



**YENİLEBİLİR BİYOFİLM OLARAK  
KİNOA (*Chenopodium quinoa*)'nın  
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Onchorynchus  
mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ  
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Fatih KORKMAZ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN  
2016  
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLEBİLİR BİYOFİLM OLARAK KİNOA (*Chenopodium  
quinoa*)'nın GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Onchorynchus mykiss*)  
FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI

Fatih KORKMAZ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
Bilim Dalı

ERZURUM  
2016

Her hakkı saklıdır



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

**YENİLEBİLİR BİYOFİLM OLARAK KİNOA (*Chenopodium quinoa*)'nın GÖKKUŞAĞI  
ALABALIĞI (*Onchorynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN danışmanlığında Fatih KORKMAZ tarafından hazırlanan bu çalışma 22/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oy birliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan :Doç. Dr. Hasan TÜRKEZ

İmza :

Üye :Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN

İmza :

Üye :Doç. Dr. Gonca ALAK

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu **23.06.2016** tarih ve **26/27** nolu kararı ile onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Erhan YILDIRIM  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 2015/184

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

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü 25240 ERZURUM Telefon: +90 (442) 2314742 Faks: +90 (442) 2314741

FORM-9

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### **YENİLEBİLİR BİYOFİLM OLARAK KİNOA (*Chenopodium quinoa*)'nun GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Onchorynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Fatih KORKMAZ

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN

Değişen tüketici talepleri doğrultusunda gıda sektöründe ambalajlamaya yönelik çalışmalar hız kazanmış, özellikle de sağlık açısından olumsuz etki göstermeyen ve çevreci uygulamalar olarak tanımlanan biyofilmler üzerine ilgi giderek artmıştır. Bu çalışmada, kinoa nişastasından elde edilen yenilebilir filmlerin yapısal özellikleri (kalınlık ve ışık geçirgenlik değerleri) belirlenerek elde edilen filmler gökkuşağı alabalık (*Onchorynchus mykiss*) filetolarına uygulanmıştır. Kinoa biyofilmle kaplanan alabalık filetoları soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilerek depolama süresince önceden belirlenen günlerde (0, 3, 6, 9 ve 12) mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakterisi, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae*) ve kimyasal (TVB-N, TBARS ve pH) analizlere tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda film kalınlığı  $0,195\pm 0,010$  mm ve ışık geçirgenlik değerleri farklı dalga boylarında %10-37 arasında ölçülmüştür. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarda TVB-N, TBARS ve pH değerleri ile toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri, laktik asit bakterisi, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayılarında istatistiki olarak farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,01$ ,  $p<0,05$ ).

Sonuç olarak, kinoa nişastasından elde edilen filmlerin alabalık filetolarında soğukta depolama sırasında kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan koruyucu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

**2016, 50 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşağı alabalığı, kinoa, nişasta, yenilebilir film, raf ömrü

## ABSTRACT

MS Thesis

### **THE RESEARCH of THE EFFECTS of QUINOA's (*Chenopodium quinoa*) as EDIBLE BIOFILM on THE RAINBOW TROUT's (*Onchorynchus mykiss*) FILLETS SHELF-LIFE**

Fatih KORKMAZ

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Aquaculture

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN

Along with the changing consumer demand, researches on food packaging has increased, particularly known as environmental implications and non-negative in terms of health, interest on biofilms has increased. In this study, structural features (thickness and light transmittance) of edible films obtained from quinoa starch are identified and obtained films are applied on rainbow trout's fillets (*Onchorynchus mykiss*). Storage period at a low temperature ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), trout fillets covered with quinoa biofilm were subjected to microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae*) and chemical (TVB-N, TBARS and pH) analysis in predetermined days (0, 3, 6, 9 ve 12) during shelf life. Our result showed that film thickness is  $0,195\pm 0,010$  mm and light transmittance values in different wavelengths are measured between 10-37%. Storage at low temperature in trout fillets belonged to different treatment (control and film) TVB-N, TBARS and the pH values and in the numbers of total aerobic mesophilic and psychotropic, lactic acid bacteria, *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae* statistical differences are determined ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ). As a conclusion, the films obtained from quinoa starch are observed to have chemically and microbiologically protective effect in trout's fillets during storage at  $+4^{\circ}\text{C}$  temperature.

**2016, 50 pages**

**Keywords:** Rainbow trout, quinoa, starch, edible film, shelf-life

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın araştırma konusunun belirlenmesi, planlanıp yürütülmesi, tez haline getirilmesinde bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN'a ve Sayın Doç. Dr. Gonca ALAK'a,

Tez çalışmam süresince bizlere her türlü imkanı sunan Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP başta olmak üzere Sayın Yrd. Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU' na, bütün fakülte hocalarıma ve meslektaşlarıma,

Laboratuar analizlerinde yardım ve desteklerini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Mustafa ARIK'a, Sayın Doç. Dr. Kadem MERAL'e,

Çalışmalarım esnasında ayrıca destek olan Arş. Gör. M. Muhammed SARI'ya, Yük. Müh. Ekrem SULUKAN'a ve Yük. Müh. Mine KÖKTÜRK'e teşekkür ederim.

Desteğini her daim üzerimde hissettiğim aileme ithafen.

**Fatih KORKMAZ**

**Haziran, 2016**

## İÇİNDEKİLER

|  |           |
|--|-----------|
| ÖZET.....  | i         |
| ABSTRACT .....   | ii        |
| TEŞEKKÜR.....  | iii       |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....                                     | vi        |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | vii       |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....  | viii      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Yenilebilir Ambalajlar (Biyofilmler) .....                          | 3         |
| 1.1.1. Tanım.....  | 3         |
| 1.1.2. Yenilebilir film ve kaplamaların avantajları- dezavantajları..... | 4         |
| 1.1.3. Başlıca kullanılan yenilebilir filmler veya kaplamalar.....       | 7         |
| 1.1.4. Polisakkarit kökenli kaplamalar .....                             | 7         |
| 1.1.5. Protein kökenli kaplamalar.....                                   | 7         |
| 1.1.6. Lipid kökenli kaplamalar.....                                     | 8         |
| 1.1.7. Yenilebilir kaplamaların uygulanma metotları.....                 | 10        |
| 1.1.8. Kinoa .....   | 12        |
| <b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3. MATERYAL ve METOT .....</b>  | <b>19</b> |
| 3.1. Materyal.....   | 19        |
| 3.1.1. Balık .....   | 19        |
| 3.1.2. Kinoa .....   | 19        |
| 3.2. Metot .....   | 19        |
| 3.2.1. Deneme planı.....   | 19        |
| 3.2.2. Fileto hazırlanması .....   | 20        |
| 3.2.3. Kinoa nişastasını eldesi .....                                    | 20        |
| 3.2.4. Filmlerin elde edilmesi .....                                     | 20        |
| 3.2.5. Filmlerin filetolara uygulanması .....                            | 21        |
| 3.2.6. Mikrobiyolojik analizler.....                                     | 21        |
| 3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı.....                    | 21        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2.6.b. Psikrotrof bakteri sayımı .....  | 21        |
| 3.2.6.c. Laktik asit bakteri sayımı .....   | 22        |
| 3.2.6.d. <i>Pseudomonas</i> sayımı .....  | 22        |
| 3.2.6.e. <i>Enterobacteriaceae</i> sayımı .....                                   | 22        |
| 3.2.7. Kimyasal analizler .....   | 23        |
| 3.2.7.a. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi .....                            | 23        |
| 3.2.7.b. Thiobarbitürük asit reaktif substans (TBARS) analizi .....               | 23        |
| 3.2.7.c. pH analizi .....   | 24        |
| 3.2.8. Kinoa filmlerin yapısal analizleri .....                                   | 24        |
| 3.2.8.a. Yenilebilir filmlerin kalınlık ölçümleri .....                           | 24        |
| 3.2.8.b. Yenilebilir filmlerin UV-VIS. absorpsiyon spektroskopisi .....           | 25        |
| 3.2.9. İstatistikî analizler .....  | 25        |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....</b>                                   | <b>26</b> |
| 4.1. Kinoa Filmle Kaplanmış Soğukta Muhafaza Edilen Filetolara Ait Sonuçlar ..... | 26        |
| 4.1.1. Mikrobiyal analizler .....   | 26        |
| 4.1.1.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı .....                            | 26        |
| 4.1.1.b. Toplam psikrotrofik bakteri sayısı .....                                 | 27        |
| 4.1.1.c. Laktik asit bakteri sayısı .....   | 29        |
| 4.1.1.d. <i>Pseudomonas</i> sayısı .....  | 30        |
| 4.1.1.e. <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı .....                                   | 32        |
| 4.1.2. Kimyasal analizler .....   | 33        |
| 4.1.2.a. Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları .....                      | 33        |
| 4.1.2.b. Thiobarbitürük asit reaktif substans (TBARS) sonuçları .....             | 35        |
| 4.1.2.c. pH sonuçları .....   | 36        |
| 4.2. Kinoa filmlere ait yapısal analiz sonuçları .....                            | 38        |
| 4.2.1.a. Kalınlık .....   | 38        |
| 4.2.1.b. UV-VIS Absorpsiyon spektroskopisi .....                                  | 39        |
| <b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>   | <b>41</b> |
| KAYNAKLAR .....   | 43        |
| ÖZGEÇMİŞ .....  | 51        |



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

|                                |                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| °C                             | Santigrat derece                      |
| cm                             | Santimetre                            |
| g                              | Gram                                  |
| H <sub>2</sub> S               | Hidrojen sülfür                       |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Sülfürik asit                         |
| kg                             | Kilogram                              |
| Kob                            | Koloni Oluşturan birim                |
| LAB                            | Laktik asit bakterisi                 |
| MDA                            | Malondialdehit                        |
| mg                             | Miligram                              |
| ml                             | Mililitre                             |
| mm                             | Milimetre                             |
| nm                             | Nanometre                             |
| MOS                            | Mannanoligosakkarit                   |
| NaOH                           | Sodyum hidroksit                      |
| P                              | Önem seviyesi                         |
| ScFOS                          | Kısa zincir fruktooligosakkarit       |
| sn                             | Saniye                                |
| TBA                            | Thiobarbütirik asit                   |
| TBARS                          | Thiobarbütirik Asit reaktif Substance |
| TCA                            | Trikarboksilik asit                   |
| TEP                            | Tetraetoksipropan                     |
| TMA                            | Trimetilamin                          |
| TMAB                           | Toplam mezofilik aerobik bakterisi    |
| TMA-N                          | Trimetilamin azot                     |
| TMAO                           | Trimetilaminoksit                     |
| TPAB                           | Toplam psikrotrofik aerobik bakterisi |
| TVB-N                          | Toplam uçucu bazik azot               |
| µmol                           | Mikromol                              |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 4.1. Kinoa film kaplamanın toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkisi..... | 27 |
| Şekil 4.2. Kinoa film kaplamanın laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi.....              | 30 |
| Şekil 4.3. Kinoa film kaplamanın <i>Pseudomonas</i> sayısı üzerine etkisi .....              | 31 |
| Şekil 4.4. Kinoa film kaplamanın TVB-N üzerine etkisi .....                                  | 34 |
| Şekil 4.5. Kinoa film kaplamanın pH üzerine etkisi.....                                      | 38 |
| Şekil 4.6. Kinoa nişastası yenilebilir filmlerin ışık geçirgenlik değerleri.....             | 39 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| <b>Çizelge 1.1.</b> Yenilebilir biyofilmlerle oluşturulan ambalajların biyolojik orijinleri.....   | 9  |
| <b>Çizelge 4.1.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı sonuçları (log kob/g)..... | 26 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının psikrotrofik bakteri sayısı sonuçları (log kob/g) .....            | 28 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayısı sonuçları (log kob/g) .....             | 29 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....        | 31 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> bakteri sayım sonuçları (log kob/g)..... | 32 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının TVB-N sonuçları (mg/100g).....                                     | 34 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen kontrol ve film kaplama gruplarına ait alabalık filetolarının TBARS sonuçları ( $\mu\text{molMA/kg}$ ) .....            | 35 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının pH sonuçları .....   | 37 |

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda tüketicilerin sağlıklı, çevreci, güvenli, pratik ve uzun raf ömürlü gıdaları tüketme eğilimlerinin artmasıyla birlikte, gıda endüstrisi kendi içerisinde yeni teknikleri ve proses stratejilerini geliştirmek zorunda kalmıştır (Tayar 2013). Bu eğilimlere karşılık verme hususunda gıda koşullarını optimize ederek güvenli ve kaliteli gıda eldesi, sadece üretim aşamasında değil ambalajlama ve depolama aşamalarında çeşitli modifikasyonları da beraberinde getirmektedir. Gıdalarda özellikle depolama ve taşıma aşamalarında gerçekleşen değişimler, bu ürünlerin kalitesi üzerine fazlasıyla etki göstermektedir. Gıda maddesini stabil hale getirmek ve gıda kalitesini koruyabilmek amacıyla birçok fiziksel ve kimyasal işlemler geliştirilmiştir. Bu işlemlere ek olarak depolama ve taşıma koşullarına uygun son ürünün ambalajlanması, kalite özelliklerini daha fazla korumakta ve raf ömrünü uzatmaktadır. Ancak ele alınacak gıda maddesinin türü, üzerinde çalışılması düşünülen teknolojik uygulamaları sınırlandırmaktadır (Şahin 2008).

Su ürünleri işleme teknolojisi su ürünlerinin işlenmesi, ürün yelpazesinin artırılması, kaliteli korunumun sağlanması ve artırılması, avlama-hasat sonrası meydana gelebilecek kayıpların engellenmesi, kaynakların optimum ve devamlı kullanımının sağlanması, nihayetinde ürünlerin tüketiciye hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmasını amaçlayarak önemli misyonlar üstlenmekte ayrıca su ürünleri endüstrisinde çok elzem bir konumda faaliyet göstermektedir (Köse 2010; Çaklı 2010).

Tazelik, su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde çok önemli bir faktör olup, ölüm sonrası mikrobiyal ve biyokimyasal süreçlerle çok fazla değişime uğramaktadır (Olafsdottir *et al.* 1997; Üretener 2009). Söz konusu değişimler; su ürünlerin türüne, kimyasal kompozisyonuna, depolama şekline, duyu özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Gökoğlu 2002).

Mikrobiyal değişimler sucul ürünler üzerinde tazelik ve kalite hususunda çok önemli bir yere sahip olup su sıcaklığı, suyun besin içeriği, tuzluluk, suyun bakteriyel yükü, avlama öncesi ve sonrası, yakalama şekli vb. faktörler su ürünlerinin mikro florasında etkili olmaktadır (Gram ve Huss 1996; Ünlütürk ve Turantaş 1999; Koutsomanis and Nychas 2000; Üretener 2009; Alak 2011). Ayrıca, su ürünleri kendine has bakteriyel floralarının haricinde uygulandığı işleme yöntemine göre hızlı bir şekilde kontamine olabilmektedir. Mikroorganizmalar solungaç, deri ve gastrointestinal sistemde yoğun olarak bulunmaktadır. Özellikle bozulmada etkin olan bağırsakta bulunan doğal flora ve balık dış yüzeyindeki tabaka önemli rol oynamaktadır. *Pseudomonas*, *Flavobacterium* ve *Achromobacter* türleri düşük sıcaklıklarda yakalanan balıklarda, başlıca bozulmaya neden olan bakterileri oluştururken, yüksek sıcaklıklarda ise *Bacillus*, *Micrococcus* türlerinin yanı sıra *Clostridium*, *Escherichia*, *Serratia*, *Proteus*, *Sarcina* türleri de önemli rol almaktadır (Stammen *et al.* 1990; Katırcıoğlu 2001; Çaklı 2007)

Kimyasal kalite değişimlerinde ise ölümden hemen sonra meydana gelen değişimler gözlemlenmektedir (Sikorski and Pan 1994; Üretener 2009).

