



FARKLI BİTKİSEL YAĞLARLA
(Nigella sativa ve Mentha piperita)
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİNOA
BİOFİMLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(Oncorhynchus mykiss) FİLETOLARININ RAF
ÖMRÜ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Kübra GÜLER

Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Telat YANIK

2019

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI BİTKİSEL YAĞLARLA (*Nigella sativa* ve *Mentha piperita*)
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİNOA BİOFİLMLERİNİN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Kübra GÜLER

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2019

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FARKLI BİTKİSEL YAĞLARLA (*Nigella sativa* ve *Mentha piperita*)
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİNOA BİOFİLMLEİNİN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR

Prof. Dr. Telat YANIK danışmanlığında, Kübra GÜLER tarafından hazırlanan bu çalışma, 15/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT

İmza :

Üye : Prof. Dr. Telat YANIK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Gonca ALAK

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 05.12/2019 tarih ve ...**47**.../...**34**..... nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BİTKİSEL YAĞLARLA (*Nigella sativa* ve *Mentha piperita*) ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİNOA BİOFİMLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Kübra GÜLER

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK

Su ürünleri kimyasal içeriği açısından oldukça kıymetli bileşenlere sahiptir. Bu bileşenlerin doğru ve kaliteli bir şekilde tüketilmesi oldukça önem arz etmektedir. Su ürünlerinin en önemli parçası olan balıklarda protein, yağ ve mineral gibi bileşenler önemli düzeyde bulunmaktadır. Bu bileşenlerin aynı kalitede tüketiciye ulaşmasında en önemli prensiplerden biri ambalajlardır. Ambalaj materyalinin sağlık açısından olumsuz yan etkilerinin olmaması, çevreye minimal düzeyde zarar vermesi ve uygulandığı ürünün besin kalitesini muhafaza etmeside ayrıca önemlidir. Bu özelliklerin birçoğunu yenilebilir biyofilm ambalajlar sağlayabilmektedir.

Bu amaçla, çalışmamızda besin değeri açısından oldukça dikkat çeken kinoa nişastasından elde edilen yenilebilir film solüsyonu ile gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoları kaplanmıştır. Hazırlanan biyofilm solüsyonları 4 ayrı grupta (kontrol, kinoa, kinoa+çörekotu yağı ve kinoa+nane yağı) uygulanarak 15 günlük depolama süresince buzdolabında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir. Depolamanın belirli günlerinde mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakterisi, psikrofilik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterisi, Enterobacteriaceae) ve kimyasal analizler (TBARS, TVB-N, pH) yapılmıştır.

Sonuç olarak, çalışmamızda çörekotu ve nane uçucu yağları ilave edilerek hazırlanmış yenilebilir kinoa film solüsyonu ile kaplanmış örneklerin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları değerlendirildiğinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çörekotu yağı antimikrobiyal özellik göstererek mikroorganizma gelişimini yavaşlatmış ve muhafaza süresini uzatmıştır. TVB-N değerinin muamele gruplarında tüketilebilir sınır değeri (25 mg/100 g) aşmadığı görülmüş olup TBARS değeri en düşük çörekotu yağı grubunda olup $1,62\pm 0,21$ $\mu\text{molMA/kg}$ olarak ölçülmüştür. pH analizinde ise en yüksek değer $7,03\pm 0,09$ ile kontrol grubundan elde edilmiştir.

Sonuç olarak, çörek otu yağının alabalık filetolarının depolama süresini uzatmak için kullanılması önerilmektedir. Çörek otu yağının kullanım dozlarının diğer balık türlerinde de tespit edilmesi için yeni çalışmalar yapmak gerekmektedir.

2019, 74 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı Alabalığı, kinoa, yenilebilir film ambalaj, çörekotu yağı, nane yağı, raf ömrü

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS ON THE SHELF LIFE OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS COVERED BY QUINOA BIOFILMS ENRICHED WITH DIFFERENT VEGETABLE OILS (*Nigella sativa* and *Mentha piperita*)

Kübra GÜLER

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

Supervisor: Prof. Dr. Telat YANIK

Aquaculture has very valuable components in terms of chemical content. It is very important that these components are consumed correctly and in a quality manner. Fish, which is the most important part of aquaculture products, have significant levels of ingredients such as protein, fat and minerals. One of the most important principles for reaching consumers of the same quality of these components is packaging. It is also important that the packaging material does not have adverse health side effects, minimal damage to the environment and maintains the nutritional quality of the product. Many of these features can be provided with edible biofilm packaging. For this purpose, in our study, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets were coated with edible film solution obtained from quinoa starch, which attracted a lot of attention in terms of nutritional value.

The prepared biofilm solutions were applied in 4 different groups (control, quinoa, quinoa + black seed oil and quinoa + mint oil) and stored in the refrigerator (4 ± 1 °C) for 15 days. Microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria, *Pseudomonas*, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae) and chemical analyzes (TBARS, TVB-N, pH) were performed on certain days of storage.

At the end of the study, it was mentioned that the results of the study were applicable and positive based on the evaluation of findings from chemical and microbiological analysis of samples coated with edible quinoa film solution prepared by adding black seed and mint essential oils. In pH analysis, the highest value was 7.03 ± 0.09 obtained from the control group. It was found that black seed oil was antimicrobial, slowing the development of microorganisms and prolonging the storage time. TVB-N value was not exceeded the consumable limit value (25 mg/100 g) in the treatment groups and the TBARS value was measured as minimum (1.62 ± 0.21 $\mu\text{molMA/kg}$) in the black seed oil group.

Consequently, it is suggested that black seed oil may be used on trout fillets for prolonging storage time. Further investigations should also be conducted on different fish species to determine exact doses.

