde salınmakta ve böylece gerekli olan konsantrasyonlar korunmuş olmaktadır (Hassan vd., 2018). Ayrıca kullanılan ajanlar ürünün depolanması ve taşınması sırasında daha uzun süreli aktivite göstererek, gıdaların kalitesini ve tüketici sağlığı üzerine olan etkisini de geliştirmektedir.

Organik asitler, nisin, bitkisel ekstraktlar ve uçucu yağlar gibi antimikrobiyal maddeler; doğal veya sentetik bazı antioksidan bileşikler ve lesitin, polisorbata 60

gibi emülsüfyerler; yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında katkı maddeleri olarak kullanılabilmektedir (Ustunol, 2009).

Özellikle tüketicilerin probiyotikleri, prebiyotikleri ve diyet liflerini içeren fonksiyonel gıdaları tüketme eğilimleri gün geçtikçe artmaktadır (Vital vd., 2018). Bu gıdalar normal işlevsel özelliklerinin ötesinde ürüne, besleyici değer ve organoleptik zenginlik; insanlara ise sağlık açısından faydalı özellikler kazandırabilmektedir (Parvez vd., 2006).

Amazon'da yetişen yerli bir palmye ağacı cinsi olan *Euterpe*'nin yenilebilir meyve üreten üç türü bulunmaktadır; *Euterpe edulis*, *Euterpe precatoria* ve *Euterpe oleracea* (Schauss, 2010). İnce, çok gövdeli ve monoik bir ağaç olan *E. oleracea* (açai), 80-100 metre yüksekliğe kadar büyüyeabilmektedir (Tonon vd., 2008; Hogan vd., 2010; Schauss, 2010). Temmuz ayından Aralık ayına kadar açai ağacından hasat edilen açai meyvesi, son zamanlarda doğal antioksidan kaynağı olarak göze çarpmaktadır (Pacheco-Palencia ve Talcott, 2010). Olgunlaşmamış formda yeşil bir renge sahip olan küresel üzüm boyutlarındaki açai meyvesi, olgunlaştıkça koyu mor renge dönüşmekte ve antosiyanin içeriği artmaktadır (Lichtenthaler vd., 2005). Enerji, lif, antosiyanin, mineral ve yağ asidi bakımından önemli bir kaynak olan açai meyvesi; çeşitli dejeneratif hastalıkların önlenmesine yardımcı olan fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir (Lichtenthaler vd., 2005; Schauss, 2010).

Yapılan çalışmalar, açai meyvesinin ve tohumlarının güçlü bir antioksidan etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Hassimotto vd., 2005; Schauss vd., 2006a; Rodrigues vd., 2006). Açai meyvesinin antosiyaninler açısından zengin olduğu (Schauss vd., 2006b; Tonon vd., 2008) ve kanser hücrelerine etki edebildiği bildirilmiştir (Hogan vd., 2010). Del Pozo-Insfran vd., (2004) tarafından açai meyvesinin; yaban mersini, böğürtlen, kıvılcık ve diğer fenolikçe zengin meyvelerden daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu vurgulanmıştır.

Açai meyvesi; anemi, ishal, sıtma, ağrı, iltihap, hepatit ve böbrek hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Vigneron vd., 2005; Odonne vd., 2011; Marques

vd., 2016). Ayrıca aai meyvesinden elde edilen antosiyaninler, gıda renklendiricisi olarak yoğurt gibi ürünlerde (Coisson vd., 2005) ve izotonik sporcu içeceklerinde (De Rosso vd., 2007) kullanılmaktadır. Aynı zamanda aai meyvesi; enerji içecekleri, gıda takviyeleri, dondurma, jöle, reçel ve likör üretiminde kullanılmakta ve çeşitli meyve sularının içerisine ilave edilebilmektedir (Del Pozo-Insfran vd., 2004; Rodrigues vd., 2006; Schauss, 2010; Yamaguchi vd., 2015).

Besleyici ve fonksiyonel özellikleri bakımından önem arz eden diğeri bir bitki ise çaydır. Çay (*Camellia sinensis*), dünyada sudan sonra en çok tüketilen içeceklerden birisidir. Çaylar; dünyanın değişik yerlerinde siyah çay, beyaz çay, yeşil çay ve oolong çayı gibi farklı türlerde hazırlanabilmektedir (Matthews, 2010). Anavatanı Çin ve Güneydoğu Asya olarak bilinen çay; yaklaşık 30 ülke tarafından da yetiştirilebilmektedir (Cooper vd., 2005; Topuz vd., 2014).

Yeşil çay genellikle Japonya, Çin, Hindistan, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'daki bazı ülkelerde tüketilirken; siyah çay daha çok Asya ve Batı ülkelerinde tüketilmektedir (Yüksel vd., 2017). Daha çok matcha olarak bilinen yeşil çay pudrası (unu) ise antik çağlarda Çin ritüellerinde tüketilmekteyken; günümüzde yaygın olarak Japonya'da tüketildiği bilinmektedir.

Yeşil çay pudrası, gölgede veya kapalı ortamlarda yetiştirilen *Gyokuro* cinsi çay ağacı yapraklarından elde edilmektedir (Ji vd., 2017). Çay yaprakları toplandıktan sonra buhara maruz bırakılmakta ve kurutularak sap, damar ve diğeri fazlalıkları atılmaktadır. İşlem sonucunda, ilk toplanan ürünün sadece % 10'unun geriye kaldığı "tencha" elde edilmektedir. Tencha, genellikle mikron seviyesindeki öğütücü değirmenler (1-3 mikron) ile çok yavaş bir şekilde toz haline getirilmekte ve 100 gram tenchanın öğütülmesi ile yeşil çay pudrası eldesi yaklaşık 3 saat sürmektedir. Daha hızlı yapılan işlemlerde, çayda istenilmeyen yanık bir tadın oluştuğu bildirilmektedir (Hasegawa vd., 2016).

Yeşil çay pudrası; kateşin (C), epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), gallokateşin gallat (GCG), epigallokateşin gallat (EGCG) ve epikateşin gallat (ECG) olmak üzere

altı ana fenolik bileşikler içermektedir (Komes vd., 2010). Ana kateşin olan EGCG'nin, antioksidan ve antikanser gibi güçlü etkilere sahip olduğu ifade edilmektedir. Özellikle son zamanlarda O-metillenmiş kateşinlerin, çay içerisinde tanımlandığı ve EGCG de dahil olmak üzere diğer kateşinlerden daha güçlü biyoaktif özellikler gösterdiği bilinmektedir (Ji vd., 2017). Doğal ve biyoaktif bileşenleri fazlasıyla içeren yeşil çay pudrası; ayrıca B1, B2 ve C vitaminleri ve mangan ve flor mineralleri bakımından da zengindir (Vu vd., 2017). Bunun yanı sıra yeşil çay pudrası dışındaki tüm çaylar, sıcak su içerisinde ekstrakte edilerek (demleme) tüketilmekte ve bu şekilde vücuda sadece sıcak suya geçen bileşenler alınmış olmaktadır. Ancak yeşil çay pudrası, sıcak suda tamamen çözünmekte ve bu nedenle tüm biyoaktif bileşenler vücuda alınabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, yeşil çay pudrası tüketimi ile diğer yeşil çay türlerinden daha fazla EGCG alınabileceği tespit edilmiştir (Weiss ve Anderton, 2003).

Yeşil çay pudrasının uzun bir geçmişi bulunmasına rağmen sağlığa yararlı tıbbi özellikleri yeni keşfedilmeye başlanmıştır. Bu nedenle bu alanda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ancak birçok çalışma ile yeşil çayın; antienflamatuar, antibakteriyel, antianjiyotik, antioksidan, antiviral, nöroprotektif, kolesterol düşürücü ve kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi gibi insan sağlığı üzerine olumlu etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Chiu ve Lai, 2010, Manea vd., 2014). Yeşil çayın sağlığa faydalı etkileri; özellikle kateşinler ve bunların türevlerini içeren flavonoidlerden kaynaklanmaktadır (Higdon ve Frei, 2003; Weiss ve Anderton, 2003). Kateşinlerce daha da zengin olan yeşil çay pudrasının ise, aynı fonksiyonel etkilere sahip olduğu öngörülmektedir.

Yeşil çay pudrası; çay olarak hazırlanıp doğrudan tüketilebildiği gibi; yakın bir zaman içerisinde hamur işlerinin (Phongnarisorn vd., 2018; Ivanisova vd., 2018) pudinglerin, çikolataların, şekerlerin (Unno vd., 2019), süt ve süt ürünlerinin (Vu vd., 2017) ve içeceklerin (Dietz vd., 2017) üretiminde popüler bir bileşen haline geldiği görülmektedir (Yüksel vd., 2017).

2.3.2. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan teknikler

Yenilebilir kaplamalar; ürünün kaplama çözeltisine daldırılmasıyla veya çözeltinin ürün üzerine fırçalanması/püskürtülmesiyle üretilmektedir (Hassan vd., 2018). Yenilebilir filmler ise; daha önceden oluşturulmuş bir film ile gıda yüzeyinin doğrudan kaplanması şeklinde uygulanmaktadır (Han ve Gennadios, 2005; Ortiz vd., 2014).

2.3.3. Yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerinde kullanımı

2.3.3.1. Kırmızı et ve et ürünleri

Yenilebilir film ve kaplamaların, kırmızı et ve et ürünlerinde kullanımları son yıllarda ilgi görmekte ve bu alanda yapılan çalışmaların sayıları artmaktadır (Çizelge 2.1, Çizelge 2.2).

Moradi vd. (2016) ve Behbahani vd. (2016) tarafından yapılmış çalışmalarda, et ürünlerine uygulanmış farklı antioksidan ve antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film ve kaplamaların; etlerdeki lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişmeyi önlediği ve ürünlerin raf ömrünü uzatma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Hazır gıdalara olan tüketici talebinin artmasıyla birlikte, tüketime hazır et ve et ürünleri de gıda endüstrisinde önemli bir sektör haline gelmiştir. Bu talep artışı sonucunda; ısıtma işlemi görmüş tüketime hazır et ürünlerinin kalitelerini mümkün olduğunca koruyan, işleme ve paketlenme yöntemleri geliştirilmiştir (Yingyuad vd., 2006). Kapetanakou vd. (2016), Özvural vd. (2016), Akcan vd. (2017), Shin vd. (2017) ve Abdallah vd. (2017) tarafından yapılmış çalışmalarda; jambon dilimleri, frankfurter tipi sosis, köfte ve pastırma gibi tüketime hazır et ürünlerinde farklı biyopolimer malzemeler ve katkı maddeleri ile hazırlanmış yenilebilir film veya kaplamaların kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalar sonucunda; film veya kaplamaların ürünlerdeki mikrobiyal gelişmeyi sınırladığı, lipit oksidasyonu engellediği ve genel olarak kabul edilebilirliği arttırdığı bildirilmektedir.

Kitosanın, kırmızı et ve et ürünlerinde yenilebilir film veya kaplama materyali olarak yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir (Zhang vd., 2018; Langroodi vd., 2018; Khezrian ve Shahbazi, 2018; Chang vd., 2019). Yapılan çalışmalar sonucunda; kitosan esaslı film ve kaplamaların; farklı antioksidan ve antimikrobiyal maddelerle birlikte kullanılması ile etkinliğinin arttığı ve etlerdeki lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişmeyi engellediği bildirilmektedir.



Çizelge 2.1. Kırmızı et ve et ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Jambon dilimleri, Frankfurter tipi sosis	Na-alginat	Damıtılmış etanol (%40), Tsipouro, Raki, Ouzo	4 °C'de 40-81 gün, 10 °C'de 15-52 gün, Vakum paketlenme	<i>Listeria monocytogenes</i> popülasyonunda azalma	Kapetanakou vd. (2016)
<i>In vitro</i> Sığır kıyması	Mısır zeini	% 2 veya % 3 kekik (<i>Zataria multiflora</i>) uçucu yağı, %1 monolaurin	4 °C'de 12 gün Steril polietilen torbalar	Toplam fenolik madde içeriğinde ve antioksidan kapasitede artış, <i>E. coli</i> O157:H7 ve <i>L. monocytogenes</i> inhibisyonu	Moradi vd. (2016)
Hamburger köfte	Kitosan	% 0.5 yeşil çay ekstraktı, Sodyum tripolifosfat	4 °C'de 8 gün, Streç film ile kaplanmış alüminyum tabaklar	pH değerinde düşüş, Lipit oksidasyonda azalma, Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayılarında azalma	Özvural vd. (2016)
Sığır eti	Sinir otu (<i>Plantago major</i>) tohumu musilajı	% 0, 0.5, 1 ve 1.5 dereotu uçucu yağı (<i>Anethum graveolens</i>)	4 °C'de 18 gün	Lipit oksidasyonu ve mikrobiyal bozulmayı önleme, Raf ömrünü arttırma	Behbahani vd. (2017)
Isıl işlem görmüş sığır eti köftesi	PAS protein izolatı	% 2, 4 defne (<i>Laurus nobilis</i>) ve adaçayı (<i>Salvia officinalis</i>) ekstraktları	-18 °C'de 60 gün	Peroksit, konjuge dien ve tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) değerlerinde azalma, Yüksek antioksidan aktivite, Oksidasyonu önleme	Akcan vd. (2017)
Sığır eti köftesi	Karboksimetil selüloz	% 3 elma kabuğu tozu, % 0.75 tartarik asit	4 °C'de 10 gün, Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) film ile sarılmış polistren köpükler	Lipit oksidasyonu engelleme, <i>Salmonella enterica</i> , maya, küf ve TMAB inhibisyonu, Tekstür, tat ve genel olarak kabul edilebilirlikte artış	Shin vd. (2017)

Çizelge 2.2. Kırmızı et ve et ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Pastırma	Kitosan	-	5 °C'de 28 gün	Kesme kuvveti değerlerinde ve nem kayıplarında düşüş, Duyusal özelliklerde artış, Yüksek antioksidan aktivite, TMAB sayısında 2 log ₁₀ KOB/g azalma	Abdallah vd. (2017)
Piştirilmeye hazır (ready to cook-RTC) domuz pirzolası	Kitosan	% 2 bambu sirkesi tozu	4 °C'de 12 gün, LDPE film ile sarılmış polistren köpükler	TBARS değerlerindeki artışı inhibe etme, Lipit oksidasyonu geciktirme, CIE L* değerlerini arttırma, Raf ömrünü 6 gün uzatma	Zhang vd. (2018)
Dana biftek	Kitosan	% 1 kekik (<i>Zataria multiflora</i>) uçucu yağı, % 2, 4 sumak ekstraktı	4 °C'de 20 gün, Modifiye atmosferde paketlenme (MAP)	Mikrobiyal popülasyonda ve lipit oksidasyonda azalma, Yüksek antimikrobiyal etki, Arzu edilen duyuşsal özellikler, Raf ömrünü arttırma	Langroodi vd. (2018)
Deve eti kıyması	Nano-montmorillonit kitosan, Nano-montmorillonit karboksimetil selüloz	% 0.5, 1, 2 dağ reyhanı (<i>Ziziphora clinopodioides</i>) uçucu yağı, % 1 incir (<i>Ficus carica</i>) ekstraktı	4 °C'de 14 gün, Steril polietilen torbalar	Mikrobiyal popülasyonda 1-4 log ₁₀ KOB/g azalma, Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), pH, peroksit değeri, protein karbonil içeriğı ve TBARS değerlerindeki artışı geciktirme	Khezrian ve Shahbazi (2018)
Dondurulmuş et	Kitosan	-	4 °C'de 10 gün	Lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişmeyi engelleme, Damlama kaybında düşüş, TBARS, pH ve TVB-N değerlerinde azalma	Chang vd. (2019)

2.3.3.2. Kanatlı eti ve ürünleri

Kanatlı eti zengin bir esansiyel amino asit, mineral ve vitamin kaynağına sahip olup; düşük miktarlarda yağ içeren bir gıda ürünüdür. Ayrıca, nispeten yüksek seviyelerde çoklu doymamış yağ asitlerini de içermektedir. Bu nedenle, kanatlı eti ve ürünleri mikrobiyal bozulma ve oksidatif reaksiyonlara karşı oldukça duyarlıdır (Raeisi vd., 2016). Günümüzde araştırmacılar, kanatlı etinin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak için yeni teknikler geliştirmeye odaklanmıştır (Bazargani-Gilani vd., 2015). Doğal kaynaklardan hazırlanan yenilebilir film ve kaplamaların; aroma, antimikrobiyal, antioksidan ve enzimler gibi gıda katkı maddeleri ile zenginleştirildikten sonra, kanatlı eti ve ürünlerinde kullanımları üzerine yapılan çalışmaların sayıları gün geçtikçe artmaktadır (Çizelge 2.3, Çizelge 2.4).

Yenilebilir film veya kaplama üretiminde; biyopolimer malzemeler ile birlikte doğal veya sentetik antimikrobiyallerin kullanılması, gıdalarda patojen ve zararlı mikroorganizmaların büyümesini inhibe etmek ve gıda ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini artırmak için alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Fernandez-Pan vd., 2014; Olaimat ve Holley, 2015; Noori vd., 2018). Yapılan çalışmalar yenilebilir film ve kaplamaların; TMAB, laktik asit ve psikrofil bakteriler ve küf ve mayalar üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Film veya kaplama üretiminde sıklıkla kullanılan kitosan, antioksidan özelliklerinden dolayı kanatlı eti ve ürünlerinde de tercih edilmektedir. Hassanzadeh vd. (2017) ve Jafari vd. (2017) tarafından, kitosan esaslı yenilebilir kaplamaların; tavuk etlerindeki TBARS, TVB-N ve peroksit değerlerini düşürdüğü ve lipid oksidasyonu baskılayarak raf ömrünü arttırdığı bildirilmektedir.

Çizelge 2.3. Kanatlı eti ve ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Tavuk göğsü filetosu	PAS protein izolatu	10 ve 20 g/kg kekik (<i>Coridothymus Capitatus</i>) veya karanfil (<i>Eugenia caryophyllata</i>) uçucu yağı	4 °C'de 13 gün, Polipropilen kaplar	TMAB, <i>Pseudomonas</i> spp. ve laktik asit bakteri sayılarında azalma, Raf ömrünü iki katına çıkarma	Fernandez-Pan vd. (2014)
Tavuk göğsü	K-karragenan-kitosan	250 mg/g hardal otu ekstraktı, 50 ml/g allil izotiyosiyanat, 15 mg/g etilen diamin tetra asetik asit (EDTA)	4 °C'de 21 gün, Vakum paketlenme	<i>Salmonella</i> sayılarında 2.3-3 log ₁₀ KOB/g azalma, Laktik asit bakterileri ve TMAB sayılarında 2.5-3 log ₁₀ KOB/g azalma	Olaimat ve Holley (2015)
Tavuk göğsü	Kitosan	% 0.1 üzüm çekirdeği ekstraktı	4 °C'de 21 gün, 2.5 kGy gama ışınlama, Steril polietilen torbalar	Mikrobiyal gelişmeyi azaltma, Raf ömrünü uzatma, TBARS ve pH değerlerinde düşüş, Işınlama uygulaması ile artan lipit oksidasyonu baskılama, Duyusal kaliteyi artırma	Hassanzadeh vd. (2017)
Soğutulmuş tavuk filetosu	Kitosan	% 0, 1, 2 propolis ekstraktı	4 °C'de 12 gün, Steril torbalar	TMAB, psikrotrofik, laktik asit bakterileri, koliformlar ve <i>Staphylococcus aureus</i> sayılarında azalma, TBARS, TVB-N ve peroksit değerlerinde kontrol grubuna kıyasla daha az artış, Raf ömrünü artırma	Jafari vd. (2017)

Çizelge 2.4. Kanatlı eti ve ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Frankfurter tipi sosis	Zerdaçal nişastası-sığır jelatini	-	5 °C ve 10 °C'de 30 gün, Vakum paketlenme	TMAB, laktik asit ve psikrotrofik bakteri popülasyonunda azalma, pH, tekstür, nem ve renk değerlerinde sabitlik, Sentetik kılıflara ikame	Tosati vd. (2017)
Tavuk göğsü filetosu	Sodyum kazeinat nanoemülsiyonu	% 3, 6 zencefil uçucu yağı	4 °C'de 12 gün, LDPE film ile sarılmış polistren köpükler	TMAB ve küf ve maya sayılarında azalma, Zayıf antioksidan potansiyel, Güçlü antimikrobiyal etki	Noori vd. (2018)

2.3.3.3. Su ürünleri

Balık ve diğer su ürünleri, et kalitelerinin ve besin değerlerinin yüksekliğinden dolayı özellikle son yıllarda fazla tercih edilmekte ve dünya genelinde gıda kıtlığının üstesinden gelebilecek potansiyel bir kaynak olarak görülmektedir (Alsaggaf vd., 2017). Ancak, sahip oldukları biyolojik kompozisyonları nedeniyle çok çabuk bozulabilen balık ve diğer su ürünleri, uygun olmayan işleme ve depolama koşullarında insan sağlığını da tehdit edebilmektedir. Protein olmayan azot, su aktivitesi ve pH değerleri yüksek olan balık ve diğer su ürünlerinde meydana gelen bozulmalar; lipid oksidasyon, mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri, enzimatik esmerleşme reaksiyonları ve endojen enzimi aktiviteleri gibi reaksiyonların neden olduğu değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Bu reaksiyonlar sonucunda balık ve diğer deniz ürünlerinin raf ömürlerinin azaldığı görülmektedir (Arashisar vd., 2004).

Yapılan çalışmalar; mikrobiyal ve oksidatif bozulmaları önlemek veya geciktirmek için kullanılan yenilebilir film veya kaplama uygulamalarının, su ürünlerinin kalitesini koruyarak raf ömrünü arttırdığını göstermektedir (Çizelge 2.5-Çizelge 2.8). Lopez de Lacey vd (2014) ve Jasour vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda, yenilebilir film ve kaplamaların; balık filetolarındaki mikrobiyal gelişmeyi önleyerek ve TVB-N, TMA-N, TBARS ve pH değerlerini azaltarak filetoların raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir.

Farklı tarımsal ve hayvansal ürünlerden veya gıda atıklarından üretilen polimerlerin geliştirilmesi için birçok araştırma yapılmıştır (Wu vd., 2013). Kabuklu deniz canlıları (ıstakoz, yengeç, karides vb.), böcekler ve mantarlar gibi doğal yenilenebilir kaynaklardan elde edilen kitosan ve hayvan kolajeninin kısmi hidrolizinden elde edilen jelatin; yenilebilir film veya kaplama üretimi için kullanılan materyallere örnek olarak gösterilebilmektedir (Kakaei ve Shahbazi, 2016; Farajzadeh vd., 2016; Alparslan vd., 2016; Aleman vd., 2016; Alsaggaf vd., 2017; Mohebi ve Shahbazi, 2017; Wang vd., 2018). Bu alanda yapılan bazı çalışmalar sonucunda, kitosan veya jelatin esaslı yenilebilir film ve kaplamaların tek başına ya da farklı antioksidan ve antimikrobiyal katkı maddeleri ile birlikte

kullanımının; karides, alabalık ve mezgit fileto gibi su ürünlerinde mikrobiyal popülasyonu azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca melanoz, peroksit, TBARS ve diğer oksidasyon ürünlerinin artışını geciktirerek veya önleyerek, balık ve diğer su ürünlerinin raf ömürlerini uzattığı vurgulanmıştır. Yüksek besin değerine ve fonksiyonel özelliklere sahip olan PAS proteinleri de; biyolojik olarak parçalanabilir film veya kaplama üretimi için kullanılan bir diğer yan üründür. Erbay vd. (2017) ve Shokri ve Ehsani (2017) tarafından yapılan çalışmalarda, balık filetolarına uygulanmış PAS proteini esaslı kaplamaların; mikroorganizmaların gelişmesini engellediği, TVB-N değerlerini azalttığı ve raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir.

Son yıllarda kolajenin; biyo-çözünürlüğü, biyouyumluluğu ve yaygın bulunabilirliği nedeniyle yenilebilir film veya kaplama materyali olarak kullanıldığı görülmektedir (Borges vd., 2016). Wang vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, taze somon filetolarına uygulanmış kolajen-lizozim esaslı yenilebilir kaplamaların; filetolardaki TVB-N değerlerini düşürdüğü ve mikrobiyal üremeyi inhibe ettiği belirtilmiştir.

Çevre dostu, biyolojik olarak parçalanabilir ve toksik olmayan karboksimetil selüloz; film oluşturma kabiliyetinden dolayı yenilebilir film veya kaplama üretiminde kullanılmaktadır. Raeisi vd. (2015) ve Rezaei ve Shahbazi (2018) tarafından yapılan çalışmalarda, karboksimetil selüloz esaslı film ve kaplamaların; balık filetolardaki mikroorganizma gelişimini inhibe ettiği ve TVB-N değerlerindeki artışı geciktirdiği belirtilmiştir.

