

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FÜME ALABALIK DERİSİNİN BALIK KÖFTESİ KAPLAMA  
MATERYALİ OLARAK KULLANIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PINAR DÜZARDUÇ**

**DENİZLİ, EYLÜL - 2021**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**FÜME ALABALIK DERİSİNİN BALIK KÖFTESİ KAPLAMA  
MATERYALİ OLARAK KULLANIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PINAR DÜZARDUÇ**

**DENİZLİ, EYLÜL - 2021**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**PINAR DÜZARDUÇ**

## ÖZET

**FÜME ALABALIK DERİSİNİN BALIK KÖFTESİ KAPLAMA MATERYALİ  
OLARAK KULLANIMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
PINAR DÜZARDUÇ  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. AYDIN YAPAR)  
DENİZLİ, EYLÜL - 2021**

Bu çalışmada tütsülenmiş alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) üretimi sırasında artık olarak açığa çıkan alabalık derisinden hazırlanmış olan kaplama materyali, balık köftesinde kaplama malzemesi olarak kullanıldı. Bu uygulama ile hem tütsülenmiş balık üretimi yapan işletmelerden artık olarak çıkan tütsülenmiş balık derilerinin değerlendirilmesi, hem de ülkemizde hali hazırda üretimi yapılmayan servise hazır balık köftelerinin geliştirilerek ürün çeşitliliğinin artırılması hedeflendi. Bu amaçla çalışmada, balık köfteleri kurutulup öğütülen tütsülemiş alabalık derisi ile kaplandı. Kaplama işleminden sonra derin yağda kızartılan örnekler vakum ambalajlanarak buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) 30 gün boyunca muhafaza edildi. Muhafaza sırasında köftelerde periyodik olarak kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyusal analizler yapıldı. Elde edilen veriler doğrultusunda; galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (GKK) örneğinin TBA değerinin (0,43 mg MA/kg) kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi (KDKK) örneğinden (0,36 mg MA/kg) yüksek olduğu, TVB-N değerindeki artışın ise her iki örnekte de aynı olduğu fakat depolama sonunda KDKK örneğinin (32,66 mg/100 g) TVB-N değerinin daha yüksek olduğu belirlendi. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre muhafaza boyunca her iki örnek grubunda da toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayılarında artış olduğu, depolamanın 20. gününde tüketilebilir sınır değerinin aşıldığı görüldü. Depolama sürecinde yapılan renk analizi sonucunda GKK örneğinde L, a ve b değerlerinin değişmediği, KDKK örneğinde ise bu değerlerin arttığı saptandı. Tekstür analizinde kaplama türüne bağlı olarak çignenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinin KDKK örneğinde daha yüksek olduğu belirlendi. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre KDKK örneğindeki genel beğenin GKK örneğine göre kısmen daha yüksek olduğu tespit edildi. Tüm analiz sonuçları doğrultusunda balık derisi ile kaplanan köfte örneklerinin gıda maddesi olarak kullanımının bir dezavantaj teşkil etmediği, ayrıca önemli derecede protein içerdiği görüldü.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Tütsüleme, gökkuşağı alabalığı, deri, kaplama, balık köftesi, raf ömrü

## ABSTRACT

**THE USE OF SMOKED TROUT SKIN AS FISH BALL COATING  
MATERIAL  
MSC THESIS  
PINAR DÜZARDUÇ  
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
FOOD ENGINEERING  
(SUPERVISOR:PROF. DR. AYDIN YAPAR)  
DENİZLİ, SEPTEMBER 2021**

In this study, the smoked material prepared from the trout skin, which is leftover during the production of smoked trout (*Oncorhynchus mykiss*), was used as a coating material on fish balls. In this study, it was aimed to evaluate the smoked fish skin, which is produced as waste from the smoked fish factories and to increase the product variety by developing ready-to-serve fish balls, which are not currently produced in our country. For this purpose, fish balls were coated with dried and coated smoked trout skin. After the coating process, deep-fried samples were vacuum packed and stored in refrigerator ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) for 30 days. Chemical, physical, microbiological and sensory properties of the samples were investigated during storage. Thiobarbituric acid (TBA) value (0,43 mg MA/kg) of control sample of fish ball coated with bread crumbs (FBCBC) was higher than smoked fish skin coated samples (0,36 mg MA/kg) it was determined that total volatile basic nitrogen (TVB-N) values were increased for all samples, but smoked fish skin coated samples (SFSCFB) were higher than the control sample at the end of the storage. Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) counts of the two sample groups were increased during storage, and TAMB counts of the samples were exceed the legal limit on 20th day of the storage. As a result of the color analysis, the L, a and b values were not changed in the control sample, but these values were increased in the SFSCFB sample. It was determined that the chewiness and gumminess values were higher in the SFSCFB sample depending on the coating type. According to the results of the sensory analysis, it was determined that the overall acceptability the SFSCFB sample was partially higher than the control sample. As a results of the analysis, it was observed that the fish ball samples coated with fish skin were not a disadvantage to be used as food, and also contained a significant amount of protein.

**KEYWORDS:** Smoking, rainbow trout, skin, coating, fish ball, shelf life

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİL LİSTESİ .....	v
TABLO LİSTESİ .....	vi
SEMBOL LİSTESİ .....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Balık Etinin Beslenmedeki Yeri ve Değerlendirilmesi .....	3
1.2 Su Ürünlerine Uygulanan Tütsüleme Teknolojisi ve Oluşan Yan Ürünler.....	5
1.3 Balık Eti ve İşleme Yan Ürünlerinin Değerlendirilmesi .....	8
1.3.1 Yenilebilir Kaplama Çeşitleri .....	8
1.3.1.1 Polisakkarit Esaslı Kaplamalar .....	9
1.3.1.2 Protein Esaslı Kaplamalar .....	10
1.3.1.3 Lipit Esaslı Kaplamalar .....	11
1.3.2 Yenilebilir Kaplama Yöntemleri .....	12
1.3.2.1 Ön Unlama .....	12
1.3.2.2 Sıvı Kaplama .....	12
1.3.2.3 Kuru Kaplama .....	13
1.4 Tezin Amacı .....	13
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>21</b>
3.1 Materyal.....	21
3.1.1 Kaplama Materyalinin Hazırlanması .....	21
3.1.2 Balık Köftelerinin Hazırlanması .....	23
3.2 Metot .....	25
3.2.1 Analiz yöntemleri .....	25
3.2.1.1 Kimyasal Analizler.....	26
3.2.1.1.1 Nem Analizi .....	26
3.2.1.1.2 Kül Analizi.....	26
3.2.1.1.3 Yağ Analizi .....	26
3.2.1.1.4 Protein Analizi .....	27
3.2.1.1.5 Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi.....	27
3.2.1.1.6 Tiyobarbitürik Asit (TBA) Analizi .....	27
3.2.1.2 Mikrobiyolojik Analizler .....	28
3.2.1.2.1 Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı.....	28
3.2.1.2.2 Toplam Maya-Küf (TMK) Sayımı .....	29
3.2.1.2.3 Toplam Koliform Grubu Bakteri (TKGB) Sayımı .....	29
3.2.1.2.4 Toplam Psikrotrof Bakteri (TPB) Sayımı.....	29
3.2.1.3 Fiziksel Analizler .....	30
3.2.1.3.1 Yapışan Kaplama Oranı, Pişirme Kaybı ve Son Ürün Verimi Hesaplamaları.....	30
3.2.1.3.2 Tekstür Analizi .....	30
3.2.1.3.3 Renk Analizi .....	31

3.2.1.4	Duyusal Analiz.....	31
3.2.1.5	İstatistiksel Analiz.....	32
<b>4.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>33</b>
4.1	Hammadde Analizleri.....	33
4.1.1	Kimyasal Analiz Sonuçları .....	33
4.1.2	Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları .....	36
4.2	Köfte Hamurunda Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	38
4.3	Kaplama İşlemi Uygulanan Köfte Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analiz Sonuçları .....	39
4.3.1	Temel Kimyasal Kompozisyondaki Değişim .....	39
4.3.2	TBA (Tiyobarbütirik Asit) Değerindeki Değişim .....	42
4.3.3	TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) Değerindeki Değişim .....	46
4.4	Kaplanan Köfte Örneklerinin TAMB Sayısındaki Değişim .....	49
4.5	Kaplanan Köfte Örneklerinin TPB Sayısındaki Değişim.....	52
4.6	Kaplanan Köfte Örneklerinin TMK Sayısındaki Değişim .....	54
4.7	Kaplanan Köfte Örneklerinin TKGB Sayısındaki Değişim .....	57
4.8	Yapışan Kaplama Oranı, Pişirme Kaybı ve Son Ürün Verimi Sonuçları.....	58
4.9	Kaplanan Köfte Örneklerinin Tekstür Profil Analiz Sonuçları .....	59
4.10	Kaplanan Köfte Örneklerinde Renk Değişimi .....	64
4.11	Kaplanan Köftelerin Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	70
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>76</b>
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>81</b>
<b>7.</b>	<b>EKLER.....</b>	<b>98</b>
	EK1: Kaplanmış Balık Köftesi Duyusal Değerlendirme Formu .....	98
<b>8.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>99</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1: Kaplama Materyali Üretim Akım Şeması .....	22
Şekil 3.2: Kurutma İşlemi Sonrası Alabalık Derisi .....	22
Şekil 3.3: Kaplanmış Alabalık Köftesi Üretim Akım Şeması .....	24
Şekil 3.4: Kaplama İşlemi Sonrası Köfte Örnekleri .....	25
Şekil 3.5: Pişirme İşlemi Sonrası Kaplanmış Köfte Örnekleri .....	25



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 1.1:</b> Temel tütsü bileşenleri.....	7
<b>Tablo 3.1:</b> Balık köftesi formülasyonu.....	23
<b>Tablo 4.1:</b> Üretimde kullanılan hammaddelerin temel kimyasal kompozisyonu .....	33
<b>Tablo 4.2:</b> Üretimde kullanılan hammaddedeki TAMB, TMK, TPB ve TKGB sayımı sonuçları (log kob/g).....	37
<b>Tablo 4.3:</b> Köfte hamurlarında sayımı gerçekleştirilen mikroorganizma gruplarının sayısal sonuçları (log kob/g).....	39
<b>Tablo 4.4:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftelerinin temel kimyasal kompozisyonu (%) .....	39
<b>Tablo 4.5:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen TBA (mg malonaldehit/kg) değerlerindeki değişim.....	39
<b>Tablo 4.6:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen TVB-N (mg/100 g) değerlerindeki değişim .....	46
<b>Tablo 4.7:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında belirlenen TAMB sayısının (log kob/g) zamana bağlı değişimi .....	49
<b>Tablo 4.8:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen TPB sayısının (log kob/g) zamana bağlı değişimi.....	52
<b>Tablo 4.9:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen TMK sayısının (log kob/g zamana bağlı değişimi .....	55
<b>Tablo 4.10:</b> Galeta unu ve kurutulmuş, öğütülmüş balık derisi ile kaplanarak kızartılan alabalık köftelerinin yapışan kaplama oranı (%), pişirme kaybı (%) ve son ürün verimi (%) değerleri.....	58
<b>Tablo 4.11:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen tekstürel değerlendirme özelliklerinin zamana bağlı değişimi .....	62
<b>Tablo 4.12:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen balık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen dış renk değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	68
<b>Tablo 4.13:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen balık köftesi örneklerinin buzdolabı	

koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen iç renk değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	68
<b>Tablo 4.14:</b> İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen balık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafazası sırasında duyu özelliklerine ait ortalama test puanları .....	74

## SEMBOL LİSTESİ

<b><i>a</i></b>	:	CIELAB Renk Skalasında Kırmızılık Değeri
<b><i>aw</i></b>	:	Su Aktivitesi
<b><i>b</i></b>	:	CIELAB Renk Skalasında Sarılık Değeri
<b>CMC</b>	:	Karboksimetil Selüloz
<b>DRBC</b>	:	Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol
<b>F</b>	:	Normalite Faktörü
<b>g</b>	:	Gram
<b>GKK</b>	:	Galeta Unu ile Kaplanmış Balık Köftesi
<b>GU</b>	:	Galeta Unu
<b>HCl</b>	:	Hidroklorik Asit
<b>HPC</b>	:	Hidroksipropil Selüloz
<b>HPMC</b>	:	Hidroksipropil Metil Selüloz
<b>KDKK</b>	:	Kurutulmuş Balık Derisi ile Kaplanmış Balık Köftesi
<b>kg</b>	:	Kilogram
<b>kob</b>	:	Koloni Oluşturan Birim
<b>L</b>	:	Parlaklık
<b>log</b>	:	Logaritma
<b>M</b>	:	Molarite
<b>MA</b>	:	Malonaldehit
<b>MC</b>	:	Metil Selüloz
<b>MgO</b>	:	Magnezyum Oksit
<b>mJ</b>	:	Milijoule
<b>mL</b>	:	Mililitre
<b>mm</b>	:	Milimetre
<b>N</b>	:	Newton
<b>N</b>	:	Normalite
<b>°C</b>	:	Santigrat Derece
<b>PCA</b>	:	Place Count Agar
<b>pH</b>	:	Aktif Asitlik (hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması)
<b>PU</b>	:	Patates Unu
<b>SF</b>	:	Seyreltme Faktörü
<b>sn</b>	:	Saniye
<b>TAMB</b>	:	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
<b>TBA</b>	:	Tiyobarbitürik Asit
<b>TBARS</b>	:	Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
<b>TBD</b>	:	Tütsülenmiş Balık Derisi
<b>TCA</b>	:	Trikloroasetik Asit
<b>TKBD</b>	:	Tütsülenmiş Kurutulmuş Balık Derisi
<b>TKGB</b>	:	Toplam Koliform Grubu Bakteri
<b>TMA</b>	:	Trimetilamin
<b>TMK</b>	:	Toplam Maya-Küf
<b>TPA</b>	:	Tekstür Profili Analizi
<b>TPB</b>	:	Toplam Psikrotrofik Bakteri
<b>TÜ</b>	:	Tütsülenmiş Balık Eti
<b>TVB-N</b>	:	Toplam Uçucu Bazik Azot
<b>TZ</b>	:	Taze Balık Eti
<b>VRBA</b>	:	Violet Red Bile Agar

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans hayatım boyunca beni her alanda yönlendirip fikir vererek kendimi geliştirmemde çok büyük pay sahibi olan ve kendisiyle çalışmaktan her zaman onur ve gurur duyduğum kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Aydın YAPAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında her konuda bilgi, deneyim ve fikirlerini esirgemeyen çok kıymetli Sayın Doç. Dr. İlyas ÇELİK hocama, tez çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen diğer tüm bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında hem manevi açıdan hem de fikir ve eylemleriyle beni sürekli destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli yüksek lisans arkadaşlarım Murat KUMRAL ve Fatma MENZEK'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmasında hammadde olarak kullanılan tüm balık materyallerinin temininde yardımlarını esirgemeyen, Denizli ilinde faaliyet gösteren "ÖZPEKLER SU ÜRÜNLERİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ."nin kurucusu Mustafa ÖZPEK başta olmak üzere, şirket yöneticileri Osman ÖZPEK ve Yasin ÖZPEK'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her alanda destek ve yardımlarını esirgemeyen, sürekli güvenle arkamda duran çok kıymetli annem Ayşe DÜZARDUÇ ile babam Cemal DÜZARDUÇ'a sonsuz teşekkür ediyorum.

# 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışı ve toprağa dayalı gıda kaynaklarının sınırlı olması gıda üretiminde alternatif kaynakların aranmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte yetersiz beslenmenin en önemli nedenlerinin başında gelen hayvansal proteine olan ihtiyaç da artmaktadır. Mevcut doğal kaynakların en faydalı düzeyde kullanılması, elde edilen ürünün mümkün olduğunca iyi değerlendirilmesi ve insan tüketimine sunulması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle alternatif üretim potansiyeline sahip su ortamının hem gıda ihtiyacını hem de hayvansal protein kaynaklarını karşılamada önemli bir yere sahip olduğu kuşkusuzdur. Dolayısıyla bir taraftan gıdaya olan ihtiyacın artışı, diğer taraftan da üretilecek gıdanın sağlıklı beslenmenin gereklerini karşılaması isteği, su ürünleri üretimini cazip hale getirmektedir. Bu gerekçelerle günümüzde su ürünlerine olan talep artış göstermektedir (Gündüz ve diğ. 2018).

İnsan beslenmesinde hayvansal kökenli gıdalar oldukça önemlidir. Hayvansal proteinin en önemli kaynaklarından biri olması nedeniyle, balık eti her yaş grubundan bireyin yeterli miktarda tüketmesi gereken gıdalar arasında yer almaktadır.

Gelişen teknoloji ve yaşam şartlarının iyileşmesi ile toplumda çalışan kadın sayısının artması, insanları birçok alanda daha kolay uygulamalara yönlendirmiştir. Buna bağlı olarak günlük yeme ihtiyaçlarını karşılamak için pratik şekilde hazırlanabilen ve kaliteli gıdaların tüketimi giderek daha fazla kabul görmektedir. Gıda üreticileri ürettikleri ürün çeşitlerinde hızlı hazırlanabilen, maliyeti düşük, dayanımı ve beslenme kalitesi yüksek gıdalara daha fazla yer vermeye başlamışlardır (Gennadios ve diğ. 1997).

Tüketime hazır gıdalar, uygun işleme tekniği ve yöntemlerin uygulanarak belirli dayanma süresine sahip, doğrudan ya da ısıtılıp tüketilebilen, aynı zamanda bazı tüketimi teşvik edici maddelerin de ilave edilebildiği yemek olarak kabul edilen ürünlerdir. Su ürünleri de tüketime hazır gıda olarak işlenip değerlendirilebilecek özelliklere sahiptir. Önceleri sadece geleneksel yöntemlerle pişirilerek

değerlendirilen balık ve diğer su ürünleri, bugün değişik şekillerde işlenerek tüketicilere sunulmaktadır (Ersoy ve Yılmaz 2003).

Türk Mutfağının yöresel yemeklerinin başında farklı hammaddeler kullanılarak üretilen köfteler gelmektedir. Köfteler, Türkiye’de coğrafi bölgeleri, sosyal yapıyı ve çevrenin özelliğini yansıtan geleneksel ürünlerdir. Çocuklar başta olmak üzere her yaştaki bireyin severek tükettiği bu ürün grubu, çeşitli malzemelerle hazırlanarak tüketime sunulmaktadır. Özellikle hayvansal protein ihtiyacını karşılamak amacıyla balık eti tüketimini arttırmaya yönelik olarak üretilecek olan balık köftesi hem besleyiciliği hem de ürün çeşitliliği açısından önemli bir ürün olma potansiyeli taşımaktadır.

Su ürünlerinde kalite kayıplarının en aza indirilmesi için saklama koşullarının belirlenmesi ve raf ömrünün uzatılması, önemli çalışma konuları arasında yerini almıştır. Bu amaç doğrultusunda geleneksel yöntem olarak soğukta muhafaza, kimyasal koruyucu uygulamaları kullanılmakla birlikte, son dönemlerde geliştirilen ışınlama, modifiye atmosferde paketlenme, yüksek basınç gibi teknolojiler de kullanılmaktadır (Çadırcı ve Göncüoğlu 2008, Aldemir 2013).

Gıdaların işlenmesi ve muhafaza edilmesi aşamasında uygun depolama koşullarının sağlanması, gıdaların raf ömrünü uzatmaya önemli katkı sağlamaktadır. Bu sayede bozulmayı yavaşlatmak ve mikrobiyal bulaşmaları engellemek mümkün olabilmektedir. Bu amaca hizmet eden yeni bir uygulama yenilebilir film ve kaplamalardır (Miller ve Krochta 1997). Bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilebilen yenilebilir film ve kaplamalar gıda maddesinin raf ömrünü uzatmak, kalite kayıplarını ve bozulma reaksiyonlarını azaltmak ya da önlemek için kullanılmaktadır. Ayrıca duyu özellikleri korumak gibi birçok fonksiyonel özelliği de bünyesinde barındırması nedeniyle gıda üretimi için önemli bir malzemedir (Bourtoom 2008, Kılınççeker ve Hepsağ 2010). Bu uygulama ile et ürünlerinde lipit oksidasyonunun engellenmesi, meyve ve sebzelerde depolama sırasında solunumu yavaşlatarak olgunlaşmanın geciktirilmesi, ayrıca kaplanmış ürünlerde nem kaybının azaltılarak pişirme veriminin artırılması gibi olumlu sonuçlar elde edilebilmektedir. Aynı zamanda uygulandıkları gıdalarda su, aroma maddeleri, pigmentler, vitamin kayıpları ve kararım tepkimelerini önleyici kimyasal bileşikler ürünün bünyesinde tutması nedeniyle yenilebilir filmler daha cazip hale gelmektedir. Bunlarla birlikte

kaplama materyalleri kızartılan ürünlerde nem ve yağ emilimini kontrol etmekte, ürüne yeni bir renk ve aroma kazandırmaktadır. Tüm bu sebepler doğrultusunda işlenmiş et ve balık ürünlerinin bir bölümü uygun materyaller ile kaplanıp paketlenerek tüketime sunulmaktadır. (Dursun ve Erkan 2009, Kılınççeker ve Hepsağ 2010, Karahan ve diğ. 2020). Kaplanmış ürünlerin giderek daha fazla talep görmesi, bu konuda alternatif kaplama yöntemi ve kaplama malzemesi kullanımına yönelik arayışları öne çıkarmaktadır.

Yüksek oranda protein, mineral, vitamin ve nitelikli yağ asitlerini de ihtiva etmesi nedeni ile balık işleme artıkları, çeşitli işlemlerden geçirilerek birçok endüstriyel alanda kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Ayrıca bazı gıdaları zenginleştirmek amacı ile alternatif destek kaynaklarına da dönüştürülebilmektedir (Taşkaya ve diğ. 2003). Biyolojik değeri yüksek bir gıda kaynağı olan balığın, özellikle çocukların tüketebileceği ürünlere dönüştürülmesi ile hem balık etinin hem de işleme sırasında ortaya çıkan tüketilebilir nitelikteki artıkların, katma değeri yüksek işlenmiş ürünler şeklinde değerlendirilmesi şeklindeki alternatif yaklaşımlar önemli katkılar sağlayacaktır.

### **1.1 Balık Etinin Beslenmedeki Yeri ve Değerlendirilmesi**

Hayvansal kökenli gıdaların yeterli ve dengeli şekilde tüketilmesi, özellikle çocuk ve genç yaştaki nüfusun zihinsel ve bedensel gelişimi açısından oldukça önem arz etmektedir. Protein, yağ, mineral madde ve bazı vitaminler bakımından zengin olan balık etleri, diğer et gruplarına nazaran daha az bağ doku içermesi nedeniyle pişirildiklerinde yumuşak ve kolayca tüketilebilecek bir yapıya sahip olurlar. Bu nedenle özellikle çocuklar tarafından hem rahatlıkla tüketilebilmesi hem de kolay sindirilebilmesi açısından oldukça avantajlı bir gıda kaynağıdır (Gündüz ve diğ. 2018).

Su ürünleri sektörü gerek mevcut doğal kaynak potansiyeli gerekse yetiştiricilik faaliyetleri açısından önemli yere sahiptir. Su ürünleri üretiminde sürdürülebilirlikten bahsederken, özellikle işleme sektöründeki sürdürülebilirlik alternatifleri arasına, su ürünleri işleme atıklarının değerlendirilmesiyle sağlanan tüketilebilir ürün çeşitleri yerleştirilebilir (Gündüz ve diğ. 2018).

İnsanların tüketimine sunulan su ürünlerinin yalnızca %20-50'si yenilebilir kısım olarak doğrudan değerlendirilmekte, işlenmesi sırasında açığa çıkan atıklar dünya genelinde yaklaşık 20 milyon tona ulaşmakta ve bu kısımlar çoğu kez uygun şekilde değerlendirilememektedir (Pal ve Suresh 2016).

Uygun şekilde değerlendirilemeyen atıklar su, toprak ve atmosferin kirlenmesine neden olarak, insan sağlığı için de risk teşkil etmektedir (Lovea ve diğ. 2015). Oysaki açığa çıkan bu atıklar jelatin, kollajen, protein, peptid, kitin, vitamin, mineral, yağ ve pigment gibi önemli bileşikleri bünyesinde bulunduran değerli birer kaynaktır. Balık yemi, sos, jelatin, yenilebilir film üretimi, biyoyakıt, enzim ve peptid elde edilmesinde su ürünleri işleme atıkları kullanılabilir. Bunun yanında inşaat, tarım ve su arıtımı gibi sektörlerde kullanımı bulunmaktadır. Bunun gibi birçok kullanım alanı bulunan atıkların uygun şekilde değerlendirilmesi ile hem ülke ekonomisine katkı sağlamak hem de su ürünleri sektörünün gelişmesi için ortam hazırlamak mümkün olabilecektir (Arvanitoyannis ve Kassaveti 2008, Shahidi ve Ambigaipalan 2015, Pal ve Suresh 2016).

FAO (Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı) (2014) verilerine göre dünyada tüketilen su ürünlerinin %46'lık kısmı taze-soğutulmuş şekilde değerlendirilirken, %54'lük kısmı farklı teknolojiler kullanılarak işlenen ürünler halinde tüketime sunulmaktadır. Su ürünlerinin işlenerek değerlendirilmesi süreçlerinde kullanılan hammaddelerin yapısal özellikleri ve işleme şekilleri göz önüne alındığında, farklı yan ürünler açığa çıkmaktadır. Bu yan ürünler baş, iç organlar, deri, yüzgeç, omurga ve kırıntı et gibi kısımlardır. Ürünlerin işlenmesi sırasında değişik oranlarda açığa çıkan bu kısımlar fileto balıkların tuzlama ve tütsüleme ürünlerinin üretiminde %50-75, balık konservesi üretiminde %30-65 oranında olurken, eklem bacaklılarda bu oran %50-60, çift kabuklularda ise %20-50 arasında değişmektedir (Dekkers ve diğ. 2011). Bu atıklar ciddi kirlilik kaynağı olmakla birlikte, bertaraf edilmesi de zordur. Aslında oldukça yüksek protein içeriğine sahip bu atıklar balık yemi, balık silajı, gübre gibi piyasa değeri düşük ürünlere işlenmektedirler (Hsu 2010, FAO 2017). Balık yan ürünlerinin insan tüketimi için değerlendirilmesi dünya su ürünleri endüstrisindeki yüksek öncelikli alanlar arasında yer almaktadır. Türkiye'de de yalnızca gübre, hayvan yemi ve balık silajı şeklinde işlenerek değerlendirilmeye



çalışılan bu yan ürünler modern teknolojiler kullanılarak daha değerli hale getirilebilir, bu şekilde ekonomiye olan katkı daha fazla olabilir.

## **1.2 Su Ürünlerine Uygulanan Tütsüleme Teknolojisi ve Oluşan Yan Ürünler**

Su ürünleri grubu içinde yer alan balık eti, yüksek oranda protein içermesi, doğada bulunan amino asitlerin birçoğunu dengeli oranda barındırması, vitamin yönünden zengin olması ve biyolojik değerinin yüksek olması nedeniyle haftalık diyetle en az üç kez bulundurulması tavsiye edilen oldukça yararlı bir gıda grubudur. Tüm bu özelliklerinin yanı sıra bağ doku miktarının diğer et ürünlerine göre düşük olması nedeniyle oldukça kolay sindirilebilmektedir. Ancak sahip olduğu düşük bağ doku miktarı, yüksek su oranı ve enzim aktivitesi nedeniyle balık eti oldukça kolay bozulabilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle balıkların pazarlanması sınırlanmaktadır. Oldukça hızlı bozulan balık etinin daha geniş kitlelere ulaştırılması, raf ömrünün uzatılması, farklı tada sahip ürünlerin üretilmesi, tüketim çeşidinin ve miktarının artırılması için çeşitli işleme teknikleri kullanılmaktadır. Balıkların işlenmesinde tuzlama, kurutma, tütsüleme, marinasyon, konserve gibi geleneksel yöntemler kullanılmakla beraber, kullanılan bu yöntemler arasında oldukça gelişme gösteren tütsüleme yöntemi dünyanın her yerinde uzun yıllardır yaygın kullanım alanına sahiptir (Özden ve Gökoğlu 1997, Kose ve Erdem 2004, Varlık ve diğ. 2004, Ayas 2006, Atar ve Alçıçek 2009).

Bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden birisi olan tütsüleme işlemi, dünyanın pek çok yerinde ateşin kullanılmaya başlanmasından itibaren uygulanan geleneksel bir yöntem haline gelmiştir. Arkeolojik bulgular tütsüleme işleminin 90.000 yıl öncesine dayandığını gösterse de modern anlamda ilk defa Orta çağda kullanılmıştır (Toth ve Potthast 1984, Stolhywo ve Sikorski 2005). Kuzey Avrupa ülkelerinde sıklıkla kullanılan tütsüleme teknolojisi özellikle su ürünleri alanında yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. İngiltere, Norveç, Kanada, Japonya, Hollanda ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkeler tütsülenmiş ürünleri en çok tüketen ülkeler arasında yer almaktadırlar. Diğer taraftan artan ihtiyacı karşılamak amacıyla tütsülenmiş su ürünlerinin üretiminde de her geçen gün artış

gözlenmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Günlü 2007, Kaba ve diğ. 2009). Türkiye’de tütüleme teknolojisi ve tütülenmiş ürün tüketimi bahsi geçen ülkelere göre daha sınırlı kalmaktadır (Gümüş ve diğ. 2009).

Tütülenmiş ürün, kışın yaprağını döken sert ağaçların odun talaşından elde edilen duman ile üretimde kullanılacak hammaddelerin belirli teknikler kullanılarak işlenmesiyle elde edilen ürünlere denir. Tütüleme teknolojisinde amaç, tütü dumanının ürüne sağladığı renk, aroma ve tadın yanı sıra antioksidan ve antimikrobiyal özelliği nedeniyle gıdanın kalitesinin korunması ve raf ömrünün arttırılmasını sağlamaktır (Gökoğlu 2002, Lingbeck ve diğ. 2014). Bu yöntemin en çok uygulandığı ürünler arasında yer alan su ürünleri ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda, tütü dumanında bulunan antioksidanların ve kimyasal bazı bileşiklerin etteki bozulma reaksiyonlarını yavaşlatarak ürünün muhafaza süresini uzattığı bildirilmektedir (İzci ve Ertan 2004).

Tütüleme teknolojisinin her bir aşaması, ürün üzerinde olumlu etkiler bırakmaktadır. Tütüleme işleminin ilk aşaması olan tuzlama işlemiyle ürüne aroma vermenin yanı sıra balık eti içindeki suyun önemli bir kısmı uzaklaştırılmaktadır. Bu işlemle birlikte hem mikrobiyal gelişim için gerekli olan su miktarı azaltılmış hem de protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkımlanması yavaşlatılmış olmaktadır (Asita ve Campbell 1990, Loje ve diğ. 2007).

Tütülenmiş ürünlerde mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi ve oksidasyon reaksiyonlarının en aza indirilebilmesi, tütü temel bileşenleri arasında yer alan fenolik bileşikler, karboniller, organik asitler ve alkollerin etkisi sonucu meydana gelmektedir (Muratore ve diğ. 2007). Tütülenmiş gıdalardaki spesifik tütü tadı %66 fenoller, %14 karboniller ve %20 ise diğer tütü bileşikleri tarafından sağlanmaktadır (Kaba ve diğ. 2009).