2019, 74 pages

Keywords: Rainbow trout, quinoa, edible film packaging, black seed oil mint oil, shelf life

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden araştırmalarımın sonuçlandırılmasına kadar geçen süre zarfında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Telat YANIK'a,

Labaratuvar çalışmalarımın her aşamasında ve tezimin yazım sürecinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Gonca ALAK'a,

Öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli annem Neriman AYDIN, babam Mehmet Fatih GÜLER'e ve kardeşim Burak GÜLER'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Kübra GÜLER

Kasım, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yenilebilir Ambalajlar (Biyofilm).....	3
1.1.1. Yenilebilir ambalajların üretiminde kullanılan materyaller	5
1.1.2. Yenilebilir ambalajların gıdalara uygulama yöntemleri.....	6
1.1.2.a. Daldırma yöntemi	6
1.1.2.b. Püskürtme (sprey) yöntemi	6
1.1.2.c. Damlatma yöntemi	6
1.1.2.d. Dökme yöntemi	7
1.1.2.e. Köpük yöntemi	7
1.1.2.f. Ekstrüzyon yöntemi	7
1.2. Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	8
1.3. Kinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	9
1.3.1. Kinoa tohumunun bitkisel özellikleri	10
1.3.2. Kinoa tohumunun beslenme değeri	11
1.4. Esansiyel Yağlar	14
1.4.1. Çörek otu tohumu (<i>Nigella sativa</i>)	15
1.4.2. Nane bitkisi (<i>Mentha piperita</i>)	18
1.4.2.a. Uçucu yağ bileşenleri	19
2. KAYNAK ÖZETLERİ	21
3. MATERYAL ve METOT	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Balık	29
3.1.2. Kinoa	30

3.1.3. Esansiyel yağlar.....	30
3.2. Metot	31
3.2.1. Fileto hazırlanması	31
3.2.2. Kinoa tohumundan nişasta eldesi	32
3.2.3. Esansiyel yağ ilaveli kinoa filmlerin (biyofilm solisyonu) hazırlanması.....	32
3.2.4. Kaplama solüsyonlarının (filmlerin) filetolara uygulanması	33
3.2.5. Mikrobiyolojik analizler	33
3.2.5.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı.....	34
3.2.5.b. Psikrotrof bakteri sayımı	34
3.2.5.c. Laktik asit bakteri sayımı	35
3.2.5.d. <i>Pseudomonas</i> sayımı	37
3.2.5.e. Enterobacteriaceae sayımı	37
3.2.6. Kimyasal analizler	38
3.2.6.a. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi	38
3.2.6.b. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) değerinin belirlenmesi.....	40
3.2.6.c. pH değerinin belirlenmesi	42
3.2.6.d. İstatistiki analizler	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	44
4.1. Kinoa Filmle Kaplanmış Soğukta Muhafaza Edilen Filetolara Ait Sonuçlar	44
4.1.1. Mikrobiyolojik analiz sonuçları	44
4.1.1.a. Toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayısı.....	44
4.1.1.b. Laktik asit bakteri sayımı	48
4.1.1.c. <i>Pseudomonas</i> sayısı.....	50
4.1.1.d. Enterobacterieacea sayısı	52
4.1.2. Kimyasal analizler	54
4.1.2.a. Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları.....	54
4.1.2.b. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) sonuçları	56
4.1.2.c. pH sonuçları.....	58
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	75

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CO ₂	Karbondioksit
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
H ₂ S	Hidrojen sülfür
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
HCl	Hidrojen Klorür
kg	Kilogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot
P	Fosfat
sn	Saniye
ω	Omega

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ATP	Adenozin Trifosfat
EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit
FAO	Food and Agriculture Organization (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
HPLC	High Liquid Pressure Chromatography

Kob	Koloni oluřturan birim
LAB	Laktik Asit Bakteri
M.Ö.	Milattan önce
MA	Modifiye atmosfer
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acids (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri)
TBA	Thiobarbüturik asit
TBARS	Thiobarbüturik Asit Reaktif Substance
TCA	Trikloroasetik Asit
TMA	Trimetilamin
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TVB-N	Total Volatile Basic Nitrogen (Toplam Uçucu Bazı Azot)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. <i>Chenopodium quinoa</i>	9
Şekil 1.2. Kinoa tohumunun yapısı	10
Şekil 1.3. Kinoanın besinsel kompozisyonu	13
Şekil 1.4. Çörek otu çiçeği ve tohumu	15
Şekil 1.5. <i>Mentha piperita</i>	19
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan gökkuşacağı alabalıkları	29
Şekil 3.2. Kinoa tohumu	30
Şekil 3.3. Çalışmamızda kullanılan esansiyel yağlar (Çörek otu ve nane yağı)	30
Şekil 3.4. Temzilenmiş ve iç organları çıkarılmış gökkuşacağı alabalığı filetoları	31
Şekil 3.5. Esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa biyofilm solüsyonuna daldırılan gökkuşacağı alabalığı filetolarının + 4°C’de depolanması	33
Şekil 3.6. Mikrobiyolojik analizler için hazırlanan besiyerlerinin steril kabindeki görüntüsü	34
Şekil 3.7. Psikrofilik bakteri sayımı için hazırlanan PCA nın petri kutularına dökülerek ekime hazırlanması	35
Şekil 3.8. PCA Besiyerinde psikrotrof bakteri sayımı	35
Şekil 3.9. Siteril ortamda hazırlanan MRS agarın petri kutularına dökülmesi	36
Şekil 3.10. MRS agar besiyerinde Laktik asit bakteri görünümü	36
Şekil 3.11. CFC agar besiyerinde <i>Pseudomonas</i> bakteri görünümü	37
Şekil 3.12. VRBD agar besiyerinde Enterobacteriaceae bakteri görünümü	38
Şekil 3.13. 40 g alınan örneklerin TCA çözeltisi ile muamelesinin ardından filtrasyon işleminin uygulanması	39
Şekil 3.14. Kjeldahl azot protein cihazı	39
Şekil 3.15. TBARS analizi için örneklerin TCA çözeltisi ile homojenizasyon işlemi ...	40
Şekil 3.16. TBARS analizi için alınan 1 ml’lik numuneye TBA çözelti ilavesi	41
Şekil 3.17. Su banyosundan çıkarılan tüplerin renk değişimi	41
Şekil 3.18. pH ölçüm cihazı	42
Şekil 4.1. Kinoa biyofilm kaplamanın toplam aerobik mezofilik bakterilere karşı etkisi	45