Çizelge 2.5. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Hake (<i>Merluccius capensis</i>) filetosu	Agar	Yeşil çay ekstraktı, 100 µl probiyotik suşlar (<i>Lactobacillus paracasei</i> L26 ve <i>Bifidobacterium lactis</i> B94)	4 °C'de 15 gün, Vakum paketlenme	Hidrojen sülfür (H ₂ S) üreten bakterilerde ve toplam canlı sayılarında azalma, TVB-N, trimetilamin azot (TMA-N) ve pH değerlerinde azalma, Raf ömrünü uzatma, Yararlı laktik asit bakteri sayılarını artırma	Lopez de Lacey vd. (2014)
Gökkuşáğı alabalık (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) filetosu	Kitosan	% 5 laktoperoksidaz	4 °C'de 16 gün, Polietilen torbalar	<i>Shewanella putrefaciens</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> ve psikrotrof ve TMAB sayılarında azalma, TBARS değerlerinde azalma, Raf ömründe artırma, Duyusal özelliklerde orta ile yüksek düzeyde kabul edilebilirlik	Jasour vd. (2015)
Gökkuşáğı alabalık (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) filetosu	Karboksimetil selüloz	% 1, 2 kekik (<i>Zataria multiflora</i>) uçucu yağı, % 0.5, 1 üzüm çekirdeği ekstraktı	4 °C'de 20 gün	TVB-N değerlerinde azalma, TMAB, laktik asit bakterileri ve <i>Pseudomonas</i> popülasyonunda azalma, Duyusal özelliklerde artış	Raeisi vd. (2015)

Çizelge 2.6. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Karides (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Kitosan-jelatin	-	4 °C'de 14 gün, Polipropilen kaplar	TMAB ve psikrofil bakterilerin inhibisyonu, Peroksit ve TBARS değerlerinde azalma, Raf ömrünü uzatma, Tekstür, renk ve duyuşal özelliklerde artış	Farajzadeh vd. (2016)
Pembe karides (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	Jelatin	% 0, 0.5, 1, 2 portakal (<i>Citrus sinensis</i>) yaprağı uçucu yağlar	4 °C'de 14 gün, Vakum paketlenme	Melanoz artışını önleme, Toplam canlı, <i>Enterobacteriaceae</i> ve psikrofil bakterilerin inhibisyonu, Raf ömrünü uzatma	Alparslan vd. (2016)
Fileto alabalık kıyması	Kitosan-jelatin	% 1, 2 kırmızı üzüm çekirdeği ekstraktı ve dağ reyhanı (<i>Ziziphora clinopodioides</i>) uçucu yağı	4 °C'de 11 gün	TVB-N ve peroksit değerlerinde azalma, TMAB, <i>Enterobacteriaceae</i> , psikrofil ve laktik asit bakterileri, <i>S. putrefaciens</i> , <i>P. fluorescens</i> ve <i>L. monocytogenes</i> popülasyonunda azalma	Kakaei ve Shahbazi (2016)
Mezgit (<i>Theragra chalcogramma</i>) fileto sosisi	Kitosan-jelatin	Karides konsantresi (<i>Litopenaeus vannamei</i>) konsantresi	4 °C'de 45 gün	<i>Enterobacteriaceae</i> ve TMAB'nin lag fazını uzatma, TVB-N ve pH değerlerini düşürme, Raf ömründe artış	Aleman vd. (2016)
Taze karides	Kitosan, Jelatin	% 0, 1 dağ reyhanı uçucu yağı, nar kabuğu ekstraktı ve selüloz nanopartikülü	4 °C'de 11 gün	<i>L. monocytogenes</i> popülasyonunda 2-3 log ₁₀ KOB/g azalma, Duyusal kaliteyi arttırma	Mohebi ve Shahbazi (2017)

Çizelge 2.7. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Nil tilapyası (<i>Oreochromis niloticus</i>) filetosu	Fungal (<i>Aspergillus niger</i>) kitosan	% 0.5, 1, 1.5, 2 nar (<i>Punica granatum</i>) kabuğu ekstraktı	4 °C'de 30 gün	Mikrobiyal popülasyonda azalma, TVB-N, peroksit ve TBARS değerlerindeki artışı geciktirme	Alsaggaf vd. (2017)
Taze somon (<i>Salmo salar</i>) filetosu	Kolajen-lizozim	–	4 °C'de 15 gün	TVB-N değerlerini düşürme, Mikrobiyal üremeyi inhibe etme, Ağırlık kaybını azaltma, Renk ve pH değerlerinde sabitlik	Wang vd. (2017)
Gökkuşáğı alabalık (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) filetosu	PAS protein izolatı	% 5, 7 ısırgan otu (<i>Urtica dioica</i>) ekstraktı, % 50, 70 poli (ε- kaprolakton) nano lifleri	4 °C'de 15 gün, Poliyeten torbalar	TMAB, psikrofil, <i>Enterobacteriaceae</i> ve laktik asit bakterilerinin inhibisyonu, TVB-N ve TBA değerlerinde azalma, Raf ömrünü uzatma	Erbay vd. (2017)
Sudak balık (<i>Sander lucioperca</i>) filetosu	PAS proteini (%80 protein)	% 2.5 laktoperoksidaz, % 1.5, 3 α- tokoferol	4 °C'de 16 gün, Poliyeten torbalar	Mikrobiyal popülasyonda ve TVB-N değerlerinde azalma, Tekstürel özelliklerde ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde artış, Raf ömrünü uzatma	Shokri ve Ehsani (2017)
Gökkuşáğı alabalık (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) filetosu	Fars zamkı	% 0.5, 1 tarçın ve kekik uçucu yağı	4 °C'de 16 gün	TMAB, psikrofil ve laktik asit bakteri sayılarında azalma, TVB-N, peroksit ve TBARS değerlerini düşürme, Raf ömrünü uzatma	Joukar vd. (2017)

Çizelge 2.8. Balık ve diğer su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Devam)

Ürün	Biyopolimer Malzeme	Katkı Maddeleri	Depolama Koşulları	Etki	Referans
Mersin morina(<i>Huso huso</i>) filetosu	Hünnap zamkı	% 2, 3.5, 5 ısırgan otu uçucu yağı	4 °C'de 15 gün	Ağırlık ve pişirme kayıplarında düşüş, pH, tekstürel özellikler ve renk değişimlerinde azalma, Lipit oksidasyon ve mikrobiyal bozulmaları yavaşlatma	Gharibzahedi ve Mohammadnabi (2017)
Pasifik beyaz karidesi (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Kitosan	% 0.5 karvakrol, % 1 kaprilik asit	Buzda depolama (karides: buz; 1: 2) 10 gün, Plastik filmler	TMAB ve pH ve TVB-N değerlerindeki artışı inhibe etme, Melanoz oluşumunu geciktirme, Doku ve duysal özellikleri arttırma, Raf ömrünü uzatma	Wang vd. (2018)
Gümüş sazan balığı filetosu	Sodyum alginat-karboksimetil selüloz	% 0, 0.5 dağ reyhanı (<i>Ziziphora clinopodioides</i>) uçucu yağı, % 0, 1 elma kabuğu ekstraktı, % 0, 0.5 çinko oksit nanoparçacıkları	4 °C'de 14 gün, Steril polietilen torbalar	<i>L.monocytogenes</i> popülasyonunu inhibe etme, TVB-N, TMA-N, pH ve peroksit değerlerindeki artışı geciktirme, Raf ömrünü uzatma	Rezaei ve Shahbazi (2018)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada lokal bir et firmasından satın alınmış 24 saat post mortem sığır eti (*Musculus semimembranosus*) ve tavuk göğüs eti (*Pectoralis major*) kullanılmıştır. Yenilebilir kaplama üretiminde; biyopolimer malzeme olarak PAS protein izolatı (BiPRO % 100 Whey Protein Isolate; Davisco Foods International Inc. USA) kullanılmış ve Hardline Nutrition (Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Plastikleştirici olarak gliserol (% 85; ISOLAB) ve antioksidan ve antimikrobiyal kaynak olarak açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası (Güzel Ada Gıda, Türkiye) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrasının ekstraksiyonu için örneklerden 10 g tartılmış ve üzerine 100 mL etil alkol ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 24 saat bekleyen örnekler, süre sonunda 2500xg'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. İşlem sonrası süpernatant içerisinde kalan çözücü 40 °C'de düşük basınç altında evapore edilmiştir. Elde edilen ekstraktların bir kısmı toplam fenolik madde, DPPH (1,1-diphenyl 1-2-picrylhydrazyl) ve FRAP (demir iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi) analizlerinde kullanılmış, geri kalan ekstraktlar ise üretimde kullanılmak üzere ışık ve hava almayacak bir şekilde -80 °C'de depolanmıştır.

3.2.2. Misket köfte üretimi

Üretimler; sığır eti ve tavuk eti olmak üzere iki farklı et materyali kullanılarak ve iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Üretim öncesi etler, pH değerlerinin kabul edilebilir seviyede olup olmadığının belirlenmesi için ön incelemeden geçirilmiş ve kabul edilebilir pH değeri; sığır eti için 5.4 - 5.8, tavuk eti için ise 5.7- 6.2 olarak baz alınmıştır. Misket köfte yapımında kullanılacak olan

su ve tuz; et ağırlığı üzerinden hesaplanarak % olarak ilave edilmiştir. Kıyma karışımı yaklaşık 20 dakika el ile yoğrulmuş ve daha sonra şansa bağlı olarak eşit miktarlarda deneme gruplarına ayrılmıştır. Her grup için kullanılacak olan misket köfte hamuru tartılarak ağırlıkları kaydedilmiş ve hazırlanan köfte hamuruna yuvarlak ve üniform bir şekil verilmiştir. Elektrikli fırın (Kumtel, KF-3125, Türkiye) kullanılarak pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Pişirme işleminin eşit olması için termokupl kullanılarak, ürün merkez sıcaklığı 72 °C'e ulaşana kadar misket köfteler pişirilmiştir.

3.2.3. Yenilebilir kaplama çözeltisinin üretimi

Yenilebilir kaplama çözeltisi; Akcan vd., (2017) tarafından önerilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. 5 g PAS protein izolatu 100 mL saf su içerisinde çözündürüldükten sonra, çözeltiye 5 mL gliserol ilave edilmiştir. Çözelti pH'sı 2 N NaOH ile 8'e ayarlanmıştır. Daha sonra çözelti 90±2 °C'de 30 dakika ısıtılmış ve proteinler denatüre edilmiştir. Isıtma işleminden sonra çözelti, hızlı bir şekilde oda sıcaklığına soğutulmuştur.

Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltilerin üretiminde ise; ekstraktlar yukarıda belirtilen aşamalarla aynı şekilde hazırlanmış olan kaplama çözeltilerine, deneme deseni (Çizelge 3.1) dikkate alınarak ilave edilmiştir. Bu amaçla, açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktlarının farklı konsantrasyonları çözeltiye eklenerek, homojenizatör yardımıyla 13.500xg'de 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra oluşan hava kabarcıkları 4 katlı peynir bezi kullanılarak süzölmüştür.

Yapılan ön çalışmalar; açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktı içeriği % 3'ten daha düşük olan PAS protein izolatu esaslı kaplamaların, zayıf antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sergilediğini göstermiştir. Bu nedenle, alt sınır olarak % 3 içeren konsantrasyon seçilmiş ve deneme deseni bu konsantrasyon baz alınarak tasarlanmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme gruplarının formülasyonu

Gruplar	Grup formülasyonu
K1	Saf su
K2	PAS protein izolatu
A3	PAS protein izolatu + % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı
A6	PAS protein izolatu + % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı
A9	PAS protein izolatu + % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı
M3	PAS protein izolatu + % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı
M6	PAS protein izolatu + % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı
M9	PAS protein izolatu + % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı

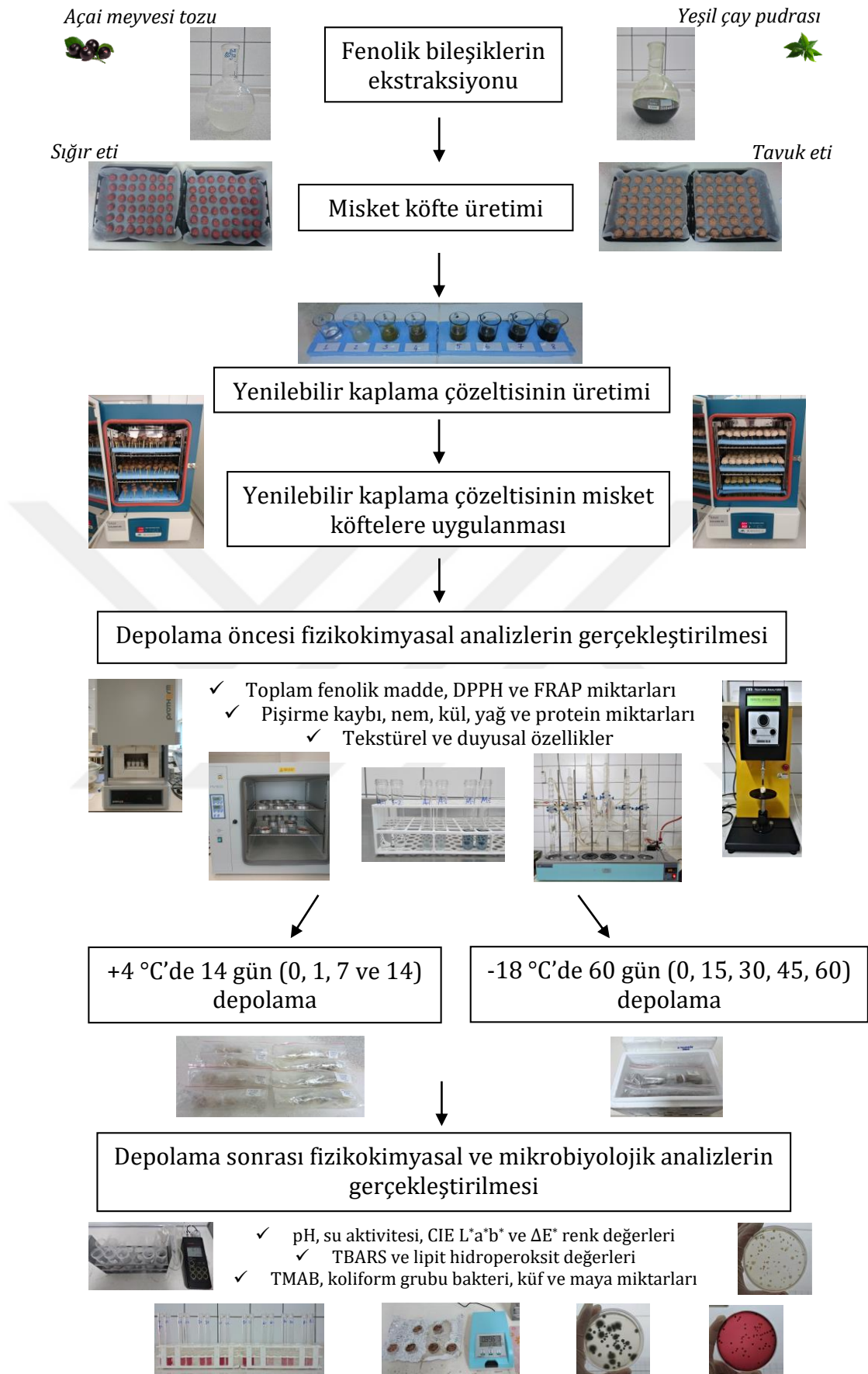
K1 saf su ile kaplanmış kontrol grubu, K2 ekstrakt içermeyen PAS protein izolatu ile kaplanmış kontrol grubu, A3 % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren PAS protein izolatu ile kaplanmış grup, A6 % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren PAS protein izolatu ile kaplanmış grup, A9 % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren PAS protein izolatu ile kaplanmış grup, M3 % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren PAS protein izolatu ile kaplanmış grup, M6 % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren PAS protein izolatu ile kaplanmış grup, M9 % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren PAS protein izolatu ile kaplanmış grup.

3.2.4. Yenilebilir kaplama çözeltisinin misket köftelere uygulanması

Isıl işlem görmüş sığır eti veya tavuk etinden üretilen köfteler; oluşturulan deneme deseni (Çizelge 3.1) dikkate alınarak hazırlanmış kaplama çözeltilerine 1 dakika daldırılmış ve misket köfteler çözeltiden çıkarılarak 30 s kurumaya bırakılmıştır. 3 kez gerçekleştirilen bu işlem sonrasında köfteler, 30 °C'deki etüvde (İldam, İLD-EKH-55, Türkiye) 1 saat kurutulmuştur.

Oluşturulan misket köftelerde pişirme kaybı, nem, kül, yağ ve protein miktarları, tekstürel ve duyuşal özellikler tespit edilmiştir. Aynı zamanda +4 °C'de depolanan köftelerde 0., 1., 7. ve 14. günlerde; -18 °C'de depolanan örneklerde ise 0., 15., 30., 45. ve 60. günlerde pH, su aktivitesi, CIE L*a*b* ve ΔE* renk değerleri, TBARS, lipid hidroperoksit değerleri ve TMAB, koliform grubu bakteri, küf ve maya sayıları tespit edilmiştir. Depolama periyotları, et perakendecilerinin önerileri ve endüstriyel ve bilimsel veritabanları incelenerek seçilmiştir (Meat Safety, 2019).

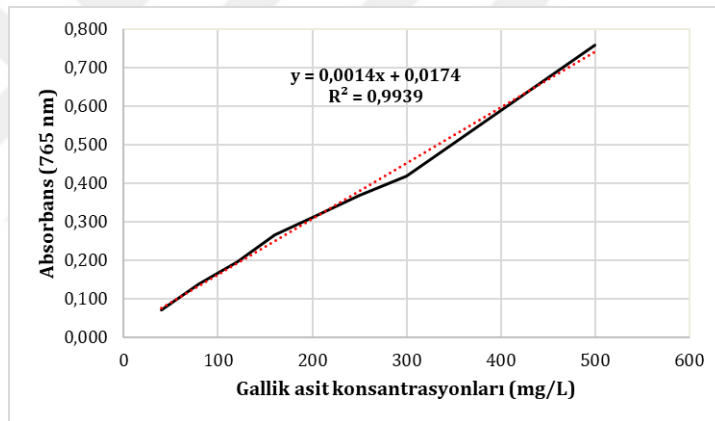
Tez kapsamında gerçekleştirilen üretimin akış şeması ve yapılan analizler Şekil 3. 1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Üretim akış şeması ve gerçekleştirilen analizler

3.2.5. Toplam fenolik madde miktarı analizi

Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktlarında toplam fenolik bileşiklerin tayini, Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. 40 µl örnek ekstraktı üzerine 2.4 mL saf su ilave edilmiş ve tüpler vortekslenmiştir. Daha sonra tüplere 200 µL Folin-Ciocalteu ayracı ve 600 µL doymuş sodyum karbonat (Na₂CO₃) eklenmiştir. Karışım vortekslenmiş ve 2 saat oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda tüplere 760 µL saf su ilave edilmiş ve oluşan mavi renkli çözeltinin absorbansı spektrofotometre kullanılarak 765 nm dalga boyunda okunmuştur. Standart kalibrasyon eğrisi çizilerek (Şekil 3.1), ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Gallik asit konsantrasyonlarına ait kalibrasyon eğrisi

3.2.6. 1,1-diphenyl 1-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikalini giderme aktivitesi analizi

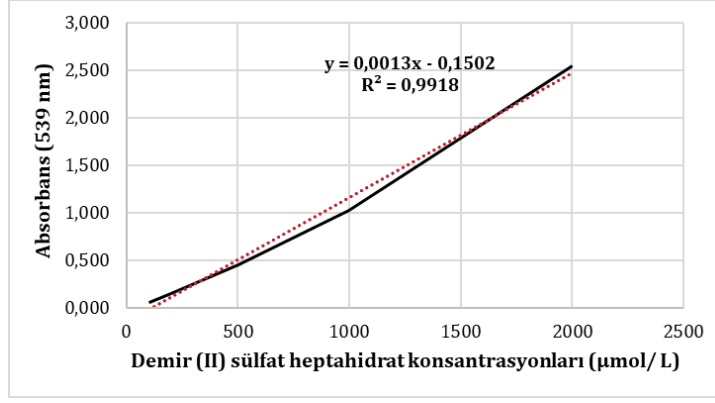
Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktlarının antioksidan kapasitelerinin bir ifadesi olan DPPH radikalini giderme aktivitesi (% inhibisyon) Dorman vd. (2003) tarafından önerilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle ekstraktlara ait uygun konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Her bir konsantrasyondan 50 µL örnek alınmış ve üzerine 0.8 mL metil alkol ilave edilmiştir. Daha sonra metil alkol ile hazırlanmış olan 1 mM

konsantrasyonundaki DPPH radikalinden 0.2 mL ilave edilmiş ve tüpler vortekslenerek 30 dakika boyunca oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda inkübe edilmiştir. Süre sonunda absorbanslar 515 nm dalga boyundaki saf metil alkol ve DPPH radikali eklenerek hazırlanmış olan kontrol çözeltisine karşı okunmuştur. % İnhibisyon değerleri ve konsantrasyonlar kullanılarak standart kalibrasyon eğrileri çizilmiş ve standart eğrilerden elde edilen denklemler yardımıyla ekstraktlara ait yarı maksimum inhibisyon konsantrasyonu (IC_{50} değeri*) (mg/mL) hesaplanmıştır.

3.2.7. Demir iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi (FRAP) analizi

Ekstraktların antioksidan kapasitesi, Benzie ve Strain (1996) tarafından önerilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Analiz için 300 mM/L asetat tamponu (pH: 3.6), 40 mM/L HCl içerisinde çözündürülmüş olan 10 mM/L TPTZ (2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine) ve 20 mM/L demir klorür hekzahidrat ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$); 10: 1: 1 oranlarında karıştırılarak FRAP reaktifi hazırlanmıştır. 200 μ L örnek ekstratı alınarak, üzerine 3.8 mL FRAP reaktifi eklenmiştir. Karışım 4 dakika karanlık ortamda bekletilmiş ve spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda saf su ile hazırlanmış köre karşı okunmuştur. Demir (II) sülfat heptahidrat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)'ın farklı konsantrasyonları (100-2000 μ mol/L) ile standart kalibrasyon eğrisi çizilerek (Şekil 3.2), ekstraktlardaki antioksidan kapasite μ mol/L Fe^{+2} cinsinden hesaplanmıştır.

* IC_{50} değeri: Antioksidan aktiviteyi hesaplamada kullanılan bir göstergedir. Bu değer başlangıç DPPH konsantrasyonunu % 50 azaltmak için gereken örnek konsantrasyonudur ve örnek konsantrasyonlarına karşı % inhibisyon değerlerinin işlendiği grafikten elde edilen denklemde “y” yerine “50” konularak hesaplanır. Düşük IC_{50} değeri yüksek antioksidan aktiviteyi göstermektedir.



Şekil 3.3. Demir (II) sülfat heptahidrat konsantrasyonlarına ait kalibrasyon eğrisi

3.2.8. Pişirme kaybı analizi

Her deneme grubu için kullanılan çiğ misket köfte ağırlıkları kaydedilmiştir. Pişirme işleminden sonra ısıtma işlemi görmüş misket köftelerin ağırlıkları ise, yaklaşık olarak 25 °C'ye kadar soğutulduktan sonra belirlenmiştir. Pişirme kaybı değeri (%) Denklem 3.1'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Pişirme kaybı: } ((A_c - A_p)) / A_c \times 100 \quad (3.1)$$

Yukarıdaki denklemde A_c çiğ köfte ağırlığını (g), A_p pişmiş köfte ağırlığını (g) temsil etmektedir.

3.2.9. Nem miktarı analizi

Köftelerde nem miktarı analizi için, metal kurutma kapları 2 saat 105 °C'lik etüvde kurutulmuş ve 1 saat desikatörde bekletildikten sonra tartımları yapılmıştır. İki paralelli olacak şekilde; her gruptan 5 g örnek alınarak kurutma kaplarına konulmuştur. Daha sonra kurutma kapları 100 °C'lik etüv (Nüve, EN 400, Türkiye) içerisine yerleştirilmiş ve 18 saat kurutulmuştur. Bu işlem sonucunda kurutma kapları etüvden alınmış ve sabit tartıma gelene kadar desikatörde yaklaşık yarım saat bekletilmiştir. Kurutma kapları hassas terazide tartıldıktan sonra nem miktarı; tespit edilen ağırlık kaybının örnek ağırlığına bölümünün 100 ile çarpımı neticesinde tespit edilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.10. Kül miktarı analizi

Yaklaşık olarak 3-4 g örnek, 105 °C'de kurutulan ve soğutulduktan sonra darası alınan kül kabına tartılmıştır. Örnekler, kül fırını yardımıyla kademeli olarak 550 °C'de yakılmıştır. Kül miktarı, tespit edilen ağırlık kaybının örnek ağırlığına bölümünün 100 ile çarpımı neticesinde tespit edilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.11. Yağ miktarı analizi

Misket köftelerdeki yağ miktarı, Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (AOAC, 1990). Örnekler ilk olarak etüvde 100 °C'de 18 saat süreyle kurutulmuş ve örnek ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra örnekler, ekstraktöre yerleştirilmiş ve yaklaşık 8 saat boyunca cihaz çalıştırılmıştır. Yağ ekstraksiyonu tamamlandıktan sonra, örnekler etüvde 2 saat kurutulmuş ve desikatörde sabit tartıma gelene kadar soğutulduktan sonra örnek ağırlıkları tartılmıştır. Yağ oranının yüzdesi; işlemler sonrası kaybedilen ağırlığın, örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılması ile tespit edilmiştir.

3.2.12. Protein miktarı analizi

Protein miktarı Kjeldahl yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (AOAC, 1990). Analiz için kjeldahl balonu içerisine hazırlanan katalizör ve birkaç kaynama taşı ilave edilmiştir. Parşömen kâğıdı üzerinde homojen hale getirilmiş örnekten 1 g tartılmış ve balon içerisine yerleştirilmiştir. Üzerine 25 mL sülfürik asit ilave edilerek yakma işlemine geçilmiştir. Çözelti rengi açık mavi-yeşil olunca yakma işlemine son verilmiştir. Oda sıcaklığında soğutulan örnekler destilasyon ünitesine alınarak NaOH varlığında damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Destilasyon işleminden sonra erlen içerisindeki çözelti 0.1 N HCl çözeltisi ile titre edilerek harcanan HCl asit çözeltisi miktarına göre % protein oranı Denklem 3.2a ve 3.2b'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Azot: } (0.014 \times N \times (V_1 - V_2) \times 100)/m \quad (3.2a)$$

$$\% \text{ Protein: } 6.25 \times \% \text{ Azot} \quad (3.2b)$$

Yukarıdaki denklemde V_1 titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmini (mL), V_2 şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmini (mL), N HCl çözeltisinin normalitesini, m örnek ağırlığını (g) temsil etmektedir.

3.2.13. Tekstür analizi

Tekstür ölçümleri oda sıcaklığında, TA XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılmış olan analizde probun örnekleri delebilmesi için göstermiş olduğu maksimum yük ölçülmüştür. Analizde, 5 mm prob kullanılmış ve 100 N değerinde kuvvet uygulanmıştır. Probun ürüne % 70 oranında girmesi sağlanmıştır. Analiz sonuçları sertlik (hardness), dış yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (resilience), iç yapışkanlık (cohesiveness), dirençlilik (springiness), sakızimsılık (gumminess) ve çiğnenebilirlik (chewiness) parametreleri tespit edilerek değerlendirilmiştir.

3.2.14. pH analizi

Herhangi bir işleme tabi tutulmayan çiğ sığır ve tavuk eti materyali, araştırmada kullanılmaya uygun pH değerleri arasında olup olmadığı yönünden pH analizine tabi tutulmuştur. Araştırma sırasında ise, +4 °C ve -18 °C'de depolanmış köfte örnekleri her bir depolama gününde analiz edilmiştir. Her gruptan 5 g örnek (3 paralelli) alınmış ve 50 mL saf su içerisinde homojenizatör kullanılarak 1 dakika homojenize edilmiştir. Cihaz pH 4.0 ve 7.0 tampon çözeltileri ile kalibre edildikten sonra pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.15. Su aktivite (a_w) analizi

+4 °C ve -18 °C'de depolanmış misket köftelerin a_w değerleri, her bir depolama gününde su aktivite cihazı (Novasina AG Lab Swift, İsviçre) kullanılarak oda sıcaklığında tespit edilmiştir.

3.2.16. Renk analizi

Renk ölçümleri, +4 °C ve -18 °C'de depolanmış köfte örneklerinde yeni kesilen örneğin iç yüzeyinde üç paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümlerinde Minolta renk ölçüm cihazı kullanılarak, CIE L*a*b* renk değerleri tespit edilmiş (Hullberg ve Lundström, 2004) ve toplam renk farklılıkları (ΔE^*) Denklem 3.3'e göre hesaplanmıştır. Ölçümler öncesi cihazın kendi standardı kullanılarak kalibrasyonu yapılmıştır.

$$\text{Toplam renk farkı } (\Delta E^*): ((L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2)^{1/2} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki denklemde L*, a*, b* depolama süresi sonunda ölçülen L*, a*, b* değerlerini, L₀, a₀, b₀ 0. depolama gününde ölçülen L*, a*, b* değerlerini temsil etmektedir.

