

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çiğdem DİKEL

KİTOSAN EKLENEN JELATİN İLE KAPLAMANIN ÇİPURA (*Sparus aurata* L., 1758) FİLETOLARININ SOĞUKTA (+4 °C) DEPOLANMASI ESNASINDA FİZİKSEL, KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL DEĞİŞİMLER ÜZERİNE ETKİSİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİTOSAN EKLENEN JELATİN İLE KAPLAMANIN ÇİPURA (*Sparus aurata* L., 1758) FİLETOLARININ SOĞUKTA (+4 °C) DEPOLANMASI ESNASINDA FİZİKSEL, KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL DEĞİŞİMLER ÜZERİNE ETKİSİ

Çiğdem DİKEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 06/01/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/ Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Yasemen YANAR
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Mehmet ÇELİK
ÜYE

.....
Doç. Dr. Osman GÜLNAZ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2011YL6**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİTOSAN EKLENEN JELATİN İLE KAPLAMANIN ÇİPURA (*Sparus aurata* L., 1758) FİLETOLARININ SOĞUKTA (+4 °C) DEPOLANMASI ESNASINDA FİZİKSEL, KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL DEĞİŞİMLER ÜZERİNE ETKİSİ

Çiğdem DİKEL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Yasemen YANAR
Yıl: 2012, Sayfa: 71
Jüri : Doç. Dr Yasemen YANAR
: Prof. Dr. Mehmet ÇELİK
: Doç. Dr. Osman GÜLNAZ

Kitosan ilave edilen jelatinin kaplama amacı ile kullanılmasında, buzdolabında depolanan çipura filetolarının 12 gün süresince kaliteye olan etkileri araştırılmıştır. %15 balık jelatinine %0,5 ve %1 kitosan ilave edilerek balık filetoları kaplanmış ve buzdolabında (4±1 °C) depolanmıştır. Kaplamanın koruyucu etkisi periyodik (3 günde bir) olarak yapılan mikrobiyolojik (toplam bakteri sayısı), kimyasal (toplam uçucu bazik azot, tiyobarbuturik asit, peroksit değeri, serbest yağ asitleri), fiziksel (pH ve hunter Lab renk değerleri) ve duyu analizleri ile belirlenmiştir. Toplam bakteri sayısı kontrol grubu ve %15 jelatin ile kaplanan grupta kitosan eklenen jelatin ile kaplanan gruplara göre daha yüksek sayıya ulaşmıştır (p<0,05). Kitosan eklenen jelatin ile kaplanan gruplar daha düşük toplam uçucu bazik azot, peroksit ve serbest yağ asidi değerleri göstermiştir (p<0,05). Kitosan ilavesi balığın renk değerleri (L*, a* ve b* değerleri) üzerine olumlu etki yapmıştır. Duyusal analizlerde (genel kabul edilebilirlik özelliği) en uzun raf ömrü (12 gün) kitosan ilave edilen jelatin ile kaplanan gruplarda bulunurken, bunu %15 jelatin ile kaplanan grup (9 gün) ve kontrol grubu (6 gün) izlemiştir. %0,5 ve %1 kitosan içeren gruplar, panelistler tarafından tat ve aroma yönünden daha fazla beğenilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jelatin, Çipura, Raf Ömrü, Kitosan

ABSTRACT

MASTER THESIS

| |
|--|
| <p>EFFECT OF GELATIN COATING INCORPORATED WITH CHITOSAN ON THE CHEMICAL, PHYSICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY QUALITY OF SEA BREAM (<i>Sparus aurata</i> L., 1758) FILLETS</p> |
|--|

Çiğdem DİKEL

**UNIVERSITY OF ÇUKUROVA
THE INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHING AND PROCESSING TECHNOLOGY**

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Yasemen YANAR

Year: 2012, Pages: 71

Jury : Assoc. Prof. Dr. Yasemen YANAR

: Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

: Assoc. Prof. Dr. Osman GÜLNAZ

Chitosan was used in gelatin coatings to maintain the quality of refrigerated seabream fillets over a period of 12 days. Fish fillets were coated with a solution of 15% fish gelatin incorporated with %0.5 and %1 chitosan and then stored in refrigerator (4±1 °C). Coating's preservative effect was assessed periodically (every 3 days) by microbial analyses (Total bacterial counts), chemical determinations (total volatile basic nitrogen, thiobarbituric acid, peroxide value, free fatty acid), physical (pH and hunter Lab color values) and sensory characteristics. Total bacterial counts reached higher populations in control and %15 gelatin coating samples as compared to gelatin coating containing both chitosan samples (p<0.05). Samples coated with gelatine enriched with chitosan showed the lowest rate of total volatile basic nitrogen, peroxide and free fatty acid values (p<0.05). The presence of chitosan improved the color of seabream by increasing the L* value and decreasing a* value. As determined by sensory analysis (overall acceptability attribute) the observed shelf-life of seabream fillets was longest for gelatin coating containing both chitosan concentrations (12 days) followed by % 15 gelatin coating (9 days), and control (6 days) samples. The presence of 0.5 and 1% chitosan in seabream samples produced a distinct but sensorially acceptable pleasant odor, well received by the panellists.

Keywords: Gelatin, *Sparus aurata*, Shelf Life, Chitosan

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sırasında sonsuz desteğini gördüğüm bilgilerini benimle paylaşan, çalışmalarım sırasında benden hiçbir desteğini esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç.Dr.Yasemen YANAR' a,

Tezin analiz aşamasında laboratuvar ve ekipman konusunda yardımlarıyla büyük destek olan Sayın hocam Doç.Dr.O.Tufan EROLDOĞAN'a,

Tezin analiz aşamasında mikrobiyoloji bilgisiyle her zaman yardımcı olan Sayın hocam Doç.Dr.Osman GÜLNAZ'a,

Her türlü yardımı ile tez boyunca bilgisi ve yardımlarıyla destek olan sevgili Dr.Aygül KÜÇÜKGÜLMEZ'e,

Onunla tanıştığım günden bu yana sonsuz desteğini gördüğüm çok değerli eşime,

Tezimin analiz aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Gözde GERÇEK'e,

Tez çalışmam boyunca yardımlarıyla hep yanımda olan sevgili ekip arkadaşlarım Serap GELİBOLU, Ali Eslem KADAK, Mehmet GÖKÇİN, Özgür YETMİŞ ve Melih ŞİMŞEK'e,

Desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen maddi, manevi hiçbir desteği ve fedakarlıklarını esirgemeyen sevgili anneannem, annem, babama ve sevgili kardeşim Yasemine sonsuz teşekkür ederim.

| İÇİNDEKİLER | SAYFA |
|--|--------------|
| ÖZ..... | I |
| ABSTRACT..... | II |
| TEŞEKKÜR..... | III |
| İÇİNDEKİLER..... | IV |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | X |
| SİMGELER VE KISALTMALAR..... | XII |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Jelatinin Hammaddesi: Kollojen..... | 2 |
| 1.2. Jelatin..... | 3 |
| 1.3. Kitin-Kitosan..... | 4 |
| 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 9 |
| 2.1. Jelatinin Gıda Muhafazasında Kullanımı ile İlgili Çalışmalar..... | 9 |
| 2.2. Kitosanın Su Ürünleri Muhafazasında Kullanımı ile İlgili Çalışmalar..... | 11 |
| 2.3. Jelatin ve Kitosanın Et ve Su Ürünlerinin Muhafazasında Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar..... | 14 |
| 3. MATERYAL VE METOD..... | 17 |
| 3.1. Materyal..... | 17 |
| 3.1.1. Çipura (<i>Sparus aurata</i> L.,1758) | 17 |
| 3.1.2. Balık Jelatini | 17 |
| 3.1.3. Kitosan..... | 17 |
| 3.1.4. Ambalaj Materyali..... | 18 |
| 3.2. Metod..... | 18 |
| 3.2.1. Balıkların Hazırlanması..... | 18 |
| 3.2.2. Kaplama Solüsyonlarının Hazırlanması | 19 |
| 3.2.3. Kaplama Solüsyonlarının Balıklara Uygulanması ve Paketleme | 19 |
| 3.2.3.1. Kimyasal Analizler..... | 20 |
| 3.2.3.1.1. Temel Besin Bileşenleri Analizleri..... | 20 |
| 3.2.3.1.1.(a) Kuru Madde ve Ham Kül Analizi | 20 |

| | |
|---|----|
| 3.2.3.1.(1).(b) Ham Protein Analizi..... | 21 |
| 3.2.3.1.(1).(c). Lipit Analizi | 21 |
| 3.2.3.1.(2). Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi | 22 |
| 3.2.3.1.(3). Tiyobarbitürük Asit Sayısı (TBA) Analizi | 23 |
| 3.2.3.1.(4). Peroksit Analizi | 23 |
| 3.2.3.1.(5). Serbest Yağ Asitleri Analizi | 24 |
| 3.2.3.2. Fiziksel Analizler..... | 24 |
| 3.2.3.2.(1). pH Ölçümü | 24 |
| 3.2.6.3. Mikrobiyolojik Analizler | 25 |
| 3.2.6.4. Duyusal Analizler..... | 25 |
| 3.2.4. İstatistiksel Analizler | 26 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 27 |
| 4.1. Taze Çipura'ya Ait Araştırma Bulguları | 27 |
| 4.1.1. Temel Besin Madde Bileşenleri..... | 27 |
| 4.1.2. Kimyasal ve Fiziksel Kalite Kontrol Parametreleri | 28 |
| 4.3. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Meydana Gelen Değişimler | 29 |
| 4.3.1. Kimyasal Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler..... | 29 |
| 4.3.1.1. TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 29 |
| 4.3.1.2. TBA (Tiyobarbitürük Asit) Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 32 |
| 4.3.1.3. Peroksit Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 33 |
| 4.3.1.4. Serbest Yağ Asitleri Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 36 |
| 4.3.2. Fiziksel Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler..... | 38 |
| 4.3.2.1. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 38 |
| 4.3.2.2. Renk Ölçümlerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 40 |
| 4.3.2.2.(1). L^* Değerindeki Değişimler..... | 40 |
| 4.3.2.2.(2). a^* Değerindeki Değişimler..... | 41 |
| 4.3.2.2.(3). b^* Değerindeki Değişimler..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 4.3.3. Duyusal Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler..... | 45 |
| 4.3.3.1. Görünüş | 45 |
| 4.3.3.2. Koku | 47 |
| 4.3.3.3. Lezzet | 49 |
| 4.3.3.4. Doku Sertliği..... | 50 |
| 4.3.3.5. Genel Kabul Edilebilirlik..... | 51 |
| 4.3.4. Mikrobiyolojik Değişimler..... | 54 |
| 5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 57 |
| KAYNAKLAR..... | 61 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 71 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

| | | |
|---------------|--|----|
| Çizelge 1.1. | Çipura balığı istatistikleri (TÜİK, 1996-2009) | 7 |
| Çizelge 3.1. | Piştirilmiş Balık İçin Duyusal Analizde Kullanılan Değerlendirme Formu..... | 26 |
| Çizelge 4.1. | Taze Çipuranın Temel Besin Madde Bileşenleri (%)..... | 27 |
| Çizelge 4.2. | Taze Çipuranın Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalite Kontrol Parametreleri | 28 |
| Çizelge 4.3. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TVB-N (mg/100g) Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 29 |
| Çizelge 4.4. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TBA (mg MDA/kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 32 |
| Çizelge 4.5. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Peroksit (meq O ₂ /kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 34 |
| Çizelge 4.6. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Serbest Yağ Asitleri(% oleik asit) Değerinde Meydana Gelen Değişimler.... | 36 |
| Çizelge 4.7. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 38 |
| Çizelge 4.8. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince L* Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 40 |
| Çizelge 4.9. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince a* Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 42 |
| Çizelge 4.10. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince b* Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 43 |
| Çizelge 4.11. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Görünüş Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 46 |
| Çizelge 4.12. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Koku Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 48 |
| Çizelge 4.13. | Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Lezzet Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.14. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Doku Sertliği Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 50 |
| Çizelge 4.15. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Genel Kabul Edilebilirlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 52 |
| Çizelge 4.16. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (log kob/g) Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 54 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1. Kollojenin Yapısı..... | 2 |
| Şekil 1.2. Kollojenin Hidrolizasyonu..... | 3 |
| Şekil 1.3. Kitosanın Kimyasal Yapısı..... | 5 |
| Şekil 3.1. Çipura (<i>Sparus aurata</i> L., 1758)'nın Genel Görünümü..... | 17 |
| Şekil 3.2. Çalışmada Kullanılan Balıklardan Genel Görünüm..... | 18 |
| Şekil 3.3. Jelatin İle Kaplanan Balıkların Kurutma İşlemi..... | 19 |
| Şekil 3.4. Depolanmış, Paketlenmiş Balıklardan Genel Görünüm..... | 20 |
| Şekil 4.1. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TVB-N (mg/100g)Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 31 |
| Şekil 4.2. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TBA (mg MDA/kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 33 |
| Şekil 4.3. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Peroksit (meq O ₂ /kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 35 |
| Şekil 4.4. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Serbest Yağ Asitleri (% Oleik asit) Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 37 |
| Şekil 4.5. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 39 |
| Şekil 4.6. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince <i>L</i> * Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 41 |
| Şekil 4.7. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince <i>a</i> * Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 43 |
| Şekil 4.8. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince <i>b</i> * Değerinde Meydana Gelen Değişimler | 44 |
| Şekil 4.9. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Görünüş Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 47 |
| Şekil 4.10. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Koku Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 48 |
| Şekil 4.11. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Lezzet Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.12. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Doku Sertliği Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 51 |
| Şekil 4.13. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Genel Kabul Edilebilirlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 53 |
| Şekil 4.14. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (log kob/g) Değerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 56 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

- EDTA : Etilen daimin tetra asetik asit
TBA : Tiyobarbiturik asit
TVB-N : Toplam uçucu bazik azot
TMA : Trimetilamin
POV : Peroksit değeri
TBARS : Tiyobarbiturik asit reaktif maddesi
BHA : Butillendirilmiş hidroksi anisol
BHT : Butillendirilmiş hidroksi toluen
TBHP : Tert-Butyl-hydroperoxide
TPCN : Çay polifenollü kitosan nanopartikülleri

1. GİRİŞ

Gıda endüstrisinde ambalaj, içine konulan ürünü, üretim aşmasından tüketiciye ulaşıncaya kadar korumayı, taşımayı ve bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Son yıllarda gıda ambalajlama teknolojisindeki gelişmelerle, özellikle ürünün korunması ve raf ömrünün uzatılması konusuna ağırlık verilmektedir (Brody, 2001). Gıdaların taşınması ve depolanması sırasında kalite ve güvenlik koşullarında değişikliklere yol açan, nem, oksijen ve mikroorganizma gibi unsurlar gıdalarda ekonomik kaybın yanı sıra sağlık açısından riskli durumlar ortaya çıkarmaktadırlar. Gıdaların korunmasında her ne kadar ısısal işlemler, kurutma, dondurma, radyasyon, modifiye atmosferde ambalajlama ve bazı antimikrobiyal maddelerin ilavesi gibi geleneksel yöntemler mevcutsa da bu yöntemler taze et, balık ve hemen tüketilmeye hazır gıdalarda (ready to eat) uygulanamamaktadır. Özellikle et, tavuk ve balık gibi işlem sonrası yüzey bulaşma riskinin yüksek olduğu ve taze tüketilen gıdalarda çeşitli yenilebilir ambalaj filmleri ve kaplamalar ile aktif ambalajlamanın ümit verici bir uygulama şekli olduğu görülmektedir (Guilbert, 1986).

Yenebilir film ve kaplamalar, gıdaları bu gibi olumsuzluklara karşı korumanın güvenli yollarından biri olarak gıda teknolojisinde yerini almıştır. Yenilebilir film ve yenilebilir kaplama terimleri gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla, gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddeler olarak tanımlanmaktadır (Guilbert, 1986).

Yenebilir filmlerle oluşturulan ambalajların hazırlanmalarında kullanılan bileşenler üç gruba ayrılmaktadır (Donhowe ve Fennema,1993).

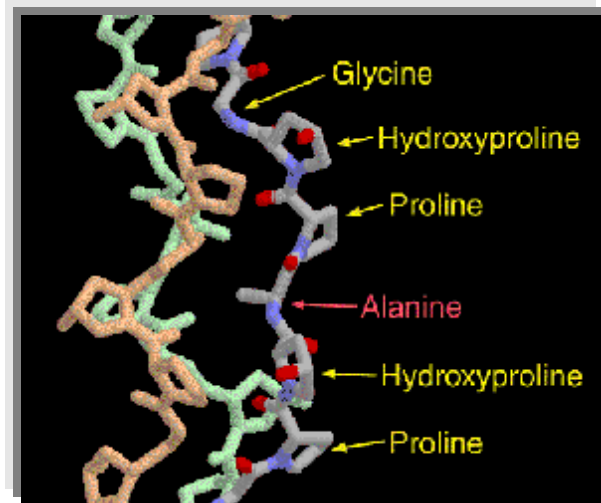
- 1- Polisakkaritlerden oluşan hidrokolloidler; alginat, pektin, karragenan, nişasta, nişasta hidrolizatları, selüloz türevleri gibi maddelerden oluşmaktadır.
- 2- Proteinlerden oluşan hidrokolloidler; bitkisel kökenli proteinler (mısır zeini, buğday gluteni, soya proteini, yer fıstığı proteini ve çığit proteini gibi) ve hayvansal kökenli proteinler (keratin, kollajen, jelatin, kazein ve peynir altı suyu proteini) olarak iki gruba ayrılmaktadır.

3- Lipitler (yağlar); vaks ve parafin, asetogliseridler, resinden oluşmaktadır.

İkinci grubu oluşturan yani hayvansal kökenli proteinlerden olan kollojen tüm hayvanların deri ve kemiklerinde bulunan başlıca yapısal proteindir.

1.1 Jelatinin Hammaddesi: Kollojen

Kollojen, tüm hayvanların deri, kemik, tendonlarda ve kıkırdakta önemli miktarlarda bulunan basit, fibriler skleroproteindir. Hayvansal proteinin yaklaşık %30'unu kapsamaktadır. Elde edildiği kaynağa bağlı olarak değişmekle birlikte, her biri yaklaşık 100 kD molekül ağırlığında 1000'e yakın amino asit içeren α zinciri yapısında bir polipeptittir. Şekil 1.1.'de görüldüğü üzere zincirdeki bağlar kovalent çapraz bağlardır ve bu zincirlerin genel amino asit diziliminde glisin, alanin, prolin ve hidroksprolin en yaygın bulunan dört amino asittir, her üç aminoasitten birinin glisin olması üçlü sarmal yapının oluşmasında önemli rol oynar (Eastoe and Leach, 1977).



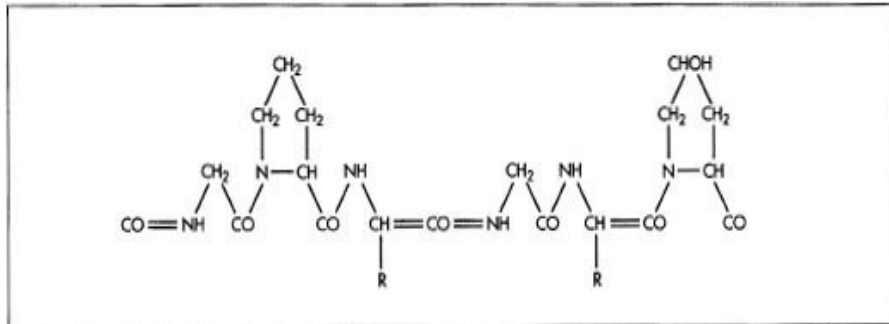
Şekil 1.1. Kollojenin yapısı

Kollojen, oransal olarak prolin ve hidroksprolin içeriği ile diğer proteinlerden ayrılır. Kollojenin elde edildiği kaynağa bağlı olarak değişmekle birlikte bu oran %20 civarındadır.

Kollojen biyomedikal, farmakoloji, kozmetik ve gıda sanayinde kullanılmaktadır (Lee ve ark., 2001; Kim ve Mendis, 2006; Senaratne ve ark., 2006). Son yıllarda, gıda sanayinde kaplama materyali, ambalaj materyali, et ürünlerinde tekstür iyileştirici ve fonksiyonel gıda üretiminde kullanımı artmıştır.

