

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NANOKOLLOİDAL GÜMÜŞ KATKILI HİDROJEN PEROKSİT  
ÇÖZELTİSİNE DALDIRILMIŞ VE VAKUM PAKETLENMİŞ ALABALIK  
FİLETOLARININ RENK DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİ**

**Saliha AKBAŞ**

**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA**

**2020**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### NANOKOLLOİDAL GÜMÜŞ KATKILI HİDROJEN PEROKSİT ÇÖZELTİSİNE DALDIRILMIŞ VE VAKUM PAKETLENMİŞ ALABALIK FİLETOLARININ RENK DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİ

Saliha AKBAŞ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan H. ATAR

Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), uygulama kolaylığı, ucuzluğu ve erişilebilirliği nedeni ile gıda sektörü tarafından uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak su ürünleri işleme sektöründe kullanımı hakkında bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışmanın amacı ticari olarak kullanılmakta farklı konsantrasyonlarda Nanokolloidal Gümüş Katkılı Hidrojen Peroksit ve  $H_2O_2$  uygulanmış alabalık filetolarının renk değişimlerinin 12 günlük muhafaza boyunca renk değişimlerini takip etmektir. Bunun yanı sıra alan değerleri de incelenmiştir. Duyusal analiz olarak Kalite İndeks Metodu kullanılmıştır. Buna göre renk değişimleri gruplar arasında farklılık göstermiştir, ancak alan açısından anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre alabalık örnekleri 4. depolama gününden sonra düşük puanlar almışlardır. TVB-N analizine göre balık örneklerinin raf ömrü 12. günde sona ermiştir. Sonuç olarak, alabalık örneklerine Nanokolloidal Gümüş Katkılı Hidrojen Peroksitli ya da Nanokolloidal Gümüş Katkılı Hidrojen Peroksitsiz uygulamalarının renk açısından önemli etkisinin filetolarda ve uygulamanın hemen sonrasında olduğu bulunmuştur. Ancak depolamanın ilerleyen günlerinde bu etkinin yok olduğu gözlenmiştir. Bunun oksidasyon hızından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gelecek çalışmalarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin de eklenmesi önerilmektedir.

**Haziran 2020, 67 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Hidrojen peroksit; Su Ürünleri; Alabalık; Bilgisayarlı Görüntüleme Teknolojisi; Vakum Paketleme

## ABSTRACT

Master of Science

### MONITORING THE COLOR CHANGE OF IMMERSSED IN HYDROGEN PEROXIDE SOLUTION WITH NANOCOLLOIDAL SILVER AND VACUUM PACKED TROUT FILLETS

Saliha AKBAŞ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Hasan H. ATAR

Hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) has been used by the food industry for many years due to its ease of application, cheapness and accessibility. However, no study on its use in the seafood processing industry has been encountered. The aim of this study was to apply the Hydrogen Peroxide with or without Nanocolloidal Silver prepared in different concentrations to the trout fillets and to monitor the color changes of these fillets over a 12 day storage period. Area values were also examined. Quality Index Method was used as sensory analysis. Accordingly, the color changes showed differences between the groups but no significant results were obtained in terms of area. According to the results of the sensory analysis, trout samples received low scores after the 4th storage day. According to TVB-N analysis, the shelf life of fish samples has ended at the 12th day. As a result, it was found that Nanocolloidal Silver Additive Hydrogen Peroxide or Nanocolloidal Silver Additive Hydrogen Peroxide free applications have a significant bleaching effect on trout samples' fillets color only after application process. However, this effect disappeared later in storage. This is thought to be due to the rate of oxidation. It is recommended that chemical and microbiological analyzes should be included in future studies.

**June 2020, 67 pages**

**Keywords:** Hydrogen peroxide; Seafood; Trout; Computer Based Image Analysis; Vacuum Packaging

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmamın ve araştırmamın her aşamasında bilgi birikimi, yol göstericiliği ve yardımlarını esirgemeyerek akademik kariyeri kadar insani ilişkilerde de engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeye büyük katkıda bulunan danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Hasan H. ATAR'a, başta laboratuvar çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Zayde AYVAZ (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Teknoloji Mühendisliği Bölümü) ve ekip arkadaşlarına, çalışmam için beni cesaretlendiren ve hiçbir desteği esirgemeyen aileme ve mesai arkadaşlarıma sonsuz minnet duygularıyla teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen başta Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Müşaviri Sayın Vahdettin KÜRÜM' e ve Daire Başkanım Sayın Bekir Sıtkı ÖZBEK' e teşekkürü bir borç bilirim.

Saliha AKBAŞ  
Ankara, Haziran 2020

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	9
3. MATERYAL METOT.....	26
3.1 Materyal.....	26
3.1.1 Balık materyali.....	26
3.2 Yöntem .....	26
3.2.1 Materyalin hazırlanması.....	26
3.3 Analizler .....	27
3.3.1 Duyusal analiz.....	27
3.3.2 Bilgisayarlı görüntüleme teknolojisi .....	28
3.3.3 İstatistik analizleri .....	31
4. BULGULAR .....	32
4.1 Renk Değerlerine Ait Bulgular .....	32
4.1.1 Fileto renk değerleri .....	32
4.1.2 Deri renk değerleri .....	39
4.2 TVB-N değerine ait bulgular .....	45
4.3 Kalite Index Metodu (KIM) Bulguları.....	47
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	57
KAYNAKLAR .....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	67

## SİMGELER DİZİNİ

AgNO <sub>3</sub>	: Gümüş nitrat
°C	: Santigrat Derece
cm <sup>2</sup>	: Santimetre Kare
dk	: Dakika
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik Asit
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	: Hidrojen Peroksit
Kg	: Kilogram
kg/cm <sup>2</sup>	: Kilogram / Santimetre Kare
Log	: Logaritma oranı
MgCl <sub>2</sub>	: Magnezyum klorür
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
N	: Normal
NaCl	: Sodyum klorür
pH	: Hidrojenin gücü
w/v	: Ağırlık/hacim
%	: Yüzde oranı
μ M	: Mikromolar
μL	: Mikrolitre
%	: Yüzde

### Kısaltmalar

BGS	: Bilgisayarlı görüntüleme sistemi
BSGM	: Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
BÜGEM	: Bitkisel Üretim genel Müdürlüğü
EW	: Elektrolize Su
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetikasit
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
KCl	: Potasyum klorür
KOB	: Koloni oluşturan birim
MA	: Malonaldehit
MAP	: Modifiye atmosfer paket
MDA	: Malondialdehit
PAH	: Polisiklik aromatik hidrokarbon
PV	: Peroksit değeri
TBARs	: Tiobartürik asit reaktif substanları
TCA	: Trikloro asetik asit
TMA	: Trimetil amin
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
TOB	: Tarım ve Orman Bakanlığı
TPA	: Tekstür profil analizi
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye’de yetiştiriciliği en fazla yapılan türlerin yıllara göre üretim miktarları .....	2
Şekil 3.1 İki resim tekniği için çekilecek fotoğrafların çekim alanı olan ışık kutusu.....	29
Şekil 3.2 Alt ışık ile çekilmiş resmin LensEye ile segmentasyonu.....	30
Şekil 3.3 Üst ışık ile çekilmiş resmin LensEye ile segmentasyonu .....	30
Şekil 4.1 Alabalık filetolarının analiz sonrası düzeltilmiş resmine örnek .....	32
Şekil 4.2 Örneklerin filetolarının L* değerine ait zamana göre değişimleri.....	37
Şekil 4.3 Örneklerin filetolarının a* değerine ait zamana göre değişimleri .....	37
Şekil 4.4 Örneklerin filetolarının b* değerine ait zamana göre değişimleri .....	38
Şekil 4.5 Örneklerin filetolarının Chroma değerine ait zamana göre değişimleri .....	38
Şekil 4.6 Örneklerin filetolarının Whiteness değerine ait zamana göre değişimleri.....	39
Şekil 4.7 Örneklerin deri kısımlarının L* değerine ait zamana göre değişimleri .....	43
Şekil 4.8 Örneklerin deri kısımlarının a* değerine ait zamana göre değişimleri.....	43
Şekil 4.9 Örneklerin deri kısımlarının b* değerine ait zamana göre değişimleri.....	44
Şekil 4.10 Örneklerin deri kısımlarının Chroma değerine ait zamana göre değişimleri.....	44
Şekil 4.11 Örneklerin deri kısımlarının Whiteness değerine ait zamana göre değişimleri.....	45
Şekil 4.12 Örneklerin TVB-N değerine ait zamana göre değişimler .....	47
Şekil 4.13 Katılımcıların filetoların rengi hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları.....	49
Şekil 4.14 Katılımcıların filetoların kokusu hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları .....	50
Şekil 4.15 Katılımcıların filetoların tadı hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları.....	51
Şekil 4.16 Katılımcıların örneklerin derilerinin rengi hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları .....	52
Şekil 4.17 Katılımcıların örneklerin derilerinin kokusu hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları .....	53
Şekil 4.18 Katılımcıların örneklerin derilerinin tadı hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları .....	54
Şekil 4.19 Katılımcıların örneklerin derilerinin tekstürü hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları .....	55
Şekil 4.20 KIM puanlarının ortalamaları .....	56

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ülkemizde yetiştiricilik üretiminin türlere göre dağılımı (Ton/yıl).....	2
Çizelge 1.2 Türkiye'nin 2016 yılına ait insan tüketimine sunulan ürün gruplarına ilişkin üretim miktarları (ton/yıl).....	3
Çizelge 1.3 Türkiye'de su ürünlerini işleyen işletmelerin dağılımı.....	4
Çizelge 3.1 Tartım ve ölçüm sonuçları .....	26
Çizelge 3.2 Gökkuşuğu alabalığı ve kırmızı benekli alabalık için kullanılan KİM tablosu .....	28
Çizelge 3.3 Nikon D300'ün manuel ayarları .....	29
Çizelge 4.1 Örneklerin fileto kısımlarına ait renk değerleri .....	36
Çizelge 4.2 Örneklerin deri kısımlarına ait renk değerleri.....	42
Çizelge 4.3 Örneklerin depolama boyunca TVB-N değerindeki değişimler .....	46
Çizelge 4.4 Kalite Index Metodu (KİM) sonuçları (ort±st. sapma).....	48

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde 2018 yılında ekonomik değeri 7,5 milyar TL seviyesinde olan su ürünleri sektörü, insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesine katkı sağlayan, 50 bin kişiye, dolaylı olarak da 200 bin kişiye istihdam oluşturan, sanayiye hammadde temin eden, yüksek ihracat potansiyeli bulunan ülke ekonomisi açısından önemli bir sektördür. Yaklaşık 1 milyar ABD doları ihracat miktarıyla hayvancılık ürünlerinde tek konumda olan sektörde, en önemli dış pazarı Avrupa Birliği ülkeleri oluşturmaktadır. Çipura ve levrek gibi ticari değeri yüksek ürünlerin yanı sıra son yıllarda büyük boy alabalık üretimi ve yeni türlerin ihracatı ile sektör hedefi 2023 yılında 2 milyar ABD doları ihracat olarak belirlenmiştir.

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği yıllar içinde gelişim göstermiş ve buna paralel olarak iç sular ve denizlerde yetiştiricilik faaliyetleri benzer şekilde gelişme göstermiştir (Şekil 1.1; Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2).

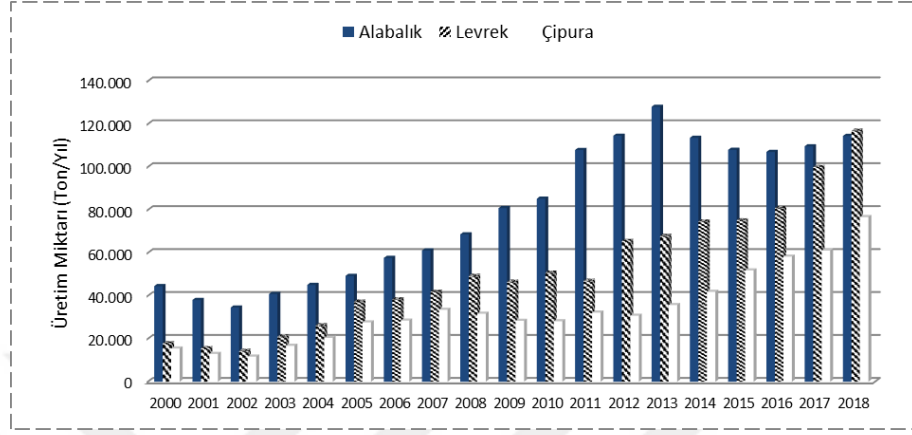
Su ürünleri yetiştiriciliği kapsamında alabalık türleri içinde Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yoğun ve yaygın yetiştiriciliği yapılan en önemli türdür. 2018 yılında, bu türün Türkiye’de iç sularda ve denizlerde yetiştiricilikle elde edilen toplam üretim miktarı 114 bin ton/yıl seviyelerini bulmuştur. Alabalık (*Salmo trutta*) üretim miktarı ise toplam 2 bin ton/yıl seviyesindedir (BSGM 2018).

Ülkemizde ilk su ürünleri yetiştiriciliği, 1960’lı yılların sonunda havuzlarda alabalık yetiştiriciliği ile başlamıştır.

Türkiye, alabalık, çipura ve levrek üretiminde Avrupa’da birinci sırada yer almaktadır (FEAP 2017). Yeni ve alternatif türler konusunda Türkiye’nin bulunduğu coğrafik konum büyük fırsatlar sunmakta, biyoçeşitliliğin oldukça zengin olması da yeni ve alternatif türlerin yetiştirilmesine uygun zeminler oluşturmaktadır.

İşlenmiş balıkçılık ve su ürünleri Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı, Gıda Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından denetlenmektedir. Bakanlığa bağlı 41 Adet Kamu

Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü ve Bakanlıkça yetkilendirilen 96 Adet Özel Gıda Kontrol Laboratuvarı bulunmakta olup, belirtilen laboratuvarlarca yapılmakta olan analizler bölge ihtiyaçlarına göre farklılık göstermektedir.



Şekil 1.1 Türkiye’de yetiştiriciliği en fazla yapılan türlerin yıllara göre üretim miktarları (BSGM 2019, TÜİK 2019)

Çizelge 1.1 Ülkemizde yetiştiricilik üretiminin türlere göre dağılımı (Ton/yıl)

Balık türü	2014	2015	2016	2017	2018
<b>İç su</b>					
G.Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> )	107.533	100.411	99.712	101.761	103.192
Alabalık ( <i>S.trutta</i> )	450	755	1.585	1.944	1.695
Aynalı sazan	157	206	196	233	212
Mersin balığı	17	28	6	13	2
Tilapia	32	12	58	8	12
<b>Deniz</b>					
G.Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> )	4.812	6.187	4.643	4.972	9.235
Alabalık ( <i>S.trutta</i> )	798	685	1.073	980	375
Çipura	41.873	51.844	58.254	61.090	76.680
Levrek	74.653	75.164	80.847	99.971	116.915
Fangri	106	143	225	20	2
Minekop (Kötek)	39	61	20	125	30
Granyöz (Sarıağız)	3.281	2.801	2.463	697	1.486
Sinagrit	113	132	43	51	24
Trança	75	90	61	107	70
Mavi Yüzgeçli Orkinos	1.136	1.710	3.834	3.802	3.571
Midye	-	3	329	489	907
Diğer	58	102	46	239	129
<b>Toplam</b>	<b>235.133</b>	<b>240.334</b>	<b>253.395</b>	<b>276.502</b>	<b>314.537</b>

(BSGM 2019, TÜİK 2019)

Ağ kafeslerde balık yetiştiriciliği denizdeki çevresel şartların etkisi altındadır. Karadeniz'in çevresel şartları ve iklim özellikleri ve deniz suyu sıcaklığının sınırlayıcı etkisi nedeniyle altı ile dokuz aylık dönemlerde denizel alanda aktif olarak alabalık yetiştiriciliği yapılabilmektedir.

2015 yılı sonrasında dünyada yaşanan gelişmeler neticesinde ülkemizde yetiştirilen somon tipi büyük alabalık için yeni bir talep başlamıştır. Uzakdoğu ve Rusya pazarı tarafından yıllık 50 bin tonu bulan bu talep, Karadeniz'de ağ kafeslerde balık yetiştiriciliğinin önemini arttırmıştır. Denizde ağ kafeslerde alabalık üretimi halen 9,6 bin ton düzeyindedir.

Türkiye'de ürün bazında ve yıllar itibariyle işlenmiş ürün miktarını net olarak gösteren verilerin sınırlı olması, sektörün durumunun değerlendirilmesinde güçlükleri ortaya çıkarmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından envanter çalışmaları yapılmakta olup bu çalışmalar sonucu elde edilen verilere göre Türkiye'nin 2016 yılına ait ürün gruplarına ilişkin üretim miktarı (ton/yıl) çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2 Türkiye'nin 2016 yılına ait insan tüketimine sunulan ürün gruplarına ilişkin üretim miktarları (ton/yıl)

ÜRÜN GRUPLARI	Toplam Üretim Miktarı (Ton/Yıl)
<b>BALIKLAR</b>	
Taze balıklar, dondurulmuş balıklar, fileto balıklar vb.	217.169,3
Balık ürünleri (tütsülenmiş, salamura, marine, surimi vb.)	13.322,7
Konserve balık ürünleri (sardalye, ton balığı, uskumru, palamut, hamsi vb.)	24.628,6
Balık yağı	2.700,0
<b>KABUKLULAR</b>	3.910,4
Canlı veya işlenmiş (karides, kerevit, yengeç vb.)	
<b>YUMUŞAKÇALAR</b>	74.437,6
Canlı yumuşakçalar, taze soğutulmuş, dondurulmuş veya işlenmiş yumuşakçalar (ahtapot, midye, kum midyesi, deniz salyangozu, kara salyangozu vb.)	

Çizelge 1.2 Türkiye'nin 2016 yılına ait insan tüketimine sunulan ürün gruplarına ilişkin üretim miktarları (ton/yıl) (devam)

ÜRÜN GRUPLARI	Toplam Üretim Miktarı (Ton/Yıl)
KURBAĞALAR Canlı soğutulmuş kurbağalar, dondurulmuş kurbağa bacağı	62.000,0
DİĞER ÜRÜNLER	1645,4
<b>TOPLAM</b>	<b>399.814,0</b>

(TOB 2019) Bilgiler Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2016 yılında gerçekleştirdiği envanter çalışmalarından derlenmiştir.

Bu veriler incelendiğinde Türkiye' de avlanan/yetiştirilen balıkların büyük bir çoğunluğu taze soğutulmuş, dondurulmuş ya da fileto balıklar şeklinde pazarlanmaktadır. İşlenmiş balık ürün grupları arasında yaklaşık 25 bin tonluk bir miktarla en fazla üretim balık konservesi olup en yaygın olanının ise ton balığı konservesi, ikinci sırayı geleneksel yöntemlerle işlenmiş su ürünleri grubu almaktadır.

Gerek ülke içerisinde gerekse ihracata sunulan ürünlerde katma değeri yüksek olan işlenmiş ürünlerin payı düşüktür. Su ürünleri yetiştiriciliği, ihracatı ve işleme sanayiindeki gelişmelerin Ar-Ge'yi destekleyici fırsatlar sunması Bakanlık, Üniversiteler ve Üretici Örgütleri İşbirliğini daha önemli hale getirmektedir.

Türkiye'de su ürünlerini işleyen işletmelerin dağılımı çizelge 1.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.3 Türkiye'de su ürünlerini işleyen işletmelerin dağılımı

Faaliyet Alanı	Sayısı
Taze /dondurulmuş su ürünleri tesisi	155
İşlenmiş su ürünleri tesisi	168
Toptan satış yeri	8
Mezat salonu bulunan balık hali	3
<b>Toplam</b>	<b>238 *</b>

(GGBS 2019)

\* Tabloda yer alan işletmeler birden fazla faaliyet gösterebilmektedir.

Ülkemizde kişi başına su ürünleri tüketim değeri 2010-2018 yılları arasında 5,5-8,6 kg arasında değişmiştir (TÜİK 2019). Genel olarak ülkemizde kişi başına su ürünleri tüketimi düşük olup bölgesel değişiklikler göstermektedir. Bu durum esas olarak tüketim alışkanlığına bağlansa da, balıkçılık ürünlerinin av sezonunda ve taze tüketme isteği, işlenmiş su ürünlerinin tüketim alışkanlığının düşük olması, halkın alım gücü gibi pek çok faktörle ilişkilidir.

Bir balığın kalitesi, öncelikle avlandıktan sonraki süreçteki nakliye, işleme ve depolama prosedürlerinden etkilenebilir. Hasat sonrası balığın alıkonma süresi ve saklanma sıcaklığı, bu ürünün nihai kalitesini korumak için temel faktörlerdir (Dutta vd. 2016).

Mevcut ürünlerin sadece hammadde olarak değil, işlenmiş ve paketli olarak kolay tüketime olanak verecek halde sunulması gerekir. Tüketici tercihlerinin belirlenmesi ve katma değeri yüksek işlenmiş su ürünlerinin piyasaya verilmesi ile tüketim oranının artması sağlanmış olacaktır. Bunun için de raf ömrünü uzatacak prosedürler geliştirilmeli, daha kaliteli ürün elde etmek için gerekli Ar-Ge çalışmaları yürütülmeli ve tüketicinin algısına ve damak tadına uygun işlenmiş ürünler geliştirilerek sunulmalıdır.

Bir gıda maddesinin üretilmesi önemli çabalar gerektirir. Ancak bu ürünün tüketici tarafından kabul edilmesi aşaması en önemli basamaktır. Tüketici tarafından kabul edilmeyen bir ürünün ticari değeri bulunmamaktadır. Tüketicinin bir gıda ürününü kabul etmesinde gıdanın lezzeti, tüketicinin yeme kültürü, daha önce tatmış olma, dilerse sağlık açısından değerlendirmesi, fiyatı ve alım gücü gibi pek çok ön kabul aşamasına bağlıdır. Bu aşamalardan sonra gıda ürününün satın alımı aşamasında tüketiciyi ilk etkileyen parametre ise ürünün rengidir. Eğer bir gıda ürününün rengi tüketicinin zihninde yer ettiği şekilde değil ise tüketici bu ürünü satın almamaktadır. Bu nedenle ticari anlamda üretilen her ürünün renk özellikleri önemli bir Ar-Ge çalışmasına tabi tutulmaktadır.

Duyusal özelliklerden biri olan renk, su ürünleri gibi homojen renge sahip olamayan gıdalarda enstrümantal cihazlar ile analizlerinde iyi sonuçlar vermediği araştırmacılar

tarafından ortaya konmuştur. Bu nedenle, renk ölçümünde daha üst tekniklerden biri olan bilgisayarlı görüntüleme teknolojisinin (BGT) kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Bu tekrarlanabilir, objektif, sayısal veriler sunan sistemde aynı zamanda ürünün şekil özellikleri de sağlanabilir.

Artan talep ile protein ve yağ içerikli besin tedariki zorlaşmaktadır. Bu nedenle kaliteli protein kaynakları daha fazla önem kazanmıştır. Su ürünleri en iyi protein kaynaklarından biri olmakla birlikte, biyolojik kompozisyonu nedeniyle çabuk bozulmaktadır. Bozulmanın önlenmesi su ürünlerinin işlenmesi ile mümkündür. Ancak çalışmalar göstermiştir ki ülkemizde üretilen toplam su ürünlerinin %70'i ve bazen daha fazlası taze olarak tüketilmektedir. Bu hızlı bozulma özelliği nedeni ile balıkların bir kısmı henüz tüketiciye ulaşmadan tüketilebilir özelliğini yitirmektedir. Bunu önlemek amacıyla kullanılan en basit yöntem soğuk muhafaza çeşitleridir (buzda depolama çeşitleri, dondurmada soğuk muhafaza, dondurarak muhafaza, superchill, bireysel hızlı dondurma (IQF) vb.). Bu muhafaza çeşitlerine paketleme teknikleri de eşlik etmektedir. Bu tekniklerden biri de vakum paketlemedir. Vakum paketleme, paket içindeki havanın önemli oranda azaltılması prensibine dayanır.