Şekil 4.2. Kinoa biyofilm kaplamanın Psikrofilik bakterilere karşı etkisi.....	47
Şekil 4.3. Kinoa biyofilm kaplamanın Laktik Asit Bakterilerine karşı etkisinin grafik gösterimi.....	50
Şekil 4.4. Kinoa biyofilm kaplamanın <i>Pseudomonas</i> bakterilere karşı etkisinin grafik gösterimi.....	51
Şekil 4.5. Kinoa biyofilm kaplamanın Enterobacteriaceae bakterilere karşı etkisinin grafik gösterimi	53
Şekil 4.6. Kinoa biyofilm kaplamanın TVB-N değeri.....	55
Şekil 4.7. Kinoa biyofilm kaplamanın TBARS değeri	57
Şekil 4.8. Kinoa biyofilm kaplamanın pH değeri	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Kinoa tohumunun besin içeriği kompozisyonu karşılaştırması.....	12
Çizelge 1.2. Kinoa, mısır, pirinç ve buğdaydaki esansiyel aminoasit miktarları.....	13
Çizelge 1.3. Kinoa ve buğdayın mineral madde kompozisyonları	14
Çizelge 1.4. Çörek otu tohumunun besin içeriği.....	16
Çizelge 1.5. Çörek otu tohumu yağının kimyasal bileşimi.....	17
Çizelge 1.6. Çörek otu tohumu sabit yağının kimyasal içeriği	17
Çizelge 1.7. <i>Mentha piperita</i> 'nın uçucu yağ bileşenleri	19
Çizelge 4.1. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) gökkuşacağı alabalık filetolarına ait toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)	44
Çizelge 4.2. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Gökkuşacağı alabalık filetolarına ait toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....	46
Çizelge 4.3. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Gökkuşacağı alabalık filetolarına ait Laktik asit bakteri sayım sonuçları.....	49
Çizelge 4.4. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Gökkuşacağı alabalık filetolarına ait <i>Pseudomonas</i> sayım sonuçları.	50
Çizelge 4.5. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Gökkuşacağı alabalık filetolarına ait Enterobacteriaceae sayım sonuçları	52
Çizelge 4.6. Nane ve Çörek otu yağıyla zenginleştirilen kinoa biyofilmlerle kaplı Gökkuşacağı alabalığındaki Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları	54
Çizelge 4.7. Nane ve Çörek otu yağıyla zenginleştirilen kinoa biyofilmlerle kaplı gökkuşacağı Alabalığında ki Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) sonuçları.	56

1. GİRİŞ

Gıda kalitesi, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi ve gıdanın yapısında bulunan proteinler, vitaminler, uçucu yağlar gibi biyomoleküllerin korunmasıyla yakından ilgilidir. Gıdalarda meydana gelen bozulmalar, gıda kaynaklı hastalıklara neden olmakla birlikte gıdaların raf ömrünün azalmasına sebep olmaktadır. Gıdaların ambalajlanmasının amacı, bozulma etmeni mikroorganizmalar, kimyasal maddeler, oksijen, nem, ışık, dış etken gibi istenmeyen faktörleri önleyerek gıdanın raf ömrünü uzatmak ve depolama-taşıma gibi işlemler sırasında gıdanın kalitesini korumaktır (Song *et al.* 2011; Realini and Marcos 2014).

Değişen hayat tarzları ve hızlı yaşam koşulları insanların beslenme konusundaki beklentilerini arttırmış, yüksek kalitedeki gıdaların kolay ulaşılabilir olması ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak gıda ürünlerinde kalite kayıplarını en aza indirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla çeşitli ambalajlama teknikleri geliştirilmiştir. Günümüzde ambalaj malzemeleri olarak petrol esaslı sentetik polimerlerin kullanılması, biyolojik olarak parçalanabilir olmamalarından dolayı çevresel kaygılara neden olmaktadır. Bu nedenle, petrol esaslı sentetik polimerlerin yerini alabilecek biyopolimer esaslı (yenilebilir özelliklerinin yanında biyolojik olarak parçalandığında çevre dostu, düşük maliyetli, oksidatif ve fiziksel strese karşı dayanıklı ambalajlama materyali olarak kullanılabilir) yeni paketleme malzemelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar giderek artmaktadır (Demir 2005; Cutter 2006; Chaichi *et al.* 2017).

Gıdaların ambalajlanmasında kullanılan ve tüketilebilir özellikte olan materyaller yenilebilir ambalajlar olarak ifade edilmektedir (Pavlath and Orts 2009). Bu materyaller kalınlıklarına göre film (<254 µm) ve tabaka (>254 µm) olarak adlandırılırken uygulama şekline göre ise kaplama ve torba olarak adlandırılabilir. En çok uygulanan yenilebilir kaplamalar ise, gıda maddesinin yüzeyine çeşitli metotlarla direk olarak uygulanan ince tabakalardır (Robertson 2013). Yenilebilir film ve kaplamaları birbirinden ayıran en önemli fark uygulama metotlarıdır. Yenilebilir kaplamalar genel olarak püskürtme işlemi ya da daldırma metodu ile uygulanmaktadır. Filmler ise ambalajlanacak

ürünü saran ince ve katı formda olan materyallerdir (McHugh, 2000; Falguera *et al.* 2011).