3.2.17. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi

+4 °C ve -18 °C'de depolanmış köfte örneklerinde lipit oksidasyonun takibi için uygulanan TBARS analizi; Kilic ve Richards (2003) tarafından önerilen yöntem baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, analizin yapılması sırasında TBARS oluşumunu önlemek için trikloroasetik asit (TCA) ekstraksiyon çözeltisine etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) ve propil gallat eklenmesi gerekmektedir. 1 g köfte örneği 6 mL ekstraksiyon çözeltisi içerisine ilave edilmiş ve örnekler 15 s homojenize edilerek, Whatman No 1 filtre kağıdı yardımı ile süzölmüştür. 1 mL filtrat üzerine 1 mL TBA ilave edilerek, tüpler vortekslenmiştir. Daha sonra bu karışım 100 °C'de 40 dakika ısıtılmış ve ısıl işlem sonrası soğutulan tüpler, 2000xg'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Absorbans değerleri, içerisinde sadece 1 mL TCA ekstraksiyon çözeltisi ve 1 mL TBA çözeltisi içeren şahit numuneye karşı 532 nm'de okunmuştur. Tetrametoksipropen (MDA) kullanılarak standart kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve absorbans değerleri, standart eğriden elde edilen katsayı ile çarpılmıştır. TBARS değerleri kg başına µmol MDA eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.18. Lipit hidroperoksit analizi

+4 °C ve -18 °C'de depolanmış köfte örneklerinde gerçekleştirilen lipit hidroperoksit analizi için Shantha ve Decker (1994) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yönteme göre, 1 g köfte örneği 5 mL kloroform/metanol (1:1) içerisinde 30 s homojenize edilmiş ve 3 mL % 0.5 sodyum klorür (NaCl) eklenerek, tüpler 30 s vortekslenmiştir. Daha sonra bu karışım 10 dakika santrifüjlenerek iki faza ayrılması sağlanmıştır. Aşağıda yer alan fazdan 2 mL alınarak üzerine soğuk kloroform/metanol (1.3 mL; 1:1) karışımı eklenip vortekslenmiştir. 25 µL amonyum tiyosiyanat (4.38 M) ve 25 µL demir (II) klorid (18 mM) çözeltileri de tüplere ilave edilmiş ve örnekler, oda sıcaklığında 20 dakika inkübe edilmiştir. Süre sonunda örneklerin, 500 nm dalga boyunda absorbans değerleri belirlenmiş ve hidroperoksit değerlerinin tespit edilebilmesi için kümen hidroperoksit kullanılarak standart eğri hazırlanmıştır.

3.2.19. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı

+4 °C ve -18 °C'de depolanmış misket köfte örneklerinde TMAB sayımı, üretimi müteakip depolama süresince gerçekleştirilmiştir. % 0.85'lik NaCl ile hazırlanan 90 mL fizyolojik tuzlu su (FTS) çözeltisi içerisine 10 g örnek tartılarak seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Plate Count Agar (PCA) besiyerine standart dökme yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış ve 30 °C'de 48 saat inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15–300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları KOB (koloni oluşturan birimi)/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.20. Koliform grubu bakteri sayımı

+4 °C ve -18 °C'de depolanmış köfte örneklerinde koliform grubu bakteri sayımı, üretimi müteakip depolama süresince gerçekleştirilmiştir. 10 g örnek tartılmış ve 90 mL steril FTS içerisinde homojenize edilerek, uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak koliform grubu mikroorganizmaların sayımı için Eosin Metilen Blue (EMB) agara, üç paralelli olacak şekilde ekim yapılmıştır. EMB besiyeri içeren petri kutuları 37 °C'de 48

saat süreyle inkübe edildikten sonra besiyerlerindeki tipik kolonilerin sayım işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.21. Küf ve maya sayımı

+4 °C ve -18 °C'de depolanmış köfte örneklerinde küf ve maya sayımı, üretimi müteakip depolama süresince gerçekleştirilmiştir. Bu analizde besiyeri olarak sterilize edilmiş Potato Dextrose Agar (PDA) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yayma yöntemi ile ekimler yapıldıktan sonra petriler 25 °C'de 5-7 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen tüm koloniler toplam maya ve küf olarak sayılmış ve sonuçlar KOB/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.22. Duyusal analiz

Duyusal analizler Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde bulunan 18 panelistin katılımıyla sıralama testi ile gerçekleştirilmiştir. Test için, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler sonucunda tespit edilmiş en etkili konsantrasyonlar tercih edilmiştir. Bu kapsamda % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı ile kaplanmış köfteler ile yenilebilir kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu, üç basamaklı nümerik rakamlarla kodlandırılıp tabaklara yerleştirilerek panelistlere aynı gün servis edilmiştir. Numuneler arasında panelistlere damak temizlemek amacıyla su ve tuzsuz ekmek sunulmuştur. Panel sonuçlandığında, panelistlerce verilen sıralama testi sonuçlarının ortalamaları saptanmıştır. Duyusal analizler her iki et tipi için de aynı formatta tekrar edilmiştir. Duyusal analiz değerlendirme formu Ek A'da yer almaktadır.

3.2.23. İstatistiksel analiz

Araştırma 2 tekerrürlü ve analizler 3 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda gruplar arasındaki farklılıklar SPSS 16 programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) tekniği ile tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunan gruplar ve depolama günleri arasındaki farklılıklar ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir. İstatistiksel anlamlılık % 95 güven düzeyinde

tespit edilmiş ($p < 0.05$) ve sonuçlar, standart sapma ile birlikte verilmiştir ($\pm$ standart sapma).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analiz Sonuçları

Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) kuru madde üzerinden hesaplanmış ve Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ekstraktlara ait toplam fenolik madde miktarları

	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g)
Açai meyvesi tozu	36.8
Yeşil çay pudrası	811.775

Yeşil çay pudrası ekstraktına ait toplam fenolik madde miktarının, açai meyvesi tozundan elde edilen ekstrakta göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Komes vd. (2010) tarafından yapılmış bir çalışmada 13 farklı yeşil çayın toplam fenolik madde içerikleri araştırılmış ve yeşil çay pudrası ekstratının, diğer yeşil çay ekstraktlarından daha yüksek düzeyde fenolik madde içerdiği belirtilmiştir.

Ekstraktlara ait toplam fenolik madde miktarlarının, literatürden farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların; kullanılan bitkilerin türlerinden, ekstraksiyon yönteminden (çözgen tipi, süre ve sıcaklık) ve fenolik asit eşdeğeri cinsinden (gallik asit, tannik asit, kafeik asit v.b) kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi Analiz Sonuçları

Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktlarına ait IC₅₀ değerleri (mg/mL) standart eğrilerden elde edilen denklemler kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ekstraktlara ait IC₅₀ değerleri

	IC₅₀ (mg/mL)
Açai meyvesi tozu	277.83
Yeşil çay pudrası	8.43

% İnhibisyon değerleri incelendiğinde, en düşük IC₅₀ değerinin yeşil çay pudrası ekstraktına ait olduğu tespit edilmiştir. Düşük IC₅₀ değeri, yüksek antioksidan aktiviteyi göstermektedir (Dincer vd., 2012). Bu bağlamda yeşil çay pudrası ekstraktının, açai meyvesi tozu ekstraktına göre yaklaşık olarak 33 kat daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu antioksidan aktivitenin, esas olarak çaylarda bulunan EGCG gibi polifenolik bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Tejero vd., 2014).

4.3. FRAP Analiz Sonuçları

Ekstraktlara ait FRAP sonuçları (μmol/L Fe⁺²) Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ekstraktlara ait FRAP sonuçları

	FRAP (μmol/L Fe⁺²)
Açai meyvesi tozu	1305
Yeşil çay pudrası	2053

Yeşil çay pudrası ekstraktına ait FRAP değerlerinin, açai meyvesi tozu ekstraktına ait FRAP değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarları, DPPH radikalini giderme aktivitesi ve FRAP sonuçları incelendiğinde; yeşil çay pudrası ekstraktının açai meyvesi tozu ekstraktına göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

4.4. Pişirme Kaybı Analiz Sonuçları

Örneklerin pişirilmesi sonucunda elde edilen pişirme kaybı (%) sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Misket köftelere ait pişirme kaybı sonuçları

	Piştirme kaybı (%)
Sığır	32.51
Tavuk	20.41

Piştirme kaybı sonucunda, sığır eti köftelerinin tavuk eti köftelerine oranla daha yüksek piştirme kaybı değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen bu farklılığın, et türleri arasındaki pH ve su tutma kapasitesindeki ilişkiden kaynaklandığı bildirilmektedir (Kılıç vd., 2014).

4.5. Nem Miktarı Analiz Sonuçları

Misket köftelere ait nem miktarları (%) Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Misket köftelere ait nem miktarı sonuçları

	Nem miktarı (%)		Nem miktarı (%)
	Sığır		Tavuk
K1	60.73±2.23 ^{ab}	K1	69.37±1.12 ^{ab}
K2	62.96±0.36 ^a	K2	68.54±0.96 ^b
A3	61.56±1.01 ^{ab}	A3	68.42±0.07 ^b
A6	59.34±4.60 ^{ab}	A6	70.15±0.20 ^{ab}
A9	59.69±1.78 ^{ab}	A9	70.88±2.26 ^{ab}
M3	56.95±2.93 ^b	M3	68.44±0.82 ^b
M6	57.38±0.55 ^{ab}	M6	68.08±1.23 ^b
M9	61.38±1.30 ^{ab}	M9	72.01±1.97 ^a

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Yenilebilir film ve kaplamaların, gıda yüzeylerindeki su buharı veya gaz (oksijen, karbondioksit vb.) geçişini engellediği veya azalttığı bilinmektedir (Hassan vd., 2018). Ancak sığır ve tavuk etinden üretilen köftelere ait % nem miktarları incelendiğinde; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Bu sonucun, su buharı geçişine karşı oldukça zayıf bir direnç gösteren protein esaslı kaplama materyalinin (PAS protein izolatu), hidrofilik yapısından kaynaklandığı bildirilmektedir (Mellinas vs., 2016).

Genel olarak kaplama işlemi uygulanmış köftelere ait % nem miktarlarının, kullanılan ekstraktların çeşidine ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca pişirme kaybı verilerine paralel olarak tavuk eti kullanılarak üretilen misket köftelerin, sığır eti kullanılarak üretilen köftelere oranla daha yüksek nem içerdiği belirlenmiştir. Nem miktarlarındaki bu farklılığın oluşmasında, tavuk eti pH değerinin daha yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

4.6. Kül Miktarı Analiz Sonuçları

Tavuk eti ve sığır eti kullanılarak üretilmiş misket köftelerin kül miktarları (%) Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Misket köftelere ait kül miktarı sonuçları

Kül miktarı (%)			
	Sığır		Tavuk
K1	1.60±0.13 ^a	K1	0.79±0.12 ^{bc}
K2	1.29±0.06 ^b	K2	0.57±0.11 ^d
A3	1.35±0.04 ^{ab}	A3	0.85±0.05 ^b
A6	0.57±0.10 ^d	A6	0.77±0.04 ^{bcd}
A9	1.22±0.15 ^{bc}	A9	1.30±0.01 ^a
M3	0.60±0.15 ^d	M3	0.89±0.06 ^b
M6	0.99±0.15 ^c	M6	0.59±0.02 ^{cd}
M9	0.62±0.06 ^d	M9	0.85±0.14 ^b

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Sığır etinden üretilmiş misket köftelerin % kül miktarları incelendiğinde; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunun (K1), % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grup (A3) hariç diğer tüm gruplardan daha yüksek kül miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3 ve % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftelerin (A6, M3, M9) ise en düşük kül miktarlarına sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tavuk etinden üretilmiş misket köftelere ait % kül miktarları incelendiğinde ise; % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A9) kül

miktarının, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) da dâhil olmak üzere tüm gruplardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış gruba (K2) ait kül miktarının, kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$).

4.7. Yağ Miktarı Analiz Sonuçları

Misket köftelere ait yağ miktarları (%) Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Misket köftelere ait yağ miktarı sonuçları

Yağ miktarı (%)			
	Sığır		Tavuk
K1	13.02±3.04 ^a	K1	4.72±0.49 ^b
K2	11.30±0.14 ^a	K2	5.03±0.75 ^{ab}
A3	13.73±0.23 ^a	A3	4.80±0.56 ^b
A6	11.22±1.20 ^a	A6	5.27±2.54 ^{ab}
A9	13.95±0.12 ^a	A9	6.92±0.54 ^{ab}
M3	12.28±0.16 ^a	M3	7.77±0.23 ^{ab}
M6	13.22±0.97 ^a	M6	8.13±0.05 ^a
M9	13.70±0.14 ^a	M9	7.82±2.24 ^{ab}

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Sığır eti kullanılarak üretilen köftelerin % yağ miktarlarının, kaplama işleminden etkilenmediği ve gruplar arasında önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tavuk etinden üretilmiş misket köftelerin % yağ miktarları incelendiğinde ise, % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteye ait (M6) yağ miktarının, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) ve % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (A3) daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.8. Protein Miktarı Analiz Sonuçları

Misket köftelere ait protein miktarları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Misket köftelere ait protein miktarı sonuçları

Protein miktarı (%)			
	Sığır		Tavuk
K1	25.27±3.11 ^{abc}	K1	24.60±1.99 ^{ab}
K2	24.16±0.93 ^{abc}	K2	26.29±3.59 ^a
A3	18.51±2.67 ^c	A3	25.11±3.05 ^{ab}
A6	28.56±3.62 ^{ab}	A6	23.45±2.18 ^{ab}
A9	25.19±1.29 ^{abc}	A9	20.96±2.83 ^{ab}
M3	30.08±0.01 ^a	M3	22.82±2.35 ^{ab}
M6	28.01±5.22 ^{ab}	M6	23.15±2.52 ^{ab}
M9	22.96±1.23 ^{bc}	M9	19.75±0.01 ^b

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Sığır etinden üretilmiş misket köftelerin % protein miktarları incelendiğinde; % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M3), % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerden (A3, M9) daha yüksek protein değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) ait protein miktarının ise, diğer gruplar ile istatistiksel olarak benzer olduğu belirlenmiştir (p>0.05).

Tavuk etinden üretilmiş köftelere ait % protein miktarları incelendiğinde ise; yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış grubun (K2) protein değerinin, % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (M9) daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (p<0.05). Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

4.9. Tekstür Analiz Sonuçları

Tez kapsamında üretilmiş misket köftelerin tekstür değerleri Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Genel olarak hem sığır hemde tavuk etinden üretilen misket köftelere uygulanmış kaplama işleminin; son ürünlerdeki sertlik, dış yapışkanlık ve sakızimsılık parametreleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Köfte formülasyonuna eklenen NaCl'nin kararlı bir emülsiyon oluşturmamasından dolayı tekstür parametrelerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığı bildirilmektedir (Tosati vd., 2017). Diğer taraftan elastikiyet, iç yapışkanlık, dirençlilik ve çiğnenebilirlik parametrelerinde bazı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Sığır eti kullanılarak üretilen köftelere ait tekstür profili incelendiğinde; % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M6) iç yapışkanlık değerinin, % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteden (A3) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış grubun (K2) dirençlilik değerinin, % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu durumda düşük konsantrasyonda kullanılan açai meyvesi tozu ekstraktının iç yapışkanlık değerlerini düşürdüğü, yüksek konsantrasyonların ise dirençlilik değerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Tavuk etinden üretilen misket köftelere ait tekstür parametreleri değerlendirildiğinde ise; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunun (K1) elastikiyet değerlerinin, % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteden (A6) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A3), daha yüksek dirençlilik ve çiğnenebilirlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Açai meyvesi tozu ekstraktının düşük konsantrasyonu, sığır etinden farklı olarak; tavuk etinden üretilen köftelerin dirençlilik değerlerini arttırmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.9. Sığır eti örneklerine ait tekstür profili analiz sonuçları

	Tekstür parametreleri						
	Sertlik (N)	Dış yapışkanlık (m)	Elastikiyet	İç yapışkanlık	Dirençlilik	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)
K1	9.39±1.37 ^a	6.10±2.27 ^a	0.06±0.02 ^a	0.38±0.04 ^{ab}	0.91±0.01 ^{ab}	3.57±0.43 ^a	3.21±0.37 ^a
K2	7.77±2.30 ^a	6.05±2.50 ^a	0.05±0.00 ^a	0.39±0.06 ^{ab}	0.89±0.09 ^b	3.05±0.90 ^a	2.81±0.91 ^a
A3	6.76±4.69 ^a	4.17±1.45 ^a	0.06±0.01 ^a	0.34±0.05 ^b	0.91±0.03 ^{ab}	3.09±0.98 ^a	2.90±0.98 ^a
A6	8.77±1.86 ^a	6.25±1.07 ^a	0.06±0.01 ^a	0.42±0.07 ^{ab}	0.92±0.01 ^{ab}	3.64±0.46 ^a	3.45±0.51 ^a
A9	7.78±0.99 ^a	4.67±0.96 ^a	0.07±0.01 ^a	0.37±0.02 ^{ab}	0.96±0.02 ^a	2.92±0.31 ^a	2.73±0.32 ^a
M3	7.04±2.42 ^a	6.45±0.62 ^a	0.05±0.00 ^a	0.40±0.08 ^{ab}	0.91±0.02 ^{ab}	3.02±0.83 ^a	2.84±0.72 ^a
M6	8.61±1.74 ^a	7.17±2.24 ^a	0.06±0.01 ^a	0.45±0.07 ^a	0.93±0.02 ^{ab}	3.91±0.84 ^a	3.68±0.85 ^a
M9	8.64±1.55 ^a	6.62±3.00 ^a	0.06±0.01 ^a	0.42±0.03 ^{ab}	0.94±0.01 ^{ab}	3.61±0.50 ^a	3.33±0.46 ^a

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Çizelge 4.10. Tavuk eti örneklerine ait tekstür profili analiz sonuçları

	Tekstür parametreleri						
	Sertlik (N)	Dış yapışkanlık (m)	Elastikiyet	İç yapışkanlık	Dirençlilik	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)
K1	4.50±0.60 ^a	3.35±1.42 ^a	0.06±0.01 ^a	0.41±0.04 ^a	0.91±0.05 ^b	1.82±0.18 ^a	1.66±0.16 ^b
K2	4.35±1.16 ^a	4.65±1.33 ^a	0.05±0.01 ^{ab}	0.44±0.09 ^a	0.94±0.02 ^b	1.84±0.36 ^a	1.73±0.35 ^b
A3	5.01±0.52 ^a	4.95±1.49 ^a	0.04±0.00 ^{ab}	0.40±0.05 ^a	1.11±0.04 ^a	2.03±0.41 ^a	2.20±0.36 ^a
A6	4.33±0.72 ^a	4.80±1.42 ^a	0.04±0.00 ^b	0.41±0.08 ^a	0.91±0.03 ^b	1.76±0.13 ^a	1.60±0.13 ^b
A9	5.12±0.77 ^a	5.70±0.55 ^a	0.04±0.01 ^{ab}	0.38±0.03 ^a	0.93±0.03 ^b	1.93±0.15 ^a	1.80±0.12 ^b
M3	4.41±0.42 ^a	4.65±1.37 ^a	0.04±0.01 ^{ab}	0.40±0.08 ^a	0.95±0.01 ^b	1.76±0.27 ^a	1.67±0.26 ^b
M6	4.56±0.55 ^a	5.52±1.28 ^a	0.04±0.01 ^{ab}	0.39±0.04 ^a	0.94±0.02 ^b	1.79±0.36 ^a	1.69±0.37 ^b
M9	4.29±0.40 ^a	4.72±1.21 ^a	0.05±0.01 ^{ab}	0.41±0.05 ^a	0.90±0.03 ^b	1.78±0.28 ^a	1.61±0.31 ^b

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

4.10. pH Analiz Sonuçları

Araştırma neticesinde sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerine ait pH değerleri Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerine ait pH değerleri ise Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.11. +4 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait pH sonuçları

	pH			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	6.33±0.10 ^{aB}	6.21±0.17 ^{aB}	6.35±0.04 ^{aB}	7.30±0.65 ^{aA}
K2	6.34±0.05 ^{aB}	6.20±0.16 ^{aB}	6.29±0.15 ^{abB}	6.99±0.35 ^{abA}
A3	6.33±0.03 ^{aAB}	6.19±0.13 ^{aB}	6.28±0.09 ^{abcAB}	6.99±0.67 ^{abA}
A6	6.26±0.05 ^{abA}	6.19±0.12 ^{aA}	6.21±0.06 ^{bcdA}	6.62±0.53 ^{bcA}
A9	6.17±0.14 ^{abB}	6.19±0.15 ^{aB}	6.16±0.08 ^{cdB}	6.63±0.18 ^{bcA}
M3	6.21±0.07 ^{abB}	6.23±0.11 ^{aB}	6.14±0.03 ^{dB}	6.43±0.14 ^{bcA}
M6	6.23±0.06 ^{abB}	6.20±0.11 ^{aB}	6.19±0.04 ^{bcdB}	6.50±0.15 ^{bcA}
M9	6.14±0.21 ^{ba}	6.18±0.11 ^{aA}	6.15±0.07 ^{dA}	6.24±0.19 ^{cA}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

+4 °C’de 14 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelere ait pH değerleri incelendiğinde; % 3 ve 6 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köfteler (A3, A6, M9) hariç, diğer tüm gruplara ait pH değerlerinin depolama süresi sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05). pH değerlerindeki bu artış, ette bulunan mikroorganizmaların ürettiği metabolitlerden ve proteinlerin deaminasyonundan kaynaklanmaktadır (Masniyom vd., 2002; Biswas vd. 2004). Benzer şekilde Özvural vd. (2016)’nin hamburger köftelerine ve Zhang vd. (2018)’nin domuz pirzolarına uygulamış oldukları yenilebilir kaplamaların, +4 °C’de depolanmış köftelerdeki pH değerlerini arttırdığı bildirilmiştir.

Depolamanın başlangıcında (0. gün), % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteye (M9) ait pH değerinin; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunun (K1) pH değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Depolamanın sonunda ise (14. gün) benzer şekilde, % 6 ve 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3, 6 ve 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (A6, A9, M3-M9) ait pH değerlerinin; kontrol grubuna

(K1) ait pH değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bifani vd. (2007) tarafından yenilebilir film ve kaplamalara ilave edilen ekstrakt veya uçucu yağların, türü ve konsantrasyonunun karbondioksit (CO_2) geçirgenliğini etkilediği bildirilmiştir. Bitkisel kaynaklı ekstakt veya uçucu yağlar, CO_2 çözünürlüğünü azaltarak veya arttırarak, gazın geçirgenliğini etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, PAS protein izolatına ilave edilmiş açai meyvesi tozu ekstraktı veya yeşil çay pudrası ekstraktının; CO_2 geçirgenliğini azalttığı, dolayısıyla gaz konsantrasyonunu arttırarak, pH değerlerini kontrol grubuna kıyasla düşürdüğü görülmektedir.

Çizelge 4.12. -18 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait pH sonuçları

	pH				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	6.34±0.10 ^{aA}	6.14±0.19 ^{aA}	6.15±0.22 ^{aA}	6.21±0.01 ^{aA}	6.19±0.04 ^{abA}
K2	6.34±0.05 ^{aA}	6.23±0.13 ^{aAB}	6.14±0.15 ^{aBC}	6.24±0.07 ^{aAB}	6.05±0.13 ^{cC}
A3	6.33±0.03 ^{aA}	6.23±0.10 ^{aAB}	6.13±0.13 ^{aB}	6.22±0.05 ^{aAB}	6.22±0.09 ^{aAB}
A6	6.26±0.05 ^{abA}	6.18±0.10 ^{aAB}	6.12±0.06 ^{aB}	6.21±0.07 ^{aAB}	6.11±0.03 ^{abcB}
A9	6.17±0.14 ^{abA}	6.18±0.11 ^{aA}	6.11±0.07 ^{aA}	6.19±0.08 ^{aA}	6.08±0.06 ^{bcA}
M3	6.21±0.07 ^{abA}	6.17±0.09 ^{aAB}	6.09±0.06 ^{aB}	6.17±0.05 ^{aAB}	6.07±0.09 ^{bcB}
M6	6.24±0.06 ^{abA}	6.16±0.09 ^{aAB}	6.08±0.06 ^{aB}	6.18±0.07 ^{aAB}	6.07±0.06 ^{bcB}
M9	6.14±0.21 ^{bA}	6.17±0.12 ^{aA}	6.11±0.12 ^{aA}	6.20±0.03 ^{aA}	6.08±0.06 ^{bcA}

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

-18 °C’de 60 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen köftelere ait pH değerleri incelendiğinde; yalnızca PAS protein izolatı (K2), % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı (A6) ve % 3 ve 6 yeşil çay pudrası ekstraktı (M3, M6) içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerin pH değerlerinin, depolama süresi boyunca azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 15., 30. ve 45. günlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenirken; depolamanın 60. gününde bazı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3, 6 ve 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (A9, M3-M9) pH değerlerinin; % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfeye (A3) ait pH değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.13. +4 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait pH sonuçları

	pH			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	6.32±0.14 ^{aB}	6.30±0.14 ^{aB}	6.30±0.17 ^{aB}	6.63±0.15 ^{aA}
K2	6.31±0.14 ^{aA}	6.38±0.23 ^{aA}	6.27±0.11 ^{aA}	6.49±0.09 ^{abA}
A3	6.29±0.16 ^{aA}	6.31±0.14 ^{aA}	6.46±0.32 ^{aA}	6.53±0.36 ^{abA}
A6	6.31±0.14 ^{aA}	6.27±0.13 ^{aA}	6.43±0.30 ^{aA}	6.38±0.24 ^{abA}
A9	6.34±0.22 ^{aA}	6.26±0.08 ^{aA}	6.25±0.12 ^{aA}	6.30±0.18 ^{bA}
M3	6.31±0.18 ^{aAB}	6.24±0.05 ^{aB}	6.31±0.19 ^{aAB}	6.49±0.12 ^{abA}
M6	6.30±0.15 ^{aAB}	6.25±0.09 ^{aB}	6.35±0.21 ^{aAB}	6.50±0.11 ^{abA}
M9	6.29±0.11 ^{aA}	6.23±0.08 ^{aA}	6.40±0.29 ^{aA}	6.44±0.26 ^{abA}

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

+4 °C’de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen misket köftelere ait pH değerleri incelendiğinde; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) ait pH değerinin, depolama süresi sonunda (14. gün) artış gösterdiği (p<0.05), diğer grupların pH değerlerinin ise depolama süresi boyunca istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmediği tespit edilmiştir (p>0.05). Kapsama işleminin pH üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve bu etkinin, kaplama uygulamasının köfte yüzeyindeki mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Hassanzadeh vd. (2017)’nin tavuk göğüs etlerine ve Tosati vd. (2017)’nin taze frankfurter tipi sosislere uygulamış oldukları yenilebilir kaplamaların; ürünlerdeki pH değerlerini, kaplama uygulanmamış gruplara kıyasla düşürdüğü ve depolama süresi boyunca sabit tuttuğu bildirilmiştir.