1.2. Jelatin

Kimyasal yapısı Şekil 1.2.'de gösterilen jelatin, kollojen içeren dokuların, genellikle seyreltik alkali ve/veya asit ile muamele edildikten sonra suda 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda hidroliz edilmesiyle elde edilen suda çözünebilir hidrofilik kolloidal bir proteindir. Böylece kollojenin fibril yapısı geri dönüşümsüz olarak parçalanır (Johns ve Courts, 1977; Petersen ve Yates, 1977). Kollojen molekülünün kısmi hidrolizi ile alfa zincirler arasındaki hidrojen bağları ve bazı kovalent bağlar kopar.



Şekil 1.2. Jelatinin Kimyasal Yapısı

Ticari olarak en yaygın şekilde kullanılan yenilebilir film ve kaplama proteindir. Su buharı geçirgenliği çok iyi olmamasına karşın mükemmel bir oksijen bariyeridir (Wong ve ark., 1994). Villegas ve ark. (1999) sığır jelatini solüsyonuna (% 2, 4 ve 6) daldırılan pişirilmiş jambon ve pastırmaların donmuş depolanmaları esnasında oksidatif stabilizasyonun arttığını ve rengin korunduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca sığır eti, tavuk, domuz ve balık ürünleri ile yapılan çalışmalarda jelatin kaplamanın etin rengini koruduğu bildirilmiştir (Klose ve ark., 1952; Keil ve ark., 1960; Whitman ve ark., 1971; Villegas ve ark., 1999; López-Caballero ve ark.,

2004). Jelatin ile kaplama taze et, balık ve tavuk gibi ürünlerde oksijen bariyeri oluşturmasının yanı sıra ürünün nem kaybını da önlemektedir. Nitekim domuz eti ve tavuk ürünlerinin jelatin ile kaplandığı çalışmalarda depolama sonrası ağırlık kaybının azaldığı belirtilmiştir (Keil 1961; Whitman ve ark. 1971; Moorjani ve ark., 1978; Marggrander ve Hofmann 1997).

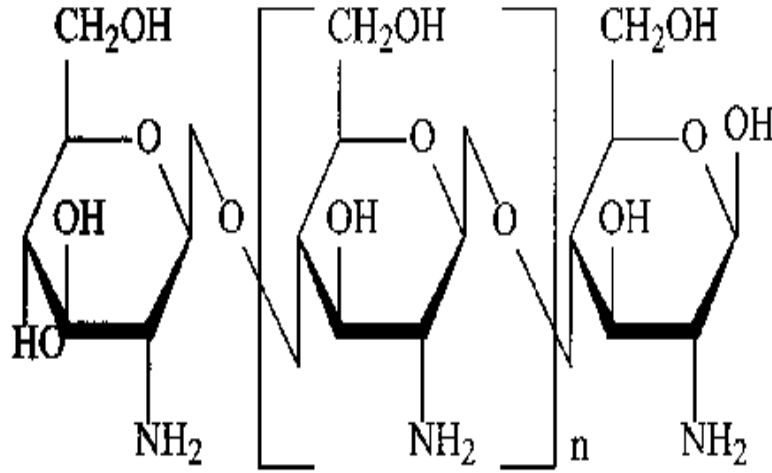
Günümüzde ticari jelatinin çoğu memelilerden elde edilse de bir çok sosyo-kültürel sebeplerden dolayı alternatif kaynaklara talep artmıştır. Su ürünleri kaynaklı jelatinler, Musevilikte koşer ve İslam dininde helal gıdalar kapsamında yer alması nedeniyle diğer jelatinlere göre bu dinlerin yaygın olduğu ülkelerde tercih edilmektedir. Regenstein (2004)'e göre balıkların deri, kemik ve yüzme keseleri çok iyi jelatin kaynaklarıdır ve eşsiz özelliklere sahiptirler. Balık deri ve kemiklerinden elde edilen jelatinin, özellikle su ürünlerinin muhafazasında memeli jelatinine göre daha uygun bir kaplama materyali olduğu bildirilmiştir. Nitekim, Choi ve Regenstein (2000) balık jelatinini, domuz jelatini ile mukayese ettikleri çalışmalarında benzer fiziksel ve kimyasal özellikler gösterdiklerini, duyuşal testlerde benzer bulduklarını bildirmişlerdir.

Jelatinin uygun antioksidan ve antimikrobiyallerle desteklendiğinde, tek başına kullanılmasına göre daha başarılı sonuçlar verdiği, antimikrobiyal ajanlar için ideal bir taşıyıcı olduğu bildirilmiştir (Krochta, 1997). Nitekim Gill (2000), lizozim, nisin ve EDTA içeren jelatin esaslı kaplamaları jambon ve sosislere uygulayarak mikroorganizmaları kontrol etmeyi başarmıştır. Yenilebilir kaplamaların formülasyonlarına özellikle doğal antimikrobiyal maddelerin dahil edilmesi ise son yıllarda önem taşıyan uygulamalardandır (Suppakul ve ark, 2003; Cha ve Chinnan, 2004). Kitinin deasetile edilmesiyle elde elden kitosan doğal antimikrobiyal ve antioksidan maddelerdendir.

1.3. Kitin-Kitosan

Kitin, β -1,4- glikozidik bağlara sahip N-asetil-D-glukozamin (GlcNAc) rezidülerinden oluşmuş, selülozdan sonra ikinci önemli biyopolimerdir (Herrera, 1978). Kimyasal yapısı Şekil 1.3'de verilen kitosan ise, kitinin deasetilasyonu sonucu

elde edilmektedir (Charoenvuttitham ve ark., 2006). Polikasyonik özelliğe sahip olan kitosanın çözünürlüğü ve aktivitesi kitinden daha fazladır ve gıda uygulamalarında çok geniş kullanım olanağına sahiptir.



Chitosan

Şekil 1.3. Kitosanın Kimyasal Yapısı

Gıdaların raf ömrünün uzatılmasında kitosanın antimikrobiyal etkisinin önemli bir rolü vardır. Yapılan çalışmalar kitosanın birçok mikroorganizmanın (*Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp., *Salmonella* sp., *Listeria* sp., *Micrococcus* sp. ve *Vibrio* sp.) gelişimini inhibe ettiğini göstermiştir (Gagne, 1993; Tsai ve Su, 1999; Tsai ve ark., 2002; No ve ark., 2006; Bostan ve ark., 2007; Hongpattarakere ve Riyaphan, 2008). Gerek farklı balık türlerinin depolanmasında (Jeon ve ark., 2002; Tsai ve ark., 2002; Sathivel ve Himelbloom, 2005; Sathivel ve ark., 2007) gerekse diğer gıdaların depolanmasında (Darmadji ve Izumimoto, 1994; Shahidi ve ark., 1999; Roller ve Covill, 2000) mikroorganizmaların neden olduğu bozulmalar kitosan ilavesi ile geciktirilmiştir. Gıdaların muhafazası ve raf ömrünün artırılmasında kitosanın alternatif olarak kullanılabilceği çeşitli kaynaklarda yer almıştır. Burada en önemli etki kitosanın antimikrobiyal aktivite göstermesinden ileri gelmektedir. Bu etkinin mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte pozitif yüklü kitosan

moleküllerinin negatif yüklü hücre membranına bağlanarak fonksiyonunu bozması; intrasellüler içeriğin dışarı sızmasını teşvik etmesi ve aynı zamanda besin elementlerinin hücreye transportunun inhibe edilmesi; şelat yapıcı bir ajan olarak rol oynayarak iz elementlere bağlanması ve bu suretle mikrobiyal gelişme ile toksin üretiminin inhibe edilmesi; suyu bağlayarak enzimleri inhibe etmesi; DNA ile bağlanması ve mRNA sentezini engelleyerek üremenin durdurulması gibi çeşitli teoriler ileri sürülmüştür (Bostan ve ark., 2007).

Kitosanın yenilebilir film ve kaplama materyalleri ile birlikte kullanıldığı çalışma sayısı fazla değildir. Sathivel ve Himelbloom (2005), dil balığı ve somon protein unu ve soya proteini konsantresini yenilebilir kaplama materyali olarak kullandıkları çalışmalarında, kitosanın etkilerini somon filetoları üzerinde denemişler, kitosan ve soya proteini konsantresinin lipit oksidasyonunu geciktirdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde kamaboko jeline eklenen kitosanın, 4°C’de depolanan ot sazanında (*Ctenopharyngodon idellus*) lipit oksidasyonu ve bakteriyel gelişim üzerine olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Wu ve Mao, 2009). Kitosanın jelatin ile birlikte kullanıldığı bir çalışmada, Caballero ve ark. (2005), balık jelatini ve kitosan karışımı ile kapladıkları balık köftelerinin buzdolabında muhafazasında bozulmayı geciktirdiğini ve pişirme sırasında duyuşal bakımdan herhangi bir olumsuz etki yapmadığını rapor etmişlerdir. Balık jelatini kitosan ve karanfil yağı ile kaplanan salmon filetolarının toplam bakteri gelişiminde azalma olduğu ve bu kaplama yönteminin aktif paketlemede iyi sonuç verdiği belirtilmiştir (Gomez-Estace ve ark., 2009).

Araştırmada balık materyali olarak çipura (*Sparus aurata L., 1758*) kullanılmıştır. Çipura Sparidae familyasına ait bentik bir türdür. Genellikle kumlu, çamurlu ve kayalık alanlarda bulunur, bunun yanı sıra nehir ağızları ve lagünlerde bol miktarda rastlanır. Özellikle ülkemizin güney sahillerinde, Ege Denizi’nde ve Marmara’da yaygın olarak bulunan son derece ekonomik bir türdür (Tekelioğlu, 2002). Yunanistan, İtalya ve Fransa gibi Avrupa ülkelerinde çok yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Günümüzde özellikle Ege kıyılarında çipura işletmelerin sayısı ve üretilen çipura miktarı hızla artmaktadır.

Yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilen çipura üretimi Çizelge 1.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge.1.1. Çipura balığı istatistikleri (TÜİK, 1996-2009)

| Çipura | Yıllar | Miktar (Ton) | |
|--------|--------|----------------|---------|
| | | Yetiştiricilik | Avcılık |
| | 1996 | 6.320 | 1.340 |
| | 1997 | 7.500 | 1.200 |
| | 1998 | 10.150 | 1.400 |
| | 1999 | 11.000 | 1.665 |
| | 2000 | 15.460 | 830 |
| | 2001 | 12.939 | 1.070 |
| | 2002 | 11.681 | 700 |
| | 2003 | 16.735 | 794 |
| | 2004 | 20.435 | 879 |
| | 2005 | 27.634 | 1.215 |
| | 2006 | 28.463 | 867 |
| | 2007 | 33.500 | 759 |
| | 2008 | 31.670 | 1.526 |
| | 2009 | 28.362 | 1.186 |

Çipura balıkları sıkı beyaz etleri ile oldukça aranan, yağ bakımından düşük, protein bakımından zengin et kalitesi ile yüksek bir pazar ve talep değeri taşırlar (Wassef, 1990). Her mevsim bulunabilir olması nedeni ile çalışmada tercih sebebi olmuştur. Çipura yurt içinde genellikle taze olarak tüketilmektedir, fakat bu ürünlerinin tüketiciye sunulmasına kadar geçen süreçte istenmeyen değişimler meydana gelebilmektedir. Bu yüzden mevcut çalışmada, fazla miktarlarda tüketime sunulan çipuraların soğukta depolanması esnasında, meydana gelen kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşsal değişimler üzerine, jelatine ilave edilen kitosan ile kaplamanın etkisinin araştırılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada kaplama materyali olarak balık jelatini kullanılmıştır. Balık jelatini (%15) ve farklı konsantrasyonlarda kitosan (%0,5 ve % 1) solüsyonu ile kaplanan çipura filetolarının soğukta (+ 4 °C) muhafazası süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri izlenerek raf ömrüne olan etkileri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Jelatinin Gıda Muhafazasında Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Villegas ve ark, (1999) %2, 4 ve 6 konsantrasyonlarında domuz jelatini solüsyonuna daldırılan pişirilmiş jambon ve domuz pastırmasının – 18 °C’de 7 ay depolanmaları esnasında kalite değişimlerini araştırmışlar ve jelatin ile kaplamanın kontrol grubuna göre lipit oksidasyonu ve renk değerleri üzerine olumlu etkileri bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Pohlman ve ark. (2009), potasyum laktat eklenen jelatin ile kaplanan sığır etinde, jelatin kaplamanın potasyum laktat ile birlikte kullanılsın veya kullanılmamasın ürün güvenliğini korumada ve raf ömrünü uzatmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Jelatin ile kaplanan sığır, domuz, tavuk eti ve somon filetosunun modifiye atmosfer ile paketlenip 4°C’de 2 hafta depolandığı bir çalışmada jelatin ile kaplamanın renk kaybında azalmaya neden olduğu ve lezzeti de etkilemediği kaydedilmiştir (Antoniewski ve ark., 2007).

Domuz filetolarının üç farklı konsantrasyonda jelatin ile kaplandığı bir çalışmada lipit oksidasyonu, protein oksidasyonu ve renk üzerine etkileri değerlendirilmiş, jelatin konsantrasyonunun parametreler üzerinde bir etkisi bulunmazken, kontrol grubuna göre koruyucu etkisinin olduğunu rapor etmişlerdir (Joshua ve ark., 2010).

Benzoik asit içeren jelatin ile kaplanan derisiz tilapia filetolarının buzdolabında raf ömrünün araştırıldığı bir başka çalışmada, mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal analizler gerçekleştirilmiş, depolamanın 7. günü sonunda benzoik asit içeren jelatin ile kaplanmış filetoların TVB-N içerikleri kabul edilebilir bulunurken mikrobiyolojik yükte hafif artış bulunmuş ve duyuşsal olarak kontrol grubuna göre önemli fark göstermediği bildirilmiştir (Ou ve ark, 2002) .

Jiang ve ark, (2010) balık derisinden elde edilen jelatine ilave edilen potasyum sorbat ve sodyum tripolyfosfat’ın karides (*Penaeus vannamei*) etlerinin kalite ve raf ömrüne etkisini araştırmışlardır. Buzda depolanan karideslerin toplam aerobik

bakteri, psikrofilik bakteri, elastikiyet, pH ve renk değerleri ölçülmüş, antimikrobiyal kaplamanın toplam bakteri ve psikrofil bakteri yönünden kontrol grubuna göre daha iyi sonuç verdiği, raf ömrünü 10 gün üzerine çıkardığını belirtmişlerdir. Elastikiyet ve pH değerleri kaplama materyalinden etkilenmezken, tüm örneklerde renk parametresi olan a* değerlerinde lineer bir yükselme olduğunu bildirmişlerdir.

Heu ve ark, (2010) surimi işleme atıklarından ekstrakte edilen jelatin ile kaplanan somon balıklarının soğuk depolama (5 °C) boyunca kalite değişimini belirledikleri çalışmalarında, depolama süresince jelatin ile kaplanmış somonların, kaplanmayan gruba göre nem kaybının daha az bulunduğu ve TVB-N oluşumunun daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Peroksit değeri (POV), yağ asitleri kompozisyonu ve omega-3/omega-6 oranı yönünden jelatin ile kaplanan grubun kaplanmayana göre depolama süresince daha az değişime uğradığını, aynı zamanda duyu renk değişimi dikkate alındığında jelatinin olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Herring ve ark, (2010) %10 ve %20 konsantrasyonlarında domuz jelatini ile kaplanan domuz etlerinin +4 °C’de muhafazası süresince kalite değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, konsantrasyonlar arasında depolama boyunca önemli bir fark bulunmazken, jelatin ile kaplamanın, kontrol grubuna göre TBA, protein karbonil, toplam renk değişimi ve metmiyogloblin değerleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir.

Karanfil esansiyel yağı ilave edilen, balık jelatini ve kitozan kompozit filmlerin *Lactobacillus acidophilus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria innocua* ve *Escherichia coli* bakterileri üzerindeki antimikrobiyal etkilerinin test edildiği araştırmada, karanfil yağı eklenmiş film ile kaplanan dilimlenmiş salmonların 2 °C’de depolamanın 11. gününden sonra, toplam bakteri gelişiminde azalma olduğu saptanmıştır (Gomez-Esteca ve ark, 2009).

Hong ve ark, (2009) greyfurt çekirdek yağı ve yeşil çay ekstraktı içeren yenilebilir *Gelidium corneum*-jelatin karışımı filmin domuz etinde depolama boyunca kalite değişimlerini incelemişlerdir. Gerilme kuvveti ve su tutma kapasitesi kontrol grubuna göre greyfurt çekirdek yağı ve yeşil çay ekstraktı içeren yenilebilir *Gelidium corneum*-jelatin karışım filmlerinde daha iyi bulunmuştur. Domuz eti

örnekleri *E. coli* O157:H7 ve *L. Monocytogenes* bakterileri ile inoküle edilmiş ve film ile kaplanmıştır. Sonuçlar greyfurt çekirdek yağı ve yeşil çay ekstraktı içeren yenilebilir *Gelidium corneum*-jelatin karışım film ile kaplanan domuz etinde depolama boyunca kalitenin korunduğunu göstermektedir.

2.2. Kitosanın Su Ürünleri Muhafazasında Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Gıdaların muhafazası ve raf ömrünün artırılmasında kitosanın alternatif olarak kullanılabilceği çeşitli kaynaklarda yer almıştır. Burada en önemli etki kitosanın antimikrobiyal aktivite göstermesinden ileri gelmektedir. Bu etkinin mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte pozitif yüklü kitosan moleküllerinin negatif yüklü hücre membranına bağlanarak fonksiyonunu bozması; intrasellüler içeriğin dışarı sızmasını teşvik etmesi ve aynı zamanda besin elementlerinin hücreye transportunun inhibe edilmesi; şelat yapıcı bir ajan olarak rol oynayarak iz elementlere bağlanması ve bu suretle mikrobiyal gelişme ile toksin üretiminin inhibe edilmesi; suyu bağlayarak enzimleri inhibe etmesi; DNA ile bağlanması ve mRNA sentezini engelleyerek üremenin durdurulması gibi çeşitli teoriler ileri sürülmüştür (Bostan ve ark., 2007).

Farklı kitosan konsantrasyonlarının (% 0,5; % 1 ve % 2) istiridyeler üzerinde antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tüm kitosan konsantrasyonlarının inhibisyon etkisi gösterdiği, en yüksek etkinin % 2 kitosan solüsyonu ile muamele edilen grup olduğu, bu grubu sırasıyla % 0,5 ve % 1 kitosan içeren grupların takip ettiği ifade edilmiştir (Chhabra, 2004).

Kitosan film ile kaplanan Atlantik bonito (*Sarda sarda*)'nun vakum ve modifiye atmosfer paketlenme ile karşılaştırıldığı çalışmada, kitosan ile kaplanan grubun en düşük pH değerine sahip bulunduğu, TVB-N ve TBARS değerleri arasında fark bulunmadığı ifade edilmiştir. Kitosan film ile kaplamanın güçlü bir antimikrobiyal etkisinin bulunduğu ve raf ömrünü uzattığı rapor edilmiştir (Alak ve ark., 2010).

Souza ve ark. (2010), farklı kitosan konsantrasyonlarının (% 1, % 1,5 ve % 2) somon (*Salmo salar*) filetolarının 0°C'de 18 gün süresince depolanması üzerine

etkisini inceledikleri çalışmalarında, toplam bakteri sayımı, pH, TVB-N, TMA, TBA sayısı ve K değeri parametrelerini incelemişlerdir. Kitosan ile kaplanan balık filetolarının pH ve K değerlerinin depolamanın 6. gününden sonra; TVB-N, TMA ve TBA değerlerinin depolamanın 9. gününden sonra kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde azalma gösterdiği, toplam bakteri sayısının kitosanla kaplanan ürünlerde daha az bulunduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan diğer bir araştırmada, kitosanın Atlantik salmonlarda antioksidan ve antimikrobiyal madde olarak kullanılabilceği belirtilmiştir. Çalışmada kitosan konsantrasyonuna bağlı olarak antioksidan aktivitesinin artış gösterme eğiliminde olduğu ancak et rengi üzerine olumsuz bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Duyusal sonuçlara göre, buzdolabında 7 gün depolanan filetolarda, yüksek molekül ağırlıklı kitosan ile muamele edilen grubun, düşük molekül ağırlıklı kitosan ile muamele edilen grup ve kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar mikrobiyal sonuçlarla desteklenmiş olup kitosan eklenen tüm gruplarda toplam bakteri sayısı düşük bulunmuştur (Hammond, 2004).