Taze su ürünlerinin raf ömrünü uzatmada çeşitli daldırma solüsyonları kullanılmaktadır. Bu daldırma solüsyonlarının kendine has özellikleri bulunur ancak genel olarak aranan özellikler antimikrobiyal ve/veya antioksidan özelliklerinin bulunmasıdır. Bu amaçla kullanılan her solüsyonun bir diğerine üstünlüğü ya da zayıflığı bulunabilmektedir. Ticari anlamda ise bu solüsyonların etkinliğinin yanı sıra ucuz ve tedarikinin kolay olması özellikleri ön plandadır. İnsan tüketimine sunulan gıdaların kontrolünü üstlenen kurumlar ise, kullanılan bu solüsyonların, insan ve çevre üzerine etkisinin ya hiç olmaması ya da sınırlı olmasını beklemektedir. Bu açıardan incelendiğinde;

- Hidrojen peroksit, antimikrobiyal ve antioksidan özelliğe sahiptir, kolay erişilebilir ve ucuzdur.
- En basit peroksitlerden olduğu için çevreye dost ve insan tüketimine sunulana kadar kalıntı bırakmadığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur.

- Nanokolloidal Gümüş antiseptik özellikleri ile yüzey dezenfeksiyonunda etkinliği bilinen bir bileşiktir.

Kişi başına, deniz ürünleri tüketimi son yıllarda küresel olarak artmakla birlikte, bugün dünyada, su ürünleri kaynaklı hastalıklar, önemli bir halk sağlığı tehlikesi olmaya devam etmektedir. Su ürünleri ithalatı ve kültürel su ürünleri yetiştiriciliği de artmıştır. Ayrıca, son zamanlarda insan gastroenterit salgınları, kirli deniz ürünleri tüketimiyle ilişkilendirilmiştir. Norovirüs, Vibrio ve diğer bakteri ve virüslerin neden olduğu deniz ürünleri kaynaklı hastalıkların araştırılması, etiyolojik ajanların patojenite ve virülans özellikleri hakkında somut bir bilgi gerektirir. Antimikrobiklerin insanlarda ve hayvanlarda aşırı kullanımı, yanlış kullanımı ve alt terapötik uygulaması nedeniyle bu tür direnç spektrumu genişlemektedir (Elbashir vd. 2018).

Sadece su ürünleri sektöründe değil, tüm gıda sektöründe, mikotoksinlerin önlenmesi, pestisit kalıntılarının giderilmesi amacıyla ürünlerin üretim aşamasında veya gıda işlemede hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit, % 3-90 (v/v) konsantrasyon aralığında bir dezenfektan olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve su ve oksijen tek reaksiyon ürünleri olduğu için çevre dostu olarak kabul edilir.

Hidrojen peroksit, tıbbi alanda iyi bilinen bir mikrop öldürücüdür ve kümes hayvancılığında, kuluçkahaneden işleme tesisine kadar çeşitli kombinasyonlarda kullanılmaktadır. Genel olarak güvenli organik asitler olarak bilinen klor, hidrojen peroksit ve işlem sularına çeşitli antibiyotiklerin eklenmesinin, işlem sularındaki mikroorganizmaların sayısını azalttığı, ancak karkasların kendilerinde mikroorganizmaların önemli bir azalma göstermediği görülmüştür (Thatcher ve Loit, 1961, Lillard ve Thomson 1983).

Bu çalışma ile hidrojen peroksit gibi kolay bulunan ve çevreye dost, ekonomik bir peroksidin, su ürünleri işlemede doğrudan kullanımının etkilerini ve ticari sistemlere uygun bir prosedürün ortaya konulması amaçlanmıştır ve bunun için bu çalışmada hidrojen peroksidin nanokolloidal gümüş ile zenginleştirilmiş solüsyonları kullanılmıştır.

Nanokolloidal Gümüş katkılı Hidrojen peroksidin farklı oranlardaki solüsyonlarına daldırılmış alabalık filetoalarının vakum paketlenikten sonra +4°C'deki raf ömrü süresince, toplam uçucu bazik nitrojenler (TVB-N)'inin takibi planlanmıştır. Buna eş zamanlı olarak Bilgisayarlı Görüntüleme Teknolojileri (BGT) ile bu balık filetoalarına ait renk ve şekil özelliklerindeki değişimler ortaya konulmuştur.

Ayrıca yapılan istatistik korelasyon testleri ile renk ve bozulma parametreleri analizleri arasındaki ilişki irdelenmiştir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ambalaj malzemeleri ve gıda ile temas eden yüzeylerde kirletici sporların ortadan kaldırılması, gıda endüstrisi için bir zorluk olmaya devam etmektedir. Hidrojen peroksit ve klor, bu kirleticileri gidermek için en sık kullanılan dezenfektanlardır ve alternatif olarak ozon ve son zamanlarda klorin (Kim 1998) ve hidrojen peroksidin bir alternatifi olarak önerilmektedir (Khadre ve Yousef 2001).

Hidrojen peroksit, süt endüstrisinde işleme ekipmanları ve ambalaj malzemeleri yüzeylerini sterilize etmek için de kullanılmaktadır (Davidson vd. 1983). Hidrojen peroksit, bir bakteri hücrelerine akümüle edildiğinde ise proteinlere, lipitlere, DNA'ya ve hücre zarlarına zarar verebilecek bir antimikrobiyaldir (Davis vd. 1990). Ayrıca, kanatlı hayvan endüstrisinde broiler karkaslarının dekontamine edilmesinde de dikkate alınmıştır (Lillard ve Thomsen 1983, Mulder vd. 1987, Izat vd. 1989). Kabartma tozu çözeltisi (sodyum bikarbonat) ve hidrojen peroksidin kullanıldığı başka bir dekontaminasyon yöntemi patent almıştır (4 683 618), bakteri ve yabancı maddeleri kanatlı karkaslarından çıkardığı iddia edilmiştir (O'Brien 1987).

İşleme ortamındaki kirletici sporları etkisiz hale getirmek için, hidrojen peroksit (Yokoyama 1990) ve klor (Marriott 1999) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, hidrojen peroksidin uygulama dozunun iyi belirlenmesi gerekmektedir. Khadre ve Yousef (2001) tarafından yapılan bir çalışmada % 30'luk hidrojen peroksit kullanımının *Bacillus subtilis*'i büyük oranda bertaraf ettiği belirtilmektedir. Yine Sapers ve Simmons (1998)'un yaptığı bir çalışmanın sonucuna göre, mikroorganizma sayısını azaltmak ve 2°C'de 4 haftaya kadar saklama süresinde çürümeyi önlemek için 60 dakika boyunca 3 mg/L konsantrasyonda hidrojen peroksit buharının uygulanması önerilmiştir.

Hidrojen peroksit, iyi bir dezenfektan olması özelliği ile balık yumurtalarının dezenfeksiyonunda, balıkların bir yerden başka bir yere taşınmasında oksijen sağlayıcı olarak, hatta yetiştiricilikte kullanılan materyallerin ve malzemelerin temizliği gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit son zamanlarda balıkta çok

sayıda dış patojenlerin etkin kontrolünde kullanımıyla da dikkat çekmektedir (Avendano vd. 2006).

Hidrojen peroksit, özellikle *Flavobacterium* ve *Cytophaga* cinsine karşı balıklarda birçok dış patojenin etkin kontrolünde kullanılmıştır (Lumsden vd. 1998, Derksen vd. 1999, Thomas-Jinu ve Goodwin 2004).

Antifungal maddeler, yoğun su ürünleri işlemlerinde sağlıklı balık ve yumurta stoklarının bakımı için çok önemlidir. Amerika Birleşik Devletleri' nde formalin, balık kültüründe kullanılması onaylanan tek mantar ilacıdır. Bununla birlikte, hidrojen peroksit ve sodyum klorüre ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından düşük düzenleyici öncelikli ilaç statüsü verilmiştir ve kullanımlarına izin verilmektedir (Schreier vd. 1996).

Hâlihazırda, Amerika Birleşik Devletleri' ndeki kuluçkahaneler, kültür balıklarının dış hastalıklarını kontrol etmek için sadece bir onaylanmış formalin ve üç Düşük Düzenleme Önceliğine sahip bileşik (sodyum klorür, hidrojen peroksit ve asetik asit) ile sınırlandırılmıştır. Gökkuşluğu alabalığındaki dış kolonileri ve bakteriyel solungaç hastalığını etkin bir şekilde kontrol etmek için hidrojen peroksit kullanılmaktadır, ancak hidrojen peroksit için kesin güvenli tedavi konsantrasyonları çeşitli türler için halen eksik kalmaktadır (Gaikowski vd. 1999).

Khadre ve Yousef (2001) yaptıkları bir çalışmada, ozon ve hidrojen peroksidin sporları öldürme etkisi, seçilen gıda kaynaklı *Bacillus spp.* sporlarla karşılaştırılmıştır. Aynı muamele koşullarında, 11 µg/ml sulu ozon, test edilen bakteri türlerine bağlı olarak spor sayımını 1.3 ila 6.1 log<sub>10</sub> cfu/ml kadar düşürmüştür. Hidrojen peroksit ise (% 10, w /w) spor sayımında 0.32 ila 1.6 log<sub>10</sub> cfu/ml kadar düşürmüştür.

Lee vd. (2014) yaptıkları bir araştırmada, taze kesilmiş sebzelerin patojenik mikroorganizmalarını azaltmak için, kıyılmış lahanalar üzerinde, dört farklı bakteriye (*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*) karşı farklı konsantrasyonlarda ve yüksek veya düşük başlangıç

yüklerinde uygulanan çeşitli dezenfektanları test etmişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda, kullanılan çeşitli dezenfektanların etkinliğinin, farklı bakteri türlerinde farklı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Gorman vd. (1998) sığır bonfile yağ örneklerinde % 5'lik hidrojen peroksit kullanımının etkili olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışma sonucunda, hidrojen peroksit, ozonlu su ve trisodyum fosfat gibi sprey yıkama çözeltileri şeklindeki kimyasal müdahaleler, düşük sıcaklıktaki su ile (örneğin, 35° C) püskürtmeyi takiben mikrobiyal sayımların azalmasını arttırmış, uygulamanın sıcak su ile (74° C) püskürtmeyi takiben etkinlikleri gölgede bıraktığı görülmüştür. Veriler ayrıca hidrojen peroksit ve ozonlu su gibi kimyasal işlemlerin, sıcak su sağlayamayan paketleme tesisi işlemlerinde potansiyel uygulamaları için ileri testlere degebileceğini göstermiştir

Cabedo vd. (1996) yaptıkları araştırmada, kırmızı ette *streptomycin-resistant* bakterilerine karşı yine % 5 oranında hidrojen peroksit çözeltilerini kullanmıştır. Bu çalışmada, sığır yağı fasyasının aşılma bir fekal macuna maruz kalma süresinin sprey yıkaması veya durulama yoluyla bakterilerin çıkarılmasının etkinliği üzerindeki etkisi incelemiştir. Üçlü örnekler, suyla (35 ° C, 20,7 bar) yıkanmış ve daha sonra % 2 asetik asit, % 5 hidrojen peroksit veya % 12 trisodyum fosfat çözeltileriyle çalkalanmış veya suyla 35° C veya 74° C' de (20,7 bar) yıkanmıştır, otomatik suyla yıkama kabininde 12 saniye boyunca, sonra da 0, 2 veya 4 saat boyunca aşılma fekal materyale maruz bırakılmıştır. Yıkama işleminden bağımsız olarak, artan yıkama süresi ile sprey yıkama ile uzaklaştırılan bakteri sayısı azaldığı için, fekal kontaminasyona maruz kalma süresi, bakterilerin sığır karkas dokusuna bağlanmasını etkilemiştir. En etkili yıkama maddesi, tüm yıkama zamanlarında 74 °C ile su olmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, numunelerin fekal macuna maruz kalma süresi 0 ila 2 saat arasında arttıkça sprey yıkama etkinliğinin azaldığını göstermiştir.

Bell vd. (1997) *Escherichia coli*, *Listeria innocua* ve *Salmonella wentworth*'un sayısının azaltılmasındaki etkinliklerini değerlendirmek için tek başına veya kombinasyon halinde % 1.0 asetik asit, % 3 hidrojen peroksit, % 1 sodyum bikarbonat kullanan sprey yıkama işlemleri uygulamışlar ve doğru güvenli ve kabul edilebilir çözeltilerin

kombinasyonundan oluşan bir sprey yıkama işlemi, sığır eti mikrobiyal güvenliğini arttırmada etkili olabileceği sonucuna varmışlardır.

Sutariya ve Patel (2017) peynir altı suyu proteini izolatu (WPI) çözeltileri (% 12,8 w/w protein), farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit ve deiyonize su ilavesiyle muamele etmiş ve bu çalışmanın sonucunda, hidrojen peroksit ile muamele edilmiş WPI çözeltilisinin ısı stabilitesindeki iyileşmenin, LG-LG ve a-LA denatürasyonu sırasındaki sülfhidril-disülfür değişim reaksiyonundaki belirgin azalmaya bağlı olduğu görülmüştür. Sutariya ve Patel'in bu çalışmasında, yüksek düzeyde hidrojen peroksit (örneğin, 0,072 ve 0,144 HTPR) ile muamele edilen numuneler, β-LG'nin denatürasyonunda önemli bir azalma göstermiş ve peynir altı suyu proteinlerinin ısı stabilitesinde çarpıcı bir iyileşme sağlamıştır. Bu çalışmanın sonucunda, peynir altı suyu proteinlerinin yeterli seviyede hidrojen peroksit ile işlenmesinin hidrojen peroksidin Cys121'in serbest tiyolunu istikrarlı bir forma (R-S03H) (ki bu moleküller arası sülfhidril-disülfür değişimini desteklemez) dönüştüren serbest SH peynir altı suyu proteini ile etkileşmesine yol açtığı öne sürülmüştür.

Dickens ve Whittemore (1996), toplayıcı spreycere asetik asit ve hidrojen peroksit ilavesinin işlenmiş tavuk karkaslarındaki bakterilerin azaltılması üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, karkasların 56°C sıcak suda 102 saniye maruz bırakılması, derideki epidermal tabakayı uzaklaştırmış, böylece tüm karkaslar beyaz bir görünüm almıştır. Aynı laboratuvarıda yapılan önceki çalışmalara dayanarak, sarı karkaslardan ziyade beyaz üreten yerel ticari işleyiciler sert haşlamayı (56 °C) kullandığı için, 56 °C ' lik su sıcaklığı seçilmiştir. Epidermal tabaka karkaslar üzerinde bozulmamış olarak bırakılması, hidrojen peroksit muamelelerinin görünüm üzerinde daha az zararlı etkisi olacağı varsayımı ile hidrojen peroksit kullanımı ile ilgili daha fazla araştırma yapılması sonucuna varılmıştır.

Avendano-Herara vd. (2006), hidrojen peroksidin *Tenacibaculum maritimum* balık patojenine karşı ve enfekte olmuş kalkan balıklarına (*Scophthalmus maximus*) etkisini inceledikleri çalışmada, 30 ila 240 ppm arasındaki hidrojen peroksit konsantrasyonlarını laboratuvar koşullarında test etmişlerdir. Test edilen deniz suyundaki tüm hidrojen

peroksit konsantrasyonlarına 30 dakikalık maruziyet, *Tenacibaculum maritimum*' un yüksek oranda öldürülmesinde etkili olmuştur. Tedavi edilen deri mukuslarında, mukus varlığı ile 30 ppm hidrojen peroksidin bakteri üzerindeki etkisi hafifletilmiş ve patojeni öldürmek için daha yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonuyla (240 ppm) tedavi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Her ne kadar bu konsantrasyonlar balıklar için toksik olmasa ve ölüme yol açmasa da, artan stres seviyelerine bağlı olarak deneysel olarak enfekte olmuş kalkan etinin tedavisi için etkili olmamıştır, tenakibaküloz salgınını hızlandırmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak, balıklar konulmadan önce, su kültürünü ve tank yüzeyini arıtmak için genel bir dezenfeksiyon önleyici yöntem olarak, 240 ppm konsantrasyonda 30 dakikalık bir hidrojen peroksit maruz bırakılmanın, deniz suyunda yüksek miktarda *Tenacibaculum maritimum* 'u etkin biçimde yok ettiğini göstermiştir. Bununla birlikte, hidrojen peroksidin kalkanlar üzerindeki etkisi stresli olmuş ve enfekte olmuş balıkların ölüm oranını hızlandırmıştır.

Kiemer ve Black (1997) hidrojen peroksidin Atlantik Somonu (*Salmo salar*)' nun solungaç dokuları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Atlantik somonunun değişik sıcaklıklarda çeşitli hidrojen peroksit konsantrasyonlarına deneysel olarak maruz bırakılması işlemi, etkili maruz bırakılma aralığı (1,2- 1,5 g l<sup>-1</sup>) (Costello 1993) ile solungaç hasarına ve gerçekten ölüm oranına neden olanlar arasında çok dar bir marj olduğu görülmüştür. Bu marj, sıcaklık artışıyla birlikte giderek daralmış ve sıcaklığın artışıyla deniz bitleri (*lice*) istilası da artış göstermiştir. Bununla birlikte Thomassen (1993), yaz sonunda İskoçya'nın batı kıyısındaki korunaklı deniz göllerinde sık sık aşılınan 14°C su sıcaklığının üzerinde hidrojen peroksit kullanılmasını önermemiştir.

Hidrojen peroksit, en çok kış döneminde kullanımı uygun olabilir. Su sıcaklıkları düşük olduğu için, güvenlik marjı daha büyüktür ve bit sayısı düşüktür. Aynı su kütlesini paylaşan tüm somon çiftlikleri, baharın başlangıcında neredeyse tamamen deniz bitinden arındırılırsa, salgını geciktirecek ve yaz dönemi boyunca daha az müdahaleye ihtiyaç duyması muhtemel olacaktır (Kiemer ve Black 1997).

Kiemer ve Black (1997), hafif yüksek sıcaklıklarda bile (14,5 °C) ölümlerin muhtemel olduğunu kaydetmişlerdir. 14°C civarında sıcaklıklarda, hidrojen peroksit konsantrasyonunda veya maruz kalma süresinde küçük bir hatanın ciddi sonuçlara yol açabildiği görülmüştür. Hidrojen peroksidin homojen bir karışımını ve maruz kalma süresinin bitimindeki dağılımını sağlamadaki problemler göz önüne alındığında, hidrojen peroksidin 14°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda kullanılmasının önerilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Yaz aylarında deniz bitleri istilasını için etkili, güvenli ve çevresel açıdan iyi huylu bir yöntemin araştırılmasına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

Innes ve Ross (1988) tarafından yapılan bir çalışma ile canlı balıkların taşınmasında oksijen kaynağı olarak hidrojen peroksidin kullanılması test edilmiştir. Bu çalışmada, Winkler tekniği ve bir oksijen elektrotu kullanılarak, hidrojen peroksitten, katalizörlü ve katalizörsüz oksijen salınımı değerlendirilmiştir. Winkler tekniğinin, hidrojen peroksit ile kullanıldığında tahmin edilenin üzerinde oksijenin çözünürlüğünü sağlamıştır. Hem balık karaciğeri, hem de kanın, hidrojen peroksidin çok aktif alan katalizörleri olduklarını göstermiştir. Bu çalışma sonucunda, balık taşıma konteynirından ayrı olarak hidrojen peroksitten elde edilen oksijeni kullanarak yavruların taşınması basit ve uygun maliyetli bir sistem olarak tanımlanmıştır.

Speare ve Arsenault (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, aralıklı olarak hidrojen peroksit maruziyetinin yavru gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme ve *columnaris* hastalığının önlenmesine etkisi araştırılmıştır. Juvenil gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) haftada iki kez 1 saat boyunca 200 mg hidrojen peroksit maruz bırakılması, *Flexibacter columnaris*'e atfedilen deneysel ve termik olarak teşvik edilen bir kolonis hastalığının yüzgeç ve epitel hasarının derecesinin azaltılmasında etkili olduğu saptanmıştır. Bu maruziyet, en azından kloramin-T muamelesiyle kıyaslanabilir derecede etkili olmuştur. Bu aynı zamanda balık büyüme düzenlerini de değiştirmiştir. 7 haftalık bir büyüme denemesi sırasında, hastaliksız tedavi edilen ve tedavi edilmeyen balıkların benzer büyüme oranlarına, yem tüketimine ve dönüşüm verimliliğine sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, ilk 3 hafta boyunca, muamele, dönüşüm veriminin inhibe edilmesi yoluyla büyümeyi bastırmıştır.

Çalışma sonunda, muamele edilen balıkların solungaçları ile kontrol grubu balıkların farklı olmadığı görülmüştür.

Lumsden vd. (1998), gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) deneysel olarak verilen bakteriyel solungaç hastalığını tedavi etmek için hidrojen peroksit kullanımını araştırmışlardır. Bu araştırmada, *Flavobacterium branchiophilum*'a, deneysel olarak üretilen bakteriyel solungaç hastalığına maruz bırakılan gökkuşağı alabalığında, kloramin-T ile işleme alternatif olarak hidrojen peroksit içeren 1 saat statik banyolar kullanılarak etkili bir şekilde muamele edilmiştir. Hidrojen peroksidin optimum konsantrasyonu, uygulama sayısına, aralarındaki zaman aralıklarına ve hastalığın evresine bağlı olarak değişmiştir. 250 mg/L hidrojen peroksit, 48 saatlik aralıklarla iki işlem halinde uygulandığında, 10 mg kloramin-T/L'den daha etkili olmuştur. 100 mg/L hidrojen peroksidin etkinliği daha değişken olmuş, ancak muameleye maruz bırakılmamış kontrol gruplarına kıyasla tutarlı ve önemli ölçüde kümülatif mortalite yüzdesinin azaldığı görülmüş, 25 mg/L ile muamelenin ise daha az etkili olduğu saptanmıştır. Solungaçla ilişkili *Flavobacterium branchiophilum* antijeninin kloramin-T veya 250 mg/L hidrojen peroksit ile en iyi sonuç verirken, 100 mg/L hidrojen peroksit daha değişken olmuştur. 24 saatlik aralıklarla, üç adet 1 saatlik statik banyo, etkili işlem için gereken hidrojen peroksit konsantrasyonunu azaltmıştır. 10 mg/L kloramin-T ile muamele edilen tekrar grupları en düşük kümülatif mortalite yüzdesine sahipken, 25 mg/L kadar düşük hidrojen peroksit konsantrasyonuna maruz bırakılanlar da çok düşük kümülatif mortalite yüzdesine sahip olmuştur. Solungaçla ilişkili *Flavobacterium branchiophilum* antijen seviyeleri, 125 ve 175 mg/L hidrojen peroksit maruz bırakılan gruplarda en düşük olmasına rağmen, artan hidrojen peroksit konsantrasyonları ile daha yüksek kümülatif mortalite yüzdesi meydana gelmiştir. Bununla birlikte, kloramin-T muamele, düşük kümülatif mortalite yüzdesinin yanı sıra düşük seviyelerde solungaçla ilişkili *Flavobacterium branchiophilum* antijeni ile sonuçlanmıştır. 1 saat boyunca 300 veya 450 mg/L hidrojen peroksit maruz kalan sağlıklı ve *Flavobacterium branchiophilum* ile enfekte olmuş balık gruplarının, maruz kalmayı takip eden haftada herhangi bir ölüme neden olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalar, hidrojen peroksidin uygulama konsantrasyonunun aynı zamanda balığın yaşadığı su sıcaklığına da bağlı olduğunu göstermektedir. Hidrojen peroksit işlemi, özellikle su sıcaklıklarının yüksek olduğu ve parazitin iki katına çıkma ve olgunlaşma oranlarının arttığı yaz aylarında balık sağlığını ve canlılığını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Bu nedenle, parazit kontrol önlemi yaz boyunca sık sık yapılmalıdır (Hirazawa vd. 2016).