Depolamanın 0., 1. ve 7. günlerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Depolamanın 14. gününde ise, % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (A9) pH değerinin; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (p<0.05).

Çizelge 4.14. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait pH sonuçları

	pH				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	6.32±0.14 ^{aAB}	6.34±0.05 ^{dAB}	6.41±0.01 ^{abA}	6.33±0.07 ^{aAB}	6.25±0.05 ^{aB}
K2	6.31±0.14 ^{aB}	6.52±0.04 ^{aA}	6.46±0.03 ^{aA}	6.40±0.14 ^{aAB}	6.29±0.04 ^{aB}
A3	6.29±0.16 ^{aBC}	6.47±0.02 ^{abcA}	6.39±0.01 ^{bAB}	6.32±0.06 ^{aBC}	6.25±0.03 ^{aC}
A6	6.31±0.14 ^{aBC}	6.52±0.05 ^{aA}	6.36±0.03 ^{bcB}	6.36±0.00 ^{aB}	6.24±0.06 ^{aC}
A9	6.34±0.22 ^{aAB}	6.48±0.03 ^{abA}	6.34±0.04 ^{bcAB}	6.31±0.04 ^{aB}	6.27±0.02 ^{aB}
M3	6.31±0.18 ^{aB}	6.47±0.03 ^{abcA}	6.30±0.03 ^{cB}	6.28±0.05 ^{aB}	6.24±0.06 ^{aB}
M6	6.30±0.15 ^{aB}	6.43±0.04 ^{bcA}	6.35±0.04 ^{bcAB}	6.29±0.04 ^{aB}	6.24±0.04 ^{aB}
M9	6.29±0.11 ^{aAB}	6.41±0.03 ^{cA}	6.39±0.08 ^{bA}	6.29±0.09 ^{aAB}	6.23±0.06 ^{aB}

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

-18 °C’de 60 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelere ait pH değerleri incelendiğinde; depolamanın 15. gününden sonra kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) ait pH değeri hariç, diğer tüm grupların pH değerlerinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 0., 45. ve 60. günlerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolamanın 15. gününde % 6 ve 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (M6, M9); depolamanın 30. gününde ise ekstrakt ilavesi yapılarak kaplanmış tüm grupların (A3-A9, M3-M9) pH değerlerinin, yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış köfteden (K2) daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yenilebilir kaplama çözeltisine ilave edilen ekstraktların, pH değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca, 30. depolama gününde; % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M3), kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük pH değerine sahip olduğu da tespit edilmiştir ($p<0.05$).

4.11. Su Aktivite Analiz Sonuçları

Tez kapsamında sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerine ait a_w değerleri Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16’da, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerine ait a_w değerleri ise Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait a_w sonuçları

	a_w			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	0.911±0.02 ^{aA}	0.903±0.00 ^{aA}	0.908±0.01 ^{aA}	0.909±0.01 ^{aA}
K2	0.907±0.02 ^{aA}	0.901±0.01 ^{aA}	0.904±0.01 ^{abA}	0.907±0.00 ^{aA}
A3	0.906±0.01 ^{aA}	0.901±0.00 ^{aA}	0.900±0.00 ^{abA}	0.903±0.00 ^{aA}
A6	0.902±0.01 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.900±0.00 ^{abA}	0.904±0.00 ^{aA}
A9	0.898±0.01 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.898±0.00 ^{abA}	0.902±0.00 ^{aA}
M3	0.898±0.01 ^{aA}	0.898±0.00 ^{aA}	0.894±0.00 ^{bA}	0.909±0.01 ^{aA}
M6	0.898±0.01 ^{aA}	0.897±0.00 ^{aA}	0.896±0.00 ^{abA}	0.907±0.01 ^{aA}
M9	0.897±0.01 ^{aA}	0.897±0.00 ^{aA}	0.896±0.00 ^{abA}	0.900±0.01 ^{aA}

a(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelerin a_w değerlerinde, depolama süresi boyunca istatistiksel olarak önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolamanın 0., 1. ve 14. günlerinde köftelere ait a_w değerlerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Genel olarak kaplama işleminin, a_w değerlerini etkilemediği ancak; kaplama çözeltilerine ilave edilen ekstraktların bazı farklılıklara neden olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın 7. gününde; %3 matcha ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M3), kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla daha düşük a_w değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.16. -18 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait a_w sonuçları

	a_w				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	0.911±0.02 ^{aA}	0.910±0.01 ^{aA}	0.906±0.03 ^{aA}	0.902±0.01 ^{aA}	0.907±0.02 ^{aA}
K2	0.907±0.02 ^{aA}	0.904±0.01 ^{aA}	0.897±0.01 ^{aA}	0.898±0.01 ^{aA}	0.893±0.00 ^{aA}
A3	0.906±0.01 ^{aA}	0.905±0.01 ^{aA}	0.897±0.01 ^{aA}	0.900±0.01 ^{aA}	0.906±0.02 ^{aA}
A6	0.902±0.01 ^{aA}	0.906±0.01 ^{aA}	0.896±0.01 ^{aA}	0.896±0.01 ^{aA}	0.895±0.00 ^{aA}
A9	0.898±0.01 ^{aA}	0.908±0.01 ^{aA}	0.892±0.01 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.908±0.01 ^{aA}
M3	0.898±0.01 ^{aA}	0.906±0.01 ^{aA}	0.895±0.01 ^{aA}	0.901±0.01 ^{aA}	0.886±0.00 ^{aA}
M6	0.898±0.01 ^{aA}	0.903±0.00 ^{aA}	0.890±0.02 ^{aA}	0.906±0.00 ^{aA}	0.889±0.00 ^{aA}
M9	0.897±0.01 ^{aA}	0.906±0.01 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.901±0.01 ^{aA}	0.889±0.00 ^{aA}

a(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

-18 °C'de 60 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen köftelere ait a_w değerleri incelendiğinde; hem depolama günleri süresince hem de gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde Jridi vd. (2018) tarafından sığır etlerine uygulanmış yenilebilir kaplamaların, 8 günlük depolama süresi boyunca a_w değerlerinde önemli farklılıklara yol açmadığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.17. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait a_w sonuçları

	a_w			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	0.896±0.00 ^{abA}	0.895±0.01 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.909±0.01 ^{aA}
K2	0.898±0.00 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.898±0.00 ^{aA}	0.905±0.01 ^{abA}
A3	0.896±0.00 ^{abA}	0.902±0.00 ^{aA}	0.898±0.00 ^{aA}	0.900±0.00 ^{abA}
A6	0.893±0.00 ^{bA}	0.897±0.01 ^{aA}	0.900±0.01 ^{aA}	0.896±0.01 ^{abA}
A9	0.895±0.00 ^{abA}	0.892±0.00 ^{aA}	0.901±0.01 ^{aA}	0.892±0.00 ^{abA}
M3	0.897±0.00 ^{abA}	0.895±0.01 ^{aA}	0.897±0.01 ^{aA}	0.894±0.00 ^{abA}
M6	0.894±0.00 ^{abC}	0.902±0.00 ^{aA}	0.899±0.00 ^{aB}	0.889±0.00 ^{bD}
M9	0.895±0.00 ^{abA}	0.894±0.03 ^{aA}	0.895±0.00 ^{aA}	0.899±0.00 ^{abA}

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-D(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelerin a_w değerleri incelendiğinde; %6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) a_w değerinin, depolama süresi boyunca azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 0. gününde gruplar arasında istatistiksel olarak bazı farklılıklar ($p<0.05$) belirlenmiş olmasına rağmen, depolamanın 1. ve 7. günlerinde gruplar arasında önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Depolamanın 14. gününde ise; % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M6) a_w değerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Bazı ekstrakt içeren yenilebilir kaplamaların, yüksek higroskopik özellik gösterdiği ve gıdalardan kaplama materyaline su göçü nedeniyle köftelerdeki a_w değerlerini düşürdüğü bildirilmektedir (Tosati vd., 2017).

Çizelge 4.18. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait a_w sonuçları

	a_w				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	0.896±0.00 ^{abA}	0.907±0.02 ^{aA}	0.901±0.00 ^{aA}	0.911±0.01 ^{aA}	0.902±0.00 ^{aA}
K2	0.898±0.00 ^{aA}	0.900±0.00 ^{aA}	0.898±0.00 ^{aA}	0.903±0.01 ^{abA}	0.894±0.01 ^{aA}
A3	0.896±0.00 ^{abA}	0.899±0.01 ^{aA}	0.901±0.00 ^{aA}	0.899±0.00 ^{abA}	0.899±0.01 ^{aA}
A6	0.893±0.00 ^{bA}	0.906±0.01 ^{aA}	0.898±0.00 ^{aA}	0.895±0.01 ^{bA}	0.901±0.00 ^{aA}
A9	0.895±0.00 ^{abB}	0.897±0.00 ^{aAB}	0.900±0.00 ^{aA}	0.900±0.00 ^{abA}	0.900±0.00 ^{aA}
M3	0.897±0.00 ^{abA}	0.895±0.00 ^{aA}	0.896±0.00 ^{aA}	0.896±0.00 ^{abA}	0.900±0.00 ^{aA}
M6	0.894±0.00 ^{abB}	0.892±0.00 ^{aB}	0.896±0.00 ^{aB}	0.895±0.00 ^{bB}	0.903±0.00 ^{aA}
M9	0.895±0.00 ^{abA}	0.890±0.00 ^{aB}	0.896±0.00 ^{aA}	0.896±0.00 ^{abA}	0.897±0.00 ^{aA}

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-D(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

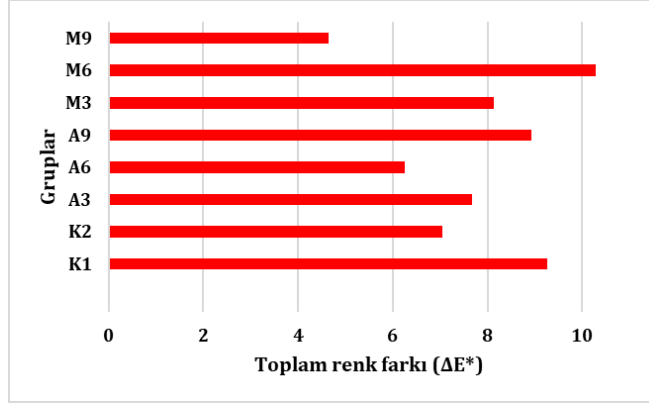
-18 °C'de 60 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelere ait a_w değerleri incelendiğinde; % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerin (A9, M6) a_w değerlerinin, depolama süresi sonunda artış gösterdiği ($p<0.05$); diğer gruplara ait a_w değerlerinde ise istatistiksel olarak önemli farklılıkların oluşmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolamanın 0. gününde % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A6) a_w değerinin, yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (K2) daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 15., 30. ve 60. günlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı ($p>0.05$); 45. günde ise % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (A6, M6) ait a_w değerlerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Genel olarak ekstraktların ilavesi ile hazırlanmış kaplama çözeltisinin, -18 °C'de depolanmış tavuk etinden üretilen köftelerdeki a_w değerlerini etkilediği gözlemlenmiştir.

4.12. Renk Analiz Sonuçları

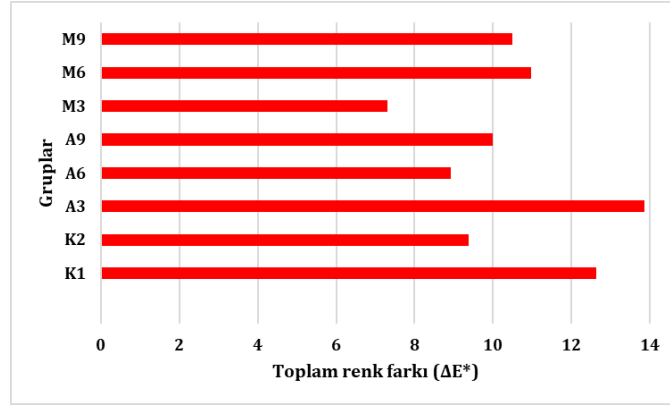
Sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerinin CIE L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20'de, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerinin CIE L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de verilmiştir.

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen köftelerin CIE L* değerleri incelendiğinde; yalnızca % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) L* değerinin, depolama süresi sonunda azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Düşük L* değerinin, yeşil çay pudrası ekstraktındaki klorofiller gibi pigmentli maddelerin değişiminden kaynaklandığı bildirilmektedir (Akcan vd., 2017). Klorofil, asidik pH'a maruz kaldığı zaman zeytin yeşili veya sarı renge yol açan feofitin ve feoforbite ayrışmaktadır (Jamroz vd., 2019). Misket köftelere ait CIE a* değerleri incelendiğinde; yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış grubun (K2) a* değerinin, 14 günlük depolama süresi sonunda azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 7. gününde, % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) a* değerinin, % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A9) a* değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yeşil çay pudrası ekstraktındaki polifenolik bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal etki göstererek, köftelerdeki renk özelliklerini koruduğu bildirilmektedir (Siripatrawan ve Noipha, 2012). CIE b* değerlerinin ise; % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfte (A6) hariç genel olarak depolama süresi sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 1. ve 7. günlerinde % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruba (M9) ait b* değerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Toplam renk farklılıkları (ΔE^*) incelendiğinde ise; % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfte (M6) hariç diğer tüm grupların, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla başlangıç renk değerlerini daha uzun bir süre muhafaza ettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. +4 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları

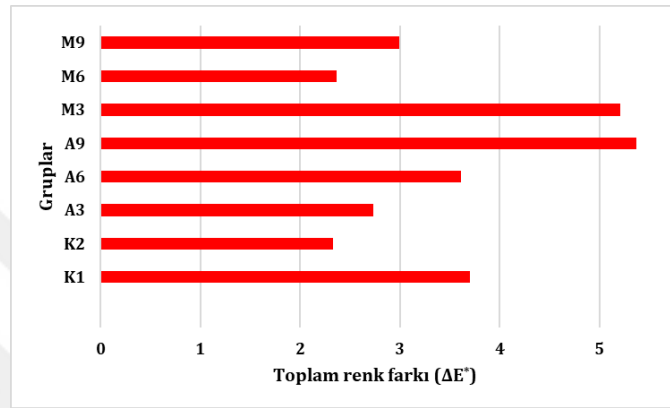
-18 °C’de depolanmış sığır etinden üretilen köftelerin CIE L* değerleri incelendiğinde; genel olarak bütün deneme gruplarında 60 günlük depolama sonunda, L* değerlerinde bir azalma olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 15. ve 60. günlerinde; % 3 ve 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (M3, M6) benzer etkilere yol açarak köftelere ait L* değerlerini, açai meyvesi tozu ekstraktına göre arttırdığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Köftelere ait CIE a* değerleri incelendiğinde; % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M9) a* değerinin depolama sonunda artış gösterdiği ($p<0.05$); diğer gruplara ait değerlerin ise istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). CIE b* değerlerinin ise, genel olarak depolama süresi boyunca değişmediği ($p>0.05$); yalnızca kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) b* değerlerinin, depolama süresi sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 15. ve 60. günlerinde sırasıyla % 9 ve 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (M9, M6) ait b* değerlerinin, % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (A3) daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). ΔE^* değerleri incelendiğinde ise; % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfte (A3) hariç diğer tüm gruplara ait ΔE^* değerlerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu ve başlangıç renk değerlerini daha uzun süre muhafaza ettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. -18 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları

+4 °C’de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelerin CIE L* değerlerinin, depolama süresi boyunca istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M3) L* değerinin, depolamanın 1. gününde % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (A3); depolamanın 14. gününde ise kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Köftelere ait CIE a* değerlerinin, genel olarak depolama süresi boyunca değişmediği ($p>0.05$); yalnızca % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteye (M9) ait a* değerinin depolama sonunda azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama sırasında laktik asit bakterileri tarafından üretilen hidrojen peroksitin (Cayre vd., 2005), köftelerin renk değişiminden sorumlu olabileceği düşünülmektedir. Üretilen hidrojen peroksitin, nitrik oksit hemokromojen veya nitrik oksit miyogloblin ile reaksiyona girebileceği ve bu reaksiyon sonucunda et ürünlerinin yeşillenmesine neden olan oksitlenmiş porfirinin oluşabileceği bildirilmektedir (Tjaberg vd., 1970). Ayrıca depolamanın 7. gününde %3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruba (A3) ait a* değerinin, kontrol grubundan (K1) daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). CIE b* değerlerinin ise; genel olarak depolama süresi boyunca değişmediği ($p>0.05$), yalnızca % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) b* değerinin depolama sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yeşil çay pudrası ekstraktına ait farklı konsantrasyonların, köftelerdeki b* değerleri üzerinde farklı etkilere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın 14. gününde % 6 yeşil çay pudrası

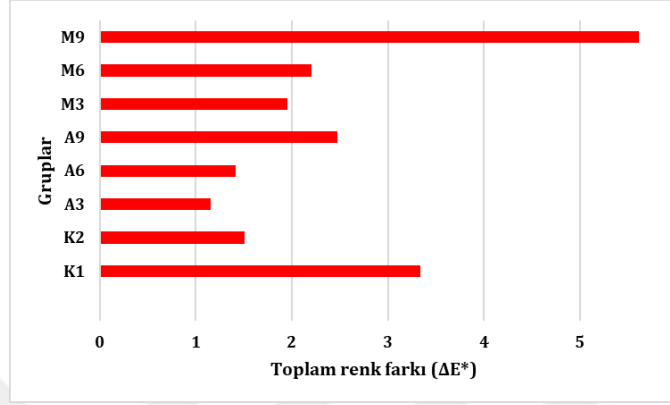
ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) b^* değerinin, % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (M3) daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). ΔE^* değerleri incelendiğinde ise; % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı ve % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış gruplar (M3, A9) hariç diğer tüm köftelerin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla başlangıç renk değerlerini daha uzun bir süre koruduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları

-18 °C'de depolanmış tavuk etinden üretilen köftelerin CIE L^* değerleri incelendiğinde; genel olarak 60 günlük depolama süresi boyunca L^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı, yalnızca % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteye (M9) ait L^* değerinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Buna karşın tüm depolama periyodu boyunca, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde köftelere ait CIE a^* değerlerinin, 60 günlük depolama süresi boyunca istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ancak depolamanın 30. gününde; % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M6) a^* değerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). CIE b^* değerleri incelendiğinde ise; 60 günlük depolama süresi sonunda yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (M3-M9) b^* değerlerinin azaldığı; yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış gruba (K2) ait b^* değerinin ise artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). ΔE^*

değerleri incelendiğinde ise; % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grup (M9) hariç diğer tüm gruplara ait ΔE^* değerlerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam renk farklılıkları

Çizelge 4.19. +4 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları

	L*				a*				b*			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	61.57±2.90 ^{aA}	56.31±8.72 ^{aA}	57.73±5.72 ^{aA}	53.35±7.63 ^{aA}	11.02±1.65 ^{aA}	11.90±4.19 ^{aA}	11.88±2.65 ^{abA}	10.52±4.03 ^{aA}	3.99±0.48 ^{aB}	4.65±0.51 ^{bcB}	5.27±2.35 ^{bB}	8.22±1.24 ^{abcA}
K2	58.62±2.02 ^{aA}	57.55±6.76 ^{aA}	56.37±10.54 ^{aA}	58.14±4.53 ^{aA}	11.44±0.98 ^{aA}	8.78±1.62 ^{aAB}	10.73±2.54 ^{abcAB}	7.88±3.81 ^{aB}	3.42±1.65 ^{aB}	5.52±1.02 ^{abAB}	5.93±2.57 ^{bAB}	9.47±3.86 ^{aA}
A3	61.51±2.24 ^{aA}	54.89±5.80 ^{aA}	59.56±8.25 ^{aA}	55.76±1.36 ^{aA}	11.99±1.91 ^{aA}	10.80±3.67 ^{aA}	10.73±1.85 ^{abcA}	8.87±5.14 ^{aA}	4.09±0.31 ^{aB}	4.96±0.60 ^{abcB}	5.65±1.18 ^{bB}	8.14±2.05 ^{abcA}
A6	61.18±1.82 ^{aA}	58.56±7.62 ^{aA}	61.23±6.10 ^{aA}	55.07±5.22 ^{aA}	12.00±0.98 ^{aA}	10.94±2.28 ^{aA}	10.47±0.37 ^{abcA}	11.43±2.96 ^{aA}	4.14±0.94 ^{aA}	4.14±0.54 ^{cA}	5.23±3.45 ^{bA}	5.30±0.53 ^{cA}
A9	62.24±1.35 ^{aA}	57.57±8.90 ^{aA}	60.04±8.85 ^{aA}	54.60±7.15 ^{aA}	10.41±3.01 ^{aA}	11.15±3.87 ^{aA}	9.36±1.32 ^{bcA}	11.19±3.55 ^{aA}	4.04±1.19 ^{aB}	4.95±0.46 ^{abcB}	5.70±2.52 ^{bB}	8.58±2.23 ^{abA}
M3	60.26±2.23 ^{aA}	57.51±6.20 ^{aA}	60.55±13.04 ^{aA}	52.98±6.02 ^{aA}	13.70±4.91 ^{aA}	10.03±2.95 ^{aAB}	7.09±3.05 ^{cB}	11.68±2.05 ^{aAB}	3.10±0.57 ^{aC}	5.44±0.23 ^{abB}	9.79±0.69 ^{aA}	6.11±0.25 ^{bcB}
M6	62.03±2.59 ^{aA}	57.38±6.04 ^{aAB}	58.62±7.19 ^{aAB}	52.72±5.11 ^{aB}	11.05±2.88 ^{aAB}	9.64±1.47 ^{aB}	13.34±3.82 ^{aA}	11.28±1.12 ^{aAB}	3.43±0.23 ^{aB}	4.90±1.36 ^{abcB}	3.88±1.26 ^{bB}	7.80±0.92 ^{abCA}
M9	58.19±6.66 ^{aA}	57.99±6.33 ^{aA}	60.49±7.73 ^{aA}	56.82±3.36 ^{aA}	10.34±1.73 ^{aA}	9.57±3.38 ^{aA}	9.62±0.94 ^{abcA}	9.07±1.77 ^{aA}	3.82±0.84 ^{aB}	5.90±0.32 ^{aAB}	6.12±2.34 ^{baB}	8.08±1.43 ^{abCA}

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Çizelge 4.20. -18 °C’de depolanmış sığır eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları

	L*					a*					b*				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	61.57±2.90 ^{aA}	53.64±0.92 ^{abB}	50.63±3.65 ^{aB}	55.09±6.52 ^{aB}	49.41±3.06 ^{abcB}	11.02±1.65 ^{aAB}	11.58±1.40 ^{baB}	13.37±0.98 ^{aA}	10.09±2.74 ^{cB}	13.60±2.54 ^{aA}	3.99±0.48 ^{aB}	5.25±0.60 ^{abAB}	5.31±0.16 ^{aAB}	6.44±2.04 ^{aA}	6.17±1.21 ^{aA}
K2	58.62±2.02 ^{aA}	50.61±1.61 ^{bb}	53.23±5.83 ^{aAB}	49.06±6.55 ^{aB}	49.55±2.06 ^{abcB}	11.44±0.98 ^{aB}	14.94±2.32 ^{aA}	13.21±0.72 ^{aAB}	14.56±2.82 ^{abA}	13.74±0.40 ^{aAB}	3.42±1.65 ^{aB}	4.94±0.86 ^{abAB}	4.58±0.42 ^{aAB}	5.51±0.74 ^{abcA}	4.07±0.81 ^{bAB}
A3	61.51±2.24 ^{aA}	52.12±1.71 ^{bb}	51.91±5.03 ^{aB}	51.23±5.09 ^{aB}	47.74±2.37 ^{cB}	11.99±1.91 ^{aB}	13.84±0.92 ^{abAB}	14.00±1.85 ^{aAB}	16.60±4.65 ^{aA}	13.65±0.55 ^{aAB}	4.09±0.31 ^{aA}	4.75±1.45 ^{ba}	4.60±0.98 ^{aA}	3.73±0.26 ^{dA}	3.87±0.26 ^{ba}
A6	61.18±1.82 ^{aA}	52.88±5.97 ^{aB}	51.99±5.07 ^{aB}	55.68±7.44 ^{aAB}	52.32±1.73 ^{abB}	12.00±0.98 ^{aA}	12.87±3.54 ^{abA}	13.67±2.32 ^{aA}	11.77±3.20 ^{bcA}	12.84±2.85 ^{aA}	4.14±0.94 ^{aB}	4.78±0.51 ^{baB}	4.31±1.29 ^{aB}	6.02±1.37 ^{abA}	4.76±0.16 ^{abAB}
A9	62.24±1.35 ^{aA}	52.19±0.86 ^{bb}	52.24±6.96 ^{aB}	53.80±4.01 ^{aB}	52.44±2.34 ^{abB}	10.41±3.01 ^{aA}	13.13±2.38 ^{abA}	13.62±1.73 ^{aA}	13.50±2.52 ^{abcA}	12.18±1.37 ^{aA}	4.04±0.19 ^{aB}	4.83±0.98 ^{abAB}	5.44±0.69 ^{aA}	4.47±0.91 ^{bcdAB}	4.76±0.63 ^{abAB}
M3	60.26±2.23 ^{aA}	54.84±3.50 ^{abB}	54.73±3.51 ^{aB}	52.50±4.00 ^{aB}	53.14±3.57 ^{aB}	13.70±4.91 ^{aA}	12.52±1.18 ^{abA}	11.62±2.01 ^{aA}	13.70±1.02 ^{abcA}	13.38±2.52 ^{aA}	3.10±0.57 ^{aB}	5.91±2.28 ^{abA}	5.10±1.61 ^{aAB}	4.14±0.09 ^{cdAB}	4.77±1.58 ^{abAB}
M6	62.03±2.59 ^{aA}	57.21±1.55 ^{aAB}	52.68±5.69 ^{aB}	52.82±5.20 ^{aB}	51.46±3.74 ^{abcB}	11.05±2.88 ^{aA}	10.99±1.57 ^{ba}	12.67±1.00 ^{aA}	11.06±0.85 ^{bcA}	12.65±2.43 ^{aA}	3.43±0.23 ^{aB}	5.93±0.07 ^{abA}	4.19±2.60 ^{aAB}	4.46±0.87 ^{bcdAB}	5.85±1.36 ^{aA}
M9	58.19±6.66 ^{aA}	54.30±2.07 ^{abAB}	51.32±4.04 ^{aAB}	53.27±4.24 ^{aAB}	48.41±2.67 ^{bcB}	10.34±1.73 ^{aB}	11.73±1.52 ^{abAB}	14.12±2.83 ^{aA}	11.82±0.53 ^{bcAB}	14.03±0.79 ^{aA}	3.82±0.84 ^{aB}	6.65±0.55 ^{aA}	4.05±1.03 ^{aB}	4.63±0.46 ^{bcdB}	4.66±0.43 ^{abB}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Çizelge 4.21. +4 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları

