

**T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALABALIK ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN TOZ PROTEİN  
HİDROLİZATI İLE KAPLANMIŞ ALABALIK FİLETOLARININ  
SOĞUKTA DEPOLANMASI ESNASINDAKİ BAZI KALİTE  
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

**EMİRE ARSLAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**YRD. DOÇ. DR. SERKAN KORAL**

**TEZ JÜRİLERİ**

**DOÇ. DR. LATİF TAŞKAYA**

**YRD. DOÇ. DR. EMRE ÇAĞLAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**RİZE-2016**

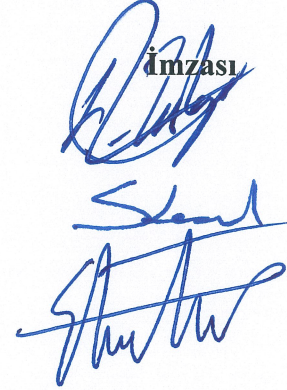
**Her Hakkı Saklıdır.**

T.C.  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALABALIK ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN TOZ PROTEİN HİDROLİZATI  
İLE KAPLANMIŞ ALABALIK FİLETOLARININ SOĞUKTA DEPOLANMASI  
ESNASINDAKİ BAZI KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL danışmanlığında Emire ARSLAN tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 26/12/2016 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Doç. Dr. Latif TAŞKAYA
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK

İmzası  


  
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

## ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi amacıyla gerçekleştirilmiş ve hazırlanmıştır.

Tez çalışmamı hazırlayıp tamamlamamda bana destek olan, her türlü bilgi birikimlerini yüksek lisans öğrenciliğim ve çalışmalarımın yürütülmesi boyunca eksik etmeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL'a katkılardan dolayı teşekkür ederim. Tezimin yürütülmesi esnasında laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Arş. Gör. Barış KARSLI, Doktora öğrencisi Gülsüm Balçık MISIR ve Yüksek Lisans öğrencisi Sevilhan AYAŞ'a katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca benden desteğini esirgemeyen ve hep yanımda bulunan sevgili anne ve babama teşekkürü bir borç bilir, şükranlarımı sunarım.

**Emire ARSLAN**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanmış olan, “Alabalık Atıklarından Elde Edilen Toz Protein Hidrolizatı ile Kaplanmış Alabalık Filetolarının Soğukta Depolanması Esnasındaki Bazı Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi” başlıklı bu tezi, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.  
26/12/2016



**Emire ARSLAN**

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

## ÖZET

### ALABALIK ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN TOZ PROTEİN HİDROLİZATI İLE KAPLANMIŞ ALABALIK FİLETOLARININ SOĞUKTA DEPOLANMASI ESNASINDAKİ BAZI KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Emire ARSLAN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL

Bu çalışmada, Gökkuşuğu alabalığının fileto şeklinde işlenmesi esnasında ortaya çıkan atıklardan (baş, omurga, yüzgeçler ve deri) toz protein hidrolizati elde etmek ve bu hidrolizat ile kaplanmış fileto gökkuşuğu alabalıklarının soğuk muhafazası ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) esnasında raf ömrü üzerine yönelik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Alkalaz enzimi ile yapılan protein hidrolizati neticesinde elde edilen toz protein belirli oranlardaki saf su ve gliserol ile karıştırılmış ve alabalık filetolarının bu karışıma daldırma usulü ile kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı şekilde bir de kontrol grubu hazırlanmış ancak kontrol grubunun filetoları saf suya daldırılmak suretiyle bu işleme tabi tutulmuştur. Kontrol ve kaplanmış grup filetolar paketlenerek buzdolabına kaldırılmış ve 15 gün boyunca 1'er gün aralıklarla fiziksel (su aktivitesi (aw), pH ve renk değişimi), kimyasal (TVB-N ve TBA), duyuşal (görünüş, koku ve doku sertliği), mikrobiyolojik, ham protein, kuru madde, ham yağ ve ham kül tayini analizlerine tabi tutulmuşlardır. Çalışmada alabalık atıklarından elde edilen protein hidrolizatında verim % 9,05, biyokimyasal içerik ise % 94,75 kuru madde, % 86,40 ham protein, % 0,37 ham yağ ve % 6,34 ham kül olarak bulunmuştur. Duyuşal açıdan kontrol ve kaplanmış grupta sırası ile 5. ve 9. günde limit değeri olan 4 puanın altına düşerek bozulma gerçekleşirken, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak yapılan analizlerin sınır değerleri aşılmamıştır. Bu sonuçlara göre kontrol grubunun raf ömrü 3 gün, kaplama uygulanmış grubun ise 7 gün olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre alabalığın yan ürünlerinden elde edilen protein hidrolizati ile yapılan yenilebilir kaplamanın alabalık filetolarının raf ömrünü yaklaşık 2 kat arttırdığı tespit edilmiştir.

2016, 68 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşuğu Alabalığı, Yan Ürünler, Kaplama, Protein Hidrolizati, Raf Ömrü

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF SOME QUALITY CHANGES DURING COLD STORAGE OF RAINBOW FILLETS COATED WITH POWDER PROTEIN HYDROLYZATE OBTAINED BY-PRODUCTS OF RAINBOW TROUT**

**Emire ARSLAN**

**Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Fisheries  
Master Thesis  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serkan KORAL**

In the present study, it was aimed to produce powder protein hydrolyzate from the by products (head, spine, fins and skin) from the rainbow trout fillet processing and the effect of it on shelf life during cold storage ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) of the rainbow trout fillet coated with this hydrolyzate. The resultant powder protein obtained with alcalase hydrolyzate was mixed with distilled water and glycerol at certain ratios and the trout fillets were coated with this mix by dipping method. Control group was set in the same application, yet the fillets of this group was subjected to distilled water. The control and coated group of fillets were packaged and storage at the refrigerator conditions. Thereafter fillets were subjected to the physical (water activity ( $a_w$ ), pH and color analysis), chemical (TVB-N and TBA), sensorial (appearance, odor and texture) and microbiological analyses besides crude protein, dry matter, crude oil and crude ash tests. The yield of the protein hydrolyzate obtained from the trout by products was found to be 9.05%, as biochemical content was 94.75% dry matter, 86.40% crude protein, 0.37% crude oil and 6.34% crude ash in the presented study. The limit values of the chemical and microbiological analyzes were not exceeded while the spoilage occurred below the limit value of 4 points in the sensorial control and in the coated group on the day 5 and day 9, respectively. The shelf life of the control group was determined as 3 days and the coating group was 7 days based on these results. According to the results of the study, it was determined that the edible coating made by protein hydrolyzate obtained from the by-products of the rainbow trout increased the shelf life of the trout fillets by about 2 times.

**2016, 68 pages**

**Key Words:** Rainbow Trout, By Product, Coating, Protein Hydrolyzate, Shelf Life

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	II
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	III
ÖZET .....	IV
ABSTRACT.....	V
İÇİNDEKİLER .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler .....	1
1.2. Önceki Çalışmalar .....	9
1.3. Çalışmada Kullanılan Gökkuşuğu Alabalığı Hakkında Genel Bilgiler .....	14
1.4. Çalışmanın Amacı .....	16
2. MATERYAL ve METOT .....	17
2.1. Materyal.....	17
2.1.1. Çalışmada Kullanılan Gökkuşuğu Alabalıkları .....	17
2.1.2. Çalışmada Kullanılan Gökkuşuğu Alabalığı Atıkları.....	17
2.2. Metot.....	18
2.2.1. Alabalık Atıklarından Toz Protein Hidrolizatı Eldesi .....	18
2.2.2. Kaplanacak Alabalık Filetolarının Hazırlanması .....	19
2.2.3. Yenilebilir Kaplama Yapımı ve Filetolara Uygulanması .....	22
2.2.4. Analiz Metotları.....	23
2.2.4.1. Kuru Madde Tayini .....	23
2.2.4.2. Ham Kül Tayini .....	24
2.2.4.3. Ham Protein Tayini .....	24
2.2.4.4. Ham Yağ Tayini .....	25
2.2.4.5. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N).....	25
2.2.4.6. Tiyobarbitürik Asit Tayini (TBA) .....	26
2.2.4.7. pH Analizi.....	26
2.2.4.8. Su Aktivitesi Tayini.....	26
2.2.4.9. Renk Ölçümü .....	27

2.2.5.	Duyusal Analizler .....	27
2.2.5.1.	Mikrobiyolojik Analizler .....	27
2.2.5.2.	Verilerin Değerlendirilmesi .....	28
3.	BULGULAR .....	29
3.1.	Biyokimyasal Analiz Bulguları .....	29
3.1.1.	Kuru Madde Miktarındaki Değişimler .....	29
3.1.2.	Ham Kül Miktarındaki Değişimler .....	30
3.1.3.	Ham Protein Miktarındaki Değişimler .....	31
3.1.4.	Ham Yağ Miktarındaki Değişimler .....	32
3.2.	Kimyasal Analiz Bulguları .....	34
3.2.1.	Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarındaki Değişimler .....	34
3.2.2.	Tiyobarbitürik Asit (TBA) Miktarındaki Değişimler .....	35
3.3.	Fiziksel Analiz Bulguları .....	37
3.3.1.	pH Miktarındaki Değişimler .....	37
3.3.2.	Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Miktarındaki Değişimler .....	38
3.3.3.	Renk (Lab) Değeri Değişimleri .....	39
3.4.	Duyusal Analiz Bulguları .....	42
3.5.	Mikrobiyolojik Analiz Bulguları .....	44
4.	TARTIŞMA ve SONUÇ .....	47
5.	ÖNERİLER .....	57
	KAYNAKLAR .....	58
	ÖZGEÇMİŞ .....	68



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Gökkuşığı alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) .....	14
<b>Şekil 2.</b>	Çalışmada kullanılan gökkuşığı alabalıkları.....	17
<b>Şekil 3.</b>	Çalışmada kullanılan gökkuşığı alabalığının atıkları .....	18
<b>Şekil 4.</b>	Ticari olarak satılan proteaz (alkalaz) enzimi .....	18
<b>Şekil 5.</b>	Gökkuşığı alabalık atıklarının protein hidrolizasyonu işlemi.....	20
<b>Şekil 6.</b>	Enzimatik destekli alabalık protein hidrolizatı işlem akış şeması.....	21
<b>Şekil 7.</b>	Yenilebilir kaplama işlemi daldırma metodu uygulanarak yapılmış olan alabalık filetoları .....	22
<b>Şekil 8.</b>	Hidrolizat katkılı solüsyon ile yenilebilir film yapımı işlem akış şeması .....	23
<b>Şekil 9.</b>	Örneklerin depolanması süresince kuru madde miktarındaki değişimler .....	30
<b>Şekil 10.</b>	Örneklerin depolanması süresince ham kül miktarındaki değişimler .....	31
<b>Şekil 11.</b>	Örneklerin depolanması süresince ham protein miktarındaki değişimler .....	32
<b>Şekil 12.</b>	Örneklerin depolanması süresince ham yağ miktarındaki değişimler .....	33
<b>Şekil 13.</b>	Örneklerin depolanması süresince TVB-N miktarındaki değişimler.....	35
<b>Şekil 14.</b>	Örneklerin depolanması süresince TBA miktarındaki değişimler .....	36
<b>Şekil 15.</b>	Örneklerin depolanması süresince pH miktarındaki değişimler .....	38
<b>Şekil 16.</b>	Örneklerin depolanması süresince su aktivitesi ( $a_w$ ) miktarındaki değişimler .....	39
<b>Şekil 17.</b>	Örneklerin depolanması süresince renk L miktarındaki değişimler.....	41
<b>Şekil 18.</b>	Örneklerin depolanması süresince renk a ve b miktarındaki değişimler .....	42
<b>Şekil 19.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen duyusal puanları.....	43

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b>	Yıllara göre yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalığının miktarları ..... (TUIK, 2015) .....	16
<b>Tablo 2.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen kuru madde miktarları .....	29
<b>Tablo 3.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen ham kül miktarları .....	30
<b>Tablo 4.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen ham protein miktarları .....	31
<b>Tablo 5.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen ham yağ miktarları .....	33
<b>Tablo 6.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen TVB-N miktarları .....	34
<b>Tablo 7.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen TBA miktarları .....	36
<b>Tablo 8.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen pH miktarları .....	37
<b>Tablo 9.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen su aktivitesi (aw) miktarları.....	38
<b>Tablo 10.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen renk (Lab) miktarları .....	40
<b>Tablo 11.</b>	Örneklerin depolanması süresince değişen duyuşal parametrelerin puansal değerlendirmeleri .....	43
<b>Tablo 12.</b>	Araştırmada kullanılan gruplara ait mezofilik ve psikrofilik, toplam .....	
	koliform ve maya ve küf sayıları .....	45

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
‰	Binde
°C	Santigrat Derece
g	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
mg MA/ kg	mg Malonaldehit/kg
log kob/g	Koloni Oluşturan Bakteri Sayısı Logaritması
a <sub>w</sub>	Su Aktivitesi
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
M	Molar Derişim
N	Normal Derişim
NaOH	Sodyum Hidroksit
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Potasyum Sülfat
Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Bakır Sülfat
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfürik Asit
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Borik Asit
MgO	Magnezyum Oksit
HCl	Hidroklorik Asit
TVB-N	Toplam Uçucu Bazik Azot
TBA	Tiyobarbitürik Asit
dk.	Dakika
K	Kontrol
HK	Hidrolizat Kaplama
AY	Analiz Yapılmadı

TA	Taze Alabalık
DS	Daldırıldıktan Sonra
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TMKB	Toplam Mezofilik Koliform Bakteri
TMMK	Toplam Mezofilik Maya Küf
TAPB	Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri
TPKB	Toplam Psikrofilik Koliform Bakteri
TPMK	Toplam Psikrofilik Maya Küf
L	Aydınlık Derecesi
a	Kırmızılık Derecesi
b	Yeşillik Derecesi

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Genel Bilgiler

İnsanların geçmişten günümüze kadar en eski besin kaynaklarının başında gelen balık ve diğer su ürünlerinin sağlıklı beslenmedeki yeri tartışmasız çok önemlidir. Balık ve su ürünleri, yüksek kalitedeki protein içeriği bakımından oldukça zengin bir besin kaynağıdır ve vücudun bu proteinlerden faydalanma oranı oldukça yüksektir (URL-1, 2016). Günümüzde, hemen hemen tüm insanlar, beslenme biçimlerine dikkat etmekte ve sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedir. Balık eti; besleyici özelliği oldukça yüksek bir gıda oluşu ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından da zengin olması yönünden değerli bir besin kaynağıdır (Kaya vd., 2004). Balık ve diğer su ürünleri protein miktarları ve kalitesine göre değerlendirildiğinde, diğer etlerle benzerlik göstermekte, ancak içerdiği bağ doku miktarı açısından diğer hayvansal etlerden ayrılmaktadır (Cıvıdır, 2011). Hayvansal proteinler vücuttaki biyolojik fonksiyonların düzenli olarak çalışmasında ve zekanın gelişiminde önemli bir role sahiptir. Protein, su ve doymamış yağ moleküllerince zengin içeriği, proteinlerinin iyi düzeyde sindirilebilir oluşu, doğadaki tüm aminoasitleri hemen hemen bünyesinde bulundurması ve vücuda direnç kazandırması, balık ve diğer su ürünlerini değerli kılmakta ve insan beslenmesi açısından vazgeçilmez bir gıda kaynağı olma özelliği taşıdığını bir kez daha kanıtlamaktadır (Varlık vd., 1993; Karakaya, 2013).

Balık etinin içeriğinde, temel bileşenler olarak protein, su ve yağ bulunmaktadır. Vitaminler, mineral maddeler, enzimler, karbonhidrat ve hormonları düşük miktarda yapısında bulundurur. Balık etinin yapısında, özellikle yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) ile iyot, fosfor ve çinko daha fazla bulunmaktadır. Balık yağı yağda eriyen A ve D vitaminleri yönünden oldukça zengin bir besin içeriğine sahiptir. Özellikle balık karaciğeri yağı, vücut yağına oranla daha çok vitamin içermektedir. Bunun yanı sıra vitamin B1, vitamin B2, vitamin B6 gibi B-kompleks vitaminleri de bünyesinde barındırmaktadır. Balık etinin protein miktarı farklı türler arasında hemen hemen aynı oranlarda seyretmektedir. Proteinlerin yanı sıra bünyesinde, hem lezzet hem de bozulma olaylarından sorumlu olan farklı azotlu maddeleri de barındırmaktadır. Balık etinde tüm esansiyel aminoasitler belirli oranlarda bulunmaktadır. Bu nedenle balık eti biyolojik

değeri oldukça yüksek olan bir gıda maddesi olma özelliğini bir kez daha kanıtlamaktadır (Varlık vd., 2004). Yüksek protein miktarı ve kalitesinin yanı sıra düşük kalori değeri ve zengin vitamin, mineral madde içeriğine sahip olan mükemmel bir besin kaynağıdır (Çağlak, 2009).

Dünyada her geçen yıl nüfus artışıyla birlikte, yeni gıda maddelerine yönelim ve bunların üretimi de önemli bir konu haline gelmektedir. Bu amaçla insanlar tarafından yeni protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda gıda endüstrilerinin katı atıklarının protein içeriği bakımından önemli bir kaynak teşkil ettiği bilinmektedir. Özellikle balık atıkları yüksek protein içeriğine sahip önemli bir kaynaktır. Balık atıkları; balık yetiştiriciliği yapılan işletmelerde balıkların temizlendikten sonra arta kalan kısımları (baş, bağırsak, iç organlar vb.) ve bunların işleme fabrikalarında (fileto, konserve, tütsü, marinat) işlenerek değerlendirilen kısımlarıdır. Bu katı atıkların gıda sektörü açısından bakıldığında oldukça büyük bir potansiyeli oluşturduğu görülmektedir. (Kılınç, 2007).

Günümüzde yan ürün terimi; esas ürünün hazırlanması süresince ortaya çıkarılan, yenilebilir ve yenmez özellikteki ham materyalin tümü demektir. Örneğin, balıklar işlendiğinde ve filetoları yapıldığında ortaya çıkan baş, solungaç, kuyruk, yüzgeçler, omurga, karaciğer, bağırsaklar ve gonadların tümü yan üründür. Ayrıca beyaz etli balık filetolarının üretiminde en büyük payı, % 60 oranla yan ürünler oluşturmaktadır (Duyar vd., 2008).

Balık yan ürünleri, balık eti gibi protein, vitamin, yağ, ve mineral madde yönünden zengin olup bu ürünler yüksek kaliteli çiğ materyal özelliği taşımaktadır (AB Komisyonu, 2003).

Türkiye’de balık atıkları değerlendirilmeden arazilere veya doğal su kanallarına bırakılmaktadır. Bu atıklar hem doğal kaynaklarımızı kirletmekte hem de çevreye ve insan sağlığına büyük zararlar vermektedir. Balık atıklarının insanlar veya hayvanlar için yüksek protein içerikli gıda maddesine dönüştürülerek değerlendirilmesi hem Türkiye ekonomisine sağlayacağı katkı açısından hem de çevreye ve insan sağlığına vereceği zararın önlenmesi açısından yüksek önem arz eden bir konudur (Kılınç, 2007).

Balık iç organlarının uygulanan araştırma işlemleriyle yeni kullanım alanları oldukça yaygındır. Özellikle balık karaciğeri ve gonadları içerdikleri yüksek besin kalitesi nedeniyle işlemeye tabi tutulmaktadır. Balıkların vücut ve karaciğerlerinden elde edilen balık yağı, balıktaki yağlı kısımların kaynatılması veya buharla pişirilmesi yoluyla üretilmektedir. Kaynatma süresi ve sıcaklığı, yağı çıkarılacak parçanın büyüklüğüne ve balığın cinsine göre değişebilmektedir. Karaciğerden elde edilen balık yağı üstün besin kalitesinden dolayı tablet halinde tüketime sunulabilmektedir (Aksungur, 2007).

Ülkemizde balıkların baş ve iç organlarının hayvan yemleri katkısı olarak da kullanımı yaygındır ve yine balık derilerinin giysi, aksesuar, ayakkabı yapımında kullanımlarının yanı sıra çeşitli işleme prosesleri uygulanarak jelatin, tutkal vb. gibi maddelerin üretiminde hammadde kaynağı sağladıkları bilinmektedir. Balıkların omurga ve yüzgeçlerinin ise genel olarak iç organlar ile birlikte yem katkı maddesi olarak kullanım alanları mevcuttur. Diğer hayvanlarda olduğu gibi deri, kemik ve kıkırdak dokular kollagen bakımından oldukça zengindir. Kollagen ise sanayide birçok ürüne işlenebilmekle birlikte, ısıl işlem sonucu jelatin, tutkal ve mika yapımında kullanılmaktadır. Bağ doku yönünden diğer hayvansal kökenli ürünlere göre daha kaliteli hammaddelerin üretildiği balık jelatini, yoğunlaştırıcı olarak birçok üründe kullanılmakla birlikte balık tutkalı ise boya, deri, tekstil sanayiinde ve ciltçilikte kullanılmaktadır. Ayrıca fotoğraf filmlerinden, laboratuvarlarda kullanılan besiyerlerine kadar kollagen doku ürünleri yaygın olarak değerlendirilmektedir. Balık solungaçları da diğer balık atıkları gibi mika üretiminde kullanılmaktadır. Büyük pelajik balıkların solungaçları ısıl işlemler sonucunda kurutulup konsantre hale getirilerek mika elde edilebilmektedir. Solungaçlardan saf kollagen doku elde etmek mümkün olmakla birlikte buradan elde edilen kaliteli jelatin, meyve suyu ve şarap gibi ürünlerin filtrasyonu ile durultma işlemleri ve viskozite arttırıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca pasta yapımında olduğu gibi direkt gıda katkı maddesi olarak da kullanımları mümkündür (Aksungur, 2007). Su ürünleri atıklarının % 49-52 gibi yüksek oranlarda kollagen içermesi ve bu yolla üretilen jelatinlerin yüksek kaliteli materyal özelliği taşıması, su ürünleri kaynaklı jelatinin önemini bir kez daha artırmaktadır (Badii ve Howell, 2006; Nagai ve Suzuki, 2000).

Balık atıklarının fermentasyon usulü ile değerlendirilmesiyle insan tüketimine yönelik sos üretilebilmektedir. Balık atıklarının yüksek miktarda protein içeriklerinden ve yüksek proteolitik aktiviteye sahip olmalarından dolayı balık sosu olarak da değerlendirilmeleri mümkündür. Balık sosları, ekonomik değeri olan ya da ekonomik değeri olmayan balıkların etlerinden üretilebildiği gibi balık atıklarından da balık sosları (baş, bağırsak, iç organlar) üretilmektedir (Kılınç, 2003).

Proteince zengin hammaddenin belirli işlem basamaklarıyla enzimler, alkaliler ve asitler kullanılarak peptit bağlarına parçalanması sonucu elde edilen yeni ürüne protein hidrolizati adı verilmektedir (Çolakoğlu ve Künili 2016). Proteinlerin kısmi hidrolizi sonucunda proteazlar, peptonlar ve peptitler oluşur. Proteinlerin tam hidrolizi sonucunda ise aminoasitler oluşur. Proteinlerin hidrolizi kaynatma, asit-baz etkileşimleri veya enzimlerle gerçekleştirilebilir (URL-2, 2016).