Hirazawa vd. (2016), monojenleri elimine etmek amacıyla, 60 dakika boyunca, 25°C'de, *Seriola dumerili* ve *S. quinqueradiata* türlerini 100 ppm hidrojen peroksitle muamele etmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, histopatolojik verilere göre deride herhangi bir değişim olmamış, balıkların yüzme davranışları ve beslenme alışkanlıklarında bir değişme gözlenmemiştir. Bununla birlikte, 60 dakika boyunca, 300 ppm'lik hidrojen peroksit ile muamelenin balıkları olumsuz etkilediği görülmüştür.

Fang vd. (2018) tarafından yapılan bir araştırma sonucuna göre, hidrojen peroksidin suda yaşayan organizmalar için potansiyel riskinin açık ve ciddi olduğunu ortaya koymakta ve bu nedenle araştırma ve mevzuatta önceden tahmin edilenden daha fazla dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu çalışmada, *Capitella sp.* ve *Ophryotrocha spp.* parazitlerinin 1 saat hidrojen peroksit (0, 100, 200, 400, 800, 1200 ve 1800 mg/L) maruz kalma süresi değerlendirilmiştir. Somonlar için, *Capitella sp.* ve *Ophryotrocha spp.* parazitleri enfestasyon tedavisinde 1800 mg/L hidrojen peroksit kullanımı uygun doz olarak belirlenmiştir. Maruz kalmanın ardından poliketler, temiz deniz suyuna tekrar bırakılmıştır. Her iki poliket türünde maruz kalma sonrası 72 saatlik bir süre içinde yüksek kümülatif mortalite yaşanmıştır. Ölüm oranı doza bağlı olarak değişiklik göstermiş, en yüksek dozda en yüksek mortalite yaşanmıştır. Sonuçlar, test edilen tüm konsantrasyonlarda 1 saat hidrojen peroksit maruz kalmanın, her iki poliket türü üzerinde geri dönüşü olmayan olumsuz etkileri olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak bu bileşiğin kullanımı, balık çiftliklerinde bentik fauna üzerinde bilhassa, balık çiftliklerinin dibinde çok sayıda bulunan ve organik atığın toplanmasında kilit rol oynayan poliketler üzerinde olumsuz etkilere neden olacağı ortaya konulmuştur.

Martinsen vd. (2018), farklı deniz suyu sıcaklıklarında ve farklı hidrojen peroksit dozlarında amipli solungaç hastalığı (*AGD-amoebic gill disease*) ile enfekte olmuş somon (*Salmo salar L.*) tedavisi için hidrojen peroksidin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, hidrojen peroksidin, test edilen tüm doz ve sıcaklık kombinasyonlarının AGD tedavisi olarak başarılı olduğu gösterilmiştir. Solungaçlar tedaviden sonra kısmen iyileşmiş ve hastalığın daha da gelişmesi gecikmiştir. Ancak, tüm gruplar maruziyetten sonra hastalığı tekrar geliştirmiş ve bu da balıkların iyileştirilmediğini göstermiştir. Tedavinin etkisi düşük bir sıcaklıkta (8 °C) en etkili olmuştur. Bu sıcaklıkta, hastalık 12 °C ve 17 °C' ye göre daha yavaş gelişmiş ve birkaç hafta boyunca hastalık gelişimini geciktirmiştir.

Marin vd. (2017)'nin yaptıkları bir çalışma göstermiştir ki; kopepodidelerin hayatta kalması, hidrojen peroksit maruz kalanlarda daha düşük olmuştur. Hidrojen peroksidin kopepodilerde etkisi yüksek olmuş, ancak hareketli aşamaların % 100' ü 825 ppm altında hareketsiz hale gelmiştir. İlâveten balıktan ayrılmaya neden olmuş ve potansiyel olarak uzaklaştırılmış ve istila riskini azaltmıştır.

Parazitler ve funguslar büyük kayıplara neden oldukları için balık yumurtalarının ve kuluçka ekipmanlarının temizliği oldukça önemlidir. Rach vd. (2004) yaptıkları bir çalışmada, Lost Valley State Balık Kuluçkahanesinde (Warsaw, MO) hidrojen peroksidin kanal yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) yumurtalarında *saprolegniasis* ile ilişkili mortaliteyi kontrol etmedeki etkinliği değerlendirmiştir. Bu çalışma sonucunda, 500 mg/L hidrojen peroksit muamelesi, yumurta ölümünü azaltmış ve muamele görmemiş kontrol grubuna kıyasla, yumurtaların jelatinli matris içinde veya matris olmadan kuluçkaya yatırılmasından bağımsız olarak, *Ictalurus punctatus* yumurtalarının açılma yüzdesini arttırdığı görülmüştür.

Yine Rasowo vd. (2007) tarafından Nisan-Temmuz 2006 arasında yapılan bir çalışma ile, formaldehit, sodyum klorür, potasyum permanganat ve hidrojen peroksit muamelesinin Afrika Yayın Balığı (*Clarias gariepinus*) yumurtalarının kuluçka başarısı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Hidrojen peroksit, potasyum permanganata göre orta seviyede etkili bulunmuş, formaldehit ve potasyum permanganat en iyi performansı

vermesine rağmen, güvenlik kaygıları, bulunabilirliği ve maliyeti dikkate alındığında, *C. gariepinus* yumurtasının kuluçka kapasitesini iyileştirmek için balık yetiştiricilerine yayın balığı yumurtalarının 1000 ppm sodyum klorür muamelesi önerilmiştir.

Gaikowski vd. (1999) yaptıkları çalışmada, hidrojen peroksit muamelelerinin akut toksisitesi 11 balık yavrusu türü ve 13 tatlı su yavru balık türüne göre rapor edilmiştir. Ölüm oranlarının çoğu, hidrojen peroksit ilke maruziyetten sonraki ilk 30 saat içinde meydana gelmiş, hayatta kalma eğrilerinin şeklinde az değişiklik olmuştur. Veriler, hidrojen peroksit uygulamasında, tedaviye bağılı ölümlerin çoğunun, ilk maruziyetten kısa bir süre sonra gözleneceğini göstermiştir. Serin su türleri, soğuk su türlerinden daha hassas olmakla birlikte genel olarak test edilen ılık su türlerine benzer özellik göstermiştir. Mortalite verilerine dayanarak, soğuk su türleri zararlı etki olmadan 150 µL/L daha az konsantrasyonlarında 60 dakika boyunca; tüm *muskellunge*, *walleye*, *bluegill*, *channel catfish*, *yellow perch*, *pallid sturgeon* yavruları, *fathead minnow* yavruları, *white sucker* yavruları ve *northern pike* yavruları 150 µL/L daha az konsantrasyonlarında 60 dakika muamele edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Mantar enfeksiyonları balık yumurtalarını, özellikle de döllenmemiş veya ölü yumurtaları enfekte eden ciddi sorunlara neden olabilir. Geçmişte, bu problem malakit yeşili (*malachite green*) ve formalin gibi çok etkili kimyasallar kullanılarak çözülmüştür. Ancak, toksisitesi ve kanserojenliği nedeniyle, malakit yeşili, insan tüketimindeki balıklarda kullanımı yasaklanmıştır. Buna ilave olarak, formalin de çoğu ülkede yasaklanmıştır. Mantar enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılması önerilen kimyasal maddeler ve ilaçlar hidrojen peroksit, tuz, potasyum permanganattır (Novakov vd. 2018).

Bu amaçla, Novakov vd. (2018), hidrojen peroksit ve sodyum klorürün antifungal etkilerinin kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) yumurtaları üzerindeki etkinliğini belirlemek ve karşılaştırmak üzere bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Buna göre, maruz kalma süreleri ve kullanılan tüm konsantrasyonlar dikkate alındığında; özellikle 30 dakika boyunca 500 mg/L'de mantar kontrolü için hidrojen peroksidin çok etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Kahverengi alabalık yumurtaları üzerindeki mantar

enfeksiyonlarının kontrolünde tuz kullanımı için elde edilen sonuçlar bu maddenin negatif kontrolden daha iyi olduğunu ancak yeterince etkili olmadığını ve kullanım için önerilemeyeceğini göstermiştir. Sonuç olarak, hidrojen peroksit, kesinlikle tuz ve negatif kontrollerden daha iyi ve sıvı olarak kullanımı daha kolay olmuştur.

2006 yılında Somon üretiminde 305 milyon Euro (Costello 2009) zarara neden olan *Lepeophtheirus salmonis* paraziti için kullanılabilir en uygun hidrojen peroksit konsantrasyonunu araştıran Aaen vd. (2014)' e göre en düşük dozlarda uygulama bile başarılı sonuçlar vermiştir.

Schreier vd. (1996) gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) mantar enfeksiyonlarını kontrol etmedeki etkiyi araştırmışlar ve 500-1000  $\mu\text{L l}^{-1}$  hidrojen peroksit uygulaması önermişlerdir. Bu çalışmada, kuluçkaya kadar her gün, 15 dakika boyunca, enfekte olmamış ve % 10 mantar enfekte olmuş (*Saprolegnia parasitica*) gökkuşağı alabalık yumurtalarında formalin, hidrojen peroksit ve sodyum klorürün antifungal aktivitesi gözlenmiştir. Profilaktik kimyasal muameleye maruz kalan enfekte olmamış yumurtalar için yumurtadan çıkma yüzdesi veya son enfeksiyondaki tedaviler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Negatif kontrol grubunda (enfekte olmamış ve muameleye maruz kalmamış) % 86' yı geçen yumurtadan çıkış gözlenmiştir. Pozitif kontrol gruplarına (enfekte olmuş ve muamele edilmemiş) kıyasla, enfekte yumurta gruplarında yapılan tüm kimyasal tedaviler mantarın yayılmasını kontrol etmiş ve kuluçka başarısını arttırmıştır. 1000 ve 1500  $\mu\text{L l}^{-1}$  formalin uygulaması ve 500 ve 1000  $\mu\text{L l}^{-1}$  hidrojen peroksit uygulaması en etkili sonucu vermiştir. 30 000 mg  $\text{l}^{-1}$  lik sodyum klorür muamelesi yavru yumurtanın iyileştirilmesini sağlamış, ancak bileşik, hidrojen peroksit ve formalin muamelelerine kıyasla mantar büyümesini önlemede daha az etkili olmuştur.

Kim vd. (2000) yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) filetolarını hidrojen peroksit, ozonlanmış su ve tuz ilaveli askorbik asit ve tuz çözeltisi ile muamele ettikleri bir çalışmada filetolara, %0,4 ve 0,7'lik konsantrasyonlarda %30'luk hidrojen peroksit uygulamışlardır. TBAR (tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) ve fileto rengi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, ozonlu su *Staphylococcus* ve *Acinetobacter*'i azaltmaz

iken, askorbik asit (p 0.05) hariç tüm uygulamalar *Aeromonas* 'ı azaltmıştır. 5 ppm'lik ozonlanmış su (p 0.05) hariç tüm işlemler başlangıç TCC ve PPC' sini azaltmıştır. % 0.7 hidrojen peroksit, tuz çözeltisi ve 10 ppm ozonlanmış su ile muamele edilmiş filetolarda, sırasıyla 8, 10 ve 10.5 gün sonra koku bozulmaları görülmüştür. Hidrojen peroksit, ozonlanmış su ve tuz çözeltisi ile muamele edilen filetolar, kontrol filetolarından daha yüksek (p 0.05) TBAR'a sahip olduğu görülmüştür. Hidrojen peroksit maruz bırakılan filetolar daha düşük (p 0.05) Hunter 'L' değerlerine sahipken, tuz çözeltisindeki filetolar kontrollerden daha yüksek 'a' ve daha düşük (p 0.05) Hunter 'L', 'b' ve SI değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın bir sonucu olarak, yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) filetolarına, %0,4 ve 0,7'lik konsantrasyonlarda %30'luk hidrojen peroksit uygulamanın raf ömrünü uzatıcı etkisi olduğu görülmüştür.

Bilgisayarlı resim analizi, hızlı, ekonomik, tutarlı ve objektif bir inceleme ve değerlendirme tekniğidir. Bu yöntem su ürünleri gıda endüstrisinde de kullanılmaktadır. Örneğin su ürünlerinin besin kompozisyonunun belirlenmesi, boyut ve hacminin ölçülmesi ve değerlendirilmesi, şekil parametreleri, dış veya et renginin ölçülmesi, kalite özellikleri ve besin içeriğinin belirlenmesi hatta kalite kusurlarının tespit ve değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Gümüş vd. 2011).

Gıda ve tarımsal materyallerinin renginin makine görüşü kullanılarak ölçülmesi, subjektif testler veya renk ölçerlerin kullanılması gibi diğer ölçüm yöntemlerinde bulunmayan avantajlara sahiptir. Gıdalar üzerindeki renklerin eşitsizliği tüketici algısını etkileyebilmektedir. Nispeten homojen renkler için, renk ölçerler tarafından verilenlere benzer ortalama renk değerleri makine görüşü ile elde edilebilir. Düzgün olmayan renkler için, makine görüşünden elde edilen görüntülere, renk blokları, konturlar ve renk değişim indeksi (color change index) gibi çeşitli görüntü analiz yöntemleri uygulanabilir (Balaban 2008).

Görüntü özelliği çıkarımı için mevcut teknikler ve bunların gıda endüstrisindeki uygulamaları, renk, boyut, şekil ve doku olmak üzere dört ana görüntü özelliğine göre yapılmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, her türlü görüntü özelliğinin gıda kalitesi değerlendirmesi ve muayenesi için gerekli olan önemli bilgileri

içerdiğini göstermektedir. Ayrıca, farklı görüntü özelliklerinin uygun kombinasyonu, değerlendirme sonuçlarının doğruluğunu artırabilir, bazen böyle bir kombinasyon, yalnızca tek bir tür görüntü özelliği kullanılarak tanımlanamayan bazı kalite özelliklerini de ortaya çıkarabilir (Zheng vd. 2006).

Marty-Mahé vd. (2004), kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) filetoları üzerinde görüntü segmentasyonu metodunu uygulamışlardır. Bu uygulamada son dört aylık büyüme sırasında %16 ve %26 yağ (LFR ve HFR) içeren diyetle beslenen iki genotipten yirmi yedi aylık kahverengi alabalıkların filetoları kullanılmıştır. 48 alabalık filetosu üzerindeki renkli görüntü analizinde, beslenme ve seleksiyonun çeşitli dokuların gelişimi üzerindeki etkileri üzerinde sonuçlar sağlanmıştır. Et rengi ( $L * a * b$ ), miyoseptler (görünür yağ), miyomera ve periferik yüzeyleri içeren renkli görüntü analizi sonucunda, beslenme ve seleksiyonun, yenilebilir eti temsil eden çeşitli dokuların gelişimi üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Korel vd. (2001) elektronik burun ve bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile tilapia filetolarının koku ve renklerine göre sınıflandırılmasını araştırmışlardır. Bu çalışmada, taze tilapia (*Oreochromis niloticus*) filetoları % 0, % 4 ve % 8 sodyum laktat ile muamele edilmiş ve 12 gün boyunca 1,7 ve 7,2 °C' de depolanmıştır. On iki polimer sensörlü elektronik burun kokuları değerlendirmiş ve bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile radyüs renkleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, doğru sınıflandırma sadece renk verileri için zayıf, sadece elektronik burun verileri için kabul edilebilir bulunmuş her iki verinin birlikte kullanılması önerilmiştir.

Erikson ve Misimi (2008) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, temizlenmiş ve temizlenmemiş Atlantik somonlarının (*Salmo salar*) depolama sırasındaki deri ve et renk değişim analizlerinde bilgisayarlı görüntüleme sistemi kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre depolama süresindeki artışın balıkların cilt dorsalinde ve göbek açıklığında, sarılıkta, renk tonunda ve parlaklığında bazı küçük değişikliklere yol açtığı ancak bunların çok da tutarlı olmayan küçük değişiklikler olduğu ortaya konulmuştur.

Balaban vd (2014) mercan balığı (*Pagrus auratus*) ve kırlangıçbalığı (*Chelidonichthys kumu*) balıklarının depolanma sırasında cilt ve gözlerindeki renk değişimlerini analiz etmede bilgisayarlı görüntüleme yöntemi kullanmışlardır. Bu çalışmada balıkların bir tarafı buzla temas ettirilmiş, diğer tarafı her zaman havaya maruz bırakılmış ve her iki tarafın görüntüleri polarize ve polarize olmayan aydınlatma kullanılarak çekilmiştir. Polarize ve polarize olmayan görüntüler arasındaki renk farkı, balıkların yüzeyindeki yansımayı ölçmek için hesaplanmıştır. Görüntü analizi cilt üzerinde ortalama L\*, a\* ve b\* değerlerine ve gözlerde ortalama L\* değeri ile sonuçlanmıştır. Kırlangıçbalığının (*Chelidonichthys kumu*) yüzeyinde L\* değeri zamanla önemli ölçüde değişirken, mercanbalığının (*Pagrus auratus*) değeri büyük ölçüde sabit kalmıştır. Her iki balığın a\* ve b\* değerleri zamanla azalmıştır. Gözlerin L\* değerleri polarize görüntüler ve balıkların sadece havaya maruz kalan tarafı için anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, cilt ve göz renginin doğru ölçümü için polarize ışığın kullanılması önerilmiştir.

Alçıçek ve Balaban (2014) tarafından Yeni Zelanda'nın önemli ihrac ürünlerinden biri olan yeşil kabuklu midye (*Perna canaliculus*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada görüntü analizi yöntemiyle canlı midyelerin çeşitli geometrik özellikleri ölçülmüştür. Midye hacmi, canlı midyelerin üst ve yan görünümüne uygulanan kübik spline yöntemi kullanılarak doğru bir şekilde tahmin edilebileceği, tüm hacmi tahmin edebilmek için ampirik denklemlerde hem üst hem de yan görünüm kullanıldığında tahmin doğruluğunun daha da artacağı sonucuna varılmıştır.

Colihueque vd. (2011), gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) pazar ve ihracat için istenen arka renk kategorilerine ayrılması için bilgisayar tabanlı görüntü analizini bir yaklaşım olarak ortaya koymak üzere bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Gökkuşağı alabalığını belirli renk desenlerine göre sınıflandırmak ve cilt rengini objektif olarak ölçmek için, bilgisayar tabanlı görüntü analizinin etkili bir teknik olduğu sonucuna varmışlardır.

Dowlati vd. (2013), çiftlik ve deniz çipura (*Sparus aurata*) balığının, göz ve solungaçlarındaki görsel özelliklerini kaydetmek için doğru CIELAB renk ölçümleri

sağlamak üzere kalibre edilmiş bir dijital renkli görüntüleme sistemi kullanmışlardır. Bu çalışmada, makine görüşü, depolama sırasında balık göz ve solungaçlardaki renk değişikliklerini başarıyla izlenmiştir. Bu çalışmanın bir sonucu olarak, balık göz renk parametreleri, gıda endüstrisinde balık tazeliğinin hızlı ve çevrimiçi olarak değerlendirilmesi için yeşil, düşük maliyetli ve kolay bir yöntem olarak kullanılabileceği önerilmiştir.

Alçıçek ve Balaban (2012), doğru nesne tanıma ve renk analizi için "iki görüntü" (The Two Image) yöntemini uygulamışlar ve uygulama örnekleri olarak somon parçaları, kalamar tüpleri ve soyulmuş çiğ karidesleri kullanmışlardır. Yapılan bu çalışmada, görüntü analizinde, nesnelerin arka plandan ayrılmasının (segmentasyon) öneminden hareketle arkadan aydınlatmalı ve önden ışıklı bir görüntü çekmenin bu zorluğun üstesinden geleceğini vurgulamışlardır. Çünkü nesne yarı saydamsa, arka plan rengi renk analizine ağırlık verebilir ve nesne renkleri arka plana benziyorsa, segmentasyonu zor ya da imkânsız hale getirebilir.

Yağız vd. (2009), yüksek basınçlı işleme ve pişirme işleminin atlantik somonu (*Salmo salar*) kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, 6 günlük depolama süresince mikrobiyal aktivite, lipit oksidasyonu, yağ asidi profili, renk ve dokuya dayalı çalışmalarında bilgisayarlı görüntüleme sistemini kullanmışlardır.

Balaban vd. (2005) karbon monoksit ile işlenmiş balıkların renk parametrelerini görüntüleme analiz yöntemiyle incelemişler, taze tuna balığının renginin ışınlama ile değişmediğini, karbondioksite maruziyette kırmızılığın arttığını tespit etmişlerdir.

Ünal Şengör vd. (2018), yaptıkları çalışmada, soğuk hava depolama koşullarında gilthead çipurasının (*Sparus aurata*) tazelik parametrelerini değerlendirmek üzere minolta renk ölçüm yöntemi ile görüntülü renk analiz yöntemini karşılaştırmışlardır. Görüntü renk analizi yöntemi, balıkların gözleri, solungaçları ve derisindeki renk değişikliklerine bağlı olarak *Sparus aurata*'nın tazelik değerlendirmesinde daha kesin ve güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuca göre, görüntü renk analiz yönteminin su ürünleri işleme tesislerinde, ambalajlanmadan önce taze ve

bayat balıkların otomatik olarak ayırt edilebilmesi için kolay ve pratik bir yöntem olarak kullanılabilmesi görülmüştür.

Shi vd. (2018), 4 °C' de depoladıkları tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarının göz ve solungaç rengine dayalı tazelik göstergelerinin eşzamanlı tahmini için bir makine görme sistemi kullanmışlardır. Seçilen tilapia gözbebeği ve solungaçları üzerinde RGB, HSI ve  $L * a * b *$  renk değerlerini inceledikleri bu çalışma bir görüntü işleme algoritması tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiş, gözbebeği ve solungaç rengi parametreleri TVB-N, TVC ve TBA ile ilişkilendirilerek çoklu regresyon modelleri oluşturulmuştur ( $R^2 = 0.989-0.999$ ). Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, görüntüler alınmadan önce solungaç kapağı çıkarıldığı için, solungaç rengine göre tazeliğin değerlendirilmesi bozucu ve zaman alıcı olmuştur. Balık göz rengine dayalı bozulmanın görselleştirme haritaları, görüntü algoritmaları kullanılarak elde edilmiş ve makine görüşünü kullanarak tilapia (*Oreochromis niloticus*) renk parametrelerinin değerlendirilmesinin, 4 °C' lik saklama sırasında tazeliği tahmin etmek için düşük maliyetli olduğu bulunmuş ve çevrimiçi bir yöntem olarak kullanılabilmesini göstermiştir.

Murakoshi vd. (2013), balık gözlerindeki parlaklık dağılımına göre görsel tazelik kararı ile ilgili yaptıkları çalışmada, istavrit balıklarının (*Trachurus japonicus*) gözlerini analiz etmede hem görüntüleme hem de duyu analizi çalışması yapmışlardır. Sonuçlar, bireysel farklılıklar içerse bile, görsel tazelik algısı ve parlaklık dağılımındaki değişikliklerin bozulma süresi ile ilişkili olduğunu ve buna ilave olarak, parlaklık dağılımındaki standart sapma ve çarpıklığın, algılanan tazelik skorları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Wang vd. (2013), balık gözü görüntüsüne dayalı olarak balık tazeliğini hızlı tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, dijital kamera aracılığıyla en taze balık gözü görüntülerini seçmişler, Kısmi En Küçük Kareler Regresyonunun Modellenmesi (Modeling of Partial Least Squares Regression) ile görüntünün enerjisinin değişimi ile pH, elektriksel iletkenlik, TVBN arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, balık gözü görüntü enerjisi değişimi sayesinde balıkların tazeliğini hızlı, rahat, basit ve doğru bir şekilde tespit edilebileceği sonucuna varmışlardır.