Balıklara ve diğer su ürünlerine uygulanan tütüleme işlemi, elde edilen ürünün duyuşal ve tekstürel özelliklerini etkilemektedir. Son ürünün kalitesindeki değişime neden olan asıl faktör ise tütü bileşenleridir. Odun cinsi, yanma sıcaklığı, yanma ortamındaki koşullar ve bu ortama verilen hava miktarı tütü bileşenlerini etkilemektedir. Temel tütü bileşenleri değişik moleköl gruplarından oluşmaktadır.

Tablo 1.1’de odunların yanması ile oluşan temel tütsü bileşenlerini oluşturan molekül grupları yer almaktadır.

**Tablo 1:1.** Temel tütsü bileşenleri

ASİTLER	FENOLLE	KARBONİLE	HİDROKARBONLA	ALKOLLE
Formik	Şiringol	Formaldehit	Benz(a)pren	Etanol
Asetik	Gayakol	Propiyonaldehit	Benzantresen	Metanol
Butirik	Asetovanili	Furfuraldehit	Dibenz antresen	Propilalkol
Kaprilik	Ksilenol	Oktilaldehit	Piren	Osobutilalko
Oksalik	Vailin	Akrolein	4 metil piron	Stearilalkol
Propiyoni	Maltol	Metil etil keton	Flueron	Setil alkol

Balıkların tütsülenmesinde genel olarak üç farklı tütsüleme yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar soğuk tütsüleme, sıcak tütsüleme ve sıvı tütsülemedir.

Soğuk tütsüleme 20-30°C arasındaki düşük sıcaklık derecesinde uygulanan bir yöntemdir. Bu uygulamada sıcaklığın 30°C’yi geçmesi hiçbir zaman istenmemektedir. Sıcaklık ayarlamasının iyi yapılması uygun tütsü lezzetinin korunması için oldukça önemli bir parametredir. Uygun sıcaklık değerinin üzerine çıkılması durumunda üründe kokuşma meydana gelmektedir. Ürüne uygulanacak tütsüleme süresi ise birkaç saatten birkaç güne kadar değişebilmektedir. (Kolsarıcı ve Özkaya 1998, Varlık ve diğ. 2004, Patır ve Duman 2006). Soğuk tütsüleme işleminde dumanın kurutucu ve konserve edici özelliği balığın yüksek oranda tuz ve düşük oranda su içermesi özelliği ile birleşerek ürünün daha uzun süre dayanmasını sağlar (Gökoğlu 2002).

Sıcak tütsüleme 30-120°C aralığında uygulanan, ürün iç merkez sıcaklığının ise 60-70°C’ye ulaşması esasına dayanan bir işlemdir. Lezzet olarak en çok kabul gören teknikler arasında olan sıcak tütsüleme işlemi, uygulama olarak ülkeden ülkeye farklılık gösterse de odun ve talaş ateşinin boğulması sonucu açığa çıkan sıcak dumanda ürünün pişmesi temeline dayanmaktadır. Tütsüleme süresi uygulanan sıcaklığa bağlı olarak 3-8 saat arasında değişkenlik göstermektedir. Sıcak tütsüleme işleminde kullanılacak materyalin yağ içeriğinin yüksek olması ürün kalitesini olumlu şekilde etkilemektedir. Ham materyalin balık olması durumunda yağ içeriği %10’dan yüksek olan balıklar tercih edilmektedir. Sıcak tütsü uygulanan ürünlerde tuz içeriğinin düşük, su içeriğinin ise yüksek olması nedeniyle soğuk tütsü uygulanan ürünlere göre bozulma daha erken görülmektedir. Fakat sıcak tütsüleme sonucunda

elde edilen ürünler soğuk tütsü uygulanan ürünlere göre daha lezzetli olmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Varlık ve diğ. 2004, Kaya 2006, Çaklı 2007).

Odunun damıtılması sonucu elde edilen ve dumanın içindeki kimyasal bileşikleri içeren odun sıvısı kullanılarak uygulanan sıvı tütsüleme yöntemi, dumanlamadan hemen önce ürünler üzerine püskürtülerek uygulanan bir işlemdir. Sıvı dumanlama maddesi belirli oranlarda sirke ve sitrik asit ile seyreltilerek uygulanmaktadır. Seyreltme işleminde %20-30 sıvı tütsü maddesi, %5 sirke veya sitrik asit, %65-75 oranında su kullanılmaktadır. Püskürtme işlemi haricinde çözelti içine daldırılarak da uygulanabilen bu yöntemin amacı ürüne aroma vermektir. Ancak bu yöntem püskürtme kadar başarılı sonuçlar vermemektedir (Kundakçı 1979, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

### **1.3 Balık Eti ve İşleme Yan Ürünlerinin Değerlendirilmesi**

Balıkların farklı ürünlere işlenmesi süreçlerinde, hammaddeden başlayarak son ürüne kadar geçen sürede balığa ait değişik doku ve organlar artık ya da atık olarak açığa çıkmaktadır. Asıl üretimi yapılan ürün haricindeki bu yapılar değerlendirildiğinde katma değer yaratılarak ekonomik gelir elde edilebilmektedir. Bu yan ürün değerlendirme alternatiflerinden birisi de tütsüleme işlemi sonunda artık olarak oluşan kırıntı balık etleri ve balığın derisidir. Özellikle balık derisi, tüketime hazır gıdalar arasında yer alan kaplanmış gıdaların hazırlanmasında kullanım potansiyeline sahiptir. Gıdaların kaplanmasında kullanılan yenilebilir film ve kaplama çeşitlerinin farklı uygulamaları pratikte kullanılmaya başlanmıştır.

#### **1.3.1 Yenilebilir Kaplama Çeşitleri**

Gıdaların raf ömrünü uzatmak, gıdanın kalitesini arttırmak, mikrobiyal gelişimi sınırlandırmak için kullanılan yenilebilir kaplamalar, gıdaya birçok fonksiyonellik de sağlamaktadır. Yenilebilir kaplamalar gıdanın yüzeyine ya da katmanları arasına ince bir tabaka halinde uygulanan katı, gaz ve nem geçirgenliğini kontrol edebilen doğal kaynaklardan elde edilen ambalaj materyalidir (Tural ve diğ. 2017). Yenilebilir film ve kaplama olarak birçok ürün kullanılmakta olup bunların

çoğunun oksijen bariyeri olma, bağlayıcı veya antioksidan özellik göstererek bozulmaların önüne geçtiği bildirilmiştir (López-Caballero ve diğ. 2005).

Gıdalarda meydana gelen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve enzimatik olumsuzlukların önüne geçilerek dayanırlıklarını arttırmak için kullanılan yöntemlerin ortak amacı, gıdanın raf ömrünü uzatmak ve ürün kalitesini korumaktır. Özellikle hazır yemek sektöründe et, meyve ve sebzelerde yenilebilir kaplamaların kullanımı oldukça yaygın bir yöntemdir. Son zamanlarda değişen yaşam koşulları nedeniyle az işlem görmüş, kolay hazırlanabilen, tüketime hazır, ambalajlanmış gıdalara olan talep de artış göstermektedir (Cemeroğlu 2001, Dursun ve Erkan 2009, Candan ve Bağdatlı 2018).

Hayvanların deri, kemik, tendon, kıkırdak gibi dokularında bulunan, suda çözünmeyen hayvansal bir protein olan kollajen, aynı zamanda jelatinin de kaynağıdır. Jelatin, gıdaların elastikiyetini, kıvamını ve stabilitesini geliştirmek için kullanılmaktadır. Yenilebilir film olarak da kullanılan jelatin, ürünleri kuruma, ışık ve oksijenden koruma gibi özelliklere de sahiptir. Balık atıklarını değerlendirmek amacıyla ve diğer jelatin kaynaklarına bir alternatif olarak balık jelatinini kullanımının oldukça yaygınlaştığı görülmektedir. Yapılan araştırmalar sonunda, bütün balık jelatinlerinin film oluşturma etkinliğinin çok iyi olduğu görülmüştür. Nil levreği balığı derisinden üretilen jelatin filminin, kopma sırasındaki uzama ve sıkıştırma özellikleri bakımından dana kemiği iliğinden üretilen jelatinle aynı olduğu tespit edilmiştir (Carvalho ve diğ. 2008, Erge ve Zorba 2016). Aynı zamanda Haug ve diğ. (2004)'nin yaptığı bir çalışmada, balık jelatininin memeli jelatinine (jelleşme sıcaklığı 20°C) göre düşük elastik modülüne, daha düşük jelleşme sıcaklığına (4-5°C) ve erime sıcaklığına (12-13°C) sahip olduğu bildirilmiştir.

Kullanılan kaplama malzemelerinin sahip olduğu özelliklere göre yenilebilir kaplamalar sınıflandırılırlar.

### **1.3.1.1 Polisakkarit Esaslı Kaplamalar**

Polisakkaritler, glikozidik bağlarla bağlanmış çok sayıda monosakkaritin dehidrasyon ile birleşmesi sonucu oluşan karbonhidratlara denilmektedir. Kolay elde

edilebilmeleri, düşük maliyetli olmaları ve iyi film oluşturmaları nedeniyle polisakkarit ve türevleri yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılmaktadır. Yapısal olarak dayanıklı olmaları ve oksijen geçişini yavaşlatmaları, polisakkarit filmlerin en önemli özellikleri arasında yer almaktadır. Hidrofilik özellikte olmaları nedeniyle zayıf su buharı ve gaz geçirgenliğine sahip olan polisakkaritler, depolama sırasında meydana gelebilecek ağırlık kaybını en aza indirmek için gıdanın yüzeyine kalın bir film şeklinde uygulanmaktadır. Selüloz ve türevleri, nişasta ve nişasta türevleri, pektin, kitosan ve gamlar yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan polisakkarit çeşitleridir (Dursun ve Erkan 2009, Pavlath ve Orts 2009, Robertson 2013). Yenilebilir film kaplamada selülozun dört türevi [hidroksipropil metil selüloz (E464, HPMC), karboksimetil selüloz (E466, CMC), metil selüloz (E461, MC) ve hidroksipropil selüloz (HPC E463)] kullanılabilir. Selüloz türevi karışımları ısıtıldıklarında termojelasyon özellik gösterir ve soğuduklarında jel oluştururlar. Gamlar, sıcak suda ya da soğuk suda çözünebilen formları bulunan glikoz haricindeki şekerlerden oluşan polisakkaritlerdir. Su bağlayıcı, viskozite artırıcı ve stabilizatör olma özelliklerinden dolayı guar gamlar yenilebilir filmlerde kullanılmaktadır. Meyve sebzelerde bulunan, galakturonik asit moleküllerinin düz zincirlerle bağlanması sonucu oluşan pektin şekerle birleştiğinde kıvam artırıcı gam olarak kullanılmaktadır. Doğada selülozdan sonra en çok bulunan kitosinin bir formu olan kitosan, antifungal ve antibakteriyal özellik göstermektedir (Kester ve Fennema 1989, Krochta ve Mulder-Johnston 1997, Tharanathan ve Kittur 2003, Çelikel ve Akın 2017).

### **1.3.1.2 Protein Esaslı Kaplamalar**

Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan proteinler, genel anlamda hayvansal (keratin, kollajen, jelatin, balık miyofibriler proteini, yumurta akı proteini, kazein ve peyniraltı suyu proteini) ve bitkisel (mısır zeini, buğday gluteni, soya proteini, bezelye proteini, ayçiçeği proteini, yer fıstığı proteini ve çığıt proteini) kaynaklardan elde edilen proteinler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Yaygın olarak kaplamada kullanılan bitkisel ve hayvansal proteinler hem çevre dostu hem de elde edilmesi kolay yapılardır. Film oluşumu için gerekli olan moleküler etkileşime olanak veren proteinler bu etkileşimi artırır. Bu etkileşimin artırılması proteinin

zincir uzunluğunun derecesi ve proteinlerdeki hidrofilik ve hidrofobik aminoasit kalıntı dizisine bağlıdır. Moleküler etkileşimin artması sonucu güçlü, esnek ve daha az geçirgen film oluşumu görülmektedir. Film özelliklerini etkileyen diğer faktörler ise protein kaynağı, protein çözeltisinin pH'sı, plastikleştirici madde, film kalınlığı, hazırlama koşulları ve film çözeltisine dahil olan yapılardır. Sonuç olarak mekanik ve bariyer olma özellikleri açısından proteinlerin polisakkarit filmlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca protein bazlı filmlerle kaplanan gıdaların besleyicilik değerlerinde artış gözlenmektedir (Miller ve Krochta 1997, Cutter 2006, Sabato ve diğ. 2007, Dursun ve Erkan 2009, Robertson 2013).

### **1.3.1.3 Lipit Esaslı Kaplamalar**

Asetillenmiş monogliseritler, doğal ve sentetik mumlar ve reçineler gibi lipit bileşikleri, düşük polariteye sahip olmaları nedeniyle nem kaybına karşı iyi bariyer özellik gösterdikleri için yenilebilir film kaplama yapımında kullanılmaktadır. Ancak lipit kökenli yenilebilir film kaplamalar hidrofobik özellik göstermeleri nedeniyle daha kalın ve kırılğan bir film oluşmaktadır. Bunun için protein ya da selüloz türevleri gibi diğer film oluşturucular ile kullanılmaktadır. Hidrofobik faz konsantrasyonu su buharı geçirgenliği azaldığından dolayı mekanik mukavemet sağlamak için lipit bazlı yenilebilir filmler bir polisakkarit ile desteklenir. Nem transferine karşı diğer lipit ve lipit olmayan kaplamalardan daha fazla direnç sağlayan mum kaplamalar, su buharı geçirgenliği özelliklerini geliştirmeleri için peyniraltı suyu proteini ile hazırlanan kaplamalara ilave edilmektedir (Debeaufort ve diğ. 1993, Koyuncu ve Savran 2002, Pavlath ve Orts 2009, Robertson 2013, Tural ve diğ. 2017).

Lipit kaplamalar nem çekmesi veya nem kaybını geciktirmesi nedeniyle ürünün kurumasını geciktirir. Aynı zamanda ince bir tabaka halinde uygulandıklarında oksijen girişini sınırlayarak oksidasyona duyarlı gıda bileşenlerinde oksijene karşı iyi derecede direnç sağlar (Kester ve Fennema 1989, Dursun ve Erkan 2009).

### **1.3.2 Yenilebilir Kaplama Yöntemleri**

Kaplama materyali olarak tercih edilen hammaddelerin uygulama şekillerine göre farklı yöntemler kullanılabilir.

#### **1.3.2.1 Ön Unlama**

Sıvı ve kuru kaplama karışımlarından önce ön unlama işlemi uygulanmaktadır. Ön unlama işlemiyle kaplama uygulanacak ürün yüzeyinin hazırlanarak kaplamanın ürün yüzeyine daha muntazam bir şekilde yapışmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Kullanılacak karışımlar ürün çeşitliliği sağlamak adına baharatlar ile zenginleştirilebilmektedir. Kullanılacak kaplama materyali karışımdan oluşabileceği gibi sadece un ve süt bazlı proteinlerden de oluşabilmektedir. Ön unlama işlemi, yağ absorpsiyonunu etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (Hough 1987, Rawle 1987, Suderman 1990, Ertekin 2005, Gökçe ve diğ. 2016).

#### **1.3.2.2 Sıvı Kaplama**

Su içinde un süspansiyonu olan sıvı kaplamalar, üründe istenilen karakteristikleri elde etmek amacıyla çeşitli konsantrasyonlarda tuz, nişasta, yumurta, kabartıcı ya da esmerleşmeyi sağlayan ajanları içermektedirler. Baharatlarla da zenginleştirilebilen sıvı kaplamalar özellikle balık, tavuk ve patates gibi ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Sıvı kaplamaların asıl özelliği kuru kaplamanın ürün yüzeyine tutunabilmesi için ortam hazırlamaktır. Bunun yanı sıra sıvı kaplamalar ürünün tekstür ve lezzetini geliştirir, ürün yüzeyinde nem bariyeri oluşturarak ürünün kurummasını engeller (Cunningham ve Tiede 1981, Loewe 1990, Akdeniz ve diğ. 2006).



### **1.3.2.3 Kuru Kaplama**

Gıda maddelerinin un, galeta unu veya ekmek kırıntısı gibi kuru kaplamalarla kaplanması işlemine kuru kaplama tekniği denilmektedir. Kuru kaplama, ürünü korumak için ya da ürüne yeni bir form kazandırmak adına uygulanan bir işlemdir. Kuru kaplamada un, nişasta, kimyasal kabartma maddesi, katı ve sıvı yağ, yumurta, süt ve peynir altı suyu, aroma ve baharatlar, tuz, şeker ve hidrokolloidleri içeren çeşitli karışımlar kullanılabilir. Kuru kaplama karışımları kırılabilirliği nedeniyle hassas işleme gerektirir ve kalitenin sağlanabilmesi için parçalanmanın en aza indirilmesi gerekmektedir. Böylelikle pürüzsüz ve tamamıyla kaplanmış yüzeyli ürünler elde edilebilir (Scott 1987, Dyson 1990, Suderman 1990, Öğütveren ve Getgood 1995).

## **1.4 Tezin Amacı**

Kaplanarak tüketime sunulan et ürünlerinden biri de farklı şekillerde hazırlanan köftelerdir. Köfte, kasaplık büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinden, kanatlı etlerinden ve balık etlerinden hazırlanabilir. Türkiye’de balık eti tüketimi diğer et kaynaklarına göre daha sınırlıdır. Balık eti tüketimini yaygınlaştırmanın hem sağlıklı beslenmeye hem de hayvansal protein ihtiyacını karşılamaya oldukça fazla katkısı olacağı şüphesizdir. Bu amaç için balık eti tüketimini artırmanın yollarından birisi de bunun farklı ürün formlarına dönüştürülerek tüketicilerin tercih edeceği hale getirmektir. Bu alternatifler arasında balık etinden hazırlanan köfteler yer almaktadır.

Balık etinden köfte üretimi sırasında ürün tercih edilirliliğini artırmak amacıyla değişik kaplama yöntemi ve malzemeleriyle hazırlanmış ürün formlarının tüketici tercihine sunmak gereklidir. Bunu gerçekleştirmek amacıyla balık köftelerinin, yine balıklardan elde edilecek balık derisi kullanılarak kaplanması ürünün tercihini olumlu şekilde etkileyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle tez kapsamında balık etinden köfte üretimi ve bunun balık derisi ile kaplanabilirliği araştırılacaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Mahmoudzade ve diğ. (2010) derin pisi balığı kullanılarak üretilen kaplanmış ve kaplanmamış burger tipi köftelerin dondurulmuş muhafazası sırasında meydana gelen kalite değişimlerini 5 ay boyunca periyodik olarak incelemiştir. Araştırma sonunda kaplanmış ve yarı kızartılmış köfte örneğinin TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) değerinin 2. aya kadar arttığı sonrasında ise bu değer düzensiz bir değişim gösterdiği, kaplanmamış köfte örneğinin TVB-N değerinde ise zamanla sürekli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Kaplanmış ve yarı kızartılmış örneklerin depolama sonunda TBA (Tiyobarbitürik Asit) değerinin önemli derecede azaldığı, kaplanmamış köfte örneğinin ise TBA değerinde bir artış meydana geldiği ifade edilmiştir. TVB-N değerinde ilk aylarda meydana gelen artışın balıkların bakteriyel aktivitesi ve endojen enzimlerin varlığı ile ilişkilendirilmiştir. Kaplanmamış köfte örneğinin TBA değerindeki artışın kaplama eksikliğinden dolayı oksijenle temasın artması ile meydana gelebileceği bildirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kaplanmış ve yarı kızartılmış köfte örneğinin duyusal kalitesi depolama başında kaplanmamış örnekten yüksek iken depolama sonunda kaplanmamış köfte örneğinin duyusal kalitesinin kaplanmış ve yarı kızartılmış köfte örneğine göre daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Taze, dondurulmuş ve galeta unu ile kaplanarak ön kızartma işlemi uygulanmış gümüş balığın etinde meydana gelen mikrobiyolojik değişimlerin incelendiği bir çalışmada, örneklerin TAMB (Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri), TKGB (Toplam Koliform Grubu Bakteri) ve fekal Streptokok bakteri sayılarına bakılmıştır. Ürünler üzerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, dondurularak depolanan gümüş balığı etinde TKGB yükünün azaldığı, galeta unu ile kaplanarak pişirilen gümüş balığı etinde ise TKGB gelişimi görülmediği bu nedenle, gümüş balığına uygulanan dondurma ve pişirme işleminin TKGB varlığı üzerinde olumlu bir etki yaptığı sonucuna varılmıştır. Taze örnekte fekal Streptokok bakteri tespit edilmezken işlenmiş ürünlerde fekal Streptokok sayısının hızlı bir şekilde arttığı, bunda fekal Streptokokların düşük sıcaklıklara toleranslı olması ve işleme sırasında meydana gelen kontaminasyondan kaynaklandığı bildirilmiştir (Çolakoğlu ve diğ. 2006).

Farklı bitki ekstraktları ile kaplanmış balık köftelerinin 120 gün boyunca  $-13\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de dondurularak depolanmaları sırasında kalitesi ve raf ömrü üzerindeki değişimleri incelenmiştir. Balık köfteleri, içerisinde kekik ve yeşil çay ekstraktı bulunan sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanmışlardır. Balık köftelerinin depolama kararlılığı, renk ve duyu özellikleri bakımından periyodik olarak kontrol edilmişlerdir. Çalışma sonunda en iyi depolama kararlılığı gösteren örneğin kekik ve yeşil çay ekstraktı ile kaplanan köftelerde olduğu tespit edilmiştir. Kaplanan örneklerde renk özellikleri bakımından *L* değerinin (parlaklık) azaldığı, bunun oksidasyon ve protein denatürasyonu ile ilgili olabileceği, bunun da kızartma işlemi sonrasında koyu renge neden olabileceğini bildirmiştir. Depolama süresince *a* değerinde yükselme meydana geldiği ve bunun balık eti yüzeyindeki kırmızı renk gelişimi ile bağlantılı olabileceği, ayrıca köfte hamurlarına ilave edilen ekmeğin kızartılmasının pişirme işlemi sonrasında kırmızı rengi arttırdığı sonucuna varmıştır. Kızartılmış numunelerin duyu değerlendirme puanları, dondurularak saklama sırasında tüm numuneler için kabul edilebilir seviyede olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırma sonunda, uygun seviyelerde bitki ekstraktlarının kullanımının, yenilebilir kaplama işlemlerinde depolama kararlılığı açısından avantajlı olabileceği sonucuna varılmıştır (Kılınççeker 2012).

Lin ve diğ. (2009)'nin antioksidan etkili yenilebilir zein içerikli kaplamalar ile kaplanan balık köftelerinin kalitesinin korunması üzerine yaptıkları çalışmada, balık köftelerinde oksidasyonu önlemede en uygun antioksidanı seçmek için BHA (bütillenmiş hidroksianisol), BHT (bütillenmiş hidroksitoluen) ve PG (n-propil gallat)'ın antioksidan aktivitesi karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda antioksidan içeren zein ile kaplanmış balık köftelerinin TBARS (Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler) değerinin 6. günde dahi antioksidan içermeyen zein ile kaplı örneğin TBARS değerinden daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Kullanılan antioksidanlar ile birlikte kullanılan zeinin antioksidan aktivitesinin TBARS oluşumuna etkisinin benzer olduğu kanısına varılmıştır.

Farsi gum bazlı antimikrobiyal kaplamalara Shirazi kekik (*Zataria multiflora*) ve tarçın uçucu yağlarının ilavesinin buzdolabında depolanan gökkuşuğu alabalığı filetoalarının raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Elde edilen mikrobiyolojik sonuçlara göre, toplam bakteri sayısı kontrol numunelerinde 12. günde tüketilebilir sınır değeri

(7 log kob/g) aşarken, kekik ve tarçın uçucu yağları ilaveli gum esaslı kaplama ile kaplanan örneklerde sınır değerin 16. günün sonunda aşıldığı tespit edilmiştir. Toplam psikrofilik bakteri sayısındaki (TPB) en az artışın, %1 kekik uçucu yağı ilave edilerek kaplanan örnekte olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağ ilave edilen kaplamaların TVB-N, TBARS değerlerinin artışını engellediği, ayrıca kaplanmış numunelerin rengi, kabul edirliliği, dokusu ve kokusunun kontrol numunelerine kıyasla çok daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Tarçın uçucu yağının kekik yağından daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Sonuç olarak antimikrobiyal aktiviteye sahip uçucu yağların gum esaslı kaplamalarda kullanımının gökkuşağı alabalığı filetolarının kalitesinin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Joukar ve diğ. 2017).

Yasin ve Abou-Taleb (2007) mercanköşk ve kekik ekstraktı ilave edilen kaplama materyali ile kaplanarak soğukta muhafaza edilen yarı kızarmış kefal balık filetolarının kalitesindeki değişimleri belirlemek amacıyla kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmıştır. Kefal filetoları yenilebilir kaplama çözeltisine (buğday unu, sodyum klorür, kimyon ve ksantan) daldırılarak kaplanmış ve bu kontrol numunesi olarak kabul edilmiştir. Bir grup ise kaplama malzemesine Kontrol numunesine kıyasla her iki konsantrasyonda (%2,5 ve %5) mercanköşk ve kekik ekstraktları ilave edilerek kaplanmıştır. Çalışma sonunda %5 mercanköşk ve kekik ekstraktı içeren kaplanmış örneklerin TVB-N ve TBA değerlerinin artışında yavaşlatıcı daha etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Toplam bakteri sayısında, artan mercanköşk ve kekik ekstraktı konsantrasyonuyla birlikte bir azalma olduğu görülmüştür. Aynı oranda (%2,5 ve %5) kekik ve mercanköşk ile kaplı örneklerin enterobacteriaceae artışına karşı güçlü etki gösterdiği ifade edilmiştir.

Ada çayı ve ısırgan otundan elde edilen ekstraktların yenilebilir kaplama uygulanmış balık köftelerinin  $-15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 120 gün depolanmaları sırasında bazı kalite özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Balık köfteleri, içerisinde ada çayı ve ısırgan otu ekstraktı içeren sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanmış ve periyodik olarak TBA, TVB-N, renk ve duyu analizler yapılmıştır. Çalışma sonunda kızartılmamış örneklerde TBA ve TVB-N sonuçları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kızartılmamış örneklerde genel olarak zamanla parlaklığın azaldığı ve kırmızılığın arttığı, buna karşın kızartılmış örneklerde ise *L* (koyuluk arttı) ve *b* (sarılık-mavilik azaldı) değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Bunun

nedeninin ise oksidasyon reaksiyonları olduğu belirtilmiştir. Oksidasyon arttıkça koyuluk ve kırmızılığın arttığı, sarılığın ise azaldığı ifade edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarının kabul edilebilir seviyede olduğu vurgulanmıştır. Tüm bu sonuçlar ışığında, balık köftelerinin kaplanmasında ada çayı ve ısırgan otu ekstraktlarının belirli oranlarda kullanımının mikrobiyolojik kaliteyi ve renk gibi duyusal kaliteyi korumada etkili olacağı bildirilmiştir (Kılınççeker 2014).

Çağdaş ve Kumcuoğlu (2014) buğday unu, mısır unu, tuz ve kabartma ajanı ile hazırlanan basit kaplama hamuruna değişik oranlarda üzüm çekirdeği tozu eklenerek kaplanan ve peynir altı suyu tozu çözeltisine daldırılarak kaplanan tavuk nuggetlarının ön kızartma işleminden sonra nem, protein, yağ ve yüzeyde yapışma miktarlarını belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda üzüm çekirdeği tozu miktarı arttıkça nem, protein ve yüzeyde yapışma miktarı artış gösterirken yağ miktarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. En düşük yağ içeriğinin üzüm çekirdeği tozuna daldırılarak hazırlanan örneklerde olduğu bulunmuş, bunun üzüm çekirdeği tozunun kızartma işlemi sırasında ürüne yağ geçişini sınırlandırmasından için kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. ön kızartma işlemi uygulanan örnekler arasında en yüksek antioksidan aktivite değerlerine üzüm çekirdeği tozu ilave edilerek kaplanan örneklerin sahip olduğu gözlenmiş üzüm çekirdeği tozu ilave edilen kaplanmış örneklerde ve uygulama yapılan tüm örneklerin TBA değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında daha düşük seviyelerde olsa da önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre kaplama harcı malzemesi olarak üzüm çekirdeği tozu kullanımı ve peynir altı suyu tozu çözeltisine daldırma işleminin kaplama harcının kalitesinin geliştirilmesinde bir potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir.

Gökkuşığı alabalığı kroketlerinin soğuk muhafaza sırasında raf ömrünün belirlendiği bir çalışmada, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri yapılmıştır. Analiz sonunda alabalık kroketlerinin TBA ve TVB-N değerlerinde depolama boyunca sürekli bir artış olduğu ancak bunun tüketilebilir sınır değeri aşmadığı bildirilmiştir. Örneklerin TAMB sayısı ve TPB sayılarında depolama boyunca artış olduğu TAMB sayısının depolamanın 30. gününde tüketilebilir sınır değer olarak belirtilen 6 log kob/g'ı aştığı ifade edilmiştir. TKGB varlığına ise rastlanılmamıştır. Alabalık kroketlerinin duyusal özelliklerinde depolama ile beraber bir azalma olduğu

görülmüştür. Araştırma sonunda alabalık kroketlerinin raf ömrü 29 gün olarak belirlenmiştir (Çankırılıgil ve Berik 2017).