Protein hidrolizatları, sahip oldukları fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerin niteliklerine göre endüstrilerde kullanıma sunulmaktadır. Proteinler, gıdalar için köpük yapma ajanı, emulsifiye edici ajan, çırpılma ajanı, antioksidatif ajan, acılığı alındıktan sonra lezzet verici ajan, antimikrobiyal ajan olarak kullanılmakla birlikte hiper alerjik çocuklar için uygun formüllerin ve bebek mamaları ile sporcuların besin içeriklerinde de kullanılabilir. Ayrıca farmasötik açıdan biyoaktif peptitler, biyoteknolojik uygulamalar için mikrobiyal gelişim ortamındaki pepton içeriğinde, tabaklama endüstrisinde boyama işlemine hazırlık için bağlayıcı madde olarak, toprak iyileştirmesi ve organik azot kaynağı olarak tarlalara atılması gibi potansiyel uygulamalar açısından da değerlendirilebilmektedir. (Wrolstad vd., 2005; Beaulieu vd., 2009).

Su ürünleri sektöründe ise genellikle ekonomik açıdan değerlendirilmeyen su ürünleri ve balık atıklarından üretilen hidrolizatlar, hammaddenin bünyesindeki proteolitik enzimler ve dışarıdan ortama ilave edilen enzimlerle muamele edilerek sıvı ürün formuna dönüştürülürler (Khan vd., 2003). Hidroliz esnasında proteolitik enzimler, son üründe besin değeri açısından yüksek kalite göstermekte, elde edilen yeni ürün, ticari olarak yetiştirilen kültür balıkları, hayvanlar ve mikroorganizma gibi canlılar için protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Clausen vd., 1985; Coello vd., 2002; Martone vd., 2005).



Bugüne kadar proteinlerin enzimatik hidrolizi üzerine yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Balık atıklarının bazı araştırmalarda, balık protein hidrolizatı üretiminde (Shahidi vd., 1995; Guerard vd., 2002; Martone vd., 2005), balık iç organlarının hidrolizi ile peptonların üretiminde (Vazquez vd., 2004), enzimlerin ve bioaktif peptitlerin elde edilmesinde kullanımı mevcuttur (Gildberg, 2004). Su ürünlerinden protein hidrolizatı üretmek amacıyla kullanılan enzimlerin gıdalarda kullanımı açısından güvenilir olanlardan seçilmesi ve mikrobiyal orijinlilerde ise enzimi üreten mikroorganizmanın patojenik bir tür olmaması büyük önem arz etmektedir (Beaulieu vd., 2009).

Protein hidrolizatları; alabalık, mezgit, somon, istavrit, sazan, sardalya, orkinos, uskumru, köpek balığı, dil balığı, yılan balığı, morina balığı, Alaska pollackları, saithe, gibi çeşitli balıklardan hazırlanabilmektedir (Guerard vd., 2002; Liaset vd., 2003; Wu vd., 2003; Jun vd., 2004; Dumay vd., 2004; Aspino vd., 2005; Slizyte vd., 2005; Ranathunga vd., 2006; Thiansilakul vd., 2007; Liaset ve Espe 2008; Wasswa vd., 2008; Bougateg vd., 2009; Nakajima vd., 2009). Ayrıca kafadan bacaklılardan kalamar (Mendis vd., 2005), kabuklulardan karides ve yengeç (Ruttanapornvareesakul vd., 2006, Beaulieu vd., 2009) türlerinden de protein hidrolizatları yapılmaktadır.

Son zamanlarda gıda ambalajlama, gıda endüstrisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ambalajlar, koruyucu içeren ve ürünü koruyan çok yönlü fonksiyonlara sahiptir. Tüm bu ilerlemeler ile birlikte son yıllarda ambalajlama metotlarına yönelim raf ömrünü arttırma fonksiyonu üzerine olmuştur. Gıdaların ambalajlanmasındaki bu gelişmeler, yeni ambalaj tekniklerinin kullanımını da beraberinde getirmiştir. Bu konudaki önemli gelişmelerden biri de yenilebilir film ve kaplamalardır.

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdalardaki bozulma reaksiyonlarını ve kalite kayıplarını önlemek, gıdanın raf ömrünü uzatmak ve duyuşal özelliklerini korumak amacıyla gıdanın bileşenleri arasına ya da yüzeyine uygulanarak oluşturulmuş ince lipid, protein ve polisakkarit kökenli tabaka olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz vd., 2007). Doğal bileşiklerden elde edilmeleri, basit üretim teknolojisi gerektirmeleri, çeşitli fonksiyonel özelliklerde ve ucuz olmaları, biyolojik olarak bozulabilme özellikleriyle son yılların en dikkat çeken ambalaj materyalleridir (Ayana ve Turhan, 2009;

Appendini ve Hotchkiss, 2002). K t le transferine (gaz, yağ ve su) engel oluŐturmak, mikrobiyal ve mekaniksel muhafaza sağlamak, katkı maddeleri ve gıda bileŐenlerinin (renk bileşenleri, lezzet bileşenleri vb.) taŐıyıcısı olarak görev yapmak gibi çeşitli fonksiyonları bulunmaktadır (Berkün vd., 2008). Tüm bunlara ilaveten yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın kalitesini geliştirmek ve tazeliğini korumayı amaçlamaktadır (Wan vd., 2006).

Yenilebilir film ve kaplamalar ilk olarak meyve ve sebzelerin tazeliği ve muhafazası amacıyla kullanılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalar sayesinde, birçok iŐlevsel özelliğe sahip olan ve aynı zamanda biyolojik olarak parçalanabilen bu materyallerin, kaplama yapılacak ürünlerin özellikleri doğrultusunda farklı formülasyonlarda hazırlanarak farklı gıda ürünlerinde de çeşitli Şekillerde kullanılabilereği sonucuna varılmıŐtır (Oğur, 2012).

Yenilebilir film ve kaplamalar biyopolimer özelliğinde ince materyallerdir (Sobral vd., 2001). Yenilebilir polimer filmler gıda kaplamaları Şeklinde veya tek baŐına film sargıları ve kılıfları olarak karakterize edilebilirler. Bu biyopolimer filmler aroma veya oksijen bariyerleri olarak da kullanım potansiyeline sahiptir (Miller ve Krochta, 1997). Bu Şekilde filmler, mekaniksel yolla gıdayı koruyabilir, koku ve aroma kayıplarını önleyebilirler. Bunun yanı sıra gıdanın g r n Őunde istenmeyen deęiŐikliklere sebep olan nem, yükseltgenme indirgenme ajanları ve oksijen transferini kontrol ederek, gıdanın kokuşma ve bozulma oranını geciktirebilirler (Xie vd., 2002). Yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında temel olarak protein ve polisakkaritler (hidrokolloidler) ile lipitler ve kompozitlerden yararlanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009).

Polisakkarit bazlı kaplamalar renksizdir. Yağsız bir görünüş ile d Őuk kaloriye sahiptir. Oksidatif ransiditeyi, dehidrasyonu ve yüzey kararmasını önleyerek ya da belirgin ölülerde azaltarak meyve, sebze, et ürünleri ve kabuklu deniz ürünlerinin raf ömrünü arttırmak amacıyla kullanılabilirler. Polisakkarit bazlı kaplamaların taşıma özellikleri (su buharı geçirgenliği), meyvelerin ve sebzelerin mikrobiyal bozulmalarını ve ağırlık kayıplarını azalttığından dolayı onları değerli kılmaktadır (Cunha vd., 2009).

Lipid bazlı yenilebilir kaplamaların, düşük taşıma özelliklerine (su buharı geçirgenliği) sahip olmaları onları suya karşı düşük bir eğilim göstermeye itmektedir (Vargas vd., 2008). Bu tip malzemeler daha çok nem kaybına engel olan özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır. Bu özelliklerinden daha çok kırmızı ve beyaz etleri korumak amacıyla yararlanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009). Kurumayı kontrol altına almak amacıyla, sebze ve meyvelerin üzerinde kaplama olarak kullanımıyla alakalı birçok çalışma mevcuttur (Morillon vd., 2002).

Protein bazlı kaplamalar, oksijen ve karbondioksit gibi polar özellikteki gazlar için yüksek bariyer özelliklerine sahiptir. Ayrıca aktif yüzey özellikleri ve çeşitli materyal ve maddelere karşı yapışma özellikleri de vardır (Audic vd., 2007). Modifikasyon işlemleri ve yapım metotlarına bağlı olarak yenilebilmekte ve biyolojik olarak parçalanabilmektedirler (Temiz ve Yeşilsu, 2006). Protein bazlı kaplamaları bitkisel ve hayvansal protein kaynaklı kaplamalar olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanımı gerekli olan plastikleştiriciler ise bu filmlerin yapısında polimerler ile birlikte yer alması gereken diğer önemli bir bileşendir. Plastikleştiriciler, çoğunlukla elastikiyeti arttırmak için bileşene ilave edilirler. Ayrıca sistemin sertleşme ısısını düşürmekte ve filmlerin bariyer özelliklerini değiştirmektedirler (Garcia vd., 1999). Depolama koşullarında organoleptik, mekaniksel ve koruyucu özelliklerini geliştirmek amacıyla, plastikleştiriciler dışında lezzet verici maddeler, antioksidan ajanlar, mantarkıran ajanlar ve çeşitli absorblayıcı maddeler katkı maddesi olarak ilave edilebilmektedir (Dekker, 1994).

Balık atıklarının hidrolizatından elde edilen yenilebilir protein film ve kaplamalar diğer protein filmleriyle karşılaştırıldığında daha az taşıma kapasitesine (su buharı geçirgenliği) sahip ve daha esnektir (Dursun ve Erkan, 2009). Bu ürünler direkt olarak balık eti ve balık atıklarından üretilbildikleri gibi surimi yıkama suyu içerisindeki balık suda çözünür proteinlerinden de üretilmektedir (Shiku vd., 2004; Weng vd., 2006; Weng vd., 2007). Endüstriyel surimi üretim şemasında; tatsız ve kokusuz bir ürün üretmek amacıyla, balık kıyması soğutulmuş suyla birkaç kez yıkanarak kıymadan sarkoplazmik proteinler uzaklaştırılmaktadır. Yıkama sonucunda, balık kıymasının suda

çözünen proteinleri içeren kısmından yaklaşık 40-50 g/100 ml'si kaybedilir. Surimi yıkama suyu bu kaybedilen ve suda çözünen proteinleri ihtiva etmektedir ki bu proteinler oldukça fonksiyonel ve besleyici niteliktedir. Surimi yıkama suyunda bulunan bu proteinlerin çeşitli şekillerde kullanımı, sadece insan ve çevreye verilen olumsuz etkileri ve çöp atıklarının maliyetini azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda suda çözünen bu proteinler yenilebilir film ve kaplama formuna dönüştürülerek üretim açısından potansiyel bir fayda sağlanmaktadır (Bourtoom vd., 2006).

Yenilebilir film kaplamalar birçok yolla ürüne uygulanabilmektedir. Uygulama metodlarından biri olan daldırma metodunda; ürünler sıvı kaplama materyallerine daldırılmakta ve daha sonra kuruyup katılaşması için sıvı materyalin fazlası üründen uzaklaştırılmaktadır. Ürünler, daldırma işleminden sonra oda koşullarında bekletilerek ya da bir kurutucuya taşınarak kurumaları sağlanabilir. Bu yöntem düzgün olmayan yüzeylerin homojen bir şekilde kaplanması, kaplama materyalinin fazlasının uzaklaştırılması ve kurutulma olanağı gibi avantajlara sahiptir. Püskürtme (sprey) yöntemiyle; ürünün belli bir kısmı kaplanır veya tekdüze ince bir tabaka elde edilecekse yenilebilir nitelikteki kaplama, ürüne püskürtülerek uygulanır (Akbaba, 2006). Damlatma metodunda; kaplama maddesinin ürüne yukarıdan damlalar halinde uygulanması şeklinde gerçekleştirilir. Daha sonra ürünün üniform bir şekilde kaplanması için dönen fırça yatakları üzerine gönderilir ve son olarak ürün, kaplama fırçalarının üzerindeki fanlarla kurutulur (Koyuncu ve Savran, 2002). Dökme metodu; püskürtme ve daldırma metodlarına yardımcı olarak geliştirilmiştir. Direkt olarak uygulanışı endüstride görülmemektedir çünkü kaplamaların yüzeyi fazla miktarda kaplama maddesi ile kaplanırsa ürünün gaz geçirgenliği çok az olur. Bu durumda kaplanacak üründe bozulmalara neden olabilmektedir (Gökalp vd., 1995). Köpükleme yönteminde ise; köpük, uygulayıcı ile uygulama tankına sıkıştırılmış hava verilerek ürüne uygulanır. Silindir üzerinde hareket eden ürünlere köpük uygulanır ve fırçalar emülsiyonu ürünün yüzeyine dağıtır. Kaplama materyalinin fazlası, çeşitli şekillerde uzaklaştırılır ve bazen uzaklaştırılan kaplama tekrar kullanılır. Yaygın olarak kullanılan bir yöntem değildir (Altan, 2003; Üçüncü, 2000).

## 1.2. Önceki Çalışmalar

Gennadios vd. (1997), yaptıkları bir çalışmada yenilebilir film ile kaplanan su ürünlerinde TBA indeksinin artışının yavaşladığını belirtmişlerdir.

Noga vd. (2001), yaptıkları bir çalışmada levrek ve alabalığın deri, solungaç ve iç organlarından ekstrakte ettikleri antimikrobiyal proteinlerin, histon benzeri proteinler olduğunu ve bu proteinlerin çok düşük dozlarda bile parazitlere karşı etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Literatür taramalarında rastlanan çalışmalara göre, yenilebilir filmlerin kaplandıkları ürünlerin tekstürel özellikleri üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Gennadios, 2002).

Jongjareonrak vd. (2006), yaptıkları çalışmada *Priacanthus macracanthus* ve *Lutjanus vitta* balıklarının derisinden üretilen jelatin filmlerinin, protein içeriği daha düşük olan kaynaklara göre; mekaniksel özellikleri daha iyi olmakla beraber daha ince yapıya ve daha düşük su buharı geçirgenliğine sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Sathivel ve Bechtel (2006), Alaska pollock balıklarının yan ürünlerinden elde edilen protein hidrolizatının arzu edilen besinsel ve fonksiyonel özelliklere sahip olmasından dolayı, gıda endüstrisinde kullanılabileceğini önermişlerdir.

Balık jelatininden yenilebilir film ve kaplamaların üretimi ile bunların özellikleri üzerine gerçekleştirilen çalışmalar ışığında, bütün balık jelatinlerinin mükemmel film oluşturdukları bildirilmiştir. (Avena-Bustillos vd., 2006; Jongjareonrak vd., 2006a; Jongjareonrak vd., 2006b; Gomez-Guillen vd., 2007; Karim ve Bhat, 2009).

Arrowtooth flounder (*Atherestes stomias*) Alaska körfezinde en çok bulunan ve az kullanılan balık kaynağıdır. Bu balık türü kendine özgü bir nedenle; yapısındaki proteinleri parçalayarak kıyma lapasına döndüren endojen proteolitik enzimlerin varlığıyla, büyük miktarda protein sağlamaktadır. Bu nedenle bazı araştırmacılar az kullanılan Arrowtooth flounder (AF) balığından balık protein tozları üretmiş ve bunu

yenilebilir film ve kaplama olarak farklı gıda ürünlerinde kullanmışlardır (Ambardekar, 2007).

Ramachandran vd. (2007), yaptıkları bir çalışmada barakuda balık proteinlerinin köpük hacmi kararlılığı, köpük oluşturma, emülsiyon kararlılığı, emülsiyon aktivitesi, su tutma kapasitesi, jel dayanıklılığı ve viskozite gibi fonksiyonel özelliklerini incelemişler ve bunların surimi gibi ürünlere ilave edilebileceği görüşünü belirtmişlerdir.

Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) derisinden iki farklı tipte üretilmiş olan jelatinler, uygun filmojenik kapasiteye sahip olmakla beraber, açık renkli ve uzayabilme özelliği yüksek filmler oluşturmuşlardır (Carvalho vd., 2008).

Liaset ve Espe (2008), yaptıkları bir çalışmada morina, somon ve saithe balıklarının kaslarından 55°C hidroliz sıcaklığı ve 60 dk. hidroliz süresinde, %1 enzim-substrat konsantrasyonunda protameks enzimi kullanılarak, dondurarak ve püskürterek kurutma yöntemleri ile protein hidrolizatları elde etmişlerdir. Elde ettikleri balık protein hidrolizatların besinsel kompozisyonunu incelemişler ve bu hidrolizatların yüksek miktarda potasyum, taurin ve B vitamini içerdiğini, az miktarda da triptofan aminoasidi içerdiğini belirlemişler ve özellikle somon balığı hidrolizatlarının niasin ve pantotenik asit bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca saithe ve morina balıklarının çözünemeyen peptit parçacıklarında elzem aminoasitlerden triptofan ile eser elementlerden demir, selenyum ve çinkoyu yüksek miktarlarda bulmuşlardır. Protein hidrolizasyon işlemleri sırasında, çözünebilir (hidrolizat) ve çözünemeyen parçacıklarda ise yüksek miktarda iyot bulunduğunu bildirmişlerdir.

Sathivel vd. (2008), yaptıkları çalışmada Alaska pollock balığı derisinden 10, 30, 45 dakikalık sürelerle ürettikleri protein hidrolizatları ile glazeledikleri somon filetolarını 4 ay boyunca dondurulmuş olarak muhafaza etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, 10 dakikada elde edilmiş olan protein hidrolizatıyla kaplanan filetoların, diğer hidrolizatlarla kaplanarak glaze edilen ve glaze edilmeyen filetolardan daha düşük TBA değerleri içerdiğini belirtmişlerdir.

Nakajima vd. (2009), yaptıkları bir çalışmada somon, mezgıt ve Alaska pollock balığının kaslarında bulunan nutrasötik gıda (hastalıkları tedavi edici ve önleme özelliği olan gıda) maddeleri, pepsin, termolisin ve pankreatin gibi çeşitli enzimlerle hidrolize edilmiştir. Elde edilen protein hidrolizatlarının, çeşitli fonksiyonel özellikleri ile biyoaktif özelliklerinden antioksidatif kapasiteleri enzim tiplerine ve balık türlerine göre incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, somon ve mezgıt balıklarından termolisin ve pankreatin enzimleri ile üretilen protein hidrolizatlarının, daha yüksek antioksidatif özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.

Dursun ve Erkan (2009), su ürünleri proteinlerinin tüketilebilir gıda paketlenme materyali olarak kullanılması amacıyla protein filmleri üretimi konusunda çeşitli denemelerin olduğunu bildirmişlerdir.

Akagündüz vd. (2010), yaptıkları bir çalışmada çipura işleme atıklarından (omurga, yüzgeç ve pullar) yan ürün olarak jelatin ve yenilebilir film elde etmişlerdir. Öncelikle, hidroklorik asit çözeltisi ve alkalaz çözeltisi ile iskelet ve yüzgeçlerin içerdikleri kas proteinlerini uzaklaştırma, sodyum klorür ve sodyum hidroksit çözeltileri ile de çipura pullarının içerdiği istenmeyen maddeleri uzaklaştırma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Böylelikle üç farklı jelatin elde etmişler ve bu jelatinleri jel dayanımı, antioksidan ölçümleri ve nem içeriği ile analiz etmişlerdir. Yenilebilir film üretimi için en iyi özellikleri karakterize eden jelatini seçerek iki farklı film hazırlamışlar ve filmin antioksidan aktivitesinin artırılması amacıyla diğer filme karotenoid konsantresi ekleyerek her iki filmde, şeffaflık, film kalınlığı, mekanik özellikler (delme testi, gerilme testi), renk ölçümleri, antioksidan analizleri (ABTS, FRAP), suda çözünürlük, su aktivitesi ve su buharı geçirgenliğini ölçmüşlerdir. Çipura pullarından elde edilen jelatinin gösterdiği yüksek jel dayanımı, yüksek verim oranı, şeffaflığı, renksiz ve kokusuz olması ile yenilebilir film üretiminde kullanımına karar vermişlerdir. Filmler birbiri ile kıyaslandığında karotenoid konsantresi içeren filmin antioksidan aktivitesi ve suda çözünürlük değerini daha yüksek bulduklarını belirtmişlerdir.

Oğur vd. (2012), yaptıkları bir çalışmada dumanlanmış balıkların kalite ve raf ömrü üzerine yenilebilir protein film kaplamaların etkisini araştırmışlar. Çalışma

kapsamında, dumanlanmış alabalıkları, izolat veya konsantre haldeki protein kaynaklarından olan soya protein izolatı (SPI), konsantre peynir altı suyu proteini (PASP), mısır proteini (Z), buğday proteini (G), yumurta akı tozu proteini (YATP), kollajen (KL) ve jelatin (J) ile kaplamışlar. Ve yine kendilerinin hazırlamış oldukları alabalık proteini (AP) ve uskumru proteininden (UP) ürettikleri yenilebilir filmlerle kaplama yapmışlardır. Kaplamış oldukları örnekleri 8 hafta boyunca,  $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de soğuk depoda saklamışlar ve bu örneklerde periyodik olarak fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizler yapmışlardır. SPI, Z, G, KL, AP ve UP ile kaplanmış grupların mikrobiyolojik analiz sonuçlarını incelemişler ve bu grupların 8 hafta süresince 7 log kob/g değerine ulaşmadığını saptamışlardır. Duyusal analiz sonuçlara göre ise K, SPI, PASP, Z, G, YATP, AP ve UP gruplarının 3 hafta süreyle, KL ve J gruplarının ise 5 hafta süreyle tüketilebilir kaliteyi koruduğunu tespit etmişlerdir. TVB-N sonuçlarına göre; YATP grubunun 2 haftalık, K grubunun 3 haftalık, PASP grubunun 4 haftalık, SPI ve KL gruplarının 5 haftalık ve Z grubunun ise 7 haftalık raf ömrüne sahip olduğunu saptamışlardır. G, AP ve UP gruplarının 8 hafta sonunda belirlenen kabul edilebilir değeri aşmamış olduğunu gözlemlemişlerdir. Lipid oksidasyonu parametrelerinden TBA indeksi değerinde, KL ve AP gruplarının daha etkili olduğunu ve uygulanan protein kaplamaların renk, tekstür parametreleri üzerine olumsuz etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Çalışma neticesinde, fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analiz değerlerine göre çalışmada kullanmış oldukları kollajen (KL) filminin oldukça üstün özelliklere sahip olduğunu ve sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin raf ömrünü artırıcı yönde olumlu etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ovissipour vd. (2013), bütün haldeki hamsi-çaça (*Clupeonella engrauliformis*) balığından protein hidrolizatlarının elde edilmesinde farklı enzimlerin (Alkalaz, Flavourizm, Protamex, Papain, Bromelain, Promod) kullanımının etkisini incelemişlerdir. Çalışmada en yüksek verim ve yağ geri kazanımını Alkalaz ve Bromalin de tespit etmişlerdir. En düşük antioksidan aktivite, hidroliz derecesi ve protein geri kazanımını Flavourizm de saptamışlardır. Hamsi-çaça protein hidrolizatlarının protein içeriği, antioksidan aktivite ve aminoasit kompozisyonu ile besinsel özellikleri geliştirici olarak insan ve hayvan diyetlerinde bir katkı maddesi olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.