Kimyasal değişimlerde, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), kalite değerlendirilmesinde su ürünleri içerisinde önemli bir parametredir ve su ürünlerinin bozulmasında çok yaygın kullanılan kimyasal parametrelerdendir (Dhaouadi *et al.* 2007; Üretener 2009). pH, kimyasal değişimlerin tespitinde yaygın olarak uygulanan bir diğer analiz parametresidir. Ölüm sonrası ölüm katılığı (rigor-mortis) ile düşen pH, bakteriyel faaliyetlerle ve otoliz ile ortamın artış gösteren alkali seviyesine bağlı olarak yükselmeye başlar (Tzikas *et al.* 2007; Üretener 2009).

Benzer şekilde yağların oksidasyonu da, su ürünlerinde acımsı tada sebep olan başka bir kimyasal bozulma parametresidir. Su ürünleri, bünyesinde yüksek miktarda doymamış yağ asidi ihtiva etmesi sebebiyle oksidatif reaksiyonlara ve acılaşmaya oldukça müsait besin kaynaklarıdır (Huss 1994; Üretener 2009).

Su ürünleri, özellikle balık ve balıktan elde edilen ürünler, günümüz şartlarında gerek sağlık yönünden gerekse de besin içeriği ile diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan çok daha önemli bir yere sahiptir. Ancak zengin protein içeriği ve yüksek orandaki doymamış yağ asitleri su ürünlerinin, mikrobiyal, fiziksel ve kimyasal bozulma faktörlerinden kolayca etkilenen hassas gıdalar arasında yer almasına neden olmaktadır (Tülsner 1994; Üretener 2009). Belirtilen süreçte, yüksek pH'ya sahip olması, yüksek su aktivitesi ( $a_w$ ) ve otolitik enzimleri içermesinde etkili olmaktadır (Tülsner 1994; Üretener 2009).

Su ürünlerinin kalite kaybına yol açan oksidatif, mikrobiyal ve diğer bozulmaları engellemek için işleme teknolojilerinin yanı sıra paketlenmesi de önemli bir konudur. Balıkların paketlenmesinde streç filmlili köpük tabaklarda basit paketleme, vakum paketleme ve MAP (modifiye atmosfer paketleme) yaygın olarak kullanılmaktadır (Pyrgotou 2010). Artan bilinçli gıda tüketimi sonucunda özellikle son yıllarda plastik ambalajlar yerine yenilebilir film ve kaplama ürünleri sağlıklı-çevreci bir yaklaşımla mevcut ambalajların özelliklerini-yapısını geliştirmek amacıyla üzerinde en fazla durulan çalışmalar arasında yer alarak fazlasıyla dikkatleri üzerine çekmektedir (Işık 2013).

## **1.1. Yenilebilir Ambalajlar (Biyofilmler)**

### **1.1.1. Tanım**

Yenilebilir ambalajlar; biyopolimerlerden elde edilen, gıdaların üzerini kapatacak şekilde sarmalayan, söz konusu gıdaların su kaybını, gaz alışverişini ve lipid oksidasyonunu engelleyen ince sürekli bir tabaka olarak tanımlanabilmektedir.

Yenilebilir film ve yenilebilir kaplamalar olarak ifade edilen bu ambalajlar, doğal ve biyolojik olarak geri dönüşümlü maddelerden yapıldıkları için çevreyi kirletmeyen ve çevrenin korunmasına katkıda bulunan ambalajlar olarak bilinmektedir (Valdez *et al.* 2014). Bu ambalajlar suyun yanı sıra aroma bileşiklerinin, antioksidanların,

antimikrobiyal maddelerin, pigmentlerin, kararırma reaksiyonlarını durduran iyonların ve vitaminlerin ürün içerisinde tutulmasını sağlamakta ve ürün özelliklerinin korunması, depolama hatalarının azaltılması ve tüketici beğenisine hitap eden bir ürün olmasından dolayı tercih edilmektedir (Chen *et al.* 2002; Morillon *et al.* 2002).

Yenilebilir kaplamalar veya filmler, insanlar tarafından yüzyıllar önce kullanılmış ve değişik protein, karbonhidrat, lipit ve/veya bunların birlikte kullanımından elde edilmiştir. Literatürde bilinen ilk kaplama 12. ve 13. yüzyıllarda Çin'de turunçgiller üzerinde kullanılan ve mumdan yapılan kaplamalardır (Kaplan 1986). Yakın çağımızda ise Dünya ülkelerinde 1930'dan bu yana ilklerin devamı niteliğinde parafin mumu kaplamaları ticari olarak portakallar üzerinde uygulanmaya devam ettirilmektedir (Okamoto 1978).

Gelişen teknik ve teknolojilerle, yenilebilir film ve kaplamalar uygulandığı gıda ile fonksiyonel ve organoleptik uyum içinde olmalı ve aşağıda belirtilen özellikleri taşımalıdır.

- Biyokimyasal, fiziko kimyasal ve mikrobiyal stabilitede yeterlilik
- Optimum duyusal kalite
- Optimum geçirgenlik ve mekanik etkinlik
- Toksik olmama
- Çevre kirliliği yaratmama
- Uygun maliyette hammadde eldesi ve prosesi (Kayaardı ve Akkaya 2010).

### **1.1.2. Yenilebilir film ve kaplamaların avantajları-dezavantajları**

Gıdalarla birlikte tüketilmelerinin yanı sıra,

- Nem Göçü; yenilenebilir film ve kaplamaların gıdalara uygulanmasında en önemli faktör nem göçüdür. Çünkü her gıda için bir kritik su aktivitesi değeri bulunmaktadır.

Gıdanın su aktivitesindeki değişimler ise gıda ve bu gıdanın içinde bulunduğu ortamla ilişkileri ile yakından ilgilidir (Kester and Fennema 1986; Gennadios *et al.* 1996).

➤ Mikrobiyal Bariyer; gıda maddelerinde yenilebilir biyofilm uygulamalarıyla gıdanın etrafını çevreleyen bir kaplama oluşturulmaktadır. Oluşan kaplama gıdalar üzerinde bir bariyer görevi üstlenerek kontaminasyona engel olmaktadır. Böylelikle gıda maddelerinin bozulmasına sebep olan mikrobiyal bozulmalar geciktirilebilmektedir (Kester and Fennema 1986; Stuchell and Krochta 1995).

➤ Gazların Transferi; oksijen ve karbondioksit gibi gazların transferi de gıdaların depolama stabilitesini etkilemektedir. Et gibi ürünlerin oksijen geçirmeyen yenilebilir bir film ile kaplanması yağların oksidasyonunu engellemekte ve/veya geciktirmektedir. Böylelikle oksidasyon sonucunda meydana gelebilecek olası bozulmalara müdahale etme şansı bulunarak raf ömrünün uzaması sağlanabilecektir. Ayrıca aerob ve anaerob mikroorganizmaların yaşam alanlarına gaz transferlerinde sağlanabilecek modifikasyonlarla müdahale edilerek mikroorganizmaların sebep olacağı bozulma riskleri kontrol altına alınabilecektir (Gennadios *et al.* 1996).

➤ Organoleptik Katkı; gıdalarda kullanılan yenilebilir biyofilmlerin genellikle parlak ve şeffaf görünümde olması, biyofilm uygulanan gıdalara nüfuz ederek farklı bir albeni ortaya koymaktadır. Böylelikle müşteri ilgisini çekerek tüketim tercihi üzerinde ekstra olumlu etki oluşturulmaktadır (Sathivel 2005).

➤ Maliyet Azaltma; bazı meyve ve sebzelerin aerobik bozulmasını önlemek için yenilebilir ambalajlarla kaplanması, kontrollü atmosferde depolamanın işlem ve ekipman maliyetleri ile karşılaştırıldığında; önemli bir ekonomik avantaj sağlamaktadır. Böylece aynı zamanda, ürünün dağıtım aşamasında da solunum kontrolüne izin veren bir muhafaza gerçekleştirilebilmektedir (Kester and Fennema 1986; Gennadios *et al.* 1996).

➤ Geçirgenlik Etkisi; yağ geçirgenliği az olan yenilebilir filmler kullanılarak, yağda kızartılacak ürünlerin yağ absorblaması önlenilmekte ve bu şekilde gerek besin değeri gerekse duyuşal özellikleri daha iyi ürünler elde edilebilmektedir. Gıdanın içine çözelti difüzyonunu azaltmak içinde filmler kullanılabilir (Fan *et al.* 2008).

➤ Dayanıklılık; yenilebilir kaplamalar kullanılarak, ürünün bazı durumlarda yapısal olarak daha dayanıklı hale getirilmesi de sağlanabilmektedir. Bunun sonucunda işleme,



depolama ve dağıtım süresince ısıya karşı daha dayanıklı ürünler elde edilebilmektedir (Kester and Fennema 1986; Gennadios *et al.* 1996).

➤ Tüketici Talepleri-Sağlık Yönü; son yıllarda organik ürünlere olan ilginin artmasıyla birlikte, herhangi bir sentetik madde kullanılmadan üretilen ürünlerin tüketim bazında ön plana çıktığı görülmektedir. Yenilebilir biyofilmler bu yaklaşımların sonucunda ortaya çıkan en güncel materyallerin başında gelmektedir. Yenilebilir biyofilmlerin yakın gelecekte, gıda ürünlerinin ambalajlanmasında kullanılan plastik malzemelerin yerini alacağı kanısı her geçen gün güçlenmektedir. Çünkü biyofilmler kimyasal (kansorejen) maddeleri bünyesinde barındıran petrol ve türevlerinden elde edilen plastik malzemelerin aksine herhangi bir sağlık riski oluşturmamaktadır (Kester and Fennema 1986; Stuchell and Krochta 1995).

➤ Çevreci-Sürdürülebilirlik İlkesi; gıdaların ambalajlanmasında oldukça yaygın kullanılan plastik malzemelerin temelinde petrol ve türevleri bulunmakla birlikte, ileriki yüzyıllarda bu kaynakların sonlanacağı gerçeğiyle biyofilmlerin sonraki dönemlerde daha yaygın olarak kullanılacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca plastiklerin çevrede çözünüp doğaya karışmasının çok uzun zaman alması, sindirilebilir ve doğada kısa sürede çözülebilecek biyofilmlerin çevreci yaklaşım gerçeği getireceğinin göstergesi olacaktır (Song *et al.* 2010).

### **Dezavantajları;**

- Uygulama konusundaki maliyetleri,
- Materyal sayısındaki sınırlılık,
- Yeni bir teknoloji olması ve neticesinde birçok tüketicinin bu uygulamalardan haberdar olmaması,
- Petrol ve türevleri materyallere göre sınırlı kimyasal ve fiziksel dirence sahip olmaları,
- Tüketicilerin sağlığı açısından çoğu zaman ikinci bir ambalaj materyaline ihtiyaç duymaları (Cuq 1997).

### **1.1.3. Başlıca kullanılan yenilebilir filmler veya kaplamalar**

#### **1.1.4. Polisakkarit kökenli kaplamalar**

Bu maddeler genellikle kara ve sucul bitkilerden, mantarların hücre duvarlarından elde edilmektedirler. Nişasta (farin/amidon), kitosan ve selüloz türevleri, aljinat, pektin, karegen, nişasta hidrolizatları, pullulan, levan ve elsinan bu grupta yer almaktadır. Jel kıvamını asidik ve bazik ortam koşullarına göre almaktadırlar (Krochta and Johnston 1997). Ticari boyutta yaygın bulunabilmesi ve uygun özelliklerde olması nedeniyle gıda paketlemede en etkili olabilen filmler nişastadan elde edilmektedir (Valdez *et al.*2014).

Polisakkaritlerin gaz bariyer özelliklerinin iyi olmaları sebebiyle meyve ve sebzelerin kesit yüzeyine yapışabilmektedirler. Fakat genellikle polisakkarit filmler sınırlı su buharı bariyer özelliği göstermektedir (Kester and Fennema 1986; Gontard and Guilbert1994; Krocha and Baldwin 1994; Raeisi *et al.* 2014). Buna rağmen, bazı polisakkaritler, yüksek nemli jelatin kaplamaların içine ilave edildiğinde, kısa süreli depolarda örneğin et ürünleri gibi bazı gıdalarda nem kaybını azaltmak için kullanılır. Ayrıca, karboksimetil selüloz filmler, suda çözünebilme özelliği göstermesinden dolayı yenilebilir biyofilm ve türevlerinde düşük maliyetli üretimi gerçekleştirilerek kullanılmaktadır (Raeisi *et al.* 2014). Bu kaplamaların karbondioksit ve oksijen geçirgenliklerin olması, anaerobik ortam yaratmadan istenilen MAP şartlarını oluşturmakta ve gıdanın raf ömrünü uzatmaktadır (Krocha and Baldwin 1994). Diğer taraftan, bazı polisakkarit filmler, lipid ve diğer gıda bileşenlerinin oksidasyonuna karşı etkili bir korumada sağlayabilmektedir (Kester and Fennema 1986).

#### **1.1.5. Protein kökenli kaplamalar**

Yenilebilir filmler içerisinde, en etkili olan filmler protein orijinli filmlerdir. Kolojen, jelatin, zein, kazein, soya proteini ve buğday gluteni bu grupta yer almaktadır (Gontard and Guilbert 1994). Özellik bakımından lipid ve polisakkarit filmlere göre yüksek koruyucu özelliğe sahip olmakla birlikte bu kaplamalar oksijen ve karbondioksit

kaybına karşı bariyer özelliği de göstermektedir (Lee *et al.* 2002; Shatalov *et al.* 2014). Protein kökenli kaplamalar etkili nem bariyerleri olmadıkları için meyve ve sebzelere başarılı bir şekilde uygulanamamakta bu nedenle lipidlerle birlikte karma kaplamalarla uygulanmamaktadır (Fabra 2008). Bu tür filmler kaplanan gıdaları besin değeri açısından zenginleştirdiğinden dolayı önem taşımaktadır (Krocha and Baldwin 1994).

### **1.1.6. Lipid kökenli kaplamalar**

#### **-Mum ve yağ kökenli kaplamalar**

Gıdaların yağ ile kaplanması, taze ve şekerleme ürünler için eskiden beri uygulanmaktadır. Lipid filmler ve mumlar, hidrofobik özellik göstermekte özellikle taze ürünlerin yüzeyinde nem kaybını azaltmak için kullanılmaktadır (Morillon *et al.* 2002). Bu kaplamalar meyvelerde yumuşak çürüme gibi küf bozulmalarını da önlemektedir (Kester and Fennema 1986).

Meyve ve sebzelerde dış kaplama olarak kullanılan lipid ve reçinelerin nem bariyer özellikleri iyi olmasına karşın yüksek depolama sıcaklıklarında anaerobik şartlara yol açabilirler ve hidrofilik özellik gösteren kesit yüzeyine yapışmazlar (Krocha and Baldwin 1994). Bu grupta, asetillenmiş monogliseritler, doğal mumlar ve surfektan içeren çeşitli yağ bileşikleri koruyucu kaplama olarak kullanılmaktadır. Asetillenmiş monogliseritlerin inasetilasyon derecesi arttıkça bariyer özellikleri iyileşmektedir. Asetillenmiş monogliserit filmlerin su buharı geçirgenliği, pek çok polisakkarit filminden daha az olmasına karşın, etil ve metil selülozun geçirgenlik değerlerinden daha yüksektir (Kester and Fennema 1986).

#### **-Yağ asitleri ve monogliseritler**

Yağ asitleri ve monogliseritler genellikle emülsülfiyer ve dağıtıcı maddeler olarak diğer kaplama materyalleri ile birlikte kullanılmaktadırlar (Gontard and Guilbert 1994; Fabra 2008).

## -Emülsiyonlar

Emülsiyon kaplamalar, su veya diğer bazı hidrofilik çözeltilerde yağ veya mumun dağılmasıyla oluşur. Mükemmel nem bariyer özelliklerine sahiptir (Fabra 2008).