Özvural (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, dana kıymasından hazırlanan köfte örnekleri %0,5-1 çemen ekstraktı (Ç0,5-Ç1) ve %0,5-1 timol ekstraktı (T0,5-T1) içeren çözeltiler ile kaplanmış, 4°C'de 10 günlük muhafaza süresi boyunca belirli periyotlarla nem, pH, TBARS ve renk analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin pH değerleri incelendiğinde ilk 7 günde belirgin bir artışın olmadığı, fakat Ç0,5, T0,5 ve T1 örneklerinin pH değerinin 7. günden sonra arttığı tespit edilmiştir. Bu artışın protein deaminasyonundan ya da bakteri metabolitlerinin birikmesi sonucu olabileceği bildirilmiştir. Köftelerin TBARS değerlerinin depolama süresince arttığı, depolamanın sonunda Ç1, T0,5 ve T1'in diğer örneklere göre daha az oksidasyona uğradığını belirlenmiştir. Antioksidan özellikteki maddelerin lipid oksidasyonunu engellediği ve özellikle timolün yüksek antioksidan etki gösterdiği tespit edilmiştir. Renk değişimleri bakımından  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin depolamanın başında örneklerde benzer iken, muhafazanın sonunda T1 örneğinin  $L^*$  değerinin kontrole göre daha düşük olduğu, diğer örneklerin ise kontrole benzer olduğu ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, timol içeren çözeltilerin yüksek antioksidan özellik göstererek daha iyi koruma sağladığı, antioksidan özellikte olmayan maddelerle kaplamanın da koruyucu özellik gösterdiği fakat antioksidan içeren filmler kadar etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Kaplama olarak timol ve çemen ekstraktı kullanımının dana köftelerinin raf ömrünü arttırmada önemli bir katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Kılınççeker ve Hepsağ (2011) kaplama materyali olarak kullandıkları sarı mercimek unu ve nohut unundan oluşan hamur karışımlarının derin yağda kızartılmış balık köfteleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Farklı karışımlar ve kızartma sıcaklıkları için hamurların verim, pH değerleri, viskoziteleri ve yapışma derecelerine bakılarak balık köftelerinin duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Sarı mercimek ununun, verimi ve nem değerlerini arttırdığı, derin yağda kızartma sırasında kızartma kaybını ve penetrometre değerlerinin ise azalttığı gözlemlenmiştir. Nohut unu içeren karışımlarla kaplanan örneklerin, kontrol ve sarı mercimek unu ile kaplanan örnekler ile karşılaştırıldığında daha iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Kızartma sıcaklıklarının genellikle kalite

kriterlerini etkilemediği sadece düşük sıcaklıklarda, derin yağda kızartma sırasında kaplanmış balık köftelerinde nem kaybını azalttığı görülmüştür. Çalışma sonunda ise sarı mercimek unu ve nohut ununun, balık köftelerinde sıvı kaplama materyali olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Panelenmiş alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine modifiye atmosferde paketlenmenin (MAP) etkisi araştırılmıştır. Araştırmada panelenmiş alabalık marinatları  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 120 gün boyunca depolanmış ve 15 gün aralıklarla fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri yapılmıştır. Örneklerin nem değerlerinin depolama sonunda düştüğü görülmüştür. Depolamanın 90. gününde kontrol grubunun (hava) TVB-N değerinin A (%5 O<sub>2</sub>+ %35 CO<sub>2</sub>+ %60 N<sub>2</sub>) ve B (%30 CO<sub>2</sub>+ %70 N<sub>2</sub>) grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolamaya bağlı olarak örneklerin parlaklığının azaldığı belirlenmiştir. Yapılan duyu değerlendirme sonunda kontrol grubunun 90. günde, A ve B grubunun ise depolamanın 120. gününde bozulmuş olarak değerlendirildiği ifade edilmiştir. Modifiye atmosferde paketlenmenin, panelenmiş alabalık marinatlarının raf ömrünün arttırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Erkan ve diğ. 2000).

Morina balığından üretilen köftelerin hazırlanmasında içeriğe kitosan ilavesinin ve köftelerin kaplanmasında ise kitosan-jelatin karışımından oluşan çözeltinin kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada örneklerin renk, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik analizleri yapılmıştır. Köfte hamuruna ilave edilen ve kaplama olarak kullanılan kitosanın, köftenin parlaklığını (*L*) etkilemediği, fakat sarılık (*b*) değerinde bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Kaplama uygulanan köfte örneklerinin reolojik özelliklerinde önemli bir değişim gözlenmediği ifade edilmiştir. Depolamanın 3. gününde TVB-N değeri kontrol numunelerinde en yüksek seviyede iken, kaplanmış örneklerde TVB-N değeri belirgin şekilde daha düşük kalmıştır. Toz halde ilave edilen kitosan ise sadece erken aşamalarda hafif bir koruyucu etki sağlamıştır. Bununla birlikte kitosanın köftelere toz halde ilave edilmesinin mikrobiyolojik olarak bir etkisinin olmadığı fakat kaplama uygulanan köftelerin mikroorganizma sayılarında özellikle gram-negatif bakteri sayısında bir azalmaya neden olduğu ve köftelerin bozulmasını engellediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak balık köftesinin kaplanmasında kitosan-jelatin karışımının kullanılmasının,

ürünün raf ömrünün korunmasında oldukça etkili ve uygun bir yöntem olacağı bildirilmiştir (López-Caballero ve diğ. 2005).

Farklı sıvı kaplama malzemelerinin derin (buğday proteini, soya proteini, amiloz, modifiye nişasta, CMC, HPMC) yağda ve mikrodalgada kızartılan balık nuggetlarının kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, balık nuggetları 180°C’de 30 saniye ön kızartma işlemine tabii tutularak -18°C’de 1 hafta depoladıktan sonra 180°C’de asıl pişirme işlemi yapılmıştır. Ön kızartma işlemi sonrası %1 buğday proteini ve %1 soya proteini içeren sıvı kaplama ile kaplanan örneklerin nem değerlerinin farklı pişirme tekniğinden etkilenmediği görülmüştür. Kontrol grubunda ve %1 amiloz içeren sıvı kaplama malzemesi ile kaplanan balık nuggetları haricindeki tüm örnek gruplarının asıl pişirme işlemi sonrası yağ içeriklerinde bir farklılık olmadığı bildirilmiştir. Örneklerin renk değerlerine bakıldığında derin yağda kızartılan ve mikrodalgada kızartılan örneklerin parlaklığının ön kızartma işlemine tabii tutulan örneklerin parlaklığından oldukça düşük olduğu, sarılık (*b*) ve kırmızılık (*a*) değerlerinin derin yağda kızartılan örnekte ve mikrodalgada kızartılan örnekte daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Çalışma sonunda mikrodalga ile kızartma işleminin kızartma süresini kısalttığı ve kızartma işlemini hızlandırdığı bildirilmiştir (Chen ve diğ. 2009).

İçöz ve Eker (2016) Tekirdağ köftesi ambalajında biyolojik tabanlı kaplama malzemelerinin ürün kalitesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada köfte örnekleri belirli oranlarda jelatin ve gliserol içeren ambalaj paketlerine konularak buzdolabı koşullarında 7 gün boyunca belirli periyotlarda analizleri yapılmıştır. Tüm örneklerin TBA değerlerinin depolama ile birlikte arttığı ancak tüketilebilir sınır değerini aşmadığı bildirilmiştir. Depolama boyunca örneklerde *E. coli* O157 tespit edilmezken *Salmonella* tespit edilmiştir. Muhafaza süreci boyunca örneklerin mayaküf sayısının TS 10581 “Köfte-İnegöl Köfte-Pişmemiş” standardında belirtilen 10<sup>2</sup> değerine uygun olmadığı, *Staphylococcus aureus* sayısının ise sadece %6 jelatin %5 gliserol içeren film ile ambalajlanan üründe TS 10580 “Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş” standardında belirtilen değere (3,70 log kob/g) uygun olmadığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmada artan jelatin konsantrasyonunun köfte kalitesine etki etmediği sonucuna varılmıştır.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Araştırmada kullanılan Gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) taze haldeki eti ile tütsülenmiş kırıntı eti ve tütsüleme atığı alabalık derisi Denizli’de faaliyet gösteren bir su ürünleri işleme fabrikasından temin edilmiştir. Kullanılan diğer materyaller (baharat, ayçiçek yağı, galeta unu, yumurta) Denizli’deki bir süper marketten, patates unu ise online bir internet sitesinden tedarik edilmiştir. Çalışmada kullanılan taze fileto ve tütsülenmiş gökkuşığı alabalığı kırıntıları vakum poşetlerde, tütsülenmiş deriler ise poşetlenmiş ve ağzı kapalı olarak ambalajlanmış şekilde soğuk ortamda laboratuvara ulaştırılmıştır.

##### 3.1.1 Kaplama Materyalinin Hazırlanması

Kemiksi yapıları ve eti mekanik olarak ayrılan tütsülenmiş gökkuşığı alabalığının derisi laboratuvara ulaştıktan sonra bir gece derin dondurucuda (-18°C) bekletilmiştir. Derin dondurucuda bekleyen derilerden yüzgeç, kırıntı etler ve donmuş haldeki yağlar bir bıçak yardımı ile kazınarak uzaklaştırılmıştır. Deri yüzeyinde kalan yağın uzaklaştırılması ve böylece kurutma işleminin daha kısa sürede gerçekleştirilmesi adına deriler öncelikle ılık suda yıkanmış ardından kağıt havlular ile fazla suyundan arındırılmıştır. Temizlenip yıkanan deriler, üzerine beyaz tülbent bezi serilmiş olan kurutma tepsilerine dizilmiştir. 50±5°C’de %10 nem içeriğine gelene kadar (yaklaşık 3 saat) kurutulan deriler soğuduktan sonra öğütülüp 2 farklı elekten geçirilerek boyutlandırma (iri, orta ve ufak) yapılmıştır. %80 orta, %20 ufak boyutlu olmak üzere paçal yapılarak, tütsülenmiş deriden kaplama malzemesi hazırlanmıştır. Kaplama materyalinin hazırlanması Şekil 3.1’de, kurutma işlemi uygulanan balık derisi ise Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 3.1:** Kaplama Materyali Üretim Akım Şeması



**Şekil 3.2:** Kurutma İşlemi Sonrası Alabalık Derisi

### 3.1.2 Balık Köftelerinin Hazırlanması

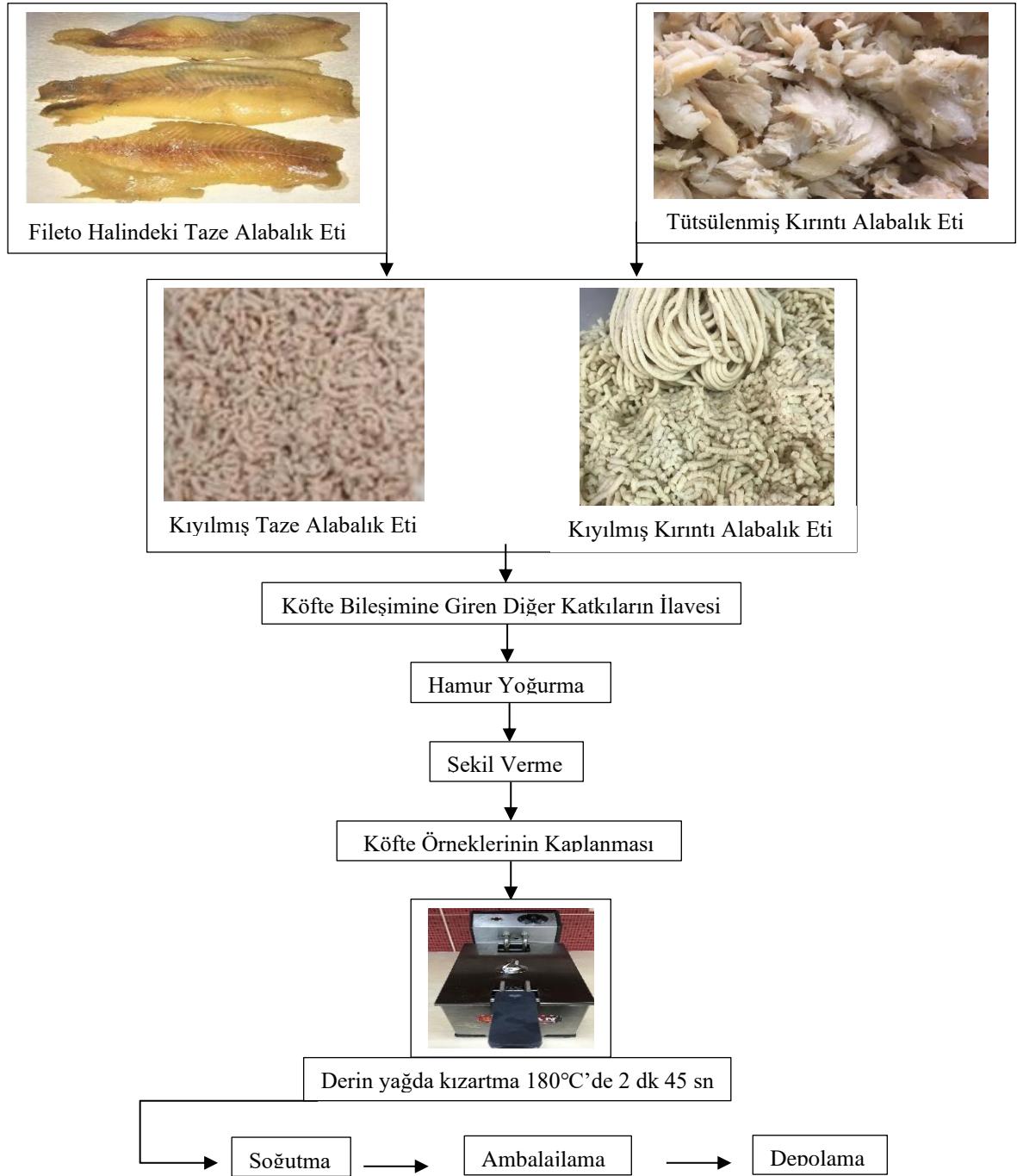
Derisi ve kemiksi yapıları mekanik olarak temizlenmiş taze gökkuşaağı alabalığı filetosu ile tütsülenmiş alabalık kırintıları temini yapılan işletmeden kullanıma uygun halde hazır olarak laboratuvara transfer edildi. Laboratuvara hazır olarak getirilen balıklar kıyma makinasının (Arzum AR160, Türkiye) 3 mm çaplı aynasından geçirilerek kıyma haline getirildi. Kıyma hamurunun içine kullanılan toplam balık eti üzerinden oranlanarak kırmızı toz biber, karabiber, yenibahar, soğan tozu, sarımsak tozu ve patates unu ilave edildi. Köfte üretiminde, Tablo 3.1’de gösterilen formülasyon kullanıldı. Tüm malzemeler ilave edildikten sonra homojen bir yapı elde edilene kadar yoğurma işlemi gerçekleştirildi. Yoğurma işlemi uygulanan köfte hamuru bir gece buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) dinlendirildikten sonra tekrar yoğuruldu ve şekillendirme için hazır hale getirildi.

**Tablo 3.1:** Balık köftesi formülasyonu

Bileşenler	Bileşimdeki oranları (%)
Tütsülenmiş balık kıyması	65
Taze (fileto) balık kıyması	27
Patates unu	7,00
Kırmızı toz biber (tatlı)	0,20
Karabiber	0,10
Yenibahar	0,20
Kimyon	0,20
Soğan tozu	0,20
Sarımsak tozu	0,10

Hazırlanan köfte hamuru, her biri yaklaşık  $10\pm 1$  g olacak şekilde küresel bir form alması sağlandı. Şekillendirilen köfteler önce yumurta akına daldırılarak, kaplama materyalinin yapışma oranının artırılması amaçlandı. Daha sonra bir kısmı galeta unu ile (kontrol grubu), bir kısmı ise tütsülenmiş gökkuşaağı alabalığı derisinden kurutulup, öğütülerek hazırlanan kaplama materyali (uygulama grubu) ile kaplandı. Kaplanan köfteler fritöz (Mizan, Ankara, Türkiye) yardımı ile derin yağda ayçiçek yağı kullanılarak  $180^{\circ}\text{C}$ ’ de 2 dk 45 sn kızartılarak merkez sıcaklığı  $72-74^{\circ}\text{C}$ ’ye gelmesi sağlandı. Merkez sıcaklığı termokupl (Cole-parmer 37000-90 Tri Sense Temperature, USA) ile ölçüldü. Kızartılan köftelerin paketlenmeden önce oda sıcaklığına kadar soğuması beklendi. Soğuyan köfteler önce ağzı kapaklı plastik saklama kaplarına sonra da vakum poşetine konularak vakum altında (İntervac, Bad

Liebenzell, Almanya) paketlenmiştir. Üretilen köfteler, bazı kalite parametrelerinin ve raf ömrünün belirlenmesi amacı ile buzdolabı sıcaklığında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) 1 ay boyunca depolanarak mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal yönden periyodik olarak analiz edildi. Kaplanmış balık köftesinin üretim basamakları Şekil 3.3'te verildiği gibidir.

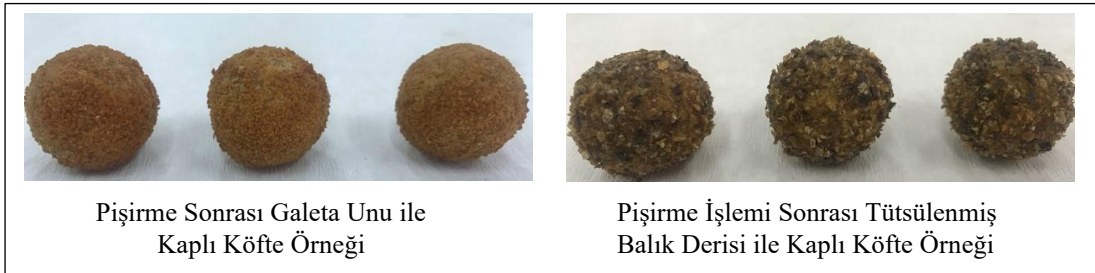


Şekil 3.3: Kaplanmış Alabalık Köftesi Üretim Akım Şeması

Kaplama işlemi uygulanan balık köfteleri Şekil 3.4'te, kaplanarak derin yağda kızartılan balık köfteleri ise Şekil 3.5'te verildi.



Şekil 3.4: Kaplama İşlemi Sonrası Köfte Örnekleri



Şekil 3.5: Pişirme İşlemi Sonrası Kaplanmış Köfte Örnekleri

## 3.2 Metot

### 3.2.1 Analiz yöntemleri

Üretimde kullanılacak olan tüm hammaddeler, köfte hamuru ve kaplama işlemi tamamlandıktan sonra derin yağda kızartılarak tüketime hazır hale getirilen balık köftelerinin üretim süreçlerinde ve vakum paketli köftelerin soğuk muhafazası sırasında meydana gelebilecek kalite değişimlerini tespit etmek amacıyla mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyu analizler yapıldı. Analizler iki tekrar iki paralel olacak şekilde gerçekleştirildi. Muhafaza süresi boyunca analizler beşer gün aralıklarla yapıldı. Örneklerin mikrobiyolojik olarak risk oluşturduğu sınırlar aşıldığında duyu test sonlandırıldı.

### **3.2.1.1 Kimyasal Analizler**

Köfte örneklerinin buzdolabı koşullarında depolanması sırasında, meydana gelebilecek kimyasal değişimleri tespit etmek için nem, kül, yağ, protein, TVB-N değeri ve TBA değeri analizleri yapıldı.

#### **3.2.1.1.1 Nem Analizi**

Analizde kullanılacak olan nem kapları yıkanıp saf sudan geçirildi. 105±2 °C'deki etüvde (PVE MVE 30 Protect, Ankara, Türkiye) sabit tartıma getirildikten sonra soğuması için desikatöre alındı. Homojen hale getirilen örneklerden 5 g tartılarak nem kaplarına alındı ve 105±2 °C'deki etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutma işlemi gerçekleştirildi. Kurutmaya uzaklaştırılan nem miktarı örneğin başlangıçtaki ağırlığına oranlanarak nem içeriği hesaplandı (AOAC 1990).

#### **3.2.1.1.2 Kül Analizi**

Yıkanıp saf sudan geçirilen porselen krozeler sabit tartıma getirildikten sonra darası alındı. Homojen hale getirilen örneklerden yaklaşık 4-5 g krozelere tartıldı. Tartılan kroze ve örnek miktarı kaydedildi. Öncelikli olarak ön yakma işlemi uygulanan örnekler, kül fırınında (Elektro-mag M1813, Türkiye) 550±5°C'de siyah lekeler kalmayacak şekilde kül haline gelinceye kadar yakıldı. Soğuması için desikatöre alınan krozeler tartılarak tartım sonuçları kaydedildi. Yakma işlemi sonucunda krozede kalan örnek ağırlığı başlangıçtaki örnek ağırlığına oranlanarak kül miktarı hesaplandı (AOAC 1990).

#### **3.2.1.1.3 Yağ Analizi**

Tüm örneklerde yağ tayini Soxhlet metoduna göre gerçekleştirildi. Homojen hale getirilen örnekten selüloz kartuş içine 5 g tartılıp üzeri pamuk ile kapatıldıktan sonra kartuş Soxhlet düzeneğine yerleştirildi. Çözücü olarak dietil eter kullanıldı. Ekstraksiyon işlemi sonunda balon içinde toplanan eterin uzaklaştırılması için rotary

evaporatörü (Buchi Rotavapor R-114, St. Gallen, İsviçre) yardımıyla damıtma işlemi uygulandı. Ardından balonlar  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki etüvde 30-45 dakika bekletilerek kalan eter uzaklaştırıldı ve balonda sadece yağ kalması sağlandı. Etüvden alındıktan sonra desikatörde soğutulan balonlar tartılarak yağ miktarı yüzde olarak hesaplandı (AOAC 1990).

#### **3.2.1.1.4 Protein Analizi**

AOAC (1990)'a gerçekleştirilen protein analizinde örneklerdeki azot miktarını belirlemek için mikro kjeldahl metodu kullanıldı. Örneklerde belirlenen azot miktarı 6,25 faktörü ile çarpılarak ham protein miktarı hesaplandı.

#### **3.2.1.1.5 Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi**

Homojen hale getirilen köfte örneğinden 5 g tartılarak kjeldahl tüplerine konuldu. Üzerine yaklaşık 0,5-0,7 g magnezyum oksit ( $\text{MgO}$ ) ve 50 mL distile su ilave edildikten sonra destilasyon ünitesine yerleştirildi. Destilatın toplanacağı 250 mL'lik erlenin içine 10 mL %3'lük borik asit ve ikişer damla bromkrezol yeşili metil kırmızısı karışımından damlatıldı. Soğutucu ucu erlen içine dalacak şekilde yerleştirme yapıldı. Yaklaşık 10 dakika destilasyon işlemi yapıldı. Erlen içine toplanan destilat, 0,1 N hidroklorik asit ( $\text{HCl}$ ) ile titre edildi. Sarfiyat belirlenerek örneklerdeki TVB-N değeri mg TVB-N/100 g olarak ifade edildi (Varlık ve diğ. 1993).

#### **3.2.1.1.6 Tiyobarbitürik Asit (TBA) Analizi**

Homojenizatör (HG-15A WiseTis, Kore) ile 2 dk parçalanmış 5 g örnek üzerine 50 mL %20'lik TCA çözeltisi ilave edildi. Parçalanmış örneğin üzerine 50 mL distile su ilave edilerek tekrar homojenizasyon yapıldı. Homojenize edilen örnekler filtre edilerek 100 mL balon jöjeye süzdürüldü. Daha sonra balon jöje 1:1 TCA:Su çözeltisi ile 100 mL'ye tamamlandı. Elde edilen süzüntüden 5 mL cam deney tüpüne aktarıldı ve üzerine 5 mL 0,02 M TBA çözeltisi ilave edildi. Şahit numune için deney

tüpüne 5 mL 1:1 TCA:Su , 5 mL 0,02 M TBA ilave edildi. Hazırlanan cam deney tüpleri 80°C'de 35 dk su banyosunda (NB-5 Nüve, Türkiye) bekletildi. Oda sıcaklığına kadar soğutulan tüpler spektrofotometrede (EMC-11-UV Spectrophotometer, Duisburg, Almanya) okuma için küvetlere aktarıldı. Şahit numuneye karşı, örneğin absorbansı spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda okundu. Okunan absorbans değeri 5,2 faktörü ile çarpılarak kg örnekteki malonaldehit miktarı mg olarak tespit edildi (Botsoglou ve diğ. 1994).

### **3.2.1.2 Mikrobiyolojik Analizler**

Kullanılan tüm hammaddelerde ve kaplanmış balık köftelerinde kaplamanın başlangıcı ile depolama süreci boyunca periyodik olarak Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), toplam psikrotrof bakteri (TPB), toplam maya-küf (TMK) ve toplam koliform grubu bakteri sayımı yapıldı. Her bir örnek için laboratuvarında uygun aseptik koşullar altında 10 g örnek alınarak steril haldeki stomacher poşetinde 90 mL uygun dilüsyon sıvısı (steril serum fizyolojik) ile homojen hale getirildi. Homojen haldeki seyreltiden 10<sup>-1</sup>'lik ve diğer desimal seyreltiler hazırlandı. Her bir seyreltiden iki paralel olmak üzere yayma plak yöntemi ile ekim yapıldı (Halkman 2005).

#### **3.2.1.2.1 Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı**

Tüm hammaddelerde, köfte hamurunda ve buzdolabı koşullarında depolanan pişirilmiş köfte örneklerinde Plate Count Agar (PCA; Merck 1.05463) besiyeri kullanılarak yayma plak yöntemiyle steril kabinde ekim yapıldı. Ekim için PCA besiyerine 121°C'de 15 dk otoklav işlemi uygulandıktan sonra besiyeri 45°C'ye geldiğinde tek kullanımlık steril plastik petri kutularına döküldü. Petri kutularında buharlaşma olmaması için kapakları aralık bırakılarak tezgah üzerinde soğuması beklendi. Soğuyan petrilere aseptik şartlarda hazırlanan dilüsyonlardan paralelli olarak yayma plak yöntemi ile ekim yapıldı. Bu işlem sonrasında petri kutuları 37±2°C de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda sayım yapıldı. Sonuçlar log kob/g cinsinden ifade edildi (Halkman 2005).



### **3.2.1.2.2 Toplam Maya-Küf (TMK) Sayımı**

Örneklerin TMK sayısının belirlenmesinde DRBC (Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol) agar kullanıldı ve yayma plak yöntemiyle steril kabinde ekim yapıldı. Otoklavda steril hale getirilen besiyeri petri kutularına dökülerek soğuması beklendi. Soğuyan petrilere aseptik şartlarda hazırlanan dilüsyonlardan paralelli olarak ekim yapıldı. Bu işlem sonrasında petri kutuları 28°C'de 4-5 gün inkübasyona bırakıldı. Petri kutularında gelişen koloniler sayılarak TMK sayımı sonuçları log kob/g cinsinden ifade edildi (Halkman 2005).

### **3.2.1.2.3 Toplam Koliform Grubu Bakteri (TKGB) Sayımı**

Buzdolabı koşullarında depolanan pişirilmiş köftede Violet Red Bile Agar (VRB; Merck 1.01406) kullanılarak steril kabinde ekim yapıldı. Ekim için VRB agar mikrodalga fırında kaynatılarak steril hale getirildi. Dökme sıcaklığına gelen VRB agar, tek kullanımlık steril plastik petri kutularına dökülerek soğuması beklendi. Soğuyan besiyerine aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlardan paralelli olarak yayma plak yöntemi ile ekim yapıldı. Ekim sonunda petri kutuları 37°C'de 24-48 saat inkübe edildi. Petri kutularında gelişen 0,5-2 mm çapındaki mor renkteki koloniler TKGB olarak kaydedildi ve koloniler sayılarak TKGB sonuçları log kob/g cinsinden ifade edildi (Halkman 2005).

### **3.2.1.2.4 Toplam Psikrotrof Bakteri (TPB) Sayımı**

Örneklerdeki TPB yükünün hesaplanması için Plate Count Agar (PCA Merck 1.05463) besiyeri kullanıldı. Ekim için PCA besiyerine 121°C'de 15 dk sterilizasyon işlemi yapıldı. Uygun dökme sıcaklığına gelen besiyeri tek kullanımlık steril plastik petri kutularına dökülerek soğuması beklendi. Soğuyan besiyerine aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlardan paralelli olarak yayma plak yöntemi ile ekim yapıldı. Ekim sonrasında petri kutuları 7°C'de 10 gün inkübasyona bırakıldı. Petri kutularında gelişen koloniler sayılarak sonuçlar log kob/g cinsinden ifade edildi (Halkman 2005).

### 3.2.1.3 Fiziksel Analizler

Tütsülenmiş balık derisi ile kaplanan balık köftelerinde meydana gelebilecek fiziksel değişimlerin tespiti için köfte örneklerinde renk ve tekstür analizi yapıldı. Ayrıca yapışan kaplama oranı, pişme kaybı ve son ürün verimi hesaplamaları gerçekleştirildi.

#### 3.2.1.3.1 Yapışan Kaplama Oranı, Pişirme Kaybı ve Son Ürün Verimi Hesaplamaları

Yapışan kaplamanın ağırlıkça yüzdesi; kaplanmış ve kaplanmamış çiğ köfte ağırlıkları farkının, kaplanmamış ürün ağırlığına bölünmesi sonucu elde edilen değer 100 ile çarpılması ile belirlendi (Yunista ve diğ. 2007).

$$\text{Yapışan Kaplama Ağırlığı (\%)} = (C-R) / R \times 100$$

C: Kaplanmış çiğ ürün ağırlığı (g)

R: Kaplanmamış çiğ ürün ağırlığı (g)

Pişirme kaybı yüzdesi; kaplanan alabalık köftelerinin pişmeden önceki ve piştikten sonraki ağırlıklarının farkına dayalı olarak bulundu (Yusnita ve diğ. 2007).

$$\text{Pişme Kaybı (\%)} = [(F-C) / C] \times 100$$

F: Kaplanmış alabalık köftelerinin pişmiş ağırlığı (g)

C: Kaplanmış alabalık köftelerinin çiğ ağırlığı (g)

Son ürün verimi (pişme verimi) yüzdesi; kaplanan alabalık köftelerinin pişme işlemi öncesinde ve sonrasındaki ağırlıkları dikkate alınarak elde edildi (Akdeniz 2004).

$$\text{Son Ürün (pişme) Verimi (\%)} = (CW / C) \times 100$$

CW: Kaplanmış alabalık köftelerinin pişmiş ağırlığı (g)

C: Kaplanmış alabalık köftelerinin çiğ ağırlığı (g)

#### 3.2.1.3.2 Tekstür Analizi

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kaplanmış balık köftelerinde 5'er gün aralıklar ile sertlik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık, yapışkanlık, kırılgenlik,

esneklik gibi tekstür özellikleri analiz edildi. Bu tekstür özellikleri Brookfield CT3 (Brookfield Engineering Laboratories, Inc. USA) marka tekstür analiz cihazının yük hücresi 4500 grama ayarlanarak; prob tipi TA4/1000, test tipi sıkıştırma, test hedefi yüklemeli, test hızı 1,00 mm/sn, hedef değer 6.000 N, tetikleme yükü 0,050 N koşullarında belirlendi. Sonuçlar bu ölçümlerin ortalaması alınarak verildi.

### **3.2.1.3.3 Renk Analizi**

Örneklerin iç ve dış renk değerleri HunterLab Color Miniscan XE (Reston, VA, USA) cihazı ile belirlendi. Renk ölçümü öncesi beyaz ve siyah plakalar ile cihazın kalibrasyonu yapıldı. Örneklerin 3 farklı yüzeyinde 3 kez okuma yapıldı ve işlem sonrası değerlerin ortalaması alındı. Ölçüm sonucunda elde edilen *L* değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk), *+a* değeri kırmızı, *-a* değeri yeşil rengi, *+b* değeri sarı rengi ve *-b* değeri ise mavi renkleri temsil etmektedir (Anon. 1995).

### **3.2.1.4 Duyusal Analiz**

Kaplanarak derin yağda kızartılan balık köftelerinin, muhafaza işlemi başında ve muhafaza süresince periyodik olarak beşer gün aralıklarla duyusal değerlendirilmesi yapıldı. Duyusal analizler Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğrencileri ve öğretim elemanlarından oluşan 20 kişilik panelist katılımıyla gerçekleştirildi. Değerlendirme öncesinde örnekler önceden ısıtılmış ( $140\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) fırında 2 dk bekletilerek panelistlere sunuldu. Panelistlerin balık köftelerinin renk, koku, lezzet, tekstür (çiğnerken hissedilen doku özelliklerinin tümü), genel beğeni özelliklerini 7 puanlık hedonik skala (7 = Mükemmel, 6 = Çok iyi, 5 = İyi, 4 = Orta, 3 = Kötü, 2 = Çok kötü, 1 = Aşırı kötü) üzerinden değerlendirmeleri istendi (EK1). Panelistler tarafından her bir köfte örneği için verilen puanların ortalaması alınarak sonuçlar değerlendirildi (Onoğur Altuğ ve Elmacı 2011).