Erdilal vd. (2014), yaptıkları bir çalışmada levrek balığı fileto yan ürünlerinden (kafa, omurga, yüzgeç, kırpıntı et ve deri parçaları) enzimatik hidroliz ile elde ettikleri protein hidrolizatı üzerine farklı enzim türlerinin, hidroliz süreleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim-substrat oranları (E/S) ve etkilerini incelemiştir. Enzimatik protein hidrolizasyon işleminin en iyi sonucu verebilmesi amacıyla, istatistiksel analizler sonucunda belirlenmiş olan kriterlere uygun şekilde; optimum enzim türü olarak alkalaz enziminden faydalanmışlar, hidroliz sıcaklığını 60°C ve enzim-substrat oranını % 5 olarak ayarlamışlar ve hidroliz süresini de 60 dakika olarak seçmişlerdir. Elde ettikleri protein hidrolizatını dondurup kuruttuktan sonra alabalık köftelerine farklı konsantrasyonlarda ilave etmişlerdir. Daha sonra köfteleri, ön pişirme işlemine tabi tutmuşlar, ardından vakum paketlenerek buzdolabında 4±2°C sıcaklıkta muhafaza etmişler ve köftelerin 60 gün boyunca fiziksel, kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik kalitelerini incelemiştir. Çalışma neticesinde, levrek balığının filetosunun yan ürünlerinden farklı koşullarda elde ettikleri protein hidrolizatı tozlarının, yüksek ham protein içeriğine (% 69-91, kuru madde üzerinden) sahip olduğunu belirlemiştir. Bu protein hidrolizatının içeriğinin çeşitli esansiyel aminoasitler ile yüksek besinsel değere sahip olduğunu belirlemiştir. Elde ettikleri protein hidrolizatlarının fonksiyonel özelliklerini karşılaştırmışlar ve alkalaz enzimi ile oluşturdukları protein hidrolizatlarının, çözünürlük ve su tutma kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri sayesinde, yeni bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda protein hidrolizatı ilave edilerek, vakum paketlenildikten sonra buzdolabında muhafaza koşulları (4±2°C) altında tutulan alabalık köftelerin fiziksel, kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik kalite analizlerini yapmışlar ve sonuç olarak, protein hidrolizatı eklenerek yapılan alabalık köftelerinin daha yüksek kalitede olduğunu saptamışlardır. Çalışma neticesinde, protein hidrolizatının alabalık köftelerine % 10 oranında ilave edilmesiyle, köftelerin raf ömrünün 3 haftaya kadar uzatılabileceği sonucunu bildirmişlerdir.

Özyurt vd. (2015), bütün haldeki eksi balığı (*Equulites klunzingeri*)'ndan elde ettiği asit ve alkali protein izolatları ile hazırlanan yenilebilir kaplamaların gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin soğuk ve dondurarak depolanması süresince kalitesini ve raf ömrünü inceledikleri çalışmalarında başlangıç TBA değerinin 0.50±0.01 mg MA/kg olduğunu, 3 aylık depolama sonunda kontrol, asit ve alkali

protein ile kaplı gruplarda sırasıyla  $1.04\pm 0.04$  mg MA/kg,  $0.85\pm 0.07$  mg MA/kg ve  $0.92\pm 0.03$  mg MA/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda proteine dayalı kaplamanın pH, TVB-N ve serbest yağ asitleri değerlerinin azalmasına neden olduğu ve gökkuşaağı alabalığı filetoalarının bozulmasını önlediğini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, proteine dayalı kaplamanın gökkuşaağı alabalığı filetoalarının kalitesi üzerinde pozitif bir etki gösterdiğini ve ıskarta balıklardan yenilebilir kaplamaların hazırlanabileceğini saptamışlardır. Yine bu tür kaplamaların, balık filetoalarının kalitelerinin korunmasında gelecek vaat eden alternatif bir yöntem olarak kullanılabilceğini tespit etmişlerdir.

### 1.3. Çalışmada Kullanılan Gökkuşaağı Alabalığı Hakkında Genel Bilgiler

Gökkuşaağı alabalığının ilk yetiştiricilik hikayesi Kaliforniya’da küçük bir nehirde başlamıştır. Daha sonra 1880 yılında Avrupa’da yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ise gökkuşaağı alabalığının yetiştiricilik çalışmalarına 1970 yılında, kamu ve özel girişimciler tarafından başlanmıştır (Uysal ve Alpaz 2002).



**Şekil 1.** Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), (Orijinal)

Gökkuşığı alabalığının sistematik olarak sınıflandırılması;

**Üst sınıf:** Osteichthyes

**Alt Sınıf:** Neopterygii

**Takım:** Salmoniformes

**Aile:** Salmonidae

**Cins:** *Onchorhynchus*

**Tür:** *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

Gökkuşığı alabalığının vücut şekli uzun ve biraz basıktır. Kafası daha kısa ve çenesinin alt kısmı öne doğru çıkıktır. Morfolojik bakımdan sırt kısmında bulunun yağ yüzgeci ile karakterize edilir. Sırt yüzgecinde 10-12 kadar ve anal yüzgecinde ise 8-12 kadar yumuşak ışın bulunmaktadır. Pulları, sikloid şekilli ve küçüktür. Yanal çizgi boylu boyunca, az öne doğru 100-150 adet kadar pulla kaplanmıştır. Karanlık bir manzaranın önünde durursa yan tarafındaki kızıl çizgisi ile göze çarpar, ancak aydınlık bir manzaranın önünde bu karın çizgisi neredeyse hiç görülmez. Kafasının üst kısmı ve arkası çelik mavisi, mavi-yeşil, sarı-yeşil ve hemen hemen kahverengidir. Vücut kenarları gümüşü beyaz, soluk sarı veya yeşilden griye çalan bir renktedir. Karın kısmı gümüşü beyaz veya sarıya yakın bir renktedir. Yine vücut kenarlarında mavimtırak, bulanık pembe veya geniş açık bir pembe bant ile çok sayıda küçük lekeler bulunur. Anaçlarda yumurtlama zamanı renkler koyulaşmakta ve yanal çizgi ise koyu kırmızı rengini almaktadır (Aras vd., 2000). Alabalık türleri içerisinde en yoğun ve en yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Kuzey Amerika kökenli önemli bir türdür. Rusya ve Kuzey Amerika'nın Pasifik Kıyılarındaki yerli *Salmonidae* ailesinin bir üyesi olup, dünyada su sıcaklıkları oldukça düşük olan bölgelerde yerleşim göstermiştir (Mac Crimmon, 1971; Behnke, 1992; Thorgaard vd., 2002). Gökkuşığı alabalığı, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kültür koşullarına uygun niteliklerinden dolayı yetiştiriciliği en yaygın yapılan türdür. Alabalıkların ülkemizde karasal havuzlarda, baraj gölleri ve deniz kafeslerinde yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Gökkuşığı alabalığının yetiştiricilikte yaygın olarak kullanılmasının nedenlerinin başında; hızlı büyüme, yüksek adaptasyon, yemden yararlanma kabiliyeti, kaliteli sperma, sayıca fazla ve çapı büyük yumurta, yüksek üreme gücü, kuluçka dönemlerinin kısalığı ve hastalıklara karşı dayanıklılığı

gelmektedir (Fishfarm, 2014). Ülkemizde gökkuşacağı alabalığının son 10 yıldaki toplam üretimi Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Yıllara göre yetiştiriciliği yapılan gökkuşacağı alabalığının miktarları (TUIK, 2015)

Yıllar	İç Sulardaki Üretim (ton)	Denizlerdeki Üretim (ton)	Toplam Üretim (ton)
2006	56026	1633	57659
2007	58433	2740	61173
2008	65928	2721	68649
2009	75657	5229	80886
2010	78165	7079	85244
2011	100239	7697	107936
2012	111335	3234	114569
2013	122873,3	5186,2	128059,5
2014	107533	4812	112345
2015	100411	6187	106598

#### 1.4. Çalışmanın Amacı

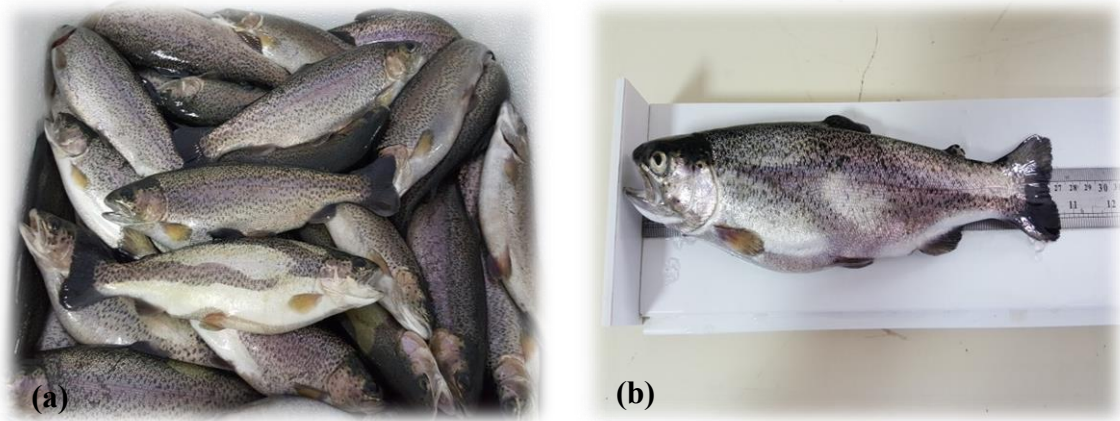
Son yıllarda su ürünleri işleme sanayinde atıkların değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle fileto işlemede atık oranı % 50'lere kadar ulaşmaktadır. Bu atıkların uygun işleme yöntemleri ile değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada; ülkemizde Gökkuşacağı alabalığının fileto şeklinde işlenmesi esnasında ortaya çıkan atıklardan (baş, omurga, yüzgeçler ve deri) antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip toz protein hidrolizatı elde etmek ve bu hidrolizat ile kaplanmış fileto gökkuşacağı alabalıklarının soğuk muhafazası ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) esnasında raf ömrü üzerine yönelik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Çalışmada Kullanılan Gökkuşığı Alabalıkları

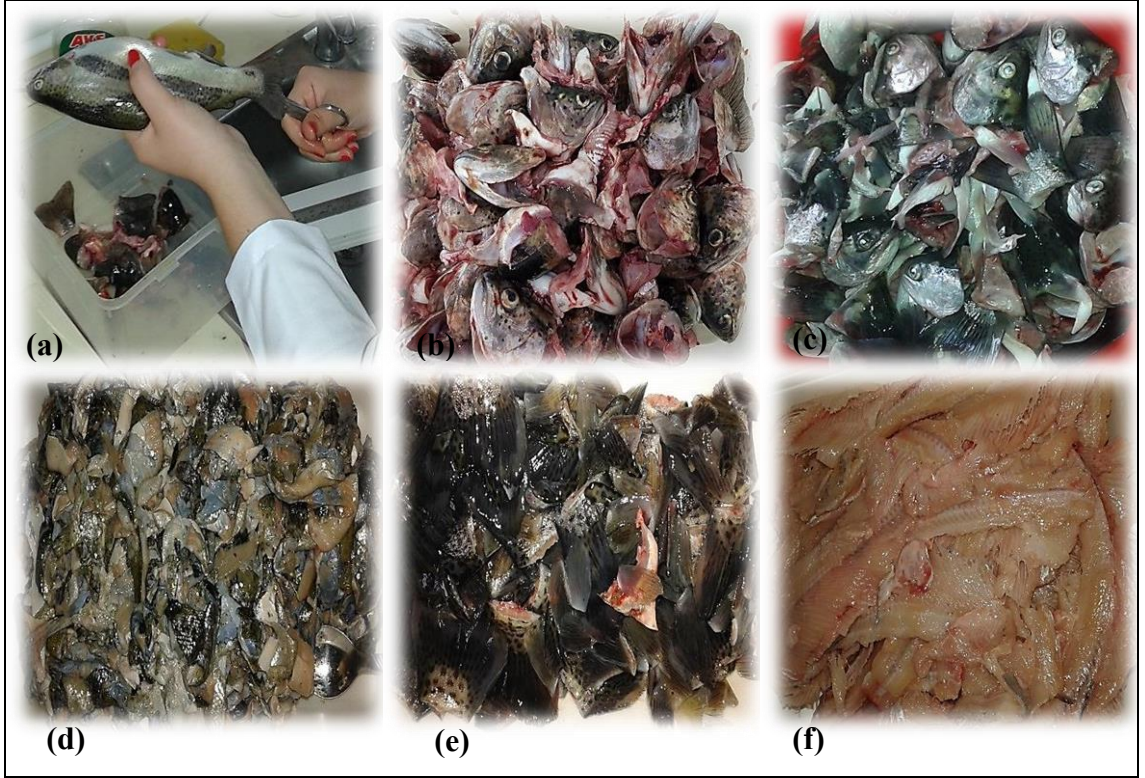
Çalışmada kullanılan Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) porsiyonluk olup (200-250 g) Rize ilinin Fındıklı ilçesindeki özel bir işletmeden Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'na getirilmiştir. Alabalıklar buzlu strafor kutu içerisinde getirilmiş ve toplamda 10 kg 45 adet balığın ortalama boy ve ağırlıkları  $25,68 \pm 0,96$  cm ve  $226,40 \pm 18,99$  g gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmada kullanılan gökkuşığı alabalıkları (a) ve boy ölçümleri (b), (Orijinal)

#### 2.1.2. Çalışmada Kullanılan Gökkuşığı Alabalığı Atıkları

Çalışmada daha önceden temin edilen 10 kg Gökkuşığı alabalığı temizlenmiş ve atık kapsamına giren kısmın toplam ağırlığı 5258,48 g olarak bulunmuştur. Kafa ve solungaçlar: 826,63 g; balık omurgaları: 1167,14 g; kuyruk ve yüzgeçler: 524,57 g; deriler: 740,14 g; iç organlar: 2000 g olarak ölçülmüştür. Protein hidrolizatı yapımı için iç organlar kullanılmamış olup toplamda 3258,48 g atık kullanılmıştır (Şekil 3). Atıkların işlenerek protein hidrolizatının yapımında ise, ticari olarak satılan proteaz enzimleri (Alcalase  $\geq 2,4$  U/g Protease from *Bacillus licheniformis*, Sigma P4860-50 ml) kullanılmıştır (Şekil 4).



**Şekil 3.** Çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalığının atıkları; alabalığın kesilerek ayıklanması (a), alabalık kafa, solungaç ve kuyrukları (b ve c), deri (d), kuyruk ve yüzgeçler (e), alabalık omurgası (kılçıklar) (f), (Orijinal)



**Şekil 4.** Ticari olarak satılan proteaz (alkalaz) enzimi, (Orijinal)

## 2.2. Metot

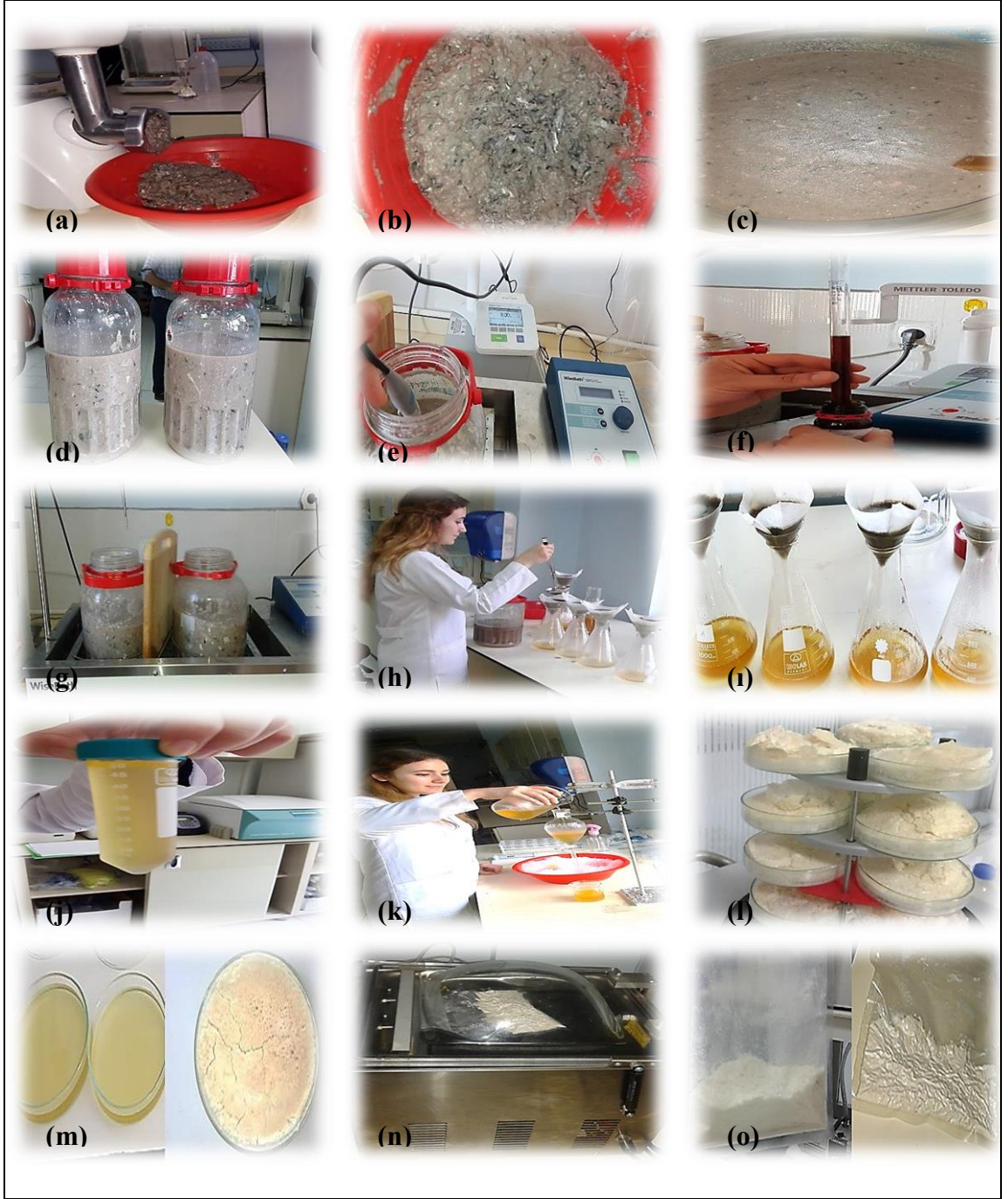
### 2.2.1. Alabalık Atıklarından Toz Protein Hidrolizatı Eldesi

Atıklardan elde edilen toz protein hidrolizatı eldesi ile ilgili görseller ve iş akış şeması Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. Alabalıklardan elde edilen 3258,48 g atık 5 mm çapa sahip kıyma makinasından geçirilmiş ve 1:1 oranda saf su ile karıştırılmıştır.

Toplamda 6500 ml homojenat kavanozlara koyulmuş ve 60 °C ve 200 rpm ye ayarlanmış çalkalamalı su banyosuna yerleştirilmiştir. Homojenatın sıcaklığı 55 °C'ye çıkana kadar sürekli ölçülmüş ve bu sıcaklıkta sabitlendikten sonra 1 N NaOH (sodyum hidroksit) ile pH 8'e ayarlanmıştır. Daha sonra % 0,5 oranda olacak şekilde 32,5 ml Alkalaz enzimi eklenmiş ve bu koşullarda 1 saat boyunca bekletilmiştir. Süre sonunda Alkalaz enzimini inaktif etmek için sıcaklık 85 °C'ye yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 10 dakika tutulmuştur. Su banyosundan alınan homojenat kaba filtre kağıdından erlenlere süzölmüş ve santrifüj işlemi için 50 ml hacimli falkon tüplere koyulmuştur. Santrifüjde 6000 devirde 4 °C'de 30 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve tüplerin en alt kısmında katı bir tabaka, orta kısmında sıvı protein hidrolizatı ve en üst kısmında yağ tabakası olmak üzere 3 faz oluştuğu gözlenmiştir. Tüplerin kapakları açılarak en üst kısımdaki yağ tabakası dikkatlice alınmış ve geriye kalan sıvı kısım ise armudi ayırma hunisine dökölerek 15 dakika bekletilmiş ve kalan yağ tabakası da bu şekilde karışımdan ayrılmıştır. Sıvı hidrolizat cam petri kaplarına dökölerek -80 °C'de derin dondurucuya konulmuş ve 1 gün bekletilmiştir. Petri kapları liyofilizatör cihazına yerleştirilmiş ve 48 saat boyunca vakum altında toz haline gelmeleri beklenmiştir. 48 saat sonunda toz protein elde edilmiş ve hava alıp nem kapmaması amacıyla hiç zaman kaybetmeden 50 şer gr 'lık paketler halinde vakum paketlenmiştir. Paketler -80 °C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Toplamda kullanılan 3258,48 g atıktan 295 gr toz protein hidrolizatı elde edilmiş ve bu işlem sonucu verim % 9,05 olarak tespit edilmiştir.