Dutta vd. (2016), balık kalitesini ve tazeliğini değerlendirmek için çalışmalarında görüntü işleme tabanlı yöntem kullanmışlardır. Yaptıkları bu araştırmada, balık numunelerinin solungaç dokuları, kümeleme esaslı bir yöntem kullanılarak otomatik olarak bölümlere ayrılmış ve birinci, ikinci ve üçüncü seviye dalgacık alanında ayrışma yapılmış ve her seviyede elde edilen katsayılar, balık örneğinin tazeliğini tahmin etmek için analiz edilmiştir. Neticede, görüntü işleme tabanlı yöntem, balık kalitesini ve tazeliğini değerlendirmede tahribatsız ve gerçek zamanlı olarak çalışılabilecek bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.



### 3. MATERYAL METOT

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Balık materyali

Bu çalışmada materyal olarak 100 adet taze Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Ticari bir alabalık çiftliğinden satın alınan balık örnekleri, tazeliklerinin korunması için soğuk zincir bozulmadan laboratuvara getirilmiştir.

Alabalıklar içerisinde rasgele 10 adet balık seçilmiş, tartılmış ve ölçülmüştür. Tartım ve ölçüm değerleri Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Alabalıklar iç organ ve kafa ayıklama işleminden sonra filetolara ayrılmış ve belirlenen gruplar için tasnif edilmiştir.

Çizelge 3.1 Tartım ve ölçüm sonuçları

No	Ağırlık (g)	Boy (cm)	No	Ağırlık (g)	Boy (cm)
1	335,59	30	6	299,14	29
2	285,19	29	7	306,82	27
3	318,62	28	8	298,07	29
4	354,90	28	9	336,63	29,5
5	296,99	28,5	10	335,12	28

#### 3.2 Yöntem

##### 3.2.1 Materyalin hazırlanması

Alabalık filetoları hazırlanan hidrojen peroksitli solüsyonlara daldırılmıştır. Ticari nanokolloidal gümüşlü H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve %30’luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonundan %0,7 ve %0,4’lük alikotlar hazırlanmıştır. Buna göre hazırlanan grupların kodları aşağıdaki gibidir:

- C: Herhangi bir solüsyona daldırılmamış ve vakum paketli alabalık örnekleri
- 7A: %0,7'lik Nanokolloidal Gümüş katkılı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonuna daldırılmış ve vakum paketli alabalık örnekleri
- 4A: %0,4'lük Nanokolloidal Gümüş katkılı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonuna daldırılmış ve vakum paketli alabalık örnekleri
- 7B: %0,7'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonuna daldırılmış ve vakum paketli alabalık örnekleri
- 4B: %0,4'lük H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonuna daldırılmış ve vakum paketli alabalık örnekleri

### 3.3 Analizler

Çalışmada +4°C'de depolanan örneklerde depolama boyunca TVB-N analizi ile raf ömrü tespiti yapılmıştır. Renk ve şekil değişimleri ise bilgisayarlı görüntüleme teknolojisi kullanılarak tespit edilmiş, duyu analizi olarak ise Kalite İndex Metodu (KİM) kullanılmıştır. Deneme planları 3 tekrarlı olarak tasarlanmıştır. Çalışma sonuçları istatistik analizlerle değerlendirilmiş, analiz günleri 0, 4, 8 ve 12 olarak gerçekleştirilmiştir.

#### 3.3.1 Duyusal analiz

Duyusal özellikler insan duyuları tarafından algılanan, tüketicinin bir gıdayı kabul veya reddetmesine neden olan niteliklerdir. Duyusal analizler, gıdaların tüketici üzerinde bıraktığı etkiyi belirlemek için, belirli özellikleri taşıyan panelist grubu tarafından farklı test teknikleri uygulanarak değerlendirilen sonuçlara göre yapılır. Çalışmada kullanılacak Kalite İndex Metodu (KİM) (Quality Index Method-QIM) için Archer (2010) tarafından sunulan Hake ve Somon KİM tabloları modifiye edilerek kullanılmıştır.

Çizelge 3.2 Gökkuşığı alabalığı ve kırmızı benekli alabalık için kullanılan KİM tablosu

Tarih		İsim	
Bölge	Kalite parametresi	Tanım	Puan
Deri	Renk/Görünüş	Parlaklık tüm deride bulunuyor	0
		Deri parlaklığı azalmaya başlamış	1
		Deride sarımtıraklık	2
	Mukus	Berrak	0
		Sütümsü	1
Sarı ve pıhtılı		2	
Koku	Taze, doğal	0	
	Salatalık, metalik, otumsu	1	
	Ekşimsi	2	
	Çürük	3	
Tekstür	Rigorda, sert	0	
	Parmağı basıp çektiğinde hemen düzelir	1	
	Parmağı basıp çektiğinde hemen düzelmez	2	
Fileto	Renk/Görünüş	Parlaklık tüm deride bulunuyor	0
		Parlaklığı azalmaya başlamış	1
		Sarımtıraklık	2
	Mukus	Berrak	0
		Sütümsü	1
		Sarı ve pıhtılı	2
Koku	Doğal	0	
	Salatalık, kavun	1	
	Ekşi, fermente	2	
	Çürük, Çürük lahana	3	
KİM Puanı			0-16

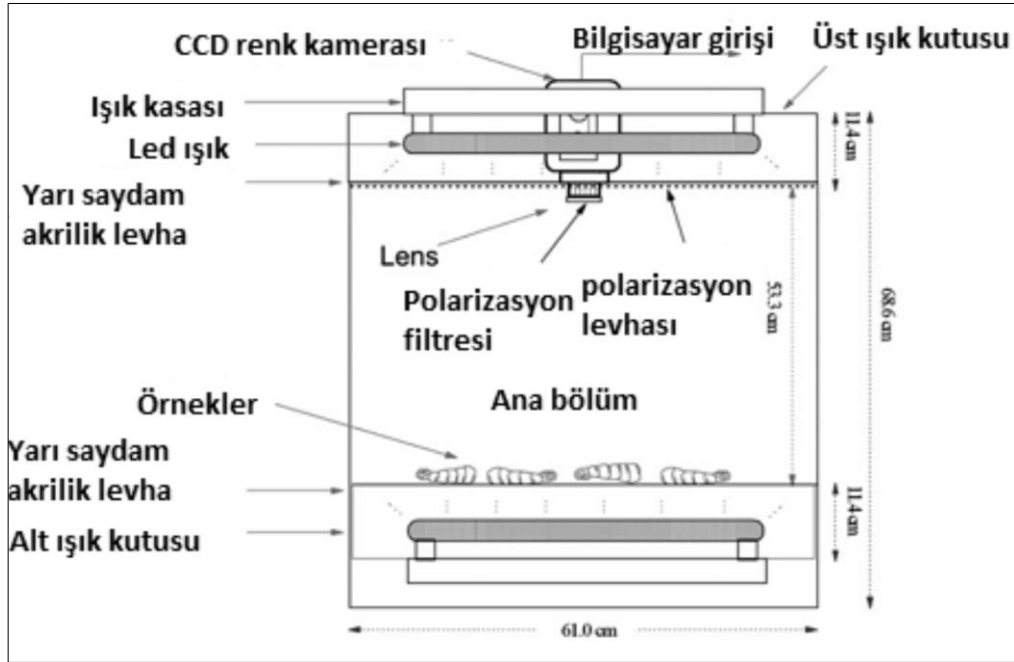
### 3.3.2 Bilgisayarlı görüntüleme teknolojisi

Bu çalışmada, Alçiçek ve Balaban (2012)'nin açıkladıkları “two image method” (iki resim tekniği) kullanılmıştır. Bu işlem için kullanılan ışık kutusu (Şekil 3.1) içinde Camera Control Pro (Camera Control Pro Nikon, Tokyo, Japonya) ile kontrol edilebilen bir D300 Nikon (Tokyo, Japonya), 18-200 bir lens (Nikkor Lens, Tokyo, Japonya) ile lense takılı standart polarize filtre bulunmaktadır ve LED aydınlatma bir polarize film (Rosco, Stamford, CT, ABD) ile kaplanmıştır. Renk standartları için Gretag Color Checker (Gretag Color Checker, X-Rite Inc., Grand Rapids, MI, ABD) kullanılmıştır. Fotoğraf makinesi için kullanılan manuel değerler Çizelge 3.3’ de açıklanmıştır.

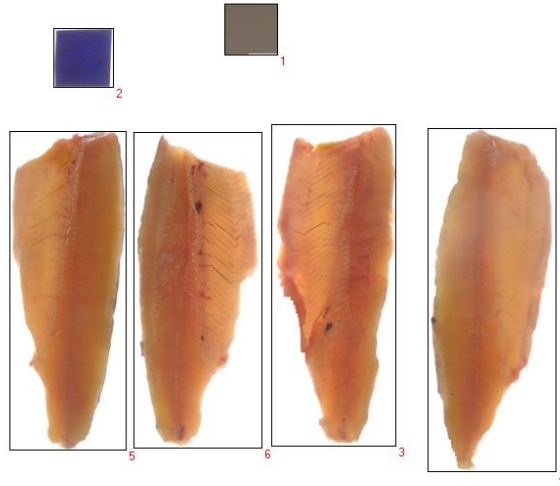
Çizelge 3.3 Nikon D300'ün manuel ayarları

Kamera Ayarları	Alt Aydınlatma	Üst Aydınlatma
Pozlama modu	Manuel	Manuel
Deklanşör hızı	1.6 saniye	¼ saniye
Diyafram açıklığı	F/6.3	F/11
Poz düzeltme	0 EV	0 EV
ISO Hassasiyeti	200	200
Beyaz dengesi	Önceden ayarlı manuel	Önceden ayarlı manuel
Resim büyüklüğü (Piksel)	2144x1424	2144x1424

Ardından bu fotoğraflar Bilgisayarlı Görüntüleme Teknolojisi için geliştirilmiş olan LensEye (Gainesville, FL, ABD) programında okutulmuş, bu sonuçlar ile ürünün renk dağılımı hakkında bilgiler elde edilmiştir. Kullanılan alt ve üst ışık ile çekilmiş fotoğrafların segmentasyonu aynı program ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.1 İki resim tekniği için çekilecek fotoğrafların çekim alanı olan ışık kutusu (Luzuriaga vd.1997)



Şekil 3.2 Alt ışık ile çekilmiş resmin LensEye ile segmentasyonu



Şekil 3.3 Üst ışık ile çekilmiş resmin LensEye ile segmentasyonu

### 3.3.3 İstatistik analizleri

Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi için SPSS 23.0 (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılmıştır. Verilere normallik testi uygulanmış, gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde tek yönlü Varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve alt grup analizleri Tukey's testi ile incelenmiştir. Değerler ortalama  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir. Önemlilik düzeyi %95 olarak alınmış ( $p < 0,05$ ), grafikler yine aynı program kullanılarak hazırlanmıştır.

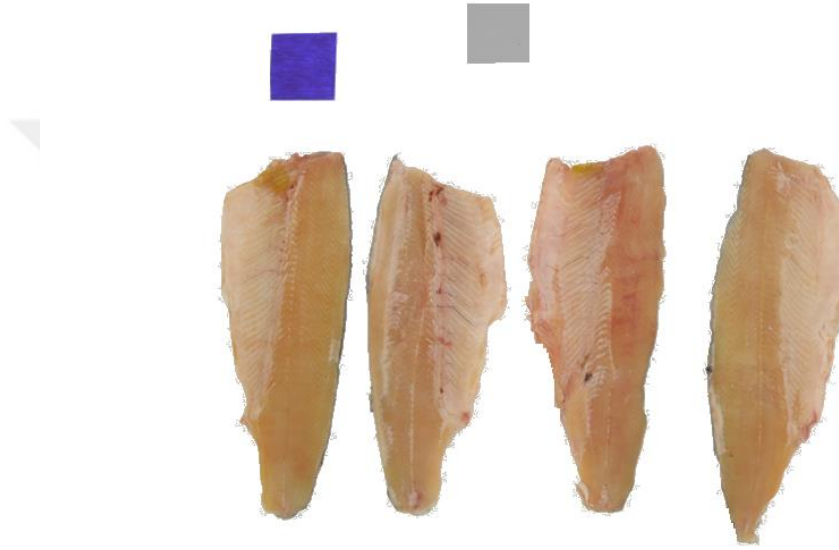


## 4. BULGULAR

### 4.1 Renk Değerlerine Ait Bulgular

#### 4.1.1 Fileto renk değerleri

Alabalık filetolarının ham haline ait bir örnek resim Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Alabalık filetolarının analiz sonrası düzeltilmiş resmine örnek

Örneklerin fileto kısımlarının renk değerlerine ait değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

L\* değerindeki değişimler Şekil 4.2’ de gösterilmiştir.

Sonuçlara göre başlangıç L\* değeri tüm gruplar için 56,97 ile 58,58 arasında değişim göstermiştir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamalarından sonra, yani 0. günde ise L\* değeri 4A ve 7A gruplarında sırasıyla 67,89 ve 67,84 olarak, 4B ve 7B grupları için ise sırasıyla 66,72 ve 68,73 olarak kaydedilmiştir. Sadece suya daldırılan C grubunun ise L\* değeri 65,34 olarak bulunmuştur. Buna göre en yüksek L\* değeri Nanokolloidal Gümüş Katkılı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulanan 4A ve 7A gruplarında bulunmuştur. Ancak bu gruplar arasında istatistik

açından fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu da kullanılan farklı oranların  $L^*$  değeri üzerine önemli bir etkisi olmadığını göstermiştir.

Bununla birlikte 7B grubu ile 4A ve 7A grupları arasında da istatistik açıdan fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak 4B ve 7B arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ). Bu durum Nanokolloidal Gümüş Katkılı olmayan  $H_2O_2$ 'nin farklı oranlarının renk üzerine etkisi olduğunu ve yüksek oranlı uygulanan grubun  $L^*$  değerinin Nanokolloidal Gümüş Katkılı  $H_2O_2$  uygulamaları ile benzer  $L^*$  değeri verebildiğini göstermiştir. Buna göre Nanokolloidal Gümüş Katkılı  $H_2O_2$ 'nin ağartıcı etkisi Nanokolloidal Gümüş Katkılı olmayan  $H_2O_2$ 'ye göre daha yüksektir. Buna ek olarak kontrol grubunun  $L^*$  değeri tüm gruplar arasında en düşük değere sahiptir.

Bir bütün olarak incelendiğinde hidrojen peroksidin alabalık filetoları üzerinde  $L^*$  değerini arttırıcı etkisinin, sadece suda bekletilen gruba göre yüksek olduğu açıkça ortaya konmuştur. Ancak bu durum depolamanın diğer günlerinde değişim göstermiş ve kontrol grubu ile istatistik açıdan benzerlik gösteren diğer grupların bulunduğu gözlenmiştir.

Bu benzerliklerin oluşmasının nedeninin hidrojen peroksidin yarılanma süresi, balıketindeki bozulmaların artması ve raf ömrünün dolmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunu destekleyen duyuusal analiz ve TVB-N sonuçları bulunmaktadır.

Grupların zaman içindeki değişimleri istatistik açıdan incelenmiştir. Buna göre 4A grubunun  $L^*$  değeri her depolama gününde farklılık göstererek istatistik açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 7A grubunun  $L^*$  değeri ise ham, 0. gün ve 4. günlerde benzerlik göstermiş ancak depolamanın sonuna doğru farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Ancak depolamanın son iki gününde elde edilen fark istatistik açıdan önemsizdir ( $p>0,05$ ). 4B grubu  $L^*$  değeri ise  $H_2O_2$  uygulamasının ardından artmış ve depolama süresince kademeli olarak azalış göstermiştir. Bu azalış istatistik olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). C grubunda da suda bekletme sonrası  $L^*$  değerinde artış gözlenmiştir. Ancak bu artış  $H_2O_2$ 'li gruplardaki kadar yüksek bulunmamıştır.

Depolama süresince ise bu artış kademeli olarak azalış göstermesine rağmen istatistik açıdan fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Whiteness (beyazlık) değeri ile  $L^*$  değeri benzerlik göstermiştir (Şekil 4.6).

Filetoların kırmızılık değerini incelemek amacı ile  $a^*$  değeri analiz edilmiştir (Şekil 4.3). Buna göre tüm grupların ham haline ait  $a^*$  değeri 13,65 ile 14,37 arasında değişim göstermiştir. Bu değerler arasında istatistik açıdan fark önemsizdir ( $p>0,05$ ). Daldırma solüsyonlarında bekledikten sonra yani depolamanın 0. gününde  $a^*$  değeri dramatik bir düşüş göstererek 4A için 6,62, 7A için 6,48, 4B için 5,59, 7B 4,84 ve C için 8,77 bulunmuştur. Buna göre en düşük  $a^*$  değeri en yüksek ağartıcı etkiyi gösterdiğinden, 7B grubunun en yüksek ağartıcı etkiye maruz kaldığı görülmüştür. Bununla birlikte istatistik olarak 4A ve 7A grupları depolamanın 0. gününde benzerlik gösterirken ( $p>0,05$ ), aynı günde diğer tüm gruplar birbirinden farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Depolamanın 4. gününde ise bu farklılıklar uygulama gruplarında benzerlik ve gruplar arasında farklılık şeklinde izlenmiştir. Buna göre 4A ve 7A birbiri ile ( $p>0,05$ ) 4B ve 7B birbiri ile benzerlik göstermiş ( $p>0,05$ ), ancak C grubu ve ikili gruplar arasındaki istatistik fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu durum ağartıcı etkinin azalması ve bozulma parametrelerinin ortaya çıkarak renk üzerine etkinliğinin başlaması ile ilgilidir. Depolamanın 8. gününde ise tüm gruplar arasındaki istatistik ilişki 0. gündeki ile aynıdır. 12. günde ise 4 B grubu ile 4A ve 7A grupları benzerlik taşırken C grubu ile farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Günlere göre her bir grubun  $a^*$  değerindeki istatistik değişimlere göre; 4A grubunun ham hali ile diğer depolama günleri arasında fark önemli bulunmuş ( $p<0,05$ ) ancak diğer tüm günlerdeki fark önemsiz olarak değerlendirilmiştir ( $p>0,05$ ). Aynı durum 7A grubunda ve 7B grubunda da izlenmiştir. Ancak C grubunun  $a^*$  değeri diğer gruplardaki farklılıklara sahipken 12. günün  $a^*$  değeri tüm depolama günlerine göre istatistik açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

$b^*$  değeri filetoların sarılık düzeyi hakkında bilgi verir. Buna göre yapılan analiz sonuçlarına göre;  $b^*$  değeri başlangıçta tüm gruplar için 26,52 ile 28,05 arasında

değişim göstermiştir. Bu değer uygulama sonrası 0. günde tüm gruplarda düşüş göstermiştir. Bununla birlikte 4B ve 7B grupları arasında istatistik açıdan fark görülmüştür ( $p<0,05$ ). Ancak 4A, 7A ve C grupları arasında benzerlik kaydedilmiştir ( $p>0,05$ ).

Depolamanın 4. gününde tüm gruplarda  $b^*$  değerinde yükseliş izlenmiştir. Bu değerler arasındaki istatistik açıdan değerlendirmeye göre, 4B grubu hariç diğer tüm gruplar arasında benzerlik gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Aynı durum 8. günde de devam etmiştir. Ancak depolamanın 12. gününde ise bu farklılık ortadan kalkmıştır. Bunun yerine C grubu ile B grupları arasında fark izlenmiştir ( $p>0,05$ ).

Her bir grubun  $b^*$  değerindeki değişimler depolama günlerine göre istatistiksel olarak incelenmiştir. Buna göre 4A grubunun ham iken  $b^*$  değeri ile 0. gündeki  $b^*$  değeri arasındaki istatistik fark önemlidir ( $p<0,05$ ). Ancak 4, 8 ve 12. günlerdeki  $b^*$  değerleri ise birbirleri ile istatistik olarak fark göstermezken ( $p>0,05$ ) diğer depolama günleri ile farklılık göstermişlerdir ( $p<0,05$ ). 7A grubunun ham  $b^*$  değeri ile 0. gün  $b^*$  değeri arasında istatistik olarak fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ancak 0, 4 ve 8. günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). 8 ve 12. günler arasındaki istatistik fark yine önemsizdir ( $p>0,05$ ). 4B grubunun ham ve 0. gün  $b^*$  değeri arasındaki istatistik fark önemlidir ( $p<0,05$ ).

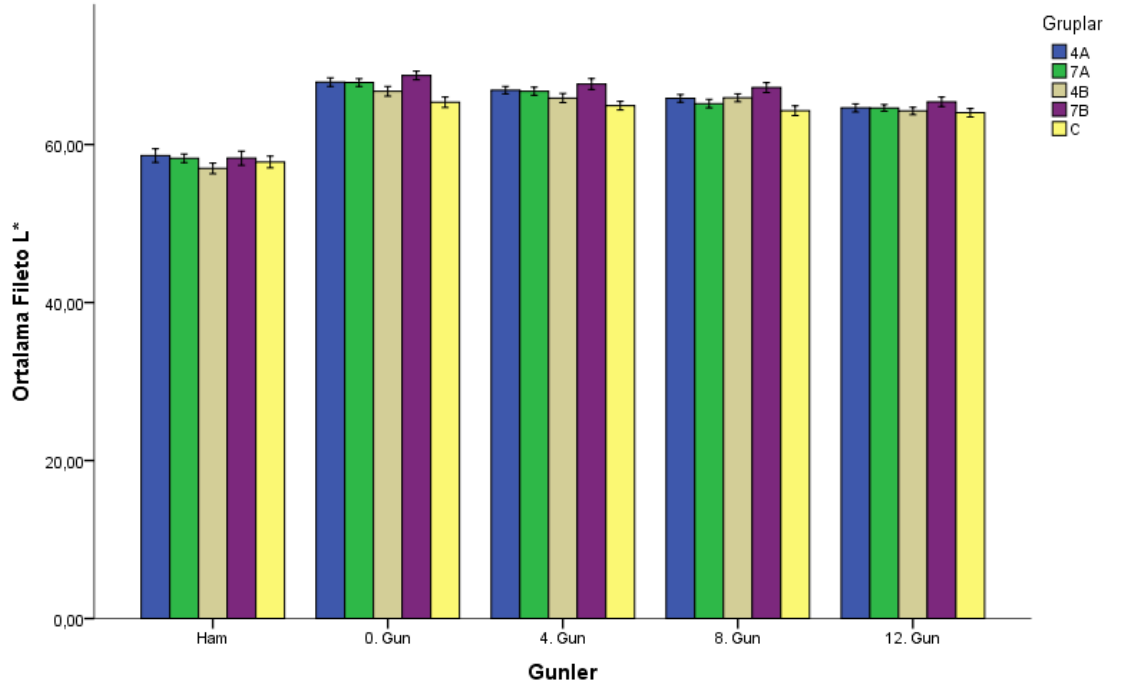
Buna ek olarak 0. gün ile diğer depolama günlerinin  $b^*$  değeri arasındaki fark da önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 4, 8 ve 12. günlerin  $b^*$  değeri istatistik olarak benzerlik göstermiştir ( $p>0,05$ ). 7B grubunun ham ve uygulama sonrası 0. gündeki istatistik farkı önemlidir ( $p<0,05$ ).