### **3.2.1.5 İstatistiksel Analiz**

Yapılan alışmalar sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi ‘‘Minitab 16 Statistical Software’’ programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapıldı. Uygulama grupları ve muhafaza periyotları arasındaki farklar Tukey testi kullanılarak  $p < 0,05$  güven aralığında karşılaştırıldı ve sonuçlar ortalama  $\pm$  standart hata şeklinde verildi.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Hammadde Analizleri

Çalışmada kullanılan tüm hammaddelerde kaliteyi etkileyebilecek özellikler bakımından kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapıldı. Gerçekleştirilen analizler sonucu elde edilen veriler ilgili başlıklar altında sunuldu.

#### 4.1.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

Kaplama malzemesi olarak kullanılması amaçlanan tütsülenmiş gökkuşağı alabalık derileri nem içeriği %10'un altına düşecek şekilde kurutuldu ve sonrasında öğütülerek kullanıma uygun hale getirildi. Uygulamada kullanılan tüm hammaddelerin temel kimyasal kompozisyonu Tablo 4.1'teki gibi belirlendi.

**Tablo 4.1:** Üretimde kullanılan hammaddelerin temel kimyasal kompozisyonu (%)

Hammaddeler	Nem	Kül	Protein	Yağ	Tuz
TÜBD	49,04±1,29	5,95±0,18	31,79±0,51	11,50±0,70	8,86±0,89
TÜBE	69,87±0,15	4,00±0,17	20,38±0,45	4,66±0,23	2,57±0,64
TZBE	73,56±0,47	1,90±0,05	18,46±0,80	2,41±0,10	-
PU	5,62±0,93	3,57±0,06	7,47±0,13	-	-
TÜKBD	6,09±0,23	11,67±0,21	63,38±0,76	12,91±0,81	7,51±0,68
GU	6,87±0,30	1,01±0,24	11,79±0,11	3,93±0,42	1,84±0,25

-TÜBD: tütsülenmiş balık derisi, TÜBE: tütsülenmiş balık eti, TZBE: taze balık eti, PU: patates unu, TÜKBD: tütsülenmiş kurutulmuş balık derisi, GU: galeta unu

Yapılan araştırmada kullanılan hammaddelerin temel kimyasal kompozisyonu incelendiğinde, taze balık etinde %73,56 olan nem içeriği, tütsülenmiş balık etinde %69,87, tütsülenmiş balık derisinde ise %49,04 olarak tespit edildi. Kaplama materyalleri olarak kullanılacak olan GU'nun nem içeriği %6,87, TÜKBD ise %6,09 olarak belirlendi. Örneklerin kül miktarları TÜBD %5,95, PU'nda %3,57 ve GU'nda ise %1,01 olarak tespit edildi. TÜBE'ndeki kül miktarı %4,00 TBE'nin kül miktarı %1,90, TÜKBD'nin kül miktarı %11,67 TÜBD'nin kül miktarı ise %5,95 olarak belirlendi. Hammaddelerde yapılan protein analizlerine göre, TÜBE'nin protein içeriğinin (%20,38) TZBE'nin protein içeriğinin %18,46 olduğu ve TÜBE'nin

TZBE'den daha fazla protein içerdiği tespit edildi. TÜBD'nin kurutulmadan önce protein miktarının %31,79, kurutulduktan sonra %63,38 olduğu saptandı. Örneklerin yağ miktarları TÜBD'de %11,50, TÜBE'de %4,66, TZBE'de %2,41 ve TÜKBD'de ise %12,91 olarak bulundu. Hammaddelerin tuz içeriği ile ilgili yapılan analiz sonucunda, TÜBD'nin tuz miktarı %8,86, TÜBE'nin ise %2,57 olarak belirlendi.

Balıkların beslenme şekli, türü, büyüklüğü, yaşadığı habitat ve mevsimler balıktaki kimyasal bileşenlerin oranlarını etkilemektedir. Ayrıca tütsüleme teknolojisi gibi işleme teknikleri sonunda da bu bileşenlerde birtakım değişimler meydana gelmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

Gökkuşığı alabalığı filetolarında sıcak tütsüleme sonrası kimyasal kompozisyonun değişiminin izlendiği bir çalışmada, taze balık etinin %72,31 nem, %1,29 kül, %20,15 protein ve %4,61 yağ içerdiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada tütsülenmiş balık etinin nem, kül, protein ve yağ miktarı ise sırasıyla %59,26, %2,02, %28,05 ve %9,51 olarak belirtilmiştir (Oğuzhan ve diğ. 2006).

Ünlüsayın ve diğ. (2001a) tarafından yürütülen bir çalışmada gökkuşığı alabalığı etinin %74,86 nem, %1,80 kül, %16,45 protein ve %4,46 yağ içerdiği bildirilmiştir. Tütsülenmiş balık etinde ise bu değerler sırasıyla %61,20, %3,52, %22,21 ve %7,42 olarak verilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, gökkuşığı alabalığı etinde nem, kül, protein ve yağ miktarının sırasıyla %73,64, %1,15, %18,15 ve %5,86 olarak bulunduğu ifade edilmiştir (İnanlı ve diğ. 2020).

Yeşiltaş (2012) alabalık filetolarında (%75,56) nem, (%18,80) protein, (%4,23) yağ, (%1,38) kül, içeriğinin tütsüleme işlemi sonrasında (%30,76 protein, %7,50 yağ, %1,60 kül) arttığını, nem içeriğinin (%54,58) ise azaldığını bildirmiştir.

Bilgin ve Ertan (2001) tütsüleme işlemi sonucu kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) etinde %71,76 olan nem miktarının %64,86'ye düştüğünü bildirirken, Ünal (1995) gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) etinde taze halde %72,12 olan nem miktarının tütsüleme işlemi sonrasında %64,23'e azaldığını bildirmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) tütsüleme işlemi sonrasında gıdaların kuru madde miktarında artış olduğu ve dolayısı ile nem miktarında azalma görüldüğünü bildirirken, Huss (1995) bu değişimin tütsülenmiş ürünlerde tuzlama, ısıtma ve

kurutmaya bağı olduğunu belirtmiştir. Tütsüleme işlemi sonrasında meydana gelen nem içeriğindeki azalma ifade edilen çalışmalar ile benzerdir.

Dumanlanmış ürünlerde su oranının azaldığı, sıcaklığın artmasıyla protein denatürasyonun olduğu bildirilmektedir (Ünal 1995, İzci ve Ertan 2004). Ayas ve Soydemir (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada, dumanlanmış hamsi, sardalya ve gökkuşağı alabalığı filetolarında meydana gelen su kaybından dolayı % protein, % yağ ve % kül oranlarının taze filetoya göre yüksek olduğu bildirilmiştir.

Balıkların işlenmesi sırasında özellikle uygulanan ısı işlem sonucu protein, kül ve yağ miktarında değişim gözlenmektedir. Su oranının azalmasından dolayı dumanlanmış ürünlerde yağ ağırlık üzerinden yapılan hesaplamalarda oransal bir artış olmaktadır. Bilgin ve Ertan (2001) taze kahverengi alabalık etinde (*S. trutta*) %22,47 olan proteinin tütsüleme işlemi sonrasında %25,72'ye yükseldiğini, Ünal (1995) taze gökkuşağı alabalığında bu değer %19,50'den %25,72'ye yükseldiğini, Bilgin ve diğ. (2007) ise taze haldeki *S. trutta macrostigma* etinin protein içeriğinin %16,22 iken sıcak tütsüleme işlemi sonrasında %35,26'ya yükseldiğini bildirmişlerdir.

Ayas ve Soydemir (2003) tarafından yapılan bir çalışmada ise sıcak dumanlanmış aynalı sazan filetolarının analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerdeki protein miktarı karşılaştırıldığında, dumanlanmış örnekteki protein oranının taze örneklerle göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise tütsüleme işlemi sırasında çözünebilen proteinlerin, peptidlerin ve serbest amino asitlerin pişirme sırasında açığa çıkan suyla birlikte kaybolmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca Ünlüsayın ve diğ. (2001b) tütsüleme işleminin proteinlerde termal parçalanmaya neden olabileceğini bildirmişlerdir. Tütsüleme işlemi sonrasında protein içeriğinde meydana gelen değişim, bahsedilen çalışmalarla ve özellikle İzci ve Ertan (2004) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Tütsülenmiş balıkların yağ içeriğinde değişimler olmaktadır (Bligh ve diğ. 1988). Tütsüleme işlemi sonunda yağ miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Bu nisbi artışın yüksek olmasının nedeni ise su kaybının yüksek olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Ünlüsayın ve diğ. 2001a). Aynalı sazanların sıcak tütsülenmesi sonucu yağ örnekler üzerinde yapılan analizlerde yağ miktarının büyük oranda arttığı, bu artışın nedeninin ise tütsüleme işlemi sonunda su oranının düşmesi

olduğu bildirilmiştir. Aynı işlemin kuru madde üzerinden yapılması sonucunda ise yağ oranında kúçük bir artış gözlenmiştir. Bu kúçük artışın nedeni olarak da duman materyalinde bulunan yağ yapısındaki bileşikler gösterilmektedir (Kaba ve diğ. 2009).

Oğuzhan ve diğ. (2006) taze filetoda yağ miktarını %4,61, túsúlenmiř örnekte ise %9,51 olarak bildirirken, Bilgin ve diğ. (2007) taze alabalık filetolarında %2,55 oranında bulunan yağ içeriğinin túsúlenmiř ürünlerde artış göstererek %5,25'e ulaştığını, Ünlüsayın ve diğ. (2001a) ise taze alabalık etinin yağ içeriğinin %4,46 'dan %7,42'ye yükseldiğini ifade etmiştirler. Yapılan araştırmada túsúleme işlemi sonrasında yağ içeriğinde meydana gelen değişimin bahsedilen çalışmalar ile benzer olduğu tespit edildi.

Túsúleme işlemi öncesinde balıklara uygulanan tuzlama işlemi nedeniyle nem miktarında azalma ve buna bağlı olarak kül miktarında artış gözlenmektedir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998) taze gökkuşağı alabalığı etindeki kül miktarının (%1,31) túsúleme sonrasında arttığını (%4,70) ve túsúlenmiř balığın tuz miktarının ise %3,68 olduğunu bildirmiştir. Ünal (1995) gökkuşağı alabalığı filetolarında yaptığı analiz sonunda taze örnekte %1,43, túsúlenmiř örnekte ise %3,76 kül tespit etmiştir. Túsúlenmiř örneğin tuz miktarı ise %4,21 olarak bildirilmiştir. Çalışmada, túsúleme işlemi sonrasında da kül miktarında meydana gelen artış bahsedilen çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Çalışmada elde tespit edilen tuz miktarının ifade edilen çalışmalardan daha dúřük olduğu belirlenirken bunun uygulama tekniği veya kullanılan hammadde farklılığından kaynaklanabileceği dúřünülmektedir.

#### **4.1.2 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları**

Çalışmada kullanılacak olan hammaddelerde TAMB, TPB, TMK ve TKGB sayımları gerçekleştirildi. Analiz sonunda elde edilen veriler Tablo 4.2'de sunulmuştur.



**Tablo 4.2:** Üretimde kullanılan hammaddedeki TAMB, TMK, TPB ve TKGB sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma Grubu	Hammaddeler					
	TZBE	TÜBE	TÜBD	TÜKBD	PU	GU
TAMB	5,26±0,1	4,49±0,3	<1	<1	4,69±0,17	2,62±0,22
TMK	5,32±0,2	4,76±0,1	5,35±0,4	4,97±0,36	5,08±0,19	2,35±0,27
TPB	5,72±0,0	<1	3,77±0,3	<1	<1	<1
TKGB	4,45±0,1	<1	<1	<1	<1	<1

-TZBE: taze balık eti, TÜBE: tütülenmiş balık eti, TÜBD: tütülenmiş balık derisi, TÜKBD: tütülenmiş kurutulmuş balık derisi, PU: patates unu, GU: galeta unu

Hammaddelerde TAMB sayısı en yüksek TZBE’nde (5,26 log kob/g) tespit edilirken, GU’nda 2,62 log kob/g, TÜBE’nde 4,49 log kob/g ve PU’nda 4,69 log kob/g olarak belirlendi. TÜBD’nde ve TÜKBD’nde ise TAMB gözlenmedi.

TMK tüm hammaddelerde tespit edilirken; en yüksek sayı 5,35 log kob/g ile tütülenmiş balık derisinde, en düşük değer ise 2,35 log kob/g ile galeta ununda belirlendi.

TPB sayısı, taze balık etinde 5,72 log kob/g, tütülenmiş balık derisinde 3,77 log kob/g olarak gözlenirken, diğer hammaddelerin TPB içermediği saptandı.

TKGB sayısı ise taze balık eti (4,45 log kob/g) haricindeki hammaddelerde tespit edilmedi. Bu durumun balık eti ve balık derileri için işletme koşulları, ürünün elde edilmesinden itibaren depolandığı ortam koşulu, balıkla temas eden ambalaj, taşıma ve personel hijyeni gibi birçok nedenden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Özdemir (2019) yaptığı çalışmada, patates unundaki TAMB sayısını 2,08 log kob/g olarak bulurken taze ve tütülenmiş balık etinde bu değerlerin sırasıyla 3,16 ve 2,85 log kob/g olduğunu bildirmiştir. TMK, örneklerin hiçbirinde gözlenmezken, TKGB ise sadece taze alabalıkta (1,85 log kob/g) tespit edilmiştir. Aynı çalışmada tütülenmiş alabalık etinde 1,15 log kob/g, taze alabalıkta 1,97 log kob/g TPB sayısı belirlenirken, patates ununda bu grup bakterinin belirlenemediğini bildirmiştir.

Özyılmaz (2007) taze alabalık etinde TAMB sayısını 5,71 log kob/g, TMK 5,86 log kob/g, TKGB sayısını 5,36 log kob/g olarak bildirirken; Çarbaş (2008)

gökkuşuğu alabalığı etinde TAMB değerini 3,09 log kob/g, TMK sayısını ise 2,70 log kob/g olarak tespit etmiştir.

Patır ve diğ. (2005) farklı ağaç türleriyle tütsülenen aynalı sazan filetoları üzerinde yaptıkları bir çalışmada, TAMB sayısının taze filetolarda 4,46-5,30 log kob/g arasında olduğunu bildirirken, tütsüleme işleminden sonra azalarak 1,14-2,79 log kob/g arasında değişim gösterdiğini düşüğü bildirmişlerdir. Taze sazan filetolarında TMK sayıları 2,51 ile 3,11 log kob/g arasında tespit edilirken, meşe talaşı kullanılarak tütsülenen sazan filetoları hariç, akgürgen, kavak, çam ve söğüt talaşı ile tütsülenen sazan filetolarında TMK sayısının sayılabilir değerin (1,00 log kob/g) altında olduğu bildirmişlerdir.

İnanlı ve diğ. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada taze alabalık filetolarında TAMB sayısı 2,13 log kob/g, TPB sayısı 3,23 log kob/g ve TMK sayısı 2,38 log kob/g olarak belirtilmiştir. Başka bir çalışmada alabalık filetolarının TAMB sayısı 3,58 log kob/g ve TAPB sayısı 3,10 log kob/g olarak verilmiştir (Jouki ve diğ. 2014).

Gerçekleştirilen bu çalışmada hammadde olarak kullanılan taze alabalık etinde TAMB sayısının (5,26 log kob/g) Özyılmaz (2007) tarafından yapılan çalışmadan (5,71 log kob/g) düşük olduğu bahsedilen diğer çalışmalardan (Özdemir 2019, İnanlı ve diğ. 2020, Jouki ve diğ. 2014) ise yüksek olduğu, Patır ve diğ. (2005) tarafından yapılan çalışma ile de benzer olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmada, taze alabalıkta tespit edilen TMK sayısı (5,32 log kob/g) Özyılmaz (2007) tarafından yapılan çalışma sonucu elde edilen değerden düşük olduğu görülmüştür. Sonuçlardaki bu denli değişimin hammadde farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## **4.2 Köfte Hamurunda Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları**

Piştirilme işleminden önce köfte hamurunda TAMB, TMK, TPB ve TKGB sayımı yapıldı. Yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre köfte hamurunda 5,48 log kob/g TAMB, 5,12 log kob/g TMK, 5,40 log kob/g TPB ve 4,19 log kob/g TKGB tespit edildi (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3:** Köfte hamurlarında sayımı gerçekleştirilen mikroorganizma gruplarının sayısal sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma Grubu	Köfte Hamuru
TAMB	5,48±0,34
TMK	5,12±0,41
TPB	5,40±0,51
TKGB	4,19±0,22

### 4.3 Kaplama İşlemi Uygulanan Köfte Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analiz Sonuçları

Kaplanmış köfte örneklerinin temel kimyasal kompozisyonunu belirlemek amacıyla muhafazanın başında nem, kül, yağ, protein ve tuz analizleri yapıldı. Örneklerin buzdolabında muhafazası sırasında meydana gelecek kimyasal değişimlerin tespiti için ise belirli aralıklarla TBA ve TVB-N analizleri gerçekleştirildi.

#### 4.3.1 Temel Kimyasal Kompozisyondaki Değişim

İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak hazırlanıp derin yağda kızartılan alabalık köftelerinin temel kimyasal kompozisyonu aşağıda Tablo 4.4'te verilmiştir.

**Tablo 4.4:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftelerinin temel kimyasal kompozisyonu (%)

Köfte Grubu	Protein	Nem	Kül	Yağ	Tuz
GKK	22,32±0,32 <sup>B</sup>	48,35±0,37 <sup>A</sup>	2,77±0,19 <sup>B</sup>	21,77±1,89 <sup>A</sup>	1,65±0,11 <sup>B</sup>
KDKK	27,74±1,47 <sup>A</sup>	48,07±1,00 <sup>A</sup>	4,13±0,21 <sup>A</sup>	22,88±1,39 <sup>A</sup>	1,87±0,06 <sup>A</sup>

-Tabloda aynı sütunda farklı büyük harfler (A, B, C,...) ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

Tütsülenmiş balık eti kırıntısı ve taze balık eti ilave edilip derin yağda kızartılarak hazırlanan kaplanmış köfte örneklerinin protein içerikleri incelendiğinde, KDKK örneğinin protein miktarının (%27,74) GKK örneğinin protein miktarından (%22,32) fazla olduğu, iki örnek arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0,05) tespit edildi. Protein içeriğindeki bu farkın; KDKK örneğinde

kaplama malzemesi olarak kullanılan alabalık derisinin (%63,38), GKK örneğinin kaplamasında kullanılan galeta ununa (%11,79) göre daha yüksek oranda protein içermesinin kaynaklandığı düşünüldü (Tablo 4.1). Nem içeriği bakımından köfte örnekleri arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlendi. Kaplanmış balık köfteleri kül içerikleri açısından incelendiğinde, KDKK örneğinin kül içeriğinin (%4,13) GKK örneğinden (%2,77) yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ) saptandı. İki farklı kaplama materyali ile kaplanan köfte örneklerinin yağ içeriğinde önemli bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ), ancak tuz içerikleri arasındaki farkın ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edildi.

Patır ve diğ. (2009) dondurulmuş karideslerden hazırlanan kroketlerin raf ömrünü belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, taze karides etinde nem miktarını %83,54 olarak belirlerken, kroketlerde bu değerin azalarak %42,52 olduğunu, taze karides etindeki kül (%1,57), yağ (%1,09), tuz (%1,81) miktarının bu karides etinden hazırlanan kroketlerde (kül %3,90, yağ %27,40 ve tuz %3,43) arttığını, protein (%21,55) miktarının ise kroketlerde (%19,80) azaldığını belirlemişlerdir.

Çapkın (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, kadife balığı etinden hazırlanan köfterinin nem içeriği %70,69, kül içeriği %3,95, yağ içeriği %7,11 ve protein içeriği ise %10,85 olarak tespit edilmiştir.

Berik ve diğ. (2011) alabalık filetosundan üretilen kroketlerin kalite niteliklerini belirledikleri bir çalışmada, taze alabalık etindeki nem ve protein miktarının kroketlerde azaldığını, yağ ve kül miktarının ise kroket örneğinde arttığını tespit etmişlerdir.

Taşkaya ve diğ. (2003) gökkuşuğu alabalığı etinden ürettikleri burger tipi köftelerin buzdolabı koşullarındaki kalite değişimini inceledikleri çalışmada, taze alabalık etinin protein, yağ, tuz, nem ve kül içeriklerini sırayla %21,67, 3,66, 0,45, 71,92 ve 1,56 olarak belirlemişlerdir. Bu eti kullanarak ürettikleri burger tipi köftelerde protein (%16,63), yağ (%1,95) ve nem (%63,61) içeriğinin azaldığını, tuz (%0,88) ve kül (%3,38) içeriğinin ise arttığını bildirmişlerdir.

Raeisi ve diğ. (2016) arpacık soğanı ve ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) *Sprague*) tohumu ekstraktlarının buzdolabında depolanan, kaplanıp yarı kızartılmış gökkuşağı alabalığı filetolarının kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çiğ filetolarda ölçülen nem (%69,21) ve protein (%22,16) miktarının, bu filetolardan üretilen kaplanmış köftelerde azaldığını (nem %40,93, protein %15,72), yağ (%6,14) ve kül (%1,26) içeriğinin ise kaplanmış köftelerde arttığını (yağ %12,81, kül %4,39) tespit etmişlerdir.

Ayaş (2007) yeşil çay katkılı yenilebilir kaplama uygulanan gökkuşağı alabalığı filetolarındaki kalite değişimini incelediği çalışmasında, kontrol grubu ile, protein hidrolizatı ve yeşil çay ekstraktı kullanılarak kaplanan grupta depolama boyunca nem, yağ ve kül içeriğinde önemli bir değişimin olmadığını tespit etmiştir. Ancak kontrol ve uygulama gruplarının protein içeriği bakımından farklı olduğu ifade edilmiştir.

Balık etlerinde bulunan serbest su, sıcaklık uygulanarak işlenmiş ürün haline getirilirken, uygulanan ısı işlemlere bağlı olarak azalmaktadır. Bu nedenle tütsüleme işlemi uygulanan alabalık etinde de nem kaybı olabilmektedir. Dolayısıyla taze balık etinde azalan su oranıyla birlikte, yağ içeriğinde oransal bir artış görülmektedir. Benzer şekilde tütsüleme işlemi öncesinde uygulanan tuzlama işlemi ile son üründeki tuz oranı artarken, su oranında azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca balık etine uygulanan ısı işlem sonucu protein denatürasyonu gibi biyokimyasal değişimler de görülmektedir (Ünal 1995, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Günlü 2007, Kaba ve diğ. 2009). Bahsedilen bu çalışmalar ışığında taze (%27) ve tütsülenmiş alabalık eti (%65) karışımı kullanılarak yapılan köftelerin nem miktarında taze alabalık etine göre azalma, protein, tuz, kül ve yağ oranında ise artma görülmüştür (Tablo 4.1 ve Tablo 4.4). Çalışmada kullanılan taze gökkuşağı alabalığının biyokimyasal içeriğinin literatürdeki değerlere yakın olduğu, bu değerlerin köfte örnekleri ile kıyaslandığında protein oranı haricinde, bahsedilen çalışmalarla benzerlik gösterdiği, ayrıca protein miktarındaki farklılığın ise kullanılan kaplama materyallerinin içerdiği proteinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1).

Gerçekleştirilen çalışmada kaplanmış köfte örneklerinde nem ve yağ miktarları benzer iken ( $p>0,05$ ), protein, tuz ve kül miktarları belirgin olarak farklı ( $p<0,05$ ) bulunmuştur (Tablo 4.4). Örnekler arasında protein ve kül içeriği

bakımından farklılığın, kullanılan kaplama materyallerinin tuz ve protein bakımından farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

#### **4.3.2 TBA (Tiyobarbütirik Asit) Değerindeki Değişim**

Yağ içeriği yüksek gıdaların bozulmasına neden olan en etkili değişimlerden biri de yağların oksidasyonudur. Oksidasyon sonucunda ürünlerde acımsı tat ve sarı kahverengi bir renk değişimi gözlenmektedir. Su ürünlerinde yağ oksidasyonunun derecesini belirlemede kullanılan kriterlerden biri de TBA sayısıdır. TBA analizinde çoklu doymamış yağ asitlerinin ikincil oksidasyon ürünü olarak açığa çıkan malonaldehit miktarı ölçülmektedir. Balıklarda oksidasyonun ve dolayısıyla TBA değerinin değişiminde etkili birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar balığın türü, içerdiği çoklu doymamış yağ asidi miktarı, mevsim, depolamadan önce uygulanan işlem, depolama sıcaklığı gibi etkili faktörlerdir. Oksidasyon derecesini belirlemede kullanılan TBA değerinin çok iyi ürünlerde 3 mg MA/kg'dan az olması, iyi bir üründe de 5 mg MA/kg'dan fazla olmaması gerektiği bildirilmektedir. Ayrıca TBA sayısının ürünlerdeki tüketilebilir sınır değerinin 7-8 mg MA/kg olduğu, bu değer 8 mg MA/kg'a ulaştığında ürünün raf ömrünü doldurduğu ve tüketilemeyeceği ifade edilmektedir (Fernandez ve diğ. 1997, Varlık ve diğ. 2000, Köse ve Erdem 2001, Turan 2002, Çaklı ve diğ 2008, Kaba ve diğ. 2012).

İki farklı kaplama materyali kullanılarak hazırlanan ve derin yağda kızartılan alabalık köftelerinin buzdolabı koşulunda ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) depolanması sırasında TBA değerinde zamana bağlı meydana gelen değişim Tablo 4.5'te verildi.

**Tablo 4.5:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen TBA (mg malonaldehit/kg) değerlerindeki değişim

Muhafaza Süresi (Gün)	Köfte Grubu	
	GKK	KDKK
0	0,15 $\pm$ 0,01 <sup>Ea</sup>	0,17 $\pm$ 0,03 <sup>Ca</sup>
5	0,22 $\pm$ 0,01 <sup>Da</sup>	0,19 $\pm$ 0,04 <sup>Ca</sup>
10	0,29 $\pm$ 0,02 <sup>Ca</sup>	0,26 $\pm$ 0,02 <sup>Bb</sup>
15	0,39 $\pm$ 0,01 <sup>Ba</sup>	0,36 $\pm$ 0,03 <sup>Aa</sup>
20	0,43 $\pm$ 0,01 <sup>Aa</sup>	0,36 $\pm$ 0,04 <sup>Ab</sup>

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

Yapılan analizler sonucunda, muhafazanın başlangıcında GKK ve KDKK örneklerinin TBA değerleri sırasıyla 0,15 mg MA/kg ve 0,17 mg MA/kg olarak belirlendi. Her iki grupta muhafaza süresince TBA değerinde artış gözlemlendi ve muhafazanın sonlandırıldığı 20. günde GKK örneklerde 0,43 mg MA/kg, KDKK örneklerde ise 0,36 mg MA/kg olarak tespit edildi (Tablo 4,5). GKK örneğinde depolama boyunca zamana bağlı meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) bulundu. KDKK örneğinde depolamanın başlangıcı ve 15. günü arasındaki TBA değerlerinde meydana gelen değişim önemli ( $p<0,05$ ) iken bu süreden sonra muhafazanın sonlandırıldığı zamana kadar olan değişim önemsiz ( $p>0,05$ ) oldu. KDKK örneğinin TBA değerindeki artış GKK örneğine göre daha sınırlı kaldı. Bunun nedeni ise kaplama materyali olarak kullanılan tütsülenmiş alabalık derisinin tütsü kaynaklı antioksidan aktiviteye sahip moleküllerin varlığı olduğu düşünülmektedir.

Dikel (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada, kitosan ilaveli jelatinin çipura filetolarında kaplama malzemesi olarak kullanılması ve bunların buzdolabı koşullarında 12 gün depolaması sırasında kaliteye etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonunda, %0,5 kitosan ilaveli jelatin ile kaplanan örneklerde depolamanın 3. gününde TBA değeri 0,67 mg MA/kg, %1 kitosan ilaveli jelatin ile kaplanan örnekte ise 1,25 mg MA/kg olarak ölçülmüştür. Depolamanın 9.gününde %15 jelatin ile kaplanan örneğin TBA miktarı 1,33 mg MA/kg olarak belirlenirken, %0,5 ve %1 kitosan ilaveli jelatin ile kaplı örneklerin TBA değerinde belirgin bir artış görüldüğü ( $p<0,05$ ) ve %1 kitosan ilave edilen jelatin ile kaplanan örneklerin depolamanın 12.

gününde 2,40 mg MA/kg'a ulaştığı ve tüketilebilir özelliğini koruyamadığı tespit edilmiştir.

Kılınççeker (2014) adaçayı ve ısırgan otundan elde edilen ekstraktların alabalık köftesinde kaplama malzemesi olarak kullanımının köfte kalitesi üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada, kontrol grubunda TBA değerini 0,70 mg MA/kg olarak belirlemiştir. Uygulama grupları arasında en yüksek TBA değeri %0,4 ısırgan otu ekstraktı içeren grupta (0,55 mg MA/kg), en düşük TBA değeri ise %0,6 ada çayı ekstraktı içeren grupta (0,51 mg MA/kg) tespit edilmiştir. Ancak örneklerin TBA değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirilmiştir.

Lu ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada yılan balığı filetoları tarçın ve nisin içeren aljinat-kalsiyum çözeltileri ile kaplanmıştır. Kaplanan örneklerin TBA değerindeki değişim incelendiğinde, depolama boyunca en yüksek değerlerin kontrol örneğinde ölçüldüğü, en düşük değerlerin ise tarçın-nisin içeren örnekte ölçüldüğü belirlenmiştir. Kaplama olarak tarçın-nisin kullanımının oksidasyon üzerine olumlu etkiler yarattığı ifade edilmiştir.

Manda etinden hazırlanan köftelerin aljinat-kalsiyum ile kaplandığı başka bir çalışmada kaplanan örneklerin TBA miktarındaki artışın doğrusal olduğu bildirilmiştir (Chidanandaiah Keshri ve Sanyal 2009).

Patır ve diğ. (2009) dondurulmuş karides etinden yapılan kroketlerin raf ömrünü belirlemek adına yaptıkları çalışmada, buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) depolanan kroketlerde depolamanın birinci günü 1,00 mg MA/kg olarak ölçülen TBA değerinin, 3. günün sonunda artarak 3,11 mg MA/kg'a ulaştığını çok iyi ürünlerde olması gereken 3 mg MA/kg değerini aştığını tespit etmişlerdir.

Özdemir (2019) tütsülenmiş alabalık etinden ürettiği burger tipi köftelerin kalite değişimi üzerine yaptığı çalışmada, derin dondurucu ve buzdolabı koşulunda muhafaza ettiği fırınlanmış ve derin yağda kızartılmış köftelerin depolamaya bağlı olarak TBA içeriğindeki artışın sınırlı seviyede olduğunu bildirmiştir. Depolanan ürün grupları arasında en düşük TBA değeri, tamamı tütsülenmiş balık kırıntısından oluşan köftelerde tespit edilmiştir. Ayrıca ürünlerin hiçbirinde TBA değerinin 3 mg



MA/kg'ı geçmediği, tütü bileşimindeki antioksidatif bileşiklerin bu artışı engellediği ifade edilmiştir.