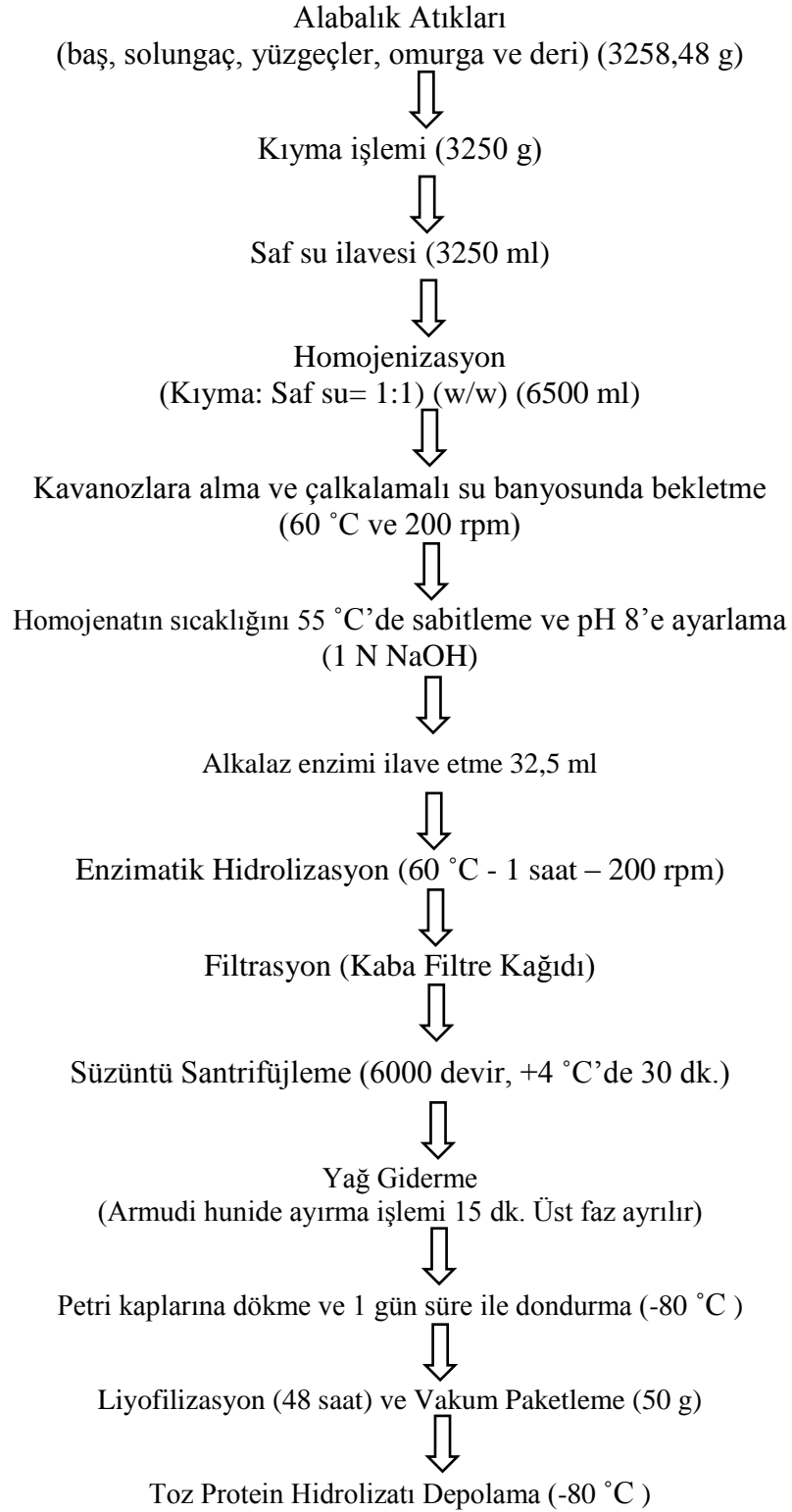
### **2.2.2. Kaplanacak Alabalık Filetolarının Hazırlanması**

Temin edilen alabalıkların iç organları çıkarılarak yıkanmış ve derilerin kolay bir şekilde çıkarılabilmesi için kısa bir süre derin dondurucuya konulmuştur. Daha sonra derin dondurucudan çıkartılan alabalıklar derilerinden ayrılmış ve filetoları çıkartılmıştır. Filetoların ortalama ağırlıkları 55-60 g olarak tartılmıştır.



**Şekil 5.** Gökkuşağı alabalık atıklarının protein hidrolizasyonu işlemi. Atıklardan kıyma eldesi (a ve b), atık kıymasının 1:1 oranda sulandırılması ve kavanozlara alınması (c ve d), homojenatın pH ölçümü (e), karışıma proteaz enzimi ilavesi (f), hidrolizasyon aşaması (g), hidrolizatın kaba filtrasyon ile süzülmesi (h ve i), fazlarına ayrılmış hidrolizat (j), yağ tabakasını ayırma işlemi (k), karışımın toz proteine dönüştürülmesi (l), karışımın toz proteine dönüştürülmeden öncesi ve sonrası (m), elde edilen toz proteinin vakum paketlenmesi (n), toz proteinin vakum paketlenmeden öncesi ve sonrası (o), (Orijinal)

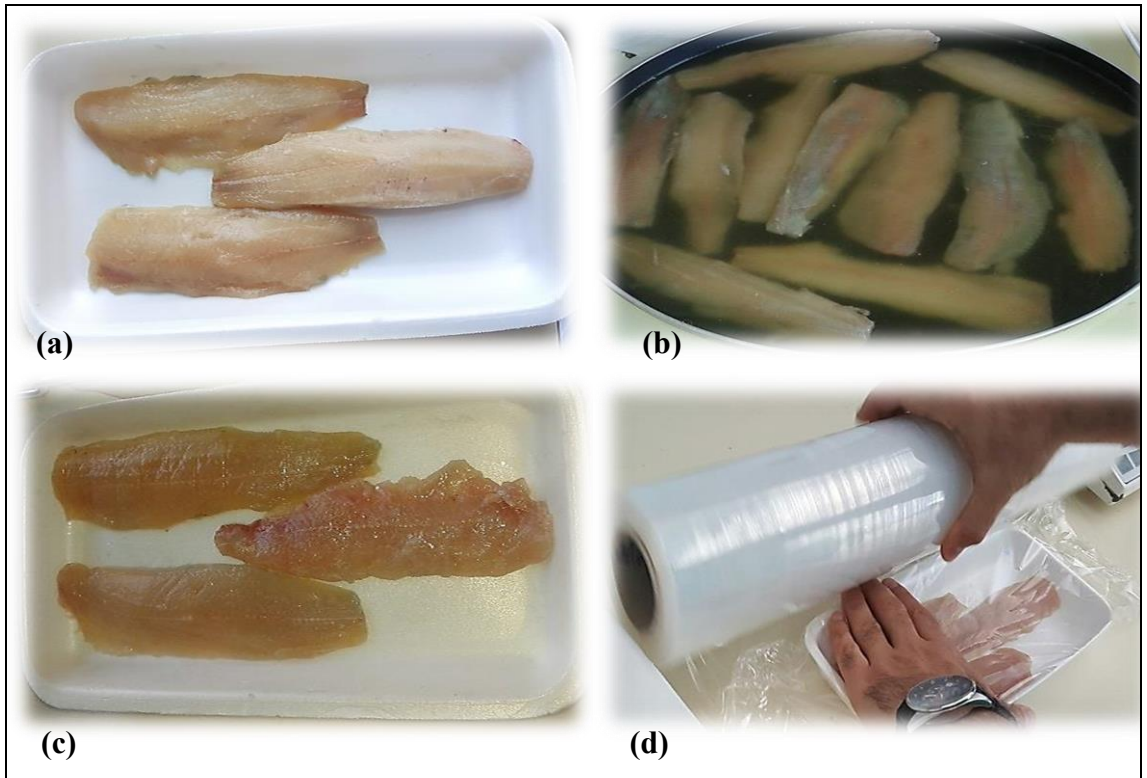




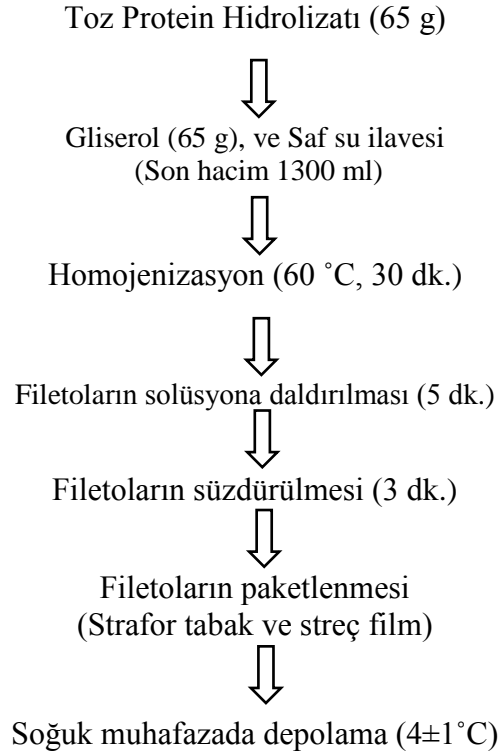
**Şekil 6.** Enzimatik destekli alabalık protein hidrolizatı işlem akış şeması

### 2.2.3. Yenilebilir Kaplama Yapımı ve Filetolara Uygulanması

Kaplama işlemi ile ilgili görseller ve iş akış şeması Şekil 7 ve Şekil 8’de verilmiştir. Kaplama solüsyonu olarak toplamda 1300 ml % 5 protein içeren solüsyon hazırlanmıştır. Bu karışımın hazırlanmasında 65 g toz protein hidrolizati ve 65 g gliserol kullanılmıştır. Elde edilen karışım 30 dakika boyunca yavaşça karıştırılmıştır. Daha sonra 60 °C’de 30 dakika boyunca bekletilmiş ve pH’ı ise 7,03 olarak ölçülmüştür. Hazırlanmış olan 1300 ml’lik solüsyon geniş bir kaba alınmış ve filetolar bu solüsyonda daldırma yöntemiyle 5 dakika boyunca bekletilmiştir. Ardından filetolar solüsyondan alınarak 3 dakika boyunca süzdürülmüş ve 3’er fileto halinde strafor tabaklara konularak üzerleri streç film ile kapatılmıştır. Ardından buzdolabı koşullarında muhafazaya alınmıştır. Kontrol grubu filetoları ise 1300 ml’lik saf suya daldırılmış ve aynı işlemler uygulandıktan sonra buzdolabı koşullarında depolanmıştır.



**Şekil 7.** Yenilebilir kaplama işlemi daldırma metodu uygulanarak yapılmış olan alabalık filetoları. Kaplama işleminden önce filetolar (a), daldırma metoduyla kaplama işlemi (b), kaplama işleminden sonra filetolar (c), streç film ile muhafaza işlemi (d), (Orijinal)



**Şekil 8.** Hidrolizat katkılı solüsyon ile yenilebilir film yapımı işlem akış şeması

#### 2.2.4. Analiz Metotları

Taze Alabalık, Kontrol ve Kaplanmış gruplar için 0. günden itibaren birer günlük aralar ile analizler yürütülmüştür. Raf ömrünün tespitinde Fiziksel (su aktivitesi, pH ve renk değişimi), Kimyasal (Toplam Uçucu Bazik-Azot ve Tiyobarbitürik Asit analizi, Duyusal (görünüş, koku ve doku sertliği) ve Mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, toplam koliform bakteri) analizler yapılmıştır. Ayrıca gruplardaki biyokimyasal değişimin izlenmesi amacı ile ham protein, kuru madde, ham yağ ve ham kül analizleri yürütülmüştür.

##### 2.2.4.1. Kuru Madde Tayini

Kuru madde tayini Norwitz (1970)'e göre yapılmıştır. Sabit tartıma getirilerek daraları alınan krozelerin içerisine homojen alabalık örneklerinden 3-5 g örnek koyulmuştur. Örnekler 105 °C'de sabit tartım sağlanana kadar etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler oda sıcaklığına gelene kadar desikatörde soğutulmuştur. Soğuyan

krozeler tekrar tartıldıktan sonra kuru madde oranı aşağıdaki formüle (1) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde (\%)} = ((\text{Dara (g)} + \text{Kuru Madde (g)}) - \text{Dara (g)}) / (\text{Örnek Miktarı(g)}) \times 100 \quad (1)$$

#### **2.2.4.2. Ham Kül Tayini**

Ham kül tayini için kullanılan porselen krozeler 550 °C’de 1 saat yakma/kurutma işlemine maruz bırakılmıştır. Bu süre sonunda porselen krozeler desikatörde soğutulmuş ve 0,0001 g duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Krozelerin içerisine yaklaşık 2 g homojen edilmiş örneklerden konulmuştur. Yakma işlemi için krozeler kül fırınında 550 °C’de 12 saat bırakılmıştır. Yakıldıktan sonra krozeler desikatörde soğutulup tartımı yapılmıştır. Tartım sonucu elde edilen sonuçlar formülde (2) yerine koyularak % ham kül miktarı hesaplanmıştır (Norwitz, 1970).

$$\text{Ham Kül (\%)} = ((\text{Dara (g)} + \text{Ham Kül (g)}) - \text{Dara (g)}) / (\text{Örnek Miktarı (g)}) \times 100 \quad (2)$$

#### **2.2.4.3. Ham Protein Tayini**

Kjeldahl metoduna göre yapılan toplam ham protein analizinde homojenize edilmiş ve kurutulmuş alabalık örnekleri kullanılmıştır. Bu örneklerden alınan yaklaşık 0,5 g örnek hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine konulmuştur. Katalizör olarak tüplerin içerisine 1 tablet (potasyum sülfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) + bakır sülfat ( $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ )) ve 25 ml derişik sülfürik asit eklenmiştir. Kjeldahl yakma ünitesine yerleştirilmiş tüplerin içerisindeki örnek yeşil-sarı saydam bir renk oluşuncaya kadar 420 °C’de 5-6 saat yakma işlemi yapılmıştır. Bu süre sonunda yakılan örnekler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan tüplere 50 ml saf su ve 50 ml % 40’lük sodyum hidroksit ile 7 dakika destilasyona tabi tutulmuştur. Destilatın toplanması için destilasyon ünitesinin çıkışına 50 ml % 4’lük borik asit içeren dereceli bir erlen yerleştirilmiştir. Destilasyon işlemi erlen içerisindeki toplam hacim 150 ml oluncaya kadar devam etmiştir. Destilasyon sonunda elde edilen destilata metil kırmızısı ve bromokresol yeşili içeren belirteç çözeltisinden 250 µl koyularak destilat 0,1 N sülfürik asit ile titre edilmiştir.

% ham protein miktarını hesaplamak için titrasyonda harcanan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarı, aşağıdaki formülde (3) yerine konularak hesaplanmıştır (Norwitz, 1970).

$$\text{Ham Protein (\%)} = (\text{Sarfiyat } 0,1\text{N H}_2\text{SO}_4 \text{ ml} \times \text{N} \times 0,14 \times 6,25) / (\text{Örnek Miktarı(g)}) \times 100 \quad (3)$$

N: Titrasyonda kullanılan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi normalitesi (0,1N)

#### **2.2.4.4. Ham Yağ Tayini**

Ham yağ analizi için etüvde kurutulmuş alabalık örneklerinden 3'er gram alınarak ekstraksiyon kartuşlarına konulmuş ve yağ tayin cihazına yerleştirilmiştir. Yağ miktarının belirleneceği cam krozeler sabit tartıma getirilmiştir ve hassas terazide tartılmıştır. Ekstraksiyon için krozelerin içerisine 70 ml petrol eteri ilave edilmiştir. Ekstraksiyon sırasıyla 3 aşamada (daldırma 30 dk., yıkama 60 dk., geri kazanım 20 dk.) gerçekleştirilmiştir. 110 dakikalık yağ ekstraksiyonu sonunda örneklerden elde edilen yağ cam krozelerde toplanmıştır. Kalan petrol eterini uçurmak için 30 dakika, 60 °C'de etüvde bekletilen krozeler içerisindeki yağ örnekleri tartılmış ve aşağıdaki formüle (4) göre hesaplanmıştır (Norwitz, 1970).

$$\text{Ham Yağ (\%)} = ((\text{Son Tartım(g)} + \text{Lipid (g)}) - \text{İlk Tartım(g)}) / (\text{Örnek Miktarı(g)}) \times 100 \quad (4)$$

#### **2.2.4.5. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N)**

Toplam uçucu bazik azot tayini Lücke-Geidel metoduna göre yapılmıştır. Bir balonun içerisine parçalanmış 10 g örnek konulmuştur. Üzerine 1 g magnezyum oksit (MgO) ve köpürmeyi önlemek için birkaç damla silikon yağı ve bir miktar saf su ilave edilmiştir. Titrasyon kabı olarak kullanılan 500 ml'lik erlenmayer içerisine % 3'lük borik asitten 10 ml, tashiro indikatör karışımından 8 damla ve yaklaşık 100 ml saf su ilave edilmiştir. İçerisinde örnek bulunan balon, düzeneğe ve saf su bulunan başka bir balon ısıtıcıya yerleştirildikten sonra soğutucu musluğa bağlanarak 15–20 dakika destilasyona tabi tutulmuştur. Meydana gelen destilat, 0.1 N hidroklorik asitle titre edilmiş ve aşağıdaki formüle göre (5) TVB-N miktarı hesaplanmıştır (İnal, 1992; Varlık vd., 1993).

$$\text{TVB-N(mg/100g)} = (\text{Sarfiyat HCl (ml)} \times 0.0014008 \times 100 \times 1000) / (\text{Örnek miktarı (g)}) \quad (5)$$

#### 2.2.4.6. Tiyobarbitürik Asit Tayini (TBA)

Tiyobarbitürik asit tayini Tarladgis yöntemine göre yapılmıştır (Tarladgis vd., 1960). 10 g örnek, 50 ml saf su ile Waring blender'de 2 dk. homojenize edildikten sonra 47,5 ml distile su kullanılarak Kjeldahl balonuna aktarılmış ve üzerine 2,5 ml 4 N HCl ilave edilerek çözeltinin pH'ı 1,5'e düşürülmüştür. Bu işlemlerden sonra balon destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve soğutucu çıkış borusunun ucuna erlenmayer koyulmuştur. Erlenmayer içerisine 50 ml destilat toplayıncaya kadar, yaklaşık 10 dk. işleme devam edilmiştir. İyice karıştırılan destilattan ağzı kapaklı tüplere 5 ml alınıp üzerine % 90'lık glasiyal asetik asitle hazırlanmış olan 0.02 M tiyobarbitürik asit ayıracından 5 ml ilave edilerek, 35 dk. kaynar su banyosunda tutulmuştur. Isıtma işleminden sonra tüpler musluk suyu altında soğutulmuş, 538 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 1800, Japonya) absorbans okunmuştur. Okunan absorbans değeri, 1 kg örneğin yapısında bulunan malonaldehit mg cinsinden ifadesi olarak alınmıştır (Smith vd., 1992; Varlık vd., 1993) ve formülde (6) yerine yazılmıştır.

$$\text{TBA malonaldehit (mg/kg)} = \text{OD} \times 7,8 \quad (6)$$

OD = spektrofotometrede okunan değer

#### 2.2.4.7. pH Analizi

Alınan 5 g örnek 10 ml saf suda homojenize edildikten sonra pH probu daldırılarak pH metre (Mettler-Toledo AG, Seven Compact pH meter, 8603 N, İsviçre) ile ölçüm yapılmıştır (Koral., 2012).

#### 2.2.4.8. Su Aktivitesi Tayini

Su aktivitesi tayini Aqualab 3TE (0.100- 1.000 ± 0.003, Aqualab, USA) marka cihazı ile yapılmıştır. Cihazın ölçüm kaplarına koyulan alabalık örneklerindeki su aktivitesi miktarı cihazın talimatlarına uygun şekilde belirlenmiştir.

#### **2.2.4.9. Renk Ölçümü**

Renk analizinde örneklerin L, a ve b değerleri Konica Minolta (CR 10, Japan) cihazı ile ölçülmüş ve CIE renk tablosuna göre değerlendirilmiştir. L değeri 0 (siyah) ve 100 (beyaz) aydınlık derecesi; a ((+) kırmızılık; (-) yeşillik), b ((+) sarılık; (-) mavilik) derecesini temsil etmektedir.

#### **2.2.5. Duyusal Analizler**

Duyusal parametreler ülkemiz ‘Su Ürünleri Yönetmeliği’ (URL-1, 2011), ve Varlık vd., (1993)’nin önerdiği metotlara göre belirlenmiştir. Alabalık filetolarının soğuk depolanması esnasındaki duysal değişimlerin belirlenebilmesi amacı ile altı panelist tarafından koku, doku ve görünüş kriterlerine göre 10 üzerinden yapılan puanlamaya göre karar verilmiştir. 10-9 mükemmel, 8-7 iyi, 6-5 orta, 4 kabul edilebilirlik sınırı, 3,9-1 kabul edilemez olarak belirlenmiştir.

##### **2.2.5.1. Mikrobiyolojik Analizler**

Toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA), toplam koliform bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB), toplam küf ve maya bakteri sayımı için Potato Dextrose Agar (PDA) kullanılmıştır. Toplam bakteri sayımı için örneklerden aseptik koşullarda alınan parçalar karıştırılarak rastgele 25 g steril stomaker torbalarına tartılmıştır. Tartılan örnek 225 ml % 8,5 fizyolojik tuzlu su (FTS) ile stomakerde (Mayo, HG 400 V, İtalya) 4 dakika en yüksek ayar olan 4 seviyesinde iyice parçalanıp homojenize edilmiştir. Bu işlemle ilk seyreltme 25/250=1:10 oranında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra seyreltme sıvısı olarak % 8,5 fizyolojik tuzlu su kullanılarak 10<sup>-6</sup>’ya kadar seyreltmeler yapılmıştır. Her seyreltmeden iki paralel olmak üzere Standart Plate Count Agar besiyerine 0,1 ml yüzey ekim yapılmıştır. Petriler mezofilik bakteri sayımları için 37±2 °C’de 24 saat veya 48 saat, psikrofilik bakteri sayımı için ise 6±8 °C’de 7-10 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreme görülen plaklardan 30-300 koloni içerenler sayıma alınmış mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Gürgün ve Halkman, 1990).

### 2.2.5.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen veriler, sonuçların paralellerinin (n:2-3) ortalaması  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilere göre depolama süresinin artışına bağlı grup içi ve gruplar arası farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların önemlilik testi için ‘One Way Anova’ ve ‘Tukey Testi’ uygulanmış, önem derecesi  $p<0.05$  olarak kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen gruplara ise ‘Kruskal Wallis’ ve ‘Mann Whitney U’ testleri uygulanmıştır. (Sokal ve Rohlf, 1987; Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000). İstatistiki analizde JMP 5.0.1. SAS (SAS Institute Inc, NC, ABD) paket programı kullanılmıştır Tüm grafikler SigmaPlot 12.0 programıyla çizilmiştir (Systat Software Inc., San Jose, CA, ABD).



### 3. BULGULAR

#### 3.1. Biyokimyasal Analiz Bulguları

##### 3.1.1. Kuru Madde Miktarındaki Değişimler

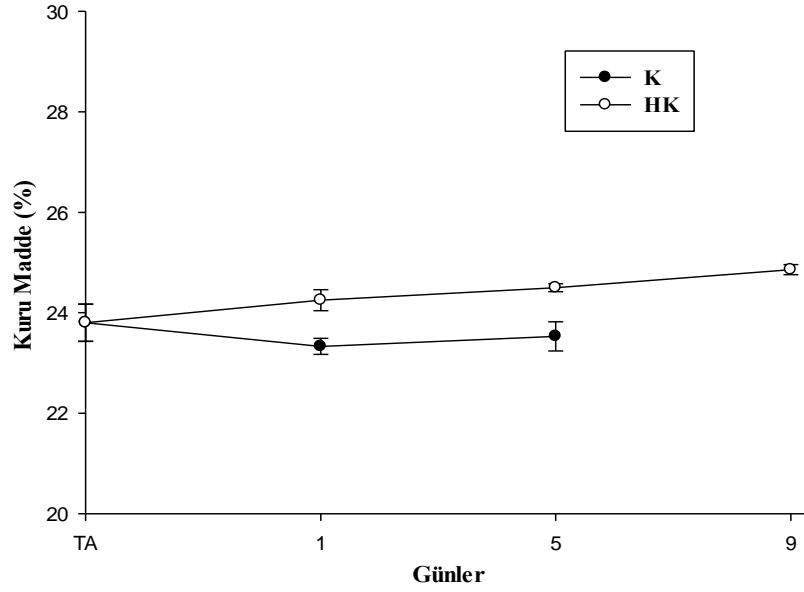
Kontrol ve protein hidrolizatı kaplanmış alabalık filetolarında depolama süresince meydana gelen kuru madde (%) miktarlarının değişimi Tablo 2 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Örneklerin depolanması süresince değişen kuru madde miktarları (%)

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	23,80±0,37 <sub>A</sub>	23,80±0,0,37 <sub>A</sub>
1	23,33±0,16 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	24,25±0,21 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
5	23,53±0,29 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	24,50±0,08 <sup>a</sup> <sub>B</sub>
9	AY	24,86±0,10 <sub>B</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Taze alabalık filetolarının başlangıç kuru madde miktarı % 23,80 olarak tespit edilmiştir. Bu değer denemenin 1. gününde kontrol grubunda % 23,33 iken kaplanmış grupta % 24,25 olarak bulunmuştur. Gruplar arasındaki bu değişim istatistiki olarak karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu saptanmıştır (p<0,05). Kontrol grubunun son analiz günü olan 5. günde bu değer 1. güne benzer olarak % 23,53, kaplanmış grupta ise % 24,50 olmuştur. Depolamanın 9. gününde kaplanmış grubun % kuru madde miktarı % 24,86 olarak tespit edilirken kuru madde miktarındaki değişimin 5. ve 9. gündeki değişimleri istatistiki olarak 1. günden farklı bulunmuştur (p<0,05).