Ancak 4. gün elde edilen  $b^*$  değerinin tüm diğer günlere göre istatistik açıdan fark oluşturduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). 8 ve 12. günlerde ise  $b^*$  değeri arasında 7B grubu için istatistik fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). C grubunun ham  $b^*$  değeri ile 0. gün  $b^*$  değeri arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ). Ancak depolamanın diğer günleri arasındaki fark önemsiz olarak kaydedilmiştir ( $p>0,05$ ) (Şekil 4.4). Chroma (rengin canlılık veya matlık özelliği) değeri ile  $b^*$  değeri benzer sonuçlar içermektedir (Şekil 4.5).

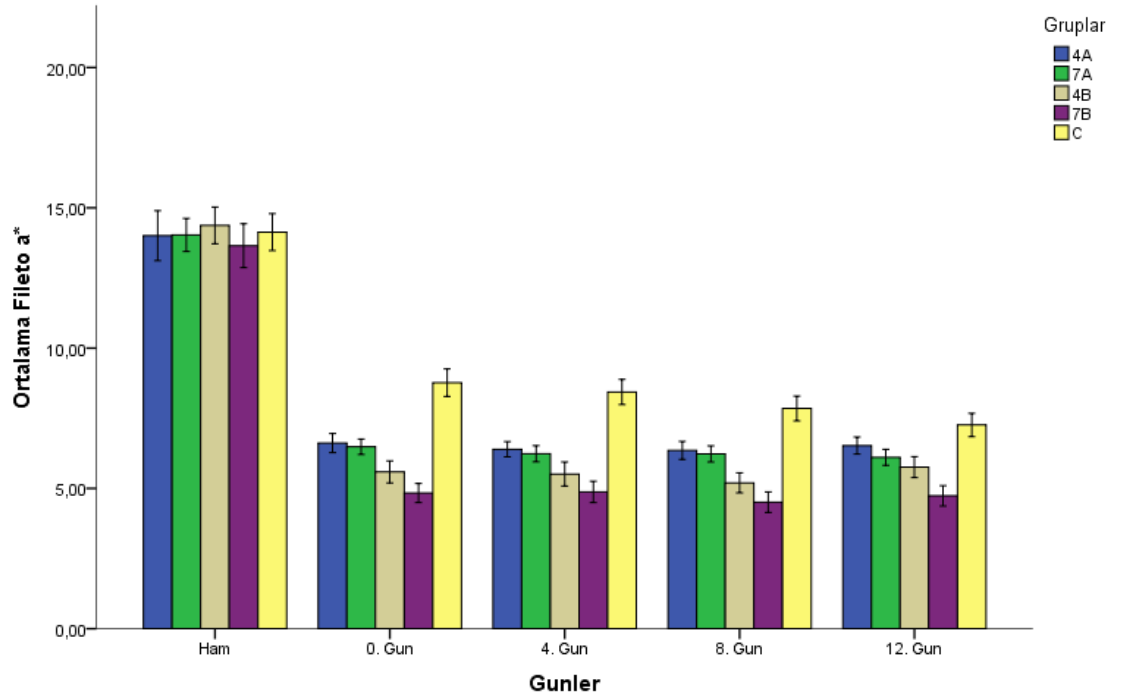
Çizelge 4.1 Örneklerin fileto kısımlarına ait renk değerleri

Fileto Renk Değerleri	Gruplar	Günler														
		Ham			0. Gün			4. Gün			8. Gün			12. Gün		
		Ortalama	Std. Sapma	Sig.*	Ortalama	Std. Sapma	Sig.	Ortalama	Std. Sapma	Sig.	Ortalama	Std. Sapma	Sig.	Ortalama	Std. Sapma	Sig.
L*	4A	58,59	2,70	Aa	67,89	1,73	Ba	66,87	1,46	Ca	65,84	1,53	Da	64,64	1,58	Ea
	7A	58,25	1,71	Aab	67,84	1,51	Aa	66,75	1,60	Aa	65,17	1,57	Bac	64,63	1,32	Ba
	4B	56,97	2,08	Ab	66,73	1,83	Bb	65,88	1,81	Bab	65,92	1,58	Ba	64,25	1,45	Ca
	7B	58,27	2,79	Aab	68,73	1,72	Ba	67,65	2,16	BCa	67,20	1,94	Cb	65,40	1,87	Db
	C	57,78	2,30	Aab	65,34	2,06	Bc	64,92	1,72	Bb	64,28	1,93	Bc	64,02	1,55	Ba
a*	4A	14,01	2,79	Aa	6,62	1,07	Ba	6,40	0,85	Ba	6,35	1,00	Ba	6,52	0,95	Ba
	7A	14,03	1,83	Aa	6,48	0,86	Ba	6,24	0,89	Ba	6,23	0,85	Ba	6,11	0,89	Bab
	4B	14,37	2,04	Aa	5,59	1,17	Bb	5,51	1,34	Bb	5,20	1,12	Bb	5,76	1,17	Bb
	7B	13,65	2,44	Aa	4,84	1,06	Bc	4,87	1,19	Bb	4,51	1,14	Bc	4,74	1,14	Bc
	C	14,13	2,05	Aa	8,77	1,53	Bd	8,44	1,40	Bc	7,85	1,39	BCd	7,26	1,22	Cd
b*	4A	26,88	2,29	Aab	20,93	2,27	Bad	23,79	2,38	Ca	24,62	2,51	Ca	25,22	2,36	Cab
	7A	26,81	2,11	Aab	21,12	1,89	Bad	23,82	2,10	Ba	24,85	1,86	BCa	25,15	1,74	Cab
	4B	28,05	2,15	Aa	22,70	1,89	Bb	25,63	1,80	Cb	26,76	1,84	Cb	25,96	1,88	Ca
	7B	27,05	2,40	Aab	20,27	1,81	Bc	23,12	1,86	Ca	24,40	1,90	Da	25,39	1,63	Da
	C	26,52	2,37	Ab	21,62	2,34	Bd	23,65	2,35	Ca	23,76	1,90	Ca	24,13	1,77	Cb
Chroma	4A	30,62	2,63	Aab	22,15	2,30	Bac	24,83	2,30	Cac	25,64	2,47	Ca	26,27	2,35	Cab
	7A	30,53	2,16	Aab	22,27	1,89	Bac	24,81	2,08	Bac	25,81	1,83	BCa	26,08	1,73	Dab
	4B	31,89	2,03	Aa	23,60	1,86	Bbd	26,47	1,74	Cbc	27,51	1,76	Cb	26,85	1,86	Cb
	7B	30,62	2,55	Aab	21,04	1,81	Bc	23,83	1,88	BCa	25,03	1,92	a	26,06	1,65	Cab
	C	30,37	2,18	Ab	23,58	2,38	Bd	25,36	2,23	Cc	25,27	1,80	Ca	25,44	1,65	Cb
Whiteness	4A	48,28	3,44	Aa	60,78	2,48	Bab	58,37	2,20	Ca	57,06	2,33	CDa	55,74	2,34	Dab
	7A	48,04	2,30	Aa	60,66	2,09	Bb	58,27	2,23	Ca	56,43	2,03	Da	55,86	1,74	Dab
	4B	46,16	2,40	Ab	58,94	2,04	Bc	56,55	1,97	Bb	55,95	1,68	Ca	55,05	1,72	CDa
	7B	47,95	3,13	Aa	62,09	2,07	Ba	59,57	2,44	Ca	58,52	2,28	Cb	56,47	2,14	Db
	C	47,73	2,45	Aab	57,83	2,59	Bc	56,47	2,06	BCb	56,04	2,17	Ca	55,74	1,68	Cab

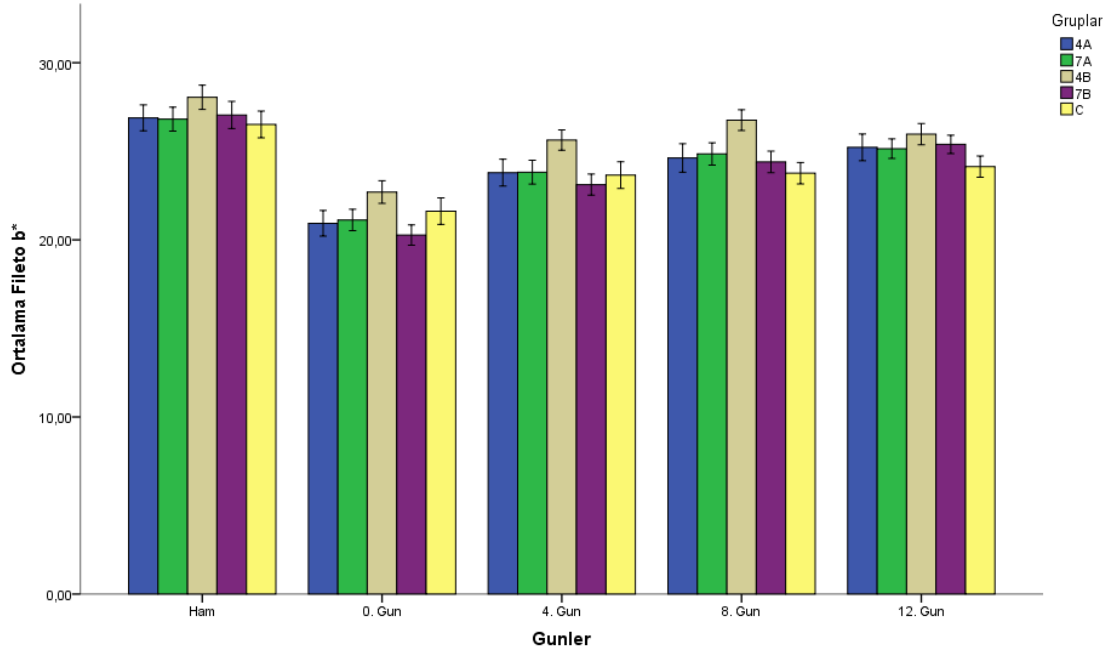
\*Farklı küçük harfler aynı renk değerinde satırlar arasındaki farkı verir (aynı günde farklı gruplar arası). Farklı büyük harfler aynı renk değerinde sütunlar arası farkı verir (aynı grupta farklı günler arası) ( $p < 0,05$ ).



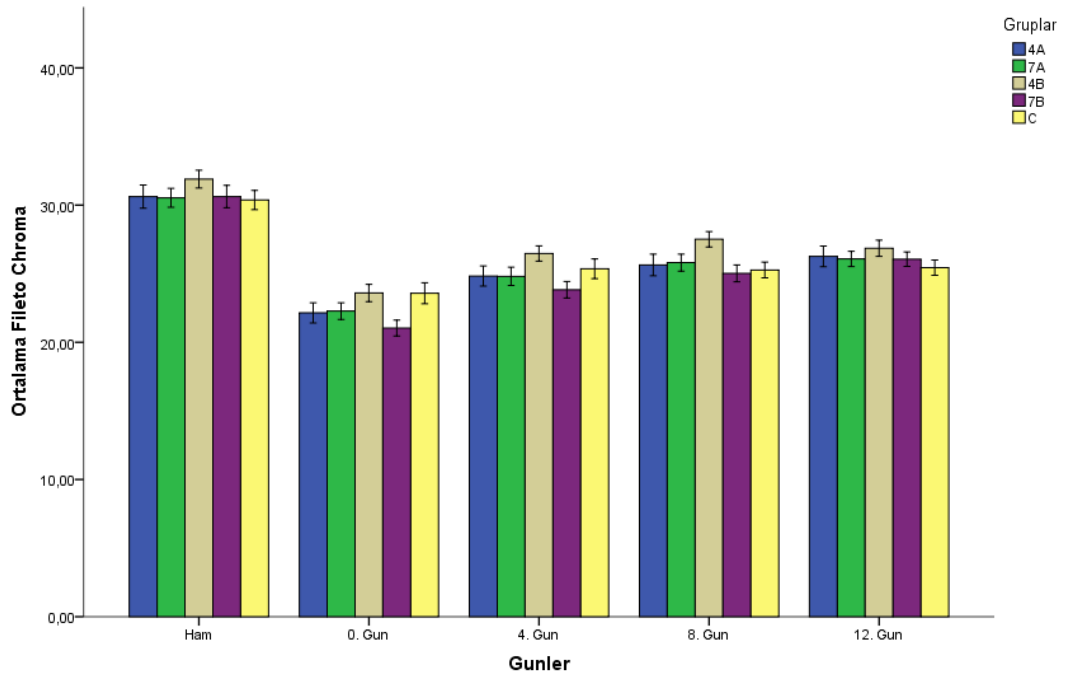
Şekil 4.2 Örneklerin filetolarının L\* değerine ait zamana göre değişimleri



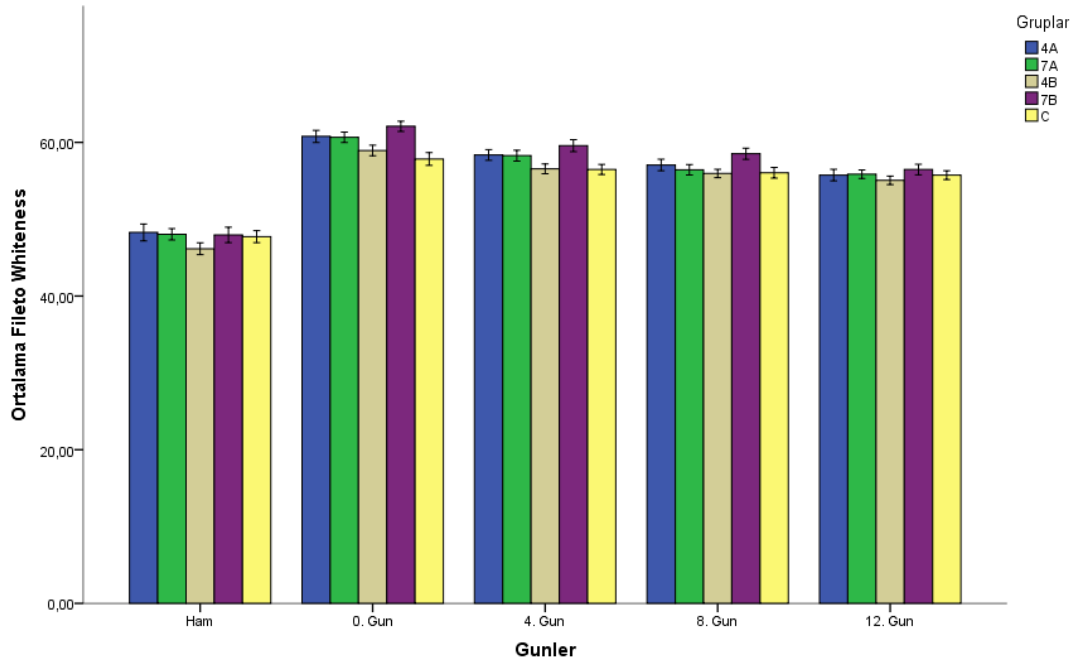
Şekil 4.3 Örneklerin filetolarının a\* değerine ait zamana göre değişimleri



Şekil 4.4 Örneklerin filetolarının b\* değerine ait zamana göre değişimleri



Şekil 4.5 Örneklerin filetolarının Chroma değerine ait zamana göre değişimleri



Şekil 4.6 Örneklerin filetoalarının Whiteness değerine ait zamana göre değişimleri

#### 4.1.2 Deri renk değerleri

Örneklerin deri kısımlarının renk değerlerine ait değişimler Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

L\* değerindeki değişimler Şekil 4.7’ de gösterilmiştir. Buna göre tüm grupların başlangıç L\* değerleri 52,56 ile 58,88 arasında değişmektedir. Ham halindeki filetoaların deri kısımlarındaki başlangıç L\* değerleri arasında 4B hariç tüm grupların istatistik farkı önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Depolamanın 0. gününde bu benzerlik 4A, 7A ve C arasında devam etmiştir ( $p>0,05$ ). 4B ve 7B ise kendi aralarında benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Bununla birlikte 7B grubu tüm gruplarla istatistik olarak benzerlik taşımaktadır ( $p>0,05$ ). Depolamanın 4. gününde 4B grubu hariç tüm gruplar benzerlik gösterirken 8. ve 12. günlerde gruplar arasındaki farklılıklar bozulmanın etkisi ile değişik yönlerde ilerlemiştir.

Günlere göre her bir grubun L\* değerinin değişim yönü istatistik olarak değerlendirilmiştir. Buna göre 4A grubunun depolama boyunca L\* değerleri arasında

istatistik olarak fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durum 7A, 7B ve C gruplarında da izlenmiştir. Ancak 4B grubunda 8. günde bir farklılık gözlenirken diğer günler arasında benzerlik izlenmiştir. Bu durumun bireysel farklılıkların deri rengi üzerinde 4B grubunda daha belirgin olmasıdır.

Benzer istatistik ölçümler Whiteness değerinde de izlenmiştir (Şekil 4.11). Deri L\* değeri üzerine çalışmada yapılan uygulamaların etki etmediği görülmüştür.

Örnek filetoların deri kısmına ait a\* değerleri analiz edilmiştir (Şekil 4.8). Buna göre başlangıç a\* değeri 0,24 ile 1,59 arasında değişim göstermektedir. Grupların ham iken aralarındaki istatistik fark ise 7A grubu hariç bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Bununla birlikte, depolamanın 0. gününde gruplar arasında farklılıklar izlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ancak uygulamalara göre farklılıklar özellikle belirlenememiştir. Bu karmaşık farklılıklar depolamanın diğer günlerinde de devam etmiştir.

Bir grubun depolama boyunca a\* değerindeki değişimler istatistik olarak değerlendirilmiştir. Buna göre 4A grubunun ham ve diğer depolama günleri arasında istatistik açıdan fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Ancak depolama günleri arasında benzerlik bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Bu durum 7A grubu için de aynı bulunmuştur. 4B grubunda ise ham ve 0, 4, ve 8. günler arasında istatistik olarak fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ancak bu depolama günleri arasında benzerlik kaydedilmiştir ( $p>0,05$ ). Bununla birlikte 12. günde elde edilen a\* değeri sonuçları tüm günlerden istatistik olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 7B grubunun günlere göre istatistik farklılık ve benzerlikleri 4B grubuna yakın bulunmuştur. C grubunun ise ham a\* değeri ile depolama sonrası 0, 4 ve 8. günler ile istatistik olarak farklılığı bulunurken ( $p<0,05$ ), 12. gün ile benzerliği tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ).

b\* değeri balığın deri kısımlarının sarılaşma düzeyi hakkında bilgi vermektedir. Özellikle bozulmanın ilk evrelerinden itibaren gözlenen sarılaşma düzeyi özellikle iç organları alınmamış balıklarda önemli bir bozulma parametresi olarak değerlendirilmektedir. Buna göre örnek gruplarının başlangıç b\* değerleri 11,24 - 14,30 arasında değişim göstermektedir. Bu değerler uygulama sonrası depolamanın 0.

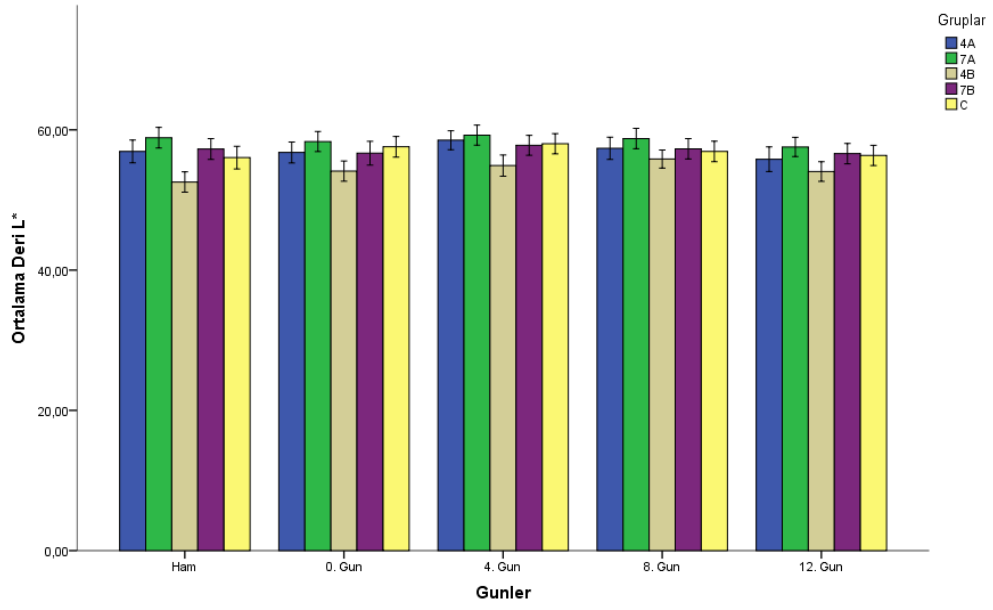
gününde minor düzeyde azalma göstermiştir. Bu nedenle gruplar arasındaki fark 0. günde benzerliklerle kendini göstermiştir. Bu durum 4. ve 8. günlerde de devam etmiştir. Ancak 12. günde C grubu 4B ve 7B gruplarından istatistik olarak farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.9).

Her bir grubun depolama günlerinde gösterdiği farklılıkların istatistik olarak değerlendirme sonuçlarına göre ise örneklerin uygulama öncesi ham hali ile uygulama sonrası  $b^*$  değerleri arasında istatistik olarak benzerlik göstermiştir ( $p>0,05$ ). Bu durum herhangi bir uygulamanın örneklerin derilerinin  $b^*$  değeri üzerinde etkisi olmadığı sonucuna ulaştırmıştır. Bununla birlikte tüm gruplarda farklılıkların depolamanın diğer günlerinde oluşması, bu farklılığın bozulmadan kaynaklı olduğunu göstermiştir. Chroma değerleri de  $b^*$  değerine yakın sonuçlar vermiştir (Şekil 4.10).