Öksüztepe ve diğ. (2010) sodyum laktat ilavesinin gökkuşağı alabalığından yapılan köftelere etkisini araştırmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre tüm örneklerin depolama süresince TBA değerlerinde artış olduğu, köftelere ilave edilen sodyum laktat konsantrasyonu arttıkça TBA değerindeki artışın daha sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda hiçbir örnekte tüketilebilir sınır değeri aşılmamıştır.

Mahmoudzade ve diğ. (2010) pisi balığı eti kullanarak ürettikleri burger tipi kaplanmış ve kaplanmamış köftelerin -18°C'de depolanması sırasında meydana gelen kalite değişimlerini incelemişlerdir. Kaplanan köfte örneğinde TBA miktarı depolamanın 2. ayında 0,72 mg MA/kg ölçülmüş, sonrasındaki aylarda ise TBA değerinde azalma gözlenerek 5. ayın sonunda 0,22 mg MA/kg olarak kaydedilmiştir. Kaplanmamış köfte örneğinde ise depolamanın 3. ayında en yüksek TBA değerine (0,81 mg MA/kg) ulaşılırken, bu aydan sonra TBA değeri azalarak 5. ayın sonunda 0,62 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Kaplama olmayan ürünlerde oksijenle temas kesilemediği için TBA değerinde kademeli bir artış olduğu ifade edilmiştir.

Yenilebilir kaplamaların donmuş alabalık filetoları üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kaplanmamış balık filetolarının TBA değeri 0,5 mg MA/kg iken zein, gluten, kazein karışımı ile kaplanan gruplarda en düşük TBA değeri kazein karışımı kaplı üründe 2,07 mg MA/kg tespit edilmiştir. Guar gam, ksantan gam, keçiyoynuzu gamı ile kaplanan gruplarda ise gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark tespit edilmemiştir. Diğer bir kaplama grubu olan 1:1, 1:2 ve 2:1 buğday unu: mısır unu gruplarında ise en düşük değer 2:1 buğday unu: mısır unu ile kaplanan örnekte (2,29 mg MA/kg) belirlenmiştir. Sonuç olarak kaplanmamış filetolardaki TBA değerinin kaplanan ürünlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Balık filetolarının yüzeyini kaplayan polisakkarit ve protein esaslı kaplamalar ürünün hava ile temasını keserek oksidasyonu engelleyerek, böylece TBA değerindeki artışı engellediği ortaya konmuştur (Kılınççeker ve diğ. 2009).

Yapılan bu çalışmada, galeta unu ve tütülenmiş alabalık derisi kullanılarak kaplanıp derin yağda kızartılan köfte örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazası

sırasında depolamaya bağılı olarak TBA değeri GKK örneğinde daha hızlı bir artış gösterirken, KDKK örneğindeki artış daha sınırlı kaldı. Depolamanın sonunda GKK örneğinde TBA değeri daha fazlaydı (Tablo 4.5). Çalışma sonunda elde edilen veriler literatürdeki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar ışığında, kaplama malzemesi olarak kullanılan tütsülenmiş alabalık derisi, bünyesinde bulunan tütsü bileşenlerinden dolayı oksidasyona engel olarak TBA değerindeki artışı sınırlandırdığı kanaatine varılmıştır.

### 4.3.3 TVB-N (Toplam Uçucu Bazık Azot) Değerindeki Değişim

İki farklı kaplama materyali kullanılarak üretilen tütsülenmiş alabalık köftelerinin 20 gün süreyle muhafazası sırasında, balık ve balık ürünlerinde tazeliğin belirlenmesinde bir parametre olarak kullanılan TVB-N değerinde meydana gelen değişim takip edildi ve bu amaçla yapılan analiz sonuçları Tablo 4.6' da verildi.

**Tablo 4.6:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklelerinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafazası sırasında belirlenen TVB-N (mg/100 g) değerlerindeki değişim

Muhafaza Süresi (Gün)	Köfte Grubu	
	GKK	KDKK
0	20,66±1,62 <sup>Bb</sup>	25,53±2,57 <sup>Ba</sup>
5	26,36±1,73 <sup>Ab</sup>	31,24±2,66 <sup>Aa</sup>
10	26,27±1,62 <sup>Ab</sup>	32,53±1,29 <sup>Aa</sup>
15	26,97±1,42 <sup>Ab</sup>	32,01±1,64 <sup>Aa</sup>
20	27,85±2,25 <sup>Ab</sup>	32,66±2,75 <sup>Aa</sup>

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

Yapılan analiz sonuçlarına göre, TVB-N değerinin depolama başlangıcında GKK örneğinde 20,66 mg/100 g, KDKK örneğinde 25,53 mg/100 g olduğu ve her bir uygulama grubunda muhafazanın 5. gününden sonra TVB-N değerinin düzensiz bir değişim gösterdiği, ayrıca bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı (p>0,05) tespit edildi (Tablo 4.6). Köfte örnekleleri arasında karşılaştırma yapıldığında, depolama boyunca TVB-N değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak önemli (p<0,05) olduğu belirlendi. Muhafazanın sonlandırıldığı 20. günde GKK örneğinde (27,85 mg/100 g) ve KDKK örneğinde (32,66 mg/100 g) en yüksek TVB-N değeri

kaydedildi. Genel olarak tütülenmiş kurutulmuş balık derisi ile kaplanan köfte örneklerinde depolama boyunca tespit edilen TVB-N miktarının galeta unu ile kaplanan örneklerden yüksek olduğu gözlemlendi.

Balık ve diğer su ürünleri oldukça hızlı bozulan ve kalite kaybına uğrayan gıdalardır. Azotlu bileşikler, protein ve protein olmayan azotlu bileşikler olmak üzere balık etinde bozulmaya neden olan bileşikler arasında yer almaktadır. Su ürünlerinde tazeliğin belirlenmesinde kullanılan kimyasal yöntemlerden biri de TVB-N tayinidir. Endojen enzimler ve bakteriyel bozulmanın etkisiyle oluşan TMA (trimetilamin) ve amonyaktan oluşan TVB-N miktarında depolamayla birlikte artış görüldüğü bildirilmiştir. Balığın yaşı, cinsi, cinsiyeti, beslenme durumu, avlandığı bölge ve buna benzer birçok faktör TVB-N değerini etkilemektedir. Ürünler TVB-N değerine göre sınıflandırılmaktadır. TVB-N değeri 25 mg/100 g'a kadar çok iyi, 30 mg/100 g'a kadar iyi, 35 mg/100 g'a kadar pazarlanabilir, 35 mg/100 g'dan fazla olan ürünler ise bozulmuş olarak nitelendirilmektedir. Tatlı su balıkları için tüketilebilir sınır değer olarak 36 mg/100 g olarak bildirilmiştir. Ancak bazı kaynaklarda tüketilebilir sınırın 40 mg/100 g olduğu belirtilmiştir (Lannelongue 1980, Gökoğlu 1994, Varlık ve diğ. 2004, Olgunoğlu 2007, Patır ve diğ. 2009, Dikel 2012, Çankırılıgil ve Berik 2017).

Morina balığı köftelerinin kaplanmasında kitosan-jelatin karışımının kullanıldığı bir çalışmada, kontrol örneklerinde depolamanın 3.günü en yüksek TVB-N değerine ulaşıldığı, kitosan-jelatin karışımı kaplama uygulanan köftelerin TVB-N değerinin daha düşük olduğu ve bozulmanın yavaşladığı bildirilmiştir (López-Caballero ve diğ. 2005).

Can ve Patır (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, kitosan ile kaplı alabalık filetolarında depolama boyunca ölçülen TVB-N değerinin kaplanmamış filetolara göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Depolamanın sonunda kaplanmamış alabalık filetosunda 33 mg/100 g olarak ölçülen TVB-N değeri, bir kez kaplama solüsyonuna daldırılan filetoda 24,6 mg/100 g, ikinci kez daldırma yapılan filetoda ise 20,1 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Uygulama gruplarının hiçbirinde tüketilebilir sınır değerinin muhafaza süresi içinde aşılmadığı belirtilmiştir.

Dumanlanmış alabalığın kalitesinde aljinat kaplamanın etkisini araştırdığı bir çalışmada, depolama sonunda kontrol örneğinde 41,46 mg/100 g olarak ölçülen

TVB-N değerinin, %1 sodyum aljinat içeren örneklerde 50,31 mg/100 g, %2 sodyum aljinat içeren örneklerde 30,15 mg/100 g, %3 sodyum aljinat içeren örneklerde 26,63 mg/100 g ve %3 sodyum aljinat ve kekik yağı içeren örneklerde ise 25,81 mg/100 g olarak ölçüldüğü bildirilmiştir. Artan sodyum aljinat konsantrasyonu ile birlikte TVB-N değerinin azaldığı, eklenen kekik yağının da buna katkı sağladığı kanısına varılmıştır (Yeşiltaş 2012).

Tokur ve diğ. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, sebze sosu ile kaplanan alabalık filetolarının dondurarak depolama sırasında kalite değişimleri izlenmiştir. Kaplanan köftede en yüksek TVB-N değeri 5. ayda (16,63 mg/100 g) llrken, daha sonra önemli bir değişim gözlenmemiştir. Kaplanmamış köfte örneklerinde TVB-N değerinin depolamanın 5. ayında belirgin bir Şekilde arttığı ve en yüksek seviyeye (20,85 mg/100 g) ulaştığı, bu süreden sonra TVB-N değerinin yavaşça azaldığı tespit edilmiştir.

Alabalık filetolarının kaplanmasında portakal ve havuç posası kullanımı üzerine yürütülen bir çalışmada, kaplanıp kızartılan örnekler arasında en yüksek TVB-N değeri galeta unu ile kaplı kontrol numunesinde (9,96 mg/100 g) belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca kaplanmamış fileto ve kaplanıp kızartılan filetoların TVB-N değerlerindeki değişim düzensiz olarak seyretmiş, kaplanıp kızartılan filetoların TVB-N değerinde kısmen azalma tespit edilmiştir. Muhafazanın sonunda en yüksek TVB-N değeri 14,92 mg/100 g olarak galeta unu ile kaplanan grupta, en düşük değer ise 9,72 mg/100 g olarak portakal posası ile kaplanan grupta belirlenmiştir. Havuç posası ve portakal posası, bünyesinde bulunan bazı bileşenlerin TVB-N değerindeki artışın yavaşlatılmasına katkı sağlamada etkili olabileceği kanaati bildirilmiştir (Yüce 2018).

Bu tez çalışması kapsamında, iki farklı kaplama materyali kullanılarak hazırlanan köfte örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazası boyunca, depolamanın 5.gününden itibaren TVB-N miktarında düzenli bir artış olmadığı görüldü. Depolama sonunda TVB-N miktarının GKK rneklerinde KDKK örneklerinden daha düşük olduğu belirlendi. Bunun sebebinin ise depolamanın başlangıcında KDKK rneğinde llen TVB-N değerinin GKK rneğinde ölçülen değerden daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Başlangıçtaki farkın ise KDKK rneğinde kaplama materyali olarak kullanılan balık derisinden

kaynaklanabileceği sanılmaktadır. KDKK grubunda başlangıçtaki TVB-N değerinin daha yüksek olmasına rağmen, depolama süresince meydana gelen artışın sınırlı kalmasında ise tütsülenmiş balık derisinde tütsü kaynaklı koruyucu etkiye sahip kimyasal bileşiklerin varlığının etkisi olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, bahsedilen literatür çalışmalarında da görüldüğü üzere kaplama materyali olarak kullanılan malzemelerin bünyesinde bulunan birtakım kimyasal bileşiklerin, oluşan TVB-N miktarını azalttığı ya da artışını sınırladığı söylenebilir. Dolayısıyla çalışmada uygulanan tütsülenmiş balık derisinin tütsü kaynaklı bileşenlerinin de kısmen aynı etkiyi gösterdiği düşünülmektedir. Depolama sonunda her iki örneğin de TVB-N değeri bakımından tüketilebilir sınır değeri aşmadığı, GKK örneğinin iyi ve KDKK örneğinin ise pazarlanabilir sınıfta olduğu görüldü.

#### 4.4 Kaplanan Köfte Örneklerinin TAMB Sayısındaki Değişim

İki farklı kaplama malzemesi ile kaplanarak derin yağda kızartıldıktan sonra paketlenip buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen balık köftelerinde, muhafazanın başlangıcında ve muhafaza süreci sırasında beşer gün arayla TAMB sayımı yapıldı. Analiz sonunda elde edilen veriler Tablo 4.7’de görülmektedir.

**Tablo 4.7:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında belirlenen TAMB sayısının (log kob/g) zamana bağlı değişimi

Muhafaza Süresi (Gün)	Köfte Grubu	
	GKK	KDKK
0	4,31±0,10 <sup>Bb</sup>	3,62±0,71 <sup>Ca</sup>
5	4,88±0,56 <sup>Ba</sup>	4,63±0,45 <sup>Ba</sup>
10	5,13±0,04 <sup>Ba</sup>	4,84±0,29 <sup>Ba</sup>
15	6,51±0,11 <sup>Aa</sup>	6,47±0,15 <sup>Aa</sup>
20	6,97±0,27 <sup>Aa</sup>	6,92±0,26 <sup>Aa</sup>
25	*	*

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

\*Mikrobiyolojik olarak tüketilebilir sınır değerini bir önceki muhafaza basamağında aşmaları nedeni ile analiz yapılmamıştır.

Elde edilen verilere göre, muhafazanın başlangıcında GKK grubunda 4,31 log kob/g olan TAMB sayısı, KDKK örneğinde 3,62 log kob/g olarak belirlendi. Bu

dönemde TAMB sayılarının örnekler arasında belirgin olarak farklı ( $p<0,05$ ) olduğu görüldü. Depolamanın 5. gününden sonra köfte örnek grupları arasında TAMB sayıları birbirine istatistiksel olarak benzer ( $p>0,05$ ) bulundu. Her bir uygulama ayrı ayrı değerlendirildiğinde, GKK örneğinde depolamanın 10. gününe kadar TAMB sayısı değişimi önemsizken ( $p>0,05$ ), bu süreden sonra TAMB sayısında önemli ( $p<0,05$ ) bir artış gözlemlendi. KDKK örneğinde muhafazanın başlangıcından itibaren meydana gelen artış şeklindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Köfte grupları arasında muhafazanın ilk günü haricinde, depolama süresi boyunca belirlenen TAMB sayısal değerleri birbirine benzer ( $p>0,05$ ) bulundu. Muhafazanın 20. gününde, 7,00 log kob/g olan tüketilebilir sınır değeri olarak bildirilen (Çolakoğlu ve diğ. 2006) değere çok yakın olduğundan her iki köfte örneğinde de sonraki periyotta analiz yapılmadı. Bu bulgular ışığında köfte örneklerinin raf ömrü yaklaşık 20 gün olarak belirlendi.

Depolama boyunca TAMB sayılarında meydana gelen artışta köfte yapımında kullanılan hammaddelerin, kaplama malzemelerinin başlangıçtaki TAMB yükünün ve depolama koşullarının etkili olduğu söylenebilir. Köfte üretimi sırasında hijyen koşullarına, kaplamada kullanılacak olan materyalinin seçimine, kullanılan ambalaj malzemesi seçimine ve depolama koşullarına dikkat edilmesi durumunda köftelerdeki hem başlangıç TAMB yükünün hem de muhafaza süresince sınırlı kalması sağlanarak raf ömrünün uzatılabilmesi muhtemeldir.

Dumanlanmış zargana balığı köftelerinin bazı kalite parametrelerinin belirlendiği bir çalışmada, zargana balıkları yapay renklendirici (Sunset Yellow FCF) ile dumanlandıktan sonra çeşitli katkıları ilave edilerek köfte haline getirilmiş ve derin yağda kızartılarak  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de 6 ay boyunca depolanmıştır. Köfte örneklerinin TAMB sayıları incelendiğinde, yapay renklendirici ilave edilen ve ilave edilmeyen grupların TAMB sayısının muhafazanın sonunda azaldığı, ancak gruplar arasında fark olmadığı belirtilmiştir (Kaba ve diğ. 2012).

Vakum paketlenerek buzdolabında depolanan gökkuşuğu alabalığı filetolarına çörek otu ve yeşil çay ekstraktları ile yağlarının etkisini araştırıldığı bir çalışmada, tüm ürün gruplarında depolama boyunca TAMB sayısının arttığı, kontrol grubunda ve yeşil çay yağı ile kaplanan grupta 11. günde, çörek otu ekstraktı ve çörek otu yağı

ile kaplanan gruplarda ise depolamanın 16. gününde çalışmada tüketilebilir sınır değeri olarak kabul edilen 6 log kob/g'ın aşıldığı bildirilmiştir (Kılıç 2016).

Gökkuşığı alabalığı etinden hazırlanan köftelerin mikrobiyolojik ve duyu kalitesi üzerine biberiye ve defne uçucu yağlarının etkisi araştırılmıştır. Köfte örnekleri buzdolabı koşullarında (4°C) depolanarak belirli aralıklarla analizleri yapılmıştır. Kontrol grubunda TAMB sayısının depolamanın 7. gününde, defne uçucu yağı ve biberiye uçucu yağı ilave edilen grupların ise depolamanın 14. gününde tüketilebilir sınır değeri aştığı tespit edilmiştir. TAMB sayısının, uçucu yağ ilave edilen gruplarda kontrol grubuna kıyasla azaldığı bildirilmiştir (Keser ve İzci 2020).

Raeisi ve diğ. (2016) yaptıkları bir çalışmada, yarı kızartılarak kaplanan gökkuşığı alabalığı filetolarında arpacık soğanı ile ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague) tohumu ekstraktının antimikrobiyal ve antioksidan etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda toplam aerobik bakteri sayısının kontrol grubu örneklerde depolamanın 6. gününde (7,31 log kob/ g), %1,5 arpacık soğanı ekstraktının ve ajwain tohumu ekstraktı uygulanan gruplarda depolamanın 9. gününde, %3 arpacık soğanı ekstraktı uygulanan grupta 12. günde ve %3 ajwain tohumu ekstraktı uygulanan grupta ise depolamanın 15. gününde çalışmada kabul edilen tüketilebilir sınır değerin (7,00 log kob/g) aşıldığı ifade edilmiştir.

Gam esaslı antimikrobiyal kaplamaların buzdolabında depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının raf ömrüne etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kaplanmamış balık filetosunun ve düşük oranda esansiyel yağ içeren bazı kaplanmış gruplarda tüketilebilir sınır değerinin depolamanın 12. gününde, yüksek esansiyel yağ içeren kaplamaların kullandığı gruplarda ise depolamanın 16. gününde aşıldığı tespit edilmiştir (Joukar ve diğ. 2017).

Bahsedilen literatür çalışmalarında kaplanmış ürünlerin raf ömrü 12 ile 16 gün arasında değişirken, yapılan bu çalışma sonunda ürünün raf ömrü yaklaşık 20 gün olarak belirlendi. Bu da gösteriyor ki tütülenmiş balık etinden üretilen kaplanmış köfte örnekleri buzdolabı koşullarında mikrobiyolojik olarak güvenle 20 gün boyunca muhafaza edilebilmektedir.

#### 4.5 Kaplanan Köfte Örneklerinin TPB Sayısındaki Değişim

Özellikle gram (-) psikrotrof bakteriler, buzdolabı koşullarında muhafaza edilen balık ve balık ürünlerinin bozulmasına neden olan bakteri grubudur. Isıya karşı hassas olan psikrotrof bakteriler klasik pastörizasyon sıcaklığında ölümler (Raeisi ve diğ. 2016). Psikrotrof bakteriler balık etlerinde kokuşmaya neden olur ve yapışkan bir yapı oluşturarak balık eti kalitesini düşürür (Varlık ve diğ. 2004). Hazırlanan köfte örneklerinin TPB sayısında meydana gelen değişim Tablo 4.8' de verildiği gibi belirlendi.

**Tablo 4.8:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen TPB sayısının (log kob/g) zamana bağlı değişimi

Muhafaza Süresi (Gün)	Köfte Grubu	
	GKK	KDKK
0	$<1,00\pm 0,00^{\text{Da}}$	$<1,00\pm 0,00^{\text{Ba}}$
5	$<1,00\pm 0,00^{\text{Da}}$	$<1,00\pm 0,00^{\text{Ba}}$
10	$2,29\pm 0,14^{\text{Ca}}$	$2,07\pm 0,16^{\text{Aa}}$
15	$2,94\pm 0,17^{\text{Ba}}$	$2,41\pm 0,51^{\text{Aa}}$
20	$3,25\pm 0,20^{\text{Aa}}$	$2,94\pm 0,65^{\text{Aa}}$
25	*	*

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

\*Mikrobiyolojik olarak TAMB sayısı dikkate alınarak tüketilebilir sınır değerini bir önceki muhafaza basamağında aşmaları nedeni ile analiz yapılmamıştır.

Hazırlanan köfte örneklerinin depolama süresince TPB sayıları incelendiğinde depolamanın ilk beş günü boyunca her iki köfte grubunda da TPB gelişimi gözlenmedi. Ancak muhafazanın 10. gününde, her iki uygulama grubunda PB sayısı başlangıca göre belirgin olarak ( $p<0,05$ ) arttı. Daha sonraki muhafaza sürecinde köfte örneklerinde TPB bakımından depolamaya bağlı meydana gelen artış GKK grubunda istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) iken, KDKK grubunda bu artış daha sınırlı ( $p>0,05$ ) kaldı. Muhafazanın 10. günü sonunda GKK örneğinde 2,29 log kob/g olan TPB sayısı, KDKK örneğinde 2,07 log kob/g olarak tespit edildi. Tüm muhafaza periyodunda iki köfte grubu arasında TPB sayısı önemli bir farklılık göstermedi ( $p>0,05$ ). Köfte örneklerinin mikrobiyolojik olarak (TAMB sayısı esas alınarak) tüketilemeyecek özellikte olduğu kabul edilen muhafazanın 20. gününde



TPB sayısının GKK örneğinde 3,25 log kob/g, KDKK örneğinde ise 2,94 log kob/g olduğu belirlendi. TAMB sayısı dikkate alınarak, muhafazanın 20. gününde tüketilebilir sınır değeri aşıldığı için bugünden sonra analize devam edilmedi (Tablo 4.8).

Yapay renklendirici kullanılarak dumanlanmış zargana balığından üretilen köfteler -18°C'de 6 ay boyunca depolanmış ve TPB sayıları belirlenmiştir. Muhafazanın ilk iki ayı boyunca köfte örneklerinde TPB tespit edilmezken, 2. aydan itibaren TPB sayısı sayılabilir seviyenin ( $<10^1$ ) altında kaldığı bildirilmiştir (Kaba ve diğ. 2012).

Keser ve İzci (2020) defne ve biberiye uçucu yağı ilave edilerek gökkuşuğu alabalığı etinden hazırlanan köftelerin  $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de muhafazası sırasında mikrobiyolojik ve duyu kalitesinde meydana gelen değişimleri izlemişlerdir. Araştırma sonunda, uçucu yağ ilave edilen alabalık köftelerinin başlangıçta TPB sayısının çığ fileto dan düşük olduğu, depolamanın 7. gününde ise tüm gruplarda TPB sayısının tüketilebilir sınır değeri aştığı tespit edilmiştir.

Gökkuşuğu alabalığı etinden hazırlanan kroketlerin soğuk muhafazada ( $+4^\circ\text{C}$ ) raf ömrünün belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada 2'şer gün aralıklarla gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler sonunda, kroketlerin TPB sayısında depolama boyunca artış olduğu ancak TPB sayısının tüketilebilir sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir (Çankırılıgil ve Berik 2017).

Duyar ve diğ. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, yenilebilir mısır zeini filmiyle kaplama ve vakum paketlemenin palamut balığının raf ömrüne etkisi araştırılmış ve araştırma sonunda, tüketilebilir sınır değeri olarak kabul edilen 6 log kob/g olan TPB sayısı, vakum uygulanan kontrol grubunda depolamanın 13. gününde aşıldığı (6,25 log kob/g), vakum uygulanan ve vakum uygulanmayan zein gruplarında 17 günlük depolama boyunca bu değerin aşılmadığı bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada ise, dumanlanmış alabalığın kalitesinde aljinat kaplamanın etkisi araştırılmış ve mikrobiyolojik açıdan vakum uygulanarak paketlenen kontrol grubunun 2 hafta, %1 aljinat solüsyonuyla işlem gördükten sonra paketlenen grubunun 3 hafta, %2 ve %3 aljinat solüsyonuyla işlem gördükten sonra

vakum uygulanarak paketlenen gruplarının 4 hafta ve %0,5 kekik yağı ilave edilmiş %3 aljinat içeren solüsyon uygulanarak vakumlanan grubun ise 5 hafta süreyle depolanarak güvenle tüketilebileceği bildirilmiştir (Yeşiltaş 2012).

Elektrospun kitosan nanolifi ile kaplanmış levrek filetolarının mikrobiyolojik kalitesinin artırılması için yapılan bir çalışmada, depolamanın 5. gününde kontrol numunesinin (7,06 log kob/g) tüketilebilir sınır değeri olarak kabul ettikleri 6 log kob/g'ı aştığı saptanmıştır. Kitosan bazlı nanolif ile kaplanmış numunelerin psikrofilik canlı sayısının depolamanın 7. gününde azaldığı ve 5,96 log kob/g olduğu, sıvı tütsü ilaveli kitosan bazlı nanolif ile kaplanan filetolarda ise bu değer 6,78 log kob/g olduğu ve tüketilebilir sınır değer olarak kabul ettikleri sayıyı aştığı ifade edilmiştir (Ceylan ve diğ. 2017).

Yapılan bu çalışmada 20 günlük depolama süresi sonunda iki köfte grubunda da tüketilebilir sınır değer olan 7 log kob/g'ın aşılmadığı belirlendi. Bu çalışmada elde edilen veriler Yeşiltaş (2012) tarafından yapılan %0,5 kekik yağı ilave edilmiş %3 aljinat içeren solüsyon uygulanarak vakumlanan dumanlanmış balık filetolarının 5 hafta süreyle depolanarak güvenle tüketilebileceğinin bildirildiği çalışmada elde edilen veriler ile benzerlik göstermektedir. Çalışma boyunca elde edilen TPB sayıları belirtilen literatür çalışmalarında elde edilen sayılardan oldukça farklıydı. Bunun kullanılan hammadde ve farklı uygulama şekillerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### **4.6 Kaplanan Köfte Örneklerinin TMK Sayısındaki Değişim**

Çalışmada kullanılan köfte örneklerinin TMK sayısına ait bulgular Tablo 4.9'da verildi. Bulgular incelendiğinde, depolamanın başlangıcında GKK örneğinin TMK sayısı 3,91 log kob/g, KDKK örneğinin TMK sayısı ise 4,32 log kob/g olarak belirlenirken, bu aşamada köfte örnekleri arasında TMK sayıları bakımından anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) tespit edildi. GKK grubunda TMK sayısı depolama boyunca artış gösterdi fakat bu artış düzenli değildi. Muhafazanın 10. günü GKK grubunda TMK sayısı artarak 5,30 log kob/g'a yükseldiği ancak sonrasında az da olsa azaldığı görüldü. KDKK örneğinin TMK sayısında meydana gelen artış depolama boyunca daha sınırlı kaldı ve depolamanın 10. günü ve sonrasında bu

artışın önemli olmadığı ( $p>0,05$ ) gözlemlendi. TAMB sayısı bakımından tüketilebilir sınır değeri depolamanın 20. gününde aşıldığından, muhafazanın sonraki günlerinde analiz yapılmadı.

**Tablo 4.9:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen TMK sayısının (log kob/g) zamana bağlı değişimi

Muhafaza Süresi (Gün)	Köfte Grubu	
	GKK	KDKK
0	3,91±0,31 <sup>Ca</sup>	4,32±0,47 <sup>Ba</sup>
5	4,43±0,48 <sup>BCa</sup>	4,45±0,50 <sup>ABa</sup>
10	5,30±0,51 <sup>ABa</sup>	4,66±0,41 <sup>ABa</sup>
15	4,96±0,39 <sup>ABa</sup>	4,91±0,28 <sup>ABa</sup>
20	5,64±0,53 <sup>Aa</sup>	5,27±0,32 <sup>Aa</sup>
25	*	*

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

\*Mikrobiyolojik olarak TAMB sayısı dikkate alınarak tüketilebilir sınır değerini bir önceki muhafaza basamağında aşmaları nedeni ile analiz yapılmamıştır.

Soğukta muhafaza ( $4\pm 2^\circ\text{C}$ ) edilen pişirilmemiş haldeki hamsi balığı köftelerinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler sonucunda, hamsi köftelerinin TMK sayısının muhafaza süresince düzenli olarak arttığı bildirilmiştir. Hamsi köftelerinin maksimum raf ömrü ise 6 gün olarak belirlenmiştir (Turhan ve diğ. 2001).

Kekik ve zencefil ilave edilerek kadife balığı etinden hazırlanan köftelerin buzdolabı koşullarında depolanması sırasında yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda tüm köfte gruplarında TMK sayısının arttığı, fakat bu artışın sınırlı kaldığı görülmüştür (Çapkın 2008).

Konuyla ilgili yapılan benzer bir çalışmada, buzdolabı koşullarında 3 günlük depolama sonunda tek başına kitosan bazlı nanolif ve sıvı tütsü ilave edilen kitosan bazlı nanolif ile kaplı levrek filetolarında, TMK sayısının kontrol numunesinde tespit edilenden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kitosan içine sıvı tütsü ilavesinin TMK sayısını etkilemediği bildirilmiştir. Depolama sonunda kitosan bazlı nanolif ile kaplanan filetoların TMK sayısı 4,64 log kob/g olarak belirlenirken kontrol numunesinin TMK sayısının 8,17 log kob/g'a ulaştığı tespit edilmiştir (Ceylan ve diğ. 2017).

İnanlı ve diğ. (2020), yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosanın, gökkuşağı alabalığı filetosunun kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Depolamanın ilk gününde kitosan kaplı filetonun TMK sayısı 2,38 log kob/g bulunurken, 9. günün sonunda bu değerin 5,41 log kob/g'a ulaştığı bildirilmiştir. Yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktı ile zenginleştirilen kitosan ile kaplı örneklerin TMK sayılarınının 12. günde sırayla 2,50 log kob/ g ve 3,20 log kob/g olduğu ve gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Nil tilapyası filetolarının mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal kalitesini korumak amacıyla yenilebilir kaplama olarak nar kabuğu ekstraktı ile birlikte mantar kitosanı kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, nil tilapyası filetoları 30 gün boyunca buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir. Depolama süresi sonunda kontrol örneğinde 4,00 log kob/g'ın üstüne çıkan TMK sayısının, sadece mantar kitosanıyla kaplanan örnekte depolamanın sonunda 1,00 log kob/ g'ın altına düştüğü, %0,5 nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen kaplama grubunda depolamanın 25. gününde, %1 nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen kaplama grubunda depolamanın 20. gününde, %1,5 ve %2 nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen kaplama gruplarında ise depolamanın 15. gününde TMK sayısının < 1 log kob/g olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda bu gruplarda TMK gelişimi görülmediği bildirilmiştir (Alsaggaf ve diğ. 2017).

Balık ve diğer su ürünlerinin doğal florasında TMK bulunmazken, taze balık etinin tütsülenmesi sırasında odun talaşında bulunan küf sporları balık etine bulaşabilmektedir. Bundan dolayı küf sporları tütsülenmiş balık ürünlerinde risk oluşturmaktadır (Kaba ve diğ. 2009).