**Şekil 9.** Örneklerin depolanması süresince kuru madde miktarındaki değişimler (%).  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup

### 3.1.2. Ham Kül Miktarındaki Değişimler

Kontrol ve protein hidrolizatu kaplanmış gruplarda depolama süresince meydana gelen ham kül (%) miktarındaki değişimler Tablo 3 ve Şekil 10'da gösterilmiştir.

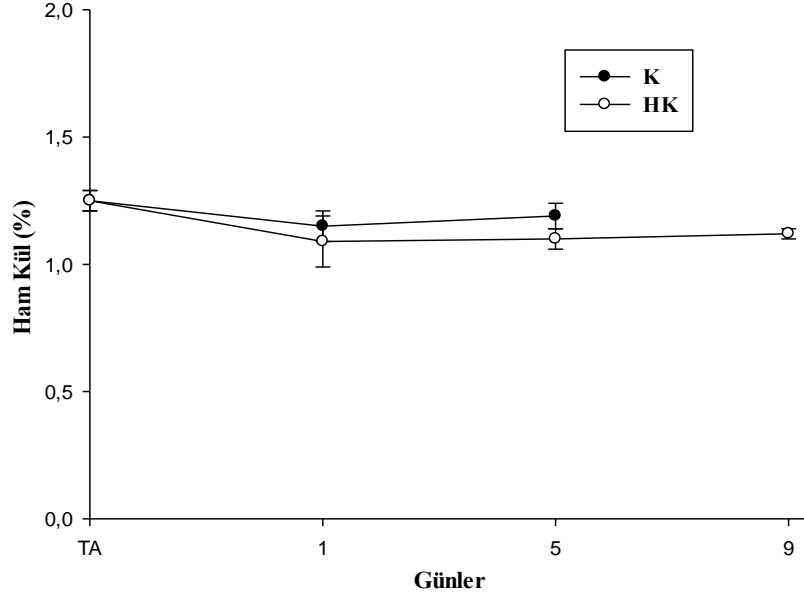
**Tablo 3.** Örneklerin depolanması süresince değişen ham kül miktarları (%)

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	1,25±0,04 <sub>A</sub>	1,25±0,04 <sub>A</sub>
1	1,15±0,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,09±0,10 <sup>a</sup> <sub>A</sub>
5	1,19±0,05 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,10±0,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>
9	AY	1,12±0,02 <sub>A</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Taze alabalık filetolarının başlangıç ham kül miktarı % 1,25 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunun 1. gündeki analiz değeri % 1,15 iken protein hidrolizatu kaplamalı grubun 1. gündeki ham kül miktarı % 1,09 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun son analiz günü olan 5. günde ise ham kül miktarı % 1,19 olarak bulunurken,

bu değer kaplamalı grupta 5. günde % 1,10 ve 9. günde ise % 1,12 olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında ve kendi içlerinde istatistiki farklılıklara ise rastlanmamıştır ( $p>0,05$ ).



**Şekil 10.** Örneklerin depolanması süresince ham kül miktarındaki değişimler  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup

### 3.1.3. Ham Protein Miktarındaki Değişimler

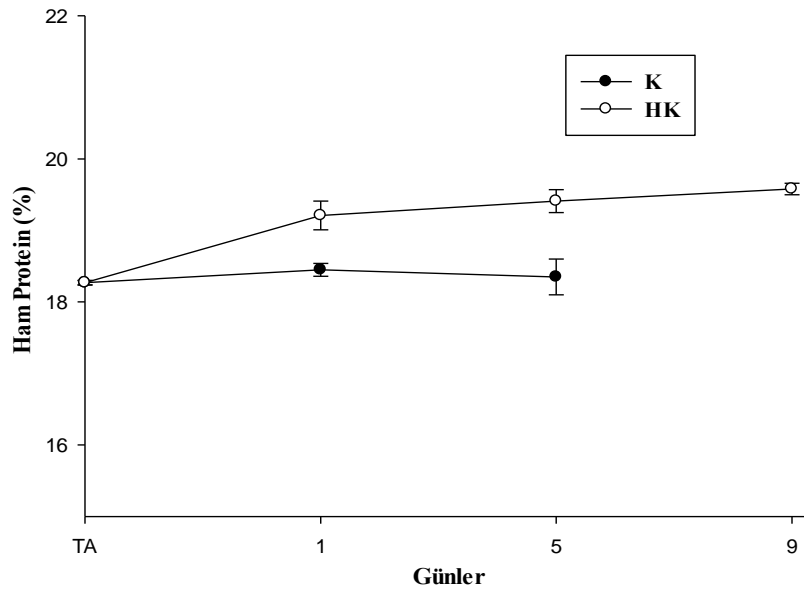
Kontrol ve hidrolizat kaplanmış gruplarda depolama süresince meydana gelen ham protein (%) miktarlarının değişimi Tablo 4 ve Şekil 11’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Örneklerin depolanması süresince değişen ham protein miktarları (%)

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	18,27±0,03 <sub>A</sub>	18,27±0,03 <sub>A</sub>
1	18,45±0,09 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	19,21±0,20 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
5	18,35±0,25 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	19,41±0,16 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
9	AY	19,58±0,08 <sub>B</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farklıları belirtir ( $p<0,05$ ). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farklı belirtir ( $p<0,05$ ).

Taze alabalık filetolarının başlangıç ham protein miktarı % 18,27 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 1. gününde kontrol grubunun ham protein miktarı % 18,45 iken, bu değer hidrolizat kaplamalı grupta % 19,21 olarak saptanmış ve istatistiki olarak bu iki grup arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Kontrol grubunun son analiz günü olan 5. gündeki ham protein miktarı % 18,35 olarak belirlenmiş, kaplamalı grupta ise bu değer 5. günde % 19,41, analiz son günü olan 9. günde ise % 19,58 olarak bulunmakla birlikte istatistiksel olarak bu iki grup arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Kontrol grubunun depolama süresine göre % ham protein miktarlarındaki değişimde istatistiki anlamda farklılıklara rastlanmazken ( $p > 0,05$ ), protein hidrolizatı kaplamalı grupta ilk gün hariç diğer örnekleme zamanlarında farkın önemsiz olduğu görülmüştür ( $p > 0,05$ ).



**Şekil 11.** Örneklerin depolanması süresince ham protein miktarındaki değişimler (%)  
*K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup*

#### 3.1.4. Ham Yağ Miktarındaki Değişimler

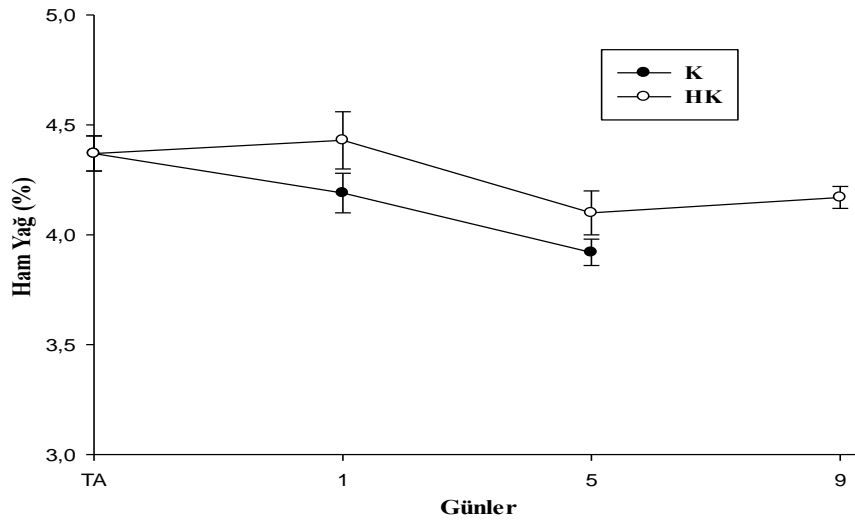
Kontrol ve protein hidrolizatı kaplamalı alabalık filetolarında depolama süresince meydana gelen ham yağ (%) miktarlarındaki değişimler Tablo 5 ve Şekil 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Örneklerin depolanması süresince değişen ham yağ miktarları (%)

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	4,37±0,08 <sub>A</sub>	4,37±0,08 <sub>A</sub>
1	4,19±0,11 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4,43±0,13 <sup>a</sup> <sub>A</sub>
5	3,92±0,06 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4,10±0,10 <sup>a</sup> <sub>B</sub>
9	AY	4,17±0,05 <sub>B</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Taze alabalık filetolarının başlangıç ham yağ miktarları % 4,37 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 1. gününde kontrol grubunun ham yağ miktarı % 4,19 olarak bulunurken, kaplanmış grupta bu değer benzer olarak % 4,43 bulunmuş ve istatistiki bağlamda bu iki grup arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (p>0,05). Kontrol grubunun son analiz günü olan 5. gündeki ham yağ miktarı % 3,92 iken, bu değer, protein kaplamalı grupta 5. günde % 4,10 ve 9. günde ise % 4,17 olarak bulunmuş ve gruplar arasında istatistiki farklılıklara rastlanmamıştır (p>0,05). Gruplar kendi içinde değerlendirilecek olunursa; kontrol grubunda % ham yağ miktarının günlere göre değişiminde, 5. gün hariç istatistiki bir fark bulunamazken (p>0,05), protein kaplamalı grupta ise başlangıç günü ile 1. gün kendi aralarında benzerlik gösterirken (p>0,05), 5. ve 9. günler de kendi aralarında benzerlik göstermiştir (p>0,05).



**Şekil 12.** Örneklerin depolanması süresince ham yağ miktarındaki değişimler (%)  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup

## 3.2. Kimyasal Analiz Bulguları

### 3.2.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarındaki Değişimler

Tüm gruplardan elde edilen TVB-N (mg/100 g) verileri Tablo 6 ve Şekil 13'de belirtilmiştir.

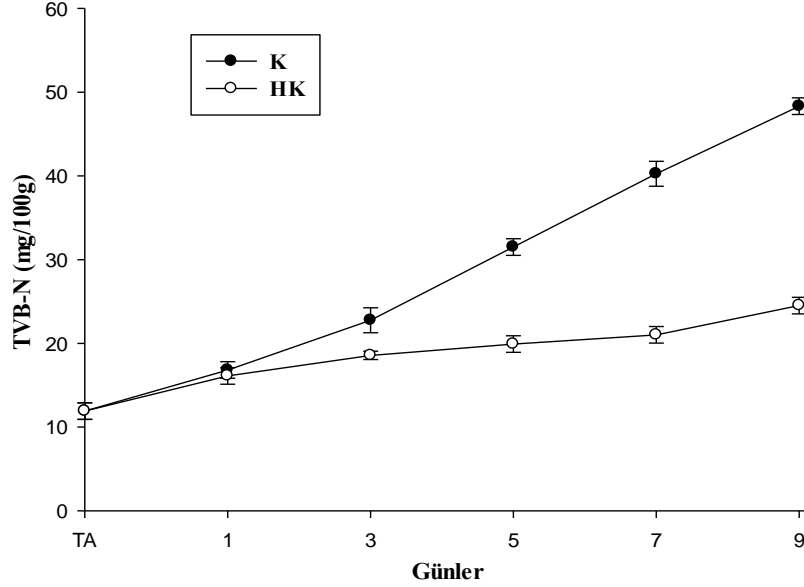
**Tablo 6.** Örneklerin depolanması süresince değişen TVB-N miktarları (mg/100 g)

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	11,91±0,99 <sub>A</sub>	11,91±0,99 <sub>A</sub>
1	16,81±0,99 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	16,11±0,99 <sup>a</sup> <sub>B</sub>
3	22,76±1,49 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	18,56±0,50 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
5	31,52±0,99 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	19,91±0,99 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
7	40,27±1,49 <sup>a</sup> <sub>E</sub>	21,01±0,99 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
9	48,33±0,99 <sup>a</sup> <sub>F</sub>	24,51±0,99 <sup>b</sup> <sub>D</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Taze alabalık filetolarının başlangıç TVB-N değerleri 11,91 mg/100 g olarak bulunmuştur. Soğuk depolama boyunca kontrol grubunun TVB-N değerleri hızlı bir şekilde artış göstermiş olup; grup içindeki değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu bağlamda kontrol grubunun 1. gündeki TVB-N miktarı 16,81 mg/100 g iken, protein kaplamalı grubun TVB-N miktarı ise bu değere istatistiki olarak benzerlik göstererek 16,11 mg/100 g olarak bulunmuştur (p>0,05). Yine kontrol grubunun duyuşal açıdan bozulma gösterdiği 5. gündeki TVB-N miktarı 31,52 mg/100 g olarak saptanmış, aynı gündeki protein kaplamalı grupta ise bu değer 19,91 mg/100 g olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun son analiz günü olan 9. gündeki TVB-N miktarı, sınır değeri olarak kabul edilen 35 mg/100 g noktasını aşarak 48,33 mg/100 g olmuş ve aynı gün protein kaplamalı grupta bu değer 24,51 mg/100 g olarak bulunmuştur. Protein kaplamalı grubun duyuşal açıdan bozulma gösterdiği 9. gündeki TVB-N miktarı 24,51 mg/100 g olarak bulunarak, bu grubun da 3., 5. ve 7., günler haricindeki günlerde farkların istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür (p<0,05). Gruplar birbiriyle

karşılaştırıldığında ise değişimlerin 1. gün hariç istatistiki anlamda önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ).



**Şekil 13.** Örneklerin depolanması süresince TVB-N miktarındaki değişimler (mg/100g)  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup

### 3.2.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Miktarındaki Değişimler

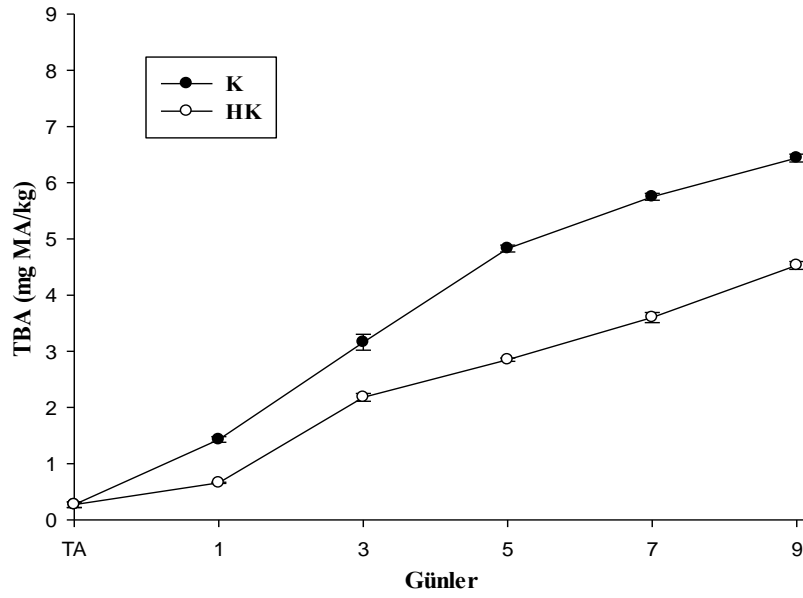
Her iki grupta da depolama süresince meydana gelen TBA değerindeki değişimler Tablo 7 ve Şekil 14’de belirtilmiştir.

Taze alabalık filetolarının başlangıç TBA miktarları 0,27 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca her iki grubun TBA miktarları istatistiki bağlamda artmış olup ( $p<0,05$ ), kontrol grubunun 1. gündeki TBA değeri 1,43 mg MA/kg, protein kaplamalı grubun ise 0,66 mg MA/kg olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun duyuşal bozulma gösterdiği 5. gün ve son analiz günü olan 9. gündeki TBA miktarları 4,83 mg MA/kg ve 6,44 mg MA/kg, protein kaplamalı grupta ise bu değerler 2,85 mg MA/kg ve 4,53 mg MA/kg olarak bulunmuştur. Gruplar arasındaki değişim istatistiki olarak karşılaştırıldığında farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

**Tablo 7.** Örneklerin depolanması süresince değişen TBA miktarları (mg malonaldehit/g)

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	0,27±0,05 <sub>A</sub>	0,27±0,05 <sub>A</sub>
1	1,43±0,05 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,66±0,01 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
3	3,16±0,14 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	2,18±0,07 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
5	4,83±0,06 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	2,85±0,03 <sup>b</sup> <sub>D</sub>
7	5,75±0,06 <sup>a</sup> <sub>E</sub>	3,60±0,09 <sup>b</sup> <sub>E</sub>
9	6,44±0,07 <sup>a</sup> <sub>F</sub>	4,53±0,07 <sup>b</sup> <sub>F</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).



**Şekil 14.** Örneklerin depolanması süresince TBA miktarındaki değişimler  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup



### 3.3. Fiziksel Analiz Bulguları

#### 3.3.1. pH Miktarındaki Değişimler

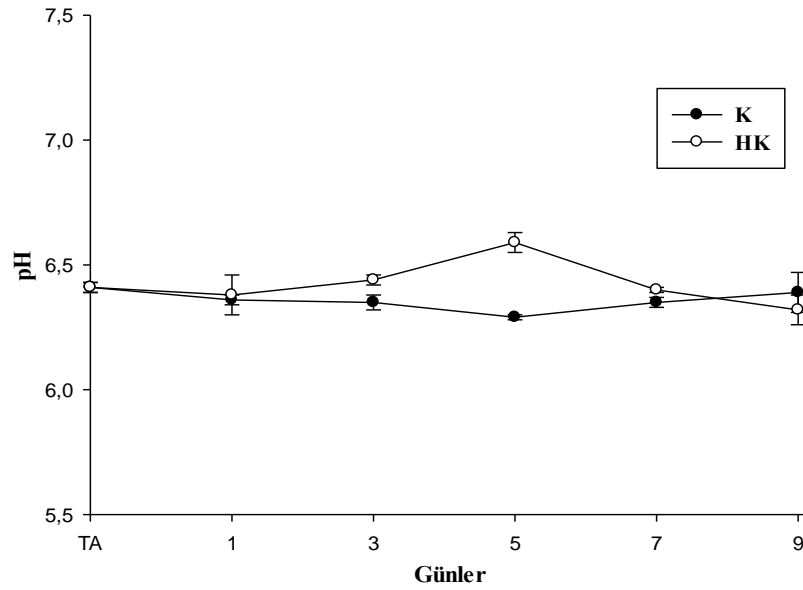
Kontrol ve protein hidrolizatı kaplanmış alabalık filetolarında depolama süresince meydana gelen pH değişimleri Tablo 8 ve Şekil 15’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Örneklerin depolanması süresince değişen pH miktarları

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	6,41±0,02 <sub>A</sub>	6,41±0,02 <sub>A</sub>
1	6,36±0,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,38±0,08 <sup>a</sup> <sub>A</sub>
3	6,35±0,03 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,44±0,02 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
5	6,29±0,01 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	6,59±0,04 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
7	6,35±0,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,40±0,01 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
9	6,39±0,08 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,32±0,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Taze alabalık filetolarının başlangıç pH değeri 6,41 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunun 1. gündeki pH değeri 6,36 iken, protein kaplamalı grupta bu değer benzer olarak 6,38 bulunmuştur (p>0,05). Kontrol grubunda duyuşal bozulmanın gerçekleştiği 5. gündeki pH değeri 6,29 olarak bulunurken, aynı gün protein kaplamalı grupta bu değer 6,59 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun son analiz günü olan 9. gündeki pH miktarı 6,39 olarak saptanırken, bu değer kaplanmış grupta duyuşal bozulmanın gerçekleştiği günde istatistiki olarak benzerlik göstererek 6,32 olarak tespit edilmiştir. (p>0,05). Gruplar arasında 3., 5. ve 7. günlerde elde edilen değerler karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu (p<0,05), ancak kontrol grubunun pH miktarının günlere göre değişiminde ise 5. gün dışında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı bulunmuştur. (p>0,05). Aynı şekilde kaplama uygulanmış grupta da 5. gün dışında diğer günlerde herhangi bir istatistiki farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).



**Şekil 15.** Örneklerin depolanması süresince pH miktarındaki değişimler  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup

### 3.3.2. Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Miktarındaki Değişimler

Her iki gruptaki su aktivitesi değerlerinin depolama boyunca göstermiş olduğu değişimler Tablo 9 ve Şekil 16'da verilmiştir.

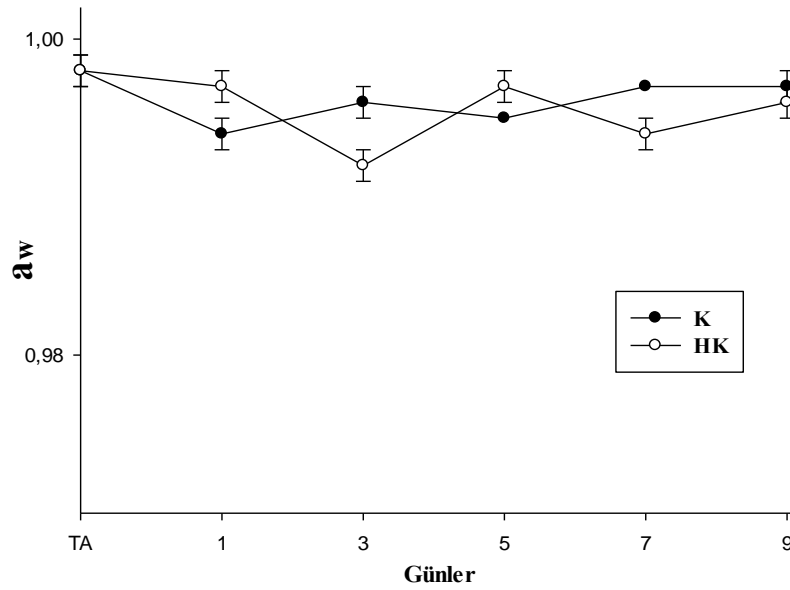
**Tablo 9.** Örneklerin depolanması süresince değişen su aktivitesi ( $a_w$ ) miktarları

Depolama Süresi (Gün)	K	HK
TA	0,998±0,001 <sub>A</sub>	0,998±0,001 <sub>A</sub>
1	0,994±0,001 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	0,997±0,001 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
3	0,996±0,001 <sup>a</sup> <sub>ABC</sub>	0,992±0,001 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
5	0,995±0,000 <sup>a</sup> <sub>BC</sub>	0,997±0,001 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
7	0,997±0,000 <sup>a</sup> <sub>AB</sub>	0,994±0,001 <sup>b</sup> <sub>BC</sub>
9	0,997±0,001 <sup>a</sup> <sub>AB</sub>	0,996±0,001 <sup>a</sup> <sub>AB</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir ( $p < 0,05$ ). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir ( $p < 0,05$ ).