İlk olarak yenilebilir ambalaj uygulamasının 12. Yüzyıl'da Çin'de olduğu kaydedilmiştir. Mumdan elde edilen bu filmler narenciyelere uygulanmıştır. Daha sonra Japonya'da 15. Yüzyıl'da, soya sütünün kaynatılması ile elde edilen bir film üretilmiş ve kullanılan filme "Yuba" adı verilmiştir. (Pavlath and Orts 2009). Önceleri, yenilebilir filmler gıda ürününün nakliyesi veya depolanması sırasında beklemeden kaynaklanan nem kaybını önlemek amacıyla kullanılırken günümüzde de raf ömrünün uzatılması ve bunun yanında ambalajlanan ürüne fonksiyonel özellikler katması için kullanılmaktadır (Çağrı Mehmetoğlu 2010). Yenilebilir ambalajlar, suyun yanı sıra suyla birlikte dışarı atılabilecek birçok maddeyi de bu sayede bünyesinde barındırır. Bu maddelerden aroma bileşikleri, antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar ve vitaminler en önemlileridir. Gıdalarda su aktivitesi ve sıcaklık gibi etkenlerin tetiklediği lipit oksidasyonu, bozulmadan kaynaklanan aroma kaybını ve renk değişimini engellerler. Yenilebilir ambalajların ürüne kazandırdığı fonksiyonel özellikleri elde edildiği materyal ile doğrudan ilişkilidir (Gennadios *et al.* 1997; Weller *et al.* 1998).

Hayvansal gıdalar protein kaynağı açısından biyolojik değeri yüksek olan gıdalardır. Beslenme açısından önem arz eden bu gıdalar vitamin, mineral, aminoasit ve yağ asitlerince zengindir. Ancak bu gıdalar pH, su aktivitesi ve enzim gibi faktörlerden dolayı uygun olmayan depolama koşullarında bozulabilmekte (Sallam *et al.* 2004). Lipit oksidasyonu da hayvansal gıdaların raf ömrü üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Lipit oksidasyonu tat, koku gibi değişimlere, vitaminlerin ve esansiyel aminoasitlerin kaybına neden olmaktadır. Bu da üründe kalite kaybına sebep olarak bozulma ve mali kayıpları da beraberinde getirmektedir (Turhan ve Üstün 2001; Sallam *et al.* 2004). Gıdalarda en yaygın görülen bozulma mikrobiyolojik yolla olmaktadır. Mikroorganizmanın gelişip çoğalması için gerekli ortam oluştuğunda gıdada bozulmalar başlamaktadır (Sallam *et al.* 2004).

1.1. Yenilebilir Ambalajlar (Biyofilm)

Yenilebilir ambalajlar, gıdaların raf ömrünü uzatmak ve fonksiyonel özellikler kazandırmak için uygulanan polisakkarit, lipit vs. gibi doğal kaynaklardan elde edilmiş ince tabakalı, gıdanın dış yüzeyinin kaplandığı yenilebilir özellikteki ambalaj materyalleridir (Keleş 2002). Bu ambalajlar gıdayı dış etkilerden koruyarak mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalarında engellediğinden tercih edilmektedir (Falguera *et al.* 2011).

Gıda yüzeyinde oluşturulan ince tabakanın hazırlanmasında daha çok doğal kaynaklardan elde edilmiş hidrokolloidler (protein ve polisakkarit), lipitler ve kompozitlerden (hidrokolloid + lipit) yararlanılmaktadır.

Yenilebilir film ve kaplamaların et ürünlerindeki kullanılmasının sebepleri;

- a) Yenilebilir ambalajlar et ve ürünlerinde nem kaybını önledikleri için depolama sırasında oluşabilecek kalite kaybını engellemektedirler.
- b) Yenilebilir ambalajlar plastik tabaklarda ambalajlama gibi diğer ambalajlama şekillerinde görülen su birikintilerine neden olmadıklarından, ürünlerin daha kaliteli ve pazarda yüksek miktarda tercih edilmelerine sebep olmaktadır.
- c) Gıdalarda ve özellikle et ürünlerinde meydana gelen renk değişimi ve acılaşma gibi bozulmaların önüne geçmek için yenilebilir ambalajlar tercih edilebilir.
- d) Yenilebilir ambalajlar ürün yüzeyine direk temas edebildiğinden yüzeyde oluşabilecek mikroorganizma yükünü azaltabilmektedir.
- e) Yenilebilir kaplamalar et ürünlerinde depolama sırasında meydana gelen su kaybını engelleyebilirler. Bu sayede aroma kaybı önlenmiş olacaktır.
- f) Et ve ürünlerinde uygulanan kaplamalar, kızartma gibi pişirme tekniklerinde yüksek ısıdan kaynaklanan besin kaybını ve son ürünün besleyici değerini koruyabilmektedir (Gennadios *et al.* 1997).

Bu önemli fonksiyonları yerine getirebilen yenilebilir film ve kaplamalar sağlık açısından güvenilir olmalı, gıda ile direk temas edeceğinden toksik olmamalıdır. Aynı zamanda üründe meydana gelebilecek mekanik zararları önlemesi, kolay üretilebilir olması, gıda yüzeyinde homojen bir yapıda olması ve düşük maliyetli olması en önemli kriterlerindendir (Pavlath and Orts 2009).

Su ürünlerinde yenilebilir film ve kaplamaların kullanılması oldukça önemlidir. Çünkü yapısında protein olmayan azotlu bileşiklerinin olması, su aktivitesi ve pH gibi bozulmada etkili olan değerlerin yüksek olması mikrobiyolojik bozulmayı tetiklemektedir. Genel olarak yağ miktarları yüksek olan su ürünleri oksidatif bozulmada da etkilidir (Can ve Patır 2012). Su ürünleri gibi bozulmanın hızlı gerçekleştiği gıdalarda bozulmayı önlemek veya yavaşlatmak amacıyla çeşitli ambalajlama teknikleri uygulanmaktadır. Bu tekniklerin başında ise yenilebilir filmler gelmektedir. Doğal kaynaklı maddelerden elde edilen bu filmler, gıdanın kalitesini koruyarak raf ömrünü uzattığı da görülmüştür.