Taze olarak vakumlanan ve 4°C’de depolanan ot sazanının (*Ctenopharyngodon idellus*) raf ömrü üzerine, % 1; % 1,5; % 2; % 2,5 ve % 3 konsantrasyonlardaki kitosanın etkisinin araştırıldığı çalışmada, kitosan solüsyonunun bakteri gelişimini yavaşlattığı; TVB-N miktarını azalttığı; duyusal olarak red edilmeyi geciktirdiği ve % 2,0’lik kitosan konsantrasyonunun raf ömrünü uzatmak için en ideal konsantrasyon olduğu bildirilmiştir (Runfeng ve Li, 2011).

Balık eti üzerinde kitosanın koruyucu etkisinin araştırıldığı çalışmada, % 1’lik kitosan ile muamelenin, uçucu bazik nitrojen içeriğindeki artışı geciktirdiği; mezofil, psikrofil, koliform, *Aeromonas* ve *Vibrio* üremesini yavaşlattığı; raf ömrünü 5 günden 9 güne uzattığı tespit edilmiştir (Tsai ve ark., 2002).

Roller ve Covill (2000) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, asetik asit (% 0,16) veya limon suyunda (% 1,2 ve % 2,6) çözdürülen kitosan (3 g/L) ile kaplanan karidesler (9 mg/g) 5°C’de depolanmıştır. Karideslerde toplam bakteri sayısının önemli derecede azaldığı; ancak 25°C’de muhafaza edilen örneklerde ise kitosanın koruyucu bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, kitosanın ancak asetik asit ve soğuk depolama ile kombine edildiğinde koruyucu olarak kullanılabilceği

sonucuna varmışlardır

Kyung ve ark. (2007), somon balıklarında farklı moleküler ağırlıklara sahip (30, 60 ve 90 kDa) kitosanların, antioksidan aktivitelerini belirledikleri araştırmalarında, tüm kitosan örneklerinin antioksidatif faaliyet gösterdiğini bildirmişlerdir. % 0,2, 0,5 ve 1 konsantrasyonlardaki kitosan ile kaplamanın TBARS değerlerini % 75, % 45 ve % 32 oranında azalttığını ifade etmişlerdir.

Shahidi ve ark. (2002), işlenmiş ringa balığına farklı viskozitelerde (14 cP, 57 cP, ve 360 cP) kitosan ilavesinin antioksidan etkisini BHA, BHT ve TBHP gibi sentetik antioksidanlarla mukayese ederek araştırmışlardır. Genelde bütün viskozitelerdeki kitosanların antioksidatif etki gösterdiği TBARS ve hidroperoksit miktarlarının 8 günlük depolamadan sonra kontrol grubuna göre ortalama % 61 ve % 52 oranlarında düşürdüğü belirtilmiştir.

Ahn ve Lee (1992), kitosanla kaplanan hafif tuzlanmış ve kurutulmuş istavritlerin 5°C'de 20 gün depolama boyunca, kontrol grubuna göre daha düşük TVB-N, TMA, TBA ve PO değeri gösterdiğini, tüketici tarafından kitosan kaplı örneklerin kontrol grubuna göre daha yüksek genel kabul puanları aldığını, bu nedenle kitosan kaplamanın hafif tuzlu ve kurutulmuş istavritlerin kalitesini korumak için etkili bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır.

Nicholas (2003), Atlantik salmonlar üzerinde, farklı kitosan konsantrasyonlarının (% 0,5, % 1 ve % 2) ve moleküler ağırlıklarının (yüksek ve düşük molekül ağırlığı) etkisini araştırmıştır. Yüksek moleküler ağırlığa sahip kitosanın eklendiği grupta, en düşük aerobik üremenin olduğu ve bunu sırasıyla düşük molekül ağırlığa sahip kitosan grubunun ve kontrol grubunun takip ettiği bildirilmiştir. Fakat hiç bir grupta depolamanın 10. gününden sonra üremenin olmadığı gözlenmiştir.

Atlantik morinası (*Gadus morhua*) ve ringa balığının 12 günlük buzdolabı şartlarında depolanması sırasında meydana gelen kalite değişimleri üzerine, farklı molekül ağırlığına ve viskoziteye sahip kitosan kaplamanın etkisi incelenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla, kitosan eklenen grupların peroksit değerinde, TVB-N, TMA ve hipoksantin miktarlarında ve toplam bakteri sayımında önemli düzeyde azalmalar meydana gelmiştir ($p<0,05$). Kitosanın yenilebilir film olarak deniz

ürünlerinin depolama süresince kalitenin korunması amacıyla kullanılabilceği yazarlar tarafından rapor edilmiştir (Jeon ve ark., 2002).

Kitosan bazlı film ile kaplamanın, levreklerin +4 C’de depolanmaları üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmada, kimyasal (pH, trimetilamin ve toplam uçucu bazik azot) ve mikrobiyolojik (mezofilik aerobik bakteri ve psikrofil bakteri) analizler gerçekleştirilmiştir. Kitosan bazlı film ile kaplamanın levreklerin raf ömrünü 20 gün uzattığı rapor edilmiştir.

2.3. Jelatin ve Kitosanın Et ve Su Ürünlerinin Muhafazasında Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Lopez-Caballero ve ark, (2004) jelatin ve kitosan karışımından elde ettikleri kaplama materyalinin ve köfte içeriğine ilave edilen kitosanın, morina balığı köftelerinde mikrobiyolojik, biyokimyasal, renk ve reolojik özellikler üzerine koruyucu etkilerini araştırmışlardır. Kitosanın kaplama ya da köfte katkısı olarak kullanımının depolama sonunda renk parametrelerinden parlaklığa etki etmediğini, sarılık değerlerinde artış olduğunu rapor etmişlerdir. Kaplama materyalinin, balık köftelerinin toplam bakteri sayısı ve TVB-N değerine olumlu etki yaparken, köfte içeriğine katılan kitosanın etkisinin bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Jelatin filmin antioksidan aktivitesini geliştirmek amacıyla doğal antioksidan olan çay polifenollü kitozan nanopartikülleri (TPCN) hazırlanmış ve jelatin filme eklenmiştir. TPCN eklenmesinin esnekliği ve oksijen geçirgenliğini önemli ölçüde azalttığı fakat su buharı geçirgenliğini ve filmin şeffaflığını arttırdığı belirtilmiştir. TPCN’li filmlerin peroksit değeri, depolama boyunca kontrol filmlerinden daha düşük bulunmuş, yine TPCN’li filmlerin radikal temizleyici aktivite kontrolü daha yüksek bulunmuş ve radikal temizleme aktivitesinin depolama boyunca artış gösterdiği kaydedilmiştir (Shibao ve ark.,2009).

Kitosan ve karanfil yağı ilave edilerek elde edilen balık jelatini yenilebilir filminin antimikrobiyal aktivitesi; *Lactobacillus acidophilus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria innocua*, and *Escherichia coli* üzerinde araştırılmıştır. Karanfil

yağı eklenen filmlerin antimikrobiyal etkisinin daha yüksek bulunduğu bildirilmiş ve aktif ambalaj olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir (Gomez-Estaca ve ark.,2009).

Karanfil (*Syzygium aromaticum*), rezene (*Foeniculum vulgare*), selvi (*Cupressus sempervirens*), lavanta (*Lavandula angustifolia*), kekik (*Thymus vulgaris*), haç otu (*Verbena officinalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) yağları ilave edilen jelatin-kitosan filminin 18 bakteri üzerine antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Karanfil yağı içeren jelatin-kitosan filminin 2°C’de depolama süresince, toplam bakteri, gram negatif bakteriler, özellikle de enterobakterilerde etkili olduğu rapor edilmiştir. (J.Gómez-Estaca ve ark.,2010).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Çipura (*Sparus aurata* L., 1758)

Araştırmada balık materyali olarak Çipura (*Sparus aurata*, L., 1758) kullanılmıştır. Balıklar İzmir ağ kafes işletmesinden hasat edilmiş, kırık buz içerisinde soğuk zincir korunarak Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi getirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1.Çipura (*Sparus aurata* L.,1758)'nın Genel Görünümü

3.1.2.Balık Jelatini

Kaplama materyali olarak ticari balık jelatini (Sigma-Aldrich, Canada) kullanılmıştır.

3.1.3.Kitosan

Çalışmada düşük molekül ağırlığında (20.000 cps) kitosan (Sigma-Aldrich Chemical, USA) kullanılmıştır.

3.1.4.Ambalaj Materyali

Balıkların paketlenmesinde strafor tabaklar ve kaplama materyali olarak oksijen geçiş oranı $>10.000 \text{ cc/m}^2/24$ saat geçirgenliğe sahip paket kullanılmıştır.

3.2.METOT

3.2.1.Balıkların Hazırlanması

Aralık (2011) ayında İzmir ağ kafes işletmesinden hasat edilerek soğuk zincir altında Adana'ya getirilen balıklar, buz içerisinde strafor kutuda laboratuara getirilmiştir (Şekil 3.2.). Balıkların boy ve ağırlık ölçümleri sırasıyla $26,5\pm 0,78$ cm ve $334,248\pm 0,32$ olarak ölçülmüştür. Hızlı bir şekilde iç organları, solungaç ve yüzgeçleri ayrılmış, soğuk ortamda yıkanmış ve filetoları çıkarılmıştır. Filetolar ortalama 8,5-9,0 cm boyutlarında parçalara bölünmüştür.



Şekil 3.2. Çalışmada Kullanılan Balıklardan Genel Görünüm

3.2.2.Kaplama Solüsyonlarının Hazırlanması

Çalışmada, kontrol grubu olarak balık örnekleri saf su ile muamele edilmiş, diğer gruplar için %15 jelatin, %15 jelatin+%0,5 kitosan ve %15 jelatin+%1 kitosan olacak şekilde çözeltiler ayrı ayrı hazırlanmıştır. %15' lik jelatin çözeltisi için, 150 g jelatin 1000 ml' ye tamamlanmıştır. %15'lik jelatin solüsyonlarına %1 asetik asit' te çözdürülen %0,5 ve %1 kitosan ilave edilerek diğer kaplama solüsyonları hazırlanmıştır.

3.2.3.Kaplama Solüsyonlarının Balıklara Uygulanması ve Paketleme

Hazırlanan jelatin ve jelatin-kitosan çözeltileri spreyleme yöntemi ile balıklara uygulanmış ve tüm yüzeyin kaplanması sağlanmıştır. Spreyleme uygulanan her grup, soğuk hava üfleme dolapta 1 saat süre ile bekletilerek, kaplama solüsyonunun yüzeyde kuruması sağlanmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Jelatin ile Kaplanan Balıkların Kurutma İşlemi

Balık etleri her bir strafor tabakta yaklaşık 100 g balık olacak şekilde yerleştirilmiştir. Tamamen kaplanan balıklar paketlenildikten sonra her grup iki tekerrürlü olarak buzdolabı koşullarında analizleri yapılmak üzere depolanmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Depolanmış, Paketlenmiş Balıklardan Genel Görünüm

3.2.3.1. Kimyasal Analizler

3.2.3.1.1. Temel Besin Bileşenleri Analizleri

3.2.3.1.(1).(a). Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Kuru madde ve ham kül analizleri AOAC (1990) yöntemine göre yapılmıştır. Örnekler iyice homojenize edilmiş ve etüvde kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan porselen krozelere, 3-3,5g tartılarak konmuştur. Porselen krozeler etüve yerleştirilmiş ve 103°C’de yaklaşık 4 saat süreyle sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra örnekler desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına geldikten sonra 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Ham kül tayini için örnekler yakma fırınına yerleştirilmiş ve 550°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılmış ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Analiz sonucunda örneklerin kuru madde ve ham kül oranları % olarak aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (a),(b).

$$Kuru madde (\%) = \frac{(Dara + Kuru madde) - Dara}{(Dara + \text{Örnek miktarı}) - Dara} \times 100 \quad (a)$$

$$Ham kül (\%) = \frac{(Dara + Ham kül) - Dara}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (b)$$

3.2.3.1.(1).(b).Ham Protein Analizi

Protein analizi AOAC (1990) yöntemine göre yapılmıştır. Yaklaşık 0,5 g homojenize edilmiş örnek 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmıştır. Bu tüplerin üzerine 1'er adet katalizör tableti, 6 ml H₂SO₄ ve 1 ml H₂O₂ eklenmiştir. Yakma ünitesinde 420 °C'de örnekler yeşil-sarı saydam bir renk alınca kadar yakılmış ve oda sıcaklığında soğumaya alınmıştır. Tüplerin üzerine 20 ml saf su, 40 ml % 40'lık NaOH ve 20 ml % 4'lük borik asit ilave edilmiştir. Diğer taraftan bir erlen içersine 3 damla metil kırmızısı eklenmiş ve distilasyona geçilmiştir. Erenden 100 ml sıvı toplanıncaya kadar distilasyona devam edilmiş ve elde edilen distilat 0,1 N HCl ile titre edilmiştir.

Örneklerdeki ham protein oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır(c).

$$Ham Protein Oranı(\%) = \frac{0,1 \times 14 \times 6,25 \times 100 \times (\text{Örneğin sarf.} - \text{kör sarf.} / \text{ö.m.})}{1000} \quad (c)$$

3.2.3.1.(1).(c). Lipit Analizi

Lipit analizi için Bligh ve Dyer (1959)'in yöntemi kullanılmıştır. Homojenizasyondan sonra, 10 g örnek 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Daha sonra bu örnekler üzerine 1:2 oranında metanol-kloroform karışımından 120 ml eklenmiş ve ultratorax yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenize edilen bu örneklerin üzerine %0,4'lük CaCl₂ solüsyonundan 20 ml eklenerek bir süzme kağıdından süzülen örnekler, 105°C'de 2 saat kurutma dolabında önceden bekletilip darası alınmış olan balon jojelere aktarılmıştır. Balon jojelerin ağzı parafilm ile kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol+su tabakası, bir ayırma hunisi yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Balon joje içinde kalan solüsyondaki kloroform+lipit kısmından kloroform, 60°C'de su banyosu yardımıyla bir rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra, balon jojeler etüvde 1 saat süre ile 90°C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmıştır. Son olarak bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmış ve ortalama lipit oranları % olarak bulunmuştur (d).

$$\text{Lipit (\%)} = \frac{[(\text{Balon joje darası} + \text{Lipit}) - (\text{Balon joje darası})] \times 100}{\text{Örnek miktarı}} \quad (d)$$

3.2.3.1.(2).Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi

Antonocoppoulus (1973)'un yöntemine göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten alınan 10 g örnek hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmıştır. Örneğin üzerine yaklaşık 1 g MgO ve 100 ml saf su ilave edilmiştir. Bu işlem esnasında 250 ml'lik erlenler içerisine 100 ml saf su ile birlikte 10 ml %3'lük borik asit ve 7 damla metil kırmızısı eklenmiştir. Tüpler distilasyon cihazına yerleştirilerek erlen içinde 200 ml distilat elde edilinceye kadar distilasyona devam edilmiş ve elde edilen distilat 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Örneklerin toplam uçucu bazik azot miktarları aşağıdaki formülde verildiği şekilde hesaplanmıştır (d).

$$TVB-N (mg/100g) = \frac{HCl sarfiyatı (ml) \times 1,4 \times 100}{\text{Örnek miktarı}} \quad (d)$$

3.2.3.1.(3).Tiyobarbitürik Asit (TBA)Analizi

Tarladgis ve ark. (1960)'nın uyguladığı spektrofotometrik yöntemle göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş olan örnekten alınan 10 g örnek hassas terazide tartılıp Kjeldahl tüplerine aktarılmış ve üzerine 97,5 ml saf su ve 2,5 ml 1:2'lik HCl eklenmiştir. Daha sonra 200 ml distilat toplanıncaya kadar distile edilmiştir. Elde edilen distilattan 5 ml alınarak kapaklı cam tüplerin içine konmuş ve üzerine 5 ml TBA reaktifi eklendikten sonra kapak kapatılarak vorteks aletinde karıştırılmıştır. Kör deneme için ise başka bir tüpün içine 5 ml TBA reaktifi ve 5 ml destile su konarak kapağı kapatılmış ve vorteks aletinde karıştırılmıştır. Elde edilen tüpler 100°C olan suyun içerisinde 35 dakika kaynatılmış ve daha sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. 538 nanometre dalga boyunda UV spektrofotometrede okunmuştur. Okunan değerler 7,8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.1.(4).Peroksit Analizi

Peroksit analizinde AOCS (1990)'nin yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen yağın üzerine 30 ml asetik asit/kloroform (3/2) çözeltisi eklenmiş ve bir süre karıştırılmıştır. Daha sonra üzerine 0,5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ve 30 ml saf su eklenerek 1 dakika karıştırılmıştır. Son olarak nişasta çözeltisi eklenerek 0.01 N'lik sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Harcanan sodyum tiyosülfat miktarına bağlı olarak peroksit sayısı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (e).

$$\text{Peroksit sayısı} = \frac{(\text{Örneğin sarfiyatı} - \text{Kör denemenin sarfiyatı}) \times N \times 1000}{\text{Örnek miktarı}} \quad (e)$$

N = Na₂S₂O₃'ün normalitesi

Peroksit Sayısı = 1 kg lipitte milliequivalent peroksit (meq/kg örnek)

3.2.3.1.(5).Serbest Yağ Asitleri Analizi

Serbest yağ asitleri analizi IAFMM (1987) yöntemine göre yapılmıştır. Daha önce elde edilen yağın üzerine 75 ml sıcak nötralize alkol ve 2 ml fenolfitalin indikatör çözeltisi ilave edilmiştir. Örnek iyice karıştırıldıktan sonra 0,25 N'lik NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarına göre serbest yağ asitleri % oleik asit olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (f).

$$\text{Serbest yağ asitleri} = \frac{\text{Harcanan NaOH (ml)} \times 0,25 \times 28,2}{\text{Örnek miktarı}} \quad (f)$$

3.2.3.2.Fiziksel Analizler

3.2.3.2.(1). pH Ölçümü

Örneklerin pH değerlerinin ölçümleri Lima Dos Santos ve ark. (1981)'nin yöntemine göre yapılmıştır. pH ölçümleri için örneklere 1:10 oranında saf su eklendikten sonra ultratoraksta homojenize edilmiş ve dijital bir pH metre ile ölçülmüştür.

Renk ölçümlerinde, Calder (2003)'in belirttiği yönteme göre Hunter Lab Scan (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) cihazı kullanılarak L*, a*, b* değerleri kaydedilmiştir. Renk ölçümleri çipura filetolarının 3 farklı yüzeyinde gerçekleştirilmiş olup depolama süresince aynı balıkların (her grup için 5 adet) renk

ölçüm değerleri kaydedilmiştir. Analize başlamadan önce cihaz beyaz plaka ve siyah plaka ile kalibre edilmiştir.

'L*' değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); '+a*' değeri kırmızı; '-a*' değeri yeşil; '+b*' değeri sarı ve '-b*' değeri mavi renkleri temsil etmektedir.

3.2.6.3. Mikrobiyolojik Analizler

Depolama boyunca örneklerdeki toplam mezofil aerobik bakteri sayısındaki değişimlere bakılmıştır. Ön hazırlık olarak kullanılacak malzemeler sterilize edilmiş, steril petri kutularına steril besi yerleri en az 2 mm olacak şekilde dökülmüş, donması beklenerek analize hazır hale getirilmiştir. Besi yeri olarak, genel besi yeri olan Plate Count Agar (Merck 1.05463) kullanılmıştır. Analiz için derisiz 10' ar g balık örneği steril stomacher (Bagmixer, France) poşetlerine tartılmış ve üzerine 90 ml steril pepton sıvısı (Merck, Darmstadt, Germany) dökülmüştür. Örnekler stomacher'da 120 sn süre ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneklerden 0,1 ml besi yerine damlatılmış ve drigalski spatülü ile homojen şekilde tüm yüzeye yayılmıştır. Ekimi tamamlanan örnekler 35-37 °C 'de 24 saat inkübasyona bırakılmış, 24 saat sonunda koloni sayımları yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

3.2.6.4. Duyusal Analizler

Depolama süresince yapılan duyusal değerlendirme, pişirilmiş balıkta yapılmıştır. Bunun için 5 kişilik panelist grubu oluşturulmuş ve depolama süresince tüm değerlendirmelerde aynı panelist grup yer almıştır.