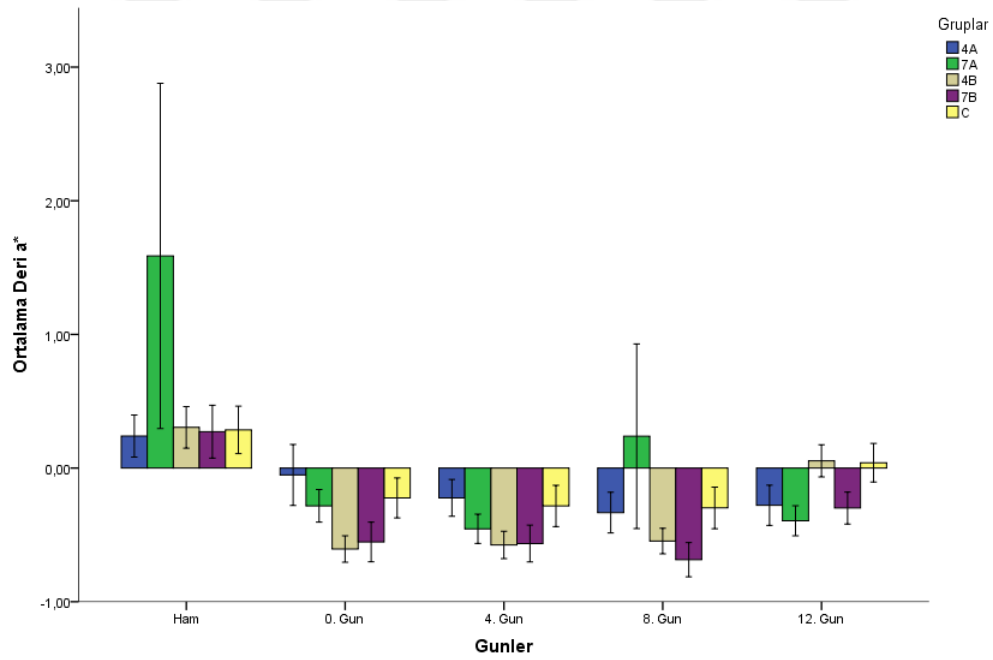
Çizelge 4.2 Örneklerin deri kısımlarına ait renk değerleri

Deri Renk Değerleri	Gruplar	Günler														
		Ham			0. Gün			4. Gün			8. Gün			12. Gün		
		Ortalama	Std. Sapma	Sig.*	Ortalama	Std. Sapma	Sig.	Ortalama	Std. Sapma	Sig.	Ortalama	Std. Sapma	Sig.	Ortalama	Std. Sapma	Sig.
L*	4A	56,92	5,07	Aa	56,77	4,66	Aab	58,52	4,21	Aa	57,37	4,94	Aab	55,82	5,17	Aab
	7A	58,88	4,54	Aa	58,32	4,48	Aa	59,25	4,49	Aa	58,76	4,53	Aa	57,56	4,28	Aa
	4B	52,56	4,54	Ab	54,11	4,51	ABb	54,91	4,73	ABb	55,84	4,05	Bb	54,06	4,36	ABab
	7B	57,27	4,65	Aa	56,67	5,32	Aab	57,80	4,43	Aa	57,29	4,54	Aab	56,61	4,55	Ab
	C	56,04	5,04	Aa	57,58	4,62	Aa	58,02	4,50	Aa	56,92	4,56	Aab	56,36	4,49	Aab
a*	4A	0,24	0,49	Aa	-0,05	0,71	Ba	-0,22	0,43	Bac	-0,33	0,48	Bab	-0,28	0,44	Ba
	7A	1,59	3,98	Ab	-0,28	0,38	Bac	-0,45	0,34	Babc	0,24	2,16	Ba	-0,39	0,35	Ba
	4B	0,30	0,49	Aa	-0,60	0,30	Bb	-0,58	0,32	Bb	-0,55	0,30	Bb	0,05	0,38	Cb
	7B	0,27	0,62	Aa	-0,55	0,46	BCbc	-0,57	0,43	BCb	-0,69	0,40	Bb	-0,30	0,37	Ca
	C	0,29	0,56	Aa	-0,22	0,46	BCa	-0,28	0,48	Bc	-0,30	0,49	Bab	0,04	0,45	ACb
b*	4A	12,30	2,77	Aab	12,29	2,78	Aa	10,12	3,11	Bab	10,13	3,07	Bab	10,01	2,23	Bac
	7A	13,29	2,93	Aa	12,41	2,59	Aab	11,42	2,75	ABa	12,06	5,03	Ba	9,99	2,25	Bac
	4B	11,24	2,91	Ab	10,37	2,86	ABb	9,58	2,87	Bb	9,16	2,29	BCb	8,68	1,61	Cb
	7B	12,04	2,88	Aab	11,94	2,97	Aab	10,46	3,00	ABab	10,24	3,05	Bab	8,81	1,79	Bbc
	C	12,69	3,05	Aab	11,79	2,83	ABab	10,96	2,94	Bab	10,66	2,38	Bab	10,18	1,98	Ba
Chroma	4A	12,78	2,45	Aab	12,59	2,58	Aa	10,78	2,60	Ba	10,79	2,55	Bab	10,32	2,07	Ba
	7A	14,30	4,09	Aa	12,51	2,57	Aab	11,63	2,63	ABa	12,39	5,19	ABa	10,22	2,13	Ba
	4B	11,67	2,62	Ab	10,64	2,65	ABb	10,08	2,41	BCa	9,56	2,03	BCb	8,96	1,41	Cb
	7B	12,59	2,31	Aab	12,23	2,67	ABab	11,01	2,44	BCa	10,76	2,56	Cab	9,15	1,53	Db
	C	12,97	2,86	Aab	11,94	2,75	Aab	11,24	2,72	Ba	10,87	2,26	Bab	10,32	1,91	Ba
Whiteness	4A	54,54	5,01	Aa	54,56	4,48	Aab	56,71	4,18	Aa	55,62	4,95	Aa	54,27	5,20	Aab
	7A	55,76	4,20	Aa	56,15	4,69	Aa	57,27	4,78	Aa	56,30	4,05	Aa	56,04	4,46	Aa
	4B	50,63	4,29	Ab	52,53	4,26	ABb	53,43	4,55	Bb	54,47	3,95	Ba	52,90	4,31	ABb
	7B	54,93	4,32	Aa	54,58	5,24	Aab	55,98	4,39	Aab	55,57	4,54	Aa	55,32	4,47	Aab
	C	53,68	4,88	Aa	55,56	4,45	Aa	56,17	4,45	Aab	55,24	4,46	Aa	54,88	4,46	Aab

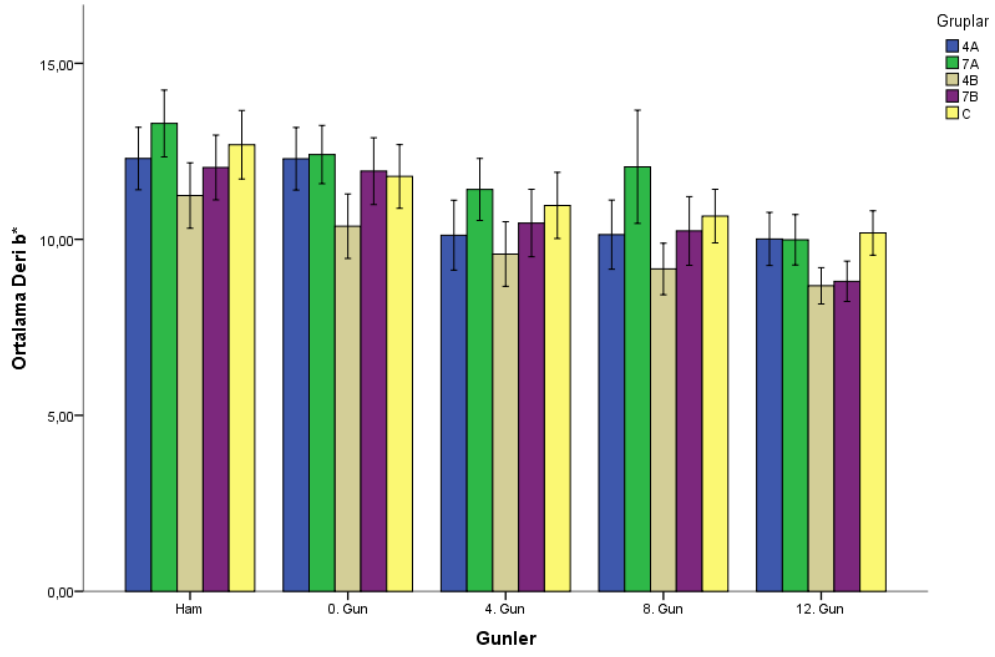
\*Farklı küçük harfler aynı renk değerinde satırlar arasındaki farkı verir (aynı günde farklı gruplar arası). Farklı büyük harfler aynı renk değerinde sütunlar arası farkı verir (aynı grupta farklı günler arası) (p<0,05).



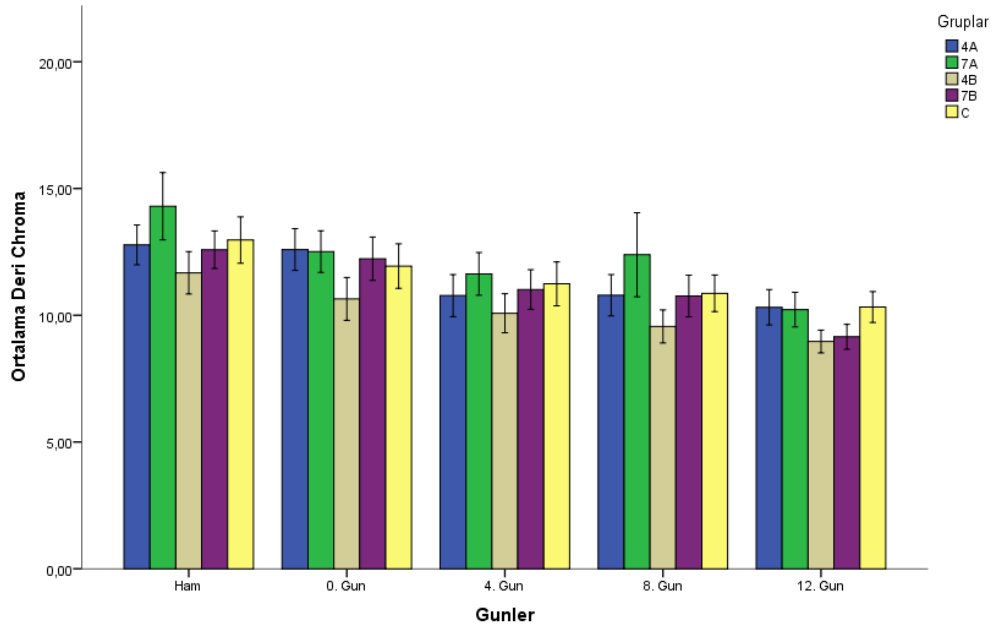
Şekil 4.7 Örneklerin deri kısımlarının L\* değerine ait zamana göre değişimleri



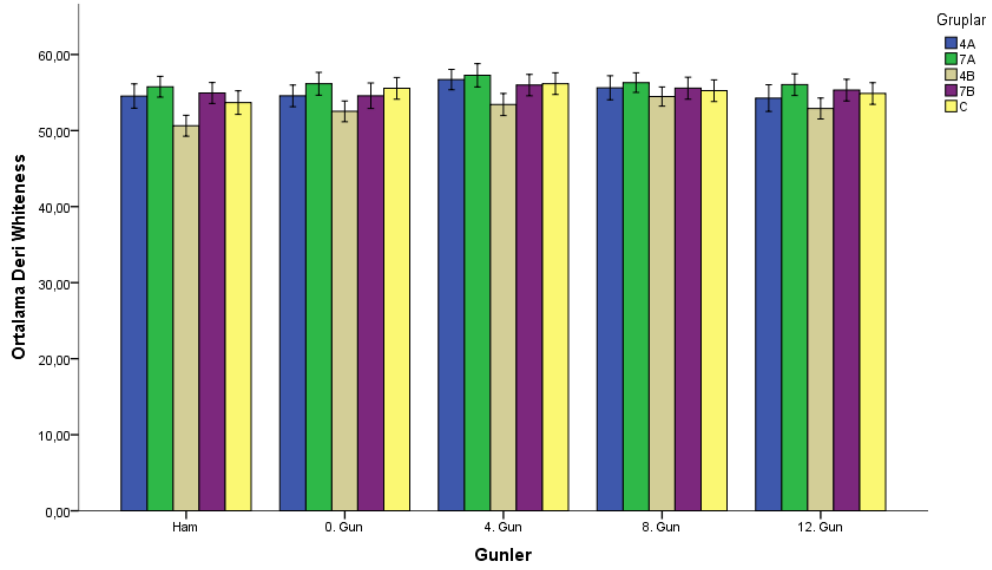
Şekil 4.8 Örneklerin deri kısımlarının a\* değerine ait zamana göre değişimleri



Şekil 4.9 Örneklerin deri kısımlarının b\* değerine ait zamana göre değişimleri



Şekil 4.10 Örneklerin deri kısımlarının Chroma değerine ait zamana göre değişimleri



Şekil 4.11 Örneklerin deri kısımlarının Whiteness değerine ait zamana göre değişimleri

## 4.2 TVB-N değerine ait bulgular

Örneklerin toplam uçucu bazik nitrojen değerleri depolama süresince gelişen bozulma düzeylerini belirlemede önemli bir parametredir. Çalışmamızda örneklerin raf ömrü 12. günde sona ermiştir. Buna göre gelişen değişimler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.12’ de verilmiştir.

Örneklerin ham iken TVB-N düzeyi 11,9 mg/100 g olarak kaydedilmiştir. Uygulama sonrasında 0. günde ise TVB-N düzeyinde artış gözlenmiştir, ancak bu yükseliş tüketim sınırları içindedir. 0. günde gruplar arasındaki istatistik fark önemsizdir ( $p>0,05$ ). Bu benzerlik 4 ve 8. günlerde de devam etmiştir. Ancak 12. günde C grubu diğer tüm gruplara göre istatistik olarak farklılık göstermiştir ( $p>0,05$ ).

Her bir grubun depolama günleri boyunca değişen TVB-N değerleri istatistik olarak incelenmiştir. Buna göre 4A grubunun TVB-N değerleri her depolama gününde, 12. gün hariç, istatistik olarak birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ). Ancak 8 ve 12. günlerdeki TVB-N değeri benzerlik göstermiştir ( $p>0,05$ ). Aynı durum 7A grubunda da izlenmiştir. Bu durum farklı oranlarda Nanokolloidal Gümüş Katkılı  $H_2O_2$  uygulamalarının TVB-N üzerine benzer etkisi olduğunu göstermiştir. 4B grubunun TVB-N değeri ham ve 0. gün

arasında istatistik olarak farklıdır ( $p<0,05$ ). Ancak 0 ve 4. gün arasında benzerdir ( $p>0,05$ ). Bu günlerin 8 ve 12. gün ile farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) ancak 8 ve 12. günler arasında farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durum 4B grubunda TVB-N bozulmalarının kademeli olarak arttığını göstermektedir. 7B grubunda ise ham, 0 ve 4. günler birbirinden istatistik olarak farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). Bu günlerin 8 ve 12. gün ile farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) ancak 8 ve 12. günler arasında benzerliği olduğu bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

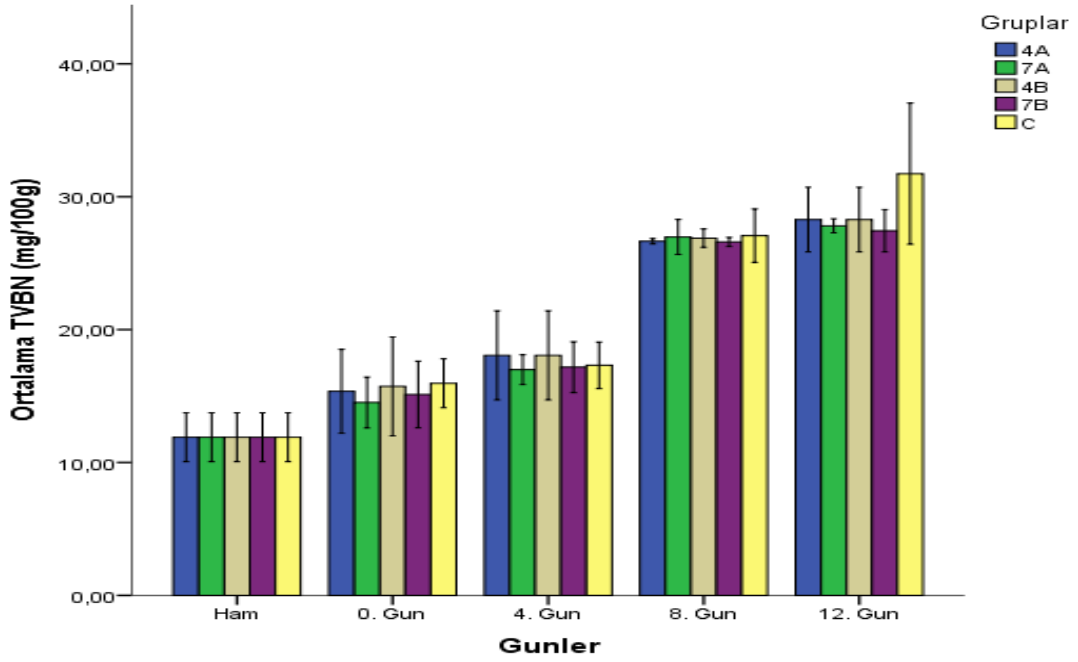
Buna göre farklı oranlarda Nanokolloidal Gümüş Katkısız  $H_2O_2$  uygulamalarının TVB-N üzerine farklı etkileri olduğunu göstermiştir ve düşük oranda katkının daha yüksek TVB-N değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunun ise tüm gruplar arasında en hızlı bozulan grup olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3 Örneklerin depolama boyunca TVB-N değerindeki değişimler

TVB-N mg/100 g	Günler									
	Ham*		0. Gün		4. Gün		8. Gün		12. Gün	
4A	11,90	±0,74Aa	15,35	±1,27Ab	18,06	±1,35Ac	26,64	±0,08Ad	28,28	±0,98Ad
7A	11,90	±0,74Aa	14,51	±0,77Ab	16,98	±0,45Ac	26,97	±0,53Ad	27,81	±0,21Ad
4B	11,90	±0,74Aa	15,72	±1,49Ab	18,06	±1,35Ab	26,88	±0,28Ac	28,28	±0,98Ac
7B	11,90	±0,74Aa	15,12	±1,00Ab	17,17	±0,77Ac	26,60	±0,14Ad	27,44	±0,64Ad
C	11,90	±0,74Aa	15,96	±0,74Ab	17,31	±0,70Ab	27,06	±0,80Ac	31,73	±2,13Bd

Ortalama±Sthata

\* Farklı küçük harfler sütündeki farkı (günler arası fark) ve farklı büyük harfler satırlar (gruplar arası fark) arasındaki farkı verir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.12 Örneklerin TVB-N değerine ait zamana göre değişimler

### 4.3 Kalite Index Metodu (KIM) Bulguları

Örneklerin KIM analizi sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir. Her bir KIM sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait ortalamalar ise Şekil 4.13-20 arasında verilmiştir.

Katılımcıların örnekleri duyuşsal olarak değerlendirdikleri KIM değerlerine göre örnekler ham iken tüm gruplar taze olarak değerlendirilerek 0 puan almışlardır. Buna göre gruplar arasındaki istatistik fark önemsizdir ( $p>0,05$ ). Uygulama sonrasında ise 4A, 7A, 4B ve 7A grupları arasında benzerlik bulunurken C grubu ile diğer gruplar arasındaki fark önemli olarak kaydedilmiştir ( $p<0,05$ ). Ancak tüm grupların aldığı puanlar depolamanın bu gününde hala yüksektir ve taze olarak değerlendirilmiştir. 4. günde grupların aldığı puanlar yükselmeye başlamıştır. Bu durum bozulma parametrelerinde artışların izlendiğinin kanıtı olarak görülmüştür. TVB-N değerindeki artışlar ile KIM analizi sonucu paralellik göstermiştir. Bu paralellik 8 ve 12. günlerde de izlenmiştir.

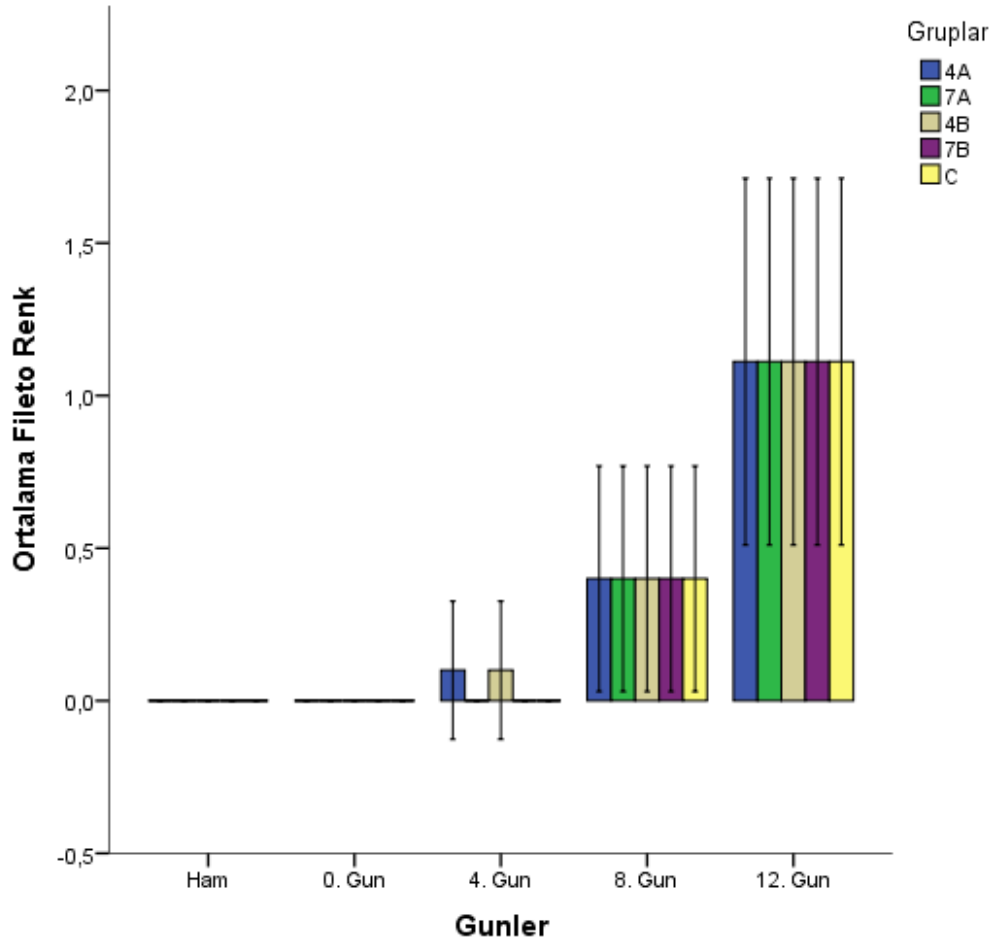
Depolama boyunca her bir grubun KIM analizi sonuçlarına göre 4A grubunun ham ve 0. gün değerleri arasında istatistik olarak benzerlik görülmüştür ( $p>0,05$ ). Bu benzerlik

tüm gruplarda kaydedilmiştir. 4B grubunun 4 ve 8. günlerin KIM analiz sonuçları arasında da benzerlik izlenirken 12. gün sonuçları ile diğer depolama günleri arasında farklılık izlenmiştir ( $p<0,05$ ). Bu farklılığın 12. günde balık örneklerinin bozulmuş olmasından kaynaklı olarak yüksek KIM puanları alması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. 7A grubunun ham, 0 ve 4. günleri arasında istatistik benzerlik gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Ancak 8. gün ve 12. gün hem birbirlerinden hem de diğer tüm günlere göre farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). 4B, 7B ve C gruplarında da aynı sonuçlar elde edilmiştir. 12. günde en yüksek puanı C grubu almıştır. Ancak bu depolama gününde de gruplar arasında istatistik fark bulunmadığından Nanokolloidal Gümüş Katkılı ya da Katkısız  $H_2O_2$  uygulamalarının duyuşal parametreler üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür.