	L*				a*				b*			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	75.89±8.48 ^{aA}	75.23±3.51 ^{abA}	75.45±1.62 ^{aA}	72.43±2.99 ^{bA}	6.00±1.62 ^{aAB}	7.23±1.10 ^{aA}	4.14±0.37 ^{cdB}	6.09±1.67 ^{aAB}	5.42±0.36 ^{bA}	6.93±0.90 ^{aA}	6.37±0.21 ^{abA}	6.72±2.45 ^{abA}
K2	74.50±8.23 ^{aA}	77.84±4.05 ^{abA}	75.14±5.22 ^{aA}	75.92±2.71 ^{abA}	5.46±1.32 ^{aA}	4.58±0.20 ^{bA}	5.29±1.44 ^{abcA}	4.18±0.90 ^{aA}	5.50±1.26 ^{bA}	5.77±1.91 ^{aA}	5.24±1.28 ^{abA}	6.84±0.68 ^{abA}
A3	74.11±9.25 ^{aA}	74.07±3.95 ^{bA}	72.48±1.24 ^{aA}	76.63±3.90 ^{abA}	5.29±1.27 ^{aBC}	7.25±0.22 ^{aA}	6.19±0.24 ^{aB}	4.40±0.06 ^{aC}	5.20±0.59 ^{bA}	5.01±2.45 ^{aA}	5.09±0.70 ^{abA}	5.80±0.59 ^{bA}
A6	73.89±7.65 ^{aA}	76.81±3.13 ^{abA}	74.51±1.52 ^{aA}	77.07±3.84 ^{abA}	5.19±0.30 ^{aA}	4.78±0.30 ^{bA}	4.64±1.05 ^{bcdA}	4.36±2.25 ^{aA}	5.88±0.51 ^{bA}	6.29±0.84 ^{aA}	5.77±2.20 ^{abA}	7.38±2.34 ^{abA}
A9	72.92±9.66 ^{aA}	75.04±2.61 ^{abA}	75.79±1.36 ^{aA}	78.14±3.35 ^{aA}	5.27±0.67 ^{aA}	4.11±1.25 ^{bA}	4.65±0.30 ^{bcdA}	4.99±1.61 ^{aA}	6.10±0.18 ^{bA}	6.96±3.43 ^{aA}	6.96±1.70 ^{abA}	7.31±0.38 ^{abA}
M3	73.80±8.52 ^{aA}	80.59±0.85 ^{aA}	75.58±5.00 ^{aA}	79.01±1.80 ^{aA}	5.05±0.59 ^{aA}	4.65±0.07 ^{bA}	5.04±0.87 ^{abcA}	5.21±0.15 ^{aA}	6.02±0.75 ^{bAB}	6.76±0.40 ^{aA}	4.83±1.87 ^{bB}	5.95±0.99 ^{bAB}
M6	74.01±8.39 ^{aA}	77.36±4.35 ^{abA}	75.07±1.06 ^{aA}	74.65±1.17 ^{abA}	5.10±0.61 ^{aA}	4.92±0.28 ^{bA}	5.41±1.12 ^{acA}	5.29±0.30 ^{aA}	6.54±0.89 ^{bB}	5.39±0.58 ^{abA}	6.42±0.49 ^{abB}	8.80±2.57 ^{aA}
M9	78.89±0.73 ^{aA}	75.98±5.22 ^{abA}	76.63±1.23 ^{aA}	76.76±4.58 ^{abA}	5.95±1.06 ^{aA}	5.25±0.96 ^{bAB}	3.67±0.65 ^{dC}	4.26±0.73 ^{aBC}	8.87±1.75 ^{aA}	6.66±0.38 ^{abA}	7.33±1.27 ^{aAB}	7.61±0.68 ^{abAB}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Çizelge 4.22. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait CIE L*, a*, b* sonuçları

	L*					a*					b*				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	75.89±8.48 ^{aA}	70.12±7.79 ^{aA}	72.07±5.31 ^{aA}	72.80±2.19 ^{aA}	72.59±3.56 ^{aA}	6.00±1.62 ^{aAB}	4.93±0.75 ^{aA}	4.70±0.28 ^{cdA}	5.72±0.38 ^{aA}	5.48±0.24 ^{aA}	5.42±0.36 ^{bA}	5.12±0.34 ^{aA}	5.67±0.56 ^{abA}	5.35±0.58 ^{abA}	5.35±0.33 ^{bcdA}
K2	74.50±8.23 ^{aA}	65.55±4.37 ^{aB}	70.63±2.93 ^{aAB}	69.85±1.78 ^{aAB}	73.58±1.44 ^{aA}	5.46±1.32 ^{aA}	5.83±1.73 ^{aA}	5.13±1.34 ^{abcdA}	5.69±0.58 ^{aA}	5.06±0.63 ^{aA}	5.51±1.26 ^{bB}	3.39±0.30 ^{cC}	4.40±0.46 ^{cdBC}	5.04±0.51 ^{abB}	6.64±0.62 ^{aA}
A3	74.11±9.25 ^{aA}	70.35±1.96 ^{aA}	70.99±5.45 ^{aA}	72.23±4.17 ^{aA}	74.16±3.49 ^{aA}	5.29±1.27 ^{aBC}	5.67±1.55 ^{aA}	6.00±0.45 ^{abA}	5.33±0.87 ^{aA}	5.55±1.10 ^{aA}	5.20±0.59 ^{bA}	3.37±0.63 ^{cB}	5.60±0.90 ^{abA}	5.63±1.28 ^{abA}	6.32±1.40 ^{abA}
A6	73.89±7.65 ^{aA}	70.67±5.59 ^{aA}	70.73±7.04 ^{aA}	74.32±4.01 ^{aA}	72.48±2.48 ^{aA}	5.19±0.30 ^{aA}	4.94±0.70 ^{aA}	5.52±0.68 ^{abcdA}	5.71±0.49 ^{aA}	5.31±0.40 ^{aA}	5.88±0.51 ^{bA}	4.70±0.87 ^{abB}	5.22±0.73 ^{abcAB}	6.05±0.41 ^{aA}	5.87±0.44 ^{abcA}
A9	72.92±9.66 ^{aA}	70.38±3.86 ^{aA}	70.96±5.53 ^{aA}	72.75±3.38 ^{aA}	75.34±5.16 ^{aA}	5.27±0.67 ^{aAB}	4.38±0.76 ^{aB}	5.84±0.69 ^{abcA}	5.56±0.36 ^{aA}	5.63±1.05 ^{aA}	6.10±0.18 ^{bA}	4.17±0.85 ^{abcC}	4.82±1.18 ^{bCBC}	5.23±0.08 ^{abABC}	5.75±0.51 ^{abcdAB}
M3	73.80±8.52 ^{aA}	70.24±4.82 ^{aA}	75.25±2.55 ^{aA}	73.92±3.05 ^{aA}	75.04±1.71 ^{aA}	5.05±0.59 ^{aA}	5.11±1.15 ^{aA}	4.99±0.62 ^{bcdA}	6.10±1.53 ^{aA}	5.74±0.65 ^{aA}	6.02±0.75 ^{bA}	5.13±0.95 ^{aAB}	6.09±0.59 ^{aA}	5.61±0.95 ^{abAB}	4.68±0.74 ^{dB}
M6	74.01±8.39 ^{aA}	70.43±1.51 ^{aA}	69.37±4.51 ^{aA}	72.03±2.60 ^{aA}	75.64±0.90 ^{aA}	5.09±0.61 ^{aB}	4.60±0.08 ^{aB}	6.26±1.03 ^{aA}	4.85±0.45 ^{aB}	4.80±0.05 ^{aB}	6.54±0.89 ^{bA}	4.78±0.42 ^{abB}	4.74±0.21 ^{bcB}	4.64±0.44 ^{bB}	5.09±0.32 ^{cdB}
M9	78.89±0.73 ^{aA}	70.51±0.78 ^{aC}	69.99±2.21 ^{aC}	74.24±0.51 ^{aB}	74.68±1.42 ^{aB}	5.95±1.06 ^{aA}	4.59±0.28 ^{aB}	4.33±0.54 ^{dB}	5.35±0.94 ^{aAB}	5.11±0.77 ^{aAB}	8.87±1.75 ^{aA}	4.01±0.58 ^{bCBC}	3.61±0.29 ^{dC}	5.02±0.67 ^{abBC}	5.24±0.41 ^{bcdB}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

4.13. TBARS Analiz Sonuçları

Sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerinin TBARS değerleri ($\mu\text{mol/kg}$) Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'te, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerinin TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri ise Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.23. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait TBARS sonuçları

	TBARS ($\mu\text{mol/kg}$)			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	4.91±1.36 ^{abD}	11.38±0.70 ^{abC}	27.06±0.84 ^{abB}	29.42±1.87 ^{cA}
K2	6.31±1.20 ^{aD}	10.39±0.66 ^{abcC}	27.20±2.77 ^{abB}	31.88±1.22 ^{abA}
A3	5.50±0.70 ^{abD}	12.97±1.90 ^{aC}	26.06±2.20 ^{bB}	29.45±1.99 ^{cA}
A6	5.29±0.97 ^{abD}	10.36±0.75 ^{abcC}	29.50±2.37 ^{aB}	33.50±1.26 ^{aA}
A9	5.53±0.39 ^{abD}	10.52±0.46 ^{abcC}	26.78±1.28 ^{abB}	31.46±1.23 ^{bA}
M3	5.75±1.87 ^{abB}	8.15±2.67 ^{cdB}	16.70±0.52 ^{cA}	15.85±0.42 ^{dA}
M6	5.24±0.73 ^{abC}	8.69±2.89 ^{bcdB}	15.75±3.02 ^{cA}	15.21±0.45 ^{deA}
M9	4.46±0.84 ^{bC}	7.28±2.38 ^{dB}	14.42±1.65 ^{cA}	13.66±1.29 ^{eA}

a-e(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-D(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Sığır etinden üretilmiş misket köftelere ait TBARS değerlerinin, genel olarak +4 °C'de 14 günlük depolama süresince düzenli bir şekilde artış gösterdiği ($p<0.05$); yalnızca yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (M3-M9) ait TBARS değerlerinin, 7. ve 14. günlerde istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolamanın 0. ve 1. günlerinde % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M9) TBARS değerinin, yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış gruptan (K2) ve kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 7. ve 14. günlerinde ise; yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerin (M3-M9), kontrol grubu (K1) da dâhil olmak üzere tüm gruplardan daha düşük TBARS değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Literatürde yenilebilir film veya kaplama çözeltilerine, yeşil çay pudrası ekstraktının ilave edilmesi ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, yeşil çay ekstraktı ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar

mevcuttur. Kang vd. (2007) tarafından domuz eti köftelerine ve Özvural vd. (2016) tarafından sığır eti köftelerine uygulanmış yeşil çay yaprağı ekstraktı içeren yenilebilir kaplamaların, köftelerdeki TBARS değerlerini düşürdüğü ve lipid oksidasyonu geciktirdiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde, yeşil çay pudrası ekstraktına ait tüm konsantrasyonların; +4 °C'de depolanmış sığır etinden üretilen köftelerdeki lipid oksidasyonu geciktirdiği gözlemlenmiştir. Bu antioksidan etki, yeşil çay pudrası ekstraktında bulunan fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Gramza vd., 2006). Polifenollerin moleküler yapısında bulunan aktif hidroksil grupları, serbest radikallerle etkileşime girerek lipid oksidasyonu inhibe etmektedir (Mitsumoto vd., 2005). Ayrıca yeşil çay pudrası ekstraktındaki kateşinlerin, kaplamaların oksijen bariyerini güçlendirerek de antioksidan etki sağladığı bildirilmektedir (Sabaghi vd., 2015). Çay kateşinlerinin antioksidan etkisi; hidroksil gruplarının yapısına, pozisyonuna ve sayısına bağlı olarak değişmektedir (Perumalla ve Hettiarachchy, 2011).

Ayrıca depolamanın 14. gününde, % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grup (A3) ile kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) ait TBARS değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Yapılan bazı çalışmalar, açai meyvesinin güçlü bir antioksidan etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak konsantrasyon, çözünürlük, aktif grupların oksidana erişebilirliği ve ürünün stabilitesi gibi parametrelerin; ekstraktların antioksidan özelliklerinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Guo vd., 1999).

Çizelge 4.24. -18°C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait TBARS sonuçları

	TBARS (μmol/kg)				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	4.91±1.36 ^{abB}	6.95±0.69 ^{aA}	6.85±0.48 ^{bcA}	6.36±0.36 ^{abA}	7.49±1.05 ^{abA}
K2	6.31±1.20 ^{aB}	6.32±0.49 ^{abB}	7.26±0.19 ^{bAB}	7.43±0.58 ^{aA}	7.03±0.42 ^{abcAB}
A3	5.50±0.70 ^{abB}	6.25±1.04 ^{abAB}	6.95±0.51 ^{bcAB}	7.44±1.46 ^{aA}	7.12±0.98 ^{abcA}
A6	5.29±0.97 ^{abB}	5.94±1.75 ^{abB}	8.67±0.30 ^{aA}	6.85±0.85 ^{abAB}	7.89±1.57 ^{aA}
A9	5.53±0.39 ^{abB}	6.62±0.78 ^{abAB}	6.84±0.90 ^{bcA}	6.79±0.75 ^{abA}	7.28±0.80 ^{abcA}
M3	5.75±1.87 ^{abA}	5.41±1.34 ^{abA}	5.20±1.33 ^{dA}	6.05±0.33 ^{abA}	5.81±1.29 ^{bcA}
M6	5.24±0.73 ^{abA}	5.29±1.00 ^{abA}	6.01±0.78 ^{cdA}	6.15±1.15 ^{abA}	5.59±0.61 ^{cA}
M9	4.46±0.84 ^{bA}	4.80±1.34 ^{bA}	5.17±0.52 ^{dA}	5.70±0.91 ^{bA}	5.72±1.57 ^{bcA}

a-e(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-D(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

-18 °C'de depolanmış ve yeşil çay pudrası ekstraktı ile kaplanmış tüm köftelerin (M3-M9) TBARS değerlerinin; 60 günlük depolama süresi boyunca istatistiksel olarak değişmediği ($p>0.05$); diğer gruplara ait değerlerin ise depolama sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın başlangıcında (0. gün) % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (M9) TBARS değerinin, yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış grubun (K2) TBARS değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın ortasında (30. gün) ve sonunda (60. gün) ise; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) ait TBARS değerinin, açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerin (A3-A9) TBARS değerleri ile benzer olduğu ($p>0.05$); yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (M3-M9) ait TBARS değerlerinden ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Açai meyvesinin, zengin bir antosiyanin kaynağı olduğu bilinmektedir. Ancak, antosiyaninler oldukça reaktiftir ve genellikle uzun süreli depolama sırasında bozunabilmektedir (Pacheco-Palencia ve Talcott, 2010). Bu nedenle zamana bağlı olarak açai meyvesi tozu ekstraktının antioksidan kapasitesinde azalmalar meydana geldiği düşünülmektedir. Ayrıca açai meyvesi tozu ekstraktının düşük konsantrasyonlarda kullanılmasının da, antioksidan kapasiteyi azaltan diğer bir etken olduğu öngörülmektedir.

Çizelge 4.25. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait TBARS sonuçları

	TBARS ($\mu\text{mol/kg}$)			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	4.62±1.08 ^{abC}	8.69±1.34 ^{aB}	16.56±2.79 ^{aA}	19.07±2.52 ^{abA}
K2	5.40±1.29 ^{aB}	7.89±2.67 ^{abB}	16.32±4.80 ^{aA}	17.63±0.44 ^{bcA}
A3	4.51±0.69 ^{abB}	7.68±2.87 ^{abcB}	14.67±3.59 ^{abA}	16.76±0.87 ^{cA}
A6	5.16±0.64 ^{aC}	7.46±1.93 ^{abcC}	13.77±3.20 ^{abB}	17.73±1.39 ^{bcA}
A9	5.62±1.39 ^{aD}	9.10±1.51 ^{aC}	11.49±1.04 ^{bB}	20.78±0.24 ^{aA}
M3	3.55±0.52 ^{bC}	4.82±1.85 ^{cBC}	6.78±0.83 ^{cAB}	7.76±1.58 ^{dA}
M6	3.17±0.77 ^{bC}	5.25±0.35 ^{bcB}	6.77±0.57 ^{cAB}	7.19±1.92 ^{dA}
M9	3.19±0.70 ^{bC}	4.78±1.40 ^{cBC}	5.47±1.12 ^{cB}	8.09±1.07 ^{dA}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Genel olarak +4 °C’de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen msket köftelere ait TBARS değęerlerinin, depolama süresi sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir (p <0.05).

Depolamanın 1. gününde; farklı konsantrasyonlarda yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (M3-M9), kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük TBARS değęerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Ayrıca depolamanın 7. gününde % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı, 14. gününde ise % 3 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (A9, A3) ait TBARS değęerlerinin, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (p<0.05). Depolamanın 7. ve 14. günlerinde tespit edilen en düşük TBARS değęerleri ise; yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış gruplarda (M3-M9) belirlenmiştir (p<0.05). Yeşil çay pudrasındaki fenolik bileşiklerin; radikal zincir reaksiyonlarının başlamasını önleyerek, geçiş metali iyon katalizörlerini bağlayarak ve serbest radikaller ile etkileşime girerek lipid oksidasyonu engellediğı bildirilmektedir (Barzegaran vd., 2014). Ayrıca tavuk etinden üretilen pişmiş köftelere uygulanmış çay kateşinlerinin; ginseng, hardal, biberiye, adaçayı, butillenmiş hidroksianisol (BHA), butillenmiş hidroksil toluen (BHT) ve C ve E vitaminlerinden daha yüksek antioksidan etki gösterdiği ifade edilmiştir (Sullivan vd., 2004).

Çizelge 4.26. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait TBARS sonuçları

	TBARS (μmol/kg)				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	4.62±1.08 ^{abB}	8.58±0.96 ^{abA}	8.25±1.11 ^{abA}	7.74±1.52 ^{aA}	7.72±1.64 ^{aA}
K2	5.40±1.29 ^{aA}	7.62±2.05 ^{abA}	7.36±1.04 ^{baA}	7.03±2.09 ^{abA}	6.09±0.52 ^{abcA}
A3	4.51±0.69 ^{abC}	7.52±0.60 ^{abAB}	8.34±1.03 ^{abA}	6.64±1.80 ^{abAB}	5.93±1.18 ^{abcBC}
A6	5.16±0.64 ^{aC}	7.19±1.18 ^{bcB}	9.78±0.60 ^{aA}	7.65±1.74 ^{aB}	6.96±1.51 ^{abC}
A9	5.62±1.39 ^{aC}	9.17±0.83 ^{aA}	9.50±1.17 ^{aA}	7.11±0.74 ^{abBC}	7.61±1.64 ^{aAB}
M3	3.55±0.52 ^{bb}	5.72±0.62 ^{cdA}	4.91±1.34 ^{cAB}	5.71±1.43 ^{abA}	5.09±1.41 ^{bcAB}
M6	3.17±0.77 ^{bb}	5.33±0.68 ^{dA}	5.36±0.65 ^{cA}	4.78±0.61 ^{ba}	4.98±0.80 ^{bcA}
M9	3.19±0.70 ^{bb}	4.40±0.56 ^{dB}	4.83±0.47 ^{cA}	4.76±1.28 ^{ba}	4.43±0.67 ^{cAB}

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

-18 °C’de 60 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelere ait TBARS değęerlerinin, genel olarak depolama süresi boyunca sabit kaldığı (p>0.05);

yalnızca kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) ile % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (A9, M6) TBARS değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerin (M3-M9), depolamanın 0. gününde kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) ile benzer TBARS değerlerine sahip olduğu ($p>0.05$); depolamanın 15., 30., 45. ve 60. günlerinde ise kontrol grubundan (K1) daha düşük TBARS değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yenilebilir kaplamalarda yeşil çay pudrası ekstraktının kullanımının, -18 °C'de depolanmış tavuk etlerindeki lipit oksidasyonu geciktirdiği gözlemlenmiştir. Bu etkinin, yeşil çay pudrası ekstraktındaki fenolik bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.14. Lipit Hidroperoksit Analiz Sonuçları

Sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerine ait lipit hidroperoksit değerleri ($\mu\text{mol/kg}$) Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28'de, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerine ait lipit hidroperoksit değerleri ($\mu\text{mol/kg}$) ise Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.27. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait lipit hidroperoksit sonuçları

	Lipit hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$)			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	62.96±22.87 ^{aC}	105.86±20.59 ^{aB}	318.40±12.26 ^{aA}	321.19±24.11 ^{aA}
K2	59.29±19.16 ^{aC}	91.74±14.16 ^{aB}	311.04±14.95 ^{aA}	324.97±17.13 ^{aA}
A3	57.13±4.49 ^{aC}	98.88±15.03 ^{aB}	311.68±17.58 ^{aA}	336.34±14.75 ^{aA}
A6	56.22±10.03 ^{aC}	104.64±7.27 ^{aB}	319.67±12.32 ^{aA}	345.68±0.74 ^{aA}
A9	60.60±23.52 ^{aB}	94.86±22.95 ^{aB}	317.47±14.96 ^{aA}	324.77±18.40 ^{aA}
M3	53.74±23.51 ^{aC}	91.22±12.51 ^{aB}	145.73±6.48 ^{cA}	140.13±6.29 ^{bcA}
M6	54.76±21.35 ^{aC}	94.44±2.43 ^{aB}	171.19±3.87 ^{bA}	164.08±2.94 ^{bA}
M9	60.43±7.27 ^{aD}	88.06±9.85 ^{aC}	158.97±1.14 ^{bcA}	135.46±13.19 ^{cB}

a-c(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

+4 °C'de depolanmış sığır etinden üretilen köftelere ait lipit hidroperoksit değerlerinin, 7 günlük depolama süresi boyunca düzenli bir şekilde artış

gösterdiği ($p<0.05$); 7. günden 14. depolama gününe kadar ise istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolamanın 7. ve 14. günlerinde en düşük lipit hidroperoksit değerleri; yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerde (M3-M9) belirlenmiştir ($p<0.05$). Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak önemli farklılıkların oluşmadığı gözlemlenmiştir ($p>0.05$). Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyon seviyesinin tespitinde kullanılan TBARS analizi, oksidasyonun ikincil ürünü olan malonaldehit (MDA) miktarını ölçmektedir (Yang vd., 2016). Lipit hidroperoksit analizi ise; oksidasyonun birincil ürünü olan hidroperoksit miktarını tespit etmektedir. Bu nedenle lipit hidroperoksit değerlerinin, TBARS bulguları ile paralel sonuçlar içermesi gerekmektedir. Bu tez çalışmasında da; TBARS sonuçları ile benzer şekilde yenilebilir kaplamalarda yeşil çay pudrası ekstraktı kullanımının, +4 °C'de depolanmış sığır etlerindeki lipit oksidasyonu geciktirdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.28. -18 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait lipit hidroperoksit sonuçları

	Lipit hidroperoksit (μmol/kg)				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	62.96±22.87 ^{aA}	63.97±17.99 ^{aA}	62.87±16.04 ^{aA}	62.87±8.06 ^{aA}	73.44±13.90 ^{aA}
K2	59.29±19.16 ^{aA}	69.92±21.98 ^{aA}	64.86±10.58 ^{aA}	60.66±3.32 ^{aA}	63.23±24.56 ^{aA}
A3	57.13±4.49 ^{aA}	60.67±22.99 ^{aA}	63.03±9.42 ^{aA}	66.30±14.01 ^{aA}	72.13±7.07 ^{aA}
A6	56.22±10.03 ^{aA}	54.82±19.03 ^{aA}	58.43±10.37 ^{aA}	59.53±24.37 ^{aA}	68.67±7.97 ^{aA}
A9	60.60±23.52 ^{aA}	72.53±20.33 ^{aA}	64.20±1.25 ^{aA}	60.68±24.65 ^{aA}	71.93±8.99 ^{aA}
M3	53.74±23.51 ^{aA}	63.92±10.37 ^{aA}	61.61±7.59 ^{aA}	60.94±6.38 ^{aA}	60.43±24.70 ^{aA}
M6	54.76±21.35 ^{aA}	59.57±19.66 ^{aA}	60.40±6.62 ^{aA}	66.13±20.87 ^{aA}	63.11±33.80 ^{aA}
M9	60.43±7.27 ^{aA}	57.99±25.98 ^{aA}	56.86±9.84 ^{aA}	56.68±17.50 ^{aA}	61.28±31.20 ^{aA}

a(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

-18 °C'de depolanmış sığır etinden üretilmiş misket köftelerin lipit hidroperoksit değerleri incelendiğinde; 60 günlük depolama süresi boyunca hem depolama günleri hem de gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.29. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait lipid hidroperoksit sonuçları

	Lipit hidroperoksit (μmol/kg)			
	0. gün	1. gün	7. gün	14. gün
K1	58.01±24.69 ^{aB}	67.78±18.78 ^{aB}	139.57±14.13 ^{aA}	170.01±19.51 ^{aA}
K2	62.61±20.99 ^{aB}	55.98±19.94 ^{aB}	141.40±8.65 ^{aA}	154.44±22.35 ^{aA}
A3	60.52±6.41 ^{aB}	64.08±10.75 ^{aB}	129.51±1.04 ^{aA}	148.19±24.46 ^{aA}
A6	60.34±24.29 ^{aB}	61.18±5.67 ^{aB}	130.89±6.73 ^{aA}	152.34±7.22 ^{aA}
A9	61.92±12.57 ^{aB}	59.40±18.00 ^{aB}	138.63±11.30 ^{aA}	170.31±26.07 ^{aA}
M3	46.40±17.37 ^{aC}	56.68±23.14 ^{aBC}	87.07±12.49 ^{bAB}	98.96±15.13 ^{bA}
M6	43.27±10.09 ^{aC}	58.14±9.00 ^{aBC}	72.42±14.69 ^{bAB}	91.71±15.39 ^{bA}
M9	43.14±10.24 ^{aB}	52.44±17.86 ^{aB}	69.56±11.41 ^{bAB}	96.14±25.22 ^{bA}

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Tavuk etinden üretilmiş ve +4 °C'de depolanmış misket köftelere ait lipid hidroperoksit değerlerinin, genel olarak 7 günlük depolama süresi boyunca artış gösterdiği (p<0.05); yalnızca % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (M9) lipid hidroperoksit değerinin istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir (p>0.05). Ayrıca depolamanın 7. gününden 14. gününe kadar lipid hidroperoksit değerlerinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir (p>0.05).