Pişirilmiş balıkların duyusal değerlendirmesi için, balıklar küçük cam kaplara konarak mikrodalga fırında 600W 'da 1 dakika süreyle pişirilmiş ve panelist grup tarafından, örneklerdeki görünüş, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 3.1.'deki 1 ile 9 skalası baz alınarak değerlendirilmiştir. Burada '1'skalası 'tüketilemezlik' sınırını göstermektedir (Paulus ve ark.,1979).

Çizelge 3.1. Pişirilmiş Balık İçin Duyusal Analizde Kullanılan Değerlendirme Skalası

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Görünüş | | | | | | | | |
| Koku | | | | | | | | |
| Lezzet | | | | | | | | |
| Doku yapısı | | | | | | | | |
| G. Kabul | | | | | | | | |
| Edilebilirlik | | | | | | | | |

7-9=Çok iyi; 4-6,9=İyi; 1-3,9=Bozulmuş

3.2.4.İstatistiksel Analizler

Jelatin ve jelatin-kitosan yenilebilir kaplamanın çipuranın buzdolabında 12 günlük muhafazası süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla 3 günde bir yapılan analiz sonuçları, SPSS 15 paket programı kullanılarak iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre önemli düzeyde farklı çıkan uygulamalar için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir (Özdamar,2002).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Taze Çipura'ya Ait Araştırma Bulguları

4.1.1. Temel Besin Madde Bileşenleri

Mevcut çalışmada kullanılan taze çipuranın temel besin madde bileşenleri Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Taze Çipuranın Temel Besin Madde Bileşenleri(%)

| Besin Maddeleri | Oran (%) |
|-----------------|------------|
| Ham Protein | 20,1±2,38 |
| Lipid | 8,24±4,76 |
| Su | 68,84±2,02 |
| Ham Kül | 1,86±0,32 |

± Standart sapmayı göstermektedir.

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi taze çipuranın ham protein oranı %20,1; lipid oranı %8,24; su oranı %68,84 ve ham kül oranı da %1,86 bulunmuştur. Wassef ve Shehata (1991), farklı boyda, farklı cinsiyette ve farklı aylarda yakalanan kültür çipurasında yaptıkları çalışmalarında protein miktarını %17,6-22,5, yağ miktarını %1,6-4,9, su miktarını %71,2-78,8 ve kül miktarını da %1,1-1,6 olarak bulmuşlardır. Protein ve lipid içeriği arttıkça balık boyutunun da arttığını, ayrıca dişi bireylerde lipid içeriğinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut çalışmadaki protein ve kül miktarı bu çalışmaya benzer bulunmuştur. Farklılıkların ise balıkların boy, cinsiyet ve avlanma mevsiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan farklı bir çalışmada doğadan avlanan ve ağ kafeslerde yetiştirilen çipura balıklarının kimyasal kompozisyonlarının yıl boyunca değiştiğini, ham protein, kül ve nem içeriğinin aynı değerler çerçevesinde olduğunu belirtmişlerdir (Çaklı, 1996).

4.1.2. Kimyasal ve Fiziksel Kalite Kontrol Parametreleri

Taze çipuranın kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalite analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Taze Çipuranın Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalite Kontrol Parametreleri

| Parametreler | Sonuçlar |
|--|------------|
| TVB-N (mg/100g) | 11,71±0,48 |
| TBA (mg MDA/kg) | 0,16±0,00 |
| Peroksit (meq O₂/kg) | 3,01±0,80 |
| SYA (% oleik asit) | 0,82±0,48 |
| Ph | 6,41±0,00 |
| L* | 44,72±1,50 |
| a* | 8,03±0,70 |
| b* | -1,51±1,25 |
| Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (log kob/) | 1,65±0,07 |

± Standart sapmayı göstermektedir.

Balıklar laboratuara ilk getirildiklerinde Çizelge 4.2’de gösterilen analizler yapılmıştır. Taze çipuranın TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) değeri 11,71mg/100g olarak bulunmuştur. Genel olarak yapılan TVB-N değerlendirmesinde, 25 mg/100g’a kadar TVB-N içeren örnekler "çok iyi", 30 mg/100g’a kadar "iyi", 35mg/100g’a kadar "pazarlanabilir" ve 35mg/100g’dan daha fazla olan örnekleri ise "bozulmuş" balık olarak nitelendirilmektedir (Varlık ve ark, 1993). Bu sınıflandırmaya göre gelen taze örnekler, TVB-N değeri bakımından ‘çok iyi’ olarak değerlendirilmiştir. Mevcut çalışmada, taze çipuranın TBA (Tiyobarbitürik asit) değeri, 0,16 mg MDA/kg; peroksit değeri 3,01 meq O₂/kg; serbest yağ asitleri miktarı ise %0,82 oleik asit olarak tespit edilmiştir. Tazelik kriteri açısından çipura filetoları ‘çok iyi’ olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan fiziksel analiz sonuçlarında pH değeri 6,41 olarak ölçülmüştür. Renk ölçüm sonuçlarında ise L*,a*,b* değerleri sırasıyla 44,72, 8,03, -1,51 olarak bulunmuştur. Taze çipuranın etindeki mikrobiyal flora $1,65 \pm 0,07$ log kob/g olarak tespit edilmiştir.

4.3. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Meydana Gelen Değişimler

4.3.1. Kimyasal Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler

4.3.1.1. TVB-N (Toplam Uçucu Bazık Azot) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Buzdolabında 12 günlük depolama süresince çipuranın TVB-N (mg/100g) değerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

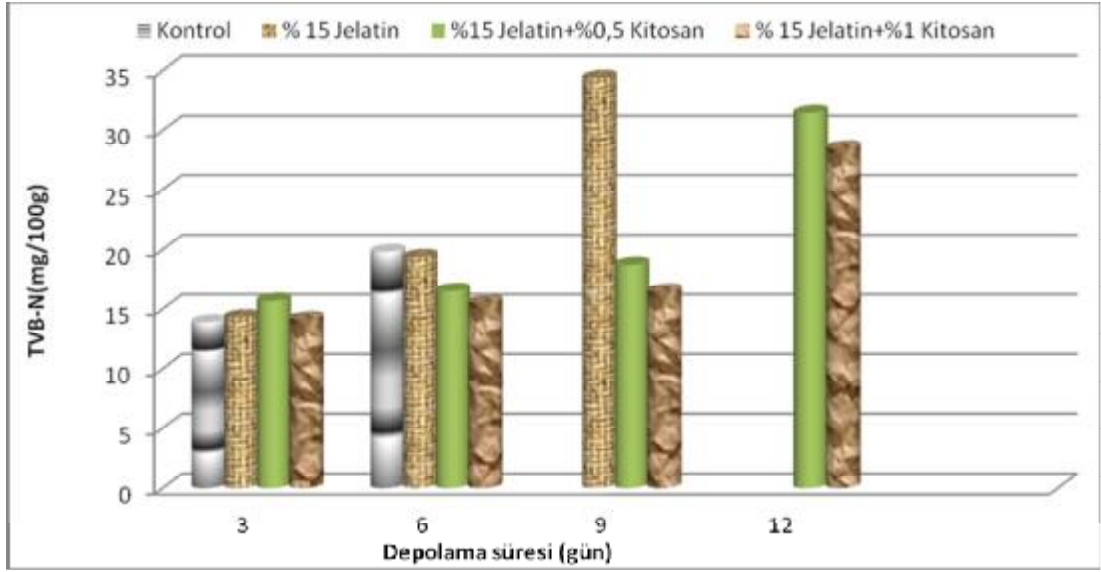
Çizelge 4.3. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TVB-N (mg/100g) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 15 Jelatin+ %0,5 Kitosan | % 15 Jelatin+ %1 Kitosan |
|--------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 3 | 13,85±0,70 ^{a,1} | 14,29±0,02 ^{a,12} | 15,67±0,39 ^{a,2} | 14,13±0,74 ^{a,12} |
| 6 | 19,79±2,38 ^{a,2} | 19,36±1,51 ^{b,12} | 16,50±0,35 ^{ab,12} | 15,50±0,37 ^{ab,1} |
| 9 | | 34,38±1,93 ^{c,1} | 18,71±0,28 ^{b,1} | 16,45±0,45 ^{b,1} |
| 12 | | | 31,46±1,65 ^{c,1} | 28,48±0,89 ^{c,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$) belirtmektedir.

Balıklardaki TVB-N miktarı, bakteriyel bozulma ve endojen enzimlerin aktivitesi ile bağlantılı olduğundan dolayı, TVB-N analizi balığın tazeliğinin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesidir (Lang, 1979; Vareltsis ve ark., 1997). Taze balıkta TVB-N miktarı düşük iken depolama süresince balığın

bozulmasına bağlı olarak artış göstermektedir. Genel olarak, 25 mg/100g'a kadar TVB-N içeren örnekler 'çok iyi', 30 mg/100g'a kadar 'iyi', 35 mg/100g'a kadar 'pazarlanabilir' ve 35 mg/100g'dan fazla olanlar ise 'bozulmuş' olarak nitelendirilmektedirler (Varlık ve ark., 1993). 12 günlük depolama periyodu boyunca TVB-N değişimleri değerlendirildiğinde depolama süresince TVB-N değerlerinde bozulmaya bağlı olarak önemli artışlar meydana geldiği gözlenmektedir. Depolamanın 3. günü kontrol grubu 13,85 mg/100g' dan 19,79 mg/100g değerine ulaşmıştır. %0,5 ve % 1 kitosan çözeltisi eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplarda ise TVB-N değerleri sırasıyla depolamanın 3. günü 15,67 mg/100g ve 14,13 mg/100g' dan depolamanın 9. günü 18,71 mg/100g ve 16,45 mg/100g değerlerine yükselmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında kitosan eklenen grupların TVB-N değerleri üzerindeki koruyucu etki açıkça görünmektedir. Depolamanın 9. günü %0,5 ve %1 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örnekler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmazken, %15 jelatin ile kaplanmış gruplar ve kitosan eklenen gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Varlık ve ark.'nın değerlendirme sistemine göre %15 jelatin ile kaplanan gruplar depolamanın 9. günü 34,38 mg/100g değerine ulaşarak tazelik özelliklerini yitirmişlerdir. %0,5 ve %1 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örnekler ise depolamanın 12. günü sırasıyla 31,46 mg/100g, 28,48 mg/100g değerlerine ulaşarak 'iyi' olarak değerlendirilmişlerdir. 12 günlük depolama periyodu boyunca TVB-N değerlerindeki değişimler incelendiğinde jelatin ve kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan grupların koruyucu etkileri açıkça görünmektedir. Jelatin ve kitosanın balık depolamada ayrı olarak koruyucu etkilerinin araştırıldığı çalışmalar yapılmıştır ancak kitosan ve jelatinin bir arada kullanımı ile ilgili fazla çalışma mevcut değildir.



Şekil.4.1.Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TVB-N(mg/100g) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Yapılan çalışmaya benzer olarak, dondurulmuş morina etlerinden yapılan balık köftelerine kaplama materyali olarak uygulanan kitosan ve jelatin solüsyonlarının koruyucu etkilerinin araştırıldığı çalışmada Caballero ve ark (2004), TVB-N değerini taze balık etinde 12,19 mg/100g olarak bulmuşlardır. Depolamanın 3. günü TVB-N değerinin en yüksek kontrol gruplarında olduğunu, kontrol grubunun aksine koruyucu etkisi bulunan kitosan ve jelatin karışımı ile kaplanan gruplarda ise bozulmanın çok daha yavaş ilerlediği bildirilmiştir. Farklı tip kitosan kaplama materyallerinin kullanıldığı çalışmada ise Jeon ve ark (2002), 12 günlük depolama periyodu sonunda morina balığı fileolarındaki TVB-N oluşumunun %33-50 arasında azaldığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde %2 kitosan çözeltisi ile kaplanan sazan fileolarının dondurularak depolandığı çalışmada başlangıç TVB-N değeri örneklerde 7,3 mg/100g olarak bulunmuş, tüm örneklerde TVB-N değeri depolama ile birlikte artış göstermiştir. 30 günlük depolama sonunda kitosan ile muamele edilen gruplarda TVB-N değerinin 18,8 mg/100g ile 30,2 mg/100g TVB-N değerine ulaşan kontrol gruplarına göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (Fan ve ark, 2009).

4.3.1.2. TBA (Tiyobarbitürik Asit) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Çipuranın buzdolabında depolanması süresince TBA (mg MDA/kg) değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.4' de verilmiştir.

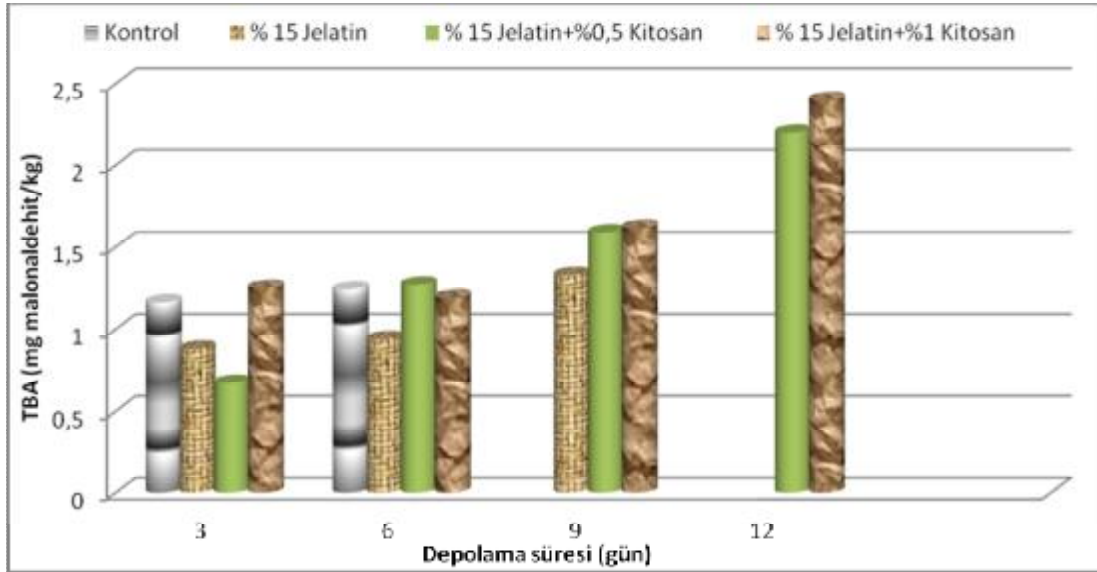
Çizelge 4.4. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TBA (mg MDA/kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3 | 1,16±0,06 ^{a,3} | 0,88±0,04 ^{a,2} | 0,67±0,00 ^{a,1} | 1,25±0,12 ^{a,3} |
| 6 | 1,24±0,25 ^{a,1} | 0,94±0,21 ^{ab,1} | 1,27±0,04 ^{b,1} | 1,19±0,04 ^{a,1} |
| 9 | | 1,33±0,04 ^{b,1} | 1,59±0,04 ^{c,2} | 1,62±0,01 ^{b,2} |
| 12 | | | 2,20±0,15 ^{d,1} | 2,40±0,07 ^{c,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları (p<0,05) göstermektedir.

TBA değeri, balıklarda lipid oksidasyonunun derecesini belirlemede oldukça yaygın olarak kullanılan bir indikatördür (Sallam, 2007; Çaklı ve ark, 2008; Turhan ve ark, 2009). Lipid oksidasyonu ürünün bozulmasına neden olan değişimlerden biridir. Okside olan ürünlerde acımsı tat ve sarı kahverengi bir renk oluşmaktadır. Balığın türü, bulundurduğu yağ miktarı, mevsim ve benzer faktörlerin TBA miktarının değişiminde etkili olduğu bildirilmektedir (Ruiz ve ark, 2001). Connell (1990), TBA değerinin taze balık eti için kabul edilebilir limit seviyesinin genellikle 1-2 mg MDA/kg olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada TBA değerleri tüm gruplarda depolama süresi ve bozulma ile paralel olarak artış göstermiştir. Depolamanın 3. günü kontrol grubu 1,16 mgMDA/kg iken, depolamanın 6. günü 1,24 mgMDA/kg 'a ulaşmıştır. %1 kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplar ise depolamanın 3. günü 1,25 mgMDA/kg iken depolamanın son günü olan 12. günde 2,40 mgMDA/kg'a ulaşarak tazelik özelliklerini yitirmişlerdir. Depolamanın 6. günü gruplar arasında önemli farklar bulunmazken depolamanın 9. günü %15 jelatin ile kaplanmış gruplar ve kitosan eklenmiş gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (p<0,05). Balıkların depolanması süresince TBA değerindeki

artış, depolama sıcaklığının düşürülmesiyle, değişik antioksidanların eklenmesiyle ve farklı ambalajlama şekilleriyle önlenmektedir (Soyer, 1995). Antioksidan özelliği bilinen kitosan ve jelatinin de çalışmanın TBA sonuçlarına göre depolama boyunca lipid oksidasyonunu önlediği gözlenmektedir.



Şekil 4.2. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince TBA (mg MDA/kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Kitosan jelatin karışımının balık köftelerine uygulandığı benzer bir çalışmada ise TBA değerinin depolamanın 7. gününden sonra artış göstermeye başladığı bildirilmiştir (Caballero ve ark, 2005). Souza ve ark, 2010, kitosan ile kaplamanın salmon filetolarının raf ömrüne olan etkisini araştırmışlar ve TBA' nın lipid oksidasyonunu belirlemede kullanılan yaygın yöntemlerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Mohan ve ark. (2012) %1 ve %2 kitosan ile muamele edilen sardalyanın buzdolabında depolamada, depolamanın 9. ve 11. gününde TBA' nın 2 mg MDA/kg' a ulaştığını, kontrol grubunun ise 7. günde limit değere ulaştığını bildirmişlerdir.

4.3.1.3. Peroksit Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Çipuranın buzdolabında depolanması süresince peroksit (meq O₂/kg) değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5’ da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Peroksit (meq O₂/kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

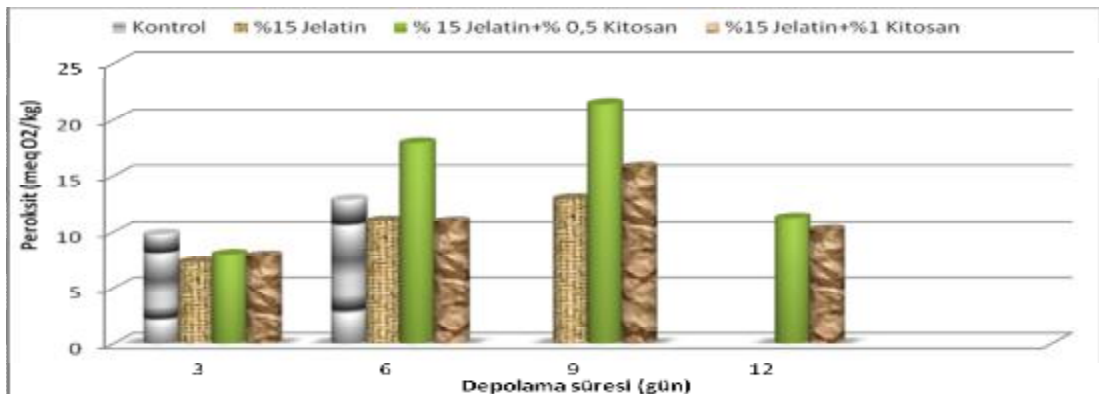
| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 3 | 9,76±3,16 ^{a,1} | 7,25±2,53 ^{a,1} | 7,94±1,23 ^{a,1} | 7,81±0,98 ^{a,1} |
| 6 | 12,83±4,57 ^{a,1} | 10,98±1,25 ^{ab,1} | 13,93±4,33 ^{b,1} | 10,92±1,20 ^{a,1} |
| 9 | | 12,92±0,66 ^{b,1} | 14,92±2,88 ^{b,1} | 15,73±5,89 ^{a,1} |
| 12 | | | 11,25±1,56 ^{ab,1} | 10,17±1,42 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları (p<0,05); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları (p<0,05) belirtmektedir.