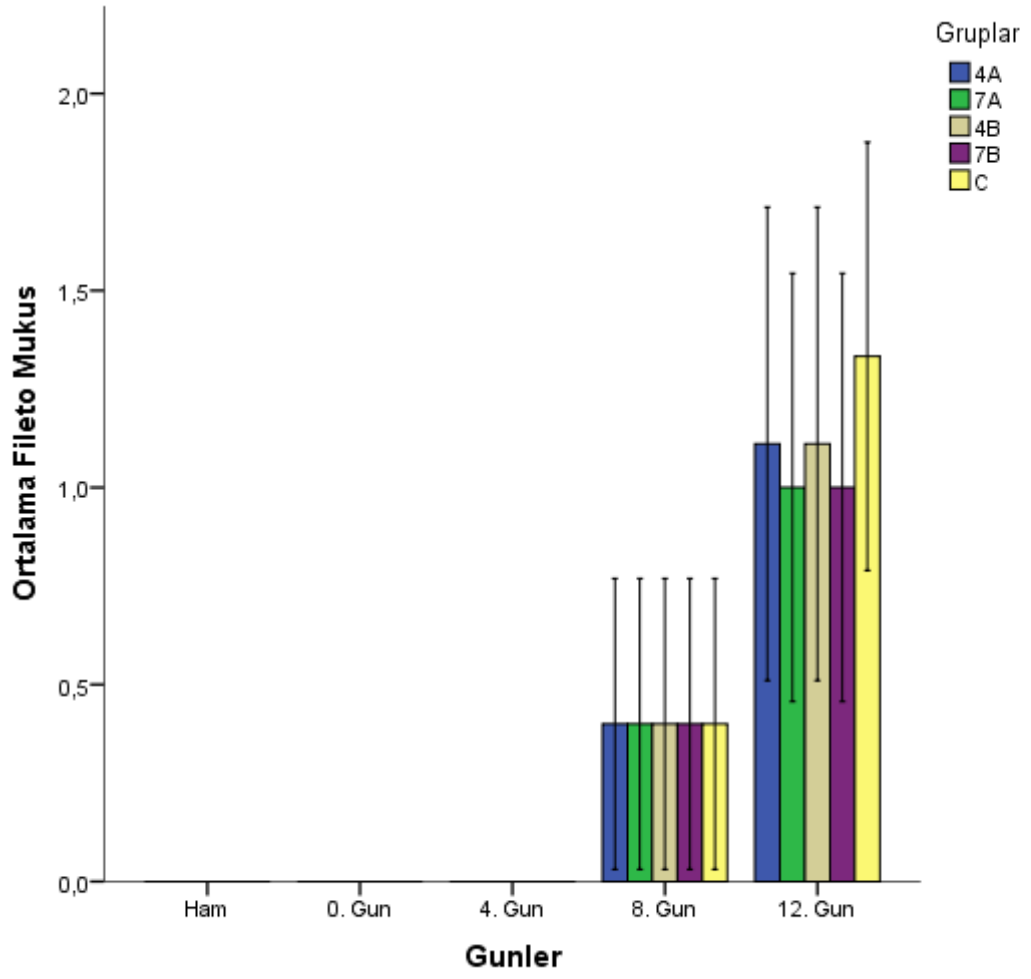
Çizelge 4.4 Kalite Index Metodu (KIM) sonuçları (ort±st. sapma)

KIM	Günler				
	Ham*	0. Gün	4. Gün	8. Gün	12. Gün
4 A	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.8±0.78Ba	3.4±2.01Ba	8,78±4,46Ca
7 A	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.3±0.48Aa	3.3±1.88Ba	8.33±4,12Ca
4 B	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.9±0.00Aa	3.6±2,17Ba	8.89±4,59Ca
7 B	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.7±0.67Aa	3.5±1,71Ba	8.56±4,30Ca
C	0.00±0.00Aa	0.8±0.78Ab	1±0.81Aa	3.9±1,91Ba	9.67±3,27Ca

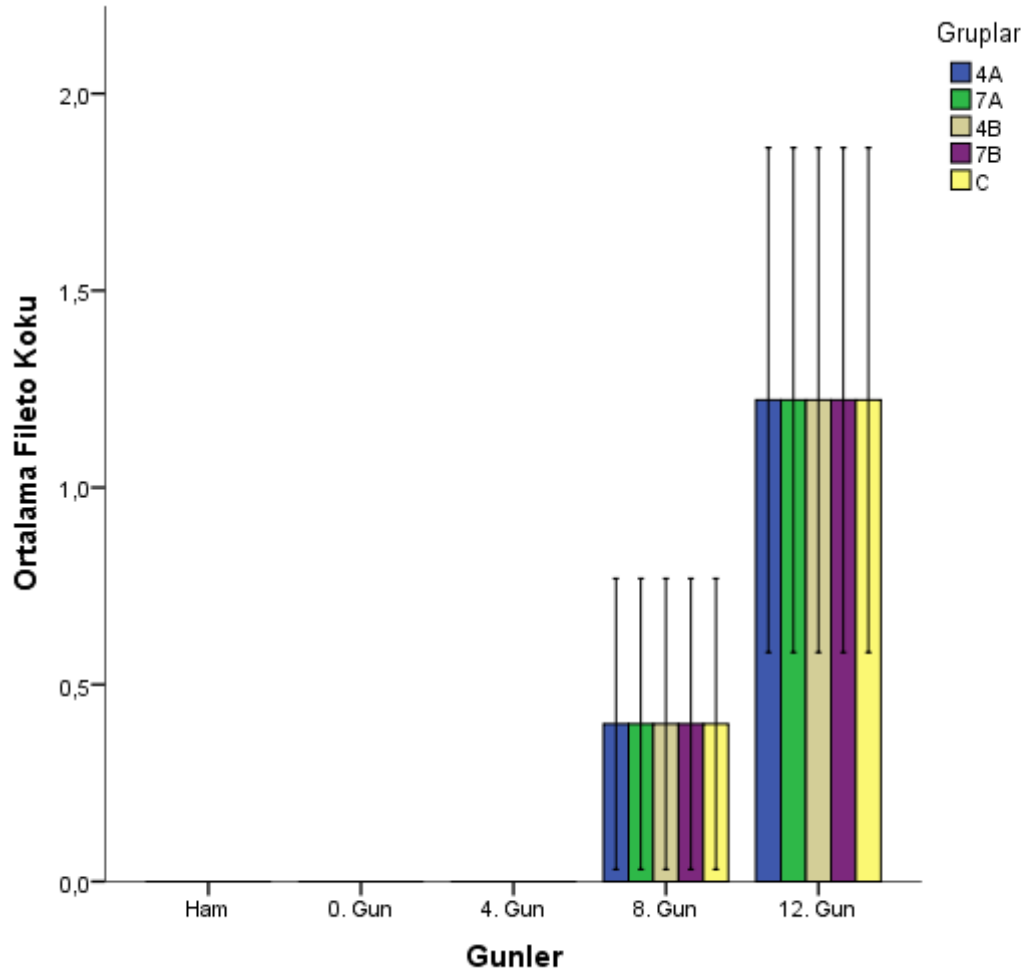
\*Farklı büyük harfler sütundaki farkı (günler arası fark) ve farklı küçük harfler satırlar (gruplar arası fark) arasındaki farkı verir ( $p<0,05$ ).



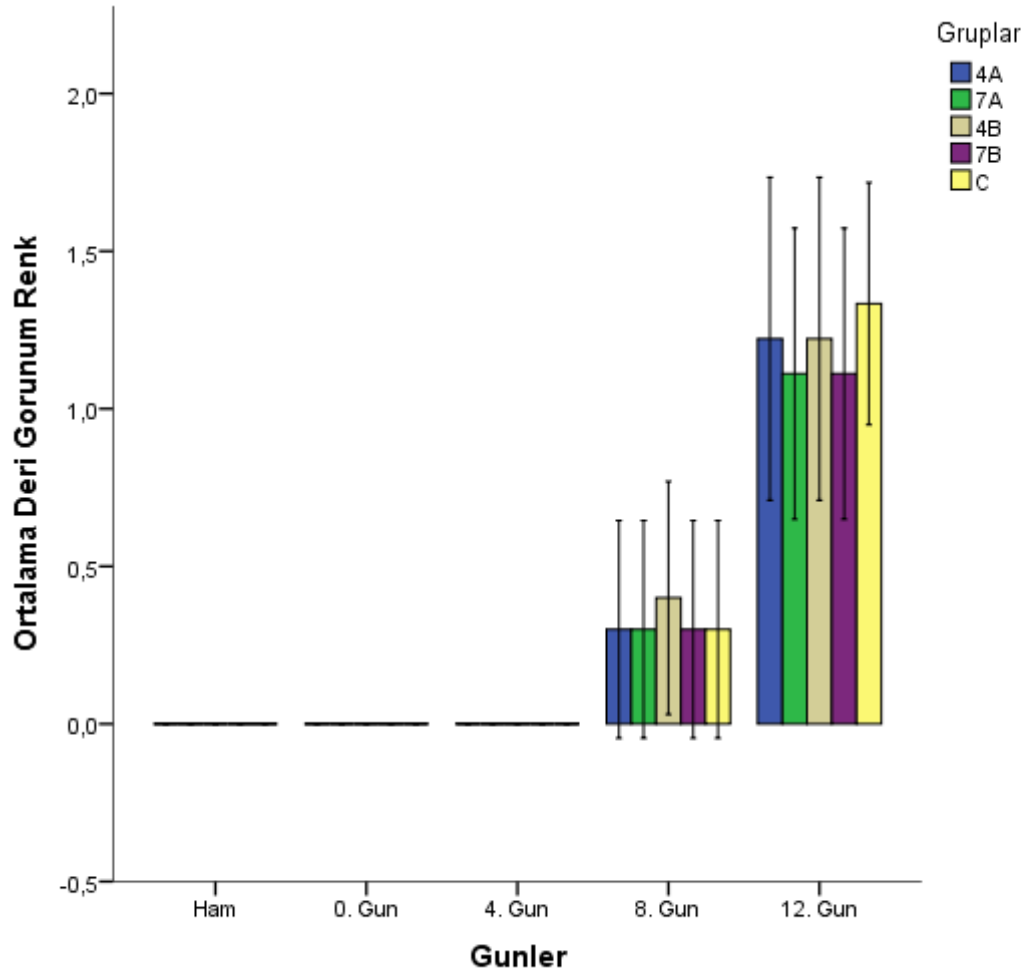
Şekil 4.13 Katılımcıların filetolarının rengi hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



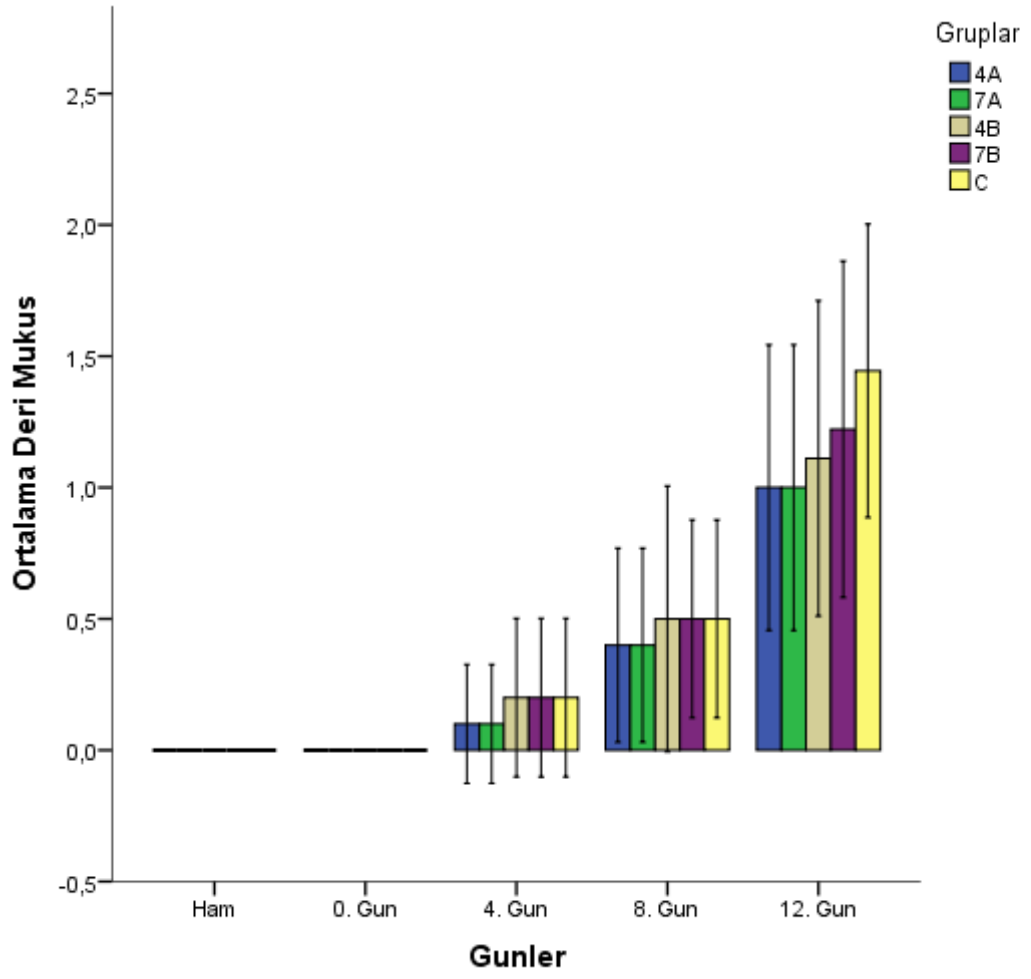
Şekil 4.14 Katılımcıların filetoların mucusu hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



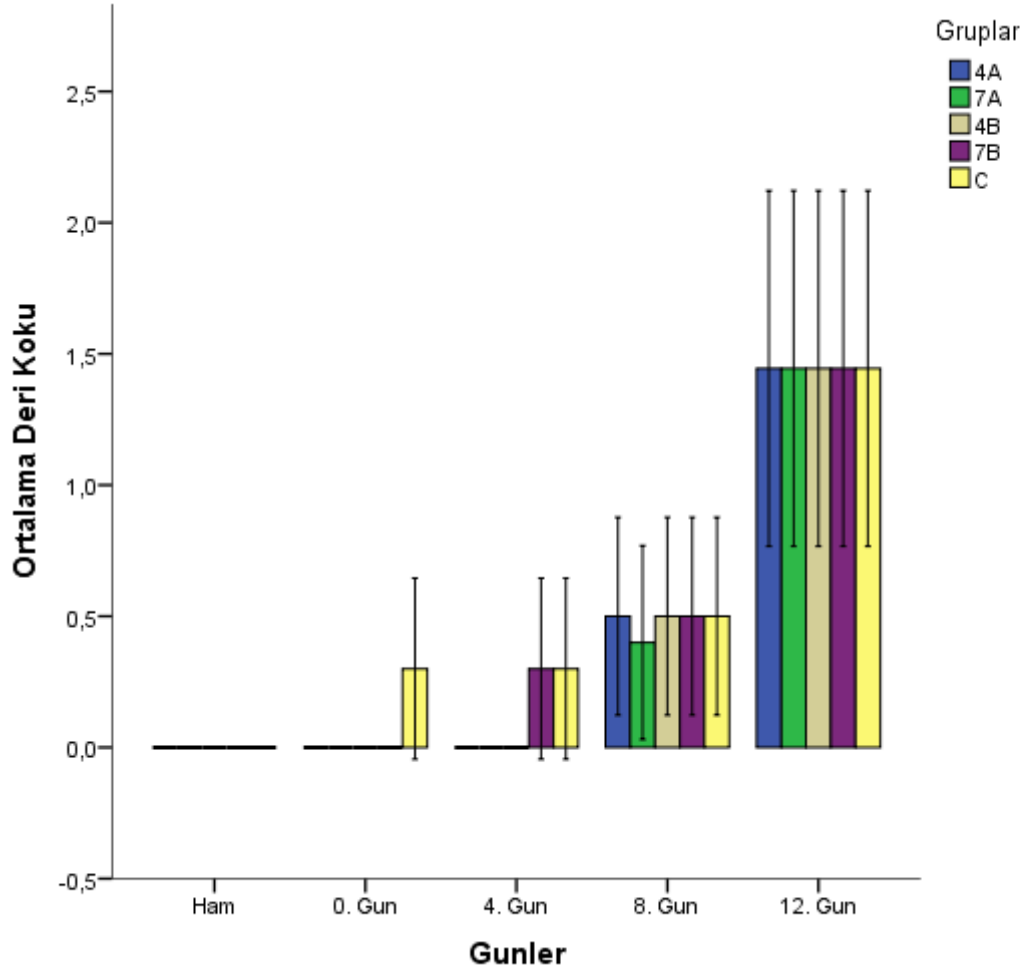
Şekil 4.15 Katılımcıların filetoların kokusu hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



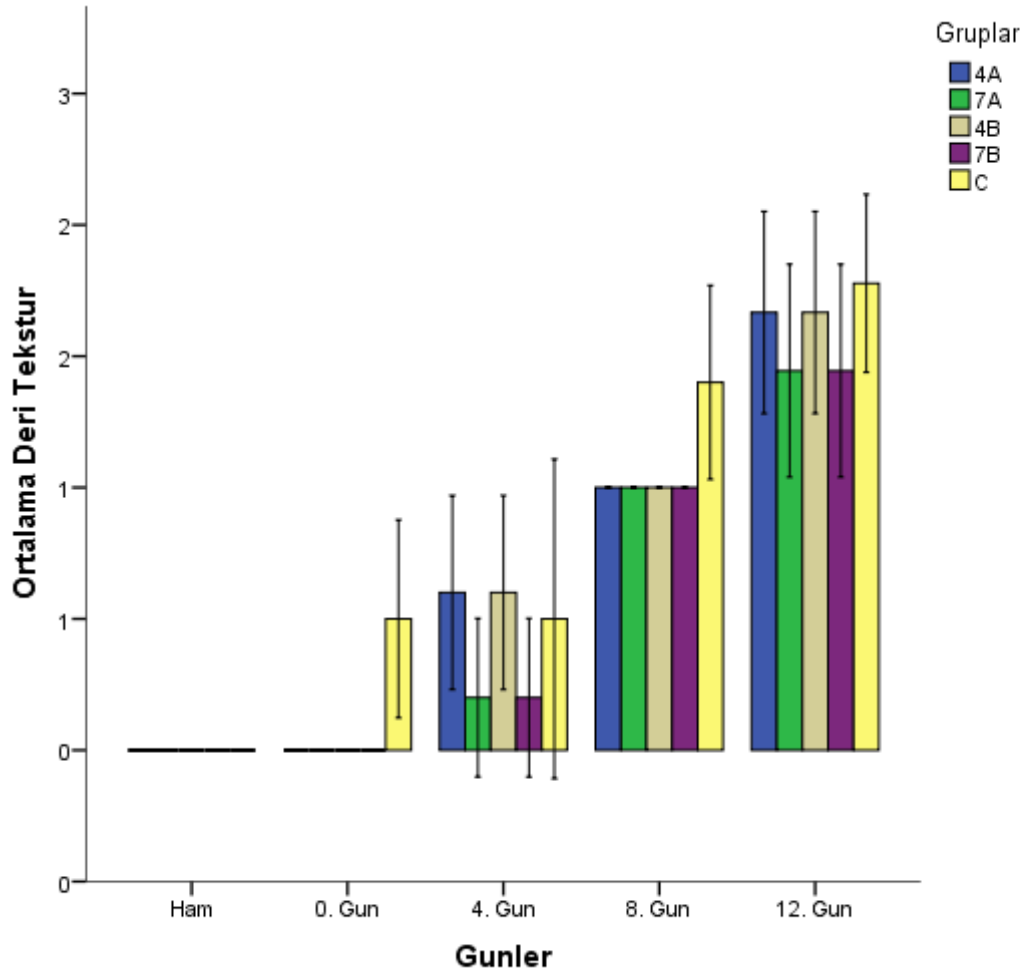
Şekil 4.16 Katılımcıların örneklerin derilerinin rengi hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



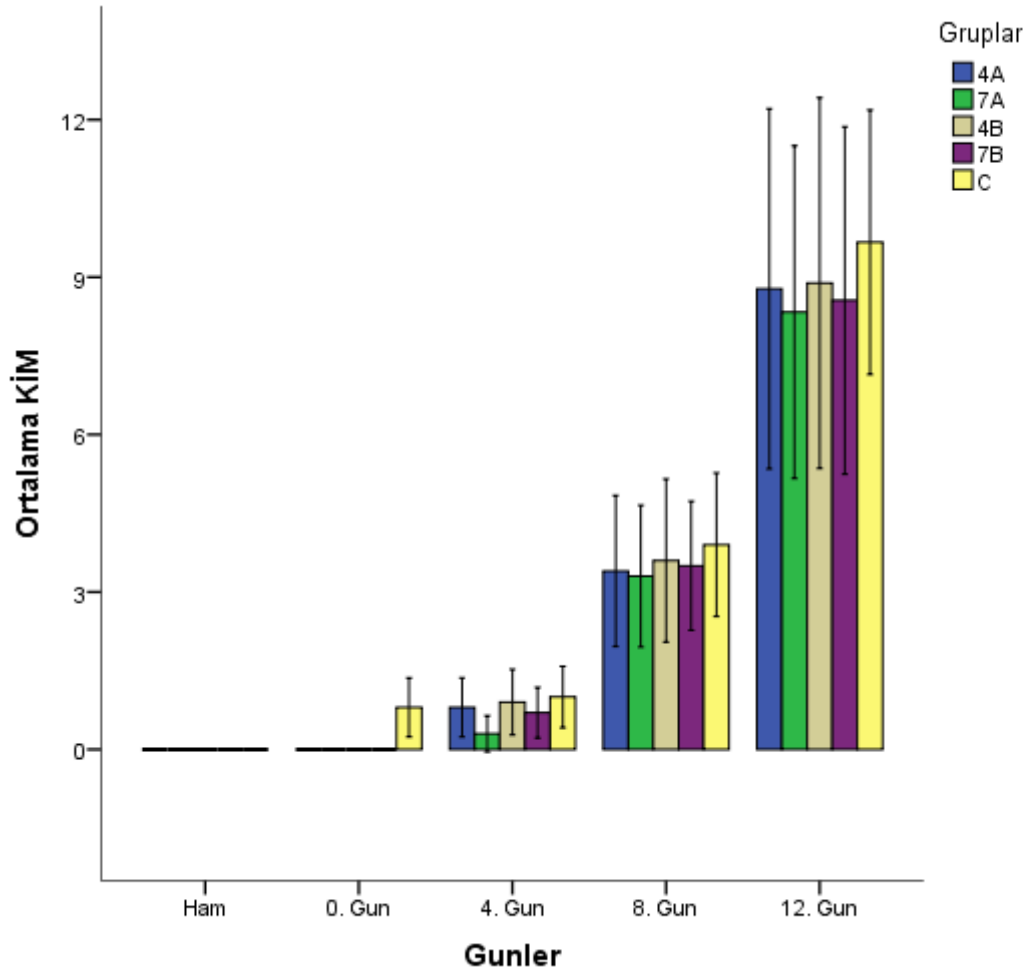
Şekil 4.17 Katılımcıların örneklerin derilerinin mukusu hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



Şekil 4.18 Katılımcıların örneklerin derilerinin kokusu hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



Şekil 4.19 Katılımcıların örneklerin derilerinin tekstürü hakkında KIM sorularına verdiği cevapların ortalamaları



Şekil 4.20 KIM puanlarının ortalamaları

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Nanokolloidal Gümüş katkılı ya da katkısız hidrojen peroksit uygulamalarının alabalık fileto ve deri kısımlarının renk parametrelerindeki değişimler raf ömrü boyunca izlenmiştir.

Su ürünleri de dahil olmak üzere, gıda endüstrisinde raf ömrünü uzatma, dış patojenlere karşı koruma veya dezenfekte amacıyla kullanılan hidrojen peroksidin uygulama dozu ve konsantrasyonun önemli olduğu bilinmektedir. Khadre ve Yousef (2001) ve Kim vd. (2000) tarafından yapılan çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da %30' luk hidrojen peroksit konsantrasyonları kullanılmıştır.