Taze alabalık filetolarının başlangıç  $a_w$  miktarları 0,998 olarak saptanmıştır. Kontrol grubunun 1. gündeki  $a_w$  miktarı 0,994 iken, hidrolizat kaplanmış grupta bu değer 0,997 olarak bulunmuş ve istatistiki anlamda bu iki grup arasındaki farkın önemli

olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunda 3., 5. ve 7. günlerdeki  $a_w$  miktarı hidrolizat kaplı gruptan istatistiki bağlamda farklı olarak seyretmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunun 9. gündeki  $a_w$  değeri 0,997 iken, aynı değer hidrolizat kaplamalı grupta da benzerlik göstererek 0,996 olarak tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Kontrol grubunun  $a_w$  miktarının günlere göre değişiminde; 1. gün haricinde istatistiki fark gözlenmemiş olup ( $p>0,05$ ), kaplanmış grupta ise; 3. ve 7. günlerde elde edilen değerler istatistiki açıdan karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).



**Şekil 16.** Örneklerin depolanması süresince su aktivitesi ( $a_w$ ) miktarındaki değişimler  
K: Kontrol grubu; HK: Hidroliz ile kaplanmış grup

### 3.3.3. Renk (L, a, b) Değeri Değişimleri

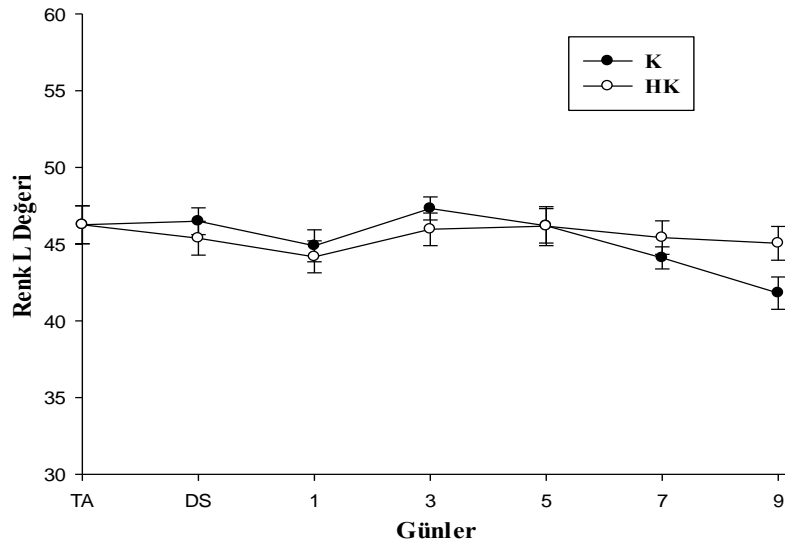
Kontrol ve hidrolizat kaplamalı alabalık filetoalarında depolama süresince tespit edilen renk (L, a, b) değerlerindeki değişimler Tablo 10, Şekil 17 ve Şekil 18'de verilmiştir.

**Tablo 10.** Örneklerin depolanması süresince değişen renk (Lab) miktarları

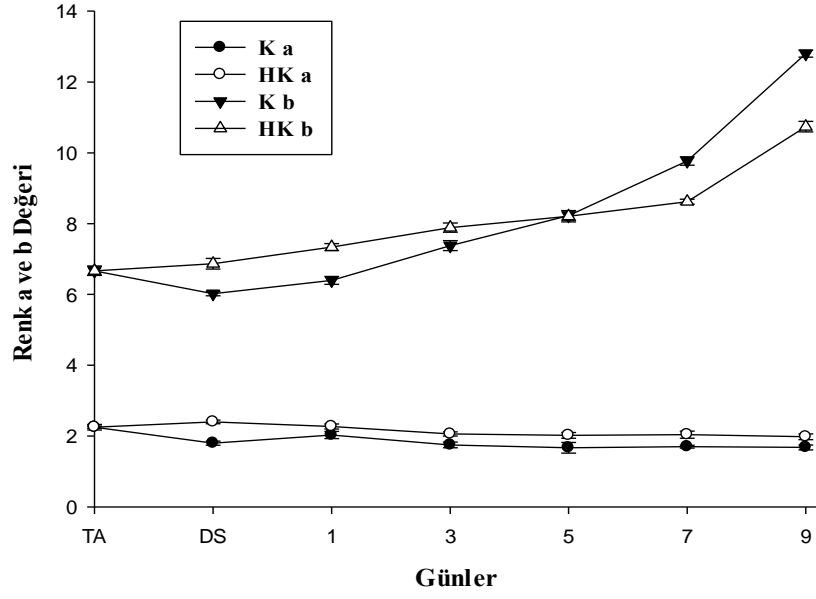
Depolama Süresi (Gün)	K			HK		
	L	a	b	L	a	b
TA	46,27±1,24 <sub>A</sub>	2,25±0,03 <sub>A</sub>	6,67±0,13 <sub>A</sub>	46,27±1,24 <sub>A</sub>	2,25±0,03 <sub>A</sub>	6,67±0,13 <sub>A</sub>
DS	46,50±0,87 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,80±0,06 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	6,02±0,06 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	45,39±1,10 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,40±0,05 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	6,87±0,15 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
1	44,90±1,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,03±0,10 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	6,40±0,11 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	44,18±1,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,27±0,07 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	7,34±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
3	47,33±0,75 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,75±0,08 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	7,38±0,14 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	45,97±1,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,06±0,06 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	7,89±0,13 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
5	46,20±1,12 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,67±0,15 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	8,23±0,13 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	46,18±1,27 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,02±0,08 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	8,21±0,16 <sup>b</sup> <sub>D</sub>
7	44,11±0,72 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,70±0,04 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	9,77±0,12 <sup>a</sup> <sub>E</sub>	45,43±1,09 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,04±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	8,62±0,07 <sup>b</sup> <sub>E</sub>
9	41,81±1,06 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	1,68±0,07 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	12,80±0,10 <sup>a</sup> <sub>F</sub>	45,06±1,10 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	1,98±0,08 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	10,74±0,15 <sup>b</sup> <sub>F</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; DS: Daldırıldıktan Sonra; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Taze alabalık filetolarının başlangıç L değeri 46,27, a değeri 2,25 ve b değeri 6,67 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunun saf suya daldırıldıktan sonraki L değeri ölçüm sonuçları ile kaplanmış grubun L değeri ölçüm sonuçları istatistiki bağlamda benzerlik göstermiştir ( $p>0,05$ ). Kontrol grubunun daldırıldıktan sonraki a değerleri ile hidrolizat kaplı grubun a değerleri arasında istatistiki olarak farklar görülmüştür ( $p<0,05$ ). Son olarak kontrol grubunun daldırıldıktan sonraki b değerleri ile kaplanmış grubun b değerleri de istatistiki olarak karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Depolamanın 1. ve 5. gününde kontrol ve kaplanmış gruba ait L değerleri arasında istatistiki bir fark gözlenmezken ( $p>0,05$ ), a ve b değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kaplanmış ve kontrol grubun da depolamanın son günü olan 9. gündeki L, a ve b indeks değerleri karşılaştırıldığında istatistiki açıdan farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunun günlere göre L değerlerinin değişimlerinde; istatistiki bağlamda 9. gün hariç farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Ancak a ve b değerlerinin değişimlerinde ise farkın önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Hidrolizat kaplı grupta depolama süresince L değerlerinin değişiminde istatistiki farklılıklar gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Ancak a ve b değerlerinin günlere göre değişiminde ise istatistiki bağlamda farklılıklar mevcuttur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 17.** Örneklerin depolanması süresince renk L miktarındaki değişimler  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup



**Şekil 18.** Örneklerin depolanması süresince renk a ve b miktarındaki değişimler  
K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup

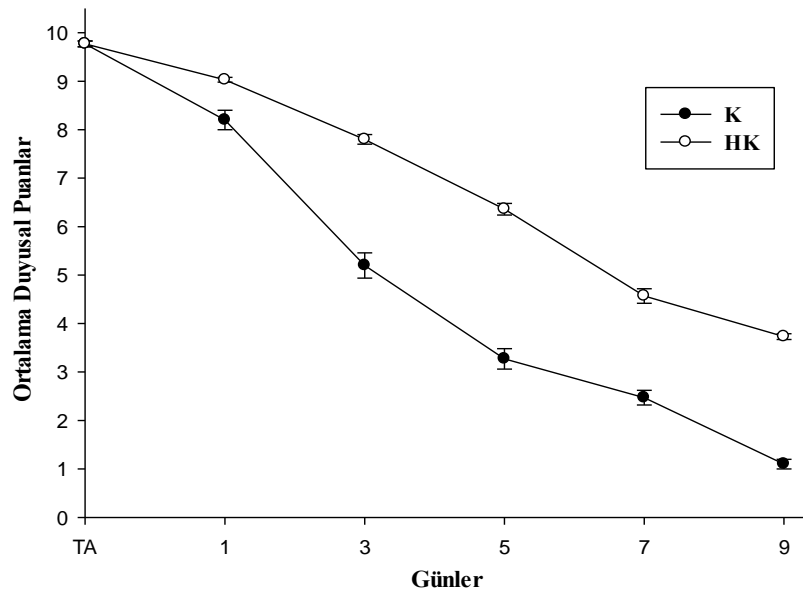
### 3.4. Duyusal Analiz Bulguları

Tüm grupların depolanması süresince, duyusal parametrelerindeki değişimlerinin puansal değerlendirmeleri Tablo 11 ve Şekil 19’da verilmiştir. Panelistlerin değerlendirmelerine göre kontrol grubuna ait filetolar 5. günde ortalama 4 puanın altına düşerek bozulma göstermiştir. Panelistlerin değerlendirmelerine göre; kontrol grubu filetolarının 5. günden itibaren kötü bir kokuya sahip olduğu, et dokusunda sararma ve sulanmalar meydana geldiği belirtilmiştir. Hidrolizat kaplamalı gruba ait filetolar ise 9. günde kokuşma, sararma ve sulanma göstermeye başlayarak, tüketilebilir sınır değeri olarak kabul edilen 4 puanın altına düşmüştür. Bu bağlamda soğuk depolama ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) koşullarında kontrol grubunun raf ömrü 3 gün, kaplanmış grupta ise 7 gün olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu hızlı bozulma göstermiş ve depolamanın ilk gününde duyusal puan ortalaması 8.20 iken, analiz yapıldığı son gün olan 9. günde bu değerlendirme 1.10’a düşmüştür. Hidrolizat kaplamalı grupta ise bozulma daha yavaş gerçekleşmiş olup, depolamanın yapıldığı 1. gündeki değeri 9.03 iken 9. gündeki değeri ise 3.73’e kadar düşüş göstermiştir. Tüm grupların kendi aralarında ve birbirleri ile kıyaslandıklarında, istatistiki açıdan farklılıkları önemli görülmüştür ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 11.** Örneklerin depolanması süresince değişen duyuusal parametrelerin puansal değerlendirmeleri

Depolama Süresi (Gün)	Örnek Cinsi	Görünüş	Koku	Doku	Ortalama
0	TA	9,80±0,23	9,70±0,12	9,80±0,11	9,77±0,06
1	K	8,20±0,12 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	8,00±0,34 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	8,40±0,26 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	8,20±0,20 <sup>a</sup> <sub>A</sub>
	HK	9,10±0,12 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	9,00±0,12 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	9,00±0,09 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	9,03±0,05 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
3	K	5,50±0,17 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,00±0,17 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,10±0,12 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,20±0,26 <sup>a</sup> <sub>B</sub>
	HK	7,80±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	7,90±0,14 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	7,70±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	7,80±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
5	K	3,50±0,15 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,10±0,12 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,20±0,17 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,27±0,21 <sup>a</sup> <sub>C</sub>
	HK	6,50±0,04 <sup>b</sup> <sub>C</sub>	6,30±0,08 <sup>b</sup> <sub>C</sub>	6,30±0,10 <sup>b</sup> <sub>C</sub>	6,36±0,12 <sup>b</sup> <sub>C</sub>
7	K	2,50±0,23 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	2,30±0,06 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	2,60±0,08 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	2,47±0,15 <sup>a</sup> <sub>D</sub>
	HK	4,80±0,14 <sup>b</sup> <sub>D</sub>	4,70±0,14 <sup>b</sup> <sub>D</sub>	4,60±0,08 <sup>b</sup> <sub>D</sub>	4,57±0,15 <sup>b</sup> <sub>D</sub>
9	K	1,20±0,12 <sup>a</sup> <sub>E</sub>	1,00±0,10 <sup>a</sup> <sub>E</sub>	1,10±0,06 <sup>a</sup> <sub>E</sub>	1,10±0,10 <sup>a</sup> <sub>E</sub>
	HK	3,70±0,15 <sup>b</sup> <sub>E</sub>	3,80±0,10 <sup>b</sup> <sub>E</sub>	3,70±0,14 <sup>b</sup> <sub>E</sub>	3,73±0,06 <sup>b</sup> <sub>E</sub>

TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Hidrolizat ile kaplanmış grup; ±: std. sp. Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).



**Şekil 19.** Örneklerin depolanması süresince değişen duyuusal puanları  
K: Kontrol grubu; HK: Hidroliz ile kaplanmış grup

### 3.5. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Taze alabalık filetosu, kontrol ve kaplanmış grupta depolama süresince tespit edilen toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri, toplam mezofilik ve psikrofilik koliform bakteri ve toplam mezofilik ve psikrofilik küf ve maya sayıları Tablo 12’de verilmiştir. Taze alabalık filetosu, kontrol ve hidrolizat kaplanmış gruplarda başlangıç ve 1. gün TAMB, TMKB ve TMMK analizlerinden elde edilen sayımlar  $<1,47$  log kob/g olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun duyuşal bozulma gösterdiği 5. günde TAMB, TMKB ve TMMK değerleri sırasıyla; 3,15, 2,67 ve 2,49 log kob/g olarak bulunurken, hidrolizat kaplamalı grupta ise bu değerler sırasıyla; 1,58, 1,50 ve 1,69 log kob/g olarak tespit edilmiş ve istatistiksel açıdan bu iki grup arasındaki farklılıkların önemli olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın son gününde ise kontrol grubundaki TAMB, TMKB ve TMMK değerleri sırasıyla; 4,86, 4,05, 4,19 log kob/g olarak bulunmuş, aynı değerler duyuşal bozulmanın gerçekleştiği 9. günde hidrolizat kaplamalı grupta ise sırasıyla; 2,69, 1,91 ve 2,24 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu iki grup arasında elde edilen değerler istatistiki açıdan karşılaştırıldığında farklılıkların önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Tablo 12.** Araştırmada kullanılan gruplara ait mezofilik ve psikrofilik, toplam koliform ve maya ve küf sayıları

Örnekleme Zamanı (Gün)	K (log kob/g)			HK (log kob/g)		
	TAMB	TMKB	TMMK	TAMB	TMKB	TMMK
TA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47
1	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47
3	2,26±0,10 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	2,10±0,05 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	1,98±0,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	<1,47	<1,47	<1,47
5	3,15±0,10 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	2,67±0,06 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	2,49±0,12 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	1,58±0,15 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	1,50±0,02 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	1,69±0,10 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
7	4,41±0,15 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,66±0,10 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,25±0,07 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	2,30±0,05 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	1,79±0,08 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	2,11±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
9	4,86±0,10 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	4,05±0,06 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	4,19±0,08 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	2,69±0,08 <sup>b</sup> <sub>C</sub>	1,91±0,08 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	2,24±0,08 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
	TAPB	TPKB	TPMK	TAPB	TPKB	TPMK
TA	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47
1	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47	<1,47
3	3,86±0,07 <sub>A</sub>	2,56±0,02 <sub>A</sub>	2,16±0,03 <sub>A</sub>	<1,47	<1,47	<1,47
5	4,09±0,07 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	3,88±0,03 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	3,61±0,02 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	3,09±0,04 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	1,54±0,04 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	3,03±0,02 <sup>b</sup> <sub>A</sub>
7	6,13±0,09 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	5,93±0,02 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	4,86±0,06 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,39±0,05 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	1,85±0,05 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	3,20±0,04 <sup>b</sup> <sub>B</sub>
9	7,58±0,06 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	6,51±0,02 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	6,64±0,05 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	3,76±0,02 <sup>b</sup> <sub>C</sub>	2,19±0,06 <sup>b</sup> <sub>C</sub>	3,41±0,06 <sup>b</sup> <sub>C</sub>

TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri; TMKB: Toplam mezofilik koliform bakteri; TMMK: Toplam mezofilik maya küf; TAPB: Toplam aerobik psikrofilik bakteri; TPKB: Toplam psikrofilik koliform bakteri; TPMK: Toplam psikrofilik maya küf; TA: Taze alabalık filetosu; K: Kontrol grubu; HK: Protein hidrolizatı ile kaplanan grup; ±: std. sp. Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) farklı günlerde aynı grup arasındaki farkları belirtir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı günde farklı gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0,05).

Kontrol grubunun TAMB, TMKB ve TMMK değerleri ile hidrolizat kaplamalı grubun TAMB değerlerinin günlere göre değişiminde istatistiki bağlamda önemli farklılıklar görülmüş olup ( $p<0,05$ ), hidrolizat kaplamalı grubun TMKB ve TMMK değerlerinin günlere göre değişiminde ise; 5. gün haricinde herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Taze alabalık filetosu, kontrol ve hidrolizat kaplanmış gruplarda başlangıç ve 1. gün TAPB, TPKB ve TPMK analizlerinden elde edilen sayımlar  $<1,47$  log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın 5. gününde TAPB, TPKB ve TPMK sayımları kontrol ve hidrolizat kaplamalı gruplarda sırasıyla; 4,09, 3,88, 3,61; 3,09, 1,54 ve 3,03 log kob/g olarak bulunmuş olup, bu değerler arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Son analiz günü olan 9. gündeki TAPB, TPKB ve TPMK değerleri ise kontrol grubunda sırasıyla; 7,58, 6,51 ve 6,64, hidrolizat kaplamalı grupta ise sırasıyla; 3,76, 2,19 ve 3,41 log kob/g olarak tespit edilerek, istatistiki bağlamda gruplar arasında farkın önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Her iki gruptaki TAPB, TPKB ve TPMK değerlerinin günlere göre değişiminde, kontrol ve hidrolizat kaplı gruplardaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli görülmüştür ( $p<0,05$ ).

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Gıda işleminin her türünde yan ürünler meydana gelir ve bu yan ürünlerin değerini ve miktarını tespit etmek çok zordur. Balık işleme sanayinde bu yan ürünlerin oranı % 40 ila 65 arasında değişmekte, kabuklu ürünlerde ise bu oran % 80'e kadar çıkmaktadır. Balık türlerine göre özellikle fileto olarak işleme aşamasında çıkan yan ürün oranlarına bakıldığında, alabalıkta % 45-50, sazanda % 40-55, levrekte ise % 50-55 kadar olabilmektedir. Su ürünleri işleme sektöründe bu yan ürünlerden yararlanma, ekonomik kazanç açısından diğer birçok sektörden daha önemlidir. Bu yan ürünler genellikle balık unu üretiminde kullanılsa da ekonomik değeri daha yüksek ve fonksiyonel ürünler elde etmek için farklı yollar kullanılarak değerlendirilmesi su ürünleri işleme sanayi için önemli bir husustur. Bu amaçla, su ürünlerinin atıkları veya direk kendisinden protein hidrolizatı elde etmek için bir çok çalışma yürütülmüştür (Thiansilakul vd., 2007; Liaset ve Espe 2008; Wasswa vd., 2008; Bougatef vd., 2009; Nakajima vd., 2009). Elde edilen bu hidrolizatların kullanım alanlarından biri de film kaplama uygulamalarıdır. Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdalardaki bozulma reaksiyonlarını ve kalite kayıplarını önlemek, gıdanın raf ömrünü uzatmak ve duyuşal özelliklerini korumak veya uygulanan gıdanın besin değerinin artırılması amacıyla gıdanın bileşenleri arasına ya da yüzeyine uygulanarak oluşturulmuş ince tabaka olarak bilinmektedir (Yılmaz vd., 2007).

Protein hidrolizatlarında verim enzim türü, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağılı olarak değişmektedir. Birçok araştırmacı farklı enzimler ve farklı hidroliz yöntemleri kullanarak balık atıklarından veya ticari değeri olmayan balık etlerinden protein hidrolizatı elde ederek bu hidrolizatların bazı fonksiyonel özelliklerini araştırmışlardır (Chalamaiah vd., 2010; Erdilal, 2014).

Çalışmada alabalık atıklarından Alkalaz enzimi kullanılarak elde edilen protein hidrolizatında verim % 9,05 olarak bulunmuştur. Bir çok araştırmacı Alkalaz enzimi kullanımının hem verimi hem de protein oranını artırdığını bildirmişler ve bunun nedeni olarak da proteinlerin alkalaz ile daha iyi çözünmesini ifade etmişlerdir (Wasswa vd., 2008; Chalamaiah vd., 2010; Erdilal, 2014).

Erdilal (2014), levrek işleme atıklarından (kafa, omurga, yüzgeç, kırpıntı et ve deri parçaları) farklı enzim türleri ve farklı hidrolizat yöntemleri kullanarak elde ettiği toz protein hidrolizatlarındaki verimin % 9-14,40 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Ayrıca Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının veriminin, protameks enzimi ile elde edilenlerden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Donmuş ve taze Morina balığı omurgasından elde edilen hidrolizatlarda verimin %3,9-9,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Slizyte vd., 2009).

Gehring vd. (2011), balık protein hidrolizatlarındaki verimi etkileyen faktörlerin başında kullanılan materyal, yöntem farklılığı ve enzim çeşidi farklılığının olduğunu vurgulamışlardır.

Çalışmada alabalık atıklarından yapılan toz protein hidrolizatındaki biyokimyasal içerik % 94,75±0,68 kuru madde, % 86,40±0,34 ham protein, % 0,37±0,01 ham yağ ve % 6,34±0,21 ham kül olarak bulunmuştur.

Erdilal (2014), levrek atıklarından elde ettiği toz protein hidrolizatında biyokimyasal içeriğin % 94,06-98,43 kuru madde, % 74,34-91,02 ham protein, % 1,62-4,36 ham yağ ve % 6,64-9,32 ham kül olduğunu ifade etmiştir.

Taheri (2014), protamex enzimi kullanarak bütün sardalya balığından yaptığı protein hidrolizatında biyokimyasal içeriğin % 95,30 kuru madde, % 92,20 ham protein, % 0,29 ham yağ ve % 2,7 ham kül olduğunu ifade etmiştir.