Gerçekleştirilen bu çalışmada depolama sonunda her iki köfte örneğinin TMK sayılarında artış meydana geldi. GKK örneğinin başlangıç TMK sayısı KDKK örneğinden düşük olmasına rağmen, depolama sonunda örnekler arasındaki fark anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). KDKK örneğinin başlangıçtaki TMK sayısının yüksek olmasının, tütsüleme işlemi sırasında muhtemel odun talaşı kaynaklı küf sporlarının üretimde kullanılan tütsülenmiş balık eti kırıntıları ile köfte karışımına bulaşması ya da köfte üretimi sırasında çalışma ortamı ya da köfte hazırlanmasında kullanılan diğer hammadde ve malzemelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Buna rağmen depolama sonunda KDKK örneğinin TMK değeri daha düşüktü. TAMB

sayısı bakımından depolamanın 20. gününde tüketilebilir sınır değeri aşıldığından kaplanmış balık köftelerinin maya-küf sayımları gerçekleştirilmedi. Ancak muhafazanın 20. günü itibarıyla örneklerin maya-küf sayılarında belirgin bir fark görülmedi ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.9).

#### 4.7 Kaplanan Köfte Örneklerinin TKGB Sayısındaki Değişim

Galeta unu ve tütsülenmiş alabalık derisi ile kaplanarak derin yağda kızartılan köfte örneklerinde, muhafaza öncesinde ve depolama süresince TKGB gelişimi görülmedi.

Dondurulmuş karides etinden hazırlanan kroketlerin raf ömrünü belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, hazırlanan kroket örnekleri farklı sıcaklıklarda ( $4\pm 1^\circ\text{C}$  ile  $-18\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafaza edilerek mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonunda  $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen kroket örneklerinde koliform grubu bakteri sayısında sürekli bir artış görülürken depolamanın 3. gününden sonra analiz yapılmadığı belirtilmiştir. Dondurularak muhafaza ( $-18\pm 1^\circ\text{C}$ ) edilen kroket örneklerinde ise koliform bakteri sayısında depolamanın 1. gününden 4. gününe kadar azalma olduğu sonrasında ise düzensiz bir değişim olduğu bildirilmiştir (Patır ve diğ. 2009).

Öksüztepe ve diğ. (2010), taze gökkuşuğu alabalığı etinden hazırlanan köftelere sodyum laktat ilavesinin etkisini araştırdıkları çalışmada, köfte örneklerine belirli oranlarda sodyum laktat ilave etmişler ve  $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de muhafaza ederek meydana gelen mikrobiyolojik ve kimyasal değişimleri incelemişlerdir. Araştırma sonunda, ilave edilen sodyum laktat konsantrasyonunun artmasıyla TKGB sayısının azaldığı sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmada TKGB tespit edilmezken bahsedilen literatür çalışmalarında TKGB tespit edilmiştir ve çalışmalarda elde edilen veriler birbirinden oldukça farklıdır. Bu durum kullanılan hammadde farklılığından kaynaklanabileceği gibi ürüne uygulanan işleme tekniklerinin de etkili olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.8 Yapışan Kaplama Oranı, Pişirme Kaybı ve Son Ürün Verimi Sonuçları

İki farklı kaplama materyali kullanılarak hazırlanan alabalık köftelerinde üretim sürecinde uygulanan işlemlere göre belirlenen yapışan kaplama oranı, pişirme kaybı ve son ürün verimine ilişkin bulgular Tablo 4.10' da verildi.

**Tablo 4.10:** Galeta unu ve kurutulmuş, öğütülmüş balık derisi ile kaplanarak kızartılan alabalık köftelerinin yapışan kaplama oranı (%), pişirme kaybı (%) ve son ürün verimi (%) değerleri

Özellik	Köfte Grubu	
	GKK	KDKK
Yapışan kaplama oranı	8,02±1,87 <sup>a</sup>	9,15±2,88 <sup>a</sup>
Pişirme kaybı	13,83±1,37 <sup>a</sup>	14,20±2,36 <sup>a</sup>
Son ürün verimi	86,17±1,37 <sup>a</sup>	85,79±2,36 <sup>a</sup>

-Aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

Köfte örneklerinin yapışan kaplama oranları incelendiğinde, GKK örneğinde %8,02 olan yapışan kaplama oranının, KDKK örneğinde %9,15 olduğu saptandı. Örnekler arasındaki farkın ise istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı (p>0,05) belirlendi. Pişirme kaybı GKK örneğinde %13,83, KDKK örneğinde ise %14,20 olarak belirlenirken aradaki fark önemli değildi (p>0,05). Son ürün verimi bakımından örnekler arasında fark gözlenmedi (p>0,05). GKK örneğinin son ürün verimi %86,17 ve KDKK örneğinin son ürün verimi ise %85,79 olarak belirlendi.

Aldemir (2013)'in alabalık filetolarının kaplanmasında salça üretim atıklarının kullanımını araştırdığı çalışmada, filetolar galeta unu (kontrol grubu), biber çekirdeği, biber küspesi, domates çekirdeği ve domates küspesiyle kaplanmıştır. Araştırma sonunda en düşük yapışan kaplama oranı domates küspesiyle kaplanan (%1,89) filetolarda görülürken en yüksek oran domates çekirdeği ile kaplanan filetolarda (%8,22) tespit edilmiştir. En yüksek pişirme kaybı domates çekirdeği ile kaplanan filetolarda (%20,89), en düşük pişirme kaybının (%15,51) biber küspesiyle kaplanan filetolarda olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada son ürün verimi en yüksek (%84,49) biber küspesi ile kaplanan filetolarda, en düşük ise (%79,11) domates çekirdeği ile kaplı filetolarda tespit edilmiştir. Araştırma sonunda,

biber ve domates küspesiyle kaplanan örneklerin pişirme kaybı ve son ürün verimi açısından en iyi örnekler olduğu bildirilmiştir.

Kaplama işleminde kullanılan materyalin partikül büyüklüğü, absorblama kapasitesi, protein miktarı, nişasta miktarı, yapışma derecesi pişirme kaybını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. İri partiküllü kaplamalar ürünün ağırlığını arttırırken daha az yüzeyin kaplanmasını sağlar. Absorbsiyon oranı, kullanılan materyalin yapısal özelliğinden ve ürüne uygulanan ısıl işleminden etkilenmektedir. Absorblama kapasitesi yüksek materyalle kaplanan ürünlerde yapışma derecesi azalarak pişirme verimi düşmektedir. Kaplama materyali içinde bulunan protein, kaplamanın ürün yüzeyine tutunmasını sağlar. Ayrıca pişirme esnasında denatüre olarak ürün yüzeyinde düşük geçirgenlikte bir film tabakası oluşturur. Kaplamanın yapışma oranını etkileyen bir diğer faktör ise nişasta seviyesidir. Kaplama materyalinde bulunan nişasta miktarı arttıkça yapışan kaplama miktarı da artmaktadır. Böylece ürünün pişirme veriminde de artış gözlenmektedir (Kulp ve Loewe 1990, Gennadios ve diğ. 1997, Kılınççeker ve Hepsağ 2010).

Çalışmada kaplama malzemesi olarak kullanılan galeta unu ve kurutulup öğütülen tütsülenmiş balık derisinin yapışan kaplama oranı, pişirme verimi ve son ürün veriminde göstermiş olduğu etkinin benzer olduğu tespit edildi. Bunun, kullanılan kaplama malzemelerinin yapısal özelliklerinin ve partikül büyüklüklerinin farklı olmasından, bunun da her iki kaplama malzemesine değişik avantajlar kazandırmasından kaynaklandığı dolayısıyla elde edilen bu veriler dahilinde, kaplama malzemesi olarak kurutulup öğütülen tütsülenmiş balık derisinin gıdaların kaplanmasında yaygın olarak kullanılan ve oldukça fazla tercih edilen galeta unu ve diğer kaplamalara bir alternatif olabileceği, hatta içermiş olduğu yüksek protein nedeniyle kaplama malzemesi olarak kullanılmasının beslenmede önemli katkılar sağlayacağı kuşkusuzdur.

#### **4.9 Kaplanan Köfte Örneklerinin Tekstür Profil Analiz Sonuçları**

Tekstür profil analizi gıdanın sertlik, bağlılık, elastikiyet, yapışkanlık, viskozite, gevreklik, çiğnenebilirlik ve yumuşaklık gibi birtakım mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemdir. Gıdaların deforme olması için

gereken güç ya da gıdanın uygulanan etkiye karşı gösterdiği direnç sertlik olarak nitelendirilmektedir. Ürünün nem miktarı arttıkça sertlik azalmaktadır. Elastikiyet, ürüne uygulanan etki nedeniyle meydana gelen şekil bozukluğunun, etkinin ortadan kaldırılmasıyla birlikte kaybolması ve ürünün tekrar eski haline gelmesi olarak tanımlanmaktadır. Çiğnenebilirlik, gıdaların yutulmaya hazır hale gelene kadar harcanan enerjidir. Yapışkanlık, gıda yüzeyi ile dil, damak ve diş yüzeyi arasında meydana gelen çekim kuvvetine karşı koymak için gerekli olan güçtür. Sakızimsılık ise gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gerekli kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak 2002, Ünlüsayın ve Erdilal 2008, Ertaş ve Doğruer 2010).

Araştırma amacıyla üretilen köfte örneklerinde, paketlemeden önce ve depolama süresince tekstür profil analizi yapıldı. Yapılan analizde örneklerin sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve elastikiyet değerlerindeki değişim izlendi. Köftelerin tekstürel özelliklerinde meydana gelen değişim Tablo 4.11’de verildi.

Muhafaza periyodu süresince üretimi gerçekleştirilen kaplanmış köfte örneklerinin aletsel sertlik değerleri, GKK grubunda düzensiz bir değişim gösterirken, KDKK grubunda sürekli bir artış görüldü. GKK grubunda en düşük sertlik değeri muhafazanın 5. gününde (6,97 N), en yüksek sertlik değeri ise muhafazanın 15. gününde (9,21 N) belirlendi. Diğer taraftan KDKK grubunda en düşük sertlik değeri muhafazanın başında (7,34 N), en yüksek sertlik değeri de muhafazanın sonlandırıldığı 20. günde (10,73 N) tespit edildi. GKK grubundaki örneklerin sertlik değerlerinin muhafazanın 5. günü hariç birbirine benzer ( $p>0,05$ ) olduğu görüldü. Ancak KDKK grubunda örneklerin sertlik değerleri muhafazanın başlangıcına göre önemli ( $p<0,05$ ) derecede arttığı gözlemlendi. Diğer taraftan her iki uygulama grubu arasında her bir muhafaza periyodundaki sertlik değerlerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlendi (Tablo 4.11).

Köfte örnekleri çiğnenebilirlik değerleri bakımından incelendiğinde, muhafazanın başlangıcında 25,24 mJ (GKK grubu) ve 24,99 mJ (KDKK grubu) olarak belirlenen çiğnenebilirlik değeri muhafazanın ilerleyen günlerinde GKK grubunda düzenli olmayan bir değişim gösterdi ve muhafazanın sonunda 30,15 mJ değerine ulaştı. Diğer taraftan çiğnenebilirlik değeri KDKK grubunda muhafaza süresince devamlı bir artış göstererek muhafazanın sonunda 39,42 mJ olarak



belirlendi. Bununla birlikte GKK grubunda muhafazanın 5. ve 10. günleri arasındaki fark hariç, çığnenebilirlik değerleri benzer ( $p>0,05$ ) bulundu. KDKK grubunda ise muhafazanın başlangıcı ile muhafaza sonu arasında belirgin bir fark ( $p<0,05$ ) tespit edildi (Tablo 4.11).

Muhafaza edilen köfte örneklerinin zamana bağlı yapışkanlık değerlerindeki değişim incelendiğinde, muhafazanın başlangıcında GKK grubunda 0,68 mJ olan yapışkanlık değeri KDKK grubunda 0,72 mJ olarak belirlendi. Her iki uygulama grubuna ait köfte örneklerinde yapışkanlık değerlerinin önemli olmadığı ( $p>0,05$ ), hem zamana bağlı değişimleri hem de tüm ölçüm periyotlarında örneklerin yapışkanlık değerlerinin birbirine benzer ( $p>0,05$ ) olduğu tespit edildi (Tablo 4.11).

Üretilen alabalık köftesi örneklerinin muhafazası süresince ölçülen sakızimsılık değerleri dikkate alındığında, muhafazanın başlangıcında GKK grubunda 5,33 N, KDKK grubunda 5,22 N olan değerler birbirine benzer ( $p>0,05$ ) bulundu. İlerleyen muhafaza süresince her iki grupta sakızimsılık değerleri muhafazanın ilk 5 gününde çok az bir azalma gösterse de sonrasında düzenli ve giderek artan bir değişim gösterdi. GKK grubundaki artış, KDKK grubuna göre daha sınırlı kaldı. Muhafazanın sonuna sakızimsılık değeri GKK grubunda 6,32 N, KDKK grubu 8,05 N olarak belirlendi. GKK grubunda muhafazanın başlangıcı ile 10. gün ve sonrasındaki sakızimsılık değerleri istatistiksel olarak farklı ( $p<0,05$ ) bulunurken, KDKK grubunda başlangıç değeri ile sadece muhafazanın 20. günündeki sakızimsılık değeri birbirinden istatistiksel olarak farklı ( $p<0,05$ ) bulundu. Tüm muhafaza periyotlarında her iki örnek grubunun sakızimsılık değerleri birbirine benzerdi ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.11).

Köftelerin ölçümü yapılan elastikiyet değerleri açısından kıyaslaması yapıldığında, her iki örnek grubunun başlangıç elastikiyet değeri birbirine yakın değerlerdi. Bu değerler, GKK grubunda 4,83, KDKK grubunda 4,90 olarak ölçüldü. Tüm köfte gruplarında muhafaza süresince elastikiyet değerleri düzenli olmayan bir değişim gösterdi. Ancak her iki örnek grubunda meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak önemli değildi ( $p>0,05$ ). Muhafazanın sonlandırıldığı 20. günde ölçülen elastikiyet değeri GKK grubunda 4,87, KDKK grubunda 4,98 olarak tespit edildi (Tablo 4.11).

**Tablo 4.11:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen alabalık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen tekstürel değerlendirme özelliklerinin zamana bağlı değişimi

Muhafaza Süresi (Gün)	Tekstürel Değerlendirme Özellikleri									
	Sertlik (N)		Çiğnenebilirlik (mJ)		Yapışkanlık (mJ)		Sakızimsılık (N)		Elastikiyet (mm)	
	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK
0	7,85 $\pm$ 0,60 <sup>ABa</sup>	7,34 $\pm$ 0,17 <sup>Ba</sup>	25,24 $\pm$ 3,17 <sup>ABa</sup>	24,99 $\pm$ 2,53 <sup>Ba</sup>	0,68 $\pm$ 0,05 <sup>Aa</sup>	0,72 $\pm$ 0,08 <sup>Aa</sup>	5,33 $\pm$ 0,33 <sup>Ba</sup>	5,22 $\pm$ 0,57 <sup>Ba</sup>	4,83 $\pm$ 0,48 <sup>Aa</sup>	4,90 $\pm$ 0,40 <sup>Aa</sup>
5	6,97 $\pm$ 0,55 <sup>Ba</sup>	7,44 $\pm$ 1,13 <sup>Ba</sup>	22,69 $\pm$ 3,47 <sup>Ba</sup>	24,70 $\pm$ 5,04 <sup>Ba</sup>	0,70 $\pm$ 0,04 <sup>Aa</sup>	0,70 $\pm$ 0,03 <sup>Aa</sup>	4,86 $\pm$ 0,37 <sup>Ba</sup>	5,17 $\pm$ 0,58 <sup>Ba</sup>	4,74 $\pm$ 0,39 <sup>Aa</sup>	4,84 $\pm$ 0,45 <sup>Aa</sup>
10	8,40 $\pm$ 1,24 <sup>ABa</sup>	9,21 $\pm$ 1,72 <sup>ABa</sup>	32,43 $\pm$ 6,20 <sup>Aa</sup>	29,87 $\pm$ 6,78 <sup>ABa</sup>	0,75 $\pm$ 0,08 <sup>Aa</sup>	0,70 $\pm$ 0,05 <sup>Aa</sup>	6,18 $\pm$ 0,44 <sup>Aa</sup>	6,34 $\pm$ 0,80 <sup>Ba</sup>	4,92 $\pm$ 0,39 <sup>Aa</sup>	4,76 $\pm$ 0,49 <sup>Aa</sup>
15	9,21 $\pm$ 0,26 <sup>Aa</sup>	9,36 $\pm$ 1,01 <sup>ABa</sup>	29,91 $\pm$ 2,97 <sup>ABa</sup>	31,43 $\pm$ 6,51 <sup>ABa</sup>	0,69 $\pm$ 0,03 <sup>Aa</sup>	0,70 $\pm$ 0,01 <sup>Aa</sup>	6,31 $\pm$ 0,18 <sup>Aa</sup>	6,53 $\pm$ 0,71 <sup>Ba</sup>	4,83 $\pm$ 0,43 <sup>Aa</sup>	4,87 $\pm$ 0,49 <sup>Aa</sup>
20	8,75 $\pm$ 0,64 <sup>Aa</sup>	10,73 $\pm$ 1,53 <sup>Aa</sup>	30,15 $\pm$ 4,18 <sup>ABb</sup>	39,42 $\pm$ 5,79 <sup>Aa</sup>	0,72 $\pm$ 0,08 <sup>Aa</sup>	0,76 $\pm$ 0,08 <sup>Aa</sup>	6,32 $\pm$ 0,52 <sup>Ab</sup>	8,05 $\pm$ 0,64 <sup>Aa</sup>	4,87 $\pm$ 0,48 <sup>Aa</sup>	4,98 $\pm$ 0,44 <sup>Aa</sup>

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

Cadun ve diğ. (2008) üç farklı bölgeden avlanan farklı türlerdeki dondurulmuş karideslerden yapılan kroketleri 30 gün boyunca depolanmışlar ve belli periyotlarla tekstürel özellikleri incelemişlerdir. Birinci grubun sertlik değeri depolama sonunda azalırken, diğer iki grubun sertlik değerlerinin yükseldiğini gözlemlemişlerdir. Elastikiyet değerleri birinci grupta değişiklik göstermezken diğer iki grupta elastikiyet değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Tüm karides kroketlerinin çiğnenebilirlik özellikleri incelendiğinde, depolama sonunda ikinci grupta artış olduğu, birinci grupta ise çiğnenebilirlik değerinin ise azaldığı bildirilmiştir. Grupların iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerine bakıldığında, birinci grubun iç yapışkanlığı düzensiz değişim gösterirken, dış yapışkanlık değerinde belirgin bir değişim görülmemiştir. İkinci grupta iç yapışkanlık değeri artarken, dış yapışkanlık değerinde değişim olmadığı, 3. grupta ise iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinde anlamlı bir değişim olmadığı bildirilmiştir.

López-Caballero ve diğ. (2005) balık köftesi kaplanması olarak kitosan jelatin karışımı kullanımını araştırdıkları çalışmada, işlem uygulanmayan köfteler kontrol grubu olarak kaydedilmiş, bir grupta balık köftesi kitosan jelatin karışımından oluşan çözeltiyle kaplanmış, diğer bir grupta ise toz halindeki kitosan köfte hamuruna ilave edilmiştir. Kontrol grubu köftelerde ve kaplanmış köftelerde sertlik değerlerinin başlangıçta benzer olduğu, toz haline getirilmiş kitosan ilave edilen grupta ise sertliğin biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapışkanlık değerinin ise kontrol grubu ve kaplanmış köftelerde ilk 11 gün boyunca birbirine benzer olduğu, sonrasında ise kaplanmış köftelerde bu değer düşüğü, toz kitosan ilave edilen köftelerde ise yapışkanlık değerinin başlangıçta yüksek seyrettiği, sonralarda ise benzer değerlerin kaydedildiği bildirilmiştir. Kaplanmış balık köftelerinde, başlangıçta düşük olan sakızimsılık değerinin depolamanın 6. gününden sonra artış gösterdiği, elastikiyet değerinin ise depolamanın başında diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Çiğnenebilirlik değeri elastikiyet ile sakızimsılık değerlerinin çarpımı olduğu ve sakızimsılık değerinden daha fazla etkilendiği bildirilmiştir. Depolamanın sonunda kontrol grubunun ve kaplanmış köftelerin çiğnenebilirlik değerlerinin benzer, toz kitosan ilaveli grubun ise daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Kaplanan köftelerin elastikiyetinin zamanla azaldığı da bildirilmiştir. Genel olarak kaplanmış balık köftelerinin kontrol grubu gibi davrandığı ve

kaplamanın reolojik özelliklerde büyük bir değişikliğine neden olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çalışma kapsamında üretilen kaplanmış balık köftelerinde KDKK örneğinin sertlik değerinin muhafaza süresince arttığı ( $p<0,05$ ), GKK örneğindeki artışın KDKK örneğine göre daha sınırlı olduğu hatta bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $p>0,05$ ) görüldü. KDKK örneğinin sertlik değerindeki artışın, balık derisinde bulunan kollajenin, derin yağda pişirme sırasında yumuşaması ve sonrasında buzdolabında muhafaza boyunca jelleşerek katılaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama başında çiğnenebilirlik değerleri arasında fark olmayan köfte gruplarının depolama sonunda çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı, KDKK örneğinin çiğnenebilirlik değerinin daha yüksek olduğu, bunun ise balık derisinde bulunan kollajenden kaynaklandığı söylenebilir. KDKK örneğinin yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin bu nedenlerden dolayı GKK örneğine kıyasla daha yüksek olması beklenirken, depolama boyunca örnekler arasında belirgin bir fark olmadığı görüldü. Kaplamada kullanılan galeta unu ile balık derisinin yapışkanlık ve elastikiyet üzerine etkisinin benzer olduğu kanısına varıldı. Sakızimsılık değerinin depolama sonunda her iki örnek grubunda da arttığı, depolama sonunda KDKK grubunun sakızimsılık değerinin GKK örneğine kıyasla daha yüksek olduğu belirlendi (Tablo 4.11). Bunun nedeni olarak da yine balık derisinde bulunan kollajen olduğu kanaatine varıldı.

Elde edilen sertlik ve sakızimsılık değerlerinde meydana gelen değişim López-Caballero ve diğ. (2005) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik gösterirken, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerleri farklılık göstermektedir. Bu farklılığın uygulama tekniği ve kullanılan kaplama materyalinin farklı olmasından kaynaklandığı söylenilebilir.

#### **4.10 Kaplanan Köfte Örneklerinde Renk Değişimi**

Kaplanmış ve derin yağda kızartılarak satışa sunulan gıdaların (et ürünlerinin) kalitesinin belirlenmesinde ve aynı zamanda tüketici beğenisinin kazanılmasında dikkat edilmesi gereken önemli fiziksel parametrelerden biri de renktir. Bu tür ürünlerde tercih edilen renk genellikle altın sarısıdır. İstenilen renk pişirme işlemiyle

ortaya çıktığı için pişirme yöntemi, pişirme süresi, kullanılan yağın özellikleri ve kaplama materyalinin bileşimi de renk üzerinde oldukça etkilidir (Gökçe ve diğ. 2016, Karahan ve diğ. 2020).

Kaplanarak derin yağda kızartılan köfte örneklerinde muhafaza öncesi ve depolama süreci boyunca belirlenen dış renk değerleri Tablo 4.12’de, iç renk değerleri ise Tablo 4.13’te verildiği gibidir. Örneklerde  $L$  (açıklık-koyuluk),  $a$  (kırmızılık-yeşillik) ve  $b$  (sarılık-mavilik) değerleri belirlenmiştir.

GKK örneğinin dış kısmında ölçülen  $L$  değerinde zamana bağlı olarak meydana gelen değişim depolama boyunca düzenli değildi. En yüksek  $L$  değeri depolamanın ilk gününde (49,42) ölçülürken, en düşük değer ise depolamanın 15. gününde (47,64) belirlendi. Muhafazanın sonlandırıldığı 20. günün sonunda  $L$  değeri ilk güne göre azaldı, fakat bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). KDKK örneğinin  $L$  değeri depolama boyunca kısmen artış gösterse de bu artış düzenli olmadığı görüldü. Muhafazanın 10. gününde 46,31 olan  $L$  değerinin 15. günde 45,11 olduğu, 20. günde ise tekrar artarak 48,84’e ulaştığı ve bu değer aynı zamanda KDKK örneğinde ölçülen en yüksek değer olduğu tespit edildi. GKK ve KDKK örnekleri birbirleriyle kıyaslandığında depolamanın ilk 15 günü ölçülen  $L$  değerlerinin birbirinden farklı olduğu ( $p<0,05$ ), muhafazanın sonlandırıldığı 20. günde ise bu değer birbirine oldukça yakın olduğu belirlendi. Diğer taraftan muhafazanın başlangıcından 20. güne kadar her ölçüm döneminde GKK örneğinde ölçülen  $L$  değerinin KDKK örneğinde ölçülen değerden daha yüksek olduğu ve bunun istatistiksel olarak da anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ) anlaşıldı.

Her iki köfte örneğinin dış kısmında ölçülen  $a$  değerleri depolama boyunca birbirinden farklıydı ( $p<0,05$ ) ve GKK örneklerinin  $a$  değerleri KDKK örneklerinden oldukça yüksekti. Muhafazanın başlangıcında GKK grubunda 11,29, KDKK grubunda 4,26 olan  $a$  değeri muhafaza boyunca düzenli olmayan bir değişim gösterdi. Ancak örnekler arasında ölçülen en yüksek  $a$  değeri depolamanın 10. gününde GKK (12,19) örneğinde, en düşük  $a$  değeri ise depolamanın 15. günü KDKK (3,93) örneğinde ölçüldü. Muhafazanın sonlandırıldığı 20. gün itibarıyla GKK örneklerinin  $a$  değeri 11,39, KDKK örneklerinin  $a$  değeri ise 5,89 olarak tespit edildi. Tüm muhafaza periyodunda olduğu gibi muhafaza sonunda da grupların  $a$

renk değerlerinin birbirinden belirgin olarak ( $p<0,05$ ) farklı olduğu görüldü (Tablo 4.12).

Muhafazanın başlangıcında GKK grubunun dış renk  $b$  değeri 15,83 iken, KDKK grubunda 8,10 olarak tespit edildi ve başlangıç  $b$  değerlerinin birbirinden farklı olduğu ( $p<0,05$ ) gözlemlendi. Her iki grubun  $b$  renk değerleri muhafazanın sonuna kadar geçen sürede düzensiz bir değişim gösterdi. Muhafazanın sonunda GKK grubunun  $b$  değeri 16,37 ve KDKK grubunun ise 11,59 olarak belirlendi. Genel olarak uygulamaların başlangıç değerlerine göre muhafazanın sonunda  $b$  değeri arttı ve bu artış GKK grubunda muhafazanın sadece 15. ve 20. günleri arasında farklı ( $p>0,05$ ) oldu. KDKK grubunda ise  $b$  değeri istatistiki olarak sadece muhafazanın başlangıcı ve muhafazanın sonunda birbirinden belirgin olarak farklı ( $p<0,05$ ) bulundu (Tablo 4.12).

Araştırma amacıyla üretimi gerçekleştiren köfte örneklerinin iç renk değerleri (Tablo 4.13) incelendiğinde, muhafazanın başlangıç aşamasında  $L$  değerinin GKK grubunda 61,94, KDKK grubunda 59,74 olduğu, muhafazanın sonraki günlerinde düzenli olmayan bir değişim gösterdi. İç renk  $L$  değeri GKK grubunda 60,01-62,05 arasında KDKK grubunda ise 59,74-61,42 arasında tespit edildi. GKK örneklerinde muhafazanın 5. günü ile başlangıç ve 10. günü arasındaki değişimi istatistiki olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) bulundu. Bunun dışındaki muhafaza periyotlarında iç renk  $L$  değerlerinin birbirine benzer ( $p>0,05$ ) olduğu gözlemlendi. Diğer grup olan KDKK örneklerinde muhafaza süresince tespit edilen iç renk  $L$  değerlerinin istatistiki olarak birbirinden anlamlı derecede farklı olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlendi. Aynı zamanda her iki köfte grubu arasında başlangıç hariç tüm muhafaza periyotlarında belirlenen iç renk  $L$  değerlerinin benzer ( $p>0,05$ ) olduğu görüldü (Tablo 4.13).

Köfte örneklerinin iç renk  $a$  değerleri GKK grubunda 5,46-5,81 oranında, KDKK grubunda ise 5,07-6,04 oranında değişim gösterdi. Bu değişim muhafaza boyunca düzenli değildi. Aynı zamanda her iki uygulama grubunda hem muhafaza süresine bağlı değişim hem de her muhafaza periyodunda gruplar arasındaki  $a$  değerlerinin belirgin bir fark göstermediği ( $p>0,05$ ) belirlendi. Benzer şekilde örneklerin iç renk  $b$  değerleri de her iki kaplanmış köfte grubunda hem düzensiz bir değişim gösterdi hem de muhafaza süresince belirlenen değerler belirgin bir farklılık göstermedi ( $p>0,05$ ). Aynı zamanda her ölçüm döneminde uygulama gruplarının  $b$

değeri bakımından benzer ( $p>0,05$ ) özelliklere sahip olduğu tespit edildi. Bu renk değerinin GKK örneklerinde 14,33-15,06, KDKK örneklerinde 14,03-15,49 arasında değiştiği belirlendi (Tablo 4.13).

Akgün (2006) tavuk köftelerinin kaplanmasında farklı kaplama formülasyonları kullandığı çalışmada, buğday unu ile hazırlanan formülasyonların  $L$  değerinin mısır ve çavdar unu ile hazırlanan formülasyonlardan farklı olmadığı bildirilmiştir.  $a$  değerinin uygulama gruplarından etkilenmediği, mısır ve buğday unlu formülasyonla hazırlanan köftelerin yüksek sarılık ( $b$  değeri yüksek) değerine sahip olduğu, soya ve çavdar unlu formülasyonların ise düşük sarılık değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, modifiye atmosferde paketlemenin panelenmiş alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı gaz karışımları uygulanarak hazırlanan örnek grupları (kontrol grubu: %100 hava, A grubu: %5 O<sub>2</sub>+ %35 CO<sub>2</sub>+ %60 N<sub>2</sub>, B grubu: %30 CO<sub>2</sub>+ %70 N<sub>2</sub>) 4±1°C 'de 120 gün boyunca depolanmıştır. Depolama sonunda tüm örnek gruplarında parlaklığın azaldığı ( $L$  değerinin azaldığı),  $a$  değerinin azaldığı,  $b$  değerinin (sarılığın) ise kontrol ve A grubunda arttığı (sarılığın arttığı) B grubunda ise değişmediği görülmüştür.  $L$  değerinde meydana gelen azalmanın enzimatik reaksiyonlardan dolayı meydana gelebileceği söylenmiştir (Erkan ve diğ. 2000).