En düşük lipid hidroperoksit değerleri; depolamanın 7. ve 14. günlerinde yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerde (M3-M9) belirlenmiştir (p<0.05). Diğer depolama günlerinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı gözlemlenmiştir (p>0.05).

Çizelge 4.30. -18 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait lipid hidroperoksit sonuçları

	Lipit hidroperoksit (μmol/kg)				
	0. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
K1	58.01±24.69 ^{aA}	72.28±6.20 ^{aA}	78.15±22.96 ^{aA}	85.87±5.17 ^{aA}	69.73±6.70 ^{aA}
K2	62.61±20.99 ^{aA}	68.72±17.95 ^{aA}	60.30±16.37 ^{aA}	80.72±7.26 ^{aA}	64.32±24.05 ^{aA}
A3	60.52±6.41 ^{aA}	60.48±8.35 ^{aA}	68.64±24.76 ^{aA}	82.19±16.19 ^{aA}	79.12±18.74 ^{aA}
A6	60.34±24.29 ^{aA}	63.16±10.60 ^{aA}	71.27±8.64 ^{aA}	70.99±7.64 ^{aA}	64.11±19.62 ^{aA}
A9	61.92±12.57 ^{aA}	64.08±33.22 ^{aA}	63.81±11.01 ^{aA}	60.27±19.36 ^{aA}	73.55±23.63 ^{aA}
M3	46.40±17.37 ^{aB}	54.48±12.44 ^{aB}	88.78±22.45 ^{aA}	58.14±15.77 ^{aAB}	52.51±16.65 ^{aB}
M6	43.27±10.09 ^{aA}	58.26±19.71 ^{aA}	59.39±6.78 ^{aA}	63.68±20.74 ^{aA}	63.96±21.09 ^{aA}
M9	43.14±10.24 ^{aA}	54.96±25.81 ^{aA}	60.39±12.92 ^{aA}	61.92±15.17 ^{aA}	61.59±18.76 ^{aA}

a(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

-18 °C'de 60 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelerin lipit hidroperoksit değerlerinin; genel olarak depolama süresi boyunca istatistiksel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde gruplar arasında da istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

4.15. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı Sonuçları

TMAB sayıları; çiğ sığır eti örneklerinde $4.98 \log_{10}$ KOB/g, çiğ tavuk eti örneklerinde ise $6.10 \log_{10}$ KOB/g olarak tespit edilmiştir. Pişirme işlemi sonrasında ise sığır eti ve tavuk eti örneklerine ait TMAB sayıları ise <10 KOB/g olarak bulunmuştur.

Sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerine ait TMAB sayıları ($\log_{10}$ KOB/g) Çizelge 4.31'de, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerine ait TMAB sayıları ($\log_{10}$ KOB/g) ise Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.31. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ($\log_{10}$ KOB/g)	
	7. gün	14. gün
K1	8.11 ± 0.25^{aB}	10.26 ± 0.00^{bA}
K2	7.83 ± 0.15^{abB}	10.21 ± 0.01^{bcA}
A3	7.79 ± 0.00^{abB}	10.67 ± 0.03^{aA}
A6	7.94 ± 0.03^{abB}	10.05 ± 0.01^{bcA}
A9	7.47 ± 0.06^{bB}	9.69 ± 0.22^{dA}
M3	7.84 ± 0.08^{abB}	10.01 ± 0.15^{cA}
M6	7.57 ± 0.01^{bB}	9.71 ± 0.03^{dA}
M9	6.39 ± 0.44^{cB}	8.96 ± 0.05^{eA}

a-e(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen köftelerin, depolama süresi boyunca TMAB sayılarının düzenli bir şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 0. gününde tüm gruplara ait TMAB sayılarının, <10 KOB/g olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününde, % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 ve 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerin (A9, M6, M9) TMAB sayılarının; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 14. gününde ise; en düşük TMAB sayısı, % 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grupta (M9) tespit edilmiş ($p<0.05$) ve kontrol grubuna (K1) kıyasla TMAB sayısında $1.3 \log_{10}$ KOB/g düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalmanın, yeşil çay pudrası ekstraktından elde edilen polifenollerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yeşil çay ekstraktındaki polifenollerin, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler üzerinde inhibe edici etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Gadang vd., 2008). Ancak Gram pozitif bakterilere karşı daha etkili olduğu vurgulanmıştır (Jamroz vd., 2019). Yeşil çay ekstraktında bulunan kateşinler arasında EGCG ve ECG, yapılarında bulunan galloil tanenleri nedeniyle antimikrobiyal aktivite gösteren en güçlü yapılardır (Shimamura vd., 2007). Bir bakterinin hücre zarı veya sitoplazmik membranı, temel olarak bir çift fosfolipit tabakasından ve proteinlerden oluşmakta ve bu bölge antimikrobiyal bileşiklerle etkileşimin ana bölgesi olarak bilinmektedir. Bu hayati zarın hasar görmesi, bakteri ölümüne neden olabilmekte ve bu ölüm; membranın fiziksel bozulması (Shimamura vd., 2007), proton itici gücünün dağılması (Juven vd., 1994) ve membran ile ilişkili enzim aktivitesinin inhibisyonu şeklinde üç farklı biçimde meydana gelebilmektedir.

Ayrıca 14. depolama gününde % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A9) TMAB sayısının da, kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

-18 °C’de depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelere ait TMAB sayılarının; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu (K1) hariç <10 KOB/g olduğu ve 60 günlük depolama süresi boyunca artış göstermediği belirlenmiştir (veri sunulmamıştır). Yalnızca kontrol grubunun (K1) TMAB sayısında artış olduğu gözlemlenmiş ve 30. depolama gününde kontrol grubuna ait TMAB sayısının $3.41 \log_{10}$ KOB/g; 60. depolama gününde ise $3.07 \log_{10}$ KOB/g olduğu tespit edilmiştir.

Toplam mezofilik aerobik bakteriler, bozulma etmeni mikroorganizmalar olarak kabul edilmekte ve et ve et ürünlerinde yüksek miktarlarda bulunması, ürünlerin organoleptik özelliklerini etkileyebilmektedir (Siripatrawan ve Noipha, 2012). Tez kapsamında uygulanmış yenilebilir kaplamaların, -18 °C'de depolanmış köftelerdeki TMAB sayılarının gelişmesini önlemede etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.32. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log₁₀ KOB/g)		
	0. gün	7. gün	14. gün
K1	4.76±0.06 ^{bcC}	7.00±0.21 ^{cB}	10.37±0.01 ^{aA}
K2	5.61±0.01 ^{aC}	7.91±0.01 ^{aB}	10.33±0.01 ^{abA}
A3	5.07±0.03 ^{bcC}	7.42±0.03 ^{bB}	10.22±0.01 ^{abA}
A6	5.07±0.05 ^{bcC}	6.30±0.16 ^{dB}	10.28±0.03 ^{abA}
A9	3.86±0.13 ^{dC}	6.22±0.11 ^{dB}	10.32±0.01 ^{abA}
M3	4.49±0.30 ^{cC}	7.75±0.04 ^{aB}	10.22±0.15 ^{abA}
M6	4.92±0.08 ^{bcC}	7.02±0.09 ^{cB}	10.14±0.19 ^{bA}
M9	5.00±0.15 ^{bcC}	6.15±0.21 ^{dB}	10.13±0.02 ^{bA}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen misket köftelerin, depolama süresi boyunca TMAB sayılarının düzenli bir şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05). PAS protein izolatu esaslı film ve kaplama uygulanmış gıdalarda bulunan mikroorganizmalar, gelişmek için substrat olarak süt proteinlerini kullanabilmektedir (Oussalah vd., 2004). Bu nedenle yalnızca PAS protein izolatu içeren çözelti ile kaplanmış köfte (K2) ile kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunun (K1) mikrobiyoflora profilinde, istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı gözlemlenmiştir (p>0.05).

Depolamanın 0. ve 7. günlerinde % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (A9), 14. günde ise %6 ve 9 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (M6, M9) TMAB sayılarının; kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Ekstrakt içermeyen kaplama çözeltisinin, TMAB sayılarını kontrol grubuna kıyasla azaltmada tek başına yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Kaplama

çözeltisine ilave edilen ekstraktlar ile birlikte antimikrobiyal etkinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu antimikrobiyal etki; epikateşin, kafeik asit, benzoik asit ve şırıngaik asit gibi ana fenolik bileşiklerin, bakterilerin hücre morfolojisini değiştirerek ve ozmotik basıncını etkileyerek sitoplazmik zarı bozmasından ve bileşenlerin hücre dışına sızmasına neden olmasından kaynaklanmaktadır (Sivarooban vd., 2008). Ayrıca doğal bitki ekstraktlarının reaktif gruplarında bulunan hidroksil grupları ve konjuge çift bağlar, hücre duvarı bileşenlerine (genellikle proteinlere) bağlanabilmekte (Mason ve Wasserman, 1987) ve özellikle kateşinler (galloil ve gallik tanenler), çift katlı lipid katmanı üzerinde bozucu etkiye yol açarak; hücre yapısının kaybına ve ölümüne yol açmaktadır (Ikigai vd., 1993; Tsuchiya vd.,1996; Cox vd., 2001).

Çizelge 4.33. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log₁₀ KOB/g)		
	0. gün	30. gün	60. gün
K1	4.76±0.06 ^{bcB}	5.05±0.02 ^{aA}	5.00±0.04 ^{aA}
K2	5.61±0.01 ^{aA}	4.66±0.08 ^{abB}	4.66±0.06 ^{aB}
A3	5.07±0.03 ^{bA}	4.39±0.10 ^{abC}	4.82±0.04 ^{aB}
A6	5.07±0.05 ^{bA}	4.50±0.41 ^{abAB}	4.07±0.32 ^{bB}
A9	3.86±0.13 ^{dA}	3.94±0.78 ^{bA}	3.63±0.31 ^{cA}
M3	4.49±0.30 ^{cA}	4.04±0.01 ^{bAB}	3.89±0.05 ^{bcB}
M6	4.92±0.08 ^{bA}	4.14±0.03 ^{abB}	4.24±0.10 ^{bB}
M9	5.00±0.15 ^{bA}	4.72±0.01 ^{abA}	4.86±0.13 ^{aA}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

-18 °C’de depolanmış tavuk etinden üretilen misket köftelere ait TMAB sayılarının, genel olarak 60 günlük depolama süresi sonunda azaldığı tespit edilmiştir (p<0.05). Yalnızca kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunun (K1) TMAB sayılarının, depolama sonunda artış gösterdiği belirlenmiştir (p<0.05).

Depolamanın 0. gününde % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (A9), en düşük TMAB sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Depolamanın 30. gününde % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (A9, M3); 60. günde

ise; bu gruplara ek olarak % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış gruplara (A6, M6) ait TMAB sayılarının, kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca kaplama çözeltisinde yalnızca PAS protein izolatu kullanımının, tavuk etlerindeki TMAB'nin gelişimi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde Fernandez-Pan vd. (2014) tarafından tavuk göğsü filetolarına uygulanmış PAS protein izolatu esaslı kaplamaların, tavuklardaki mikrobiyal gelişimi engelleyemediği rapor edilmiştir. Protein (PAS) veya karbonhidrat (gliserol) gibi kaynakların kullanılabilirliğinin artması nedeniyle bu etkinin meydana geldiği düşünülmektedir.

4.16. Koliform Grubu Bakteri Sayımı Sonuçları

Koliform grubu bakteri sayıları; çiğ sığır eti örneklerinde $3.83 \log_{10}$ KOB/g, çiğ tavuk eti örneklerinde ise $4.19 \log_{10}$ KOB/g olarak tespit edilmiştir. Pişirme işlemi sonrasında sığır eti ve tavuk eti örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları ise <10 KOB/g olarak bulunmuştur.

Sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları ($\log_{10}$ KOB/g) Çizelge 4.34'te, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları ($\log_{10}$ KOB/g) ise Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.34. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları

	Koliform grubu bakteri sayısı ($\log_{10}$ KOB/g)	
	7. gün	14. gün
K1	6.23 ± 0.09^{aB}	7.95 ± 0.19^{aA}
K2	6.20 ± 0.15^{aA}	7.52 ± 1.03^{abA}
A3	5.22 ± 0.21^{bB}	6.47 ± 0.01^{bcA}
A6	3.63 ± 0.01^{dB}	6.15 ± 0.03^{cA}
A9	5.53 ± 0.51^{abA}	6.02 ± 0.05^{cA}
M3	4.28 ± 0.82^{cdB}	6.85 ± 0.93^{abcA}
M6	4.78 ± 0.19^{bcB}	6.57 ± 0.01^{bcA}
M9	4.71 ± 0.17^{bcB}	7.13 ± 0.04^{abcA}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen köftelerin koliform grubu bakteri sayılarının, genel olarak depolama süresi sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yalnızca PAS protein izolatu ve % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış gruplara (K2, A9) ait koliform grubu bakteri sayılarının, depolamanın son 7 gününde istatistiksel olarak değişmediği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 0. gününde tüm gruplara ait koliform grubu bakteri sayılarının, <10 KOB/g olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günlerinde ise, genel olarak tüm gruplara ait koliform grubu bakteri sayılarının, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Özellikle depolamanın 7. gününde % 6 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (A6); 14. günde ise % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A9) koliform grubu bakteri sayılarının, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) sırasıyla 2.60 ve 1.93 $\log_{10}$ kob/g daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Açai meyvesi tozu ekstraktının, yeşil çay pudrası ekstraktına göre koliform grubu bakteriler üzerinde daha fazla inhibe edici etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonucun, yeşil çay pudrası ekstraktındaki fenolik bileşiklerin, Gram negatif bakterilerden ziyade Gram pozitif bakterilere karşı daha etkili olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Jamroz vd., 2019).

-18 °C'de 60 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelere ait koliform grubu bakteri değerlerinin, $<10 \log_{10}$ KOB/g olduğu tespit edilmiştir (veri sunulmamıştır).

Çizelge 4.35. +4 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları

Koliform grubu bakteri sayısı (log₁₀ KOB/g)		
	7. gün	14. gün
K1	4.96±0.05 ^{aB}	6.30±0.01 ^{aA}
K2	4.79±0.02 ^{bB}	6.16±0.04 ^{bcA}
A3	4.75±0.01 ^{bB}	6.16±0.01 ^{bcA}
A6	4.69±0.08 ^{bB}	6.25±0.01 ^{abA}
A9	4.45±0.99 ^{cB}	5.45±0.10 ^{eA}
M3	4.74±0.03 ^{bB}	6.02±0.01 ^{dA}
M6	4.53±0.09 ^{cB}	6.09±0.06 ^{cdA}
M9	4.80±0.14 ^{bB}	6.22±0.08 ^{abA}

a-e(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

+4 °C’de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelerin, depolama süresi boyunca koliform grubu bakteri sayılarının düzenli bir şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05).

Depolamanın 0. gününde tüm gruplara ait koliform grubu bakteri sayılarının, <10 KOB/g olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününde köftelere ait en yüksek koliform grubu bakteri sayısı, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunda (K1) tespit edilmiştir. Benzer şekilde depolamanın 14. gününde, kontrol grubuna (K1) ait koliform grubu bakteri sayısının yüksek olduğu (p<0.05); en düşük değer ise % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grupta gözlemlendiği belirlenmiştir (p<0.05). Ayrıca, depolamanın 14. gününde % 3 ve 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış gruplara (M3, M6) ait koliform grubu bakteri sayılarının da, kontrol grubundan (K1) düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

-18 °C’de depolanmış tavuk etinden üretilen köftelere ait koliform grubu bakteri değerlerinin, 60 günlük depolama süresi boyunca <10 KOB/g olduğu gözlemlenmiştir (veri sunulmamıştır).

4.17. Küf ve Maya Sayımı Sonuçları

Küf ve maya sayıları; çiğ sığır eti örneklerinde $3.66 \log_{10}$ KOB/g, çiğ tavuk eti örneklerinde ise $4.07 \log_{10}$ KOB/g olarak tespit edilmiştir. Pişirme işlemi sonrasında sığır eti ve tavuk eti örneklerine ait küf ve maya sayıları ise <10 KOB/g olarak bulunmuştur.

Sığır etinden üretilmiş misket köfte örneklerine ait küf ve maya sayıları ($\log_{10}$ KOB/g) Çizelge 4.36'da, tavuk etinden üretilmiş köfte örneklerine ait küf ve maya sayıları ($\log_{10}$ KOB/g) ise Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. +4 °C'de depolanmış sığır eti örneklerine ait küf ve maya sayıları

	Küf ve maya sayısı ($\log_{10}$ KOB/g)
	14. gün
K1	4.87 ± 0.15^{aA}
K2	4.81 ± 0.00^{aA}
A3	4.71 ± 0.15^{aA}
A6	4.32 ± 0.06^{bA}
A9	3.69 ± 0.01^{dA}
M3	4.12 ± 0.01^{cA}
M6	4.67 ± 0.07^{aA}
M9	4.82 ± 0.01^{aA}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$). A(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

+4 °C'de depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelerin 14 günlük depolama süresi sonunda, küf ve maya sayılarının artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 0. ve 7. günlerinde, tüm gruplara ait küf ve maya sayılarının, <10 KOB/g olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 14. gününde ise; % 6 ve 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelere (A6, A9, M3) ait küf ve maya sayılarının, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubundan (K1) daha düşük olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Ekstraktların biyoaktif bileşenleri, mikroorganizmaların hücre zarının lipid yapısını bozarak; hücre içerisine nüfuz etmekte ve enzim sistemlerine zarar verebilmektedir (Donsi vd., 2012). Sonuçlarımızla uyumlu olarak Behbahani vd. (2017) tarafından sığır etlerine, Shin vd. (2017) tarafından köftelere ve Langroodi vd. (2018) tarafından dana bifteklere uygulanmış olan yenilebilir

kaplamaların; küf ve mayalar üzerinde antifungal bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

-18 °C'de 60 gün boyunca depolanmış sığır etinden üretilen misket köftelere ait küf ve maya sayılarının ise <10 KOB/g olduğu tespit edilmiştir (veri sunulmamıştır).

Çizelge 4.37. +4 °C'de depolanmış tavuk eti örneklerine ait küf ve maya sayıları

Küf ve maya sayısı (log₁₀ KOB/g)	
14. gün	
K1	5.01±0.06 ^{aA}
K2	4.78±0.03 ^{bA}
A3	4.40±0.08 ^{cA}
A6	4.19±0.00 ^{efA}
A9	4.02±0.01 ^{gA}
M3	4.12±0.01 ^{fA}
M6	4.29±0.01 ^{dA}
M9	4.26±0.01 ^{deA}

a-g(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-B(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

+4 °C'de 14 gün boyunca depolanmış tavuk etinden üretilen köftelere ait küf ve maya sayılarının, depolama sonunda artış gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05). Depolamanın 0. ve 7. günlerinde, tüm gruplara ait küf ve maya sayılarının, <10 KOB/g olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 14. gününde ise; en yüksek küf ve maya miktarı, kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubunda (K1) tespit edilmiştir (p<0.05). Kaplama çözeltisine ilave edilen açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktının antifungal etki göstererek, küf ve maya gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır.

Çizelge 4.38. -18 °C’de depolanmış tavuk eti örneklerine ait küf ve maya sayıları

	Küf ve maya sayısı (log₁₀ KOB/g)	
	30. gün	60. gün
K1	5.06±0.02 ^{aA}	4.57±0.08 ^{aB}
K2	5.03±0.03 ^{aA}	4.26±0.11 ^{bcB}
A3	4.55±0.16 ^{aA}	4.04±0.01 ^{cB}
A6	4.49±0.10 ^{aA}	3.57±0.11 ^{dB}
A9	4.06±0.54 ^{aA}	3.48±0.04 ^{dA}
M3	4.64±0.78 ^{aA}	3.41±0.02 ^{dA}
M6	4.47±0.67 ^{aA}	4.07±0.04 ^{cA}
M9	4.81±0.10 ^{aA}	4.33±0.21 ^{bB}

a-d(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). A-C(→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

-18 °C’de depolanmış tavuk etinden üretilen misket köftelere ait küf ve maya sayılarının, 30 günlük depolama süresi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05). 60. Depolama gününe kadar ise; genel olarak küf ve maya sayılarında bir azalma olduğu belirlenmiştir (p>0.05).

Depolamanın 0. gününde, tüm gruplara ait küf ve maya sayılarının <10 KOB/g olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 60. gününde, köftelere ait en yüksek küf ve maya sayısı kontrol grubunda (K1) tespit edilirken; en düşük değerler ise % 6 ve 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köftelerde gözlemlenmiştir (p<0.05). Küf ve mayaların, aerobik canlılar olduğu ve bu nedenle et ve et ürünlerinin yüzeyinde geliştiği bilinmektedir (Behbahani vd., 2017). PAS protein izolatu bir bariyer olarak gıda yüzeylerindeki oksijen konsantrasyonunu azalttığından, kaplama işlemi uygulanmış örneklerde küf ve maya gelişiminin büyük ölçüde önlendiği tespit edilmiştir.

4.18. Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal test için, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler sonucunda tespit edilmiş en etkili konsantrasyonlar tercih edilmiştir. Bu kapsamda % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış köfteler ile kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubu renk, doku,

lezzet ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından test edilmiştir. Misket köftelere ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Misket köftelere ait duyusal analiz sonuçları

Sığır				
	Renk	Doku	Lezzet	Genel kabul edilebilirlik
K1	1.89±0.60 ^b	1.89±0.78 ^a	2.44±0.53 ^a	2.44±0.53 ^a
A9	2.67±0.50 ^a	2.11±0.78 ^a	1.89±1.05 ^a	2.11±0.93 ^a
M6	1.44±1.44 ^b	2.00±1.00 ^a	2.22±0.83 ^a	2.00±1.00 ^a
Tavuk				
	Renk	Doku	Lezzet	Genel kabul edilebilirlik
K1	2.33±0.71 ^a	1.78±0.67 ^a	2.22±0.97 ^a	2.00±1.00 ^a
A9	2.44±0.53 ^a	2.22±0.97 ^a	2.56±1.42 ^a	2.56±0.73 ^a
M6	1.22±0.67 ^b	2.00±0.87 ^a	1.78±0.67 ^a	1.78±0.67 ^a

a-b(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Duyusal değerlendirme sonucunda, hem sığır etinden hem de tavuk etinden üretilen misket köftelere uygulanmış kaplama işleminin; panelistler tarafından doku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir (p<0.05). Renk parametresine ait bulgular incelediğinde ise; hem sığır etinden hem de tavuk etinden üretilmiş ve % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftenin (A9), panelistler tarafından % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köfteden (M6) daha fazla kabul gördüğü belirlenmiştir (p<0.05). Araştırma kapsamında üretilen gruplar dikkate alındığında, genel kabul edilebilirlik düzeyi bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiş ve bütün grupların genel kabul edilebilirliği panelistler tarafından beğenilmiştir. Isıl işlem görmüş et ve et ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama kullanımı ile daha etkili lipid oksidasyon inhibisyonu sağlanırken, aynı zamanda ürünün duyusal özelliklerinden ödün verilmediği de gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; ısıt işlem görmüş tüketime hazır köftelerde, depolama süresince lipid oksidasyon oluşumunu ve mikroorganizma gelişimini sınırlamak için yenilebilir kaplama teknolojilerinden en üst düzeyde yararlanmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, sığır etinden ve tavuk etinden üretilen köftelere; açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktı içeren PAS protein izolatu esaslı yenilebilir kaplamalar uygulanmış ve köftelerin depolama esnasındaki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri tespit edilmiştir. Araştırma neticesinde elde edilen bulgulara dair sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Toplam fenolik madde miktarları, DPPH radikalini giderme aktivitesi ve FRAP analizlerinden elde edilen veriler sonucunda; yeşil çay pudrası ekstraktının açai meyvesi tozu ekstraktına göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Açai meyvesi tozu ve yeşil çay pudrası ekstraktları ilave edilerek hazırlanmış PAS protein izolatu esaslı yenilebilir kaplamaların; hem sığır eti hem de tavuk etinden üretilmiş köftelerdeki nem ve protein miktarlarını etkilemediği belirlenmiştir. Benzer şekilde her iki et tipinden de üretilen misket köftelere uygulanmış kaplama işleminin; son ürünlerdeki sertlik, dış yapışkanlık ve sakızimsılık parametreleri üzerinde önemli bir etkiye yol açmadığı ve tüketici tercihlerini etkilemediği saptanmıştır.

Sığır etinden üretilmiş ve +4 °C'de depolanmış misket köfteler arasından; açai meyvesi tozu ekstraktı ve yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözeltiler ile kaplanmış grupların (A6, A9, M3-M9), kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla daha düşük pH değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. -18 °C'de depolanmış misket köftelerde ise; kontrol grubuna (K1) kıyasla, yalnızca yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grupların (M3, M6) pH değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tavuk etinden üretilmiş ve +4 °C'de depolanmış köftelerde; % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış grubun (A9); -18 °C'de depolanmış köftelerde ise ekstrakt içeren

Çözelti ile kaplanmış tüm grupların (A3-A9, M3-M9) pH değerlerinin kontrol grubuna (K1) kıyasla daha d     olduğu tespit edilmiştir. Her iki et tipinde de yalnızca PAS protein izolatu esaslı kaplamaların, köftelerdeki pH değerlerini d    rmede tek başına yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak sığır etinden üretilmiş köfteler için yeşil çay pudrası ekstraktının, tavuk etinden üretilmiş köfteler için ise; a ai meyvesi tozu ekstraktının, yenilebilir kaplamalara ilave edilmesi ile daha etkin sonuçların elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yapılan a_w analizi sonucunda; genel olarak % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış sığır etinden ve tavuk etinden üretilen misket köftelerin (M6), kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla daha d     a_w değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

CIE $L^*a^*b^*$ ve ΔE^* renk parametreleri incelendiğinde ise; genel olarak her iki et tipinde ve depolama sıcaklığında da, % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı içeren çözelti ile kaplanmış köftelerin (M9), kaplama işlemi uygulanmamış kontrol grubuna (K1) kıyasla başlangıç renk değerlerini daha uzun bir süre muhafaza ettiği saptanmıştır.

Lipit oksidasyon seviyesinin tespiti için gerçekleştirilen TBARS ve lipit hidroperoksit analizlerine göre; yenilebilir kaplamalara ilave edilmiş yeşil çay pudrası ekstraktının, hem sığır etinden hem de tavuk etinden üretilmiş ve +4  C'de ve -18  C'de depolanmış misket köftelerdeki lipit oksidasyonu geciktirdiği tespit edilmiştir. Yeşil  ay pudrası ekstraktı kullanımı sonucunda elde edilen yüksek antioksidan etkinin; toplam fenolik madde miktarları, DPPH radikalini giderme aktivitesi ve FRAP analizlerinden elde edilen bulgular ile paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Misket köftelerde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizlere göre; ekstrakt içermeyen yenilebilir kaplamaların, mikroorganizma sayılarını kontrol grubuna (K1) kıyasla azaltmada tek başına yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak her iki et tipinde ve depolama sıcaklığında; kaplamalara ilave edilmiş % 9 a ai meyvesi tozu ekstraktı ve % 6 yeşil çay pudrası ekstraktının, köftelerdeki

TMAB'nin gelişmesini önlemede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kaplamalara ilave edilmiş % 9 açai meyvesi tozu ekstraktının, misket köftelerdeki koliform grubu bakterilerin inhibisyonunda da etkili olduğu gözlemlenmiştir. Buna ilaveten köftelerdeki küf ve mayaların gelişmesini inhibe etmede; % 6 ve % 9 açai meyvesi tozu ekstraktı ve % 3 yeşil çay pudrası ekstraktının yenilebilir kaplamalara ilave edilmesi ile de etkinin arttığı tespit edilmiştir.