Bu çalışmada, Alçıçek ve Balaban (2012)'nin doğru nesne tanıma ve renk analizi için uyguladıkları "iki görüntü" (The Two Image) yönteminde olduğu gibi, bilgisayarlı görüntüleme tekniği ile gökkuşağı alabalık filetolarının deri ve et renk değişim analizleri gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde; Korel vd. (2001) tilapia filetolarının koku ve renklerine göre sınıflandırılmasında, Marty-Mahé vd. (2004) kahverengi alabalık filetolarının kalite özelliklerinin belirlenmesinde, Erikson ve Misimi (2008) Atlantik somonlarının depolama sırasındaki deri ve et renk değişim analizlerinde, Yağız vd. (2009) atlantik somonunun depolama sırasındaki mikrobiyal aktivite, lipit oksidasyonu, yağ asidi profili, renk ve doku değişimlerinin belirlenmesinde, Balaban vd. (2005) karbon monoksit ile işlenmiş taze tuna balıklarının renk parametrelerinin değişiminde, Colihueque vd. (2011), gökkuşağı alabalığının istenen arka renk kategorilerine ayrılmasında, Dowlati vd. (2013), çipura balığının, göz ve solungaçlarındaki görsel özelliklerini belirlemede, Balaban vd (2014) mercan balığı ve kırlangıçbalığı balıklarının depolanma sırasında cilt ve gözlerindeki renk değişimleri analizinde, Alçıçek ve Balaban (2014) yeşil kabuklu midyelerin çeşitli geometrik özelliklerin ölçülmesinde, Ünal Şengör vd. (2018) gilthead çipurasının tazelik parametrelerini değerlendirmede, Shi vd. (2018), tilapia balıklarının göz ve solungaç rengine dayalı tazelik göstergelerinin tahmininde, Murakoshi vd. (2013) istavrit balıklarının gözlerindeki parlaklık dağılımını belirlemede, Wang vd. (2013), balıkgözü görüntüsüne

dayalı olarak balık tazeliğini hızlı tespit etmede, Dutta vd. (2016), balık kalitesini ve tazeliğini değerlendirmede görüntüleme sistemleri kullanmışlardır.

Balaban vd (2014) ise bu çalışmaya benzer şekilde mercan balığı (*Pagrus auratus*) ve kırlangıçbalığı (*Chelidonichthys kumu*) balıklarının depolanma sırasında cilt ve gözlerindeki renk değişimlerini analiz etmede bilgisayarlı görüntüleme yöntemi kullanmışlardır. Görüntü analizi cilt üzerinde ortalama L\*, a\* ve b\* değerlerine ve gözlerde ortalama L\* değeri ile sonuçlanmıştır. Kırlangıçbalığının yüzeyinde L\* değeri zamanla önemli ölçüde değişirken, mercanın değeri büyük ölçüde sabit kalmıştır. Her iki balığın a\* ve b\* değerleri zamanla azalmıştır. Bu çalışmada da L\*, a\* ve b\* değerleri de bozulma ilerledikçe zamanla azalmıştır.

Depolama süresince KİM ve TVB-N analizleri de yapılarak örneklerin hem duyu analizi sonuçları hem bozulma parametrelerinden biri de takip edilmiştir.

TVB-N analizi sonuçlarına göre örneklerin raf ömrünün 12. günde dolduğu bulunmuştur. Bu sonuç hem duyu analizi hem renk analizi sonuçları ile paraleldir. Hidrojen peroksit uygulamalarının TVB-N üzerine etkisi sadece kontrol grubunun yüksek değerler alması ile ortaya konabilmiştir. Ancak farklı konsantrasyonların ya da Nanokolloidal Gümüş katkılı ya da katkısız olmasının etkinliği görülememiştir. Bununla birlikte bu farklı uygulamaların örneklere uygulanmasından hemen sonraki renk ölçümlerinde önemli farklılıklar görülmüştür. Buna göre hidrojen peroksit uygulamaları renk üzerinde ağartıcı etkiye sahiptir. Bu durum kontrol grubu ile karşılaştırıldığında açıkça ortaya konmuştur.

Beklendiği gibi filetoaların L\* değerinde izlenen bu etki özellikle 7B grubunda daha yüksektir. Bunu 4A ve 7A ile 4B grupları izlemektedir. Bu durum Nanokolloidal Gümüş katkılı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin katkısız H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'den daha düşük bir ağartıcı etkisi olduğu sonucuna ulaştırmıştır.

En önemli değişimlerden biri de a\* değerinde izlenmiştir. Uygulama sonrası 0. günde a\* değeri önemli oranda düşmüştür. Bu değerdeki en yüksek düşüş yine 7B grubunda

izlenmiştir. Bu iki sonuç 7B uygulamasının en yüksek ağartıcı etkiye sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Aynı şekilde  $b^*$  değerinde de en düşük sonuç yine 7B grubundan elde edilmiştir. Chroma değeri de buna paralellik göstermektedir. Bununla birlikte depolamanın diğer günlerinde, uygulama sonrası gelen artışlar azalışa ve azalışlar artışa yönelmiştir. Bu durum ağartıcı etkinin süreklilik arzetmediği ve zamana bağlı olarak azaldığı sonucuna ulaştırmaktadır.

TVB-N değerindeki artış ise bozulmanın da bu depolama süresince arttığını, bunun sonucu olarak renk üzerine enzimatik ve mikrobiyal gelişimlerin etkisinin baskınlığının ortaya çıktığını da göstermektedir. Bu sonuç, Kim vd. (2000) yayın balığı filetolarına, %0,4 ve 0,7'lik konsantrasyonlarda %30'luk hidrojen peroksit uygulaması ile raf ömrünü uzatıcı etkisi olduğu sonucu ile uyumludur.

Duyusal analiz sonuçları bunu doğrulamaktadır. Tüm bu sonuçlar fileto rengi üzerine etkiyi ortaya koymaktadır. Ancak derinin rengi üzerine  $H_2O_2$  uygulamalarının etkinliği gözlenmemiştir. Bu durumda bütün balığa  $H_2O_2$  uygulama ile sadece su ile yıkama arasında bir fark olmayacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

Depolamanın ilerleyen günlerinde ise derinin parlaklığının azalmış ve  $L^*$  değerinde azalışlar gözlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda Nanokolloidal Gümüş katkılı ya da katkısız  $H_2O_2$  uygulamaların etkisini daha ayırt edici bir şekilde gözlemek için mikrobiyolojik analizlerin de incelenmesi ve kalıntı madde analizlerinin eklenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aaen, S. M., Aunsmo, A. and Horsberg, T.E., 2014. Impact of hydrogen peroxide on hatching ability of egg strings from salmon lice (*Lepeophtheirus Salmonis*) in a field treatment and in a laboratory study with ascending concentrations. *Aquaculture*, 422–423, 167–171.
- Alçıçek, Z. ve Balaban, M.O., 2012. Development and application of "The Two Image" Method for Accurate Object Recognition and Color Analysis", *Journal of Food Engineering*, vol.111, pp.46-51
- Alçıçek, Z. ve Balaban, M.O., 2014. Estimation of whole volume of green shelled mussels using their geometrical attributes obtained from image analysis. *International Journal of Food Properties*, 17(9): 1987-1997.
- Anonim. 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri. Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü. 21 s.
- Anonim. 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. 2019. Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 2019.
- Anonim. 2019. Su Ürünleri İstatistikleri 2019, TOB, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 179 s.
- Anonim. 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi (GGBS) Eylül 2019.
- Appendini, P. and Hotchkiss, J. H., 2002. Review of antimicrobial food packaging. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2002, 3 (2), 113–126.
- Avendaño-Herrera, R., Magarinos, B., Irgang, R. and Toranzo, A.E., 2006. Use of hydrogen peroxide against the fish pathogen *tenacibaculum maritimum* and its effect on infected turbot (*Scophthalmus Maximus*). *Aquaculture* 2006, 257 (1–4), 104–110.
- Balaban, M.O., Kristinsson, H.G. and Otwell, W.S., 2005. Evaluation of color parameters in a machine vision analysis of carbon monoxide-treated fish - Part I: Fresh Tuna. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 14(2): 5-24.

- Balaban, M.O., 2008. Quantifying nonhomogeneous colors in agricultural materials. Part I: Method Development. *Journal of Food Science*, 73(9): S431-S437.
- Balaban, M.O., Stewart, K., Fletcher, G.C. and Alçiçek, Z., 2014. Color change of the Snapper (*Pagrus auratus*) and Gurnard (*Chelidonichthys kumu*) skin and eyes during storage: Effect of light polarization and contact with ice. *Journal of Food Science*, 79(12): 2456-2462.
- Bell, K.Y., Cutter, C.N. ve Sumner, S.S., 1997. Reduction of foodborne microorganisms on beef carcass tissue using acetic acid, sodium bicarbonate, and hydrogen peroxide spray washes; 1997; Vol. 14.
- Cabedo, L., Sofos, J.N. and Smith, G.C., 1996. Removal of bacteria from beef tissue by spray washing after different times of exposure to fecal material; 1996; Vol. 59.
- CFR, 2014. 21CFR184.1366: Listing of specific substances affirmed as GRAS: Hydrogen Peroxide Code of Federal Regulations, vol. 3, Silver Spring, MD 20993.
- Colihueque, N., Parraguez, M., Estay, F.J. and Diaz, N.F., 2011. Skin color characterization in Rainbow Trout by Use of Computer-Based Image Analysis. *North American Journal of Aquaculture*, 73(3): 249-258.
- Costello, M.J., 1993. Review of methods to control sea lice (Caligidae: Crustaceal infestations on salmon (*Salmo salar*) farms. In: Boxhall, G.A., Defaye, D. (Eds.), *Pathogens of Wild and Farmed Fish. Sea Lice*. Ellis Horwood Limited.
- Costello, M.J., 2009. The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry. *J. Fish Dis.* 2009, 32 (1), 115–118.
- Davidson, P.M., Post, L.S., Branen, A.L. and McGurdy, A.R., 1983. Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials. In *Antimicrobials in Foods*. (Eds Branen, A. L. and Davidson, P. M.) pp. 371–419. New York, Marcel Dekker, Inc.
- Davis, B. D., Dulbero, R., Eisen, H.N. and Jinsberg, H.S., 1990. Cell mediated immunity. In *Microbiology*. pp. 431–452. Philadelphia, J. B. Lippincott Co.
- Demirci, A. and Ngadi, M.O., 2012. *Microbial Decontamination in the Food Industry : Novel Methods and Applications*; Woodhead Pub, 2012.

- Dickens, J. A. and Whittemore, A.D., 1996. Effects of acetic acid and hydrogen peroxide application during defeathering on the microbiological quality of broiler carcasses prior to evisceration 1; 1996.
- Dowlati, M., Mohtasebi, S.S., Omid, M., Razavi, S.H., Jamzad, M. and Guardia, M., 2013. Freshness assessment of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) by machine vision based on gill and eye color changes. *Journal of Food Engineering*, 119(2): 277- 287.
- Dutta, M., Issac, A., Minhas, N. and Sarkar, B., 2016. Image processing based method to assess fish quality and freshness. *Journal of Food Engineering*, 177: 50-58
- Elbashir, S., Parveen, S., Schwarz, J., Rippen, T., Jahncke, M. and Depaola, A., 2018. Seafood pathogens and information on antimicrobial resistance: A Review. 2018.
- Erikson, U. and Misimi, E., 2008. Atlantic Salmon skin and fillet color changes effected by perimortem handling stress, rigor mortis, and ice storage. *Journal of Food Science*, 73(2): C50-C59
- Fang, J., Samuelsen, O.B., Strand, Q. and Jansen, H., 2018. Acute toxic effects of hydrogen peroxide, used for Salmon lice treatment, on the survival of polychaetes *Capitella Sp .* and *Ophryotrocha Spp.* *Aquac. Environ. Interact.* *Aquacult Env. Interact* 2018, 10, 363–368.
- FEAP, 2017. FEAP Annual Report-2017. Federaton of European Aquaculture Producers. 36 p.
- Gaikowski, M.P., Rach, J.J. and Ramsay, R.T., 1999. Acute toxicity of hydrogen peroxide treatments to selected lifestages of cold-, cool-, and warmwater fish. *Aquaculture* 1999, 178 (3–4), 191–207.
- Ghanbari, M., Jami, M., Domig, K.J. and Kneifel, W., 2013. Seafood biopreservation by lactic acid bacteria - A Review. *LWT - Food Science and Technology*.
- Gorman, B.M., Sofos, J.N., Morgan, J.B., Schmidt, G.R. and Smith, G.C., 1995. Evaluation of hand-trimming, various sanitizing agents, and hot water spray-washing as decontamination interventions for beef brisket adipose tissue. *J. Food Prot.* 1995, 58 (8), 899–907.

- Gümüş, B., Balaban, M.O. and Ünlüsayın, M., 2011. Machine vision applications to aquatic foods: A Review. *Bilgisayarlı resim analizinin su ürünlerine uygulanması: Bir Derleme*, 11(1): 167.
- Hirazawa, N., Tsubone, S. and Takano, R., 2016. Anthelmintic effects of 75 ppm hydrogen peroxide treatment on the monogeneans *Benedenia seriolae*, *Neobenedenia girellae*, and *Zeuxapta japonica* infecting the skin and gills of greater amberjack *Seriola dumerili*. *Aquaculture* 2016, 450, 244–249.
- Innes Taylor, N. and Ross, L.G., 1988. The use of hydrogen peroxide as a source of oxygen for the transportation of live fish. *Aquaculture* 1988, 70 (1–2), 183–192.
- Izat, A.L., Colberg, M., Adams, M.H., Reiber, M.A. and Waldroup, P.W., 1989. Production and processing studies to reduce the incidence of *Salmonellae* on commercial broilers. *J. Food Protect.* 52, 670–673
- Jafarpour, A., Sherkat, F., Leonard, B. and Gorczyca, E.M., 2008. Colour improvement of common carp (*Cyprinus Carpio*) fillets by hydrogen peroxide for surimi production. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2008, 43 (9), 1602–1609.
- Khadre, M.A. and Yousef, A.E., 2001. Sporocidal action of ozone and hydrogen peroxide: A Comparative Study. *Int. J. Food Microbiol.* 2001, 71 (2–3), 131–138.
- Kiemer, M.C.B. and Black, K.D., 1997. The effects of hydrogen peroxide on the gill tissues of Aatlantic salmon, *Salmo Solar L.* *Aquaculture* 1997, 153 (3–4), 181–189.
- Kim, J.G., 1998. Ozone as an antimicrobial agent in minimally processed foods. PhD thesis, The Ohio State University, Columbus, OH.
- Kim, T.J., Silva, J.L., Chamul, R.S. and Chen, T.C., 2000. Influence of ozone, hydrogen peroxide, or salt on microbial profile, tbars and color of channel catfish fillets. *J. Food Sci.* 2000, 65 (7), 1210–1213.
- Korel, F., Luzuriaga, D.A. and Balaban, M.O., 2001. Objective quality assessment of raw tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using electronic nose and machine vision. *Journal of Food Science*, 66(7): 1018-1024.

- Lee, H.H., Hong, S.I. and Kim, D., 2014. Microbial reduction efficacy of various disinfection treatments on fresh-cut cabbage. *Food Sci. Nutr.* 2014, 2 (5), 585–590.
- Lillard, H.S. and J. E. Thomson, 1983. Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry chiller water. *J. Food Sci.* 48:125–126
- Lumsden, J.S., Ostland, V.E. and Ferguson, H.W., 1998. Use of hydrogen peroxide to treat experimentally induced bacterial gill disease in rainbow trout. *J. Aquat. Anim. Health* 1998, 10 (3), 230–240.
- Luzuriaga, A.D., Balaban, O.M. and Yeralan, S., 1997. Analysis of visual quality attributes of white shrimp by machine vision. *Journal of Food Science.* 62 (1): 113-130.
- Mannig, D. and Scherer, G., 1993. Shelf life extension for commercially processed poultry/fowl and seafood products using aspecialized hydrogen peroxide. PN:5264229,US-Patent, 1993.
- Marin, S.L., Gonzalez, M.P., Madariaga, S.T., Mancilla, M. and J, Mancilla., 2018. Response of *Caligus Rogerresseyi* (Boxshall & Bravo, 2000) to treatment with hydrogen peroxide: Recovery of parasites, fish infestation and egg viability under experimental conditions. *J. Fish Dis.* 2018, 41 (January 2017), 861–873.
- Marriott, N.G., 1999. Principles of Food Sanitation. 4th edn. Aspen Publishers, Gaithersburg, MA.
- Martinsen, K.H., Thorisdottir, A. and Lillehammer, M., 2018. Effect of hydrogen peroxide as treatment for amoebic gill disease in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) in different temperatures. *Aquac. Res.* 2018, 49, 1733–1739.
- Marty-Mahe, P., Loisel, P., Fauconneau, B., Haffray, P., Brossard, D. and Davenel, A., 2004. Quality traits of brown trouts (*Salmo trutta*) cutlets described by automated color image analysis. *Aquaculture*, 232(1/4): 225-240.
- Mulder, R.W.A.W., van der Hulst, M.C. and Bolder, N.M., 1987. Research note: Salmonella decontamination of broiler carcasses with lactic acid, L. cysteine, and hydrogen peroxide. washing system cuts cleaning time 85%. *J. Poultry Sci.* 66, 1555–1557.
- Murakoshi, T., Masuda, T., Utsumi, K., Tsubota, K. and Wada, Y., 2013. Glossiness and perishable food quality: Visual freshness judgment of fish eyes based on luminance distribution. *PloS one*, 8(3): e58994.

- Novakov, N., Mandic, V., Kartalovic, B., Vidovic, B., Stojanac, N., Kovacevic, Z. and Nada, P., 2018. Comparison of the efficacy of hydrogen peroxide and salt for control of fungal infections on brown trout (*Salmo trutta*) eggs. *Acta Sci. Vet.* 2018, 381 (May), 1–5.
- O'Brien, G.T., 1987. Reduction of bacteria count on poultry being processed into food at a poultry processing plant. U. S. Patent No. 4 683.
- Rach, J.J., Gaikowski, M.P., Howe, G.E. and Schreier, T.M., 1998. Evaluation of the toxicity and efficacy of hydrogen peroxide treatments on eggs of warm- and coolwater fishes. *Aquaculture* 1998, 165 (1–2), 11–25.
- Rach, J.J., Valentine, J.J., Schreier, T.M., Gaikowski, M.P. and Crawford, T.G., 2004. Efficacy of hydrogen peroxide to control saprolegniasis on channel catfish (*Ictalurus Punctatus*) Eggs. *Aquaculture* 2004, 238 (1–4), 135–142.
- Rahman, S., 2007. *Handbook of Food Preservation*; CRC Press.
- Rasowo, J., Okoth, O.E. and Ngugi, C.C., 2007. Effects of formaldehyde, sodium chloride, potassium permanganate and hydrogen peroxide on hatch rate of African catfish *Clarias gariepinus* eggs. *Aquaculture* 2007, 269 (1–4), 271–277.
- Sapers, G.M. and Simmons, G.F., 1998. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*
- Schreier, T.M., Rach, J.J. and Howe, G.E., 1996. Efficacy of formalin, hydrogen peroxide, and sodium chloride on fungal-infected Rainbow trout eggs. *Aquaculture* 1996, 140 (4), 323–331.
- Shi, C., Qian, J., Han, S., Fan, B., Yang, X. and Wu, X., 2018. Developing a machine vision system for simultaneous prediction of freshness indicators based on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) pupil and gill color during storage at 4° C. *Food chemistry*, 243: 134-140.
- Sims, G.G., Cosham, C.E. and Anderson, W.E., 1975. Hydrogen peroxide bleaching of marinated herring. *Int. J. Food Sci. Technol.* 1975, 10 (5), 497–505.
- Speare, D.J. and Arsenault, G.J., 1997. Effects of intermittent hydrogen peroxide exposure on growth and columnaris disease prevention of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1997, 54 (11), 2653–2658.

- Sutariya, S. and Patel, H., 2017. Effect of hydrogen peroxide on improving the heat stability of whey protein isolate solutions. *Food Chem.* 2017, 223, 114–120.
- Thatcher, F.S. and Loit, A., 1961. Comparative microflora of chlortetracycline-treated and nontreated poultry with special reference to public health aspects. *Appl. Microbiol.* 9: 39–45
- Thomassen, J.M., 1993. Hydrogen peroxide as a delousing agent for Atlantic salmon. In: Boxhall, G.A., Defaye, D. (Eds.), *Pathogens of Wild and Farmed Fish*. Sea Lice. Ellis Horwood Limited.
- Ünal Şengör, G.F., Balaban, M.O., Toplaoğlu, B., Ayvaz, Z., Ceylan, Z. and Doğruyol, H., 2019. Color assessment by different techniques of gilthead seabream (*Sparus aurata*) during cold storage. *Food Sci. Technol.* vol.39 no.3 Campinas July/Sept. 2019 Epub Sep 21, 2018.
- URL: <http://www.hidrojenperoksit.net/hidrojenperoksit-kullanim-alanlari.html>-Erişim tarihi 18.10.2019
- U.S. Food and Drug Administration e FDA, 2014. Approved aquaculture drugs. Available at:<http://www.fda.gov/animalveterinary/developmentapprovalprocess/aquaculture/ucm132954.htm> (Erişim tarihi 23 Ekim 2019)
- Wang, F., Zang, Y., Wo, Q., Zou, C., Wang, N., Wang, X. and Li, D., 2013. Fish freshness rapid detection based on fish-eye image. Third international conference on photonics and image in agriculture engineering, Sanya, China. 87610-87615.
- William Campbell, D., 1993. *Hydrogen peroxide Medical Miracle*, 1993rd ed.; William Campbell, D., Ed.; 1993.
- Yağız, Y., Kristinsson, H.G., Balaban, M.O., Welt, B.A., Ralat, M. and Marshall, M.R., 2009. Effect of high pressure processing and cooking treatment on the quality of Atlantic salmon. *Food Chemistry*, 116(4): 828-835.
- Yokoyama, M., 1990. Aseptic packaged foods. In: Kadoya, T. (Ed.), *Food Packaging*. Academic Press, New York, pp. 213– 228, Chap. 12.
- Zheng, C., Sun, D. and Zheng, L., 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection–A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 17(12): 642-655.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Saliha AKBAŞ  
Doğum yeri : Zile-TOKAT/TURKİYE  
Doğum Tarihi : 23.09.1971  
Medeni Hali : Bekâr  
Yabancı Dil : İyi Derecede İngilizce  
Orta Derecede Arapça

### Eğitim Durumu

1985-1989 Trabzon Ev Ekonomisi Meslek Lisesi  
Ev Ekonomisi Teknisyeni  
1991-1995 Adana Çukurova Üniversitesi – Ziraat Fakültesi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü  
2014- 2018 Erzurum Atatürk Üniversitesi  
Sosyoloji Bölümü – Lisans Derecesi  
2016-2020 Ankara Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri  
Anabilim Dalı– Yüksek Lisans

### Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

1989-1991 Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı - Gümüşhane İl Müdürlüğü  
Ev Ekonomisi Teknisyeni  
1991-2000 Tarım ve Köyişleri Bakanlığı - Adana İl Müdürlüğü  
Ziraat Mühendisi  
2000-2011 Tarım ve Köyişleri Bakanlığı - Tarımsal Üretim ve Geliştirme  
Genel Müdürlüğü  
Ziraat Mühendisi - Proje Koordinatörü  
2011- Tarım ve Orman Bakanlığı – Tarım Reformu Genel Müdürlüğü  
Çalışma Grubu Sorumlusu – Projeler Koordinatörü

### YAYINLAR

- Yılmaz, H., Akbaş, S. (2010), Evaluation of Rural Development Activities to Livestock Sector in Turkey: The Case of Ordu, Giresun Provinces (ISSN 1683-9919), 2010 Academic Journals Inc., Asian Journal of Animal and Veterinary Advances 5 (2): 103-111, 2010
- Atar, H., Akbaş, S , Ayvaz, Z. (2019) Use of Hydrogen Peroxide in Aquaculture And Aquatic Products, Hidrojen Peroksit (H2O2)'in Su Ürünlerinde Kullanımı, Ziraat Mühendisliği, (366), DOI: 10.33724/zm.476116
- Akbaş, S, Farklı Yörelere Kırsal Kalkınma Deneyimleri, 2. Türkiye Demokrasi Forumu, Bildiriler, Mesudiye /18-20 Eylül 2015