Yenilebilir ambalajların avantajları;

- a) Ambalajma materyali ürün ile tüketildiğinden çevresel atığı engellemektedir (Alper ve Acar 1998).
- b) Biyobozunur materyallerden üretildiklerinden doğada polimerik materyallerden daha hızlı parçalanırlar (Alper ve Acar 1998).
- c) Gıdada nem kaybını azaltırlar (Alper ve Acar 1998).
- d) Uygulandığı ürünün beslenme değerini yükseltirler (Alper ve Acar 1998).
- e) Yenilebilir filmler yenilemeyen filmler ile birlikte çok katlı ambalaj materyalleri olarak da kullanılabilir, bu durumda, yenilebilir filmler gıda ile direk temas eden iç tabakada bulunmaktadır (Alper ve Acar 1998).
- f) Heterojen gıdalarda farklı tabakalar arasına uygulanabilmektedir (Alper ve Acar 1998).
- g) Fiziksel baskılara bariyer özelliktedirler (Alper ve Acar 1998).

- h) Yenilebilir özellikteki antimikrobiyal maddeler (lisozim, nisin vs.) için taşıyıcı görev görürler (Işık vd 2013).
- i) Çeşitli katkı maddeleri ile desteklenerek uygulandıkları gıdaların organoleptik özelliklerini iyileştirebilmektedirler (Gennadios and Weller 1990).

Dezavantajları ise;

- a) Uygulama maliyetleri fazladır.
- b) Yeni bir teknoloji olduğundan henüz yaygın değildir.
- c) Yenilebilir özellikte olmalarından dolayı tüketici sağlığı açısından çoğu kez ikinci bir ambalaj materyaline ihtiyaç duyulmaktadır.
- d) Ambalajın fonksiyonel özellikleri arttırmak amacıyla katılan antioksidanların yan etkileri ortaya çıkabilmektedir.
- e) Diğer ambalaj materyallerine göre fiziksel ve kimyasal dirençlerinin daha düşük olması, uygulanacakları ürün çeşitliliğini azaltmaktadır (Baldwin 1994).

1.1.1. Yenilebilir ambalajların üretiminde kullanılan materyaller

Yenilebilir ambalaj hazırlama teknolojisi, kaplamaya direnç ve esneklik veren, fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi amacı ile katılan katkı maddelerinin seçimi, kaplama kalınlığı ve uygulama yöntemleri üzerine etkilidir. Ürüne zarar vermeyecek bir kaplama yöntemi seçilmelidir (Santacruz *et al.* 2015; Sharma and Singh 2016).

Lipitler, proteinler ve polisakkaritler yenilebilir film üretiminde karışım veya tek başına kullanılabilir (Robertson 2013). Polisakkaritlerden elde edilen yenilebilir filmler oksijen ve diğer gazların geçişini kontrol etmektedirler. Lipitler hidrofobik yapıda olmaları sebebiyle su transferini azaltırlar. Proteinler ise hidrofilik özellikte olduklarından uygulandıkları ürüne mekanik özellik kazandırmaktadırlar (Pavlath and Orts 2009; Üstünol 2009). Kimyasal yapıları birbirinden farklı olan bu üç film materyali kaplama materyali olarak kullanıldıklarında uygulanan gıdaya etkileri farklı olmaktadır. Yenilebilir film üretiminde bu üç ana materyal ile birlikte antioksidan ve antimikrobiyal

maddeler ile plastikleştirici, emülsüfiyer ve çözücü özellikteki ajanlarında kullanıldığı görülmektedir (Üstünol, 2009).

1.1.2. Yenilebilir ambalajların gıdalara uygulama yöntemleri

Gıdanın türü dikkate alınarak farklı teknikler geliştirilmiştir.

1.1.2.a. Daldırma yöntemi

Kaplanacak materyal hazırlanan sıvı halde ki solüsyona daldırılıp 5-30 sn süre ile içerisinde bekletilmektedir. Ardından kuruması için materyalin fazlası üründen uzaklaştırılmaktadır. Bu uygulamada, gıda tarafından film solisyonunu emilerek yüzeyde istenen kalınlıkta film tabakası oluşturulmaktadır (Pavlath and Orts 2009). Yüzeyi film kaplamaya uygun olmayan gıdaların kaplanması açısından kolay bir metottur. Ancak büyük gıdaların kullanılması için uygun görülmemektedir.

1.1.2.b. Püskürtme (sprey) yöntemi

Püskürtme yöntemi, ürünün sadece bir kısmının kaplandığı metottur. Sprey şeklinde uygulandığı için ince bir tabaka oluşmaktadır (Üstünol 2009). Bu metot, meyve ve sebzelerin kaplanmasında tercih edilen bir yöntemdir (Işık vd 2013).

1.1.2.c. Damlatma yöntemi

Yenilebilir kaplamada en yaygın kullanılan yöntemdir. Kaplanacak ürüne yukarıdan damla damla dökülerek uygulanır. Daha sonra ürünün her tarafının aynı şekilde kaplanması için dönen fırça bandına gönderilir ve burada bulunan fanlarla kuruması sağlanır (Koyuncu ve Savran 2002).

1.1.2.d. Dökme yöntemi

Film oluşturulacak çözeltinin düzgün bir tabla üzerine dökülerek yayılması sağlanır. Kendi kendine kurumaması beklenen filmler tabladan dikkatlice çıkartılarak kaplanacak materyale uygulanır (Polat 2007; Dursun Oğur 2012).