Tez çalışmasından elde edilen tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; özellikle önemli ölçüde antioksidan etki gösteren yeşil çay pudrası ekstraktının PAS protein izolatu içeren yenilebilir kaplamalara ilave edilmesi ile; ısıtma işlem görmüş tüketime hazır köfte gibi oksidasyona duyarlı ürünlerin, raf ömrünü uzatma potansiyeline sahip olduğunu kanıtlamıştır. Ayrıca kaplama çözeltilerine ilave edilmiş % 6 yeşil çay pudrası ekstraktının; hem sığır etinden hem de tavuk etinden üretilmiş ve +4 °C'de ve -18 °C'de depolanmış köftelerdeki pH ve a_w değerlerini düşürdüğü, renk parametrelerini iyileştirdiği ve TMAB ve küf ve maya gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır. Buna ilaveten, kaplama çözeltilerine ilave edilmiş % 9 açai meyvesi tozu ekstraktının, her iki et tipi ve depolama sıcaklığında da köftelerdeki pH değerlerini azalttığı, TMAB ve koliform grubu bakterilerin gelişmesini inhibe ettiği gözlemlenmiştir.

Bu kapsamda yenilebilir kaplamalara % 6 yeşil çay pudrası ekstraktı ve % 9 açai meyvesi tozu ekstraktının birlikte ilave edilmesinin; depolama süresi boyunca meydana gelen mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesinde, lipid oksidasyonun geciktirilmesinde, gıda güvenliğinin sağlanmasında ve ürünlerin raf ömrünün uzatılmasında daha etkili olabileceği öngörülmektedir. Buna ilaveten, kullanılan ekstraktların kapsüllenerek kaplama çözeltilerine ilave edilmesi; aktif antioksidan ve antimikrobiyal bileşenlerin salınmasını kolaylaştırarak, oluşacak olan etkinin daha da artmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte yenilebilir film ve kaplamalar ile ilgili çalışmalar henüz araştırma düzeyindedir. Bu nedenle köfte gibi ısıtma işlem görmüş tüketime hazır et ve et ürünlerinde, antioksidan ve/veya antimikrobiyal madde içeren yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı; teknolojik yeniliklerle birleştirildiği zaman bu alana yönelik ilgiyi ve yapılan çalışma sayılarını da arttıracakı düşünülmektedir. Ayrıca,

yenilebilir film ve kaplama uygulanmış ürünlerin dış yüzeyinde bulunan plastik ambalaj materyal kalınlığı azalacağından dolayı, ambalaj atık miktarı da belirli bir oranda azalacak ve çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olacaktır.

Sonuç olarak, ülkemiz bitki çeşitliliği yönünden oldukça dikkate değer ve zengin bir floraya sahiptir. Bu nedenle yenilebilir film ve kaplamalarda, farklı antioksidan ve/veya antimikrobiyal özelliğe sahip bitkilerin etkinliğinin ölçülmesinde, bu tez çalışması sonuçlarının yarar sağlayacağına ve diğer çalışmalara öncülük edeceğine inanılmaktadır.



KAYNAKLAR

- Abdallah, M.R.S., Mohamed, M.A., Mohamed, H.M.H., Emara, M.M.T., 2017. Improving the Sensory, Physicochemical and Microbiological Quality of Pastirma (A Traditional Dry Cured Meat Product) Using Chitosan Coating. LWT-Food Science and Technology, 86, 247-253.
- Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A. L., Li, Z., Qazi, I. M., Pavase, T.R., Lv, L., 2017. A Comprehensive Review on the Application of Active Packaging Technologies to Muscle Foods. Food Control, 82, 163-178.
- Akcan, T., Estevez, M., Serdaroglu, M., 2017. Antioxidant Protection of Cooked Meatballs During Frozen Storage by Whey Protein Edible Films with Phytochemicals from *Laurus nobilis* L. and *Salvia officinalis*. LWT-Food Science and Technology, 77, 323-331.
- Akpınar, A., Yerlikaya, O., Akan, E., Uysal, H.R., 2018. Peynir Altı Suyu ve Türkiye’de Değerlendirilmesi. Tralleis Elektronik Dergisi, 3(2), 104-112.
- Aleman, A., Gonzalez, F., Arancibia, M.Y., Lopez-Caballero, M.E., Montero, P., Gomez-Guillen, M.C., 2016. Comparative Study Between Film and Coating Packaging Based on Shrimp Concentrate Obtained from Marine Industrial Waste for Fish Sausage Preservation. Food Control, 70, 325-332.
- Alparslan, Y., Yapıcı, H.H., Metin, C., Baygar, T., Günlü, A., Baygar, T., 2016. Quality Assessment of Shrimps Preserved with Orange Leaf Essential Oil Incorporated Gelatin. LWT-Food Science and Technology, 72, 457-466.
- Alsaggaf, M.S., Moussa, S.H., Tayel, A.A., 2017. Application of Fungal Chitosan Incorporated with Pomegranate Peel Extract as Edible Coating for Microbiological, Chemical and Sensorial Quality Enhancement of Nile Tilapia Fillets. International Journal Of Biological Macromolecules, 99, 499-505.
- Aminzare, M., Hashemi, M., Ansarian, E., Bimkar, M., Azar, H.H., Mehrasbi, M.R., Daneshamooz, S., Raeisi, M., Jannat, B., Afshari, A., 2019. Using Natural Antioxidants in Meat and Meat Products as Preservatives: A Review. Advances in Animal and Veterinary Sciences, 7(5), 417- 426.
- AOAC. 1990. Official methods of analyses. Association of Official Analytical Chemist. IAC, Arlington, VA, USA.
- Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T., 2004. Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbiological and Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. International Journal of Food Microbiology, 97, 209-214.
- Asghar, A., Gray, J. I., Buckley, T. J., Pearson, A. M., Booren, A. M., 1988. Perspectives on Warmed-Over Flavor. Food Technology, 42 (6), 102-108.

- Baltic, M.Z., Boskovic, M., 2015. When Man Met Meat: Meat in Human Nutrition from Ancient Times Till Today. *Procedia Food Science*, 5, 6-9.
- Barzegaran, A.A., Jokar, M., Dakheli, M.J., 2014. Effects of Green Tea extract on Physicochemical and Antioxidant Properties of Polyamide Packaging Film. *Journal of Chemical Health Risks*, 4(3), 41-48.
- Bazargani-Gilani, B., Aliakbarlu, J., Tajik, H., 2015. Effect of Pomegranate Juice Dipping and Chitosan Coating Enriched with *Zataria multiflora* Boiss Essential Oil on the Shelf-Life of Chicken Meat During Refrigerated Storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29, 280-287.
- Behbahani, B.A., Shahidi, F., Yazdi, F.T., Mortazavi, S.A., Mohebbi, M., 2017. Use of Plantago Major Seed Mucilage as a Novel Edible Coating Incorporated With *Anethum graveolens* Essential Oil on Shelf Life Extension of Beef in Refrigerated Storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 94, 515-526.
- Benzie, F.F. Strain, J.J., 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 1, 70-76.
- Bifani, V., Ramirez, C., Ihl, M., Rubilar, M., García, A., Zaritzky, N., 2007. Effects of Murta (*Ugni Molinae Turcz*) Extract on Gas and Water Vapor Permeability of Carboxymethylcellulose-Based Edible Films. *LWT-Food Science and Technology*, 40(8), 1473-1481.
- Biquet, B., Labuza, T.P., 1987. Evaluation of the Moisture Permeability Characteristics of Chocolate Films as an Edible Moisture Barrier. *Journal of Food Science*, 53(4), 989-998.
- Bilecen Şen, D., Kılıç, B., Demir, E., Başığit Kılıç, G., 2019. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Dekontaminasyon için Bazı Isıl Olmayan Teknolojilerin Kullanımı. *The Journal of Food*, 44(2), 202-215.
- Biswas, A.K., Keshri, R.C., Bisht, G.S., 2004. Effect of Enrobing and Antioxidants on Quality Characteristics of Precooked Pork Patties Under Chilled and Frozen Storage Conditions. *Meat Science* 66, 733-741.
- Bolivar-Monsalve, J., Ramirez-Toro, C., Bolivar, G., Ceballos-Gonzalez, C., 2019. Mechanisms of Action of Novel Ingredients Used in Edible Films to Preserve Microbial Quality and Oxidative Stability in Sausages-A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 89, 100-109.
- Borges, J.G., Silva, A.G., Cervi-Bitencourt, C.M., Vanin, F.M., Carvalho, R.A., 2016. Lecithin, Gelatin and Hydrolyzed Collagen Orally Disintegrating Films:

Functional Properties. International Journal of Biological Macromolecules 86, 907-916.

Bourtoom, T., 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. International Food Research Journal, 15(3), 237-248.

Bravin, B., Peressini, D., Sensidoni, A., 2004. Influence of Emulsifier Type and Content on Functional Properties of Polysaccharide Lipid-Based Edible Films. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 6448-6455.

Cayre, M.E., Garro, O., Vignolo, G., 2005. Effect of Storage Temperature and Gas Permeability of Packaging Film on the Growth of Lactic Acid Bacteria and *Brochothrix thermosphacta* in Cooked Meat Emulsions. Food Microbiology, 22(6), 505-512.

Cazon, P., Velazquez, G., Ramirez, J.A., Vazquez, M., 2017. Polysaccharide-Based Films and Coatings for Food Packaging: A Review. Food Hydrocolloids, 68, 136-148.

Cha, D.S., Chinnan, M.S., 2004. Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44, 223-237.

Chang, W., Liu, F., Sharif, H.R., Huang, Z., Goff, H.D., Zhong, F., 2019. Preparation of Chitosan films by Neutralization for Improving their Preservation Effects on Chilled Meat. Food Hydrocolloids, 90, 50-61.

Chiu, P.E., Lai, L.S., 2010. Antimicrobial Activities of Tapioca Starch/Decolorized Hsian-Tsao Leaf Gum Coatings Containing Green Tea Extracts in Fruit-Based Salads, Romaine Hearts and Pork Slices. International Journal of Food Microbiology, 139, 23-30.

Chiumarelli, M., Hubinger, M.D., 2012. Stability, Solubility, Mechanical and Barrier Properties of Cassava Starch-Carnauba Wax Edible Coatings to Preserve Fresh-Cut Apples. Food Hydrocolloids, 28, 59-67.

Coisson, J.D., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M., Arlorio, M., 2005. *Euterpe oleracea* Juice as a Functional Pigment for Yogurt. Food Research International, 38, 893-897.

Cooper, R., Morre, D.J., Morre, D.M., 2005. Medicinal Benefits of Green Tea: Part I. Review of Noncancer Health Benefits. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 11(3), 521-528.

Correa-Betanzo, J., Jacob, J.K., Perez-Perez, C., Paliyath, G., 2011. Effect of a Sodium Caseinate Edible Coating on Berry Cactus Fruit (*Myrtillocactus geometrizans*) Phytochemicals. Food Research International, 44, 1897-1904.

- Cox, S.D., Mann, C.M., Markham, J.L., 2001. Interactions Between Components of the Essential Oil of *Melaleuca Alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology*, 91, 492-4977.
- Cutter, C. N., 2006. Opportunities for Bio-Based Packaging Technologies to Improve the Quality and Safety of Fresh and Further Processed Muscle Foods. *Meat Science*, 74(1), 131-142.
- De Rossa, V.V., Mercadante, A.Z., 2007. Evaluation of Colour and Stability of Anthocyanins from Tropical Fruits in an Isotonic Soft Drink System. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 347-352.
- Debeaufort, F., Voilley, A., 1995. Effect of Surfactants and Drying Rate on Barrier Properties of Emulsified Edible Films. *International Journal of Food Science and Technology*, 30, 183-190.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., Voilley, A., 1998. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.
- Del Pozo-Insfran, D.D., Brenes, C.H., Talcott, S.T., 2004. Phytochemical Composition and Pigment Stability of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(6), 1539-1545.
- Dietz, C., Dekker, M., Piqueras-Fiszman, B., 2017. An Intervention Study on the Effect of Matcha Tea, in Drink and Snack Bar Formats, on Mood and Cognitive Performance. *Food research international*, 99, 72-83.
- Dincer, C., Topuz, A., Sahin-Nadeem, H., Ozdemir, K.S., Cam, I.B., Tontul, I., Gokturk, R.S., Ay, S.T. (2012). A Comparative Study on Phenolic Composition, Antioxidant Activity and Essential Oil Content of Wild and Cultivated Sage (*Salvia Fruticosa* Miller) as Influenced by Storage. *Industrial Crops and Products*, 39, 170-176.
- Donsi, F., Annunziata, M., Vincensi, M., Ferrari, G., 2012. Design of Nanoemulsion-Based Delivery Systems of Natural Antimicrobials: Effect of the Emulsifier. *Journal of Biotechnology*, 159(4), 342-350.
- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J., 2003. Characterisation of the Antioxidant Properties of De-Odourised Aqueous Extracts from Selected Lamiaceae Herbs. *Food Chemistry*, 83(2), 255-262.
- Dursun, S., Erkan, N., 2009. Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı. *Journal of Fisheries Science*, 3(4), 352-373.
- Erbay, E.A., Dağtekin, B.B.G., Türe, M., Yeşilsu, A.F., Torres-Giner, S., 2017. Quality Improvement of Rainbow Trout Fillets by Whey Protein Isolate Coatings Containing Electrospun Poly (ϵ -caprolactone) Nanofibers with *Urtica*

- dioica* L. Extract During Storage. LWT-Food Science and Technology, 78, 340-351.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jimenez, A., Munoz, J.A., Ibarz, A., 2011. Edible Films and Coatings: Structures, Active Functions and Trends in their Use. Trends in Food Science and Technology, 22, 292-303.
- Farajzadeh, F., Motamedzadegan, A., Shahidi, S.A., Hamzeh, S., 2016. The Effect of Chitosan-Gelatin Coating on the Quality of Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Under Refrigerated Condition. Food Control, 67, 163-170.
- Fernandez, J., Perez-Alvarez, J.A., Fernandez-Lopez, J.A., 1997. Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. Food Chemistry, 59(3), 345-353.
- Fernandez-Pan, I., Carrion-Granda, X., Mate, J.I., 2014. Antimicrobial Efficiency of Edible Coatings on the Preservation of Chicken Breast Fillets. Food Control, 36, 69-75.
- Gharibzahedi, S.M.T., Mohammadnabi, S., 2017. Effect of Novel Bioactive Edible Coatings Based on Jujube Gum and Nettle Oil-Loaded Nanoemulsions on the Shelf-Life of Beluga Sturgeon Fillets. International Journal of Biological Macromolecules, 95, 769-777.
- Gadang, V.P., Hettiarachchy, N.S., Johnson, M.G., Owens, C.M., 2008. Evaluation of Antibacterial Activity of Whey Protein Isolate Coating Incorporated with Nisin, Grape Seed Extract, Malic Acid, and EDTA on a Turkey Frankfurter System. Journal of Food Science, 73(8), M389-M394.
- Gallo, J.A.Q., Debeaufort, F., Callegarin, F., Voilley, A., 2000. Lipid Hydrophobicity, Physical State and Distribution Effects on the Properties of Emulsion-Based Edible Films. Journal of Membrane Science, 180, 37-46.
- Gramza, A., Khokhar, S., Yoko, S., Gliszczynska-Swiglo, A., Hes, M., Korczak, J., 2006. Antioxidant Activity of Tea Extracts in Lipids and Correlation with Polyphenol Content. European Journal of Lipid Science and Technology, 108(4), 351-362.
- Gray, J.I., 1978. Measurement of Lipid Oxidation: A Review. Journal of the American Oil Chemists' Society, 55, 539-546.
- Gray, J.I., Goma, E.A., Buckley, D.J., 1996. Oxidative Quality and Shelf Life of Meat. Meat Science, 43, 111-123.
- Guo, Q., Zhao, B., Shen, S., Hou, J., Hu, J., Xin, W., 1999. ESR Study on the Structure-Antioxidant Activity Relationship of Tea Catechins and their Epimers. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 1427(1), 13-23.

- Halliwell, B., Chirico, S., 1993. Lipid Peroxidation: Its Mechanism, Measurement, and Significance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 57(5), 715-725.
- Han, J.H., Gennadios, A., 2005. Edible Films and Coatings: A Review. *Innovations in Food Packaging*, 239-262.
- Hasegawa, T., Tsukumo, Y., Fujita, T., Fujihara, T., Takahashi, A., Nakajima, K., 2016. The Odor of Matcha (Japanese Powdered Green Tea) as the Base Note of Green Tea Leaves. *International Journal of Tea Science (IJTS)*, 12(1/2), 58-65.
- Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M., Akhtar, N., 2018. Recent Advances on Polysaccharides, Lipids and Protein Based Edible Films and Coatings: A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095-1107.
- Hassanzadeh, P., Tajik, H., Rohani, S.M.R., Moradi, M., Hashemic, M., Aliakbarlu, J., 2017. Effect of Functional Chitosan Coating and Gamma Irradiation on the Shelf-Life of Chicken Meat During Refrigerated Storage. *Radiation Physics and Chemistry*, 141, 103-109.
- Hassimotto, N.M.A., Genovese, M.I., Lajolo, F.M., 2005. Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 2928-2935.
- Hernandez- Macedo, M.L., Barancelli, G.V., Contreras-Castillo, C.J., 2011. Microbial Deterioration of Vacuum-Packaged Chilled Beef Cuts and Techniques for Microbiota Detection and Characterization: A Review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 1-11.
- Higdon, J.V., Frei, B., 2003. Tea Catechins and Polyphenols: Health Effects, Metabolism, and Antioxidant Functions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(1), 89-143.
- Hogan, S., Chung, H., Zhang, L., Li, J., Lee, Y., Dai, Y., Zhou, K., 2010. Antiproliferative and Antioxidant Properties of Anthocyanin-Rich Extract from Açai. *Food Chemistry*, 118, 208-214.
- Hu, J., Wang, X., Xiao, Z., Bi, W., 2015. Effect of Chitosan Nanoparticles Loaded with Cinnamon Essential Oil on the Quality of Chilled Pork. *LWT-Food Science and Technology*, 63, 519-526.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L., 2005. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Hullberg, A., Lundström, K., 2004. The Effects of RN Genotype and Tumbling on Processing Yield in Cured-Smoked Pork Loins. *Meat Science*, 67, 409-419.

- Ikigai, H., Nakae, T., Hara, Y., Shimamura, T., 1993. Bactericidal Catechins Damage the Lipid Bilayer. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1147, 132-136.
- Ivanisova, E., Mickowska, B., Socha, P., Rezova, I., Kantor, A., Haris, L., Tokar, M., Terentjeva, M., Kacaniova, M., 2018. Determination of Biological and Sensory Profiles of Biscuits Enriched with Tea (*Camellia sinensis* L.) Powder. In *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 72(2), 113-117.
- Jaberi, R., Kaban, G., Kaya, M., 2019. Effects of Vacuum a High-Oxygen Modified Atmosphere Packaging on Physico-Chemical and Microbiological Properties of Minced Water Buffalo Meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32, 421-429.
- Jafari, N.J., Kargozari, M., Ranjbar, R., Rostai, H., Hamed, H., 2017. The Effect of Chitosan Coating Incorporated with Ethanolic Extract of Propolis on the Quality of Refrigerated Chicken Filet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, e13336.
- Jamroz, E., Kulawik, P., Krzysciak, P., Talaga-Cwiertnia, K., Juszczak, L., 2019. Intelligent and Active Furcellaran-Gelatin Films Containing Green or Pu-Erh Tea Extracts: Characterization, Antioxidant and Antimicrobial Potential. *International Journal of Biological Macromolecules*, 122, 745-757.
- Jasour, M.S., Ehsani, A., Mehryarc, L., Naghibi, S.S., 2015. Chitosan Coating Incorporated with the Lactoperoxidase System: An Active Edible Coating for fish Preservation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 1373-1378.
- Ji, H. G., Lee, Y. R., Lee, M. S., Hwang, K. H., Kim, E. H., Park, J. S., & Hong, Y. S., 2017. Metabolic Phenotyping of Various Tea (*Camellia Sinensis* L.) Cultivars and Understanding of their Intrinsic Metabolism. *Food chemistry*, 233, 321-330.
- Joukar, F.İ Hosseini, S.M.H.İ Moosavi-Nasab, M., Mesbahi, G.R., Behzadnia, A., 2017. Effect of Farsi Gum-Based Antimicrobial Adhesive Coatings on the Refrigeration Shelf Life of Rainbow Trout Fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 80, 1-9.
- Jridi, M., Mora, L., Souissi, N., Aristoy, M.C., Nasri, M., Toldra, F., 2018. Effects of Active Gelatin Coated with Henna (*L. Inermis*) Extract on Beef Meat Quality During Chilled Storage. *Food Control*, 84, 238-245.
- Juven, B.J., Kanner, J., Schved, F., Weisslowicz, H., 1994a. Factors that Interact with the Antibacterial Action of Thyme Essential Oil and its Active Constituents. *The Journal of Applied Bacteriology*, 76, 626-631.

- Kapetanakou, A.E., Karyotis, D., Skandamis, P.N., 2016. Control of *Listeria monocytogenes* by Applying Ethanol-Based Antimicrobial Edible Films on Ham Slices and Microwave-Reheated Frankfurters. *Food Microbiology*, 54, 80-90.
- Kakaei, S., Shahbazi, Y., 2016. Effect of Chitosan-Gelatin Film Incorporated with Ethanolic Red Grape Seed Extract and *Ziziphora clinopodioides* Essential Oil on Survival of *Listeria monocytogenes* and Chemical, Microbial And Sensory Properties of Minced Trout Fillet. *LWT-Food Science and Technology*, 72, 432-438.
- Kamper, S.L., Fennema, O., 1984. Water Vapor Permeability of Edible Bilayer Films. *Journal of Food Science*, 49(6), 1478-1481.
- Karbowiak, T., Hervet, H., Leger, L., Champion, D., Debeaufort, F., Voilley, A., 2006. Effect of Plasticizers (Water and Glycerol) on the Diffusion of a Small Molecule in Iota-Carrageenan Biopolymer Films for Edible Coating Application. *Biomacromolecules*, 7, 2011-2019.
- Khan, M.K.I., Cakmak, H., Tavman, Ş., Schutyser, M., Schroen, K., 2014. Anti-Browning and Barrier Properties of Edible Coatings Prepared with Electrospraying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 25, 9-13.
- Khezrian, A., Shahbazi, Y., 2018. Application of Nanocomposite Chitosan and Carboxymethyl Cellulose Films Containing Natural Preservative Compounds in Minced Camel's Meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 1146-1158.
- Khwaldia, K., Perez, C., Banon, S., Desorby, S., Hardy, J., 2004. Milk Proteins for Edible Films and Coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 239-251.
- Kılıç, B., Şimşek, A., Claus, J. R., Atılğan, E., 2014. Encapsulated Phosphates Reduce Lipid Oxidation in Both Ground Chicken and Ground Beef During Raw and Cooked Meat Storage with Some Influence on Color, pH, and Cooking Loss. *Meat science*, 97(1), 93-103.
- Kilic, B., Richards, M.P. 2003. Lipid Oxidation in Poultry Doner Kebab: Pro-Oxidative and Anti-Oxidative Factors. *Journal of Food Science*, 68 (2): 686-689.
- Kilincceker, O., Dogan, I.S., Kucukoner, E., 2009. Effect of Edible Coatings on the Quality of Frozen Fish Fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 868-873.
- Komes, D., Horzic, D., Belscak, A., Ganic, K.K., Vulic, I., 2010. Green Tea Preparation and its Influence on the Content of Bioactive Compounds. *Food research international*, 43(1), 167-176.

- Kurek, M., Galus, S., Debeaufort, F., 2014. Surface, Mechanical and Barrier Properties of Bio-Based Composite Films Based on Chitosan and Whey Protein. *Food Packaging and Shelf Life* 1, 56-67.
- Langroodi, A.M., Tajik, H., Mehdizadeh, T., Moradi, M., Kia, E.M., Mahmoudian, A., 2018. Effects of Sumac Extract Dipping and Chitosan Coating Enriched with *Zataria multiflora* Boiss Oil on the Shelf-Life of Meat in Modified Atmosphere Packaging. *LWT-Food Science and Technology*, 98, 372-380.
- Lichtenthaler, R., Rodrigues, R.B., Maia, J.G.S., Papagiannopoulos, M., Fabricius, H., Marx, F., 2005. Total Oxidant Scavenging Capacities of *Euterpe Oleracea* Mart. (Açaí) Fruits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(1), 53-64.
- Lopez de Lacey, A.M., Lopez-Caballero, M.E., Montero, P., 2014. Agar Films Containing Green Tea Extract and Probiotic Bacteria for Extending Fish Shelf-Life. *LWT - Food Science and Technology*, 55, 559-564.
- Manea, A.M., Vasile, B.S., Meghea, A., 2014. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Green Tea Extract Loaded into Nanostructured Lipid Carriers. *Comptes Rendus Chimie*, 17, 331-341.
- Marques, E.S., Froder, J.G., Carvalho, J.C.T., Rosa, P.C.P., Perazzo, F.F., Maistro, E.L., 2016. Evaluation of the Genotoxicity of *Euterpe oleraceae* Mart. (Arecaceae) Fruit Oil (Açaí), in Mammalian Cells *in vivo*. *Food and Chemical Toxicology*, 93, 13-19.
- Mason, T.L., Wasserman, B.P., 1987. Inactivation of Red Beet Betaglucan Synthase by Native and Oxidized Phenolic Compounds. *Phytochemistry*, 26, 2197-2202.
- Masniyom, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., 2002. Shelf-Life Extension of Refrigerated Seabass Slices Under Modified Atmosphere Packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(8), 873-880.
- Matthews, C.M., 2010. Steep Your Genes in Health: Drink Tea. In *Baylor University Medical Center Proceedings*, 23(2), 142-144.
- Meat Safety., 2019. Erişim tarihi 14.10.2019. <http://www.meatsafety.org/ht/d/sp/i/26034/pid/26034>.
- Mellinas, C., Valdes, A., Ramos, M., Burgos, N., Garrigos, M.C., Jimenez, A., 2016. Active Edible Films: Current State and Future Trends. *Journal of Applied Polymer Science*, 42631, 1-15.
- Mitsumoto, M., O'Grady, M.N., Kerry, J.P., Buckley, D.J., 2005. Addition of Tea Catechins and Vitamin C on Sensory Evaluation, Colour and Lipid Stability During Chilled Storage in Cooked or Raw Beef and Chicken Patties. *Meat Science*, 69(4), 773-779.