Çalışmanın peroksit sonuçlarına bakıldığında, depolamanın ilk 3 günü gruplar arası istatistiksel olarak önemli fark bulunmazken (p<0,05), 9,76 meq O₂/kg peroksit değeri ile en yüksek değer kontrol grubunda bulunmuştur. Taze balık örneklerinde 3,01 meq O₂/kg olan peroksit değeri depolama ile birlikte bozulmaya bağlı olarak tüm gruplarda artış göstermiştir. 12 günlük depolama boyunca peroksit değerlerinde dalgalanmaların olduğu gözlenmiştir. %0,5 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örneklerde peroksit değerleri 9. güne kadar sürekli bir artış gösterip 14,92 meq O₂/kg değerine ulaşmış, ardından depolamanın 12. günü düşüş göstererek 11,25 meq O₂/kg olarak bulunmuştur. %1 kitosan eklenen jelatin ile kaplanmış gruplarda ise peroksit değeri depolamanın 3. günü 7,81 meq O₂/kg olarak bulunmuş, depolamanın 9. günü 15,73 meq O₂/kg değerine yükselmiş ve depolamanın son günü 10,17 meq O₂/kg ‘a düşmüştür. Depolamanın son aşamalarında peroksit değerlerinde meydana gelen düşüşün, ikincil oksidasyon ürünlerinden olan hidroperoksitlerin yıkımlanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Lipid oksidasyonunu geciktirmek amacıyla doğal ve ticari antioksidanların kullanımı ile ilgili yapılan birçok çalışma mevcuttur.

Kitosanın yenilebilir film olarak su ürünleri depolaması üzerinde koruyucu etkilerinin araştırıldığı çalışmada, fileto edilmiş morina ve ringa balık etleri farklı molekül ağırlığına sahip kitosan çözeltileri ile kaplanmış ve 4°C’ de depolanmıştır. Çalışmanın, balıklarda birincil lipid oksidasyon ürünü olan peroksit sonuçları incelendiğinde, kaplama uygulanmayan ringa balıklarında peroksit değerinin depolamanın 10. gününe kadar sürekli artış gösterdiği gözlenmektedir. Depolamanın 12. günü ise kaplanan örneklerin peroksit değerleri, kontrol gruplarına göre yaklaşık %48-63 daha düşük bulunmuştur. Bu esnada kitosan ile kaplanmış tüm örneklerin peroksit değerleri depolamanın 8. gününe kadar 10 meq O₂/kg’ ı geçmezken kontrol gruplarında bu değer depolamanın 4. günü aşmıştır (Jeon ve ark, 2002). Çeşitli taze et örneklerinde jelatin kaplamanın raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı farklı bir çalışmada ise yazarlar, jelatinin tek başına buzdolabı şartlarında depolanan et örneklerinin hiç birinde lipid oksidasyonu için etkili bir bariyer olarak kullanılamayacağını bildirmişlerdir (Antoniewski ve ark, 2007).

Balıklardaki peroksit değeri, lipitlerde bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit, oksijenin milimol yada miliekiivilan miktarı olarak ifade edilmektedir (Erkan, 2002). Peroksit değeri 4 meq O₂/kg’ dan az ise ‘çok iyi’; 5-10 meq O₂/kg ‘iyi’; 10-20 meq O₂/kg ‘tüketilebilir’; ve 20 meq O₂/kg’ dan daha yüksek ise balık ‘bozuk’ olarak sınıflandırılmaktadır (Schormuller, 1968; Olgunoğlu, 2007). Bu değerlendirmeye göre 12 günlük depolama süresince çalışmanın peroksit değerleri tüketilebilirlik sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.3. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Peroksit (meq O₂/kg) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Mevcut çalışma ve yapılan benzer çalışma sonuçlarına bakıldığında peroksit değerinin balık türüne göre farklılık gösterdiği ve kullanılan antioksidan maddenin depolama süresince yağların oksitlenmesi üzerinde koruyucu etkilerinin olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.1.4. Serbest Yağ Asitleri Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Buzdolabında 12 günlük depolama süresince çipuranın serbest yağ asitleri (% oleik asit) değerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.6'de verilmiştir.

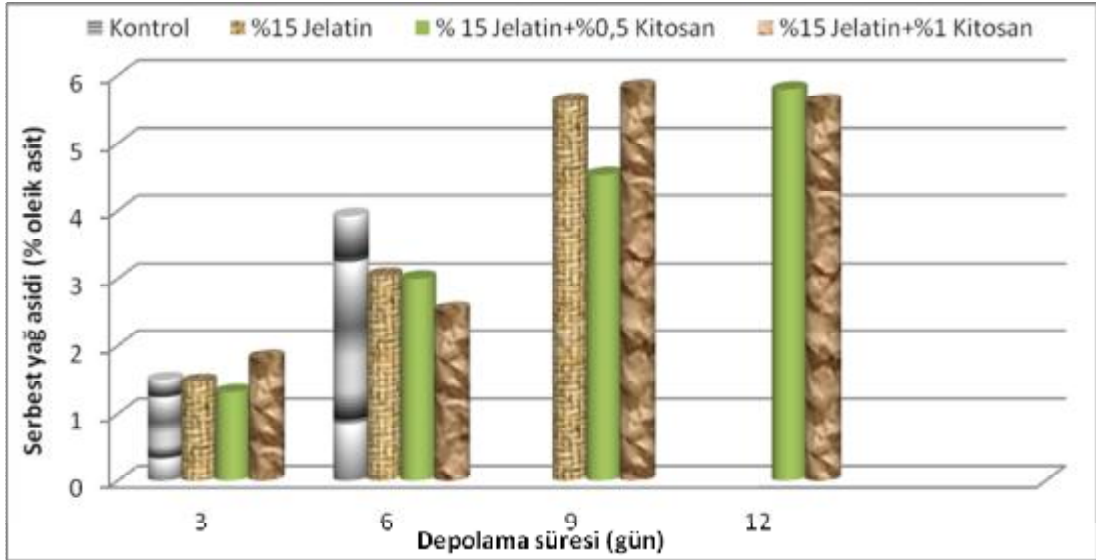
Çizelge 4.6. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Serbest Yağ Asitleri (% Oleik asit) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 15 Jelatin+% 0,5 Kitosan | % 15 Jelatin+%1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 3 | 1,50±0,21 ^{a,1} | 1,47±0,07 ^{a,1} | 1,32±0,29 ^{a,1} | 1,82±0,28 ^{a,1} |
| 6 | 3,92±0,13 ^{a,3} | 3,04±0,13 ^{b,2} | 3,00±0,22 ^{b,2} | 2,53±0,11 ^{b,1} |
| 9 | | 5,61±0,33 ^{c,2} | 4,53±0,16 ^{c,1} | 5,82±0,28 ^{c,2} |
| 12 | | | 5,79±0,15 ^{d,1} | 5,60±0,15 ^{c,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Çipura balığına uygulanan jelatin ve kitosanın soğukta depolanması süresince kalite üzerinde gösterdiği etkinin, 12 günlük çalışma boyunca genel olarak tüm gruplarda serbest yağ asitleri miktarı istatistikî olarak önemli düzeyde artış göstermiştir. 3. gün serbest yağ asiti değerleri kontrol grubunda % 1,50, % 15 jelatin ile kaplanan grupta %1,47, %0,5 kitosan ve % 1 kitosan eklenen jelatinle kaplanan örneklerde ise sırasıyla 1,32 ve 1,82 olarak bulunmuştur. Depolamanın 9. günü %15 jelatin ile kaplanan örnekler %5,61 serbest yağ asiti derecesine ulaşırken, %0,5

kitosan ve %1 kitosan uygulanan gruplar depolamanın 12. günü sırasıyla %5,79 ve %5,60 bulunmuştur.



Şekil 4.4. Çipuranın Buzdolabında Depolaması Süresince Serbest Yağ Asitleri (% Oleik asit) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Lipitlerin hidrolizi ile gerçekleşen, hidrolitik acılaşıma olarak ifade edilen serbest yağ asitleri miktarı, taze çipura örneğinde %0,82 oleik asit iken depolama süresine bağlı olarak tüm gruplarda artış göstermiştir ($p<0,05$). Depolamanın 3. günü serbest yağ asiti değerleri kontrol grubunda %1,50, %15 jelatin ile kaplanan grupta %1,47, %0,5 kitosan ve %1 kitosan eklenen jelatinle kaplanan örneklerde ise sırasıyla 1,32 ve 1,82 olarak bulunmuştur. Depolamanın 9. günü %15 jelatin ile kaplanan örnekler %5,61 serbest yağ asiti derecesine ulaşırken, %0,5 kitosan ve %1 kitosan uygulanan gruplar depolamanın 12. günü sırasıyla %5,79 ve %5,60 bulunmuştur.

Sonuç olarak, mevcut çalışmanın analiz sonuçları değerlendirildiğinde kitosan eklenen jelatin ile kaplanan grupların serbest yağ asit değerlerinin depolama boyunca daha düşük bulunduğu ve kitosanın, balık lipitleri hidrolizini yavaşlatıcı ve koruyucu etkiye sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Mohan ve ark.(2012) %1 ve %2 kitosan ile kaplanan sardalyaların soğukta depolanmaları esnasında kontrol grubunun duyuşal olarak red edildiği 6. günde serbest yağ asitleri miktarını

%3,92 olarak bulduklarını, %1 ve %2 kitosan ile muamele edilen grupların ise depolamanın 11. Gününde %4,98 ve %4,61 bulduklarını ifade etmişlerdir.

4.3.2. Fiziksel Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler

4.3.2.1. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Çipura filetolarının pH değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

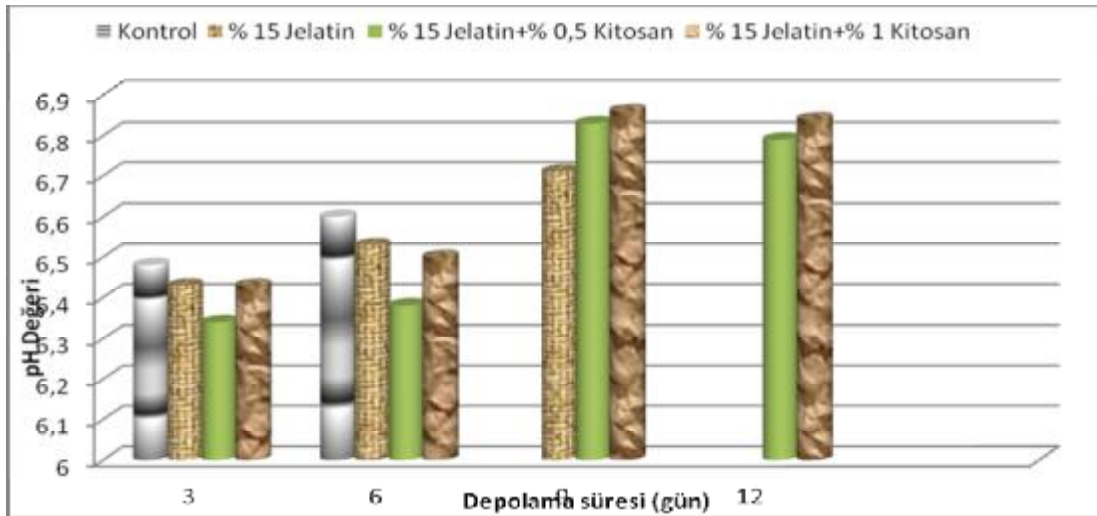
Çizelge 4.7. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | %15 Jelatin | %15 Jelatin+ %0,5 Kitosan | %15 Jelatin+%1 Kitosan |
|--------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 3 | 6,48±0,07 ^{a,2} | 6,43±0,00 ^{a,12} | 6,34±0,04 ^{a,1} | 6,43±0,00 ^{a,12} |
| 6 | 6,60±0,00 ^{a,4} | 6,53±0,00 ^{b,3} | 6,38±0,01 ^{a,1} | 6,50±0,00 ^{a,2} |
| 9 | | 6,71±0,03 ^{c,1} | 6,83±0,02 ^{b,2} | 6,86±0,04 ^{b,2} |
| 12 | | | 6,79±0,00 ^{b,1} | 6,84±0,04 ^{b,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir

12 günlük depolama süresince tüm grupların pH değerlerinde genel bir artış gözlenmiştir. Depolamanın 3. günü 6,34 değeri ile en düşük %0,5 kitosan eklenmiş jelatin gruplarında bulunmuştur. %15 jelatin ile kaplanan ve %1 kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmazken ($p>0,05$), kontrol grubu istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 6. günü ise tüm gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. 6,38 ile en düşük pH değeri %0,5 kitosan eklenen jelatin grubunda bulunurken, %1 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örneklerde pH 6,50, %15 jelatin ile kaplanan gruplarda 6,53 bulunurken, en yüksek pH değeri 6,60 ile kontrol

gruplarında bulunmuştur. Depolamanın 9. ve 12. günlerine bakıldığında ise kitosan eklenen jelatin gruplarında arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p>0,05$), kontrol grubu istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Balığın post-mortem glikoliz aşamasında, glikojenin laktik aside dönüşmesi nedeniyle pH değeri başlangıçta düşük seviyelerdedir (Şengör ve ark, 2000). Depolamanın ileriki aşamalarında, enzimlerin ve bakterilerin etkisiyle oksido-redüksiyon dengesi bozulmakta; serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklik meydana gelmekte; bunlar da pH değerinin yükselmesine sebep olmaktadır. Taze balığın pH değeri 6,0-6,5; tüketilebilirlik değeri ise 6,8-7,0 arasında değişmektedir (Varlık ve ark, 1993; Turhan ve ark, 2001). Bu değerlendirmeye göre depolamanın 9. gününden itibaren tüm gruplar tazelik niteliklerini kaybetmişler ancak tüketilebilirlik sınırını aşmamışlardır. Çalışma sonuçlarına bakıldığında kitosan eklenen jelatin ile kaplanmış gruplar ve %15 jelatin ile kaplanan gruplardaki pH değişiminin kontrol gruplarına göre çok daha yavaş ilerlediği açıkça görülmektedir.



Şekil 4.5. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Somon filetolarının 0°C’de depolanması süresince kitosan kaplamanın raf ömrüne olan etkisinin araştırıldığı çalışmada pH değerlerinde 6. güne kadar gruplar arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir. 6. günden sonra örneklerde pH değeri 6,58 ile en yüksek kontrol gruplarında bulunmuş, kitosan ile kaplanan gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu ($p<0,05$) bildirilmiştir (Souza ve ark, 2010). Estaca

ve ark(2010), esansiyel yağ içeren kitosan ve jelatin yenilebilir filmin balık muhafazasında kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada yenilebilir filmlerin antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlar ve kimyasal analizlerle desteklemişlerdir. Çalışmanın pH sonuçlarına bakıldığında 0. gün pH değerini kontrol gruplarında 6,7 bulmuşlar, depolamanın ilk gününden itibaren pH değerinin sürekli artış göstererek 7,3-7,4 değerlerine ulaştığını ve depolamanın sonuna kadar bu değerlerde izlediği bildirilmiştir. Aksine film uygulanan örneklerde pH değerinin 7'nin altına düştüğü ve bu değerlerde seyrettiği bildirilmiştir. pH değerindeki bu düşüşün nedenini filme katılan kitosanın asetik asit içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.2.2. Renk Ölçüm Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.2.2.(1). L^* Değerindeki Değişimler

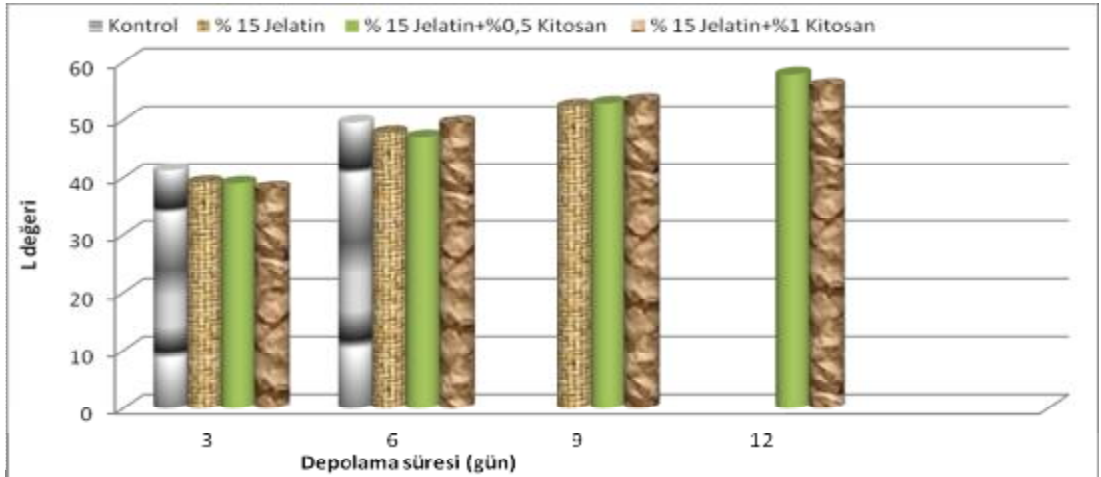
Çipura filetolarının L değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince L^* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 15 Jelatin +% 0,5 Kitosan | % 15 Jelatin+%1 Kitosan |
|--------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 3 | 41,22±4,66 ^{a,1} | 39,08±2,59 ^{a,1} | 38,95±1,96 ^{a,1} | 38,09±4,15 ^{a,1} |
| 6 | 49,53±4,05 ^{a,1} | 47,77±2,90 ^{b1} | 47,03±1,90 ^{b,1} | 49,43±5,36 ^{b,1} |
| 9 | | 52,35±3,79 ^{c,1} | 52,84±5,31 ^{c,1} | 53,29±4,24 ^{bc,1} |
| 12 | | | 57,86±2,07 ^{d,1} | 55,94±2,48 ^{c,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir

Balıklarda fiziksel kalite parametrelerinden biri de renk parlaklığıdır ve depolama süresi ile birlikte bu değer tüm gruplarda artış göstermiştir. 12 günlük depolama süresince gruplar arası L^* değeri açısından önemli farklılıklar bulunmazken ($p < 0,05$), gruplar günler bazında değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemli farklar ($p < 0,05$) tespit edilmiştir. Depolamanın 3. günü 41,22 olan L^* değeri depolamanın 6. günü 49,53 değerine yükselmiştir. %0,5 ve %1 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örneklerde depolamanın 3. günü sırasıyla 38,95 ve 38,09 olan L^* değeri, depolamanın son günü olan 12. günde sırasıyla 57,86 ve 55,94'e yükselmiştir. %15 jelatin ile kaplanan ve kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplarda L^* değerindeki artışın kontrol gruplarına göre daha düşük olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.6. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince L^* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.2.2.(2). a^* Değerindeki Değişimler

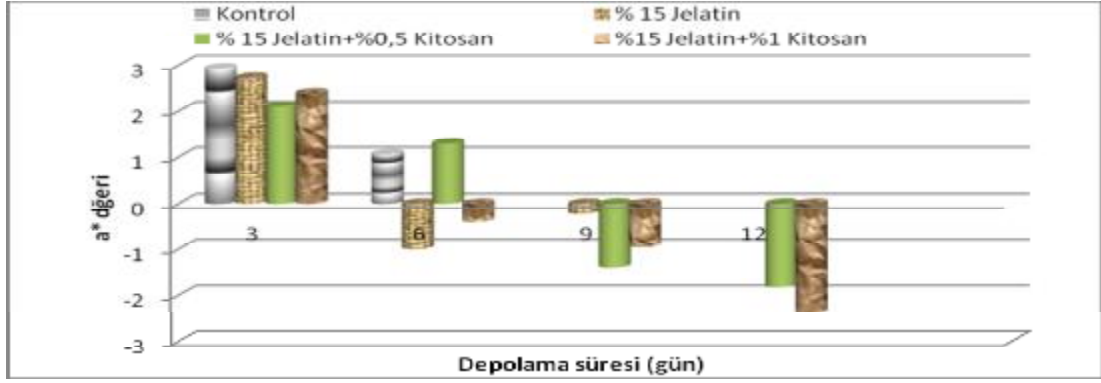
Çipura fileolarının a^* değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Çiğdem Buzdolabında Depolanması Süresince a^* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 3 | 2,93±2,07 ^{a,1} | 2,72±1,86 ^{b,1} | 2,11±2,53 ^{b,1} | 2,39±2,41 ^{b,1} |
| 6 | 1,06±1,89 ^{a,1} | -1,00±2,31 ^{a,1} | 1,29±1,41 ^{b,1} | -0,40±1,94 ^{ab,1} |
| 9 | | -0,22±2,04 ^{a,1} | -1,39±1,24 ^{a,1} | -0,95±3,18 ^{a,1} |
| 12 | | | -1,82±0,88 ^{a,1} | -2,39±1,47 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Çalışmanın tüm grupları için a^* değerleri incelendiğinde 12 günlük depolama boyunca istatistiksel olarak farkın bulunmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Balık filetolarında renk ölçüm sonuçlarına göre tespit edilen $+a^*$ değeri etin kırmızı rengini, $-a^*$ değeri ise yeşil rengini temsil etmektedir. Soğukta depolama süresince a^* değerindeki yükselme, renkte ilerleme olduğunu ve kabul edilebilirliğin azaldığını göstermektedir (Schubring ve Meyer, 2006). Bu ilerlemeye göre tüm gruplarda depolama süresi ve bozulmaya bağlı olarak (-) değerlere doğru bir ilerleme olmuştur. Depolamanın 3. günü kontrol grubunda 2,93 olan a^* değeri 6. gün 1,06 değerini almıştır. %15 jelatin ile kaplanan örneklerde depolamanın 3. günü 2,72 olan a^* değeri depolamanın 9. günü -0,22 değerini almıştır. Kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örneklerin a^* değerleri incelendiğinde; %0,5 ve %1 kitosan eklenen gruplarda ise depolamanın 3. günü a^* değeri sırasıyla 2,11 ve 2,39 olarak bulunmuş, bozulmaya bağlı olarak depolamanın son günü -1,82 ve -2,39 değerlerini almışlardır.