1.1.2.e. Köpük yöntemi

Bu yöntemde ise uygulama tankına sıkıştırılmış hava verilmektedir. Silindir üzerinde hareket eden ürünlere köpük uygulanır ve fırçalar emülsiyonu ürünün yüzeyine dağıtır. Bu tip emülsiyon, az su içerdiğinden oldukça hızlı kurur, fakat yetersiz kaplama sık sık problemlere yol olmaktadır. Bu yüzden çok fazla tercih edilen bir yöntem değildir (Krochta and Mulder-Johston 1997).

1.1.2.f. Ekstrüzyon yöntemi

Ekstrüzyon yönteminin ana materyali nişastadır. Bu yöntemde, plastikleştirici olarak glikol ve polietilen gibi maddeler kullanılmaktadır. Bu metotta kurutma işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle endüstriyel uygulamalarda sıkça tercih edilmektedir (Dhanapal *et al.* 2012).

1.2. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Kuzey Amerika orjinli bir balık türü olup tüm dünyada yayılım göstermektedir. Avrupa'ya 1880 yılında ve Türkiye'ye 1967 yılında yetiştiriciliği yapılması amacıyla getirilmiştir. Türkiye bilimsel düzeyde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğine 1971 yılında başlamıştır (FAO 2017).

Alabalıklar (Salmonidae) familyasında yer alan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) ticari önemi yüksek bir tür olup, Avrupa'da yoğun olarak tüketilmektedir (Cakli *et al.* 2006). Gökkuşığı alabalığının yoğun olarak kültürünün yapılmasında en büyük etken gelişmelerinin hızlı ve besin içeriğinin yüksek olmasıdır (Gall and Crandell 1992; Gökoğlu vd 2004; Mashaie, 2011; Fallah *et al.* 2011). Fileto haline getirilen bu balıklar bütün halde dondurulmuş ya da vakum paketlenme koşullarında taze olarak tüketime sunulabilmektedir (Pyrgotou *et al.* 2010). Aynı zamanda ülkemizde ve dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan balık türleri arasında yer almaktadır. Ülkemizde 2018 yılı verilerine göre 103.705 ton'u iç sularda ve 5.952 ton'u denizde olmak üzere toplamda 109.657 ton alabalık üretilmiştir (TÜİK 2017). Gökkuşığı alabalığı üretim miktarı ise 103.192 ton/yıl'dır (TÜİK 2018).

Zengin besin içeriğine sahip olan balıklar önemli bir gıda kaynağıdır. İçeriğinde bulunan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve esansiyel yağ asitleri insan sağlığı açısından oldukça önemlidir (Anonim 2007). Bu yağ asitlerini içeren gıdalar lipit oksidasyona karşı oldukça hassastır (Fraser and Sumar 1998). Bu nedenle insan tüketimine sunulacak bir balığın depolama aşamasından mutfağa gelinceye kadar geçen süreçte tazeliğini ve kalitesini korumak gerekmektedir.

Gökkuşığı alabalığının bozulması depolama aşamasında lipit oksidasyonu ve mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır (Gram and Huss, 2000, Jasour *et al.* 2011). Balık ve balık ürünlerindeki bakteriyel bozulma oksijenin bulunduğu ortamda hızlanmaktadır. Oksijen ortamda bulunan yağı oksitleyerek bozulma olayını gerçekleştirmektedir. Bu tür bozulmalar çoğunlukla *Pseudomonas*, *Alteromonas*,

Shewanella ve *Flavobacterium* gibi gram negatif psikrotrofik organizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir (Hubbs 1991; Chytiri *et al.* 2004). Oksidatif bozulmaları engellemek için kullanılacak maddelerin başında antioksidanlar gelmektedir (Fraser and Sumar, 1998).

1.3. Kinoa (*Chenopodium quinoa*)

Kazayağıgiller (Chenopodiaceae) familyasına ait olan Kinoa (*Chenopodium quinoa*) çift çenekli bir bitkidir (Şekil 1.1). Beslenme değeri üzerine birçok çalışmanın yapıldığı bir bitki türüdür. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 2013 yılında ‘Uluslararası Kinoa Yılı’ olarak kabul edilmiştir (Iglesias-Puig *et al.* 2015). Bu çalışmalar sonucunda kinoanın faydaları göz önünde bulundurularak ülkemizde de yetiştiriciliği ve kullanımına yönelik birçok araştırma yapılmaktadır.



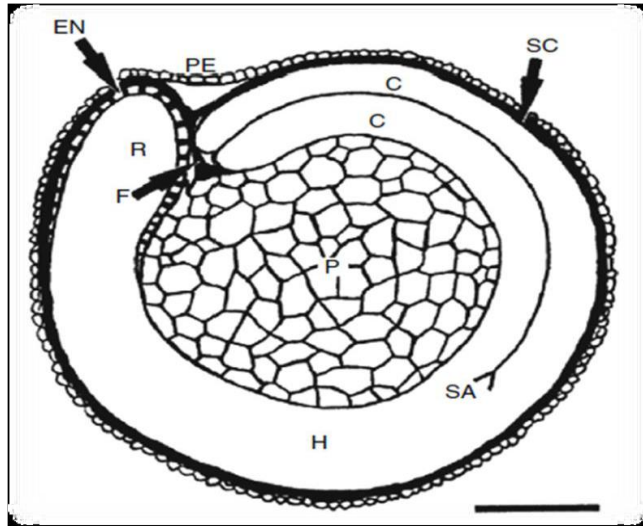
Şekil 1.1. *Chenopodium quinoa*

Kinoa bitkisinin tarımı çok eskilere dayandığı tahmin edilmekle birlikte Orta ve Güney Amerikada M.Ö. 3000 yılından beri yetiştirildiği düşünülmektedir. Güney Amerika’da bulunan And Yayılları’nda yetişen bir bitki olup “Tahıl Ana” olarak adlandırılmıştır. Avrupa’ya 1970 yılında getirilen kinoa ilk olarak İngiltere’de yetiştirilmiştir. Son 20 yılda ise üretimi oldukça yaygınlaşmıştır. Birçok ülkede halen üretimi yapılmakta, ABD ve Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir (Tan ve Yöndem 2013).