**Tablo 4.12:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen balık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen dış renk değerlerinin zamana bağlı değişimi

Muhafaza Süresi (Gün)	Renk değerleri					
	L		a		b	
	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK
0	49,42±0,91 <sup>Aa</sup>	43,58±0,88 <sup>Bb</sup>	11,29±0,63 <sup>ABa</sup>	4,26±0,72 <sup>Bb</sup>	15,83±0,45 <sup>Aba</sup>	8,10±0,66 <sup>Bb</sup>
5	48,34±0,94 <sup>Aba</sup>	45,27±0,82 <sup>ABb</sup>	12,19±1,04 <sup>Aa</sup>	4,51±0,71 <sup>Bb</sup>	16,04±1,12 <sup>Aba</sup>	9,38±1,79 <sup>ABb</sup>
10	48,76±0,61 <sup>Aa</sup>	46,31±1,68 <sup>ABb</sup>	10,96±0,44 <sup>Ba</sup>	4,54±0,88 <sup>Bb</sup>	15,15±0,39 <sup>Aba</sup>	9,76±0,93 <sup>ABb</sup>
15	47,64±0,67 <sup>Ba</sup>	45,11±1,37 <sup>ABb</sup>	11,03±0,55 <sup>Ba</sup>	3,93±0,65 <sup>Bb</sup>	14,97±0,66 <sup>Ba</sup>	8,87±0,97 <sup>ABb</sup>
20	48,95±0,56 <sup>Aa</sup>	48,84±7,58 <sup>Aa</sup>	11,39±0,52 <sup>ABa</sup>	5,89±1,24 <sup>Ab</sup>	16,37±1,39 <sup>Aa</sup>	11,59±4,17 <sup>Ab</sup>

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).  
 -GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

**Tablo 4.13:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen balık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafazası sırasında belirlenen iç renk değerlerinin zamana bağlı değişimi

Muhafaza Süresi (Gün)	Renk Değerleri					
	L		a		b	
	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK
0	61,94±1,12 <sup>Aa</sup>	59,74±0,61 <sup>Ab</sup>	5,46±1,49 <sup>Aa</sup>	5,07±1,50 <sup>Aa</sup>	14,33±2,31 <sup>Aa</sup>	14,03±2,16 <sup>Aa</sup>
5	60,01±1,14 <sup>Ba</sup>	59,83±0,82 <sup>Aa</sup>	5,80±1,06 <sup>Aa</sup>	5,39±1,09 <sup>Aa</sup>	14,91±2,18 <sup>Aa</sup>	14,40±2,01 <sup>Aa</sup>
10	62,05±1,47 <sup>Aa</sup>	61,18±2,12 <sup>Aa</sup>	5,81±0,62 <sup>Aa</sup>	6,04±0,70 <sup>Aa</sup>	14,76±1,82 <sup>Aa</sup>	14,82±2,13 <sup>Aa</sup>
15	61,63±1,40 <sup>Aba</sup>	61,42±1,34 <sup>Aa</sup>	5,71±1,12 <sup>Aa</sup>	5,62±1,33 <sup>Aa</sup>	15,06±1,77 <sup>Aa</sup>	15,49±2,53 <sup>Aa</sup>
20	61,05±0,80 <sup>Aba</sup>	60,59±0,68 <sup>Aa</sup>	5,62±1,48 <sup>Aa</sup>	5,88±1,79 <sup>Aa</sup>	15,03±2,05 <sup>Aa</sup>	15,42±2,99 <sup>Aa</sup>

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).  
 -GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi



Alabalık filetolarının kaplanması da ada çayı ve ısırgan otundan elde edilen ekstratların kullanıldığı bir çalışmada, kızartılmamış örneklerde genel olarak zamanla parlaklığın azaldığı ( $L$ ) ve kırmızılığın arttığı ( $a$ ), kızartma sonrasında ise  $L$  ve  $b$  değerlerinin azaldığı (renkte koyulaşma ve sarılıkta azalma) belirtilmiştir. Bunun nedeninin ise oksidasyona bağlı olduğu, oksidasyon arttıkça koyuluk ve kırmızılığın artarken sarılığın ise azaldığı bildirilmiştir (Kılınççeker 2014). Kılınççeker (2012) yaptığı bir başka çalışmada, farklı bitki ekstratları ile kapladığı balık köftelerinde, kaplanan örneklerde  $L$  değerinin azaldığı, bu azalmanın oksidasyon ve protein denatürasyonu ile ilgili olabileceği ve kızartma işlemi sonrasında koyu renge neden olabileceğini bildirirken, kırmızılığın artmasında köfte hamurunda kullanılan ekme kırıntılarının etkili olabileceğini vurgulanmıştır.

Bu çalışma kapsamında üretilen köfte örneklerinin dış renk değerleri incelendiğinde, GKK örneklerinin parlaklıklarının zamana bağlı olarak belirgin şekilde değişmediği, KDKK örneklerinin ise parlaklıklarının arttığı görüldü. Depolama sonunda örneklerin parlaklık değerleri arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı ( $p>0,05$ ) anlaşıldı. Literatürlerde de bahsedildiği üzere, tütülenmiş balık derisinde yoğun olarak bulunan renk oluşumunda etkili olan bileşenlerin kızartma işlemi ile değişime uğradığı ve parlaklığın kaybolduğu beklenirken, her iki kaplama uygulamasında kızartma işleminin aynı değişime neden olduğu görüldü. KDKK örneğinde istenmeyen renk değişimlerinin olmamasının nedeni olarak tütü bileşenlerinde bulunan antioksidan etkideki fenollerin varlığı olduğu düşünülmektedir. Depolama sonunda GKK örneğinin kırmızılık değerinin KDKK örneğine göre oldukça yüksek olduğu bunun ise Kılınççeker (2012) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik gösterdiği tespit edildi. GKK örneklerinin KDKK örneklerine göre daha sarı bir renge sahip olduğu gözlemlendi. Sarı rengin daha belirgin olmasında, kullanılan kaplama materyalinin etkili olduğu kanaatine varıldı. Galeta ununun içeriğinde buğday unu yer alması nedeniyle kızartma işlemi sırasında rengin sarıya dönüşmesi beklenen bir sonuçtu ve çoğunlukla bu tip ürünlerde tüketicinin tercih ettiği altın sarısı renk bu kaplama materyali ile sağlanabilmektedir. KDKK örneğinde ise kullanılan kaplama malzemesinin protein bakımından zengin olması ve yapısal özelliği nedeniyle altın sarısı istenen bu renk sağlanamadı. Kullanılan kaplamaların köfte örneklerinin iç renk değerleri üzerine etkisine bakıldığında, her iki köfte örneğinde de  $L$ ,  $a$  ve  $b$  değerlerinde belirgin bir fark olmadığı görüldü. Bu

durum özellikle kullanılan kaplamanın sadece bulunduğu kısımda rengi değiştirmede etkili olduğu sonucuna varıldı.

Sonuçta kaplama materyali olarak tütsülenmiş balık derisi kullanımının dış renkte istenilen altın sarısı rengi sağlayamadığı, ancak bunun balık derisinin yapısal özelliklerinden kaynaklandığı ve tüketicici tercihini etkilemeyeceği söylenilebilir. Kaplama materyalinin köftelerin i rengini de etkilemediği, tütsülenmiş balık derisinin kaplama materyali olarak kullanımının renk üzerine ciddi bir olumsuzluk yaratmadığı ve tüketiciler tarafından (duyusal renk değerlendirmesi sonuçlarına göre) tercih edilebileceği düşünülmektedir.

#### **4.11 Kaplanan Köftelerin Duyusal Değerlendirme Sonuçları**

rn geliştirme amacıyla yapılan çalışmalarda, tüketime hazır gıdalar geliştirilirken tüketicici tercih ve talebinin belirlenmesi amacıyla kullanılan en önemli yöntemlerden birisi de duyusal değerlendirmedir. Duyusal değerlendirme, insanların duyu organlarıyla ürünün tat, koku, renk, görünüş, tekstür gibi duyusal özelliklerini belirlemesidir. Tüketicici ürünü alırken rengine, kokusuna, tadına, ağza alındığında kırılma, ezilme gibi özelliklere dikkat etmektedir. Duyusal kalite direk tketiciciye hitap ettiği için ürünün satışında önemli bir yere sahiptir (Ertaş ve Doğruer 2010, Kılınceker 2017).

Galeta unu ve tütsülenmiş kurutulmuş toz haldeki balık derisi ile kaplanıp derin yağda kızartılan balık köftelerinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında duyusal kalitesinde meydana gelen değişim incelendi ve sonuçlar Tablo 4.14'te verildi. Panelistlerin balık köftelerinin renk, koku, lezzet, tekstür (iğnerken hissedilen doku özelliklerinin tümü) ve genel beğeni özelliklerini, hedonik skala üzerinden 7 = Mükemmel, 6 = çok iyi, 5 = İyi, 4 = Orta, 3 = Kötü, 2 = çok kötü, 1 = Aşırı kötü olacak şekilde puanlaması istenildi. Örneklerin muhafazası sırasında yapılan analizlerde TAMB sayısı depolamanın 20. gününde tüketebilir sınır değeri aştığından, duyusal değerlendirme 20. günde yapılamadı ve 15. günde son verildi.

Köfte rneklerinin duyusal renk özelliklerinde meydana gelen değişim incelendiğinde (Tablo 4.14), muhafazanın başlangıcındaki ortalama duyusal renk

puanları GKK grubunda 5,44, KDKK grubunda ise 5,42 olarak belirlendi. İki örnek grubunda muhafaza süresince gerçekleştirilen duyusal değerlendirmelerde elde edilen ortalama puanlar düzenli olmayan bir değişim gösterdi. Mikrobiyolojik olarak örneklerin duyusal değerlendirilmesinin riskli olabileceği 20. günde duyusal değerlendirme yapılmadı. Bu nedenle muhafaza periyodunda son duyusal değerlendirme muhafazanın 15. gününde gerçekleştirildi. Bu periyotta GKK örneklerinde ortalama renk puanı 5,23 iken KDKK örneklerinde 4,90 olarak tespit edildi. Muhafazanın 5. günü hariç gruplar arasında duyusal renk puanları açısından belirgin bir fark olmadı ( $p>0,05$ ). Ancak genel olarak GKK örneklerinin, KDKK örneklerinden daha yüksek renk puanına sahip olduğu söylenebilir (Tablo 4.14). Tüm bu bulgular ışığında iki köfte grubu da iyi kategoride ürün olarak değerlendirilebilir.

Duyusal olarak köfte örneklerinde gerçekleştirilen koku değerlendirmesinde muhafazanın başlangıcında ortalama 5,34 (GKK örnekleri) ve 5,51 (KDKK örnekleri) olan koku puanları ilerleyen muhafaza süresince her iki örnek grubunda da düzensiz bir değişim gösterdi. GKK grubunda bu değişim önemsiz ( $p>0,05$ ) iken, KDKK grubunda ve 15. gün meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulundu. Duyusal değerlendirmenin en son gerçekleştirildiği gün itibariyle en yüksek ortalama koku puanı GKK örneklerinde (5,03), en düşük ise KDKK örneklerinde (4,98) gözlemlendi. Tüm muhafaza süresince her iki örnek grubu arasında belirgin bir puan farkı oluşmadı ( $p>0,05$ ). Köfte gruplarının ikisi de ortalama koku puanları bakımından değerlendirme skalasına göre iyi kategorisinde ürün olma özelliği taşımaktadır (Tablo 4.14).

Örnekler lezzet puanları açısından değerlendirildiğinde muhafazanın başlangıcı itibariyle GKK örnekleri ortalama 5,42, KDKK örnekleri de 5,96 puan almıştır. Bu duyusal değerlendirme özelliği, iki köfte grubunda da zamana bağlı değişim düzensiz bir seyir izlemiştir. GKK grubunda zamana bağlı değişim belirgin olmamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak KDKK grubunda muhafazanın başlangıcı ile muhafazanın 5. ve 15. günleri arasındaki değişim anlamlı ( $p<0,05$ ) olmuştur. Muhafazanın sonu itibariyle GKK örnekleri ortalama 5,30, KDKK örnekleri ise ortalama 5,50 lezzet puanına sahip ürünler olma özelliği göstermişlerdir (Tablo 4.14). Bu veriler doğrultusunda iki köfte grubu da lezzet açısından iyi ürün özelliğine sahip bulunmuştur.

Köfte örneklerinin duysal olarak test edilen tekstür özelliği değerlendirildiğinde, muhafaza sürecinde ortalama tekstür puanları GKK örneklerinde 4,78-5,40 arasında, KDKK örneklerinde de 4,65-5,38 arasında değişti. Ancak bu değişimin düzensiz olduğu tespit edildi. Örnek gruplarının her ikisinde zamana bağlı ortalama tekstür puanı değişimi istatistiksel olarak önemli bulundu. Ancak her iki grubun her bir değerlendirme döneminde birbirine göre belirgin bir tekstür puanı farkı göstermediği ( $p>0,05$ ) görüldü (Tablo 4.14). Son duysal değerlendirmenin yapıldığı 15. gün itibariyle köfte örneklerinin iyi kategoriye yakın kabul edilebilecek özellik taşıdığı söylenebilir.

Üretimi yapılan buzdolabı koşullarında muhafazası gerçekteştirilen köfte örneklerinin duysal olarak ortalama genel beğeni puanları incelendiğinde, muhafazanın başlangıcı itibariyle GKK grubunda 5,36, KDKK grubunda 5,71 olduğu ve bu dönemde örneklerden KDKK grubunun GKK grubuna göre daha fazla ( $p<0,05$ ) beğenildiği tespit edildi. Her iki uygulama örneklerinde ortalama genel beğeni puanlarında zamanla düzensiz bir değişim görüldü. Zamana bağlı genel beğeni puanındaki değişim GKK grubunda belirgin değilken ( $p>0,05$ ), KDKK örneklerinde belirlenen değişim istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulundu. Diğer tarafta örnek gruplarının her birinin ortalama genel beğeni puanları her bir değerlendirme periyodunda incelendiğinde, gruplar arasındaki puan farkı muhafazanın başlangıcı ile muhafazanın 10. gününde belirgin ( $p<0,05$ ), diğer periyotlarda önemsiz ( $p>0,05$ ) oldu. Muhafazanın sonunda GKK örneklerinin ortalama genel beğeni puanı 5,15 iken KDKK örneklerinde 5,23 olarak belirlendi.

Buna göre muhafaza sonu itibariyle KDKK grubu daha yüksek olmak üzere her iki uygulama da iyi nitelendirilmesiyle sınıflandırılabilir genel beğeni özelliğine sahip ürünler olarak değerlendirilmektedir.

Tüm duysal özelliklere ait ortalama puanlar dikkate alındığında, her iki köfte grubunun benzer niteliklere sahip olduğu ve genel olarak iyi duysal özelliklere sahip ürünler olduğu kanaatine varıldı. Bu çalışma ile kurutulmuş öğütülmüş tütsülenmiş alabalık derisinin, kaplanmış balık köftesi üretiminde yaygın kaplama malzemesi olarak kullanılan galeta ununa alternatif bir kaplama malzemesi olabileceği düşünölmektedir.

Okorie ve diğ. (2015) yenilebilir kaplama materyallerinin fûme kurutulmuş Afrika yayın balığının kalitesi üzerine yürüttükleri çalışmada, kaplama malzemesi olarak mısır unu, tapyoka unu ve buğday unu kullanılmış, kaplama kullanılmayan grup ise kontrol örneği olarak kaydedilmiştir. Yapılan duysal değerlendirme sonucuna göre 0-10 arasında değişen hedonik skalaya göre kontrol grubunun (7,85) genel beğeni puanının kaplanan örneklerden daha yüksek olduğu, kontrol grubundan sonra en yüksek puanın tapyoka unu (6,35) ile kaplanan örneğe ait olduğu belirtilmiştir. Görünüş, tat, aroma ve tekstür yönünden kaplanan örnekler arasında istatistiksel bir farkın olmadığı, kontrol grubunun ise tüm kaplanan örneklerden daha yüksek puanlar aldığı belirtilmiştir.

Sebze püresi ile kaplanan alabalık filetolarının dondurularak (-18°C) muhafazası sırasında meydana gelen kalite değişimlerinin izlendiği bir çalışmada, kaplanan ve kaplanmayan örneklerin duysal özellikleri 1-9 arasında değişen hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Panelistler tarafından yapılan duysal değerlendirme sonucunda, kaplanan filetoların renk, koku, tat, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik puanları sırasıyla 8,0, 8,0, 8,40, 7,80 ve 8,40 bulunurken, kaplanmayan filetolarda bu değerler 5,40, 5,20, 5,40, 4,60 ve 5,20 olarak bulunmuş ve sebze püresi ile kaplamanın duysal puanları etkilediği belirlenmiştir. Depolamanın 6. ayında kaplama işlemi uygulanan örneklerde hafif ekşimsi metalik bir tat algılanırken, tat puanlarının kabul edilebilir değerin altına düşmediği ifade edilmiştir. Kaplanmış filetolarda depolama sonunda nemli yapışkan bir yapı görülmüştür. Hem kaplanan örneklerde hem de kaplanmamış örneklerde duysal puanların kabul edilebilir tüketim kalitesinde olduğu bildirilmiştir (Tokur ve diğ. 2006).

**Tablo 4.14:** İki farklı kaplama yöntemi kullanılarak ve derin yağda kızartılarak üretilen balık köftesi örneklerinin buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafazası sırasında duyusal özelliklerine ait ortalama test puanları

Muhafaza Süresi (Gün)	Duyusal Değerlendirme Özellikleri									
	Renk		Koku		Lezzet		Tekstür		Genel beğeni	
	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK	GKK	KDKK
0	5,44±0,72 <sup>Aa</sup>	5,42±0,95 <sup>Aa</sup>	5,34±0,94 <sup>Aa</sup>	5,51±0,77 <sup>Aa</sup>	5,42±0,84 <sup>Ab</sup>	5,96±0,81 <sup>Aa</sup>	5,40±0,91 <sup>Aa</sup>	5,38±0,82 <sup>Aa</sup>	5,36±0,76 <sup>Ab</sup>	5,71±0,77 <sup>Aa</sup>
5	5,30±0,82 <sup>Aa</sup>	4,86±0,97 <sup>Bb</sup>	5,26±0,88 <sup>Aa</sup>	5,07±1,00 <sup>Aba</sup>	5,05±0,87 <sup>Aa</sup>	5,01±0,93 <sup>Ca</sup>	4,78±0,95 <sup>Ba</sup>	4,65±1,06 <sup>Ba</sup>	4,98±0,89 <sup>Aa</sup>	4,88±0,92 <sup>Ca</sup>
10	5,53±0,87 <sup>Aa</sup>	5,28±0,95 <sup>Aba</sup>	5,38±0,77 <sup>Aa</sup>	5,44±0,93 <sup>Aba</sup>	5,11±0,90 <sup>Ab</sup>	5,98±0,69 <sup>Aa</sup>	4,98±0,85 <sup>ABa</sup>	5,25±0,68 <sup>Aa</sup>	5,15±0,80 <sup>Ab</sup>	5,59±0,79 <sup>ABa</sup>
15	5,23±0,83 <sup>Aa</sup>	4,90±0,86 <sup>Ba</sup>	5,03±0,71 <sup>Aa</sup>	4,98±1,07 <sup>Ba</sup>	5,30±0,70 <sup>Aa</sup>	5,50±0,64 <sup>Ba</sup>	4,78±0,82 <sup>Ba</sup>	4,73±0,81 <sup>Ba</sup>	5,15±0,75 <sup>Aa</sup>	5,23±0,73 <sup>BCa</sup>

-Aynı sütunda farklı büyük harfle (A, B, C,...) ve aynı satırda farklı küçük harfle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

-GKK: Galeta unu ile kaplanmış balık köftesi (kontrol grubu), KDKK: Kurutulmuş balık derisi ile kaplanmış balık köftesi

Yasin ve Abou-Taleb (2007), içeriğinde belirli oranlarda (%2,5 ve %5) mercanköşk ve kekik ekstratı bulunan kaplama ile kaplanan yarı kızartılmış kefal fileto larını 4°C’de 16 gün boyunca depolanmışlardır. Duyusal değerlendirme sonucunda kaplama içeriğine kekik ve mercanköşk ekstraktı ilavesinin duyusal özellikleri olumlu etkilediğini gözlemişlerdir. Bileşiminde %5 oranında mercanköşk ekstraktı içeren kaplama malzemesi ile kaplanan örneklerin tüm duyusal özelliklerine ait puanlarının diğer uygulamalardan yüksek olduğunu, aynı zamanda %5 kekik ekstraktı içeren kaplanmış fileto ların da benzer şekilde yüksek puanlar aldığını bildirmiştir. Kontrol numunelerinin ise diğer gruplara göre çok düşük puanlar aldığı ifade etmiştir.

Bu çalışma kapsamında üretimi ve muhafazası yapılan kaplanmış alabalık köftelerinin muhafazanın başlangıcından sonuna kadar (15. gün) geçen sürede, her 5 günlük periyotta gerçekleştirilen duyusal değerlendirmelerde, balık derisi ile kaplanan örneklerin tüm özelliklere ait duyusal puanlarının depolama sonu itibariyle başlangıca göre düşük olmasına rağmen, hem örnek uygulamaları arasında fark gözlenmedi ( $p>0,05$ ) hem de tüm ürün gruplarının iyi duyusal kalitede olma özelliği taşıdığı belirlendi (Tablo 4.14). Tüm veriler ışığında, balık köftesinin kaplanmasında tütsülenmiş balık derisi kullanımının duyusal özellikler üzerine olumsuz bir etkisi oluşturmadığı, ayrıca üretildiği anda galeta unu ile kaplanan köftelerden daha lezzetli bulunduğu ve daha iyi genel beğeni puanı aldığı tespit edildi. Sonuç olarak, tütsülenmiş balık derisi kullanılarak üretilen kaplanmış ürünlerin tüketiciler tarafından sevilerek tercih edileceği, ayrıca birçok kaplama materyaline göre daha sağlıklı olacağı ve alternatif bir kaplama materyali olabileceği düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, tütülenmiş alabalık üretiminde işleme atığı olarak açığa çıkan derinin kurutulup öğütüldükten sonra yine alabalık etinden hazırlanan köftelerde kaplama malzemesi olarak kullanımı araştırıldı. Kontrol grubu olarak et ve et ürünlerinde yaygın bir kaplama malzemesi olan galeta unu tercih edildi. Üretimi yapılan kontrol ve tütülenmiş alabalık derisi ile kaplanan balık köfteleri derin yağda kızartma işlemine tabi tutulduktan sonra buzdolabı koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafazaya alındı. Bu koşullarda beşer gün aralıklarla kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel ve duyu kalite kontrol analizleri gerçekleştirildi. Analizler, ürünlerin mikrobiyolojik açıdan tüketilemez olarak kabul edilen (TAMB sayısı 7.0 log kob/g değeri ve üzeri) dönemine kadar yapıldı. Alabalık etinden hazırlanan köfte örneklerinin muhafaza koşullarındaki raf ömrü bu sayede belirlenmeye çalışıldı.

Araştırma sonunda elde edilen veriler incelendiğinde;

Kaplama materyali olarak kullanılan galeta unu ve tütülenmiş kurutulmuş balık derisi genel gıda bileşenleri açısından içerikleri incelendiğinde, balık derisinin galeta ununa göre daha yüksek protein (%63,38), yağ (%12,91) ve kül (%11,67) içerdiği belirlendi. Galeta ununun tuz seviyesinin (%1,84), kurutulmuş alabalık derisinin tuz seviyesinden (%7,51) düşük olduğu saptandı. Bu durum tütüleme işlemi öncesinde balıklara uygulanan tuzlama işleminden kaynaklanabileceği gibi balık derilerine uygulanan kurutma ile oransal olarak nem içeriğindeki azalmanın tuz oranında artışa neden olması ile de açıklanabilir.

Üretimi yapılan alabalık köftelerinin genel kompozisyonuna bakıldığında, KDKK örneğinin protein (%27,74), kül (%4,13) ve tuz içeriği (%1,87) GKK örneğinden (protein %22,32, kül %2,77 ve tuz %1,65) yüksek bulundu ( $p < 0,05$ ). Bu durumun, alabalık derisinin gıda bileşenleri bakımından galeta unundan farklı olmasından kaynaklanabileceği kanaatini oluşturdu.

Örneklerde muhafazanın başında ve buzdolabı koşullarında depolama sırasında yapılan TVB-N analizi sonuçlarına göre, depolamanın başlangıcında GKK örneğinin TVB-N değerinin (20,66 mg/100 g), KDKK örneğinden (25,53 mg/100 g)



daha düşük olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ). İlerleyen zamanda bu değerlerde artış olmasına rağmen muhafazanın 5. gününden sonra örneklerin TVB-N miktarında zamana bağlı meydana gelen değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). KDKK örneğinin başlangıçtaki TVB-N değerinin yüksek olmasından dolayı depolamanın 20. gününde belirlenen değer de buna bağlı olarak yüksek bulundu. Su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan TVB-N miktarı, tütsülenmiş balık derisi ile kaplanan örnekte sınırlı bir artış göstermiştir. Bunun tütsüleme işlemi sırasında dumanın içeriğinde bulunan bazı bileşiklerin bu tür bozulma reaksiyonlarını hızlandırıcı etkide bulunmasından kaynaklanabileceği varsayılmaktadır. Ayrıca balık derisinin kaplama materyali olarak kullanıldığı köfte örneklerinin protein bakımından daha zengin olması, azotlu bileşiğin de fazla olması demektir. Dolayısıyla toplam azotlu bileşik varlığının yüksekliği TVB-N değerinin de yüksek olmasında etkili olmuştur.

Muhafazanın başlangıcında kaplanmış alabalık köftelerinin TBA değeri her iki grupta benzer iken, depolama sonunda KDKK örneklerinin TBA değeri (0,36 mg MA/kg) GKK örneklerinden (0,43 mg MA/kg) daha düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Bunun kaplama materyali olarak kullanılan tütsülenmiş balık derisinde tütsü kaynaklı antioksidan etkili bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gıdalarda yağların oksidasyonu sonucu meydana gelen ürünlerin bir kısmının sağlık açısından istenmediği düşünüldüğünde balık köftelerinde kaplama malzemesi olarak tütsülenmiş balık derisi kullanımının iyi bir tercih olabileceği söylenebilir.

Muhafaza süresi boyunca üretimi yapılan köfte örneklerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri incelendiğinde, TAMB sayısı zamana bağlı artış gösterirken, depolamanın 20. gününde her iki örnek grubunda da tüketilebilir sınır değeri (7 log kob/g) aşıldığından bu aşamada muhafaza sonlandırıldı. Köfte örneklerinin TPB sayısı incelendiğinde, depolamanın 5. günü sonuna kadar  $<1$  log kob/g olduğu tespit edildi. Daha sonraki muhafaza periyotlarında TPB sayısında artış gerçekleşti. Ancak 5. günden sonraki artış gruplar arasında belirgin olmadı ( $p>0,05$ ). Muhafazanın sonlandırıldığı 20. gün itibarıyla GKK grubunda 3,25 log kob/g, KDKK grubunda ise 2,94 log kob/g olarak belirlendi. Köfte örneklerinin TMK sayıları depolama boyunca düzenli bir değişim göstermedi ve 20. gün sonunda örnekler arasında oluşan fark istatistiksel olarak önemli değildi ( $p>0,05$ ). Diğer

taraftan muhafaza edilen köfte örneklerinde, muhafazanın başından sonuna kadar hiçbir aşamada TKGB saptanmadı. Depolama sonunda, tütsülenmiş balık derisi ile kaplanan köfte örneklerinin TAMB, TPB ve TMK sayıları galeta unu ile kaplı örnekten daha düşük olarak tespit edildi. Bu durumun tütsü bileşiminde ve dolayısıyla kaplama amaçlı kullanılan balık derisinde bulunan antimikrobiyal aktiviteye sahip bileşikler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Köfte örneklerinin yapışan kaplama oranı, pişirme kaybı ve son ürün verimi karşılaştırıldığında, örnek grupları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ), belirlendi. Dolayısıyla kaplama materyali olarak tütsülenmiş balık derisi kullanımının bu alanda bir dezavantaj taşımadığı, yaygın bir şekilde kaplama materyali olarak kullanılan galeta ununa bir alternatif olabileceği söylenebilir.

Muhafaza boyunca alabalık köfterinde belirli aralıklarla yapılan renk analizi sonuçlarına göre, örneklerin dış renk değerlerin incelendiğinde depolamanın sonunda GKK örneklerinde parlaklığın ( $L$ ), sarılığın ( $b$ ) ve kırmızılığın ( $a$ ) değişmediği, KDKK örneklerinde ise tüm renk değerlerinde artış olduğu tespit edildi. Ancak muhafazanın sonlandırıldığı 20. günde örneklerin  $L$  değerleri arasında farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $p>0,05$ ) görüldü. Özellikle tütsülenmiş balık derisi ile kaplanan köfte örneklerinde istenmeyen renk değişimlerinin meydana gelmemesi bunun iyi bir kaplama materyali olabileceğini göstermektedir. Köfte örneklerinin iç renk  $L$ ,  $a$  ve  $b$  değerlerinde meydana gelen değişim her iki grup için istatistiksel olarak önemli bulunmadı ( $p>0,05$ ). Böylece kullanılan kaplama materyallerinin köftelerin iç renginde hem belirgin bir değişime hem de olumsuz bir etki göstermediği belirlenmiş oldu.

Tekstür analiz cihazı ile belirlenen sonuçlara göre, her iki köfte örneğinin sertlik değerinde başlangıca göre bir artış olduğu, ancak depolama sonunda köfte örnekleri birbirleri ile kıyaslandığında aralarında sertlik değerleri açısından istatistiksel olarak bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) görüldü. Örneklerin yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinde depolama boyunca anlamlı bir fark tespit edilmedi. Çiğnenebilirlik değerleri dikkate alındığında, depolama sonunda her iki örneğinde bu özelliğe ait değer arttığı, aynı zamanda KDKK örneğinin (39,42 mJ) GKK örneğinden (30,15 mJ) oldukça yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olduğu

belirlendi. Sakızimsılık değerinin her iki köfte grubunda da zamana bağlı olarak artış gösterdiği, depolama sonunda KDKK örneğinin (8,05 N) daha yüksek değere sahip olduğu anlaşıldı. KDKK örneğinde tespit edilen yüksek değerlerin, balık derisinde bulunan kollajenin uygulanan işlemlere bağlı olarak jelleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tekstürel özellikler tüketici tercihini etkileyen önemli kriterlerdir. Depolama sonunda KDKK örneğinde yüksek olarak tespit edilen çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinin aslında yüksek olması istenilen bir durum değildir. Ancak ürünlerin duyu analizi sırasında bu değerlerin yüksekliğinden kaynaklı bir problem ve şikayet oluşmadığı için bu değerlerin yüksek olması bir olumsuzluk olarak değerlendirilmedi. Kaplama materyali olarak tütsülenmiş balık derisi kullanımı sonucu ulaşılan tekstür değerleri duyu açıdan da birbirini desteklediğinden tüketici tercihini olumsuz açıdan etkilemeyeceği kanaatine varıldı.

Kaplanarak derin yağda kızartılan köfte örneklerinde, muhafazanın başında ve buzdolabı koşullarında depolama sırasında beşer gün aralıklarla duyu değerlendirme yapıldı. Duyu değerlendirme, örneklerin TAMB sayısı bakımından tüketilemez sınır değer olarak kabul edilen (7.0 log kob/g) sayıya ulaşana kadar yapıldı. Daha sonrasında mikrobiyolojik risk açısından duyu değerlendirme yapılmadı. Duyu değerlendirme sonuçlarına göre, GKK örneğinin renginde zamanla kayda değer değişiklik olmadığı, KDKK örneğinin ise duyu renk puanlarının düzensiz değişim gösterdiği saptandı. GKK örneğinin koku puanları depolama boyunca iyi olarak değerlendirilirken, KDKK örneğinin 15. günde koku puanının düştüğü görüldü. KDKK örneğinde renk ve koku puanlarının başlangıça göre düşük olması kaplama materyalinde zamanla meydana gelen oksidasyon ile ilişkilendirildi.