## -Reçineler

Ağaç ve çalıkların özelleşmiş bitki hücrelerinin yaralanmaya bir tepki olarak ürettikleri asit karakterdeki reçinelerden özellikle şellak reçinesi, Laciferlacca böceği tarafından üretilir ve kaplama materyali olarak ürüne parlaklık kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Tahta reçinesi ise çam ağaçlarından elde edilmektedir. Çözücü maddeler öncelikle reçineler, az miktarda mum ve petrol çözücüsü eklenerek yapılan kaplamalardır. Parlaklık, reçine ve mum ile çözücünün karıştırılmasına bağlıdır. Meyvelerin doğal renginin korunmasında, su kaybının azalmasında ve bazı fizyolojik bozuklukların önlenmesinde reçineden hazırlanan kaplamalar etkili olmaktadır. Ayrıca bu tip kaplamaların turunçgil, elma, sert çekirdekli meyveler, nar, domates, ananasta kullanıldığı da bilinmektedir (Morillon *et al.* 2002; Fabra 2008).

**Çizelge 1.1.** Yenilebilir biyofilmlerle oluşturulan ambalajların biyolojik orijinleri (Yumuk 2014)

| Polisakkarit orijinli biyofilmler  | Yağ orijinli biyofilmler   | Protein orijinli biyofilmler   |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Nişasta (Buğday, mısır, patates, kinoa, pirinç ve türevleri)</li> <li>Selüloz (Odun ve türevleri, pamuk)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Çapraz bağlanmış trigliseridler</li> <li>Vakslar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hayvansal Köken (Jelatin, kollajen, kazein, peynir altı suyu, keratin, balık proteini, yumurta beyazı proteini, süt proteini)</li> <li>Bitkisel (glüten, zein, soya, bezelye, pamuk tohumu, yer fıstığı, ayçiçeği, pirinç)</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Gumlar (Aljinatlar, karragenan, guar, lokustbean, pektinler ve diğer türevleri)</li> <li>Kitin/Kitosan</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bitkisel ve Hayvansal yağlar</li> </ul>                     |  |

### **1.1.7. Yenilebilir kaplamaların uygulanma metotları**

Yenilebilir film ve kaplamalar nem veya oksijen bariyeri oluşturmak, yüzeyde mikrobiyal bozulmayı geciktirmek, yüzey kurummasını sınırlamak, gıdaların yüzey görünümünü düzeltmek ve küçük porsiyonların yapışmasını önlemek amaçlarıyla uygulanmaktadır. Yenilebilir kaplamanın içeriği, istenen özelliklere göre seçilmektedir. Proteinler ve karbonhidratlar ürünlerin mekanik dirençlerini arttırmakla beraber kaplamaların gaz geçirgenliklerini de kontrol edebilmektedir. Lipidler ise daha çok su kaybını önlemeye yönelik olarak kullanılmaktadır. Yenilebilir kaplama hazırlama teknolojisi, kaplamaya direnç-esneklik veren plastikleştiricilerin ve diğer katkı maddelerinin seçimi, uygulanan teknikler ve kaplama kalınlığı kaplamanın son özellikleri üzerine etkilidir. Yenilebilir kaplamaların uygulanmasında daldırma, püskürtme, köpükleme, damlatma ve dökme teknikleri kullanılmakla birlikte kaplama tekniği, ürünün zarar görmeyeceği şekilde seçilmelidir. Koruyucular, antioksidan içeren çözeltiler ve diğer sulu materyaller daldırma veya püskürtme metodu ile uygulanabilmektedir (Okamoto 1978).

#### **-Daldırma metodu**

Bu yöntemde sıvı kaplama materyallerine daldırılan ürünler sonrasında kuruyup katılaşması için kullanılan materyalin fazlası üründen uzaklaştırılmaktadır. İşleme tabii tutulmuş ürünlerin kurumması, daldırma işleminden sonra oda koşullarında bekletilerek ya da çözücünden uzaklaştırıldığı bir kurutucuya taşınarak kurumaları sağlanmaktadır (Okamoto 1978).

#### **-Püskürtme (Sprey) metodu**

Püskürtme yönteminde, ürünler üzerinde tekdüze ince bir tabaka elde edilecekse veya belli bir kısmı kaplanacaksa yenilebilir nitelikteki kaplamalar istenilen ürüne püskürtülerek uygulanmaktadır. Bu yöntemde, hava üfleyen sistemlerin geliştirilmesiyle

veya özellikle yüksek basınç spreyuygulayıcılarla meyve ve sebze kaplamada sıkça kullanılan bir uygulamadır (Gennadios *et al.* 1996; Morillon *et al.* 2002; Fabra 2008).

### **-Damlatma metodu**

En çok kullanılan yöntemler arasında olup kaplama materyalinin kaplanacak ürüne damlalar halinde bırakılmasıyla yapılır. Ürünün üniform bir şekilde kaplanması için daha sonra dönen fırça yataklarına gönderilir ve kaplama, fırçaların üzerinde yer alan fanlarla kurutulur. Kaplamaların kalıp halinde kontrol edilebildiği gibi, kaplama kalınlığı fırçalarla yayılarak da yapılabilir. Kaplama kalınlığına dikkat edilmediği takdirde üründe depolama süresince problemlere (yapışma, kırılma, çatlama vs.) neden olabilmektedir (Fabra 2008).

### **-Dökme Metodu**

Püskürtme ve daldırma metotlarına yardımcı olarak kullanılan bu yöntemde kaplamaların yüzeyi fazla miktarda kaplandığında ürünün gaz geçirgenliği azalarak bozulmalara neden olabilmektedir (Galiotta 1998).

### **-Köpükleme metodu**

Bir başka kaplama yöntemi olan köpükleme metodunda ise, köpük uygulayıcı ile ya da uygulama tankına sıkıştırılmış havayla verilerak ürünlere uygulanmaktadır. Köpük silindir üzerinde hareket eden ürünlere uygulanır ve fırçalar kaplama materyalini ürünün yüzeyine dağıtır. Kaplama materyalinin fazlası, fırça vb. çeşitli malzemelerle uzaklaştırılır ve bazen uzaklaştırılan kaplama kalite korunumuna göre tekrar kullanılabilir. Bu tip kaplamalar, içerdiği su miktarının azlığından dolayı oldukça hızlı kurur, ancak yetersiz kaplama birtakım problemlere sebep olmaktadır. Bu özellikleri çok fazla tercih edilen bir yöntem olmalarını engellemektedir (Hardenberg 1967; Okamoto 1978).

### 1.1.8. Kinoa

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), ıspanakgiller veya kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*) familyasının bir üyesi olup 2013 yılında "Birleşmiş Milletler Bölge Ofisi" tarafından "2013 Kinoa yılı" olarak ilan edilmiştir. Literatürde, tek yıllık, çift çenekli bitkiler sınıfında nitelendirilmektedir. Kökeni Güney Amerika'ya dayanan bu bitkinin, 5000 yıldan beri Peru ve Bolivya'da kültürünün yapılmakta olduğu tahmin edilmektedir (Pearsall 1992). Avrupa kıtasında kültüre alınması ise 1980'lerin başlarına dayanmaktadır. Orijinalinde 4000 m rakımda yetişebilen bu bitki, ülkemizde Adana, Konya, Iğdır ve Erzurum illerinde kültüre alınmaya başlanmıştır (Garcia *et al.* 2002; Geren *et al.* 2014).

Orijini olan ülkelerde; pirince alternatif olarak yaygın şekilde kullanılan kinoa, tahıl üretiminde oldukça önemli bir geçim kaynağıdır. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarla içerdiği amino asitler, elyaf, poli-doymamış yağlı asitler, vitaminler, mineraller, fitosteroller, fitosteroidler, fenolikler, betalainler ve glisinbetain gibi besin bileşenlerinin tespit edilmesi ile dünyadaki en popüler bitkiler sınıfına girmiş ve gıdaların muhafazasında oldukça güncel bir konu olan yenilebilir biyofilm uygulamalarında da ana materyel olarak yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Kolata 2009).

Su ürünleri işleme teknolojisinde yenilebilir biyofilmlerin kullanımı konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıda olup özellikle kinoa bitkisinden elde edilen filmlerle balıkların soğukta muhafaza sürelerine etkileri ile ilgili çalışmalara yapılan literatür taramalarında rastlanılmamıştır.

Yapılan bu çalışma ile alabalık filetoharını kinoa nişastasından elde edilen polisakkarit orijinli film kaplama ile kaplayarak soğuk muhafaza sırasında meydana gelen kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerle, elde edilen filmlerin yapısal özellikleri de izlenerek su ürünlerinde kullanım imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gomez-Estaca *et al.* (2009) balık jelatini ve kitosandan elde ettikleri kompozit filmlere karanfil esansiyel yağı ilave ederek çiğ dilimlenmiş somonlar üzerinde yaptıkları araştırmada, karanfil içerikli filmlerin toplam aerobik mezofilik bakteri miktarında 11. günden sonra 2°C'de azalmalara neden olduğunu ve diğer analiz sonuçlarıyla birlikte balık jelatini orijinli yenilebilir jelatinlerin paketlenme materyali olarak kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Farklı kaplama materyalleri (birinci kaplama gluten:zein (30:70, 50:50, 70:30), ikinci kaplama guar gamı (0,2, 0,4, 0,6%) ve son kaplama olan buğday unu:mısır unu (30:70, 50:50, 70:30) ile kaplanan inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*) filetolarının duyu kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, tekstür, lezzet ve koku değerlerinde kaplamaların farklılığı önemsiz, renk değişimlerinin ise önemli olduğu tespit edilmiştir (Kılınççeker vd 2009).

Souza *et al.* (2010) farklı kitosan konsantrasyonlarının (%1, %1,5 ve %2) somon (*Salmo salar*) filetolarında 18 günlük depolama (0°C) boyunca 6. gününden sonra pH değerinin, 9. gününden sonra da TBA, TVB-N ve TMA değerlerinin kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde azalış gösterdiği, bununla birlikte kitosanla kaplanan ürünlerde toplam aerobik bakteri sayısının da daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Kinoa (*C.quinoa*,) nişastasından elde edilen filmlerin geliştirilmesi amacıyla yapılan bir başka çalışmada, film solüsyonu karışımı, pH değeri, gliserol miktarı, sıcaklık ve süre bakımından farklılık gösteren ortam koşullarında deneyerek optimum değerlerin, 21.2 g gliserol/100 g kinoa nişastası, 10.7 pH, 36°C sıcaklık ve kurutma süresinin de 14 saat olduğu bildirilmiştir (Patricia 2010).

Jiang *et al.* (2010) balık derisinden elde edilen jelatine potasyum sorbat ve sodyum tripolyfosfat ilavesiyle hazırlanan filmlerle kaplanan karidesler toplam bakteri ve



psikrofil bakteri bakımından kontrol grubuna kıyasla daha etkili olduğu pH değerlerinde ise önemli bir değişikliğe neden olmadığı fakat karideslerde raf ömrünün 10 gün uzadığını rapor etmişlerdir.

Arıtma atıklarından üretilen jelatinin aynı balık türünün soğukta muhafazasında nem kaybında, toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve lipid oksidasyonunda azalmalara neden olduğu, renk değişiminde ise kontrole oranla daha stabil değerler alındığı kaplanmayan balıklardan daha az değişikliğe neden olduğunu bildirilmiştir (Heu *et al.* 2010).

Ojagh *et al.* (2010) tarçın yağı (*Cinnamom umverum*) ve kitosan film kaplamalarının (%2 kitosan+%1,5 tarçın yağı) gökkuşacağı alabalık (*O. mykiss*) filetolarında raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında, kitosan ve tarçın yağı ile kaplanan filetoların kontrole oranla raf ömürlerinin daha uzun olduğunu ve kalite özelliklerinin daha yüksek düzeyde kaldığını tespit etmişlerdir.

Farklı konsantrasyonlarda peynir altı suyu proteinlerinden elde edilen kaplamaların kilka balıkları (*Clupeonella cultriventris*)'nın raf ömrü üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, -18°C'de 4 ay depolanan balık filetoları; TAMB (toplam aerobik mezofilik bakteri) sayısı ve TVB-N (toplam uçucu bazik azot) miktarında depolama süresince önemli bir farkın görülmediği bildirilmiştir (Rostami *et al.* 2010).

Alak vd (2010) kitosan film ile kapladıkları atlantik bonito (*Sarda sarda*)'nun vakum ve modifiye atmosfer paketlemelerinde düşük pH değerini gösterdiğini, TVB-N ve TBARS değerleri bakımından ise kontrol grubuna kıyasla önemli bir fark gözlemlenmediğini ifade ederek kitosan film ile kaplamanın güçlü bir antimikrobiyal etki gösterdiğini ve raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*)'ndan elde edilen jelatin-lignin içerikli biyofilmlerle yüksek basınç altında tutulan atlantik salmonların raf ömrü üzerine yapılan çalışmada, 23 günlük depolama süresince farklı yüksek basınç şiddetinin balık kalitesi üzerine

etkisi olduğu ayrıca filmlerin de filetolarda lipit oksidasyonunu azalttığı ve raf ömrünü artırdığı rapor edilmiştir (Ojagh *et al.* 2011).

Valenzuela *et al.* (2013) kinoa protein-kitosan-ayçiçek yağı karışımı yenilebilir biyofilmlerin mekanik, yapısal ve bariyer yapısı özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, farklı pH değerlerinde ekstrakte ettikleri kinoa proteinlerini kitosan ile karıştırarak karışım üzerine 2,9, 3,8 ve 4,7 g/100 ml oranında ayçiçek yağı eklemişler ve yapısal, mekanik, bariyer özelliği bakımından en iyi sonucun 2,9 g/100 ml denemesinde görüldüğünü ifade etmişlerdir.

Farklı oranlarda (%1 ve %2) elde edilen kitosan filmlerin sardalya (*Sardinella longiceps*) balıklarının 11 gün süresince soğukta muhafaza edilmesiyle raf ömrüne olan etkisinin araştırıldığı çalışmada, kitosan içerikli yenilebilir kaplamanın oksidasyon ürünleri ve uçucu bazların oluşumunu önemli düzeyde azalttığı ayrıca bakterilerin gelişiminde etkili olduğu, sonuç olarak sardalya balıklarının tketebilirlik sınırının muamele edilmiş filmlerle gruplarda 8-10 gün, kontrol grubunda ise 5 gün olduğu rapor edilmiştir (Mohan *et al.* 2012).

Ahmad *et al.* (2012) %25 limon yağı ilave ederek hazırladıkları jelatin filmlerle kapladıkları levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarını 12 gün boyunca 4°C'de depolamış, psikrofilik, laktik asit, *Enterobacteriaceae* ve H<sub>2</sub>S üreten bakterilerin gelişiminde muhafaza süresince esansiyel yağ içeren filmle kapladıkları levrek filetolarında 12 gün gecikme, TBARS ve TVB-N değerlerinde çok düşük farklılıkların görüldüğünü bildirmişlerdir.

Yenilebilir zein filmi ve vakum paket ile kaplanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının kalite parametrelerinin araştırıldığı bir çalışmada, filetolar üç farklı muameleye (zein ile kaplama, vakum paketleme ve aerobik paketleme), tabi tutularak 15 gün boyunca depolanmış ve muamele grupları arasında laktik asit bakteri sayısı bakımından farklılıklar kaydedilmiştir (Can ve oban 2012).

Fakhouri *et al.* (2013) nişasta/jelatin filmlerin işleme metotlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, gliserol ve sorbitolu kullanarak dört farklı işleme prosesinde dayanıklılık, dayanıklılık takibi, yapışma ve ekstraksiyon (ayırma) değerleri incelenmiş, yapıştırıcı olarak kullanılan materyallerin ve kullanılan işleme proseslerinin bağlı olarak filmlerin mekanik ve yapısal özelliklerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

$\alpha$ -tokoferol eklenmiş kitosan kaplamaların buzdolabında depolanan gökkuşuğu alabalık (*O. mykiss*) filetolarında yağ oksidasyonuna olan etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada, filetolar 28 gün boyunca soğukta depolanarak her 7 günde bir analize tabi tutmuş ve analiz sonucunda  $\alpha$ -tokoferol içerikli kitosan kaplamaların yağların oksitlenmesini geciktirdiği bildirilmiştir (Tolouie *et al.* 2013).

Kitosan biyofilmlere farklı oranlarda (%2, %4, %6 ve %8) ilave edilen mısır anasonları esansiyel yağının ekledikleri filmlerde antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini önemli oranda artırdığı, oldukça yüksek düzeyde görüldüğünü, bu şekilde elde edilen biyofilmlerin su ürünlerinde kaplama materyali olarak kullanılabilmesi ve raf ömrünü artırılabilmesi bildirilmiştir (Jahani *et al.* 2014).