Şekil 4.7. Çiğeranın Buzdolabında Depolanması Süresince a^* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.2.2.(3). b^* Değerindeki Değişimler

Çiğer filetolarının b^* değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

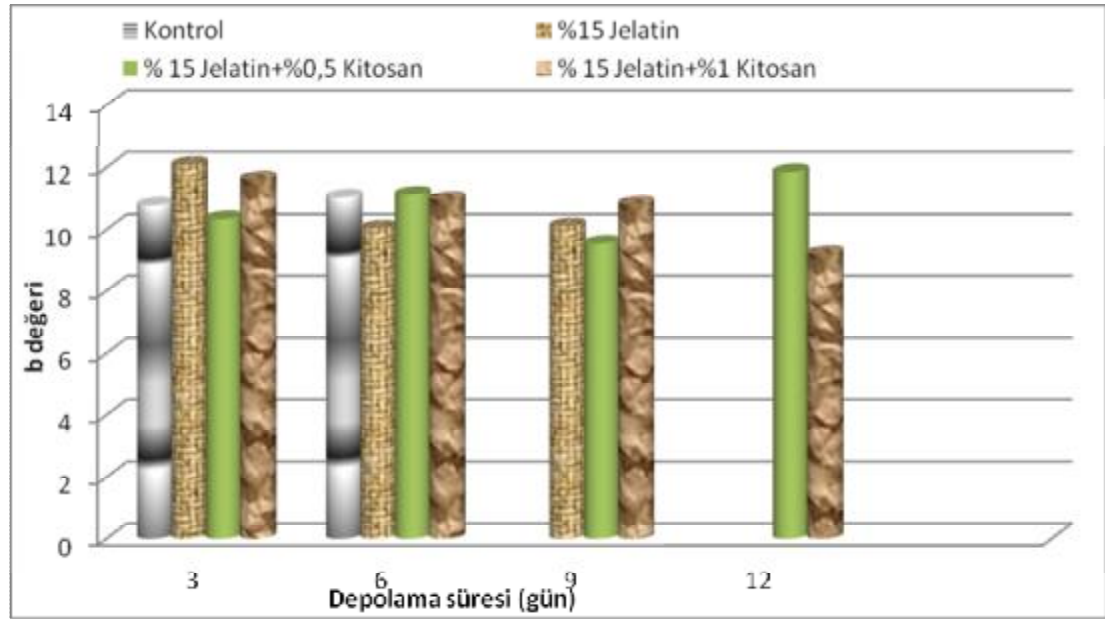
Çizelge 4.10. Çiğeranın Buzdolabında Depolanması Süresince b^* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 3 | 10,78±1,37 ^{a,1} | 12,08±2,56 ^{a,1} | 10,34±2,56 ^{a,1} | 11,62±2,63 ^{a,1} |
| 6 | 11,04±2,19 ^{a,1} | 10,04±1,88 ^{a,1} | 11,13±2,22 ^{a,1} | 10,97±2,41 ^{a,1} |
| 9 | | 10,11±2,83 ^{a,1} | 9,54±2,60 ^{a,1} | 10,82±2,93 ^{a,1} |
| 12 | | | 11,85±4,35 ^{a,1} | 9,20±2,49 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Balık filetolarında renk ölçüm sonuçlarına göre tespit edilen b^* değeri kahverengi rengi temsil etmektedir. Çalışmanın b^* değerleri incelendiğinde gruplar arasında diğer renk parametrelerinde olduğu gibi istatistiksel farklılığın olmadığı ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Kontrol grubu b^* değeri depolamanın 3. günü 10,78 iken depolamanın 6. günü 11,04 olarak bulunmuştur. % 15 jelatin ile kaplanan örneklerde ise b^* değeri depolamanın 3. günü 12,08 iken depolamanın 9. günü 10,11 olarak bulunmuştur. %0,5 ve %1 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan örneklerin b^* değerleri

incelendiğinde genel bir düşüşün olduğu gözlenmektedir. Kontrol grubuna göre kaplama uygulamasının b^* değerleri üzerinde koruyucu etkilerinin bulunduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 4.8. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince b^* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Mevcut çalışmaya benzer olarak, balık köftelerinin jelatin-kitosan karışımı ile kaplandığı ve köftelere içerik olarak kitosanın katıldığı çalışmada renk parametrelerinden parlaklık başlangıçta tüm gruplarda farklı bulunmuş, en yüksek değer ise köfte karışımına içerik olarak eklenen kitosan örneklerinde olduğu bildirilmiştir. Kaplanmış örneklerin parlaklık değeri açısından kontrol grubu ile katkı maddesi olarak kullanılan kitosan eklenmiş gruplar arasında bir değer aldığını bunun aksine depolama süresine bağlı olarak başlangıçta düşük olan parlaklık değerinin depolama sonunda yüksek değerler aldığını bildirmişlerdir. Balık köftelerinin morina etinden yapılmasının yanı sıra jelatin-kitosan karışımı kaplama solüsyonunun da sarı renk verebileceğini bildirmişler ve sarı renk (b^*) ölçümlerini değerlendirmişlerdir. Sarı renk değerlerini başlangıçta benzer bulmuşlar, bulunan farklılığın önemsiz olduğunu ve sarı rengin daha çok katkı maddesi olarak kullanılan kitosan eklenmiş köfte örneklerinde olduğunu bildirmişlerdir (Caballero ve ark, 2005). Antoniewski ve

ark (2007), taze et raf ömrü üzerine jelatin kaplamanın etkisini inceledikleri çalışmalarında, toplam renk değişiminin depolama süresince tüm et örneklerinde artış gösterdiğini bildirmişler, jelatini ile kaplanan örneklerde meydana gelen toplam renk değişiminin ise kontrol grubuna göre daha az olduğunu bildirmişlerdir. Salmon filetolarının da arasında bulunduğu et örneklerinde depolama süresine bağlı olarak parlaklık göstergesi olan L^* değerinde önemli artış olduğunu, kırmızılık göstergesi olan a^* değerinin ise düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışma sonuçları ve benzer çalışmalar renk parametreleri açısından değerlendirildiğinde jelatin ve kitosanın L^* , a^* , b^* değerleri üzerinde koruyucu etkilerinin bulunduğu açıkça görülmektedir.

4.3.3. Duyusal Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler

Piştirilmiş çipuranın duyusal değerlendirilmesinde, görünüş, koku, lezzet, doku sertliği ve genel beğeni parametreleri dikkate alınmış ve ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.3.3.1. Görünüş

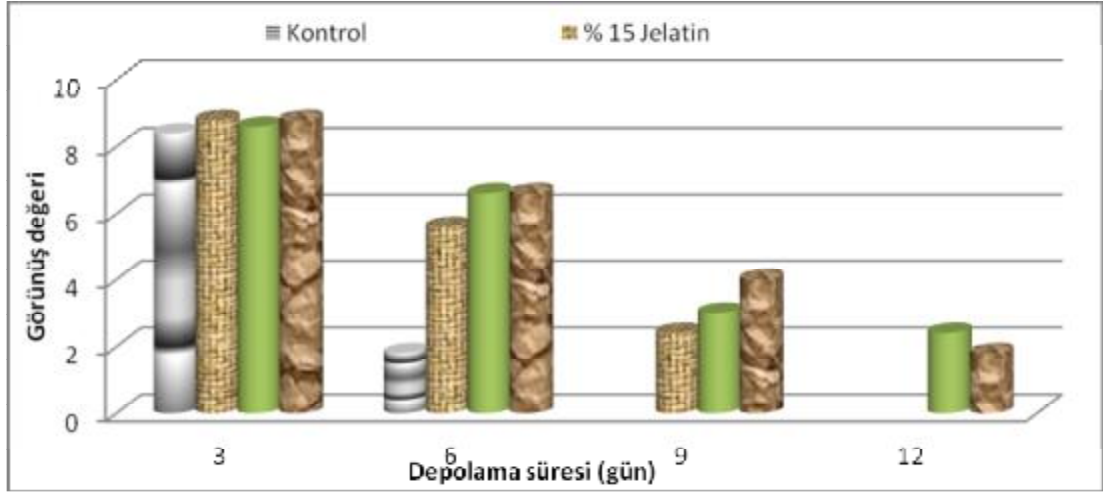
Duyusal değerlendirmesi yapılan çipura filetolarının görünüşüne ait panelistler tarafından verilen puanlar istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Görünüş Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | %15Jelatin+ %0,5 Kitosan | %15 Jelatin+%1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 3 | 8,40±0,89 ^{b,1} | 8,80±0,44 ^{c,1} | 8,60±0,54 ^{c,1} | 8,80±0,44 ^{d,1} |
| 6 | 1,80±0,44 ^{a,1} | 5,60±0,89 ^{b,2} | 6,60±0,54 ^{b,3} | 6,60±0,54 ^{c,3} |
| 9 | - | 2,40±0,54 ^{a,1} | 3,00±0,00 ^{a,2} | 4,00±0,00 ^{b,3} |
| 12 | - | - | 2,40±0,54 ^{a,1} | 1,80±0,44 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

12 günlük depolama süresince çipura filetolarında meydana gelen değişimler incelendiğinde depolama süresi ile paralel olarak istatistiksel açıdan önemli değişimler gözlenmiş, depolamanın 3. günü gruplar arasında önemli farklılık tespit edilmemiştir. Depolamanın 3. günü kontrol grubunda 8,40 olan görünüş değeri depolamanın 6. günü 1,80 değerini alarak tazeliğini yitirmiştir. Depolamanın 6. günü kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel açıdan fark bulunmazken ($p>0,05$), %15 jelatin ile kaplanan örnekler ve kontrol grupları farklı bulunmuştur.



Şekil 4.9. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Görünüş Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Piştirilmiş çipura gruplarının değerlendirilmesinde, 1-9 skalası kullanılmış olup bu skalada; 7-9 "çok iyi", 4-6 "iyi", 1-3 ise "bozulmuş" olarak değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeye göre panelistler tarafından verilen puanlar değerlendirildiğinde, kontrol grubu depolamanın 6. günü, %15 jelatin ile kaplanmış örnekler depolamanın 9. günü, %1 ve %0,5 kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan örnekler ise depolamanın 12. günü tazelik özelliklerini kaybetmişlerdir.

4.3.3.2. Koku

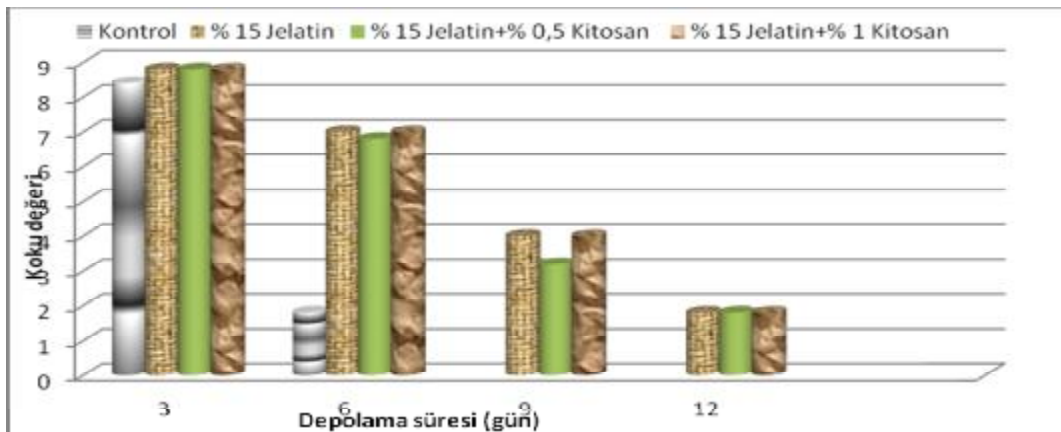
Duyusal değerlendirmesi yapılan çipura filetoalarının koku parametresine ait panelistler tarafından verilen puanlar istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Koku Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 15 Jelatin+% 0,5 Kitosan | % 15 Jelatin+%1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 3 | 8,40±0,54 ^{b,1} | 8,80±0,44 ^{c,1} | 8,80±0,44 ^{d,1} | 8,80±0,44 ^{d,1} |
| 6 | 1,80±0,44 ^{a,1} | 5,40±0,54 ^{b,2} | 6,80±0,83 ^{c,3} | 7,00±0,00 ^{c,3} |
| 9 | - | 1,80±0,83 ^{a,1} | 3,20±0,44 ^{b,2} | 4,00±0,70 ^{b,2} |
| 12 | - | - | 1,80±0,83 ^{a,1} | 1,80±0,44 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Koku parametresi için panelistlerin depolanan örnekler üzerine verdiği puanlar değerlendirildiğinde, depolamanın 3. günü tüm örneklerin tazelik niteliklerini koruduğu ve istatistiksel açıdan önemli farklılıkların olmadığı ($p>0,05$) gözlenmektedir. Depolamanın 6. günü kontrol grubu 1,80 puan almış ve bozuk olarak değerlendirilmiştir. Depolama süresince kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplar ve %15 jelatin ile kaplanan örnekler arasında önemli farklılıkların olduğu, %15 jelatin ile kaplanan grupların 9. gün, kitosan eklenen jelatin ile kaplanmış grupların ise 12. gün tazelik niteliklerini kaybettiği gözlenmektedir.



Şekil 4.10. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Koku Değerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.3.3. Lezzet

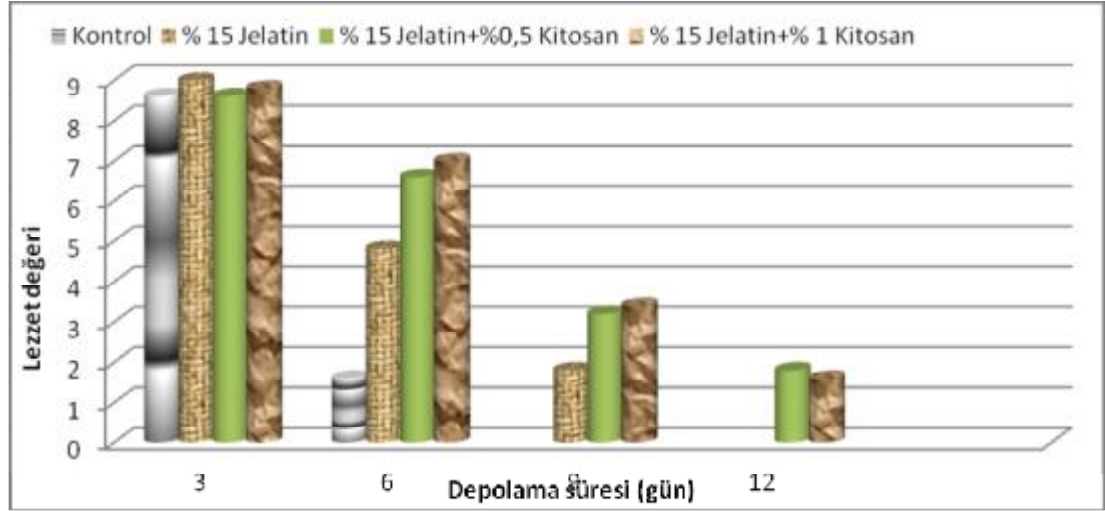
Çipura balıkları için verilen lezzet değerlendirme puanları istatistiksel olarak incelenmiş, Çizelge 4.13. 'de sunulmuştur.

Çizelge 4.13. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Lezzet Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | %0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3 | 8,60±0,54 ^{b,1} | 9,00±0,00 ^{c,1} | 8,60±0,54 ^{d,1} | 8,80±0,44 ^{d,1} |
| 6 | 1,60±0,54 ^{a,1} | 4,80±0,83 ^{b,2} | 6,60±0,54 ^{c,3} | 7,00±0,00 ^{c,3} |
| 9 | - | 1,80±0,83 ^{a,1} | 3,20±0,44 ^{b,2} | 3,40±0,54 ^{b,2} |
| 12 | - | - | 1,80±0,83 ^{a,1} | 1,60±0,54 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Tüm gruplar depolamanın ilk 3 günü lezzet parametresi bakımından 'çok iyi' olarak değerlendirilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak bozulma ile birlikte tüm gruplarda günler arası istatistiksel farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). %1 ve %0,5 kitosan eklenen jelatin ile kaplanan gruplar arasında depolama süresince önemli farklar bulunmamıştır ($p>0,05$). %15 jelatin ile kaplanan örneklerde depolamanın 3. günü 9,00 olan lezzet değeri depolamanın 6. günü panelistler tarafından 4,80 puan almış ve depolamanın 9. günü 1,80 puan alarak 'kabul edilemez' olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubu depolamanın 6. günü 1,80 lezzet puanı ile reddedilirken, %0,5 ve %1 kitosan eklenen gruplar ise sırasıyla 1,80 ve 1,60 değerlerini alarak depolamanın 12. günü panelistler tarafından reddedilmişlerdir.