1.3.1. Kinoa tohumunun bitkisel özellikleri

Kinoa (*C. quinoa*) otsu bir bitkidir ve tohumla (terofit) çoğalmaktadır. Gelişmiş ve dallanmış kazık kökleri bulunan kinoa kurağa oldukça dayanıklıdır. Bitki boyu 30-150 cm arasında değişmektedir (Bhargava *et al.* 2007). Kalın sapları ve üçgen şeklinde geniş dişli yaprakları vardır. Yapraklar yeşil renktedir, fakat bitki olgunlaştıkça renk değiştirerek sarı, kırmızı veya mor renk almaktadırlar (Tan ve Yöndem 2013).

Çiçeklenme Temmuz-Ağustos aylarında başlar ve salkım oluştururlar. Çiçekleri hermofrodittir, genellikle kendine tozlaşır, yabancı tozlaşma oranı %10-15'tir (Risi and Galwey 1989). Salkım üzerinde gruplar halinde oluşan tohumları 2-3 cm çapında ve yuvarlağımsıdır. Yassı ve oval şeklinde olan kinoanın 1.99-5.08 g arasında bin dane ağırlığı vardır. Kinoanın çeşit sayısı fazladır (Schoenlechner 2008). Tohum rengi kabuktaki saponin içeriğinden kaynaklanmaktadır. Genellikle sarıdır ancak turuncu, siyah, kırmızı gibi renkte olabilirler. (Keskin ve Evlice 2015). Pericarp içerisinde bulunan embriyo tohumun %60'ını oluşturur (Prego *et al.* 1989), (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Kinoa tohumunun yapısı

Perikarp (PE), Çekirdek Tabaka (SC), Hipokotil-radikal eksen (H), Kotelidonlar (C), Endosperm (EN), Radikül (R), Fünik (F), Sürgün ekleri (SA), Perisperm (P) (James 2009).

1.3.2. Kinoa tohumunun beslenme değeri

Kinoa tohumları ve bundan elde edilen ürünler, gluten içermediği için tahıl benzeri (pseudo-cereal) ürünler olarak tanımlanmaktadır. Glutensiz bir ürün olması nedeni ile alerjenik rahatsızlıkları önlemek amacıyla diyetlerde tercih edilmektedir. (Alvarez-Jubete *et al.* 2009; Pasko *et al.* 2009). Önemli bir enerji kaynağı olan kinoa protein, esansiyel yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve lif açısından oldukça zengindir (Valencia-Chamora 2003; Alvarez-Jubete *et al.* 2010). Yapılan çalışmalar da protein kalitesinin ve içeriğinin, diğer tahıllara göre çok daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Oelke *et al.* 1992).

Kinoanın protein içeriği diğer tahıl ürünlerine göre oldukça yüksektir (Repo-Carrasco *et al.* 2003; Lindeboom, 2005; Schoenlechner *et al.* 2008). Protein oranı %8-22 arasında değişmektedir (Valencia-Chamorro 2003; Jancurova *et al.* 2009). Albümin ve globülinden oluşan proteinler embriyoda yoğunlaşmıştır (Repo-Carrasco *et al.* 2003; Schoenlechner *et al.* 2008). Esansiyel aminoasit oranı oldukça dengeli olan kinoa, %37-40 arasında esansiyel aminoasit içerir (Koziol, 1992; Lindeboom 2005). Protein kalitesi açısından oldukça önemli bir besin kaynağı olan kinoa sütede bu bakımdan benzerlik göstermektedir (Ranhotra *et al.* 1993; Repo-Carrasco *et al.* 2003). Pirinç, buğday gibi tahıllarda düşük oranlarda görülen lizin aminoasidi bakımından oldukça zengindir. Kazeine benzer bir protein etkinlik oranı (PER) vardır (Gross *et al.* 1989; Ranhotra *et al.* 1993). Sindirilebilirlik oranı kazeinden düşük olup %84,3 tür. Biyolojik değeri 82,6 olan kinoanın net protein değeri ise (NPU) 75,2 dir. (Ruales and Nair 1992).

Kinoa'nın karbonhidrat içeriği, %67-74 arasındadır (Çizelge 1.1) (Valencia-Chamorro 2003; Jancurova *et al.* 2009). Kuru maddede değişim gösteren bu değer %58-64,2'ini nişasta oluşturmaktadır (Lindeboom 2005; Vega-Galvez *et al.* 2010; Repo-Carrasco *et al.* 2011). Kinoa nişastası, diğer tahıllara göre daha yüksek sıcaklıklarda jelatinizasyona uğramaktadır (Schoenlechner *et al.* 2008). Yüksek jelatinizasyona sahip olan kinoanın dirençli nişasta içeriği ise, çavdar ve buğdaydan daha düşüktür (Kraic, 2006). Yüksek oranda amilopektin içeriği; donma-çözülme kararlılığı, retrogradasyona direç gibi özellikleri önemli işlevsel fonsiyonlar kazandırır (Scanlin and Lewis 2017), (Şekil 1.3).

Çizelge 1.1. Kinoa tohumunun besin içeriği kompozisyonu karşılaştırması (g/100g, kuru madde’de) (Valencia-Chamorro 2003).