- Mohebi, E., Shahbazi, Y., 2017. Application of Chitosan and Gelatin Based Active Packaging Films for Peeled Shrimp Preservation: A Novel Functional Wrapping Design. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 108-116.
- Mor-Mur, M., Yuste, J., 2010. Emerging Bacterial Pathogens in Meat and Poultry: An Overview. *Food Bioprocess Technology*, 3, 24-35.
- Moradi, M., Tajik, H., Rohani, S.M.R., Mahmoudian, A., 2016. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Zein Edible Film Impregnated with *Zataria Multiflora* Boiss. Essential Oil and Monolaurin. *LWT-Food Science and Technology*, 72, 37-43.
- Morr, C.V., Ha, E.Y.W., 1993. Whey Protein Concentrates and Isolates: Processing and Functional Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33(6), 431-476.
- Morrissey, P.A., Buckley, D.J., Sheehy, P.J.A., 1994. Vitamin E and Meat Quality. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53, 289-295.
- Morrissey, P.A., Sheehy, P.J.A., Galvin, K., Kerry, J.P., Buckley, D.J., 1998. Lipid Stability in Meat and Meat Products. *Meat Science*, 49, 73-86.
- Noor, S., Bhat, Z.F., Kumar, S., Mudiyanse, R.J., 2018. Preservative Effect of Asparagus Racemosus: A Novel Additive for Bioactive Edible films for Improved Lipid Oxidative Stability and Storage Quality of Meat Products. *Meat Science*, 139, 207-212.
- Noori, S., Zeynali, F., Almasi, H., 2018. Antimicrobial and Antioxidant Efficiency of Nanoemulsion-Based Edible Coating Containing Ginger (*Zingiber officinale*) Essential Oil and its Effect on Safety and Quality Attributes of Chicken Breast fillets. *Food Control*, 84, 312-320.
- Odonne, G., Berger, F., Stien, D., Grenand, P., Bourdy, G., 2011. Treatment of Leishmaniasis in the Oyapock Basin (French Guiana): A K.A.P. Survey and Analysis of the Evolution of Phytotherapy Knowledge Amongst Wayapi Indians. *Journal of Ethnopharmacology*, 137, 1228-1239.
- Oğuzhan, P., Yangılar, F., 2013. Gıdalarda Mikroorganizma İnaktivasyonunun Modellemesi ve Uygulaması. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 10(3), 54-58.
- Oğuzhan Yıldız, P., Yangılar, F., 2016. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 27-35.
- Olaimat, A.N., Fang, Y., Holley, R.A., 2014. Inhibition of *Campylobacter jejuni* on Fresh Chicken Breasts by K-Carrageenan/Chitosan-Based Coatings

Containing Allyl Isothiocyanate or Deodorized Oriental Mustard Extract. *International Journal of Food Microbiology*, 187, 77-82.

- Olaimat, A.N., Holley, R.A., 2015. Control of *Salmonella* on Fresh Chicken Breasts by K-Carrageenan/Chitosan-Based Coatings Containing Allyl Isothiocyanate or Deodorized Oriental Mustard Extract Plus EDTA. *Food Microbiology*, 48, 83-88.
- Oregel-Zamudio, E., Angoa-Perez, M.V., Oyoque-Salcedo, G., Aguilar-Gonzalez, C.N., Mena-Violante, H.G., 2017. Effect of Candelilla Wax Edible Coatings Combined with Biocontrol Bacteria on Strawberry Quality During The Shelf-Life. *Scientia Horticulturae*, 214, 273-279.
- Ortiz, C.M., Vicente, A.R., Mauri, A.N., 2014. Combined Use of Physical Treatments Edible Coatings in Fresh Produce: Moving Beyond. *Stewart Postharvest Review*, 10, 1-6.
- Oses, J., Fernandez-Pan, I., Mendoza, M., Mate, J.I., 2009. Stability of the Mechanical Properties of Edible Films Based on Whey Protein Isolate During Storage at Different Relative Humidity. *Food Hydrocolloids*, 23, 125-131.
- Oussalah, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L., Lacroix, M., 2004. Antimicrobial and Antioxidant Effects of Milk Protein-Based Film Containing Essential Oils for the Preservation of Whole Beef Muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(18), 5598-5605.
- Özbay Doğu, S., Sarıçoban, C., 2014. Et ve Et Ürünlerinde Uygulanan Bazı Dekontaminasyon Yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 1(3), 92-99.
- Özdemir, M., Floros, J.D., 2008. Optimization of Edible Whey Protein Films Containing Preservatives for Water Vapor Permeability, Water Solubility and Sensory Characteristics. *Journal of Food Engineering*, 86, 21-224.
- Özvural, E.B., Huang, Q., Chikindas, M.L., 2016. The Comparison of Quality and Microbiological Characteristic of Hamburger Patties Enriched with Green Tea Extract Using Three Techniques: Direct Addition, Edible Coating and Encapsulation. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 385-390.
- Pacheco-Palencia, L.A., Talcott, S.T., 2010. Chemical Stability of Açai Fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) Anthocyanins as Influenced by Naturally Occurring and Externally Added Polyphenolic Cofactors in Model Systems. *Food Chemistry*, 118, 17-25.
- Park, H.J., Chinnan, M.S., Shewfelt, R.L., 1994. Edible Corn-Zein Film Coatings to Extend Storage Life of Tomatoes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 18(4), 317-331.

- Parvez, S., Malik, K.A., Kang, S.A., Kim, H.Y., 2006. Probiotics and their Fermented Food Products are Beneficial for Health. *Journal of Applied Microbiology*, 100, 1171-1185.
- Pavlat, A.E., Orts, W., 2009. Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg, London, New York, 403.
- Pearson, A.M., Gray, J.I., 1983. Mechanism Responsible for Warmed-Over Flavor in Cooked Meat. *The Maillard Reaction in Foods and Nutrition*, 287-300.
- Perez, L.M., Soazo, M.V., Balague, C.E., Rubiolo, A.C., Verdini, R.A., 2014. Effect of pH on the Effectiveness of Whey Protein/Glycerol Edible Films Containing Potassium Sorbate to Control non-O157 Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* in Ready-to-eat Foods. *Food Control*, 37, 298-304.
- Perumalla, A.V.S., Hettiarachchy, N.S., 2011. Green Tea and Grape Seed Extracts-Potential Applications in Food Safety and Quality. *Food Research International*, 44(4), 827-839.
- Phongnarisorn, B., Orfila, C., Holmes, M., Marshall, L., 2018. Enrichment of Biscuits with Matcha Green Tea Powder: Its Impact on Consumer Acceptability and Acute Metabolic Response. *Foods*, 7(2), 17.
- Quintavalla, S., Vicini, L. 2002. Antimicrobial Food Packing in Meat Industry. *Meat Science*, 62, 373-380.
- Raeisi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Mirhosseini, S.H., Hosseini, S.M.H., 2015. Effect of Carboxymethyl Cellulose-Based Coatings Incorporated with *Zataria multiflora* Boiss. Essential Oil and Grape Seed Extract on the Shelf Life of Rainbow Trout Fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 64, 898-904.
- Raeisi, M., Tabaraei, A., Hashemi, M., Behnampour, N., 2016. Effect of Sodium Alginate Coating Incorporated with Nisin, *Cinnamomum zeylanicum*, and Rosemary Essential Oils on Microbial Quality of Chicken Meat and Fate of *Listeria monocytogenes* During Refrigeration. *International Journal of Food Microbiology*, 238, 139-145.
- Ramos, O.L., Reinas, I., Silva, S.I., Fernandes, J.C., Cerqueira, M.A., Pereira, R.N., Vicente, A.A., Poças, M.F., Pintado, M.E., Malcata, F.X., 2013. Effect of Whey Protein Purity and Glycerol Content upon Physical Properties of Edible Films Manufactured Therefrom. *Food Hydrocolloids*, 30, 110-122.
- Reddy, M.M., Vivekanandhan, S., Misra, M., Bhatia, S.K., Mohanty, A.K., 2013. Biobased Plastics and Bionanocomposites: Current Status and Future Opportunities. *Progress Polymer Science*, 38, 1653-1689.

- Reesha, K.V., Panda, S.K., Bindu, J., Varghese, T.O., 2015. Development and Characterization of an LDPE/Chitosan Composite Antimicrobial Film for Chilled Fish Storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 79, 934-942.
- Rezaei, F., Shahbazi, Y., 2018. Shelf-Life Extension and Quality Attributes of Sauced Silver Carp Fillet: A Comparison among Direct Addition, Edible Coating and Biodegradable film. *LWT-Food Science and Technology*, 87, 122-133.
- Rodrigues, R.B., Lichtenthaler, R., Zimmermann, B.F., Papagiannopoulos, M., Fabricius, H., Marx, F., 2006. Total Oxidant Scavenging Capacity of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) Seeds and Identification of their Polyphenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(12), 4162-4167.
- Rodriguez-Turienzo, L., Cobos, A., Diaz, O., 2012. Effects of Edible Coatings Based on Ultrasound-Treated Whey Proteins In Quality Attributes of Frozen Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 14, 92-98.
- Sabaghi, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M., Ziaifar, A.M., 2015. Active Edible Coating from Chitosan Incorporating Green Tea Extract as an Antioxidant and Antifungal on Fresh Walnut Kernel. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 224-228.
- Sablani, S.S., Dasse, F., Bastarrachea, L., Dhawan, S., Hendrix, K.M., Min, S.C., 2009. Apple Peel-Based Edible film Development Using a High-Pressure Homogenization. *Journal of Food Science*, 74(7), E372-E381.
- Salgado, P.R., Ortiz, C.M., Musso, Y.S., Di Giorgio, L., Mauri, A.N., 2015. Edible Films and Coatings Containing Bioactives. *Current Opinion in Food Science*, 5, 86-92.
- Sallam, K.I., Ishioroshi, M., Samejima, K., 2004. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Garlic in Chicken Sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37(8), 849-855.
- Sanchez-Ortega, I., Garcia-Almendarez, B.E., Santos-Lopez, E.M., Amaro-Reyes, A., Barboza-Corona, J.E., Regalado, C., 2014. Antimicrobial Edible Films and Coatings for Meat and Meat Products Preservation. *The Scientific World Journal*, e1-18.
- Sato, K., Hegarty, G.R., 1971. Warmed-Over Flavor in Cooked Meats. *Journal of Food Science*, 36, 1098-1102.
- Schauss, A.G., Wu, X., Prior, R.L., Ou, B., Huang, D., Owens, J., Agarwal, A., Jensen, G.S., Hart, A.N., Shanbrom, E., 2006a. Antioxidant Capacity and Other Bioactivities of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe*

oleraceae Mart. (Açaí). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(22), 8604-8610.

Schauss, A.G., Wu, X., Prior, R.L., Ou, B., Patel, D., Huang, D., Kababick, J.P., 2006b. Phytochemical and Nutrient Composition of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(22), 8598-8603.

Schauss, A.G., 2010. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): A Macro and Nutrient Rich Palm Fruit from the Amazon Rain Forest with Demonstrated Bioactivities *in vitro* and *in vivo*. Bioactive Foods in Promoting Health, 479-490.

Shantha, NC, Decker, EA. 1994. Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of Lipid Hydroperoxides of Food Lipids. J. AOAC International 77: 421-424.

Shin, S.H., Chang, Y., Lacroix, M., Han, J., 2017. Control of Microbial Growth and Lipid Oxidation on Beef Product Using an Apple Peel-Based Edible Coating Treatment. LWT-Food Science and Technology, 84, 183-188.

Shimamura, T., Zhao, W.H., Hu, Z., 2007. Mechanism of Action and Potential for Use of Tea Catechin as an Anti-Infective Agent. Anti-Infective Agents in Medicinal Chemistry, 6, 57-62.

Shokri, S., Ehsani, A., 2017. Efficacy of Whey Protein Coating Incorporated with Lactoperoxidase and α -Tocopherol in Shelf Life Extension of Pike-Perch Fillets During Refrigeration. LWT-Food Science and Technology, 85, 225-231.

Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144-158.

Sivarooban, T., Hettiarachchy, N.S., Johnson, M.G., 2008. Transmission Electron Microscopy Study of *Listeria monocytogenes* Treated with Nisin in Combination with Either Grape Seed or Green Tea Extract. Journal of Food Protection, 71, 2105-2109.

Song, Y., Zheng, Q., 2014. Ecomaterials Based on Food Proteins and Polysaccharides. Polymer Reviews, 54, 514-571.

Soazo, M., Perez, L.M., Piccirilli, G.N., Delorenzi, N.J., Verdini, R.A., 2016. Antimicrobial and Physicochemical Characterization of Whey Protein Concentrate Edible Films Incorporated with Liquid Smoke. LWT-Food Science and Technology, 72, 285-291.

Sothornvit, R., Rhim, J-W., Hong, S-I., 2009. Effect of Nano-Clay Type on the Physical and Antimicrobial Properties of Whey Protein Isolate/Clay Composite Films. Journal of Food Engineering, 91(3), 468-473.

- Siripatrawan, U., Noipha, S., 2012. Active Film From Chitosan Incorporating Green Tea Extract for Shelf Life Extension of Pork Sausages. *Food Hydrocolloids*, 27, 102-108.
- Stahlberger, B., von Dach, W., 1977. Collagen-Containing Preparations. United States Patent, 4, 001, 442, Jan. 4.
- Sullivan, C.M., Lynch, A.M., Lynch, P.B., Buckley, D J., Kerry, J.P., 2004. Assessment of the Antioxidant Potential of Food Ingredients in Fresh, Previously Frozen and Cooked Chicken Patties. *International Journal of Poultry Science*, 3(5), 337-344.
- Tejero, J., Gayoso, S., Caro, I., Cordoba-Diaz, D., Mateo, J., Basterrechea, J.E., Girbes, T., Jimenez, P., 2014. Comparative Analysis of the Antioxidant and Free-Radical Scavenging Activities of Different Water-Soluble Extracts of Green, Black and Oolong Tea Samples. *Food and Nutrition Sciences*, 5(22), 2157-2166.
- Temiz H., Yeşilsu, A.F., 2006. Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2, 41-50.
- Tjaberg, T.B., Haugam, M., Nurmi, E., 1969. Studies on Discoloration of Norwegian Salami Sausages. In *Proceedings 15th European Meeting of Meat Research Workers*, 138).
- Tonon, R.V., Brabet, C., Hubinger, M.D., 2008. Influence of Process Conditions on the Physicochemical Properties of Açai (*Euterpe Oleraceae* Mart.) Powder Produced by Spray Drying. *Journal of Food Engineering*, 88, 411-418.
- Topuz, A., Dinçer, C., Torun, M., Tontul, İ., Şahin-Nadeem, H., Haznedar, A., Özdemir, F., 2014. Physicochemical Properties of Turkish Green Tea Powder: Effects of Shooting Period, Shading, and Clone. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 233-241.
- Tosati, J.V., Messias, V.C., Carvalho, P.I.N., Pollonio, M.A.R., Meireles, M.A.A., Monteiro¹, A.R., 2017. Antimicrobial Effect of Edible Coating Blend Based on Turmeric Starch Residue and Gelatin Applied onto Fresh Frankfurter Sausage. *Food Bioprocess Technology*, 10, 2165-2175.
- Tsuchiya, H., Sato, M., Miyazaki, T., Fujiwara, S., Tanigaki, S., Ohyama, M., 1996. Comparative Study on the Antibacterial Activity of Phytochemical Flavanones against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 50, 27-34.
- Umaraw, P., Verma, A.K., 2017. Comprehensive Review on Application of Edible Film on Meat and Meat Products: An Eco-Friendly Approach. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1270-1279.

- Unno, K., Furushima, D., Hamamoto, S., Iguchi, K., Yamada, H., Morita, A., Pervin, M., Nakamura, Y., 2019. Stress-Reducing Effect of Cookies Containing Matcha Green Tea: Essential Ratio among Theanine, Arginine, Caffeine and Epigallocatechin Gallate. *Heliyon*, 5(5), e01653.
- Ustunol, Z., 2009. Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer, New York, 245-268.
- Vieira, M.G.A., da Silva, M.A., dos Santos, L.O., Beppu, M.M., 2011. Natural-Based Plasticizers and Biopolymer Films: A Review. *European Polymer Journal*, 47, 254-263.
- Vigneron, M., Deparis, X., Deharo, E., Bourdy, G., 2005. Antimalarial Remedies in French Guiana: A Knowledge Attitudes and Practices Study. *Journal of Ethnopharmacology*, 98, 351-360.
- Vital, A.C.P., Guerrero, A., Monteschio, J.O., Valero, M.V., Carvalho, C.B., Filho, B.A.A., Madrona, G.S., Nunes do Prado, I., 2016. Effect of Edible and Active Coating (with Rosemary and Oregano Essential Oils) on Beef Characteristics and Consumer Acceptability. *PLOS One*, 11, e0160535.
- Vital, A.C.P., Guerrero, A., Kempinski, E.M.B.C., Monteschio, J.O., Sary, C., Ramos, T.R., Campo, M.M., Prado, I.N., 2018. Consumer Profile and Acceptability Of Cooked Beef Steaks with Edible and Active Coating Containing Oregano and Rosemary Essential Oils. *Meat Science*, 143, 153-158.
- Vu, T., Mgebrishvili, I., Hramova, V., Korotkova, A., Gorlov, I., 2017. The Analysis of the Using Efficiency Japanese Matcha Tea in the Fermented Milk Products Production. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 20, 86-91.
- Wang, Z., Hu, S., Gao, Y., Ye, C., Wang, H., 2017. Effect of Collagen-Lysozyme Coating on Fresh-Salmon Fillets Preservation. *LWT-Food Science and Technology*, 75, 59-64.
- Wang, Q., Lei, J., Ma, J., Yuan, G., Sun, H., 2018. Effect of Chitosan-Carvacrol Coating on the Quality of Pacific White Shrimp During Iced Storage as Affected by Caprylic Acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 123-129.
- Weiss, D.J., Anderton, C.R., 2003. Determination of Catechins in Matcha Green Tea by Micellar Electrokinetic Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1011(1-2), 173-180.
- World Health Organization (WHO), 2002. *World Health Reports 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Geneva: World Health Organization, 30 October, s. 248.

- Wu, J., Chen, S., Ge, S., Miao, J., Li, J., Zhang, Q., 2013. Preparation, Properties and Antioxidant Activity of an Active Film from Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Skin Gelatin Incorporated with Green Tea Extract. *Food Hydrocolloids*, 32, 42-51.
- Yamaguchi, K.K.L., Pereira, L.F.R., Lamarao, C.V., Lima, E.S., Veiga-Junior, V.F., 2015. Amazon Açaí: Chemistry and Biological Activities: A Review. *Food Chemistry*, 179, 137-151.
- Yang, H.J., Lee, J.H., Won, M., Song, K.B., 2016. Antioxidant Activities of Distiller Dried Grains with Solubles as Protein Films Containing Tea Extracts and their Application in the Packaging of Pork Meat. *Food chemistry*, 196, 174-179.
- Yang, Y., Sun, Y., Pan, D., Wang, Y., Cao, J., 2018. Effects of High Pressure Treatment on Lipolysis-Oxidation and Volatiles of Marinated Pork Meat in Soy Sauce. *Meat Science*, 145, 186-194.
- Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S., Siripatrawan, U., 2006. Effect of Chitosan Coating and Vacuum Packaging on the Quality of Refrigerated Grilled Pork. *Packaging Technology and Science*, 19(3), 149-157.
- Yüksel, A.K., Yüksel, M., Şat, İ.G., 2017. Determination of Certain Physicochemical Characteristics and Sensory Properties of Green Tea Powder (Matcha) Added Ice Creams and Detection of their Organic Acid and Mineral Contents. *The Journal of Food*, 42(2), 116-126.
- Zhang, H., He, P., Kang, H., Li, X., 2018. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Edible Coating Based on Chitosan and Bamboo Vinegar in Ready-to-cook Pork Chops. *LWT-Food Science and Technology*, 93, 470-476.
- Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y., 2010. Preservation Technologies for Fresh Meat-A Review. *Meat Science*, 86, 119-128.

EKLER

EK A. Duyusal Analiz Formu

Panelist numarası _____

Sayın Panelist,

Size toplamda **3 (üç)** adet **misket köfte** örneği sunulacaktır. Köfte örneklerini tatmaya başlamadan önce bir miktar su içiniz. Size sunulan köfte örneklerinin tadına ekmek parçalarıyla birlikte bakıp, örnekleri **RENK, DOKU, LEZZET** ve **GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK** açısından değerlendiriniz. Örnekler arasında bir miktar su içiniz. Örnekleri en beğendiğiniz örnekten başlayarak en az beğendiğiniz örneğe doğru sıralayınız.

RENK	Örnek Kodu	DOKU	Örnek Kodu
En çok beğendim	_____	En çok beğendim	_____
	_____		_____
En az beğendim	_____	En az beğendim	_____

LEZZET	Örnek Kodu
En çok beğendim	_____

En az beğendim	_____

GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK	Örnek Kodu
En çok beğendim	_____

En az beğendim	_____

Tercihinizin nedeni konusunda veya ürünün özellikleri hakkında yorum yapmak isterseniz aşağıdaki boş alanı kullanabilirsiniz.

Katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Damla BİLECEN ŞEN
Doğum Yeri ve Yılı : Elmadağ, 1991
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : dbilecen@mehmetakif.edu.tr



Eğitim Durumu

Lisans : SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (2009-2013).
Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2013-2016).
Doktora : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2016-).

Mesleki Deneyim

SDÜ Şarkikaraağaç MYO 2013-2014
MAKÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi 2017-

Yayınlar

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Atılğan, E., Bilecen, D., 2020. Effects of Partial and Complete Replacement of Added Phosphates with Encapsulated Phosphates on Lipid Oxidation Inhibition in Cooked Ground Meat During Storage. Food Science and Technology International.

Bilecen D., Kılıç, B., 2019. Determining the Effects of Encapsulated Polyphosphates on Quality Parameters and Oxidative Stability of Cooked Ground Beef During Storage. Food Science and Technology.

Kısa, Ç., Karagöz, E., Cici, G., Köker, Ö., Kılıç, B., Şimşek, A., Bilecen, D., Soyuçok, A., 2018. Effects of Pomegranate Peel and Propolis Powders and their Combinations on Physicochemical and Microbiological Properties of

Turkish Dry Fermented Sausage (Sucuk) with Various Nitrite Levels. Scientific Papers. Series D. Animal Science, Vol. LXI, ISSN 2285-5750, 275-282.

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Karaca, E., Bilecen, D., 2018. Improving Lipid Oxidation Inhibition in Cooked Beef Hamburger Patties During Refrigerated Storage with Encapsulated Polyphosphate Incorporation. LWT-Food Science and Technology, 92, 290-296.

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Atılğan, E., Bilecen, D., 2016. Impact of Added Encapsulated Phosphate Level on Lipid Oxidation Inhibition During the Storage of Cooked Ground Meat. Journal of Food Science, 81(2), 359-368.

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

Bilecen Şen, D., Kılıç, B., Demir, E., Başığit Kılıç, G., 2019. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Dekontaminasyon için Bazı Isıl Olmayan Teknolojilerin Kullanımı. The Journal of Food, 44(2), 202-215.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

Dev, P., Bilecen Şen, D., Ünal, Z.N., Nacar, M., Kartal, N., Başığit Kılıç, G., 2019. Süt Ürünlerinden İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. IV. European Conference on Science, Art and Culture (ECSAC) (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Bilecen Sen, D., Kilic, B., 2018. Use of Edible Films and Coatings in Meat and Meat Products. IX International Scientific Agriculture Symposium (Agrosym), Jahorina, Bosna Hersek (Tam Metin/Sözlü Sunum).

Alnakdali D., Özdana, M., Başığit Kılıç, G., Bilecen, D., 2018. Aloe Vera'nın Gıda Endüstrisinde Kullanımı. 1st International Health Science and Life Congress (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4291368).

Öztürk B., Kaya, B., Başığit Kılıç, G., Bilecen, D., 2018. Aloe Vera Bitkisinin Sağlık Alanındaki Uygulamaları. 1st international health Science and Life Congress (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4291375).

Bilecen, D., Kılıç B., Demir, E., Başığit Kılıç, G., 2017. Non-Thermal Applications Used in Meat Technology for Microbial Decontamination. 2. Uluslararası Turizm ve Mikrobiyal Gıda Güvenliği Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3807488).

Bilecen, D., Kılıç B., 2017. Farklı Baharat ve Türevlerinin Et ve Et Ürünlerinde Antimikrobiyal ve Antioksidan Olarak Kullanımı. 2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2017) (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3727023).

Bilecen, D., Bilgin, Ş., 2017. Evaluation of Microalgae as Carotenoid Source in Food Technology. I. International Symposium on Limnology and Freshwater fisheries. (Limnofish 2017), 216-216. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3621014).

Kısa, Ç., Karagöz, E., Cici, G., Köker, Ö., Kılıç, B., Şimşek A., Bilecen D., Yalçın H., Soyuçok, A., Tenderis, B., 2017. Effects of pomegranate peel and propolis extracts and their combinations on growth of *Staphylococcus aureus* in Turkish dry-fermented sausage (Sucuk). 3rd International Agriculture Congress (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3733773).

Bilecen, D., Kılıç B., 2017. Determining the Effects of Encapsulated Polyphosphates on Quality Parameters and Oxidative Stability of Cooked Ground Beef During Storage. The 6th International Congress on Food Technology (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3679371).

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Atılğan, E., Bilecen, D., 2017. Effects of Encapsulated and Unencapsulated Polyphosphates on Shelf Life and Quality Characteristics of Cooked Chicken Patties During Refrigerated Storage. The 6 th International Congress on Food Technology (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3733698).

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Atılğan, E., Bilecen, D., 2016. Improving Storage Stability of Cooked Beef Patties with Encapsulated Phosphate Incorporation. 2nd Congress on Food Structure Design (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3679335).

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Atılğan, E., Bilecen, D., 2016. Inhibition of Lipid Oxidation by Using a Combination of Encapsulated and Unencapsulated Polyphosphates in Cooked Ground Meat During Storage. AMSA 69th Reciprocal Meat Conference (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No:3679348).

Kılıç, B., Şimşek A., Claus, J.R., Atılğan, E., Bilecen, D., 2016. Impact of Added Encapsulated Phosphate Level on the Rate of Lipid Oxidation Inhibition During the Storage of Cooked Ground Meat. 61st International Congress of Meat Science and Technol (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3679307).

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Bilecen, D., Uzuner, U., Mert, N.M., Şimşek, A., Atılğan, E., Kılıç, B., 2013. Yaban Mersini ve Şalgamlık Havuç Ekstraktlarının Doğal Antioksidan Olarak Kullanımının Hamburger Köftelerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara (Özet Bildiri/Poster).