Şekil 4.11. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Lezzet Değerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.3.4. Doku Sertliği

Çipura gruplarının buzdolabında depolanmasının 12 günlük sürecinde doku sertliği değerlerini belirlemek amacıyla verilen puanlara ait analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

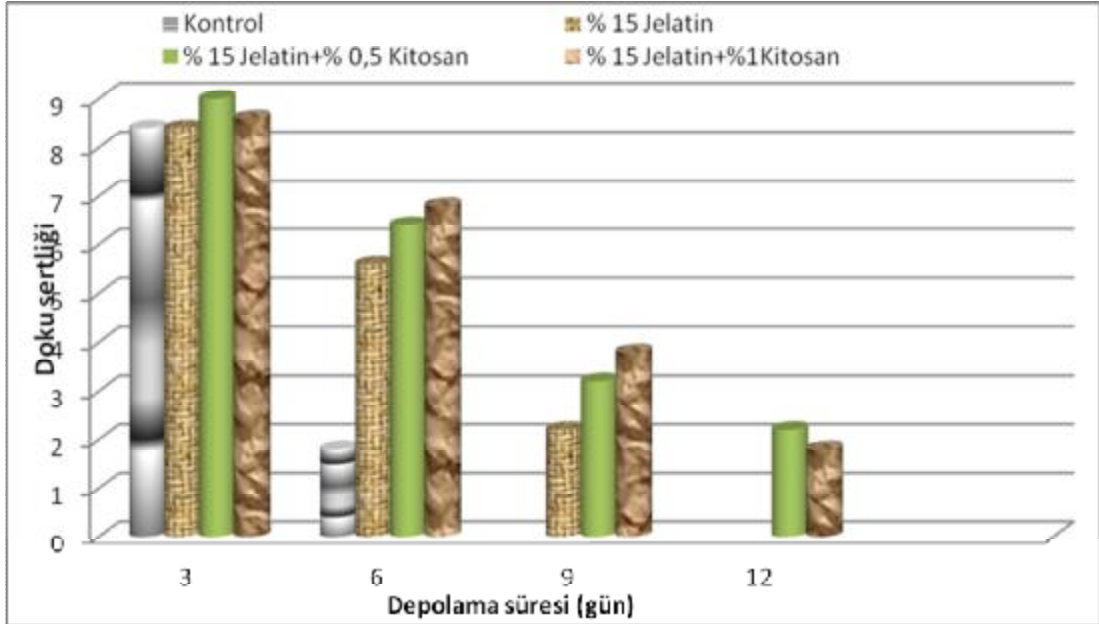
Çizelge 4.14. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Doku Sertliği Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 15 Jelatin+%0,5 Kitosan | % 15 Jelatin+%1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 3 | 8,40±0,89 ^{b,1} | 8,40±0,54 ^{c,1} | 9,00±0,00 ^{d,1} | 8,60±0,44 ^{d,1} |
| 6 | 1,80±0,44 ^{a,1} | 5,60±0,54 ^{b,2} | 6,40±0,54 ^{c, 23} | 6,80±0,83 ^{c, 3} |
| 9 | - | 2,20±0,44 ^{a,1} | 3,20±0,44 ^{b,2} | 3,80±0,44 ^{b,2} |
| 12 | - | - | 2,20±0,44 ^{a,1} | 1,80±0,44 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$) belirtmektedir.

Panelistler tarafından çipuraların doku yapısına verilen puanlar değerlendirildiğinde, depolamanın ilk 3 günü önemli değişim olmadığı

gözlenmektedir. Depolamanın 6. günü kontrol grubu panelistlerden 1,80 puan olarak ‘bozuk’ olarak değerlendirilmiştir. 12 günlük depolama süresince günler arası örneklerde istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunurken, depolama süresince %0,5 ve %1 kitosan eklenmiş gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. %15 jelatin ile kaplanan balık örneklerine depolamanın 3. günü verilen puan 8,40 iken depolamanın 9. günü panelistlerden 2,20 puan olarak ‘bozuk’ olarak değerlendirilmiştir. Depolamanın 12. günü ise %1 ve %0,5 oranında kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan grupların doku sertliğine verilen puanlar sırasıyla 1,80 ve 2,20 bulunmuştur.



Şekil 4.12. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Doku Yapısı Değerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.3.5. Genel Kabul Edilebilirlik

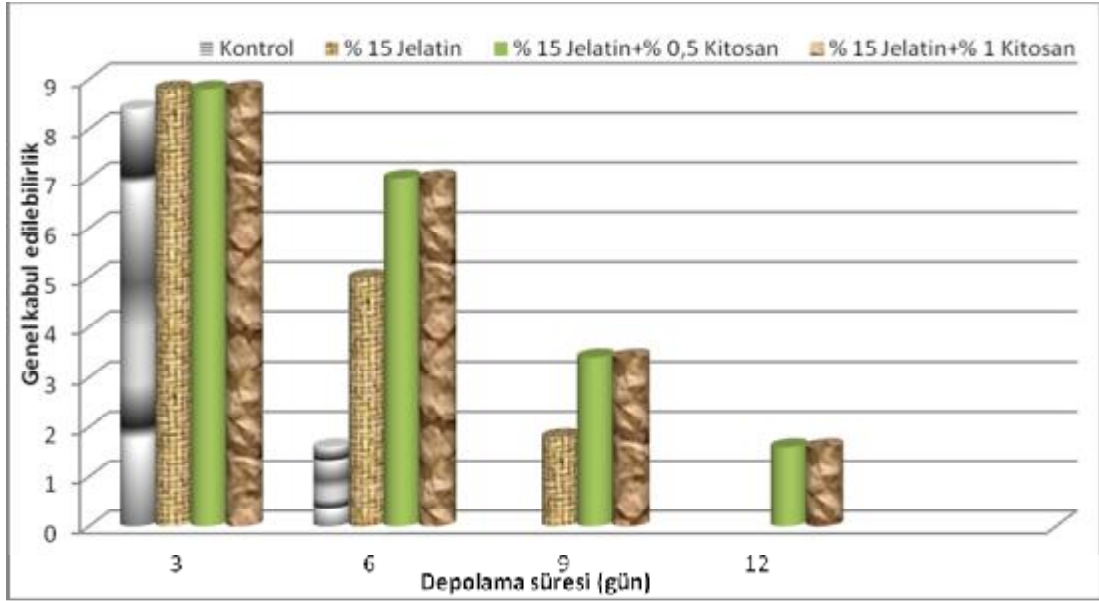
Duyusal değerlendirmesi yapılan çipura filetolarının genel kabulüne ait panelistler tarafından verilen puanlar istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.15.’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Genel Kabul Edilebilirlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3 | 8,40±0,89 ^{b,1} | 8,80±0,44 ^{c,1} | 8,60±0,54 ^{d,1} | 8,80±0,44 ^{d,1} |
| 6 | 1,60±0,54 ^{a,1} | 5,00±1,00 ^{b,2} | 6,60±0,54 ^{c,3} | 7,00±0,00 ^{c,3} |
| 9 | - | 1,80±0,83 ^{a,1} | 3,20±0,44 ^{b,2} | 3,40±0,54 ^{b,2} |
| 12 | - | - | 1,80±0,83 ^{a,1} | 1,60±0,54 ^{a,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Genel kabul edilebilirlik parametresi için panelistlerin depolanan örnekler verdiği puanlar değerlendirildiğinde, depolamanın 3. günü tüm örneklerin tazelik niteliklerini koruduğu ve istatistiksel açıdan önemli farklılıkların olmadığı ($p>0,05$) gözlenmektedir. Depolama süresince genel kabul edilebilirlik değerleri diğer duyusal parametreler ile paralellik göstererek depolama süresi ve bozulmaya bağlı olarak artış göstermiştir. Kontrol grubu depolamanın 6. günü panelistlerden 1,60 puan olarak duyusal olarak reddedilirken, %15 jelatin ile kaplanmış örnekler ise daha yavaş bir düşüş göstererek depolamanın 9. günü reddedilmişlerdir. Kitosan ile kaplama süresince tüm diğer duyusal parametrelerde olduğu gibi koruyucu özellik göstermiş, böylece kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplar 12 günlük depolama süresine ulaşmışlardır. Depolama süresince %0,5 ve %1 oranında kullanılan kitosan grupları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.13. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Genel Kabul Edilebilirlik Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Kitosan ve jelatinin antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin araştırıldığı benzer çalışmalar mevcuttur. Taze ot sazanı filetoalarının buzdolabında depolanması esnasında kitosan uygulamasının etkilerinin araştırıldığı farklı bir çalışmada, kontrol gruplarının ilk 5 gün, kitosan uygulanmış balık örneklerinin ise depolamanın ilk 10 günü tazelik özelliklerini koruduğu bildirilmiştir. %1, %1,5, %2,5, %3 kitosan solüsyonunu uygulanan örneklerin depolamanın 15. günü kabul edilebilirlik sınırına ulaştığı, %2 kitosan uygulanan grupların ise depolamanın 20. gününden sonra kabul edilemez olarak değerlendirildiğini bildirmişlerdir. Ot sazanı için kitosan kullanımında en uygun değer %2 olduğu rapor edilmiştir (Zhao, 2011).

Mevcut çalışmada tüm duyuşal değerlendirmeler sonucunda da farklı konsantrasyonlarda kitosan eklenen jelatin ile kaplama uygulamasının kontrol grubuna göre daha başarılı sonuçlar verdiği ve panelistler tarafından beğeni ile karşılandığı açıkça görölmektedir.

4.3.4. Mikrobiyolojik Değişimler

Çipuranın buzdolabında depolanması süresince toplam aerobik mezofil bakteri (log kob/g) değerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.16’da verilmiştir.

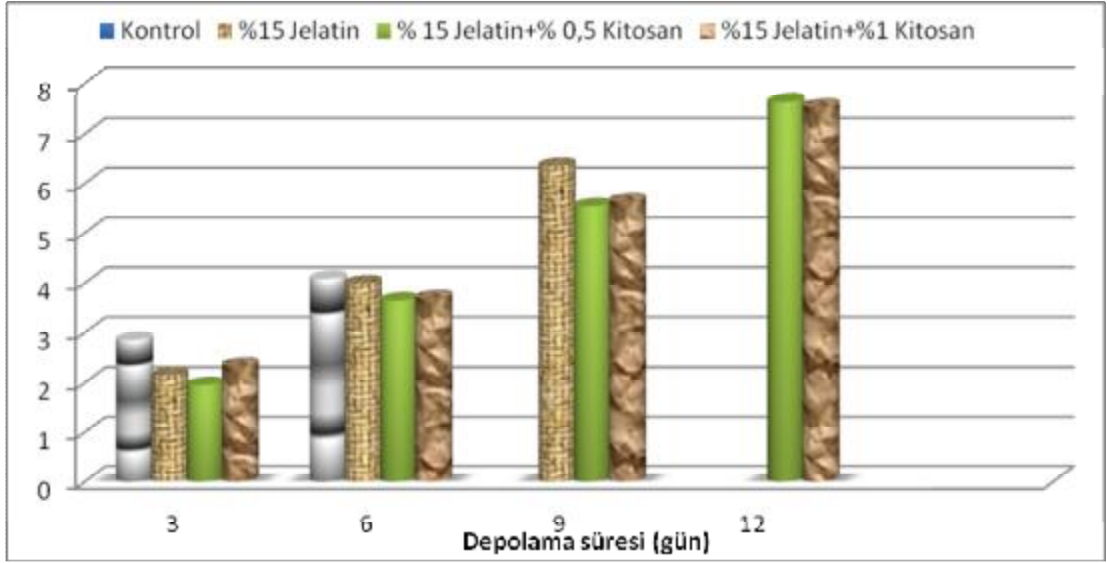
Çizelge 4.16. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Mikrobiyoloji Değerinde Meydana Gelen Değişimler

| Günler | Kontrol | % 15 Jelatin | % 0,5 Kitosan | %1 Kitosan |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 3 | 2,84±0,30 ^{a,2} | 2,15±0,11 ^{a,1} | 1,95±0,07 ^{a,1} | 2,34±0,02 ^{a,1} |
| 6 | 4,08±0,07 ^{b,1} | 3,99±0,06 ^{b,1} | 3,64±0,28 ^{b,1} | 3,69±0,19 ^{b,1} |
| 9 | | 6,35±0,35 ^{c,2} | 5,53±0,20 ^{c,1} | 5,63±0,14 ^{c,12} |
| 12 | | | 7,62±0,04 ^{d,1} | 7,53±0,02 ^{d,1} |

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Taze çipura etindeki mikrobiyal flora $1,65\pm 0,07$ log kob/g olarak tespit edilirken, depolama süresince tüm gruplarda önemli düzeyde ($p<0,05$) artış gözlenmiştir. Depolamanın ilk 3 günü %15 jelatin ile kaplanan gruplar ve kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan gruplar arasında önemli farklılık ($p>0,05$) bulunmazken, kontrol grubu farklı bulunmuştur. Depolamanın 6. günü kontrol grubu örneklerinde mikrobiyal yük $4,08$ log kob/g, %15 jelatin ile kaplanan örneklerde $3,99$ log kob/g, %0,5 kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan örneklerde $3,64$ log kob/g bulunurken, %1 kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan örneklerde $3,69$ log kob/g olarak bulunmuştur. %15 jelatin ile kaplanmış örneklerde depolamanın 9. günü ise $6,35$ log kob/g olarak bulunan mikrobiyal yük kabul edilebilirlik sınırına yaklaşmıştır. Depolamanın 12. günü ise %0,5 ve %1 oranında kitosan eklenmiş jelatin ile kaplanan örneklerde mikrobiyal yük sırasıyla $7,62$ log kob/g ve $7,53$ log kob/g olarak bulunmuştur. Mikrobiyolojik gelişim taze balığın raf ömrü ve buna bağlı olarak tüketici kabulü için önemli bir faktördür (Zhao, 2011). Su ürünlerinin ‘taze’ olarak değerlendirilebilmesi için mikrobiyolojik yükün en fazla $5,7$ log kob/g

olabileceği ve tüketilebilirlik sınırının ise 7 log kob/g olduğu rapor edilmiştir (ICMSF, 1986). Bu değerlendirmeye göre depolama süresince jelatin ile kaplama depolama süresini 3 gün uzatırken; kitosan eklenmiş jelatin balık filetolarında yüksek koruyucu özellik göstererek depolama süresini 6 günde 12 güne çıkarmıştır. Kitosanın balıklarda raf ömrünü uzatmaya yönelik yapılan benzer bir çalışmada salmon filetoları kitosan ile kaplanmış ve 0°C’de 18 gün depolanmıştır. Yapılan çalışmada kontrol grubu ve kaplanmış örnekler arasında depolamanın ilk 6 günü önemli farklılıkların olmadığı, depolamanın 6. gününden sonra mikrobiyal yükte önemli artışların olduğu bildirilmiştir. Kitosan ile kaplanan örneklerde 15 günlük depolama süresince mikrobiyal yükün tüketilebilirlik sınırı olan 7 log kob/g’ ı geçmediğini aksine kontrol gruplarının depolamanın 12. günü 7,05 log kob/g’ a ulaştığını ve bu farklılığın kitosanın antimikrobiyal etkisinden kaynaklandığını rapor etmişlerdir (Souza ve ark, 2010). Jeon ve ark (2002), çalışmalarında buzdolabı şartlarında 12 gün depolanan morina ve ringa balıklarında, %1 asetik asitte çözdürdükleri kitosan kaplamanın toplam aerobik bakteri gelişimine olan etkilerini incelemişlerdir. Taze morina ve ringa filetolarında toplam aerobik bakteri sayısını başlangıçta yaklaşık 3-3,7 log kob/g arasında bulmuşlardır. Kitosan ile kaplanan morina filetolarında bakteriyel yükün depolama sonuna kadar 10⁶ log kob/g’ dan küçük olduğunu, aksine kontrol grupları ve yalnızca %1 asetik asit uygulanan morina örneklerinde ise sırasıyla 6. ve 10. günlerde bu değeri aştığı bildirilmiştir. Jelatin ve kitosanın birlikte kullanıldığı farklı bir çalışmada ise balık köftelerinin kitosan jelatin karışımı ile kaplandığı ve bu uygulamanın gram negatif bakterilere karşı inhibitör etkisinin olduğu bildirilmiştir (López-Caballero ve ark, 2005).



Şekil. 4.14. Çipuranın Buzdolabında Depolanması Süresince Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (log kob/g) Değerinde meydana Gelen Değişimler

Taze ot sazani filetoalarının kitosan ile kaplandığı ve buzdolabında depolama süresine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada ise depolamanın ilk 5 günü tüm örneklerde toplam bakteri sayımının düşük olduğu, depolamanın 10. gününden itibaren özellikle kontrol gruplarında koloni sayımının ciddi bir artış gösterdiği rapor edilmiştir. Mevcut çalışma ve benzer çalışmalarda da bildirildiği gibi, kitosan solüsyonunun zararlı bakteri gelişimini inhibe ettiği ve raf ömrünü uzattığı vurgulanmıştır (Zhao, 2011).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ü Çalışmada, kitosan ve jelatinin, ülkemizde kültür balıkçılığıyla en çok yetiştirilen türlerden biri olan çipuranın buzdolabı koşullarında saklanması süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır.

Ü Laboratuara getirilen taze çipuraların ham protein, lipit, su ve ham kül miktarları araştırılmış, sırasıyla %20,1, %8,24, %68,84, %1,86 olarak bulunmuştur.

Ü Çipuraların ilk gün TVB-N, TBA, peroksit, serbest yağ asitleri, Ph, L*, a*, b*, renk tonu ve renk parlaklığı değerleri incelendiğinde balıklar taze olarak değerlendirilmiştir.

Ü Buzdolabında muhafaza edilen çipuraların kalite değişimleri, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal olmak üzere 4 farklı parametrede belirli periyotlarla değerlendirilmiştir.

Ü Balıkta tazelik belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesi TVB-N analizidir. Bu değerlendirmeye göre çalışmada % 0,5 ve % 1 kitosan eklenen gruplar depolamanın 12. günü 'iyi' özelliklerini korumuşlardır. % 15 jelatin ile kaplanan gruplarda ise 9. gün 'pazarlanabilir' değerler içerisinde kalmıştır. Bu sonuçlar, kullanılan jelatin ve kitosanın balıktaki TVB-N değeri üzerine olumlu etkilerini göstermektedir. Kaplama yapılması durumunda balıkların buzdolabı şartlarında 9 gün süreyle rahatlıkla pazarlanabileceğini göstermiştir.

Ü Balık yağında lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBA analiz sonuçları incelendiğinde, % 15 jelatin ile kaplanan grupta ve kitosan eklenen jelatin ile kaplanan balık gruplarında lipit oksidasyonu gecikmiştir. Depolama boyunca TBA değeri bakımından çalışmada kullanılan balıklar tüketilebilirlik sınırları içinde kalmıştır. Bu sayede acılaşma olmadan özellikle taze tüketimin yapıldığı işletmelerde jelatin+kitosan kaplama önerilebilir.

Ü Balıkların yağlarında meydana gelen bozulmayı belirlemek amacıyla yapılan peroksit ve serbest yağ asitleri analizlerinin sonuçları incelendiğinde, depolama

süresince en yüksek artış kontrol grubunda meydana gelirken, jelatin kaplama ve kitosan etkilerini göstererek koruma sağlamışlardır. Buzdolabı şartlarında sağlanan bu özellik uzun süreli şoklanarak saklamada da önemli sonuçlar verebilir.

Ü Fiziksel analizlerden pH ve renk ölçüm analizleri uygulanmıştır. Bu değerlendirmeye göre, mevcut çalışmanın pH sonuçları dikkate alındığında, % 15 jelatin ile kaplanan grup 9. gün tüketilebilirlik sınırını aşmıştır. % 0,5 ve % 1 kitosan eklenmiş jelatinle kaplanan gruplar ise depolamanın 12. günü tazelik niteliklerini kaybetmişlerdir.

Ü Mevcut çalışmadaki duyuşal değerlendirmede, görünüş, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik parametreleri bakımından % 0,5 ve % 1 kitosan eklenmiş jelatinle kaplanan grupları, kontrol grubuna göre daha fazla beğenildiği belirtilmiştir.

Ü Çalışmanın fiziksel ve kimyasal kalite parametre sonuçları değerlendirildiğinde, mikrobiyolojik verilerle paralellik gösterdikleri; jelatin ve kitosan eklenmiş jelatin uygulamasının buzdolabında depolama boyunca kaliteyi olumlu yönde etkileyerek raf ömrünü uzattığı sonucuna varılmaktadır.

Ü Mikrobiyolojik açıdan sonuçlar değerlendirildiğinde, özellikle kitosan+jelatin uygulamalarında ilk 9 gün mikrobiyal yük ‘tazelik’ sınırları içerisinde kalmıştır. Bunun nedeninin kitosan ve jelatinin antimikrobiyal etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ü Özellikle et, tavuk ve balık gibi işlem sonrası yüzey bulaşma riskinin yüksek olduğu gıdalar ile taze tüketilen gıdalarda uygulanan çeşitli yenilebilir kaplamalar ürünün kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla ümit verici bir uygulama olabileceği düşünülmektedir.