Utami *et al.* (2014) manyok (*Manihotes culenta*) nişastasından elde ettikleri biyofilmlere zerdeçal ve karaçalı esansiyel yağı ekleyerek alabalık filetolarının raf ömrü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, esansiyel yağ katkılı biyofilmlerle kaplanan filetolarında raf ömrünün ve filetoların kalitesinin korunmasında artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Gökkuşuğu alabalık (*O. mykiss*) filetolarında ayva müsilaçlı yenilebilir ambalajlamanın buzdolabı şartlarında oksidasyon seviyesi ve pH değerlerinde azalmalara sebep olduğu fileto renk kalitesinde ise herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı kaydedilmiştir (Joukia *et al.* 2014).

Ariaii *et al.* (2014) karanfil esansiyel yağı eklenmiş aljinat/karboksil metil selüloz kompozit kaplamanın (%1, %1,5 ve %15 aljinat/karboksil metil selüloz ve karanfil

esansiyel yağı) gümüş sazan (*Hypophthalmichthys molitrix*) filetoları kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada,  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 16 günlük depolama süresi sonunda %15 içerikli karanfil esansiyel yağı eklenmiş aljinat/karboksil metil selüloz kaplamaların mikrobiyal gelişimini diğer gruplara göre daha fazla engellediğini bildirmişlerdir.

Aktif biyofilmlerle gümüş sazan (*H. molitrix*) üzerine yapılan bir başka çalışmada, karajen bazlı filmlere farklı oranlarda limon suyu eklenerek 15 günlük depolama sonunda en yüksek oranda limon suyu ilave edilerek oluşturulan karajen filmlerin özellikle mikrobiyal gelişmeyi azalttığı ve lipit oksidasyonunu yavaşlattığı tespit edilmiştir (Volpe *et al.* 2014).

Raeisi *et al.* (2014) kekik (*Zataria multiflora*) esansiyel yağı ve üzüm tohum ekstraktlarının karboksimetil selüloz kaplamasının gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında 20 günlük depolama sonucunda TBA, TVB-N ve pH değerlerinde önemli derecede azalmalara sebep olduğunu kaydetmişlerdir.

Kinoa (*C. quinoa*) bitkisinden elde edilen nişasta içerikli biyofilmlere altın nano tanecikleri ilave edilmesiyle filmlerin mikrobiyal etkinliğinin artırılması üzerine gerçekleştirilen çalışmada, altın nanopartikül eklenmiş biyofilmlerin standart filmlere kıyasla, mekanik, optik ve morfolojik bakımdan daha kaliteli özellikler gösterdiğini, antibakteriyel açıdan özellikle *Escherichia coli* ve *Staphylo aureus* türlerine karşı çok güçlü bir etki gösterdiğini bu sebeplerden dolayı altın partikül eklenen kinoa bitkilerinden elde edilen filmlerin aktif gıda paketlenme ürünü olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Carlos *et al.* 2015).

Caro *et al.* (2015) kitosan ve kitosan/kinoa protein oluşumlu yeni nesil aktif ambalajların kitosan-tripolifosfat-timol nanopartikülleri ile termal ink-jet uygulamalarında, kitosan-tripolifosfat nanopartikülleri ve bu karışıma timol eklenmesiyle ink-jet yazıcı kullanılarak basılan filmlerin *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Enterobacter* mikroorganizmalarına karşı en yüksek antimikrobiyal etkiyi gösterdiğini, ileri çalışmalarda kullanılan

materyallerin farklı oranlarda kullanımı sonucu elde edilecek filmlerin daha iyi sonuçlar verebileceğini bildirmişlerdir.

Üç farklı (kırmızı, siyah ve beyaz) kinoa (*C. quinoa*) genotipi kullanılarak fenolik, betasiyanin ve antioksidan aktivitelerinde farklılıkların araştırıldığı çalışmada, her bir kinoa da en az 23 adet (fenolik asit, vanilik asit ve ferulik asit vb.) fenolik bileşenin bulunduğu, betasiyanin bakımından (betanin, izobetanin vb.) renk tipine bağlı olarak farklılıkların gözlemlendiği ve en yüksek antioksidan aktivitenin siyah kinoa da olduğu rapor edilmiştir (Tang *et al.* 2015)

Valenzuela *et al.* (2015) kinoa (*C. quinoa*) – kitosan karışımı yenilebilir filmlerin meyvelerin raf ömrü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, filmlerin maya ve küf oluşumunu engellediğini, CO<sub>2</sub> emisyonunu %60 oranında azalttığını, duyu özellik bakımından kalitenin daha fazla korunduğunu ve fiziko kimyasal parametrelerde herhangi bir değişime sebep olmadığını rapor etmişlerdir.

Aynı bitki türünün fizikokimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada nişasta şişme (kabarma gücü), enzim hassasiyeti, su çözünürlük indeksi, amiloz etkisi, yapışma etkisi, termal ve tekstür özellikleri incelenmiş kinoa nişastasının insan gıdası olarak da kullanılabilir kaliteli bir besin olduğu rapor edilmiştir (Li *et al.* 2016).

Brakez *et al.* (2016) yaptıkları çalışmalarında kinoa (*C. quinoa*) tohumlarının besin kompozisyonunu; %21,6-%23,8 protein, 462,85-490,28 mg g<sup>-1</sup> nişasta, %44,9-%47,1 karbonhidrat içeriği, %6.57-%7.98 lipid şeklinde tanımlayarak, C vitamini, polifenoller ve flavonoidler gibi bazı antioksidanların iyi bir kaynağı olduğunu ayrıca potasyum, demir ve manganez gibi en zengin iyonları taşıdığını rapor etmişlerdir.

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Balık**

Araştırmada, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İç Su Balıkları Araştırma ve Üretim Merkezi'nden temin edilen ve ortalama ağırlıkları  $300\pm 15$  g olan gökkuşuğı alabalıkları (*Onchorynchus mykiss* L., 1758) kullanılmıştır.

##### **3.1.2. Kinoa**

Araştırmada ticari bir firmadan (Dimyat Gold, (500 g), Türkiye) temin edilen beyaz kinoa (*C. quinoa*) film ana materyali olarak kullanılmıştır.

#### **3.2. Metot**

##### **3.2.1. Deneme planı**

Kinoa (*C. quinoa*) tohumlarından elde edilen nişastalardan (%4 kinoa-100 ml distile su-%1 gliserol) yenilebilir filmler hazırlanmıştır. Hazırlanan filmler bazı yapısal (film kalınlığı ve ışık geçirgenliği) analizlere tabi tutulmuştur. 30 adet alabalıktan çıkarılan 60 adet filetonun 15 tanesi film ile kaplanmış 15 tanesi ise herhangi bir muamele yapılmayarak kontrol grubu olarak kabul edilmiştir ve deneme tekerrürlü olarak dizayn edilmiştir. Muamele ve kontrol grubu filetolar  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 günlük depolamanın belirli günlerinde (0, 3, 6, 9 ve 12. gün) kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur (Yıldız ve Bircan 1994; Alak 2011).

### 3.2.2. Fileto hazırlanması

İç organları temizlenen balıkların solungaç kapaklarının altından kuyruk yüzgeçlerine kadar dorsal ve abdominal kasları içine alan et kısmı steril bistüriler ile laboratuvarında açılmıştır. Daha sonra balıklar ters çevrilerek aynı işlem uygulanmış; kılçıklar, kuyruk ve solungaçlarla birlikte baş kısımları ayrılarak filetolar elde edilmiştir (Aras-Hisar 2002; Alak 2011).

### 3.2.3. Kinoa nişastası eldesi

Kinoa tohumları saf su içerisinde  $\frac{1}{2}$  oranında olacak şekilde 8 saat bekletildikten sonra blender yardımıyla öğütülmüştür. Öğütülmüş kısımlar ince göz açıklığına sahip eleklerden geçirilerek süpernatantların ön eliminasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde kalan materyal santrifüj tüplerine koyularak 1000g/15dk/4°C'de her defasında süpernatantlar alınmak üzere 3 kere santrifüj edilmiştir. İşlem sonunda solüsyon içerisinde kalan proteinlerin çözülmesi için %0.20'lik sulu NaOH çözeltisi pH değeri 10,5 olacak şekilde muamele edilmiştir. Ardından solüsyonun nötralizasyonu için 1 mol L<sup>-1</sup> HCL eklenmiştir. Nötralizasyon sonrasında elde kalan materyal saf su ile 5 kere yıkanarak çözelti içerisinde kalan protein ve tuzdan arındırılarak nişasta eldesi gerçekleştirilmiştir (Araujo-Farro *et al.* 2010).

### 3.2.4. Filmlerin elde edilmesi

Araujo-Farro *et al.* (2010), metoduna bazı değişiklikler uygulanarak filmler hazırlanmıştır. Steril kabin içerisinde elde edilen kinoa nişastaları 4g/100 ml oranında cam malzemeye koyularak film solüsyonları oluşturulmuştur. Solüsyonun doyumluğa ulaşması için manyetik karıştırıcıda 5-10 dk karıştırıldıktan sonra solüsyona plastik özelliği kazandırılması için 82°C'de 30 dk su banyosunda bekletilmiştir. Bekleme sonrasında %1 oranında gliserol (glicerolapprox. %87) solüsyona eklenerek manyetik karıştırıcıda tekrar karıştırılmış, ardından 35°C'de 16 saat bekletilerek filmler elde edilmiştir.

### 3.2.5. Filmlerin filetolara uygulanması

Steril şartlarda hazırlanan filmlerle filetoların tüm yüzeyinin kaplanmasına özen gösterilmiştir. Steril ortamda vakum aspiratör altında kaplanan alabalık filetoları alüminyum folyolar üzerine yerleştirilerek buzdolabı şartlarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) 12 gün süresince depolanmıştır.

### 3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

Buzdolabında depolanan kaplanmış filetolara ait mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri, psikrotrofik bakteri, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas*) için 10 gr örnek alınmasının ardından üzerine 90 ml serum fizyolojik su ilave edilerek Stomacher'de homojenize edilmiştir. Hazırlanan bu homojenizattan uygun dilüsyonlar hazırlanmak üzere 1 ml alınarak analizler yapılmıştır (Aras-Hisar 2002; Alak 2011).

#### 3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Plate Count Agar (PCA, Merck) Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımında besiyeri olarak kullanılmıştır. Yüzeye yayma yöntemi ile hazırlanmış olan dilüsyonlardan alınarak ekimler yapılmıştır. Petrilere ekim yapıldıktan sonra  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi bitiminde petri kutularında sayım yapılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993; Aras-Hisar 2002; Alak 2011).

#### 3.2.6.b. Psikrotrof bakteri sayımı

Plate Count Agar (PCA, Merck) Psikrotrof Bakteri Sayımında besiyeri olarak kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Ekim sonrasında petri kutuları  $10^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün aerobik şartlarda inkübasyona



bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutularında sayım yapılarak psikrotrofik bakteri sayıları belirlenmiştir (Lyhs *et al.* 2001; Alak 2011).

### **3.2.6.c. Laktik asit bakteri sayımı**

Laktik asit bakteri sayımında besiyeri olarak De Man Ragosa Sharpe Agar (MRS, Merck) kullanılarak yüzeye yayma yöntemi uygulanarak ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler anaerobik şartlarda 30°C’de 48 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi sonunda gelişen koloniler sayılarak laktik asit bakteri sayısı tespit edilmiştir (Baumgart *et al.* 1993; Aras-Hisar 2002; Alak 2011).

### **3.2.6.d. *Pseudomonas* sayımı**

Cetrimide Agar (CFC, Merck) *Pseudomonas* sayımında besiyeri olarak kullanılmıştır. Petrilere hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Ekim sonrasında aerobik koşullarda 25°C’de 48 saat inkübasyonun ardından petri kutularında gelişen koloniler sayılarak *Pseudomonas* sayıları tespit edilmiştir (Aras-Hisar 2002; Yumuk 2014).

### **3.2.6.e. *Enterobacteriaceae* sayımı**

Violet Red Bile Dekstroze Agar (VRBD, Merck) besiyeri olarak kullanılmıştır. Yüzeye yayma metodu ile ekim yapılan petriler anaerobik şartlar altında 30°C’de 48 saat inkübe edildikten sonra çapı 1 mm’nin üzerinde olan koloniler sayıma tabi tutularak *Enterobacteriaceae* sayısı tespit edilmiştir (Alak 2011).

### 3.2.7. Kimyasal analizler

#### 3.2.7.a. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi

Malle and Tao (1987) tarafından belirtilen yöntem uygulanarak yapılmıştır. Küçük parçalar haline getirilen örneklerden paralelli olarak 20'şer gr alınarak örneklerin üzerine 40 ml TCA çözeltisi eklenmiştir. Sonrasında Ultra Turrax'da (IKA WerkTp 18-10 20.000 rpm) 1-2 dakika homojenize edilen karışım, bir sonraki proseste 2500 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve filtre kağıdı (Falten filler Ø150 mm, hızlı filtre edebilen) ile filtrelenmiştir. Elde edilen çözeltiden 12,5 ml alındıktan sonra üzerine 2,5 ml NaOH ilave edilmiş ve distilasyon cihazına yerleştirilmiştir.

5 ml %4'lük borik asit çözeltisi (4 gr/100 ml çözelti günlük kaynatılıp soğutulmuş saf su ile hazırlanmıştır) ve 0,02 ml indikatör (0,1 gr metil kırmızısı ve 0,1 gr brom kresol yeşili; 100 ml etanol) distilatın birikeceği erlen içerisine ilave edilmiştir. Daha sonra, borik asit ve indikatör içeren erlen distilasyon cihazına yerleştirilmiş ve 5 dakikada 25 ml distilat toplanacak şekilde distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen distilat pembe renk oluşumu gözlenene kadar 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyonda harcanan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi (n) dikkate alınarak TVB-N değeri aşağıdaki formülle hesaplanarak tespit edilmiştir (Çarbaş 2008; Alak 2011).

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = n \times 16,8 \text{ mg azot}$$

#### 3.2.7.b. Thiobarbitürik asit reaktif substans (TBARS) analizi

Lemon (1975) tarafından verilen yöntem TBARS değerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Küçük parçalar haline getirilen örneklerden 2'şer gr tartılarak paralelli olarak örnek alınmıştır. Daha sonra örneklerin üzerine 12 ml TCA solüsyonu (%0,1 EDTA, %7,5 TCA, %0,1 propilgallat, 1-propil gallat 3 ml etanolde çözündürülmüştür) eklenmiştir. Elde edilen karışım Ultra-Turrax'da 15-30 sn homojenize edilerek Whatman 1 filtre kâğıdından geçirilmiş ve filtre edilmiştir. Oluşan ekstraktan bir tüp içerisine 3 ml

aktarılarak üzerine 3 ml TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan karışımlar su banyosunda 95°C’de 40-45 dakika bekletilmiştir. Su banyosundan alındıktan sonra 5-10 dakika oda koşullarında soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra 532nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçümler yapılmıştır. Kör eldesi için 3 ml TCA çözeltisine 3 ml TBA çözeltisi eklenerek örnek için uygulanan aşamalar aynı şekilde yapılmıştır. Köre baz alınarak okunan absorbans değerleri ile TEP (1, 1, 3, 3 tetraetoksipropan) ile hazırlanan standart eğriden elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine koyularak TBARS değeri ( $\mu\text{mol MA/kg}$ ) hesaplanmıştır (Aras-Hisar 2002).

$$\text{TBARS} = \frac{\left(\frac{\text{abs}}{k}\right) * 2}{m * 6,8 * 1000}$$

k: Standart eğriden elde edilen değer (0,05)

m: Örnek miktarı

abs: Örnek için okunan absorbans değeri

### 3.2.7.c. pH analizi

pH değerleri ölçümlerinde küçük parçalar haline getirilmiş örneklerden paralelli olarak 10 gr alınarak üzerine 100 ml saf su eklenmiştir. Elde edilen süspansiyonlar Ultra-Turrax’da 1-2 dakika homojenize edildikten sonra pH metre ile değerler ölçülmüştür. Ölçümler yapılmadan önce pH metre 4.00 ve 7.00’lik tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Aras-Hisar 2002).