Panelistler tarafından yapılan lezzet değerlendirmesine göre muhafazanın başlangıcında KDKK örneği (5,96) GKK örneğinden (5,42) daha lezzetli bulundu ( $p < 0,05$ ). GKK örneğinin lezzet puanları 15. güne kadar istikrarlı ilerlerken, KDKK örneğinin (5,01) 5. günde en düşük lezzet puanını aldığı belirlendi. Kaplama olarak kullanılan balık derisinin ürüne karakteristik bir lezzet kattığı ve panelistler tarafından beğenilerek tüketildiği görüldü.

Her iki köfte örneğinin de tekstür puanındaki değişim düzenli bulunmazken depolama sonunda örnekler arasında fark olmadığı ( $p > 0,05$ ) ve tekstürel

özelliklerinin iyi olarak değerlendirildiği tespit edildi. Kullanılan kaplama materyallerinin karakteristik özelliklerinden dolayı tekstürel özelliklerin değişebileceği anlaşıldı.

Genel beğeni puanları incelendiğinde başlangıç anında KDKK örneğinin (5,71) GKK örneğinden (5,36) daha yüksek puan aldığı belirlendi ( $p<0,05$ ). Ancak her iki köfte örneğinin 5. günde genel beğeni puanlarının azaldığı, sonraki günlerde ise tekrar artarak 15. günde KDKK örneğinin (5,23) GKK örneğinden (5,15) yüksek puan aldığı saptandı ( $p>0,05$ ). Duyusal olarak tüm örneklerin iyi kategoride ürünler olarak değerlendirildiği, bu nedenle tütsülenmiş balık derisinin kaplama malzemesi olarak tercih edilebileceği sonucuna varıldı.

Duyusal değerlendirme sonunda tütsülenmiş balık derisi ile kaplanan köftelerin panelistler tarafından sevilerek tüketildiği ayrıca köftenin tüketilirken yeme zevki verdiği de belirtildi.

Tüm bulgular ışığında balık köftesi kaplamasında tütsülenmiş balık derisi kullanımının ürünün kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel ve duyuşsal özellikleri açısından bir dezavantaj oluşturmadığı ayrıca duyuşsal değerlendirme sonunda panelistler tarafından ilk gün çok iyi olarak değerlendirildiği görüldü. Bu nedenle ürünün tüketici tarafından da sevilerek tüketileceği ve talep gören bir ürün olacağı da şüphesizdir. Sonuç olarak tütsülenmiş alabalık derisinin bu şekilde kullanılması hem önemli bir protein kaynağını verimli şekilde değerlendirip yeni bir ürün olarak tüketici beğenisine sunmaya hem de atık olarak açığa çıkan bir materyalin katma değer yaratması ile ekonomik fayda sağlayacağı da kuşkusuzdur.

## 6. KAYNAKLAR

Akdeniz, N., "Effects of Different Batter Formulations on Quality of Deepfat Fried Carrot Slices". Master of Science Thesis, *Middle East Technical University, Institute of Science, Department of Food Engineering*, 109 p., (2004).

Akdeniz, N., Şahin, S. ve Sumnu, G., "Functionality of Batters Containing Different Gums For Deep-Fat Frying of Carrot Slices", *Journal of Food Engineering*, 75 (4), 522-526, (2006).

Akgün, A.A., "Farklı Kaplama Formülasyonları ile Kaplanmış Tavuk Köftelerinin Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli*, 75s., (2006).

Aldemir, Ö., "Balık Filetolarının Kaplanması Salça Üretim Atıklarının Kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli*, 43-44, (2013).

Alsaggaf, M.S., Moussa, S.H. and Tayel, A.A., "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, (2017).

Anonymous, *The Manuel of Hunter Lab- XEC*, HunterLab Cooperation, USA, (1995).

AOAC, "Official Methods of Analysis (15<sup>th</sup> Edition) Association of Official Analytical Chemists", (1990).

Arvanitoyannis, I. S. and Kassaveti, A., "Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses", *International Journal of Food Science & Technology*, 43(4), 726-745, (2008).

Asita, A.O. and Campbell, I.A., "Anti-microbial activity of smoke from different woods", *Letters in Applied Microbiology*, 10, 93-95, (1990).

Atar, H.H. ve Alçiçek, Z., "Su ürünleri sektöründe sürdürülebilirlik", *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 35-40, (2009).

Ayas, D., "Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlarındaki Değişimleri", Ege Üniversitesi, *Su Ürünleri Dergisi (Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences)*, 23 (1/3), 343-346, (2006).

Ayas, D. ve Soydemir, N., "Tütsülenmiş ve Yağda Kızartılmış Sazan (*Cyprinus carpio*)'ların Kimyasal Kompozisyon Değişimleri", *XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Elazığ, 2-5 Eylül, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, (2003).

Ayaş, S., "Yeşil çay katkılı yenilebilir kaplama uygulanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarındaki bazı kalite değişimlerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı*, 21-36, (2017).

Berik, N., Çankırılıgil, C. ve Kahraman, D., "Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosundan Kroket Yapımı ve Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi", *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17 (5), 735-740, (2011).

Bilgin, Ş. ve Ertan Ö.O., "*Salmo trutta* L., 1766'nın Soğuk Dumanlama Sonrası Besin Bileşenleri ve Yağlarındaki Değişimler", Süleyman Demirel Üniversitesi, *Fen Bil. Enst. Derg.*, 5, 76- 83, (2001).

Bilgin, Ş., Ertan, Ö. ve İzci, L., "Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Sıcak Dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril 1858)' in Kimyasal Kompozisyonundaki Değişimlerin İncelenmesi", *Journal of Fisheries Sciences*, 1(2), 68, (2007).

Bligh, E.G., Shaw, S.J. and Woyewoda, D., "The Effect of Drying and Smoking on Lipids of Fish", (Brut, J.R., ed.), *Fish Smoking and Drying*, London and New York: Elsevier Applied Science Publishers Ltd., 41-53, (1988).

Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J. and Trakatelliss, A.G., "Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. J. Agric", *Food Chemists*, 42, 1931-1937, (1994).

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

Cadun, A., Kılınç, B., Şen, B. ve Çaklı, Ş., "Farklı Bölgelerden Avlanan Farklı Türdeki Dondurulmuş Çözdürülmüş Karideslerden Kroket Yapımı ve Dondurarak Depolama Boyunca Kalite Değişimler", *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi (Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences)*, 25 (3), 191–195, (2008).

Can, Ö.P. ve Patır, B., "Kitosan Kaplamanın Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi", *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, 42(4), 148-154, (2012).

Candan, T., ve Bağdatlı, A., "Gıda Ürünlerinde Yenilebilir Film ve Kaplama Uygulamaları". *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(2), 645-655, (2018).

Carvalho, R. A., Sobral, P. J. A., Thomazine, M., Habitante, A. M. Q. B., Gimenez, B., Gomez-Guillen, M. C. and Montero, P., Development of edible films based on differently processed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) skin gelatin", *Food Hydrocolloids*, 22, 1117-1123, (2008).

Cemeroğlu, B., *Meyve ve Sebze İşlemi Teknolojisi*, Yayın no: 6, Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 496 s., (2001).

Ceylan, Z., Unal Sengor, G.F., Sağdıç, O. and Yılmaz, M.T., "A Novel Approach To Extend Microbiological Stability of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fillets Coated with Electrospun Chitosan Nanofibers", *LWT- Food Science and Technology*, 79, 367-375, (2017).

Chen, S., Chen, H., Chao, Y. and Lin, R., "Effect of Batter Formula on Qualities of Deep-Fat and Microwave Fried Fish Nuggets", *Journal of Food Engineering*, 95, 359–364, (2009).

Chidanandaiah Keshri, R.C. and Sanyal, M.K., "Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) storage", *J Muscle Foods*, 20, 275-292, (2009).

Cunningham, F.E. and Tiede, L.M., "Use of Batters and Breadings on Food products- A Review", Proceedings of Fifth European Symposium, Spelderhold Institute For Poultry Research, Beekbergem, The Netherlands, 314. (1981).

Cutter, C.N., "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, (2006).

Çadırcı, Ö. ve Göncüoğlu, M., "Balıkların Raf Ömürlerinin Uzatılmasında Uygun Teknikler", *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 79(4), 23-28, (2008).

Çağdaş, E. ve Kumcuoğlu, S., 2014. "Üzüm Çekirdeği Tozu ve Peynir Altı Suyu Tozunun Tavuk Nugget Kalitesi Üzerine Etkileri", *Gıda*, 39 (5), 291-298, (2014).

Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T., And Tolasa, S., "Shelf Life of New Culture Specie (*Diplodus puntazzo*) in Refrigerator ", *Journal of Muscle Foods*, 19, 315-332, (2008).

Çaklı, Ş., *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, İzmir, Ege Üniversitesi: Su Ürünleri Fakültesi, 696s., (2007).

Çankırılıgil, E. C. ve Berik, N., "Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Kroketlerinin Soğuk Muhafazada ( $+4^\circ\text{C}$ ) Raf Ömrünün Belirlenmesi", *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32 (1), 35-48, (2017).

Çapkın, K., "Kadife Balığı (*Tinca tinca*) Köftesinin Buzdolabı Koşullarında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler", Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, 13-21,(2008).



Çarbaş, A., "Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi", Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı*, Erzurum, 90s., (2008).

Çelikel, A. ve Akın, M.B., "Yenilebilir Filmler ve Peynir Teknolojisinde Kullanımı", *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2/2), 50-58, (2017).

Çolakoğlu, F., Ova, G. ve Köseoğlu, B., "Taze ve İşlenmiş Gümüş Balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Mikrobiyolojik Kalitesi", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 393-395, (2006).

Debeaufort, F., Martin-Polo, M. and Voilley, A., "Polarity Homogeneity and Structure Affect Water Vapor Permeability of Model Edible Films", *Journal of Food Science*, 58, 426-434, (1993).

Dekkers, E., Raghavan, S., "Kristinsson, H.G. and Marshall, M.R., Oxidative stability of mahi mahi red muscle dipped in tilapia protein hydrolysates", *Food Chemistry*, 124, (2), 640-645, (2011).

Dikel, Ç., "Kitosan Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura Filetolarının Soğukta (+4°C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı*, Adana, 71, (2012).

Dursun, S. ve Erkan, N., "Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı", *Journal of Fisheries Sciences*, 3(4), 352-373, (2009).

Duyar, H.A., Gargacı, A., ve Yücel, Y., "Yenilebilir Mısır Zeini Filmiyle Kaplama ve Vakum Paketlemenin Buzdolabında Depolanan Palamut Balığının (*Sarda sarda*) Raf Ömrüne Etkisi", *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 31(2), (2016).

Dyson, D., "Breadings-What They Are and How They Are Used. In: *Batters and Breadings in Food Processing*", (esd: K. Kulp and R. Loewe), American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota, p. 143-152, (1990).

Erge, A., ve Zorba, Ö., "Jelatin ve Fizikokimyasal Özellikleri", *Akademik Gıda*, 14(4), 431-440, (2016).

Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Gün, H. ve Kalafatoğlu, H., "Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının Raf ömrü Üzerine Etkisi", *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24, 585-591, (2000).

Ersoy, B. ve Yılmaz, A.B., "Karabalık köftesinin dondurularak muhafazası", *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 27, 827-832, (2003).

Ertaş, N. ve Doğruer, Y., "Besinlerde Tekstür", *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 35-42, (2010).

Ertekin, F., "Gıda Maddelerinin Kaplanması: Kaplama Yöntem ve Ekipmanları", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 85- 93, (2005).

FAO, "*Committee on fisheries, sub-committee on fish trade*", Sixteenth Session Busan, Republic of Korea, 4-8 September, Reduction of Fish Food Loss and Waste, 2017.

FAO., "*The state of world fisheries and aquaculture opportunities and challenges*", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 223 s., (2014).

Fernandez, J., Perez-Alvarez, J. A. and Fernandez-Lopez, J. A., "Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat", *Food Chemistry*, 59 (3), 345-353, (1997).

Gennadios, A., Hana, M.A. and Kurth, L.B., "Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafood: a Review", *Lebensm.-Wiss. U.- Technol.*, 30, 337-350, (1997).

Göğüş A.K. ve Kolsarıcı, N., *Su Ürünleri Teknolojisi*, Ankara: Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. 1243 Ders Kitabı, 358s., (1992).

Gökçe, R., Akgün, A.A., Ergezer, H. ve Akcan, T., "Farklı Kaplama Bileşenleriyle Kaplamanın Derin Yağda Kızartılan Piliç Nuggetların Bazı Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkileri", *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22, 331- 338, (2016).

Gökoğlu, N., "Balık Köftesinin Soğukta Depolanması", *Gıda Dergisi*, 19(3), 217-222, (1994).

Gökoğlu, N., *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Antalya: *Su Vakfı Yayınları*, 115 s., (2002).

Gülyavuz, H., ve Ünlüsayın, M., *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, ISBN:975-96897-0-7, Ankara: Şahin Matbaası, 366s., (1999).

Gümüş, B., İkiz, R. ve Ünlüsayın, M., "Barbun balığı (*Mullus barbatus*)'nın sıcak dumanlama sonrası besin bileşenlerindeki değişimler", *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24, 15-24, (2009).

Gündüz, H., Öztürk, F., Hamzaçebi, S. ve Akpınar, M.D., "The Assessment of Seafood Processing Waste", *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(1), 1-5, (2018).

Günlü, A., "Yetiştiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) Dumanlama Sonrası Bazı Besin Bileşenlerindeki Değişimler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi", Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı*, Eğirdir-Isparta, (2007).

Halkman, A.K., *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*, Ankara: Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., 358s., (2005).

Haug, I.J., Draget, K.I. and Smidsrod, O., "Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian gelatin", *Food Hydrocolloid*, 18, 203-213, (2004).

Hough, K., *Complementary Systems. In: Savoury Coatings*, (eds: D. B. Fuller and R.T. Parry), Elsevier Applied Science Publishing Ltd., England, p. 119-124, (1987).

Hsu, K., "Purification of antioxidative peptides prepared from enzymatic hydrolysates of tuna dark muscle by-product", *Food Chemistry*, 122, 42-48, (2010).

Huss, H.H., *Taze balıklarda kalite ve kalite değişiklikleri*. Roma, FAO Balıkçılık Teknik Kağıt 348., s. 195, (1995).

İçöz, A., ve Eker, B., "Tekirdağ Köftesi Ambalajında Kullanılan Biyolojik Tabanlı Kaplama Malzemesinin Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi", *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 52-67, (2016).

İnanlı, A.G., Çoban, Ö.E., Yüce, S., Uğur, Y., ve Çelik, B. "Doğal Ekstraktlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Kaplamanın Balık Filetolarının Raf Ömrü ve Yağ Asidi Kompozisyonuna Etkileri", *Fen ve Matematik Bilimlerinde Akademik Çalışmalar*, 1-32, (2020).

İzci, L. and Ertan, Ö. O., "Changes in Meat Yield and Food Component of Smoked Tench (*Tinca tinca* L., 1758)", *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 28(6), 1037-1041, (2004).

Joukar, F., Hosseini, S.M.H., Moosavi-Nasab, Marzieh Moosavi-Nasab, M., Mesbahi, G.R. and Behzadnia, A., "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, (2017).

Jouki, M., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S.A., Koocheki, A. and Khazaei, N., "Effect of Quince Seed Mucilage Edible Films Incorporated with Oregano or Thyme Essential Oil on Shelf Life Extension of Refrigerated Rainbow Trout Fillets", *International Journal of Food Microbiology*, 174, 88-97, (2014).

Kaba, N., Özer, Ö. ve Çorapçı, B., "Dumanlanmış Zargana (*Belone belone euini* Günther,1866) Köftelerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi", *Journal of Fisheries Sciences*, 6(4), 357-367, (2012).

Kaba, N., Özer, Ö. ve Söyleyen, B., "Dumanlama İşleminin Balık Kalitesine ve Raf Ömrüne Etkisi", *15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 1-4 Temmuz, Rize, (2009).

Karahan, A.M., Meral, R. ve Kılınççeker, O., "Bazı Tahıl ve Tahıl Benzeri Unların Yenilebilir Film ve Kaplama Potansiyellerinin Belirlenmesi", *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1692-1701, (2020).

Kaya, Y., *Su Ürünleri İşleme Tekniği*, Sinop, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi: Ders teksirleri, 95s., (2006).

Keser, E., ve L. İzci., "Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan elde edilen balık köftelerinde biberiye ve defne uçucu yağlarının mikrobiyolojik ve duyu kaliteye etkisi", *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 13-21, (2020).

Kester, J.J. and Fennema, O., "Resistance of Lipid Films to Water Vapor Transmission", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 66(8), 1139-1140, (1989).

Kılıç, Ö., "Vakum paketlenerek buzdolabında depolanmış gökkuşığı alabalık (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*, 1792) filetolarının kalitesine çörek otu (*Nigella sativa L.*) ve yeşil çay (*Camellia sinensis L.*) ekstraktları ile yağlarının etkileri", Yüksek Lisans Tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı*, 105, (2016).

Kılınççeker, O. ve Hepsağ, F., "Kaplama Malzemesi Olarak Mısır Unlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 20-27, (2010).

Kılınççeker, O., "Ada Çayı ve Isırgan Otu Ekstraktlarının Balık Köfte Kaplamalarında Kullanımı", *Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 47-56, (2014).

Kılınççeker, O., "Diyet özellikteki bazı bitkisel liflerin tavuk köftelerde kullanım olanakları", *Adyutayam Dergisi*, 5(1), 1-9, (2017).

Kılınççeker, O., "Improvement Of Some Quality Characteristics Of Frozen Fish Balls By Coating With Different Plant Extracts". *Advances in Food Sciences*, 34(3), (2012).

Kılınççeker, O., Doğan, İ. S. and Küçüköner, E., "Effect of Edible Coatings on the Quality of Frozen Fish Fillets", *Food Science and Technology*, 42, 868-873, (2009).

Kılınççeker, O. and Hepsağ F., "Performance of Different Coating Batters and Frying Temperatures for Fried Fish Balls", *Journal Of Animal And Veterinary Advances*, 10(17), 2256-2262, (2011),

Kolsarıcı, N. ve Özkaya, Ö., "Gökkuşuğu alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nın raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi", *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22: 273-284, (1998).

Kose, S. and Erdem, M.E., "An Investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Stored at Different Temperatures", *Turk J Vet Anim Sci.*, 28, 575-582, (2004).

Koyuncu, M.A. ve Savran, H.E., "Yenilebilir Kaplamalar", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 73-83, (2002).

Köse, S., ve Erdem, M.E., "Quality changes of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, N. 1840) stored at ambient and refrigerated temperatures ", *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1(2), (2001).

Krochta J.M. and Mulder-Johston C., "Edible and Biodegradable Polymer Films Challenges and Opportunities", *Food Technology*, 51 (2), 61-74, (1997).

Kulp, K. and Loewe, R., *Batters and Breadings in Food Processing*, USA, Inc. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 268p., (1990).

Kundakçı, A., 1979. "Et Teknolojisinde Tütsüleme", *Gıda Dergisi*, 4(1), 17-24, (1979).

Lannelongue, M., "Storage Characteristics of Fresh Packed in Modified Atmosphere Containing CO<sub>2</sub>", Master Thesis, *T and M University Collage Station*, TX, USA, (1980).

Lin, L.S., Wang, B.J., and Weng, Y.M., "Preservation Of Commercial Fish Ball Quality With Edible Antioxidant-Incorporated Zein Coatings", *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 605–617, (2009).

Lingbeck, J., Cordero. P., Bryan, C. A., Johnson, M. G., Ricke, S. C. and Crandall, P. G., "Functionality of Liquid Smoke as an All-natural Antimicrobial in Food Preservation", *Meat Science*, 97, 197-206, (2014).

Loewe, R., "Ingradients Selection for Batter Systems. In: *Batters and Breadings in Food Processing*", (eds: K. Kulp and R. Loewe), American Association of Cereal Chemists, Minnesota, Inc., p. 11-26, (1990).

Loje, H., Jensen, K.N., Hyldig, G., Nielsen, H.H. and Nielsen, J., "Changes in liquid-holding capacity, water distribution ve microstructure during chill storage of smoked salmon", *Journal of the Science of Food ve Agriculture*, 87, 2684- 2691, (2007).

López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C., Pérez-Mateos, M. and Montero, P., "A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties", *Food Hydrocolloids* 19(2), 303-11, (2005).

Lovea, D.C., Frya, J.P., Millia, M.C. and Neffa, R.A., "Wasted seafood in the United States: Quantifying loss from production to consumption and moving toward solutions", *Global Environmental Change*, 35, 116-124, (2015).

Lu, F., Ding, Y., Ye, X. and Liu, D., "Cinnamon and nisin in alginate-calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets", *LWT- Food Sci Technol*, 43, 1331-1335, (2010).

Mahmoudzade, M., Motallebi, A., Hosseini, H., Khaksar, R., Ahmadi, H., Jenab, E., Shahraz, F. and Kamran, M., "Quality changes of fish burgers prepared from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus* Ogilby, 1912) with and without coating during frozen storage (-18C) ", *International journal of food science & technology*, 45(2), 374-379, (2010).

Miller, K.S. and Krochta, J.M., "Oxygen and Aroma Barrier Properties of Edible Films: A Review", *Trends in Food Science and Technology*, 8(7), 228-237, (1997).

Muratore, G., Mazzaglia, A., Lanza, C.M. and Licciardello, F., "Effect of process variables on the quality of swordfish fillets flavored with smoke condensate", *Journal of Food Processing ve Preservation*, 31, 167-177, (2007).

Oğuzhan, P., Atamanalp, M., Angiş, S. ve Haliloğlu, İ., "Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarında Sıcak Tütsüleme Sonrası Kimyasal Kompozisyon Değişimleri", *Su Ürünleri Dergisi*, 1(3), 465-466, (2006).

Okorie, S.U., Ishola, A.I., Oparah, N.I. and Iwuala F.N., "Edible Coating Materials: Effect on the Quality of Smokeddried African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)", *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(2), (2015).

Olgunoğlu, A., "Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler", Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı*, (2007).

Onoğur, A.T. ve Elmacı Y., "Gıdalarda Duyusal Değerlendirme", Türkiye, İzmir: Sidas Medya, 56-57, (2011).

Öğütveren, Ç. and Getgood, R., "Investigation of Breeding Techniques for Chicken Nuggets", Summer I.A.E.S.T.E. Training, The Queen's University of Belfast, Department of Chemical Engineering, (1995).

Öksüztepe, G., Çoban, Ö. E. ve Güran, H. Ş., "Sodyum laktat ilavesinin taze gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) yapılan köftelere etkisi", *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Dergisi*, 16, 65-72, (2010).

Özdemir, A.G., "Tütsülenmiş alabalık kırıntılarından burger tipi köfte üretimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 25-86, (2019).

Özden, Ö. ve Gökoğlu, N., "Sardalya Balığının [*Sardina pilchardus* (Wal. 1792)] Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değerşimlerin İncelenmesi", *Gıda*, 22(4), 309-313, (1997).

Özvural, E.B., "Çemen Ekstraktı ve Timol İçeren Filmlerle Kaplanan Köftelerin Bazı Kalite Özelliklerinin İncelenmesi", *The Journal Of Food*, 42 (4), 364-371, (2017).

Özyılmaz, A., "Gökkusağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, walbaum, 1972) Filetolarında Kekik Eterik Yağı Kullanımının Raf Ömrü Üzerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Su ürünleri Ana Bilim Dalı, Hatay, 47s., (2007).



Pal, G.K. and Suresh, P.V., "Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagenbased novel functional food ingredients", *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 201-215, (2016).

Patır, B. ve Duman, M., "Tütsülenmiş Aynalı Sazan (Cyprinus carpio L.) Filetolarının Muhafazası Sırasında Oluşan Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Belirlenmesi", *F.Ü Fen ve Müh. Bil. Der.*, 18 (2), 189-195, (2006).

Patır, B., Duman, M. ve Ilhak, O.İ., "Farklı ağaç türleriyle tütsülenen aynalı sazan (Cyprinus carpio L.) filetolarının mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal kalitesi", *Veteriner Bilimleri Dergisi. Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 21(1-2), 51-60, (2005).

Patır, B., Öksüztepe, G., Çoban, Ö.E. ve Dikici, A., "Dondurulmuş karides etinden hazırlanan kroketlerin raf ömrü", *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 23(1), 29-37, (2009).

Pavlatı, A.E. and Orts, W., *Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In Edible Films and Coatings for Food Applications*, New York, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber: Springer Dordrecht Heidelberg London, 403p., (2009).

Raeisi, S., Sharifi-Rad, M., Quek, S. Y., Shabanpour, B. and Sharifi-Rad, J., "Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Effects of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) Fruit and Ajwain (*Trachyspermum Ammi* (L.) Sprague) Seed Extracts in Semi-Fried Coated Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets For Shelf-Life Extension", *LWT- Food Science and Technology*, 65, 112-121, (2016).

Rawle, D., "Recent Developments In Breaded Coatings. In: *Savoury Coatings*", (eds: D.B. Fuller and R.T. Parry), Elsevier Applied Science Publishing Ltd., England, p. 13-21, (1987).

Robertson, G.L., *Food Packaging: Principle and Practice*, Third Edition, Boca Raton: CRC Press, 703p., (2013).

Sabato, S.F., Nakamurakare, N. and Sobral, P.J.A., "Mechanical and Thermal Properties of Irradiated Film Based on Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Proteins", *Radiation Physics and Chemistry*, 76, 1862-1865, (2007).

Scott, G., "A Review of Crumb Coatings, In: *Savoury Coatings*", (eds: D.B. Fuller and R.T. Parry), Elsevier Applied Science Publishing Ltd., England, p. 7-11, (1987).

Shahidi, F. and Ambigaipalan, P., "Novel functional food ingredients from marine sources", *Current opinion in Food Sciences*, 2, 123-129, (2015).

Stolyhwo, A. and Sikorski, Z.E., "Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish-a critical review", *Food Chemistry*, 91, 303-311, (2005).

Suderman, D.R., "Application of Batters and Breadings to Poultry, Seafood, Red Meat and Vegetables. In: *Batters and Breadings in Food Processing*", (eds: K. Kulp and R. Loewe), American Association of Cereal Chemists, Minnesota, Inc., p.177-196, (1990).

Szczesniak, A.S., "Texture is a sensory property", *Food quality and preference*, 13(4), 215-225, (2002).

Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D. and Kılınç, B., "Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout During Refrigerated Storage", *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2), 147-154, (2003).

Tharanathan R.N. and Kittur F.S. "Chitin the Undisputed Biomolecule of Great Potential", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43, 61-87, (2003).

Tokur, B., Özkütük, S., Atici, E. Özyurt, G. ve Özyurt, C.E., "Chemical and Sensory Quality Changes of Fish Fingers, Made From Mirror Carp (*Cyprinus carpio L.*, 1758), during frozen storage (-18°C)", *Food Chemistry*, 99 (2), 335-341, (2006).

Toth, L. and Potthast, T., "Chemical aspect of the smoking of meat and meat products", *Advances in Food Research*, 29, 87, (1984).

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

Turan, H. "Balık Dondurma Teknolojisinde Değişik Balıklarda Dondurma Öncesi ve Sonrası Yapılacak İşlemlerin Ürün Kalitesi ve Depo Ömrüne Etkilerinin İncelenmesi", Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü*, 84, (2002).

Turhan S., Evren M. ve Yazıcı M., "Soğukta Muhafaza Edilen Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Köftelerinin Raf Ömrü", *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4), 391- 398, (2001).

Ünal, G., "Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma", Doktora Tezi, *Ege Üniv. Fen Bil. Enstitüsü Su Ürünleri Avl. ve İşleme Teknolojisi A.D.*, İzmir, 120 s., (1995).

Ünlüsayın, M. ve Erdilal, R., "Taze Su Ürünleri İçin Tekstür Profil Analizi", e-Journal of New World Sciences Academy, *Natural and Applied Sciences*, 3 (3), 424-435, (2008).

Ünlüsayın, M., Aksoylar, M.Y. ve Gülyavuz, H., "Bazı tatlısu balıklarının sıcak dumanlama sonrası lipitlerindeki kimyasal değişimler", *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 341-348, (2001a).

Ünlüsayın, M., Kaleli, S. and Gülyavuz, H., "The Determination of Flesh Productivity and Protein Components of Some Fish Species After Hot Smoking", *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 81(7), 661-664, (2001b).

Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, N ve Metin, S., "Soğukta depolanan karideslerin (*Parapenaeus longirostris*, LUCAS 1846) bazı duyusal, fiziksel ve kimyasal parametrelerinin belirlenmesi", *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 24, 181-185, (2000).

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., *Su ürünleri işleme teknolojisi*, 4465, İstanbul: İstanbul üniversitesi yayınları, 491, (2004).

Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H., *Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri*, İstanbul: Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, 174s., (1993).

Yasin, N.M.N. and Abou-Taleb, M., "Antioxidant and Antimicrobial Effects of Marjoram and Thyme in Coated Refrigerated Semi Fried Mullet Fish Fillets", *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 2 (1), 01-09, (2007).

Yeşiltaş, M., "Dumanlanmış Balığın Kalitesinde Aljinat Kaplamanın Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı*, İstanbul, (2012).

Yusnita, H., Aida, W.M.W., Maskat, M.Y. and Aminah, A., "Processing performance of coated chicken wings as affected by wheat, rice and sago flours using response surface methodology", *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 535–542, (2007).

Yüce, F. "Kaplanmış Balık Filetosu Üretiminde Havuç ve Portakal Posasının Kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, 26-71, (2018).

# **EKLER**

## 7. EKLER

### EK1: Kaplanmış Balık Köftesi Duyusal Değerlendirme Formu

Sayın panelist,

Size, balık köftesi örneği sunulacaktır. Lütfen köfteleri sunum sırasına göre inceleyiniz. Köftelerin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretlemek için kutucuklardan birine çarpı işareti (X) koymanız yeterli olacaktır. Köfte örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki köftenin tadına bakmadan önce bir lokma etimek yiyip, bir miktar su içiniz.

KÖFTE NUMARASI: .....

1)Köftenin **RENGİNİ** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü  Çok kötü  Kötü  Orta  İyi  Çok iyi  Mükemmel

2)Köftenin **KOKUSUNU** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü  Çok kötü  Kötü  Orta  İyi  Çok iyi  Mükemmel

3)Köftenin tadımını yaptıktan sonra **LEZZETİNİ** inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü  Çok kötü  Kötü  Orta  İyi  Çok iyi  Mükemmel

4)Köftenin **TEKSTÜRÜNÜ** (çiğnerken hissedilen doku özelliklerinin tümü) inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü  Çok kötü  Kötü  Orta  İyi  Çok iyi  Mükemmel

5)Köfte ile ilgili olarak **GENEL BEĞENİNİZ** hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü  Çok kötü  Kötü  Orta  İyi  Çok iyi  Mükemmel

#### Puanlama

Aşırı Kötü (1 puan) Çok Kötü (2 puan) Kötü (3 puan) Orta (4 puan) İyi (5 puan)  
Çok İyi (6 puan) Mükemmel (7 puan)

YAŞ:.....

CİNSİYET:.....

ÖNERİ, GÖRÜŞ VE BEKLENTİLERİNİZ.....