Ü Jelatin ticari olarak en yaygın şekilde kullanılan yenilebilir film ve kaplama proteinlerindedir.

Ü Günümüzde ticari jelatinin çoğu memelilerden elde edilse de birçok sosyo-kültürel sebepten dolayı alternatif kaynak arayışına girilmiştir. Su ürünleri kaynaklı jelatinler, Musevilikte ‘koşer’ ve İslam dininde ‘helal’ gıdalar

kapsamına girmesi nedeniyle balık jelatini, sığır ve domuz jelatine alternatif olarak tercih edilebilir.

- Ü Su ürünlerinin depolanmasında en önemli sorunlardan biri olan lipid oksidasyonu, çeşitli antioksidanlar ile önlenmektedir. Jelatin kitosan gibi antioksidan ve antimikrobiallarla desteklendiğinde, tek başına kullanılmasından daha başarılı sonuçlar verebileceği son derece önem taşımaktadır.
- Ü Depolama süresince jelatin ile kaplama depolama süresini 3 gün uzatırken; kitosan eklenmiş jelatin balık filetolarında yüksek koruyucu özellik göstermiş ve depolama süresini 6 günden 12 güne çıkararak raf ömrünü uzatmıştır. Bu, taze depolanmış balıklarda buzdolabında depolamada pazarlama açısından oldukça umut verici bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

- AHN, C. P., LEE, E. H.,1992. Utilization of chitin prepared from the shellfish crust. 2. Effect of chitosan film packing on quality of lightly-salted and dried horse mackerel. Bull Korean Fish Soc 25(1):51-7.
- ALAK, G., ARAS HISAR, Ş., HISAR, O., KABAN, G ve KAYA, M. 2010. Microbiological and Chemical Properties of Bonito Fish (*Sarda sarda*) Fillets Packaged with Chitosan Film, Modified Atmosphere and Vacuum. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 16(A): 73-80.
- ANTONIEWSKI, M. N., BARRINGER, S. A., KNIPE, C. N.,and ZERBY, H. N.,(2007).Effect of a Gelatin Coating on the Shelf Life of Fresh Meat.
- ANTONOCOPOULUS, N., 1973. Bestimmung des Flüchthigen Basensticktoofs.,224-225. In: Ludorf, W., Meyer, V.; Fische und Fischerzeugnisse, Aulage Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis 15th. Ed. Association of the Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- AOCS, 1990. Official Method Cd 8-53. Peroxide Value, Acetic Acid-Chloroform Method. In *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*; AOCS Press: Champaign, IL.
- BLIGH, E. G., and DYER, W. J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37:911-917.
- BOSTAN, K., ALDEMİR, T., ve AYDIN, A., 2007. Kitosan ve Antimikrobiyal Aktivitesi. Türk Mikrobiyal Cem Dergisi, 37(2):118-127.
- BRODY, A., STRUPINSKY, E., and KLINE, L., 2001. Active packaging for food applications. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co.
- CALDER, B. L., 2003. The Use of Polyphosphates to Maintain Yield and Quality of Whole Cooked, Cryogenically Frozen Lobster (*Homarus americanus*) and the Use of Sorbitol and Tocopherol to Maintain Quality of Whole Cooked, Cryogenically Frozen Crab (*Cancer irroratus*). The University of Maine, PhD Thesis, USA.

- CHA, D. S., and CHINNAN, M. S., 2004. Biopolymer-based antimicrobial packaging: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 223–237.
- CHAROENVUTTITHAM, P., SHI, J., and MITTAL, G. S. 2006. Chitin extraction from black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) waste using organic acids. *Sep. Sci. Technol.* 41: 1135–1153.
- CHHABRA, P., 2004. Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan. The University of Georgia- Master Thesis 71 sayfa.
- CHOI, S. S., and REGENSTEIN, J. M., 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. *Journal of Food Science*, 65, 194–199.
- CONNELL, J. J. 1990. Methods of assessing and selecting for quality. In *Control of fish quality* (3rd ed:122-150). Oxford: Fishing News Books.
- ÇAKLI, Ş., 1996. Doğadan avlanan ve ağ kafeslerde yetiştirilen çipura (*Sparus aurata L.,1758*) balıklarının dondurularak muhafazası üzerine bir araştırma. *Gıda Dergisi*, 21(4): 243-250.
- ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., DİNÇER, T., and TOLASA, S., 2008. Shelf Life of New Culture Specie (*Diplodus puntazzo*) in Refrigerator. *Journal of Muscle Foods*, 19:315-332.
- DARMADJI, P., IZUMIMOTO, M., 1994a. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Sci* 38:243–54.
- DARMADJI, P., IZUMIMOTO, M., 1994b. Effects of chitosan and nitrite on the properties of fermented meat. *Anim Sci Technol (Jpn)* 65(7):639–46.
- DONHOWE, I.G., FENNEMA, O. 1993. The effects of plasticizers on crystallinity, permeability, and mechanical properties of methylcellulose films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 17: 247-257.
- EASTOE, J. E., ve LEACH, A. A., (1977), 'Chemical constitution of gelatin', in Ward A G and Courts A, *The Science and Technology of Gelatin*, New York, Academic Press,73±107.

- ERKAN, N., 2002. Soğukta Depolanan Bazı Balık Cinslerinde Kullanılan Koruyucu Katkı Maddelerinin Raf Ömrüne Etkisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- FAN, W., SUN, J., CHEN, Y., QUI, J., ZHANG, Y., and CHI, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115: 66-70.
- GAGNE, N., 1993. Production of Chitin and Chitosan from Crustacean Waste and Their Use as a Food Processing Aid. Master Thesis, Department of Food Science and Agricultural Chemistry, McGill University, Montreal, Canada.
- GILL, A. O., HOLLEY, R. A., 2000. Surface application of Lysozyme, Nisin and EDTA to inhibit spoilage and pathogenic bacteria on ham and Bologna. *Journal of Food Protection*, 1338-1346.
- GOMEZ-ESTACA, J., LOPEZ DE LACEY, A., GOMEZ GUILLEN, M. C., LOPEZ CABALLERO, M. E., MONTERO, P., (2009). Antimicrobial Activity of Composite Edible Films Based on Fish Gelatin and Chitosan Incorporated with Clove Essential Oil.
- GOMEZ-ESTACA, J., LOPEZ DE LACEY, A., LOPEZ-CABALLERO, M. E., GOMEZ-GUILLEN, M. C., MONTERO, P., (2010). Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oil as Antimicrobial agents for fish preservation.
- GUDMUNDSSON, M., HAFSTEINSSON, H. 1997. Gelatin from cod skins as affected by chemical treatments. *Journal of Food Science*, 62: 37-39.
- GUILBERT, S., 1986. Technology and application of edible protective films. In: M. Mathlouthi, Editor, *Food packaging and preservation: theory and practice*, Elsevier Applied Science Publishers, New York , pp. 371–394.
- HAMMOND, M.D., 2004. The use of chitosan to preserve and extend Atlantic salmon quality. The University of Maine- Master Thesis 132 sayfa.
- HERRING, J. L., JONNALONGADDA, S. C., NARAYANAN, V. C., COLEMAN, S. M. (2010). Oxidative stability of gelatin coated pork at refrigerated storage. *Meat Science*, 85: 651-656.

- HEU, M.S., LEE, J.H., KIM, H.J., LEE, S.J., LEE, J.S., JEON, Y., SHAHIDI, F., and KIM, J. Characterization of acid- and pepsin-soluble collagens from flatfish skin. *Food Science and Biotechnology*. 19: 27-33.
- HONG, Y.H., LIM, G.O., and SONG, K.B., (2009). Physical properties of *Gelidium corneum*-gelatin blend films containing grapefruit seed extract or green tea extract and its application in the packaging of pork loins. *Journal of Food Science*, 74(1): C6-C10.
- HONGPATTARAKERE, T., and RIYAPHAN, O., 2008. Effect of Deacetylation Conditions on Antimicrobial Activity of Chitosans Prepared from Carapace of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(1):1-9.
- IAFMM, 1987. Recommended Method for the Determination of the Free Fatty Acid Content in Fish Oil. International Association of Fish Meal Manufacturers. Fish oil Bulletin. No.21, May 1987. Hertfordshire, EN6 3AR.
- ICMSF, 1986. International commission on microbiological specifications for foods. Recommended microbiological limits for seafoods. Principles and Specific Applications, 2nd ed. University of Toronto Press, Buffalo, NY.
- JEON, Y.-J., KAMIL, J.Y.V.A., SHAHIDI, F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. *J. Agric. Food Chem.* 20, 5167e5178
- JIANG, Y. F., LI, Y. X., CHAI, Z., and LENG, X. J. (2010). Study of the physical properties of whey protein isolate and gelatin composite films. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 58, 5100e5108.
- JOHNS, P., COURTS, A., 1977. Relationship between Collagen and Gelatin. In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 138-168.
- JOSHUA, L. HERRING., SHARAT, C. JONNALONGADDA., VINOD, C. NARAYANAN., SHANNON, M. COLEMAN., (2010). Oxidative Stability of Gelatin Coated Pork at Refrigerated Storage.

- KAMIL, JYVA, JEON, Y. J., SHAHIDI, F., 2002. Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of herring (*Clupea harengus*). Food Chem 79:69–77.
- KEIL, H. L., HILLS, C., HAGEN, R. F. and FLAWS, R. W., 1960. Coating composition, method of applying same to a food and coated food products, US Patent 2 953 462.
- KEIL, H. L. and HILLS, C., 1961. Coating foods and composition thereof. US Patent 2 971 849.
- KIM, S.K., ve MENDIS, E., 2006. Bioactive compounds from marine processing byproducts – a review. Food Research Intl. 39: 383-393.
- KLOSE, A. A., MACCHI, E. P. and HANSON, H. L., 1952. Use of antioxidants in the frozen storage of turkeys. Food Technology, 6, 308-311.
- KROCHTA, J. M., and DE MULDER-JOHNSTON, C., 1997. Edible and biodegradable polymer films; Challenges and opportunities. Food Technology, 51(2), 61–74.
- KYUNG, K. W. and THOMAS, R. W., 2007. Antioxidative activity of chitosans with varying molecular weights. Food Chem. 101, 308–313.
- LANG, K. 1979. Der flüchtige Basenstickstoff (TVB-N) bei in1 Binnenland in der Verkehr gebrachten frischen Seetischen. Archiv für Lebensmittel-hygiene 30: 215-217.
- LEE, C. H., SINGLA, A ve LEE, Y., 2001. Biomedical applications of collagen. Inter. J. of Pharma. 221: 1-22.
- LIMA DOS SANTOS, C., JAMES, D., and TEUTSCHER, F., 1981. Guidelines for Chilled Fish Storage Experiments. FAO Fisheries Technical Paper, p.210.
- LÓPEZ-CABALLERO, M. E., GÓMEZ-GUILLÉN, M. C., PÉREZ-MATEOS, M., MONTERO, P., 2004. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids 19(2):303–11.
- LÓPEZ-CABALLERO, M. E., GÓMEZ-GUILLÉN, M. C., PE´REZ MATEOS, M., and MONTERO, P., (2004). A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. Journal of Food Science in press.

- LÓPEZ-CABALLERO, M.E., GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., PÉREZ-MATEOS, M. and MONTERO, P. 2005. A functional chitosan-enriched fish sausages induced by high pressure. *J. Food Sci.* 70(3), 166–171.
- MARGGRANDER, K., ve HOFMANN, K., 1997. Reduction of freezer burn and loss on drying during long term storage of pork with gelatin spray solution. *Fleischwirtschaft*, 77(1), 19–20.
- MIN, B.J., and OH, J.H., 2009. Antimicrobial activity of catfish gelatin coating containing origanum (*Thymus capitatus*) oil against gram-negative pathojenic bacteria. *Food Microbiology and Safety*, 74: 143-148.
- MOHAN, C.O., RAVISHANKAR, C.N., LALITHA, K.V., and SFINIVASA GOPAL,T.K.(2012). Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled food hydrocolloids 26: 167-174.
- MOORJANI, M. N., RAJA, K. C. M., PUTTARAJAPA, P., KHABADE, N. S., MAHENDRAKAR, V. S. ve MAHADEVASWAMY, M., 1978. Studies on curing and smoking poultry meat. *Ind. J. Poultry Sci.*, 13(1), 52-57.
- MUYONGA, J.H., COLEC, C.G.B., DUODUB, K.G., 2004. Extraction and pysics-chemical characterization of Nile Perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatine. *Food Hydrocolloid.* 8: 581-592.
- NICHOLAS, A., 2003. Antimicrobial use of native and enzymatically degraded chitosans for seafood applications. *Electronic Theses and Dissertations-81 sayfa.*
- NO, H. K., KIM., S. H., LEE, S. H., PARK, N. Y., and PRINYAWIWATKUL, W., 2006. Stability and Antibacterial Activity of Chitosan Solutions Affected by Storage Temperature and Time. *Carbohydrate Polymers*, 65:174-178.
- OLGUNOĞLU, İ. A., 2007. Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

- OU, C. Y., TSAY, S. F., LAI, C. H., ve WENG, Y. M., 2002. Using Gelatin-Based Antimicrobial Edible Coating to Prolong Shelf- Life of Tilapia Fillets. *Journal of Food Quality*, 25:231-222.
- ÖZDAMAR, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1. Yayın No 1. Eskişehir.
- PAULUS, K., ZACHARIAS, R., ROBINSON, L., ve GEIDEL, H., 1979. Kritische Betrachtungen Zur “Bewetenden Prüfung Mit Skale” Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorischen Analyse. *LWT-Food Science and Technology*, 12(1):52-61.
- PETERSEN, B.R., YATES, J.R., 1977. Gelatin Extraction. United States Patent No: 4,064,008.
- POHLMAN, F. W., BROWN, A. H., DIAS-MORSE, Jr. P. N., Mc KENZIE, L. M., ROJAS, T. N., and MEHALL, L. N., 2009. Evaluation of Potassium Lactate Incorporated Gelatin Coating as an Antimicrobial Intervention on Microbial Properties of Beef Steaks.
- ROLLER, S. ve COVILL, N., 2000. The antimicrobial properties of chitosan in mayonnaise and mayonnaise-based shrimp salads. *Journal of Food Protection*, 63, 2002-209.
- RUIZ-CAPILLAS, C. and MORAL, A., 2001. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, 34 (5), 441 – 447.
- RUIZ-HERRERA, J., LOPEZ-ROMERO, E. and BARTNICKI-GARCIA, S. 1978. Properties of chitin synthetase in isolated chitosomes from yeast cells of *Mucor rouxii*. *Journal of Biological Chemistry*, 252: 3338-3343.
- RUNFENG, W. and LI, Z., 2011. Effect of chitosan on fresh-keeping refrigerated fillets of fresh *Ctenopharyngodon idellus*, *IEEE*, 1061-1064.
- SALLAM, K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18: 566-575.

- SATHIVEL, S.,2005. Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. J Food Sci 70(8):E455–9.
- SATHIVEL, S. and HIMELBLOOM, B.H. 2005. Effects of chitosan on the quality of fish filet and fish oil. IFT Annual meeting, July 15–20,New Orleans, Louisiana.
- SCHUBRING, R., and MEYER, C., 2006. Ice Storage of Fish, New Aspects: Comparison Between Flake Ice and Stream Ice – Part I: Sardine (*Sardine pilchardus*). Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 102(9):405-415.
- SENARATNE, L.S., PARK,P. J., ve KIM,S. K., 2006. Isolation and characterization of collagen from brown backed toadfish (*Lagocephalus gloveri*) skin. Bioresource Tech. 97: 191-197.
- SCHORMULLER, J., 1968. Handbuch der Lebensmittelchemie (Band HI/2). Berlin: Springer
- SHAHIDI, F., KAMIL, J.,ARACHCHI, V. ve JEON, Y. J., 1999. Food applications of chitin and chitosans. Food Science & Technology 10, 37-51.
- SHAHIDI, F., KAMIL, J., JEON, Y.J. ve KIM, S.K., 2002. Antioxidant Role of Chitosan in cooked cod (*Godus morhua*) model system. Journal of Food Lipids 9 (1), 57–64.
- SHIBAO, BAO., SHIYING, XU ve ZHANG WANG.,(2009).Antioksidant activity and properties of gelatin films incorporated with tea polyphenol-loaded chitosan nanoparticles.
- SOUZA, W.S., CERQUERIA, A., RUIZ, A.,MARTINS, T.,CASARIEGO, A.,TEIXEIRA, A.,VICENTE, A.,2010.Effect of Chitosan-Based Coatings on the Shelf Life of Salmon (*Salmo salar*) .Agricultural and Food Chemistry, 58:11456-11462.
- SOYER, A., 1995. Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarında Lipit Oksidasyonu Üzerine Bazı Antioksidanların ve Vakum Paketlemenin Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

- SUPPAKUL, P., MILTZ, J., SONNEVELD, K., and BIGGER, SW., 2003. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *Journal of Food Science*, 68(2), 408–420.
- ŞENGÖR, G. F., ÇELİK, U., and AKKUŞ, S., 2000. Buzdolabı Koşullarında Depolanan İstavrit Balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nın Tazeliğinin ve Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24:187-193.
- TARLADGIS, B., WATTS, B.M., and YONATHAN, M., 1960. Distillation Method for Determination of Malonaldehyde in Rancidity Food. *Journal of American Oil Chemistry and Society*, 37(1):44-48.
- TEKELİOĞLU, N., 2002. Anadrom ve katadrom balıkları ile deniz balıkları yetiştiriciliği. Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:25, Adana.59:31-34.
- TURAN, S., SAĞIR, İ., and TEMİZ, H., 2009. Oxidative stability of brined anchovies (*Engraulis encrasicolus*) with plant extracts. *International Journal of Food Science and Technology*, 44:386-393.
- TURHAN, S., EVREN, M., and YAZICI, F., 2001. Shelf-Life of Refrigerated Raw Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Patties. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 18(3-4):391–398
- TSAI, G.J., SU, W.H., CHEN, H.C., and PAN, C.L., 2002. Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation. *Fisheries Science*, 68:170-177.
- VARELTZIS, K., KOUFIDIS, D., GAVRIILIDOU, E., PAPAVERGOU, E., and VASILIADOU, S., 1997. Effectiveness of a Natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Extract on the Stability of Filleted and Minced Fish During Frozen Storage. *Z. Lebensm Unters Forsch A*, 205:93-96.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., ve GÜN, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17*, İstanbul.

- VILLEGAS, R., O'CONNOR, T. P., JCERRY, J. P. and BUCKLEY, D. J., 1999. Effect of gelatin dip on the oxidative and colour stability of cooked ham and bacon pieces during frozen storage. *Intern. J. Food Sci. Technol.* 34, 385-389.
- WASSEF, E.A., SHEHATA, M.B.,1991. Biochemical composition of gilthead bream *Sparus aurata L*, from Lake Bardawil. *Marine Science*, Vol 2, pp 111-122.
- WHITMAN, G. R., Weston, Rosenthal H, inventors; General Foods Corp., assignee. 1971 July 19. Process of coating food. U.S. patent 3,556,814.
- WONG, D. W. S., CAMIRAND, W. M., and PAVLATH, A. E. 1994. Development of edible coatings for minimally processed fruits and vegetables. In J. M. Krochta, E. A. Baldwin, & M. O. Nisperos-Carriedo (Eds.), *Edible coatings and films to improve food quality* (pp. 65–88). Lancaster, PA: Technomic Publishing Company.
- ZHAO, L. 2011. Effect of chitosan on fresh-keeping refrigerated fillets of fresh *Cytenopharyngodon idellus*. *IEEE*, 1061-1064.
- ZHOU, P., REGENSTEIN, J.M. 2004. Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatine. *Journal of Food Chemical Toxicology*. 69: 393-398.
- ZHOU, P., REGENSTEIN, J.M. 2005. Effects of alkaline and acid pretreatments on Alasca pollock skin gelatin extraction. *Journal of Food Science*, 70: 392-396.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gaziantep'te tamamladı. 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine girerek 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Avlama ve İşleme Teknolojisi bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.