### 3.2.8. Kinoa filmlerin yapısal analizleri

#### 3.2.8.a. Yenilebilir filmlerin kalınlık ölçümleri

Yenilebilir film kaplamaların kalınlıkları 0,001 mm hassasiyetli Tronic/1131-150 Dijital Kumpas cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Filmlerin 10 farklı bölgesinden ölçümler yapılmış ve genel ortalama hesaplanmıştır (Akgün 2006).

### 3.2.8.b. Yenilebilir filmlerin UV-VIS. absorpsiyon spektroskopisi

Yenilebilir film kaplamaların ışık absorpsiyon ölçümü 200-1100 nm dalga boyu aralığına sahip Perkin-Elmer - Lambda 35 model spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda hazırlanan kinoa nişastası yenilebilir film örneği, katı numune haznesine yerleştirilerek 200-1100 dalga boyu aralığında absorpsiyon spektrumları alınmıştır. Sonrasında aşağıda belirtilen denklem kullanılarak ışık absorpsiyon değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Absorbans (A)} = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon bc$$

A; absorbans,  $I_0$ ; numune üzerine gelen ışığın şiddeti, I; numuneyi terk eden ışığın şiddeti,  $\epsilon$ ; molar absorptivite katsayısı (L/mol, cm), b; numune kabının kalınlığı (cm), c; ise konsantrasyon (mol/L)'dur. Numune kabına giren-ışık ve ışık şiddetleri arasındaki oran geçirgenlik (T) şeklinde ifade edilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır (Arık vd 2005).

$$\text{Geçirgenlik (T)} = \frac{I}{I_0} = 10^{-\epsilon bc}$$

### 3.2.9. İstatistiki analizler

Yapılan denemeler sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, bu analiz sonuçlarına göre önemli düzeyde farklı çıkan uygulamalar için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ancak *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterileri sayımı sonuçlarının istatistiki analizlerinde  $< 2 \log \text{ kob/g}$  değerleri  $2 \log \text{ kob/g}$  olarak alınmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Kinoa Filmle Kaplanmış Soğukta Muhafaza Edilen Filetolara Ait Sonuçlar

#### 4.1.1. Mikrobiyal analizler

##### 4.1.1.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Gökkuşluğu alabalıklarından elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanması sonucunda depolama süresince (12 gün) belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.1’de, grup x gün interaksyonu ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

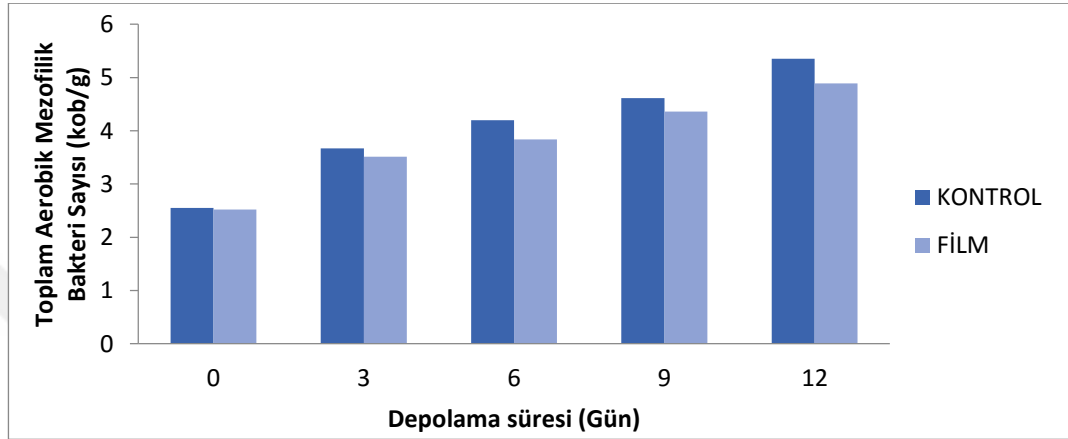
**Çizelge 4.1.** Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı sonuçları (log kob/g)

| GÜNLER **  |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| GRUPLAR ** | 0                      | 3                      | 6                      | 9                      | 12                     |
| K          | 2,55±0,07 <sup>e</sup> | 3,67±0,23 <sup>d</sup> | 4,20±0,14 <sup>c</sup> | 4,61±0,12 <sup>b</sup> | 5,35±0,22 <sup>a</sup> |
| F          | 2,52±0,06 <sup>e</sup> | 3,51±0,14 <sup>d</sup> | 3,84±0,09 <sup>c</sup> | 4,36±0,13 <sup>b</sup> | 4,89±0,09 <sup>a</sup> |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemli ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ ).

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı depolama başlangıcında kontrol grubunda  $2,55\pm 0,07$  log kob/g ve muamele (film kaplama) grubunda ise  $2,52\pm 0,06$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresine paralel olarak bakteri sayısında artışlar gözlemlenmiş ve depolama süresi sonunda en yüksek değer  $5,35\pm 0,22$  log kob/g ile kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar istatistiki olarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine grup ve gün etkisinin çok önemli ( $p<0,01$ ), grup x gün interaksiyonunun ise önemli olduğunu ( $p<0,05$ ) göstermiştir.



**Şekil 4.1.** Kinoa film kaplamanın toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkisi

Taze balıklarda toplam aerobik mezofilik bakteri ve psikrofilik sayısının tüketilebilir limit değerleri farklı araştırmacılar tarafından 6-7 log kob/g olarak bildirilmiştir (Erkan 2007; Sallam 2007). Çalışmamızda depolama süresince belirtilen tüketim limitlerinin altında değerler belirlenmiştir. Aynı depolama süreci ve farklı film tekniklerinin uygulandığı çalışmalara (Alak vd 2010; Huang *et al.* 2012; Günlü vd 2013; Aplanslan 2014) paralellik gösteren verilerimiz ışığında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında kaplama solüsyonu ve kaplama tekniğinin önemli inhibe edici etkisinin olduğu düşünülmektedir.

#### 4.1.1.b. Toplam psikrotrofik bakteri sayısı

Gökkuşığı alabalıklardan elde edilen filetoaların kinoa film kaplaması sonucunda depolama süresince (12 gün) belirlenen toplam psikrotrofik bakteri sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Soğukta ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının psikrotrofik bakteri sayısı sonuçları (log kob/g)

| GÜNLER <sup>**</sup>  |                  |                  |                  |                     |                  |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|
| GRUPLAR <sup>**</sup> | 0                | 3                | 6                | 9                   | 12               |
| <b>K</b>              | $4,19\pm 0,71^d$ | $4,37\pm 0,48^c$ | $5,64\pm 0,21^b$ | $5,84\pm 0,12^{ab}$ | $6,13\pm 0,31^a$ |
| <b>F</b>              | $4,19\pm 0,71^d$ | $5,28\pm 0,57^c$ | $6,45\pm 0,40^b$ | $6,53\pm 0,23^{ab}$ | $6,84\pm 0,11^a$ |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemsiz ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ ).

Toplam psikrotrofik bakteri sayısı depolama başlangıcında her iki grup içinde  $4,19\pm 0,71$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince bu değerlerde sürekli artış gözlemlenmiş ve depolama süresi sonunda en yüksek değer film kaplanmış grupta  $6,84\pm 0,11$  log kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar istatistiki olarak psikrotrofik bakteri sayısı üzerine grup ve gün etkisinin çok önemli ( $p<0,01$ ), grup x gün interaksyonunun ise önemsiz olduğunu ( $p>0,05$ ) göstermiştir. Balık ve diğer su ürünlerinin depolanması üzerine literatürde yenilebilir kaplamaların antimikrobiyal özellikleri ile yapılan birçok çalışma görülmektedir (Sahverdi vd 2007; Kayaardı ve Akkara 2010; Kılınç ve Sürengil 2015).

Çalışmamızda, depolama süresi sonunda elde edilen psikrotrofik bakteri sayıları, Aşık (2009), Jiang *et al.* (2010), Ojagh *et al.* (2010), Ahmad *et al.* (2012) ve Huang *et al.* (2012) ile uyumlu değildir. Söz konusu değişimde, psikrotrofik bakterilerin gelişiminde kullanılan film materyallerinin farklılığı etkili olmuştur.

Benzer şekilde Oğur (2012), protein film kaplamanın psikrotrofik bakteri sayısında azalış ya da artışa neden olabileceğini ifade etmiştir. Bu durum çalışma verilerimizle paralellik göstermektedir. Ayrıca balık materyalinin farklılığı da belirlenen uyumsuzlukta etkili olabilmektedir. Alak (2011), soğuk su balıklarında psikrotrofik bakteri sayısında artışların olabileceğini bildirmiştir.

#### 4.1.1.c. Laktik asit bakteri sayısı

Kinoa film ile kaplanmış gökkuşağı alabalığı filetoalarının soğukta muhafazası ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) süresince laktik asit bakteri sayısına ait sonuçları Çizelge 4.3’de, grup x gün interaksyonu ise Şekil 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetoalarının laktik asit bakteri sayısı sonuçları (log kob/g)

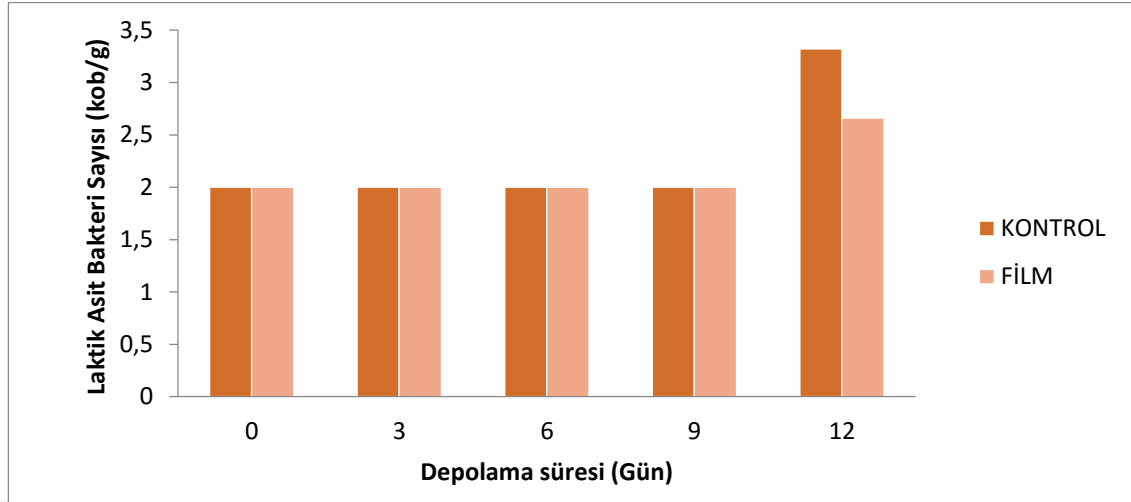
| GÜNLER ** |                        |                        |                        |                        |                        |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| GRUPLAR*  | 0                      | 3                      | 6                      | 9                      | 12                     |
| <b>K</b>  | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 3,32±0,48 <sup>a</sup> |
| <b>F</b>  | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,00±0,00 <sup>b</sup> | 2,66±0,28 <sup>a</sup> |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemli ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ )

Depolama başlangıcında laktik asit bakteri sayısı kontrol ve muamele (film kaplama) grubunda  $2,00\pm 0,00$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca her iki grupta da bir değişiklik gözlenmeyerek depolama süresi sonunda en yüksek değerin kontrol grubunda  $3,32\pm 0,48$  log kob/g muamele (film kaplama) grubunda ise  $2,66\pm 0,28$  log kob/g olduğu belirlenmiştir.

İstatistik analiz sonrasında laktik asit bakteri sayısı üzerine grupların önemli ( $p<0,05$ ), günlerin ve grup x gün interaksyonunun etkisinin çok önemli ( $p<0,01$ ) olduğu belirlenmiştir.





Şekil 4.2. Kinoa film kaplamanın laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi

Yapılan farklı film-kaplama çalışmalarında da araştırma bulgularımıza paralel sonuçlar elde edilmiştir (No *et al.* 2002; Viuda 2008; Volpe *et al.* 2015). Özellikle laktik asit bakterilerinin inhibisyonunda çözücü materyalin, biyofilm katkı maddelerinin etkili olduğu bilinmektedir (Volpe *et al.* 2015). Araştırmamızda depolamanın son günü olan 12. günde kontrol ve film kaplama gruplarına ait laktik asit bakteri sayılarına bakıldığında uygulamanın söz konusu bakteriler üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.1.d. *Pseudomonas* sayısı

Gökkuşağı alabalıklardan elde edilen filetoların kinoa film kaplaması sonucunda depolama süresince (12 gün) belirlenen *Pseudomonas* sayısına ait sonuçlar Çizelge 4.4'de grup x gün interaksyonu ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

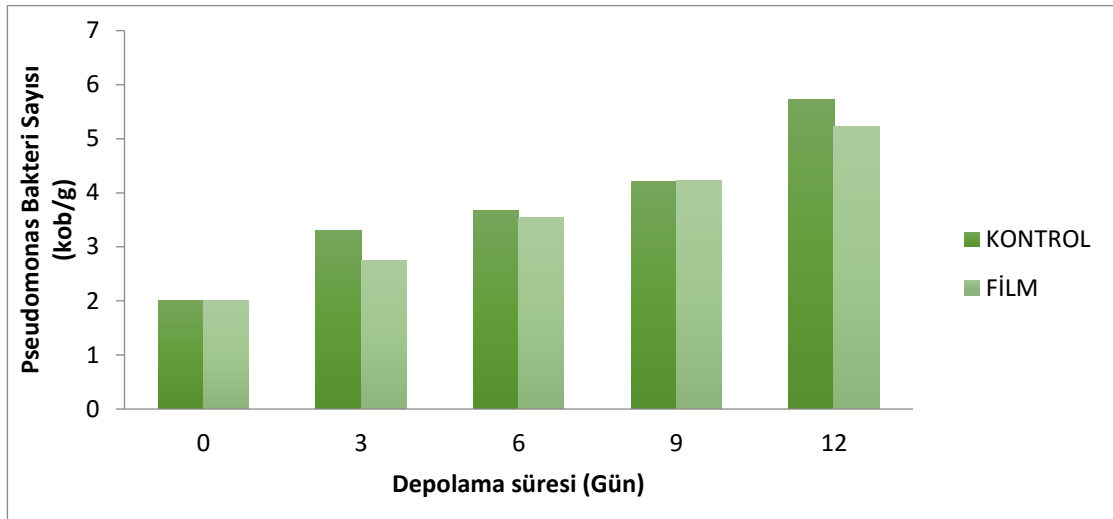
**Çizelge 4.4.** Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetoalarının *Pseudomonas* bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

|           |                        | GÜNLER **              |                        |                        |                        |  |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| GRUPLAR** | 0                      | 3                      | 6                      | 9                      | 12                     |  |
| K         | 2,00±0,00 <sup>e</sup> | 3,30±0,20 <sup>d</sup> | 3,67±0,36 <sup>c</sup> | 4,21±0,12 <sup>b</sup> | 5,72±0,28 <sup>a</sup> |  |
| F         | 2,00±0,00 <sup>e</sup> | 2,75±0,10 <sup>d</sup> | 3,55±0,17 <sup>c</sup> | 4,23±0,20 <sup>b</sup> | 5,23±0,22 <sup>a</sup> |  |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemsiz ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ ).