Sazan derisi kullanılarak elde edilen protein hidrolizatının kuru madde miktarının % 97,13, ham protein miktarının % 90,80, ham yağ miktarının %0,21 ve ham kül miktarının ise % 5,18 olduğunu bildirmişlerdir (Wasswa vd., 2008). Başka bir çalışmada ise alkalaz enzimi ile pollock balığı derisinden elde edilen hidrolizatın ortalama kuru madde içeriğinin % 95,50, ham protein miktarının % 94, ham yağ miktarının % 1'den daha az ve ham kül içeriğinin ise % 1,5 olduğunu bulmuşlardır (Sathivel vd., 2008).

Çalışmada alabalık atıklarından elde edilen toz protein hidrolizatının biyokimyasal kompozisyon içeriğinin yapılan diğer çalışmalarla uyumlu olduğu, aradaki farklılıkların ise kullanılan materyal, yöntem veya enzim çeşidinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Su ürünlerinin genel biyokimyasal bileşimi birçok faktöre göre değişmesine rağmen genelde % 66-84 oranında su, % 15-24 oranında protein, % 0,1-22 oranında yağ ve % 0,8-2 oranında mineral maddeden oluşmaktadır (Huss, 1998). Çalışmada kullanılan taze alabalık örneklerinin biyokimyasal içeriğine bakıldığında, % 23,80 kuru madde, % 18,27 ham protein, % 4,37 ham yağ ve % 1,25 ham kül olarak bulunmuştur. Öz vd. (2009), kültür ortamından aldıkları porsiyonluk alabalıkların biyokimyasal içeriğinin tespiti amacı ile yaptıkları çalışmada, kuru madde miktarını % 23,61, ham protein miktarını %19,06, ham yağ miktarını % 3,51 ve ham kül miktarını ise % 1,62 olarak bulmuşlardır. Akarsu (2016), alabalık üretim çiftliğinden temin ettikleri porsiyonluk alabalıkların biyokimyasal içeriğinin % 22,40 kuru madde, % 16,62 protein, % 5,31 ham yağ, % 1,29 ham kül olarak tespit etmişlerdir. Taze alabalıkların biyokimyasal içeriği açısından bakıldığında çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur.

Alabalık atıklarından elde edilen toz protein hidrolizati ile kaplanmış alabalık filetoalarının soğukta depolanması esnasındaki bazı kalite değişimlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, depolama boyunca kontrol ve kaplama yapılan grupta elde edilen kuru madde, ham yağ ve ham kül miktarındaki değişimler karşılaştırıldığında istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak her iki gruptan elde edilen protein değerleri arasındaki farkın önemli olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Bunun nedeni olarak kullanılan kaplama solüsyonundan gelen protein olduğu söylenebilir. Nitekim protein bazlı yenilebilir kaplamaların koruyucu etkisinin yanında uygulama yapılan ürünlerde besin değerini de artırdığı yönünde literatürde çalışmalar mevcuttur (Erdilal, 2014; Slizyte vd., 2005; Kim ve Mendis, 2006).

Gıdaların raf ömrünün tespitinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal yöntemler kullanılmakta ve bu parametrelerin limit değerlerine göre raf ömürleri belirlenmektedir. Kimyasal değerlendirme kriterlerinin başında protein yıkımının göstergesi olan TVB-N

ve gıdalardaki yağların acılaşıma miktarını belirten TBA analizleri gelmektedir. Bazı araştırmacılar, TVB-N değerlerine göre su ürünlerinin kalite kriterlerini ortaya koymuşlardır. Buna göre 25 mg/100 g “çok iyi”, 30 mg/100 g “iyi”, 35 mg/100 g “pazarlanabilir” ve 35 mg/100 g’den fazla TVB-N içeren örnekler ise “bozulmuş” olarak tanımlanmıştır (Huss,1995; Kietzman vd., 1969).

Çalışmada taze alabalık filetosundaki TVB-N miktarı 11,91 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca kontrol grubunun TVB-N değerleri hızlı bir şekilde artış göstermiş olup; örnekleme zamanında elde edilen değişim istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol grubundaki duyusal açıdan bozulmanın görüldüğü 5. günde TVB-N miktarı 31,52 mg/100 g, iken bu değer aynı gün kaplanmış grupta 19,91 mg/100 g olarak bulunmuştur. Depolama süresince her iki gruptan elde edilen değerler birbiriyle kıyaslandığında, 1. gün hariç diğer günlerdeki farklılıkları istatistiki açıdan önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Kontrol ve kaplanmış grupta elde edilen değerler arasındaki farklılığın nedeni olarak uygulanan kaplamanın oksijen geçirgenliğini azaltarak mikrobiyal gelişimi sınırlaması olarak düşünülmektedir.

Protein bazlı hidrolizatların antioksidatif aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle balık atıklarının hidrolizatından elde edilen yenilebilir protein film ve kaplamalar diğer protein filmleriyle karşılaştırıldığında daha az su buharı geçirgenliğine sahip ve daha esnektir (Dursun ve Erkan, 2009).

Oğur (2012), alabalık filetolarını farklı protein izolatları ile kapladıktan sonra vakum paketleyerek soğuk muhafaza koşullarında depolamış ve TVB-N açısından sınır değeri 25 mg/100 g olarak kabul edilmiştir. Kontrol grubunda başlangıç TVB-N değerini 15,28 mg/100 g bulurken, aynı grupta 3. haftada 27,68 mg/100 g değerini tespit etmiştir. AP (alabalık proteini) ve UP (uskumru proteini) ile kaplanan gruplarda 8 haftalık depolama süresince bu değerlerin sırası ile 19,69 ile 17,81 mg/100 g olduğunu ifade etmiştir. Aynı çalışmada, hidrolizatların oksijen geçirgenliğini azalttığından dolayı kaplama yapılan gıdada mikroorganizmaların gelişiminin baskılandığı ve bu sayede raf ömrünün arttığı bildirilmiştir (Oğur, 2012).

Erdilal (2014), yaptığı çalışmada alabalık köftelerinin TVB-N değerlerinin depolama süresi ve ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonuna bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini bulmuştur ( $p<0,01$ ). Ayrıca depolama süresi ve hidrolizat konsantrasyonu arasında gelişen interaksiyonun da alabalık köftelerinin TVB-N içerikleri üzerinde önemli derecede rol oynadığını belirlemiştir ( $p<0,01$ ).

Su ürünleri yağlarındaki yüksek doymamışlık nedeniyle, diğer etlere göre lipit oksidasyonuna daha yüksek oranlarda maruz kalır (Olgunoğlu, 2007). Oksidasyon sonucunda ilk olarak yağ asitleri ve peroksitler oluşmaktadır. Yağların acılaşma derecesinin belirlenmesi amacıyla tiyobarbitürik asit sayısı (TBA) tayini kullanılmaktadır (Olgunoğlu, 2007). TBA miktarı çok iyi bir materyalde 3 mg malonaldehit/kg'dan az, iyi bir üründe 3-5 mg malonaldehit/kg ve tüketilebilirlik sınır değerinin 7-8 mg malonaldehit/kg arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık vd., 1993b).

Çalışma başlangıcında taze alabalık filetosundaki TBA miktarı 0,27 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da depolama süresinin artışına bağlı olarak artışlar gözlenmiştir. Kontrol grubunda duyusal açıdan bozulmanın olduğu 5. günde 4,83 mg MA/kg, kaplanmış grupta ise 9. günde 4,53 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda gruplardan elde edilen değerler arasındaki farkların önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Protein hidrolizatı ile kaplama yapılması sonucu filetoların oksijen ile teması sınırlanmış ve bu bağlamda oksidasyonun yarı yarıya engellendiği belirlenmiştir. Benzer bulgulara bu konuda yapılmış diğer çalışmalarda da rastlanmaktadır. Gıdalardaki lipid oksidasyonunun engellenmesi amacıyla bu hidrolizatların kullanımını içeren çeşitli çalışmalar yürütülmüş ve olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Kristinsson, 2007; Shahidi vd., 1995; Slizyte vd., 2005; Kim ve Mendis, 2006). Hidrolizatların bu özelliklerinden yararlanmak amacı ile gıdalara doğrudan katılması veya gıdaların protein hidrolizatı içeren yenilebilir filmlerle kaplanması yoluna gidilmektedir.

Akarsu (2016), farklı yöntemler ile elde edilmiş kekik ekstraktları uygulayarak vakum paketli şekilde buzdolabı ortamında depolamış olduğu alabalık örneklerinde TBA miktarını taze alabalıkta 0,47 mg malonaldehit/kg olarak bulmuştur. Depolamanın

son günü olan 21. gündeki TBA değerlerini ise; kontrol grubunda 4,06 mg MA/kg, sıcak demleme grubunda 3,18 mg MA/kg, soğuk demleme grubunda 3,38 mg MA/kg, destilasyon grubunda 3,37 mg MA/kg ve kaynatma grubunda 4,32 mg MA/kg olarak bulmuştur.

Oğur (2012), sıcak tütsülenmiş alabalık filetoları üzerine farklı protein hidrolizatlarının kaplanması uygulamasını uygulamıştır. Çalışmanın 0. gününde TBA değerlerini kontrol grubunda 0,47 mg MA/kg, alabalık protein hidrolizatı filmi uygulanmış grupta 1,27 mg MDA/kg, uskumru protein hidrolizatı filmi uygulanmış grupta 1,19 mg MDA/kg olarak bulmuştur. TBA değerinde azalmaya neden olduğu için alabalık protein hidrolizatı uygulanmış grubun diğer protein filmlerine göre daha üstün olduğu, oksidasyonun etkisiyle üründe oluşabilecek bozulmaların bu sayede bertaraf edilebileceğini belirtmiştir.

Erdilal (2014), çalışmasında alabalık köftelerinin TBA içeriklerinin, depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasında ortaya çıkan interaksiyona göre önemli derecede farklılık gösterdiğini belirlemiştir ( $p<0,01$ ). Buna göre taze alabalıktaki TBA değeri 0,67 mg MA/kg bulunurken, % 1 enzim konsantrasyonlu grupta 0,71 mg MA/kg, % 1 enzim konsantrasyonlu grupta 0,69 mg MA/kg, % 10 enzim konsantrasyonlu grupta ise 0,75 mg MA/kg olduğunu tespit etmiştir. Depolamanın son günü olan 60. gündeki TBA değerlerini kontrol grubunda 3,51 mg MA/kg, % 1 enzim konsantrasyonlu grupta 2,29 mg MA/kg, % 1 enzim konsantrasyonlu grupta 2,33 mg MA/kg, % 10 enzim konsantrasyonlu grupta 2,58 mg MA/kg olarak bulmuştur. Alabalık köftelerinin TBA içeriklerinin, depolama süresi ile önemli derecede arttığını belirleyerek ( $p<0,01$ ), köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça köftelerin TBA içeriklerinin de azaldığını tespit etmiştir ( $p<0,01$ ).

Enzimlerin ve bakterilerin etkisiyle oksido-redüksiyon dengesi bozulmakta ve serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler pH değerinin artmasına neden olmaktadır (Varlık vd., 2007). Balıkların pH değerinin 6,0-6,5 arasında olduğunda balığın taze olduğu bildirilmiştir (Varlık vd 1993).



Çalışmada kullanılan taze alabalık filetosunda pH değeri 6,41 olarak ölçülmüştür. Depolama süresince kontrol grubunda pH miktarı 6,29 ile 6,39 arasında kaplama uygulanmış grupta ise 6,32 ile 6,59 arasında değişim göstermiştir. Kaplama yapılan grupta pH değeri kontrol grubuna göre daha sabit bir seyir izlemiştir. Örneklerin duyusal açıdan bozulma gösterdiği günlerde yapılan istatistiki karşılaştırmada farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Akarsu (2016), çalışmasında taze alabalıktaki pH değerini 6,47 olarak belirlemiştir. Depolamanın 1. günündeki pH değişimlerini ise kontrol grubunda 6,39, sıcak demleme grubunda 6,54, soğuk demleme, destilasyon ve kaynatma gruplarında ise 6,36 olarak belirlemiştir. Depolamanın 9. günündeki pH değişimlerini ise kontrol ve kaynatma gruplarında 6,21, sıcak demleme grubunda 6,17, soğuk demleme grubunda 6,19 ve destilasyon grubunda 6,10 olarak bulmuştur. Depolamanın son günü olan 21. günündeki pH değerlerinin değişimini kontrol grubunda 6,25, sıcak demleme grubunda 6,24, soğuk demleme grubunda 6,26, destilasyon grubunda 6,37 ve kaynatma grubunda ise 6,43 olarak belirlemiştir.

Su gıdalarda bozulma reaksiyonunu yönlendiren en önemli faktörlerden birisidir. Özellikle mikrobiyal gelişme ya da bozulmanın seyri, gıdanın serbest ya da bağlı su içeriğiyle yakından ilgilidir (Certel ve Ertugay, 1996). Gıdaların bünyesinde taşıdığı su, mikrobiyal gelişim açısından önemlidir. Taze balık ve et gibi gıdaların  $a_w$  değerleri ise 0,98-0,99 arasında değişmektedir (Varlık vd., 2004).

Çalışmada taze alabalık filetosunda  $a_w$  miktarı 0,998 olarak ölçülmüştür. Depolama süresince kontrol grubunda  $a_w$  miktarı 0,994 ile 0,997 arasında kaplama uygulanmış grupta ise 0,992 ile 0,997 arasında değişim göstermiştir. Kaplama yapılan grupta su aktivitesi değerlerinin kontrol grubuna göre biraz daha düşük olduğu bulunmuştur. Örneklerin duyusal açıdan bozulma gösterdiği günlerde su aktivitesi değerleri açısından yapılan karşılaştırmada farkın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Akarsu (2016), çalışmasında taze alabalıktaki  $a_w$  değerlerini 0,998 olarak belirlemiştir. Bu değerler yapılan bu çalışma ile benzer bulunmuştur.

Bir gıdanın rengini objektif olarak ölçmek için L, a, b parametreleri kullanılabilir. 0-100 arasında bir değere sahip olan “L” maddenin aydınlık derecesini gösterir, “a” kırmızılık indeksini ve “b” ise sarılık indeksini göstererek gıdanın rengi hakkında bilgi vermektedir.

Taze alabalık filetosunda L değeri 46,27, a değeri 2,25 ve b değeri ise 6,67 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ölçülen L ve a değerleri depolama süresince düşüş göstermiş ve 9. günde 41,81 ve 1,68 olarak bulunurken aynı değerler hidrolizat kaplamalı grupta ise 45,06 ve 1,98 olarak belirlenmiştir. b değerinde ise her iki grupta artış olmuş ancak kaplama uygulanan grupta bu artış daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Oğur (2012), çalışmasında taze alabalıkta ölçülen L ve a değerlerinin farklı protein hidrolizatları kaplaması uygulandıktan sonra ve depolama süresince düşüş gösterdiğini, b değerinin ise artış gösterdiğini vurgulamıştır. Aynı bulgulara Akarsu (2016)’nın çalışmasında da rastlanmaktadır. Bu açıardan yapılan çalışma ile ilgili çalışmalar renk analizi bakımından benzerlik göstermektedir.

Gıdalardaki bozulmanın değerlendirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri duyu analizi yöntemleridir. Bu yöntemde koku, tat ve tekstür gibi parametreler insan duyu yardımıyla değerlendirilmekte ve bu sebeple duyu özelliklerin gıda kalite kontrollerinde kullanılması önem taşımaktadır (Olafsdottir vd., 2004). Kalite parametreleri bakımından kabul edilebilir özellikte olan bir ürün, duyu özellikler açısından kabul edilemez nitelik taşıyorsa bu ürün tüketilemez olarak kabul edilir (Huss, 1995; Kietzman vd., 1969; Özden ve Baygar, 2003).

Başlangıçta 10 puan üzerinden değerlendirilen duyu kalite parametreleri her iki grupta da depolama süresinin artışına bağlı olarak düşüşe geçmiştir. Duyu açıdan kontrol grubu 5. günde limit değeri olan 4 puanın altına düşerek bozulurken, hidrolizat kaplı grupta ise 9. günde limit değerinin altına düşülmüştür. Duyu açıdan bozulmanın olduğu günlerde elde edilen değerler birbirleri ile kıyaslandıklarında, istatistik açıdan

önemli farklılıklar görülmüştür ( $p<0,05$ ). Bu sonuçlara göre soğuk muhafaza koşullarında kontrol grubunun raf ömrü 3 gün, protein hidrolizatı kaplanmış grupta ise raf ömrü 7 gün olarak tespit edilmiştir. Protein hidrolizi ile kaplama uygulayarak depolanan filetoların raf ömrü kontrol grubuna göre 2 kat daha artmıştır. Litaratürde yapılan birçok çalışmada, yenilebilir kaplama uygulaması ile ürününün duyu özelliklerinin geliştirildiği ve duyu açıdan raf ömrünün arttığı belirtilmektedir (Xie vd., 2002; Wan vd., 2006; Dursun ve Erkan, 2009; Oğur 2012; Erdilal 2012).

Erdilal (2012)'deki çalışmasında, alabalık köftelerinin genel görünüşlerine verilen puanların depolama süresi boyunca önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksyonun genel görünüş özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Depolama süresi uzadıkça genel görünüş ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine verilen puanların önemli derecede düştüğü; balık kokusu ve elastikiyet puanları gibi özelliklere verilen puanların ise önemli derecede arttığı tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ).

Balık ürünlerindeki toplam bakteri seviyesi çoğunlukla  $10^4$  ve  $10^5$  kob/g arasında olmasına rağmen  $10^6$  ve  $10^8$  kob/g arasında mikroorganizma bulunan su ürünleri de bulunabilmektedir fakat duyu açıdan reddedilen ürünlerde mikroorganizma seviyesi  $10^6$ - $10^7$  kob/g ya da kob/cm<sup>2</sup> arasında değişebilmektedir. Bu değerler su ürünlerinin toplam bakteri açısından limit değerlerini oluşturmaktadır (FDA, 1998; Barbosa vd., 2002).

Çalışmada toplam mezofilik ve psikrofilik, toplam koliform, maya ve küf bakteri sayıları taze alabalık filetosunda  $<1,47$  log kob/g olarak tespit edilirken depolama süresinin artışına paralel olarak her iki grupta da ilgili bakteri sayılarında artışlar gözlenmiştir. Mezofilik ve Psikrofilik bakteri sayımlarında kontrol grubunun 1. gündeki TAMB, TMKB, TMMK sayıları  $<1,47$  log kob/g olarak bulunmuş, aynı değerler protein kaplamalı grupta da  $<1,47$  log kob/g olarak bulunmuştur. Duyusal açıdan bozulmaların başladığı 3. günde kontrol grubunda TAMB, TAPB, TMKB, TPKB, TMMK ve TPMK sayıları sırasıyla 2,26 log kob/g, 3,86 log kob/g, 2,10 log kob/g, 2,56 log kob/g, 1,98 log kob/g, 2,16 log kob/g olarak bulunurken, hidrolizat

kaplamalı grupta ise bu değerler  $<1,47$  log kob/g olarak bulunmuştur. Hidrolizat ile kaplanmış alabalık filetolarında duyuasal açıdan bozulmanın olduğu 9. günde TAMB, TAPB, TMKB, TPKB, TMMK ve TPMK sayıları sırasıyla 2,69 log kob/g, 3,76 log kob/g 1,91 log kob/g, 2,19 log kob/g 2,24 log kob/g ve 3,41 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu iki grubun mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımlarında elde edilen değerler istatistiki açıdan karşılaştırıldığında farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Kaplama uygulanan grupta mikroorganizma sayısı kontrol grubuna göre çok daha düşük bulunmuştur. Bunun başlıca nedeni olarak uygulanan kaplamanın oksijen geçirgenliğini azalttığı ve buna bağlı olarak bakteriyel üremenin sınırlandığı düşünülmektedir. Yenilebilir filmlerle yürütülen birçok çalışmada mikrobiyal gelişmenin baskılandığı ve bu sayede ürünlerin raf ömrünün uzatıldığı açıkça belirtilmiştir ve literatürde benzer çalışmalara rastlamak mümkündür (Dursun ve Erkan, 2009; Oğur 2012; Erdilal 2012). Yenilebilir kaplamalar, oksijen, karbondioksit gibi önemli gazların kontrollü değişimine seçici izin verirken, nem kayıplarını engellemek için doğal katmanların güçlendirilmesini sağlar (Kester ve Fennema, 1986).

Oğur (2012), farklı protein hidrolizatları kullanarak kapladığı dumanlanmış alabalıklarda, depolamanın 8. haftasındaki toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayılarını kontrol grubunda 6,00 ve 6,72 log kob/g, alabalık hidrolizatı ile kaplanmış grupta  $< 1,00$  ve  $< 1,00$  log kob/g ve uskumru protein hidrolizatı ile kaplanmış grupta ise 2,81 ve 2,59 log kob/ g olarak belirlemiştir.

Kaplama uygulanmış alabalık filetolarının kontrol grubuna göre TVB-N, TBA mikrobiyolojik ve duyuasal analizlerinin sonuçlarına göre çok daha düşük düzeyde olduğu bulunmuştur. Alabalığın kendi yan ürünlerinden elde edilen yenilebilir kaplamanın, alabalık filetolarının soğuk muhafazasında etkili bir şekilde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda çalışma sonuçlarına göre alabalığın yan ürünlerinden elde edilen protein hidrolizatı ile yapılan yenilebilir kaplamanın alabalık filetolarını her açıdan geliştirerek raf ömrünü arttırdığı ve kalitesini yükselttiği tespit edilmiştir.

## 5. ÖNERİLER

Günümüzde yan ürün terimi; esas ürünün hazırlanması süresince ortaya çıkarılan, yenilebilir ve yenmez özellikteki ham materyalin tümü demektir. Balıklar işlendiğinde ve filetoları yapıldığında ortaya çıkan baş, solungaç, kuyruk, yüzgeçler, omurga, karaciğer, bağırsaklar ve gonadların tümü yan üründür. Ayrıca beyaz etli balık filetolarının üretiminde en büyük payı, % 60 oranla yan ürünler oluşturmaktadır (Duyar vd., 2008).

Atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek; gıda, ilaç, kozmetik, yem sanayii ve pek çok diğer endüstriyel uygulamalarda kullanım alanı bulabilmekte, zamanla yeni uygulamalar da ortaya çıkmaktadır. Böylece yüksek katma değeri olan ürünlerin üretilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi açısından oldukça önem taşımaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında alabalık işleme sanayi yan ürünlerinden fonksiyonel özellikleri yüksek antimikrobiyal ve antioksidan etkili protein hidrolizatı üretiminin mümkün olduğu bulunmuştur. Su ürünleri işleme fabrikalarının kendi bünyelerinde oluşturacakları küçük bir sistemle bu yan ürünlerden uygun koşullarda protein hidrolizatı üretimi yaparak bunları kendi ürünlerinde veya piyasada koruyucu katkı maddesi olarak kullanmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu sayede fabrika atıkları hem çevreye zarar vermeyecek hem de ekonomiye katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- AB Komisyonu, 2003.** The Use of Fish By-Products In Aquaculture. Report of The Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. Health and Consumer Protection Directorate General. Brüksel, Belçika.
- Akagündüz, Ö.Y., 2010.** Çipura İşleme Atıklarının Yan Ürün Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir, Türkiye, 41 s., 1-32.
- Akarsu, H., 2016.** Buzdolabında ( $2\pm 1$  °C) Vakum Paketlenerek Depolanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Filetolarının Kalitesine Farklı Kekik (*Origanum onites* L.) Ekstraktlarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 96 s., 1-83.
- Akbaba, G., 2006.** Yenilebilir ambalajlar. Bilim ve Teknik Dergisi, 30–32.
- Aksungur, M., 2007.** Atık su ürünleri ve kullanımı. Sümae Yunus Araştırma Bülteni, 7:2, 1-3.
- Altan, A., 2003.** Özel Gıdalar Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi yayınları, Ziraat Fakültesi ofset matbaası, yayın no: 51, 5-9.
- Ambardekar, A., 2007.** Potential use of Arrowtooth Flounder (*Atheresthes Stomias*) protein as edible coating in food industry. Asian Fisheries Science, 20, 383-393.
- Appendini, P. and Hotchkiss, J.H., 2002.** Review of antimicrobial food packaging. Michigan State University. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 3, 113-126. DOI: 10.1016/S1466-8564(02)00012-7.
- Aras, N., Kocaman, E.M. ve Aras, M.S., 2000.** Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığı Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Yayın No:216.
- Aspmo, S.I., Horn, S.J. and Eijnsink, V.G.H., 2005.** Enzymatic hydrolysis of atlantic cod (*Gadus morhua* L.) viscera. Process biochemistry. Chemical Engineering and Materials Research Information Center, 40, 1957-1966. DOI: 10.1016/j.procbio.2004.07.011.
- Audic, J.L., Guerin-Dubiard, C., 2007.** Egg-protein-based films and coatings. Bioactive egg Compounds. Research Gate. In book, 265-273. DOI:10.1007/978-3-540-37885-3-31.
- Avena-Bustillos, R.J., Olsen, C.W., Olson, D.A., Chiou, B., Yee, E., Bechtel, P.J. and McHugh T.H., 2006.** Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films. Food Engineering and Physical Properties. Journal of Food Science, No 4, 202-207. DOI:10.1111/j.1750-3841.2006.00016.x.

- Ayana, B. ve Turhan, K.N., 2009.** Gıda ambalajlamasında antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmler/kaplamalar ve uygulamaları. Derleme. Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35, 151-158.
- Badii, F. and Howell, N.K., 2006.** Fish gelatin. Structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. Food Hydrocolloid, 20, 630-640. DOI:http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.06.006.
- Barbosa, A., Bremner, H.A., Bremner, A. and Vaz-Pires, P., 2002.** The meaning of shelf-life. A. Bremner (Ed.), safety and quality issues in fish processing, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 173-190.
- Beaulieu, L., Thibodeau, J., Bryl, P. and Carbonneau, M.E., 2009.** Characterization of enzymatic hydrolyzed snow crab (*Chionoecetes opilio*) by-product fractions. A source of high valued biomolecules. Bioresource Technology, 100, 3332-3342. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.01.073.
- Behnke, R.J., 1992.** Native Trout of Western North America. American Fisheries Society, Afs. Monograph No:6.
- Berkün, D., Balköse, D., Tihminhoğlu, F. ve Altinkaya, S.A., 2008.** Sorption and diffusion of water vapour on edible films. Journal of Thermal Analysis and Colorimetry, 94,683-686.
- Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Manni, L., Ravallec, R., Barkia, A., Guillochon, D. and Nasri, M., 2009.** Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of Sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins. Food Chemistry, 118, 3, 559-565. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.05.021.
- Bourtoom, T., Chinnan, M.S., Jantawat, P. and Sanguanddekul, R., 2006.** Effect of select parameters on the properties of edible film from water-soluble fish proteins in surimi wash-water. Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie, 39, 405-418. DOI: 10.1177/1082013206063980.
- Carvalho, R.A., Sobral, P.J.A., Thomazine, M., Habitante, A.M.Q.B., Gimenez, B., Gomez-Guillen, M.C. and Montero, P., 2008.** Development of edible films based on differently processed Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) skin gelatin. Food Hydrocolloids, 22, 1117-1123. DOI:10.1016/j.foodhyd.2007.06.003.
- Certel, M. ve Ertugay, M.F., 1996.** Gıdalarda su aktivitesinin kontrol ve belirleme yöntemleri-II. Gıda, cilt 21, 5, 307-310.
- Chalamaiah, M., Narsing, R.G., Rao, D.G. and Jyothirmayi, T., 2010.** Protein hydrolysates from Meriga (*Cirrhinus mrigala*) egg and evaluation of their functional properties. Food Chemistry, 120, 652-657.

- Cıvıdır, A., 2011.** Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'ndan Kraker Yapımı ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 70 s.
- Clausen, E., Gildberg, A. and Raa, J., 1985.** Preparation and testing of an autolysate of fish viscera as growth substrate for bacteria. Applied and Environmental Microbiology, 6, 50, 1556–1557.
- Coello, N., Montiel, E. Concepcion, M. and Christen, P., 2002.** Optimisation of a culture medium containing fish silage for L-lysine production by *Corynebacterium Glutamicum*. Bioresource Technology, 85, 207–211.
- Cunha, M.G., Cerqueira, M.A., Souza, B.W.S., Souza, M.P., Teixeira, J.A. and Vicente, A.A., 2009.** Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium Occidentale* L. Journal of Food Engineering, 95, 379-385. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2009.05.020.
- Çağlak, E., 2009.** Su ürünlerinde yan ürünler ve by-products. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize, 01-04 Temmuz 2009, 14 s.
- Çolakoğlu, F.A. ve Künili İ.E., 2016.** Su ürünleri atıkları ve değerlendirme olanakları. Dünya Gıda Dergisi.
- Dekker, M., 1994.** Milk protein functionality in food systems. New York, USA, 525 p.
- Dumay, J., Barthomeuf, C. ve Berge, J.P., 2004.** How enzymes may be helpful for upgrading fish by-products. Enhancement of fat extraction. Journal of Aquatic Food Product Technology, 13, 69-84.
- Dursun, S. ve Erkan, N., 2009.** Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. Journal of Fisheries Sciences, 3, 4, 352-373.
- Duyar, H.A., Yeşiltaş, M. ve Aksoy, S., 2008.** I. International Congress of Seafood Technology. Çeşme-İzmir, Türkiye, 18-21 Mayıs, 2008.
- Erdilal, R., 2014.** İşleme Yan Ürünlerinden Hidrolize Balık Proteinini Eldesi ve Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Antalya, Türkiye, 135 s., 1-126.
- FDA, 1998.** Bacteriological Analytical Manual, Revision A, Edition 8.
- Fishfarm, 2014.** Alabalık, Levrek Ve Çipura Yetiştiriciliği (Trout, Sea Bass and Sea Bream Farming). Avrupa Birliği Yenilik Transferi Projesi. Qualification of Vocational Education and Skill Training For Aquaculture Sector in Europe, TR1-LEO05-35110.
- Garcia, M.A., Martino, M.N. ve Zaritzky, N.E., 1999.** Edible starch films and coatings characterization. scanning electron microscopy. Water vapor and gas permeabilities, 21, 5, 348–353, DOI: 10.1002/sca.4950210508.



- Gehring, C.K., Gigliotti, J.C., Moritz, J.S., Tou, J.C. and Jaczynski, J., 2011.** Functional and nutritional characteristics of proteins and lipids recovered by isoelectric processing of fish by-products and low-value fish. A review. *Food Chemistry*, 124, 422–431.
- Gennadios, A., Weller, C.L., Hanna, M.A. and Froning, G.W., 1997.** Mechanical and barrier properties of egg albumen films. *Journal of Food Science*, 61, 3, 585–589.
- Gennadios, A., 2002.** Protein-based films and coatings, CRC press. Taylor & Francis Group, 672 p. ISBN: 978-1-58716-107-0.
- Gildberg, A., 2004.** Enzymes and bioactive peptides from fish waste related to fish silage. Fish feed and fish sauce production. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13 p, 3-11.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 1995.** Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi yayınları, yayın no: 751, 2. Baskı.
- Guerard, F., Guimas, L. and Binet, A., 2002.** Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation. *Journal of Molecular Catalysis B-Enzymatic*, 19-20, 489-498.
- Gürgün, V. ve Halkman, A.K., 1990.** Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, No:7, Ankara, 146 s.
- Gómez-Guillén. M.C., Ihl, M., Bifani, V., Silvia, A. and Montero, P., 2007.** Edible films made from tuna-fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (*Ugni Molinae Turcz*). *Food Hydrocolloids*, 21, 1133-1143.
- Huss, H.H., 1998.** Fresh Fish Quality and Quality Juillet 1991 Changes. FAO Fisheries Series. FAO Le Marche'des Rome. No. 29.
- Huss, H.H., 1995.** Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper-348, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome 132 p.
- İnal, T., 1992.** Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. Final ofset, genişletilmiş 2. baskı, İstanbul, 783 s.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., Prodpran, T. And Tanaka, M., 2006a.** Characterization of edible films from skin gelatin of Brownstripe Red Snapper and Bigeye Snapper. *Food Hydrocolloids*, 20, 492-501. DOI:10.1016/j.foodhyd.2005.04.007.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M., 2006b.** Effect of plasticizers on the properties of edible films from skin gelatin of Bigeye

- Snapper and Brownstripe Red Snapper. *European Food Research and Technology*, 222, 229-230.
- Jun, S.Y., Park, P.J., Jung, W.K. and Kim, S.K., 2004.** Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysate of Yellowfin Sole (*Limanda aspera*) frame protein. *European Food Research and Technology*, 219, 20-26.
- Karakaya, E., 2013.** Farklı Şekillerde Paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril,1858)'nın 4±1°C 'de Raf Ömrünün Belirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.
- Karim, A.A. and Bhat, R., 2009.** Fish gelatin. Properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 23, 563-576.
- Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E., 2004.** Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *Derleme. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 21, 365-370.
- Kester, J.J. and Fennema, O., 1986.** Edible films and coatings. A review. *Food Technology*, 40,12, 47-50.
- Khan, M.A.A., Hossain, M.A., Hara, K., Ostomi, K., Ishihara, T. and Nozaki, Y., 2003.** Effect of enzymatic fish-scrap protein hydrolysate on gel-forming ability and denaturation of lizard fish *Saurida wanieso* surimi during frozen storage. *Fisheries Science*, 69,200:1271–1280. DOI: 10.1111/j.0919-9268.2003.00755.x.
- Kılınç, B., 2003.** Fish sauce technology (in Turkish). *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20, 1-2, 263 – 272.
- Kılınç, B., 2007.** Balık atıklarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 24, 315–319. ISSN 1300 – 1590.
- Kietzmann, U., Priebe, K., Rakow, D. and Reichstein, K., 1969.** Seefisch als lebensmittel. Paul Parey-Verlag, Hamburg-Berlin, 100.
- Kim, S.K. and Mendis, E., 2006.** Bioactive compounds from marine processing by-products. A review. *Food Research International*, 39, 383-393.
- Koral, S., 2012.** Türkiye’de Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balık Ürünlerinde Biyojenik Amin Miktarlarının Tespiti ve Oluşumuna Neden Olan Faktörlerin İncelenmesi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 231 s., 62.
- Koyuncu, M.A. ve Savran, H.E., 2002.** Yenilebilir kaplamalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 3, 73-83.
- Kritinsson, H.G., 2007.** Aquatic food protein hydrolysates. In: F. Shahidi (ed.). *Maximising the value of marine by-products*, Cambridge, Woodhead Publishing Ltd., 229-248.

- Liasset, B., Julshamn, K. and Espe, M., 2003.** Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with protamex<sup>TM</sup>. *Process Biochemistry*, 38, 1747-1759.
- Liasset, B. and Espe, M., 2008.** Nutritional composition of soluble and insoluble fractions obtained by enzymatic hydrolysis of fish - raw materials. *Process Biochemistry*, 43, 42-48. DOI: 10.1016/j.procbio.2007.10.007.
- Mac Crimmon, H.R., 1971.** World distribution of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 28, 663–704.
- Martone, C.B., Borla, O.P. and Sanchez, J.J., 2005.** Fishery by-product as a nutrient source for bacteria and archaea growth media. *Bioresource Technology*, 96,383-387. DOI:10.1016/j.biortech.2004.04.008.
- Mendis, E., Rajapakse, N., Byun, H.G. and Kim, S.K., 2005.** Investigation of Jumbo Squid (*Disidicus gigas*) skin gelatin peptides for their antioxidant effects. *Life Sciences*, 77, 2166-2178. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.03.016.
- Miller, K.S. and Krochta, J.M., 1997.** Oxygen and aroma barrier properties of edible films. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 1-10.
- Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M. and Voilley, A., 2002.** Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films. A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 1, 67-89. DOI:10.1080/10408690290825466.
- Nagai, T. and Suzuki, N., 2000.** Isolation of collagen from fish waste material–skin, bone and fins. *Food Chemistry*, 68, 277–281. DOI:10.1016/S0308-8146(99)00188
- Nakajima, K., Yoshie-Stark, Y. and Ogushi, M., 2009.** Comparison of ACE inhibitory and DPPH radical scavenging activities of fish muscle hydrolysates. *Food Chemistry*, 114,844-851. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.10.083.
- Noga, E.J., Fan, Z. and Silphaduang, U., 2001.** Histone-like proteins from fish are lethal to the parasitic dinoflagellate amyloodinium ocellatum. *Parasitology*, 123,57-65. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182001007971>.
- Norwitz, W., 1970.** Drained Weight Determination of Frozen Glazed Fish and Other Marine Products. *Method of Analysis of the AOAC*, 339 p.
- Oğur, S.D., 2012.** Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Türkiye, 214 s., 1-190.
- Olafsdottir, G., Nesvadba, P., Natale, C.D., Careche, M., Oehlenschläger, J., Tryggvadóttir, S.V., Schubring, R., Kroeger, M., Heia, K., Esaiassen, M., Macagnano, A. and Jørgensen, B.M., 2004.** Multi sensor for fish quality determination. *Trends in Food Science and Tenology*, 15, 86-93.

- Olgunoğlu, İ.A., 2007.** Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis Engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Değişimler. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, Türkiye, Proje No: SÜF–2004-D5.
- Ovissipour, M., Rasco, B., Shiroodi, S.G., Modanlow, M., Gholami, S. ve Nemati, M., 2013.** Antioxidant activity of protein hydrolysates from whole Anchovy Sprat (*Clupeonella engrauliformis*) prepared using endogenous enzymes and commercial proteases. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93, 1718-1726. DOI: 10.1002/jsfa.5957.
- Öz, M., Dikel S. ve Durmuş, M., 2009.** Pozantı Körkün Çayından yakalanan Gökkuşuğı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile yetiştiriciliği yapılan Gökkuşuğı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) besin içerikleri ve yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize Üniversitesi. Rize, 1-4 Temmuz, 11 s.
- Özden, Ö. ve Baygar, T., 2003.** Farklı paketlenme yöntemlerinin marine edilmiş balıkların bazı kalite kriterleri üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 27, 899-906.
- Özyurt, G., Özkütük, A.S., Şimşek, A., Yesilsu, A.F. ve Ergüven, M., 2015.** Quality and shelf life of cold and frozen Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Effects of fish protein-based biodegradable coatings. International Journal of Food Properties, 18, 1876-1887. DOI: 10.1080/10942912.2014.971182.
- Ramachandran, D., Mohan, M. and Sankar, T.V., 2007.** Physicochemical characteristics of muscle proteins from Barracuda (*Sphyraena jello*) of different weight groups. LWT, 40, 1418–1426. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.09.010.
- Ranathunga, S., Rajapakse, N. and Kim, S.K., 2006.** Purification and characterization of antioxidative peptide derived from muscle of Conger Eel (*Conger myriaster*). European Food Research and Technology, 222, 310-315.
- Ruttanapornvareesakul, Y., Ikeda, M., Hara, K., Osatomi, K., Osako, K., Kongpun, O. and Nozaki, Y., 2006.** Concentration-dependent suppressive effect of shrimp head protein hydrolysate 133 on dehydration-induced denaturation of lizardfish myofibrils. Bioresource Technology, 97, 762-769.
- Sathivel, S. and Bechtel, P.J., 2006.** Properties of soluble protein powders from Alaska Pollock (*Theragra chalcogramma*). International Journal of Food Science and Technology, 41, 520-529. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.01101.x.
- Sathivel, S., Huang, S. and Bechtel, P.J., 2008.** Properties of Pollock (*Theragra chalcogramma*) skin hydrolysates and effects on lipid oxidation of skinless Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) fillets during 4 months of frozen storage. Journal of Food Biochemistry, 32, 247-263. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2008.00172.x.

- Shahidi, F., Han, X.Q. and Synowiecki, J., 1995.** Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin. *Food Chemistry*, 53, 285-293. DOI:10.1016/0308-8146(95)93934-J.
- Shiku, Y., Hamaguchi, P.Y., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M., 2004.** Effect of surimi quality on properties of edible films based on Alaska Pollock. *Food Chemistry*, 86, 493-499. DOI:10.1016/j.foodchem.2003.09.022.
- Slizyte, R., Dauksas, E., Falch, E., Storro, I. and Rustad, T., 2005.** Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed Cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochemistry*, 40, 2021-2033. DOI: 10.1016/j.procbio.2004.07.016.
- Slizyte, R., Mozuraityte, R., Martinez-Alvarez, O., Falch, E., Fouchereau-Peron, M. and Rustad, T., 2009.** Functional, bioactive and antioxidative properties of hydrolysates obtained from Cod (*Gadus morhua*) backbones. *Process Biochemistry*, 44, 668-677.
- Smith, G., Hole, M. and Hanson, S.W., 1992.** Assessment of lipid oxidation in Indonesian salted-dried marine Catfish (*Arius thalassinus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 193-205.
- Sobral, P.J.A., Menegalli, F.C., Hubinger, M.D. and Roques, M.A., 2001.** Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloids*, 15, 423-432. DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00061-3.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J., 1987.** *Introduction to Biostatistics*. 2nd ed., W.H. Freeman and Company, New York, 349 p.
- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V., 2000.** *Biyoistatistik*, Hatiboğlu Yayınları. Yayın no: 53, 9. Baskı, Ankara, 269 s.
- Taheri, A.; Farvin, K.H.S.; Jacobsen, C. and Baron, C.P., 2014.** Antioxidant activities and functional properties of protein and peptide fractions isolated from salted herring brine. *Food Chemistry*, 142, 318–326.
- Tarladgis, B.G., Margaret, B.M., Younathan, T. and Dugan, L., 1960.** Distillation method for the determination of manolaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 37, 44-48.
- Temiz, H. ve Yeşilsu, A.F., 2006.** Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 41-50 s.
- Thiansilakul, Y., Benjakul, S. and Shahidi, F., 2007.** Antioxidative activity of protein hydrolysate from round scad muscle using alcalase and flavourzyme. *Journal of Food Biochemistry*, 31, 266-287. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2007.00111.x.
- Thorgaard, G.H., Bailey G.S., Williams D., Buhler D.R., Kaattari S.L. and Ristow S.S., 2002.** Status and opportunities for genomics research with Rainbow Trout.

Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol. 133, 609–646. DOI: 10.1016/S1096-4959(02)00167-7.

**TUIK, 2015.** TC Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü. Su Ürünleri İstatistikleri, Temmuz, 2015, Ankara.

**URL-1, 2016.** Balık ve Sağlık. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Obezite, Diyabet ve Metabolik Hastalıklar Daire Başkanlığı, <http://beslenme.gov.tr/index.php?page=302>, (2016).

**URL-2, 2016.** <http://www.mustafaaltinisik.org.uk/89-1-07.pdf>, (2016).

**Uysal, İ. ve Alpaz, A., 2002.** Comparison of the growth performance and mortality in Abant Trout (*Salmo trutta abanticus* Tortonese, 1954) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) under farming conditions. Turkish Journal of Zoology, 26,399-403.

**Üçüncü, M., 2000.** Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova, İzmir, 612 s.

**Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D.J. and Gonzalez-Martinez, C., 2008.** Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48, 496-511. DOI: 10.1080/10408390701537344.

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

**Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., 2004.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Yayın No: 4465.

**Vazquez, J.A., Gonzalez, M.P. and Murado, M.A., 2004.** Peptones from autohydrolysed fish viscera for nisin and pediocin production. Journal of Biotechnology, 112, 299-311. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2004.04.011.

**Walbaum, 1792.** World Register of Marine Species. Worms Taxon Details, *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792, Aphia ID: 127185.

**Wan, V.C., Lee, C.M. and Lee, S.Y., 2006.** Understanding consumer attitudes on edible films and coatings. Focus Group Findings. Journal of Sensory Studies, 22, 353-366. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2007.00108.x.

**Wasswa, J., Tang, J. and Gu, X.H., 2008.** Optimization of the production of hydrolysates from Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin using alcalase. Journal of Food Biochemistry, 32, 460-473. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2008.00176.x.

- Weng, W., Hamaguchi, P. Y., Tanaka, M., 2006.** Effect of propylene glycol alginate on the properties of edible film prepared from Alaska Pollock surimi. *Journal of the Japanese Society For Food Science and Technology*, 53, 10, 542-547.
- Weng, W., Hamaguchi, P. Y., Osako, K., Tanaka, M., 2007.** Properties of edible surimi film as affected by heat treatment of film forming solution. *Food Science and Technology Research*, 13, 4, 391-398. DOI:10.3136/fstr.13.391.
- Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D.M. and Sporns, P., 2005.** *Handbook of Food Analytical Chemistry. Food Science & Technology.* Wiley - Interscience, Hoboken, 1,768-784. ISBN: 978-0-471-66378-2.
- Wu, H.C., Chen, H.M. and Shiau, C.Y., 2003.** Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of Mackerel (*Scomber austriasicus*). *Food Research International*, 36, 9-10, 949-957. DOI: 10.1016/S0963-9969(03)00104-2.
- Yılmaz, L., Bayizit, A.A. ve Yılsay, T.Ö., 2007.** Süt proteinlerinin yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılması. Derleme. Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1, 59-64. ISSN: 1306-7648.
- Xie, L., Hettiarachchy, N.S., Ju, Z.Y., Meullenet, J., Wang, H., Slavik, M.E. and Janes, M.E., 2002.** Edible film coating to minimize eggshell breakage and reduce post-wash bacterial contamination measured by dye penetration in eggs. A Publication of the Institute of Food Technologists. *Journal of Food Science*, 67, Issue 1, 280-284 pp. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb11398.x

## ÖZGEÇMİŞ

Emire Arslan 14.01.1991 tarihinde, İstanbul Bakırköy’de doğdu. İlköğrenimini İstanbul’da, orta öğrenimini Çanakkale/Ezine ve lise öğrenimini ise 2005 yılında girdiği Ezine Çok Programlı Lisesi’nde tamamlayarak, lisans eğitimini 2009 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü’nde 2014 yılında bitirdi. 2015 yılında, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi’nde, Pedagojik Formasyon Eğitimi aldı ve aynı yıl içerisinde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi, Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Şu an yüksek lisans öğrencisi olarak eğitime devam etmektedir. Orta derecede İngilizce bilmektedir. Kendisinden bir yaş küçük erkek kardeşi vardır.