Depolama başlangıcında kontrol ve film kaplama grubunda *Pseudomonas* sayısı  $2,00\pm 0,00$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonuna kadar her iki grupta da artışlar gözlenerek depolama süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubunda  $5,72\pm 0,28$  log kob/g, muamele (film kaplama) grubunda ise  $5,23\pm 0,22$  log

İstatistik analizlerde, her iki grup için depolama günleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Varyans analiz sonuçlarına göre varyans kaynaklarından grup ile grup x gün interaksiyonunun etkisinin önemli ( $p<0,05$ ), günlerin ise çok önemli ( $p<0,01$ ) olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.3.** Kinoa film kaplamanın *Pseudomonas* sayısı üzerine etkisi

Gomez-Estaca *et al.* (2009) karanfil esansiyel yağı ilave edilen, balık jelatini ve kitosan kompozit filmlerin *Lactobacillus acidophilus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria innocua* ve *Escherichia coli* bakterileri üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ilgili çalışma ve Yumuk (2014)'le benzerlik göstermektedir. *Pseudomonas* inhibisyonunda yine farklı çözücülerin ve filmlerin etkili olduğu bilinmektedir (Alak 2012; Alparslan 2014).

#### 4.1.1.e. *Enterobacteriaceae* sayısı

Gökkuşluğu alabalıklardan elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanmasıyla soğukta muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) sırasında belirlenen *Enterobacteriaceae* sayısına ait sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Depolama başlangıcında kontrol ve film kaplama grubunda *Enterobacteriaceae* sayısı  $2,00\pm 0,00$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonuna kadar her iki grupta da artışlar gözlenerek depolamanın son gününde en yüksek değerlerin ( $4,38\pm 0,68$  log kob/g) kontrol grubunda görüldüğü, film kaplama grubunda ise  $4,07\pm 0,54$  log kob/g olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.5.** Soğukta ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

| GÜNLER ** |                  |                  |                  |                  |                  |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| GRUPLAR   | 0                | 3                | 6                | 9                | 12               |
| K         | $2,00\pm 0,00^c$ | $2,00\pm 0,00^c$ | $2,42\pm 0,10^b$ | $3,40\pm 0,00^d$ | $4,38\pm 0,68^a$ |
| F         | $2,00\pm 0,00^c$ | $2,00\pm 0,00^c$ | $3,19\pm 0,79^b$ | $3,88\pm 0,69^a$ | $4,07\pm 0,54^a$ |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemsiz ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ ).

Varyans analiz sonuçlarına göre *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine grup ve grup x gün interaksyonunun etkisinin önemsiz ( $p>0,05$ ), günler arası farkın ise çok önemli ( $p<0,01$ ) olduğu belirlenmiştir.

Alparslan (2014), portakal kabuğundan elde edilen esansiyel yağ ile zenginleştirilmiş yenilebilir kaplamaların soğukta depolanan karideslerin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde etkili olduğunu ve kaplamaların etki düzeyinin kullanılan mateyale bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Nirmal and Benjakul (2009) sodyum metabisülfite ve katesin uygulamasının karideslerde enterobakteriler üzerinde etkili olduğunu, sodyum metabisülfite uygulamasının düşük inhibisyon özellik gösterdiğini bildirmişlerdir. Lee and Yoon (2001) uygulanan materyallerdeki laktik asit bakterileri tarafından açığa çıkan asitlerin *Enterobacteriaceae* bakterileri inhibe edebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler araştırmacıların sonuçları doğrultusunda benzerlik göstermektedir.

#### **4.1.2. Kimyasal analizler**

##### **4.1.2.a. Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları**

Gökkuşluğu alabalıklardan elde edilen filetoaların kinoa film ile kaplanması sonucunda depolama süresince (12 gün) belirlenen toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları Çizelge 4.6'da, grup x gün interaksyonu ise Şekil 4.4'de verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol ve film kaplama grubunda toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları  $13,85 \pm 0,63$  mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama sonuna kadar her iki grupta da depolama süresine bağlı olarak artışlar kaydedilmiş ve depolama süresi sonunda en yüksek değerin kontrol grubunda  $20,35 \pm 0,49$  mg/100g film kaplama grubunda ise  $18,65 \pm 0,21$  mg/100g olduğu belirlenmiştir.

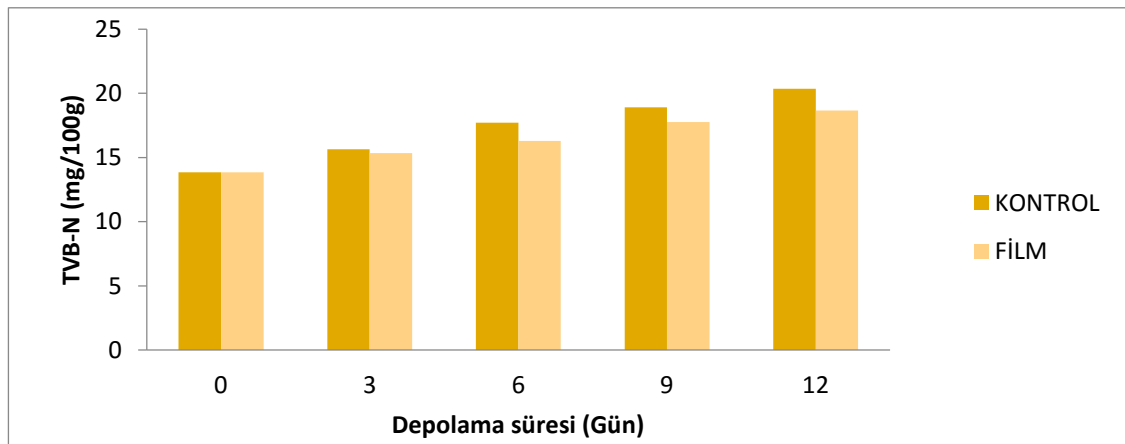
**Çizelge 4.6.** Soğukta ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetoalarının toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları (mg/100g).

| GÜNLER ** |                         |                         |                         |                         |                         |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| GRUPLAR** | 0                       | 3                       | 6                       | 9                       | 12                      |
| K         | 13,85±0,63 <sup>e</sup> | 15,65±0,21 <sup>d</sup> | 17,70±0,14 <sup>c</sup> | 18,90±0,14 <sup>b</sup> | 20,35±0,49 <sup>a</sup> |
| F         | 13,85±0,63 <sup>e</sup> | 15,35±0,21 <sup>d</sup> | 16,30±0,28 <sup>c</sup> | 17,75±0,20 <sup>b</sup> | 18,65±0,21 <sup>a</sup> |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemsiz ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ ).

İstatistik analizlerde ana varyasyon kaynaklarından olan gün ve grup  $p<0,01$  seviyesinde çok önemli bulunurken grup x gün interaksyonunun etkisi  $p<0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur.

Balıklarda endojen enzim aktivitesi ve bakteri faaliyetleri sonucunda uçucu bazik azotlu maddelerin miktarı artmaktadır. TVB-N kabul edilebilir limit değerleri (Aras-Hisar 2004: 25 mg/100 gr, Varlık vd 1993: 35 mg/100 gr) balık türlerine göre değişiklik arz etmekte birlikte çalışmamızda elde edilen veriler belirtilen sınır değerler arasındadır (Muşabak 2008; Ojagh *et al.* 2010; Novzari *et al.* 2013; Sipahioğlu 2013; Volpe *et al.* 2015).



**Şekil 4.4.** Kinoa film kaplamanın TVB-N üzerine etkisi

Alabalıklar için belirlenen tüketilebilirlik sınır değeri ise Aras-Hisar (2002) ve Alak (2012) tarafından 20 mg/100g olarak bildirilmiştir. Araştırmamızda depolama süresi boyunca kontrol ve film uygulanan filetolarda elde edilen TVB-N değerleri tüketilebilir değerin altında kalmıştır. Yapmış olduğumuz çalışma sonucu ile diğer çalışmalar kıyaslandığında tazelik kriteri olarak kullanılan TVB-N değerinde balık türü, depolama şartları, işleme teknolojileri, katkı maddesi ve ambalajlamanın etkili olduğu görülmektedir (Aras-Hisar 2002; Alak 2012; Yumuk 2014).

#### 4.1.2.b. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) sonuçları

Gökkuşığı alabalıklarından elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanması sonucunda depolama süresince (12 gün) belirlenen TBARS sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Depolama başlangıcında kontrol ve film kaplama grubunda TBARS seviyesi  $2,46 \pm 0,08$ - $2,76 \pm 0,28$   $\mu\text{molMA/kg}$  olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonuna kadar her iki grupta da artışlar gözlenerek depolama süresi sonunda en yüksek değerin kontrol grubunda  $3,87 \pm 0,10$   $\mu\text{molMA/kg}$  olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.7.** Soğukta ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafaza edilen kontrol ve film kaplama gruplarına ait alabalık filetolarının TBARS sonuçları ( $\mu\text{molMA/kg}$ )

| GÜNLER ** |                   |                   |                   |                      |                   |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| GRUPLAR** | 0                 | 3                 | 6                 | 9                    | 12                |
| K         | $2,76 \pm 0,28^c$ | $2,94 \pm 0,20^c$ | $3,51 \pm 0,02^b$ | $3,71 \pm 0,25^{ab}$ | $3,87 \pm 0,10^a$ |
| F         | $2,46 \pm 0,08^c$ | $2,60 \pm 0,14^c$ | $2,93 \pm 0,08^b$ | $3,06 \pm 0,01^{ab}$ | $3,12 \pm 0,02^a$ |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemsiz ( $P > 0,05$ ), \*Önemli ( $P < 0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P < 0,01$ ).

Varyans analiz sonucuna göre, TBARS değeri üzerine ana varyasyon kaynakları olan grup ve gün etkisinin çok önemli ( $p < 0,01$ ) olduğu, grup x gün interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu gözlemlenmiştir ( $p > 0,05$ ).

Genellikle TBARS lipid oksidasyon indeksi olarak kullanılan önemli bir parametredir (Jeon *et al.* 2002; Jongjareonrak *et al.* 2008; Fan *et al.* 2009; Ojagh *et al.* 2010). Gıdalar üzerinde meydana gelen ışık etkili lipid oksidasyonunun engellenmesinde yenilebilir biyofilmlerin önemli bir bariyer olabileceği bildirilmiştir (Gomez-Guillen *et al.* 2007).

Siripatrawan and Noipha (2012), yaptıkları çalışmalarında kitosan filmlerin lipid oksidasyonunu düşük seviyelerde tuttuğunu rapor etmişlerdir. Ojag *et al.* (2010), tarçın yağı eklenmiş kitosan filmlerin kontrol ve yağ içermeyen kitosan filmlere göre TBA değerinin daha düşük düzeylerde kalmasına neden olduğunu, kontrol grubu ile kitosan kaplama muamelesini kıyasladıklarında ise kaplama grubunun TBARS değeri üzerinde daha fazla etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Shon *et al.* (2011), yenilebilir jelatin ile kaplama sonrası vakum paketledikleri düşük yağlı sosisleri +4°C'de 8 hafta boyunca depolamaları neticesinde jelatin kaplanmış ürünlerde TBRAS değerinin düşük seviyede kaldığını tespit etmişlerdir. Sathivel *et al.* (2007) yaptıkları çalışmalarında kitosan ve soya proteini konsantresinin lipid oksidasyonunu geciktirdiğini bildirmiştir.

Yukarıdaki çalışmalara paralel olarak mevcut çalışmamızda depolama süresi boyunca uygulanan kinoa film kaplamanın lipid oksidasyonu üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kaplanan filetolarda filmlerin bariyer özelliğinden dolayı gıda ile oksijen arası teması engellemesiyle oksidasyon seviyesindeki azalmalarda etkili olduğu düşünülmektedir. Bunlara ilaveten balık türü, koruyucu madde uygulaması, depolama koşulları ve ambalajlama da TBARS değerleri üzerinde etkili olabilmektedir (Gerçek 2012).

#### **4.1.2.c. pH sonuçları**

Gökkuşuğu alabalıklardan elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanması sonucunda depolama süresince (12 gün) belirlenen pH sonuçları Çizelge 4.8'de, grup x gün interaksyonu ise Şekil 4.5'de verilmiştir.

Depolama başlangıcında kontrol ve film kaplama grubunda pH değerleri  $6,27\pm 0,00$ - $6,28\pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonuna kadar her iki grupta da artışlar gözlenerek depolama süresi sonunda en düşük değerin  $7,66\pm 0,22$  olarak film kaplanmış grupta olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** Soğukta ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetoalarının pH sonuçları

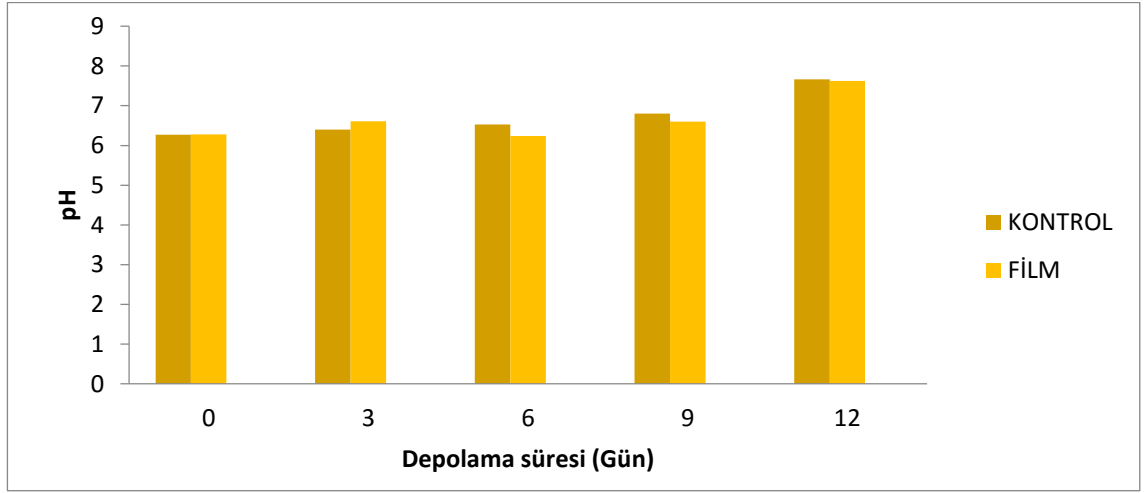
| GRUPLAR | GÜNLER**         |                  |                  |                  |                  |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|         | 0                | 3                | 6                | 9                | 12               |
| K       | $6,27\pm 0,00^d$ | $6,40\pm 0,10^d$ | $6,53\pm 0,70^c$ | $6,80\pm 0,06^b$ | $7,66\pm 0,22^a$ |
| F       | $6,28\pm 0,02^d$ | $6,61\pm 0,15^d$ | $6,24\pm 0,12^c$ | $6,60\pm 0,07^b$ | $7,62\pm 0,03^a$ |

K: Kontrol, F: Film uygulama. a, b, c, d, e, f: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur. Önemsiz ( $P>0,05$ ), \*Önemli ( $P<0,05$ ), \*\*Çok önemli ( $P<0,01$ ).

Varyans analiz sonucuna göre, pH değeri üzerine varyasyon kaynaklarından günün çok önemli ( $p<0,01$ ), grupların önemsiz ( $p>0,05$ ) ve grup x gün interaksiyonunun etkisinin de önemli ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir.

Fan *et al.* (2009) kitosan kaplamanın gümüş sazanlarının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada kitosan kaplanmış ürünlerin pH değerini kontrol grubuna göre daha düşük düzeylerde tespit etmişlerdir. Biyofilm kaplama ile yapılan farklı çalışmalarda da yine pH değerinin düşük seviyede olduğu bildirilmiştir (Yumuk 2014; Volpe *et al.* 2015).





**Şekil 4.5.** Kinoa film kaplamanın pH üzerine etkisi

Balıklarda pH değerinin başlangıçta düşük seviyede seyretmesi post mortem glikoliz aşamasında glikojenin laktik asite dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Şengör vd 2000; Gerçek 2012). Sonraki aşamada ise depolama süresinin ilerlemesi ve enzim-mikroorganizmalarının etkisiyle oksido-redüksiyon dengesinin bozulması, serbest hidrojen ve hidroksil iyonların konsantrasyonunda değişiklik meydana gelmesi ve bunların etkisiyle pH değerinin yükselmesi söz konusu olmaktadır. Ayrıca ölüm sonrası değişimlere bağlı olarak etteki azotlu bileşiklerin dekompozisyonu da pH'ın artmasına yol açmaktadır (Hernandez *et al.* 2009). Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle yukarıda bahsedilen araştırmalar arasında uyum gözlemlenmiştir.

## 4.2. Kinoa filmlere ait yapısal analiz sonuçları

### 4.2.1.a. Kalınlık

Araştırmamızda kullandığımız kinoa nişastasından elde edilen filmlerin kalınlığı ortalama  $0,195 \pm 0,010$  mm olarak tespit edilmiştir.

Deniz yosunu ekstraktı katkılı jelatin filmlerin özelliklerinin araştırıldığı çalışmada jelatin film ve jelatin-deniz yosunu ekstraktı içeren filmlerin kalınlığının ortalama  $0,295$

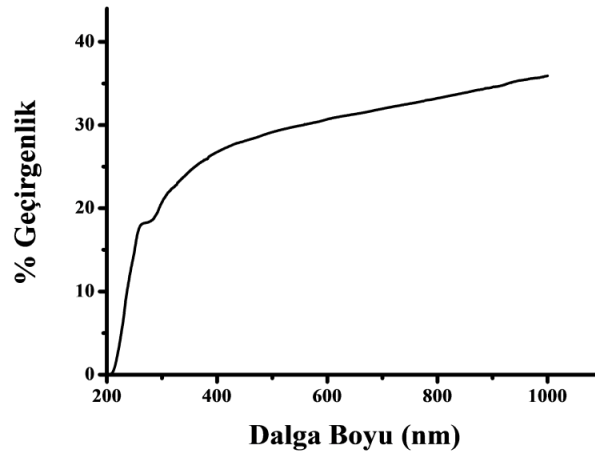
mm olduğu bildirilmiştir (Rattaya *et al.* 2009). Valenzuela *et al.* (2013) kinoa proteini–kitosan–ayçiçek yağı karışımından oluşan yenilebilir biyofilmlerin karakterizasyonunu ve yapısını belirledikleri bir çalışmalarında film kalınlıklarını  $0,051\pm 0,001$ ,  $0,110\pm 0,009$ ,  $0,111\pm 0,010$  ve  $0,126\pm 0,008$  mm olarak rapor etmişlerdir.

Kinoa proteini-kitosan karışımlı yenilebilir biyofilmlerin karakterizasyonunun incelendiği çalışmada ise filmlerin kalınlıklarının  $0.142\pm 0.017$ ,  $0.125\pm 0.017$  ve  $0.054\pm 0.003$  mm değerlerinde olduğu rapor edilmiştir (Abugoch *et al.* 2010).

Araujo-Farro *et al.* (2010) kinoa nişastası bazlı filmlerin geliştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında kinoa nişastası içeren filmlerin kalınlığını  $0,080\pm 0,020$  mm olarak belirlemişlerdir. İlgili çalışma ile araştırmamızda kullandığımız materyal aynı olmasına rağmen film kalınlığındaki farklılığın dökme kalınlığına, film eldesinde kullanılan ana materyalin farklılığına, materyallerin kullanım miktarına ve karışım oranlarına bağlı olarak değişiklik gösterebileceği düşünülmektedir.

#### 4.2.2.b. UV-VIS Absorpsiyon spektroskopisi

Çalışmamızda kullandığımız kinoa nişastasından elde edilen filmlerin farklı dalga boylarındaki %ışık geçirgenlik değerleri Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Kinoa nişastası yenilebilir filmlerin ışık geçirgenlik değerleri

Kinoa nişastası yenilebilir filmlerin % ışık geçirgenliği sırasıyla; 220 nm'de %10, 400 nm'de %26, 600 nm'de %30, 800 nm'de %34 ve 1000 nm'de %37 olarak belirlenerek %ışık geçirgenliğinin ışık dalga boyunun artışına paralel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Cao *et al.* (2007) ferulik asit ve tanin asit kullanarak jelatin filmlerin yan etkilerini araştırdıkları çalışmada film absorpsiyonlarını 200 nm'de %1,5 ve 500 nm ve üzerindeki dalga boylarında %0,5 olarak tayin etmişlerdir. İki farklı murtilla bitkisi (*Ugni molinae*) ekstraktları ve orkinos (*Thunnus thynnus*) jelatininden elde edilen yenilebilir filmlerin geçirgenliklerinin (max. 600 nm dalga boyu) araştırıldığı çalışmada geçirgenlik değerleri, 200 ve 500–600 nm'de %0,5, 300–400 nm'de ise %4–5 olduğu tayin edilmiştir (Gomez-Guillen *et al.* 2007).

Al-Hassan and Norziah (2012), farklı oranlarda gliserol ve sorbitolle elde edilmiş nişasta ve jelatin filmlerin absorpsiyonunu 550 nm'de ölçerek  $1,34\pm 0,09$ – $2,12\pm 0,09$  (gliserol) ve  $0,86\pm 0,06$ – $1,60\pm 0,18$  (sorbitol) aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Cao *et al.* (2007), Gomez-Guillen *et al.* (2007) ve Al-Hassan and Norziah (2012), filmlerin şeffaflığının yenilebilir filmlerin ışık geçirgenliği üzerinde oldukça önemli olduğunu ve bu şeffaflığın kullanılan ana materyallere ayrıca bu ana materyallere herhangi bir maddenin eklenmesiyle de ilgili olabileceğini bildirmişlerdir.

Benzer şekilde çalışmamızda film eldesinde kullandığımız kinoa nişastasının oldukça açık renkte olduğu, bu nedenle elde edilen filmlerin şeffaf renkte olmasından dolayı ışık geçirgenlik değerlerimizin diğer çalışmalara kıyasla farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kinoa tohumlarından ekstrakte edilen nişastadan elde edilen yenilebilir biyofilmlerin gıda raf ömrüne olan etkileri konusunda yapılan çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Yapılan literatür taramalarında özellikle su ürünleri işleme teknolojisinde söz konusu madde ile ilgili çalışmalara rastlanılmamıştır. Fakat son yıllarda diyetik bir besin olan kinoanın yenilebilir film olarak kullanılabilmesine dair çalışmalara ilgi artmıştır. Bu çalışmada, elde edilen kinoa biyofilmlerin yapısal özellikleri (kalınlık ve ışık geçirgenlik) ve gökkuşağı alabalık filetolarında kullanım imkanları veya uygunluğunun belirlenmesi adına film kaplanmış filetolarda soğukta muhafaza boyunca kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler araştırılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar ışığında bir biyofilm olarak kinoanın kullanımına yönelik genel sonuç ve öneriler özetlenmiştir.

1. Soğukta muhafaza edilen kontrol ve muamele (kaplama) gruplarına ait filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında depolama süresince her iki grupta da sürekli artış gözlemlenmiştir. Depolama süresi sonunda muamele (kaplama) grubunda kontrol grubuna göre daha düşük toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı belirlenmiş ve her iki grup filetonun tüketim limitini aşmadığı, kinoa nişastalı biyofilm kaplamasının toplam aerobik mezofilik bakterilerin gelişimi üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
2. Soğukta muhafaza edilen filetolarda 12 günlük depolama süresinin sonunda en yüksek laktik asit, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayısının kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir.
3. Soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının TVB-N değerleri depolama süresine bağlı olarak artış göstermiş ve kontrol grubunda 12. günde tüketilebilirlik limit değeri olan 20 mg/100 g'ı aşmıştır. Muamele (kaplama) grubunda ise depolama süresince 20 mg/100 g'ın altında kaldığı gözlemlenmiştir. Kinoa nişastası filmlerinin kullanımının TVB-N değeri üzerinde kontrol grubuna göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.
4. Soğukta muhafaza edilen filetoların pH değerlerinde her iki grupta depolama süresi boyunca genel olarak artış gözlemlenmiştir. Depolama süresi sonunda diğer kimyasal

analizlerde olduğu gibi muamele (kaplama) grubunda en düşük pH değerleri kaydedilmiştir.

5. Araştırmamızda kullandığımız yenilebilir biyofilmlerin kalınlık değerlerinde farklı çalışmalara oranla paralel-zıt sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumda film eldesi sırasında kullanılan materyal, film solüsyon miktarı-konsantrasyonu ve film yapım teknikleri etkili olmuştur.

6. Yenilebilir biyofilmlerin ışık geçirgenliği benzer araştırmalarla kıyaslandığında oldukça yüksek değerlerde görüldüğu tespit edilmiştir. Mevcut sonucun kullanılan hammaddeden ve film içerisine katkı maddesi ilave edilmemesinden dolayı kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda alabalık filetolarına uygulanan kinoa nişasta film kaplamasının soğuk muhafazada özellikle kimyasal parametreler üzerinde önemli etki gösterdiği, bakteri gelişimi üzerine de inhibe edici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Söz konusu uygulamanın fileto kalite parametreleri üzerinde raf ömrü açısından olumlu etki gösterdiği ve akuatik ürünlerin korunmasında alternatif biyofilm kaynağı olarak kullanılabilieceği de düşünölmektedir.

Özellikle su ürünleri işleme sektörüne doğal, sağlık açısından olumsuz etkisi olmayan hatta kullanıldığı ürünün besin içeriğine olumlu katkı gösteren bu tarz ürünlerin uygun teknik-teknoloji kullanımları ile geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi açısından ilgili alanda yapılacak başka çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünölmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abugoch, L. E., Tapia, C., Villamán, M. C., Yazdani-Pedram, M., Díaz-Dosque, M., 2010. Characterization of Quinoa Proteine Chitosan Blend Edible Films. *Food Hydrocolloids*, 18; 406–411.
- Ahmad, M., Benjakul, S., Sumpavapol, P., Nirmal, N. P., 2012. Quality Changes of Sea Bass Slices Wrapped with Gelatin Film Incorporated with Lemongrass Essential Oil, *Int J Food Microbiol*, 155(3): 171-178.
- Akgün, A. A., 2006. Farklı Kaplama Formülasyonları ile Kaplanmış Tavuk Köftelerinin Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Alak, G., 2011. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Bağırsak Florası ile Filetolarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkileri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alak, G., 2012. The Effects of Chitosan Prepared in Different Solvents on The Quality Parameters of Brown Trout Fillets (*Salmo trutta fario*). *Food And Nutrition Sciences*, 3, 1303-1306.
- Alak, G., Aras Hisar, Ş., Hisar, O., Kaban, G., 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.
- Al-Hassan, A. A., Norziah, M. H., 2012. Starch Gelatin Edible Films: Water Vapor Permeability and Mechanical Properties As Affected By Plasticizers. *Food Hydrocolloids*, 26 108-117.
- Alparslan, Y., 2014. Portakal Kabuğundan Elde Edilen Esansiyel Yağ ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Karideslerin Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Muğla.
- Antoniewski, M. N., Barringer, S. A., Knipe, C. L., Zerby, H. N., 2007. Effect of A Gelatin Coating on The Shelf Life of Fresh Meat, *J Food Sci*, 72(6): 382-387.
- Araujo-Farro, P. C., Podadera, G., Sobral, P. J. A., Menegalli. F. C., 2010. Development of Films Based on Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) Starch Carbohydrate Polymers, 81 (4); 839–846.
- Aras-Hisar, Ş., 2002. Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ariaii, P., Tavakolipour, H., Rezai, M., Elhami, R. A., 2014. Properties and Antimicrobial Activity of Edible Methylcellulose Based Film Incorporated with Pimpinella Affinis Oil. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1); 670-676.
- Arik, M., Çelebi, N., Onganer, Y., 2005. Fluorescence Quenching of Fluorescein with Molecular Oxygen in Solution, *J Photochem Photobiol A-Chem*, 170;105-111.

- Aşık, E., 2009. Sarımsak Yağı İçeren Kitosan Kaplamalarının Karideslerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 74s.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., Spcher, G., 1993. Microbiologische Untersuchung Von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg, Germany.
- Brakez, M., Daoud, S., Harrouni, M. C., Tachbib, N., Brakez, Z., 2016. Nutritional Value of *Chenopodium quinoa* Seeds Obtained From an Open Field Culture Under Saline Conditions.
- Büyükbentli, H.A., 2010. Bazı Bitki Ekstraktlarının Karideslerde Kararma ve Kalite Değişimleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 81s.
- Can, Ö. P., Çoban, Ö. E., 2012. Vakum Paketlemenin ve Zein ile Kaplamanın Balık Filetolarının Kalite Kriterleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması, Biyoloji Bilim Araş Der, 5(1); 87-91.
- Carlos, H. P., Tania, M. H. C., Eliana, W. D. M., Edilson, V. B., Plinho, F. H., Carla, R. M., 2015. Development of Active Biofilms of Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) Starch Containing Gold Nanoparticles and Evaluation of Antimicrobial Activity. Food Chem, 173; 755-762.
- Chen, X., Zheng, L., Wang, Z., Lee, C., Park, H., 2002. Molecular Affinity and Permeability of Different Molecular Weight Chitosan Membranes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(21); 5915–5918.
- Cuq, B., Gontard, N., Cuq, J. L., Guilbert, S., 1997. Selected Functional Properties of Fish Myofibrillar Protein-Based Films As Affected By Hydrophilic Plasticizers. J Agric Food Chem, 45; 622-626.
- Çaklı, Ş., 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Kitabı. Ege Üniversitesi Yayınları Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 76, İzmir.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T., Tolasa, Ş., 2006. Comparison of The Shelf Lives of Map and Vacuum Packaged Hot Smoked Rainbow Trout (*Onchorynchus mykiss*). Eur Food Res. Technol, 224; 19–26.
- Çaklı, Ş., 2010. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 1., Ege Üniversitesi Basımevi, Isbn 9754837612, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Çarbaş, A., 2008. Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Dhaouadi, A., Monser, L., Sadok, S., Adhoum, N., 2007. Validation of A Flow-Injection-Gas Diffusion Method for Total Volatile Basic Nitrogen Determination in Seafood Products, Food Chemistry, 103; 1049-1053.
- Estefanía Medina, C. N., Díaz-Dosque, M., López, L., Abugoch, L., Tapia, C., 2015. Novel Active Packaging Based on Films of Chitosan and Chitosan/Quinoa Protein Printed with Chitosan-Tripolyphosphate-Thymol Nanoparticles Via Thermal Ink-Jet Printing Food Hydrocolloids, 52; 520–532.
- Fabra, M. J., Talens, P., Chiralt, A., 2008. Tensile Properties and Water Vapor Permeability of Sodium Caseinate Films Containing Oleic Acid–Beeswax Mixtures. J Food Eng, 85(3); 393-400.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y., 2009. Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Silver Carp During Frozen Storage, Food Chem, 115; 66-70.

- Farayde, M., Fakhouri, D. C., Yamashita, F., Martelli, S. M., Jesus, R. C. Alganer, K., Collares-Queiroz, F. P., Innocentini-Mei, L. H., 2013. Comparative Study of Processing Methods For Starch/Gelatinfilms. *Carbohydrate Polymers*, 95(2); 681–689.
- Galietta, G., Di-Gioia, L., Guilbert, S., Cuq, B., 1998. Mechanical and Thermomechanical Properties of Films Based on Whey Proteins As Affected By Plasticizer and Crosslinking Agents. *J. Dairy Sci*, 81; 3123-3130.
- Gennadios, A. and Hanna, M., 1996. Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and sea foods, *Lebensm-Wiss. U.-Technol*, 30; 337–350.
- Gerçek, G., 2012. Defne ve Kekik Yağı Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura (*Sparus Aurata* L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4°C'de) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Geren, H., Kavut, Y. T., Demiroğlu, G., Ekren, S. T., İştıpliler, D., 2014. Akdeniz İklimi Koşullarında Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkileri. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg*, 51(3); 297-305.
- Go' Mez-Guille'Na, M. C., Ihlb, M., Bifanib, V., Silvab, A., Monteroa, P., 2007. Edible Films Made from Tuna-Fish Gelatin with Antioxidant Extracts of Two Different Murta Ecotypes Leaves (*Ugni molinae* Turcz). *Food Hydrocolloids*, 21; 1133–1143.
- Gomez-Estaca, J., Lopez De Lacey, A., Gemez-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, *J Aquat Food Pro Technol*, 18(1-2); 46-52.
- Gontard, N., Guilbert, S., 1994. Bio Packaging Technology and Properties of Edible And/Or Biodegradable Material of Agricultural Origin. In *Food Packaging And Preservations*. Blackie Academic And Professional, 159 – 181.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfi Yayınları, Antalya.
- Gram, L., Huss, H. H., 1996. Microbiological Spoilage of Fish and Fish Products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1); 121–137.
- Günlü, A., Sipahioğlu, S., Alpas, H., 2013. The Effect of Chitosan-Based Edible Film and High Hydrostatic Pressure Process on The Microbiological and Chemical Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets During Cold Storage (4±1 °C). *High Pressure Res*, 34(1); 110-121.
- Hardenberg, R. E., 1967. Wax and Related Coatings For Horticultural Products-A Bibliography. *Agric. Res. Bull*, 965; 1-123.
- Hernandes, M. D., Lopez, M. B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garcíagarcia, B., 2009. Sensory, Physical, Chemical and Microbiological Changes in Aquacultured Meagre (*Argyrosomus regius*) Fillets During Ice Storage. *Food Chemistry*, 114; 237-245.
- Heu, M. S., Lee, J. H., Kim, H. J., Lee, S. J., Lee, J. S., Jeon, Y., Shahidi, F., Kim, J., 2010. Characterization of Acid-And Pepsin-Soluble Collagens from Flat fish Skin, *Food Sci Biotechnol*, 19; 27-33.
- Huang, J., Chen, Q., Qiu, M., Li, S., 2012. Chitosan-Based Edible Coatings for Quality Preservation of Postharvest Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *J Food Sci*, 77(4); 491-496.



- Huss, H. H., 1988. Fresh Fish Quality and Quality Changes, Fao Fisheries Series, No. 29. Rome: Fao.
- Huss, H. H., 1994. Assurance of Seafood Quality, Fao Fisheries Technical Paper, 334; 46-47.
- Işık, H., Dağhan, Ş., Gökmen, S., 2013. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yenilebilir Kaplamalar Üzerine Bir Araştırma. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 81; (26-35).
- Jahani, S., Kavooosi, G., Shakiba, A., 2014. Chemical and Biological Properties of *Trachy spermumammien* capsulated in Gelatin Nanofilms. International Journal Infect, 1(1); E18420.
- Jeon, Y. I., 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; 5167-5178.
- Jiang, M., Liu, S., Wang, Y., 2010. Effects of Antimicrobial Coating from Catfish Skin Gelatin on Quality and Shelf Life of Fresh White Shrimp (*Penaeus vannamei*), J Food Sci, 76(3); M204-M209.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., Tanaka, M., 2008. Antioxidative Activity and Properties of Fish Skin Gelatin Films Incorporated with BHT and  $\alpha$ -Tocopherol, Food Hydrocol, 22; 449-458.
- Joukia, M., Mortazavia, S., Tabatabaei, Y. F., Koochekia, A., Khazaei, N., 2014. Use of Quince Seed Mucilage Edible Films Containing Natural Preservatives Toenhancephysico-Chemical Quality of Rainbow Trout Fillets During Cold Storage. Food Science and Human Wellness, 3; 65–72.
- Kaplan, H. J., 1986. Washing and Color Adding. In Fresh Citrus Fruits Edited By W.F. Wardowdki, S Nagy and W Grierson, Avı Publishing Co, Westport, Ct, 379.
- Katırcıoğlu, H., 2001. Gökkuşığı Alabalığı ve Aynalı Sazandan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kayaardı, S., Akkaya, M., 2010. Yenilebilir Film ve Kaplamalar, VI. Uluslararası Ambalaj Kongresi. İstanbul.
- Kester, J., Fennema, O., 1986. Edible Films and Coatings, Food Technology, 40(12); 47–59.
- Kılınç, B., Sürengil, G., 2015. Taze alabalık filetolarının gümüş antimikrobiyal yenilebilir film kaplanarak bozulmaya neden olan bakterilerin tanımlanması. Ege Üni. Su Ürünleri Dergisi, 32(4): 183-192.
- Kilinççeker, O., Kurt, S., 2009. The Sensory Quality of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*) Fillets Coated with Different Coating Materials. Turk J Fish Aquatic Sci, 10; 471-476.
- Kolata, A. L., 2009. *Quinoa: Production, Consumption and Social Value in Historical Context Pp.* 1–13.
- Koutsoumonis, K., Nychas G. J. E., 2000. Application of a Systematic Experimental Procedure to Develop a Microbial Model for Rapid Fish Self Life Predictions. International Journal of Food Microbiology, 60; 171-181.
- Köse, K., 2010. Evaluation of Seafood Safety Health Hazards for Traditional Fish Products: Preventive Measures and Monitoring Issues. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 10; 139-160.

- Krochta, J. M., Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O., 1994. Edible Coatings and Films To Improve Food Quality. Technomic Publ. Co. Lancaster, Pa.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test For Rancidity. *New Series Circular*, Vol. 51, Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lyhs, V., Lahtinen, J., Fredriksson Ahomaa, M., Hyytia Trees, E., Elfing, K., Korkeala, H., 2001. Microbiological Quality and Shelf-Life of Vacuum Packaged (Gravad) Rainbow Trout Stored at 3 and 8 °C. *International Journal Of Food Microbiology*, 70; 221-230.
- Malle, P., Tao, S. H., 1987. Rapid Quantitative Determination of Trimethylamine Using Steam Distillation, *Journal of Food Protection*, 50; 756–760.
- Martinez-Alvarez, O., Lopez-Caballero, M. E., Montero, P., Gomez-Guillen, M. C., 2007. Spraying Of 4-Hexylresorcinol Based Formulations to Prevent Enzymatic Brown in Norway Lobsters (*Nephrops norvegicus*) During Chilled Storage, *Food Chem*, 100; 147-155.
- Martos, V., Navajas, M. R., Lopez, Y. F. J., Alvarez, P. J. A., 2008. Antibacterial Activity of Different Essential Oils Obtained from Spices Widely Used in Mediterranean Diet. *International Journal Of Food Science And Technology*, 43; 526-531.
- Metin, S., 1995. Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşluğu Alabalığının (*Onchorynchus Mykiss*) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Latitha, K. V., Srinivasa Gopal, T. K., 2012. Effect of Chitosan Edible Coating on The Quality of Double Filleted Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) During Chilled Storage. *Food Hydrocolloids*, 26 (1); 161-174.
- Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M., Voilley, A., 2002. Factors Affecting The Moisture Permeability of Lipid-Based Edible Films. *Food Science Nutrient*. 42(1); 67–89.
- Muşabak, C., 2008. Kitosanla Kaplama ve Modifiye Atmosfer Ambalajlamanın Palamut (*Sarda Sarda*) Filetolarının Kimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 43s.
- Na, C., Yuhua, F., Junhui, H., 2007. Mechanical Properties of Gelatin Films Cross-Linked, Respectively, By Ferulic Acid And Tannin Acid. *Food Hydrocolloids*, 21; 575–584.
- Nirmal, N. P., Benjakul, S., 2009. Melanosis and Quality Changes of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Treated with Catechin During Iced Storage, *J Agric Food Chem*, 57; 3578-3586.
- No, H. K., Park, N.Y., Lee, S. H., Meyers, S. P., 2002. Antibacterial Activity of Chitosan and Chitosan Oligomers with Different Molecular Weights. *International Journal Of Food Microbiology*, 74; 65-72.
- Oğur, S. D., 2012. Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. İstanbul.
- Ojagh, M., Nuñez-Flores, R., López-Caballero, M. E., Montero & M. C. Gómez-Guillén, M. P., 2011. Lessening of High-Pressure-Induced Changes in Atlantic Salmon Muscle By The Combined Use of A Fish Gelatin–Lignin Film. *Food Chemistry*, 125; 595–606.

- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., Hosseini, S. M. H., 2010. Effect of Chitosan Coatings Enriched with Cinnamon Oil on The Quality of Refrigerated Rainbow Trout, *Food Chem*, 120; 193-198.
- Okamoto, S., 1978. Factors Affecting Protein Film Formation. *Cereal Foods World*, 23; 256-262.
- Ólafsdóttir, G., Martindóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I.M., Henehan, G., Nielsen, J., Nilsen, H., 1997. Methods to Evaluate Fish Freshness in Research and industry, *Trends, Food Science And Technology*, 8; 258–265.
- Patricia, T., 2010. Whole Grains, Multiple Grains Health or Hype. *Home Health Care Management Practice*, 24(5); 258-260.
- Pearsall, D., 1992. The Origins of Plant Cultivation in South America. In: Cowan Cw, Watson Pj (Eds) *The Origins of Agriculture*. Smithsonian Institution Press, Washington, Usa, 173–205.
- Pyrgotou, N., Gitrakou, V., Ntzimani, A., Savvaidis, I. N., 2010. Quality Assessment of Salted, Modified Atmosphere Packaged Rainbow Trout Under Treatment with Oregano Essential Oil. *Journal Of Food Science*. 75(7); M406-11.
- Raeisi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Valipour, S., 2014. Effect of Carboxymethyl Cellulose Edible Coating Containing *Zataria multiflora* Essential Oil and Grape Seed Extract on Chemical Attributes of Rainbow Trout Meat. *Veterinary Research Forum*, 5(2); 89-93.
- Rattaya, S., Benjakul, S., Prodpran, T., 2009. Properties of Fish Skin Gelatin Film Incorporated with Seaweed Extract. *Journal Of Food Engineering*, 95(1); 151–157.
- Roller, S., Covill, N., 2000. The Antimicrobial Properties of Chitosan in Mayonnaise and Mayonnaise-Based Shrimp Salads, *J Food Protec*, 63; 202-209.
- Rostami. H., Motallebi, A., Khanipour, A., Soltani, M., Khanedan, N., 2010. Coating on Physico-Chemical Effect of Whey Protein Properties of Guttred Kilka During Frozen Storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 9(3); 412- 421.
- Sahin, O. I. ve Bayizit, A. A., 2008. Nanokompozit Filmlerin Gıda Sanayi Uygulamaları Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Sathivel, S., 2005. Chitosan and Protein Coatings Affect Yield, Moisture Loss, and Lipid Oxidation of Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) Fillets During Frozen Storage. *Journal Of Food Science*, 70; 455–459.
- Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J., Prinyawiwatkul, W., 2007. The Influence of Chitosan Glazing on The Quality of Skinless Pink Salmon (*Oncorhynchus Gorbuscha*) Fillets During Frozen Storage, *J Food Engin*, 83; 366-373.
- Selmi, S., Sadok, S., 2008. The Effect of Natural Antioxidant (*Thymus vulgaris*) on Flesh Quality of Tuna (*Thunnus thynnus*) During Chilled Storage. *Pan-American Journal Aquatic Sciences*, 3; 36-45.
- Shahverdi, A.R., Fakhimi, A., Shahverdi, H.R., Mınaran, S., 2007. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 3, 168-171pp.
- Shatalov, I., Shatalova, A., Shleikin, A., 2014. Development of Edible Packaging Material Based on Protein Film. *Foodbalt*, 298-301.

- Shon, J., Eo, J., Hi Choi, Y.H., 2011. Gelatin Coating on Quality Attributes of Sausage During Refrigerated Storage, *Korean J Food Sci Ani Resour*, 31(6); 834-842.
- Sikorski, Z. E., and Pan, B. S., 1994, *Preservation of Seafood Quality: Seafoods: Chemistry Processing Tecnology and Quality*, Chapman & Hall, Uk, 0 7514 0218 4.
- Siripatrawan, U. and Noipha, S., 2012. Active Film from Chitosan Incorporating Green Tea Extract for Shelf Life Extension of Pork Sausages, *Food Hydrocol*, 27; 102-108.
- Song, Y., Liu, L., Shen, X., You, J., Luo, Y., 2010. Effect of Sodium Alginate-Based Edible Coating Containing Different Anti-Oxidants on Quality and Shelf Life of Refrigerated Bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 22; 608-615.
- Souza, B. W. S., Cerqueira, M. A., Ruiz, H. A., Martins, J. T., Casariego, A., Teixeira, J. A., Vicente, A. A., 2010. Effect of Chitosan-Based Coatings on The Shelf Life of Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58; 11456-11462.
- Stammen, K., Gerdes, D., Caporaso, F., 1990. Modified Atmosphere Packaging of Seafood. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 29; 301-331.
- Stuchell, I., Krochta, J., 1995. Edible Coatings on Frozen King Salmon: Effect of Whey Protein Isolates and Acetylated Monoglycerides on Moisture Loss and Lipid Oxidation. *Journal Of Food Science*, 60; 28–31.
- Şengör, G. F., Çelik, U., 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.
- Tang, Y., Li, X., Chen, P. X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., Marcone, M. F., Liu, R., Tsao, R., 2015. Characterisation of Fatty Acid, Carotenoid, Tocopherol/Tocotrienol Compositions and Antioxidant Activities in Seeds of Three *Chenopodium quinoa* Genotypes. *Food Chemistry*, 1; 502–508.
- Tayar, M., 2013. Sağlıklı Mutfak İlkeleri. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 7-10 Kasım 2013, Konya, Türkiye.
- Tolouie, H., Mohtadinia, J., Shakibi, A., Jalaliani, H., 2013. Effect of Chitosan Coating Farmed Trout (*Oncorhynchus mykiss*) That Enriched with A- Tocopherol on Lipid Damages During Refrigerated Storage. *Journal of Basic And Applied Scientific Research*, 3(1); 174-182.
- Tsai, G. J., Su, W. H., Chen, H.C., Pan, C. L., 2002. Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation, *Fisheries Sci*, 68; 170-177.
- Tülsner, M., 1994. *Fischverarbeitung. Bd.1 – Rohstoffeigenschaften Von Fisch und Grundlagen Der Verarbeitungsprozesse*, Hamburg Behr's Verlag, 3-86022-196-5.
- Tzikas, Z., Amvrosiadis, I., Soutos, N., Georgakakis, S., 2007, Seasonal Variation in The Chemical Composition and Microbiological Condition of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus*) Muscle From The North Aegean Sea (Greece). *Food Control*, 18; 251-257.
- Utami, R., Nurhartadi, E., Putra, A., Setiawan, A., 2014. The Effect of Cassava Starch-Based Edible Coating Enriched with *Kaempferia Rotunda* and *Curcuma Xanthorrhiza* essential Oil on Refrigerated Patin Fillets Quality. *International Food Research Journal*, 21; 413- 419.

- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, s.53.
- Üretener, G., 2009. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Balık Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Valdes, A., Mellinasac, R. M., Garrigos, M., Jimenez, A., 2014. Natural Additives and Agricultural Wastes in Biopolymer Formulations for Food Packaging. *Frontiers in Chemistry* 2; 1-10.
- Valenzuela, C. A, Tapia, C. B., Luis López, B., Andrea Bunger, B., Victor Escalona, C., Abugoch, L., 2015. Effect of Edible Quinoa Protein-Chitosan Based Films on Refrigerated Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) Quality. *Electronic Journal of Biotechnology*, 18(6); 406–411.
- Valenzuela, C., Abugoch, L., Tapia, C., 2013. Quinoa Protein-Chitosan-Sunflower Oil Edible Film: Mechanical, Barrier and Structural Properties. *Lwt-Food Sci Technol*, 50; 531–7.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Metin, S., 2000. Soğukta Depolanan Karideslerin (*Parapenaeus longirostris* L., 1846) Bazı Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal Of Veterinary And Animal Sciences*, 24; 181-185.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Üçok A. D., 2007. Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Isbn: 975-404-771-5.
- Volpe, M. G., Siano, F., Paolucci, M., Sacco, A., Sorrentino, A., Malinconico, M., Varricchio, E., 2014. Active Edible Coating Effectiveness in Shelf-Life Enhancement of Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets *Lwt - Food Science And Technology*, 60; 615–622.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1994. Uygulamalı İstatistik. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:704, Erzurum.
- Yumuk, H., 2014. Prebiyotik ile Beslenmiş Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta fario*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Bitkisel Yağlı Kitosan Uygulamasının Etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında İspir-Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kozan-Adana'da tamamladı. 2004 yılında girdiği Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2008 yılında mezun oldu. 2013 yılından beri Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