	Protein	Yağ	Lif	Kül	Karbonhidrat
Kinoa	16,5	6,3	3,8	3,8	69,0
Arpa	10,8	1,9	4,4	2,2	80,7
Mısır	10,2	4,7	2,3	11,7	81,1
Yulaf	11,6	5,2	10,4	2,9	69,8
Pirinç	7,6	2,2	6,4	3,4	80,4
Çavdar	13,4	1,8	2,6	2,1	80,1
Buğday	14,3	2,3	2,8	2,2	78,4

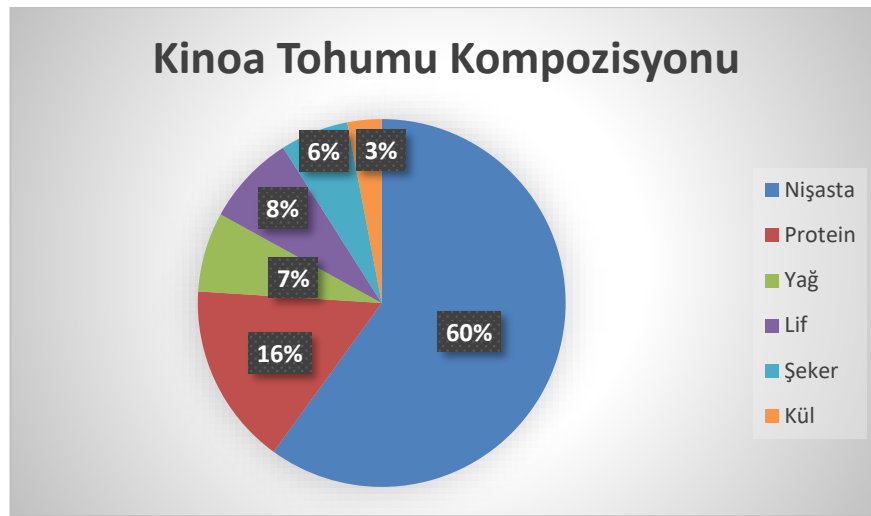
Kinoa nişastasını buğday nişastasıyla karşılaştırdığımız zaman kinoanın jelatinizasyon oranı daha düşük, viskozite ve su bağlama kapasitesi daha yüksektir (Valencia-Chamorro, 2003).

Kinoa, esansiyel doymamış yağ asitlerince de zengin bir içeriğe sahiptir (Ranhotra ve *et al.* 1993; Petal and Morita 2004). Soya yağına benzerlik gösteren bir yağ asidi kompozisyonu vardır (Valencia-Chamorra 2003; Ng *et al.* 2007). Kinoa taneleri %6-8 arasında toplam lipit içermektedir ve bu lipitlerin çoğunluğunu linoleik ve linolenik asitler oluşturmaktadır (Valencia-Chamorro 2003; Petal and Morita 2004). Yağ içeriğinin ve E vitaminin yüksek miktarda olması gerçekleşebilecek olan hızlı lipit oksidasyonunu önlemektedir (Koziol, 1992). Toplam yağın %25,2’sini fosfolipitler oluşturmaktadır (Przybylski *et al.* 1994). Linoleik/linolenik asit oranı ise yeterli miktardadır (Alvarez-Jubete *et al.* 2009; Repo-Carrasco *et al.* 2011) (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Kinoa, mısır, pirinç ve buğdaydaki esansiyel aminoasit miktarları ($\times 10^{-3}$ kg per kg protein) (Valencia *et al.* 2016)

Aminoasit	Kinoa	Mısır	Pirinç	Buğday	Fasülye	Süt
Histidin	29	11	25	21	51	30
İzolosin	36	36	42	35	44	52
Lisin	54	32	38	26	69	84
Lösün	60	70	83	67	80	95
Metiyonin	30	29	35	41	26	32
Fenialanin	61	75	89	77	15	10
Treonin	30	31	37	28	42	43
Triptofan	12	11	13	13	12	13
Valin	42	49	57	44	96	63

Kinoa tohumu B ve E vitaminleri açısından önemli bir besin kaynağıdır (Doğan and Karwe 2003; Repo-Carrasco *et al.* 2003; Alvarez-Jubete *et al.* 2010; Vega-Galvez *et al.* 2010). İçeriğindeki vitaminler arasında tiyamin, folik asit ve C vitaminide bulunmaktadır ve riboflavin içeriğide diğer tahıllardan fazladır (Ruales and Nair 1993)



Şekil 1.3. Kinoa'nın besinsel kompozisyonu (Scanlin and Lewis 2017).

Kinoa tohumunda mineral maddeler dış kepek kısmında bulunmaktadır (Repo-Carrasco *et al.* 2011). Kinoa taneleri kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), potasyum (K), demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) bakımından zengin olup düşük sodyum içeriğine sahiptir (Koziol, 1992; Valencia-Chamorro 2003) (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Kinoa ve buğdayın mineral madde kompozisyonları (mg/kg, Kuru madde esasına göre) (Demir ve Kılıç 2016).

Mineraller	Kinoa (mg/kg)	Buğday (mg/kg)
Ca	1487	503
Mg	2496	1694
K	9267	5783
P	3837	4677
Fe	132	38
Cu	51	7
Zn	44	47

1.4. Esansiyel Yağlar

Uçucu yağ olarak bilinen esansiyel yağlar bitkilerden elde edilen önemli bileşenlerdir (Çelik ve Çelik 2007). Genellikle ılıman Akdeniz ülkelerinde ve Tropik ülkelerde yetişen aromatik bitkilerden elde edilmektedir (Bakkali *et al.* 2008). Esansiyel yağlar aromatik bitkilerin çiçek, yaprak, reçine ve kabuk gibi kısımlarından çeşitli yöntemlerle elde edilmektedir. Esansiyel yağlar oda sıcaklığında sıvı olduğundan kolayca kristalleşebilirler.

Esansiyel yağların bileşimlerinde temel olarak terpenoidler, asitler, alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, laktonlar, az miktarda azotlu ve kükürtlü bileşikler, kumarinler ve fenilpropanoidlerin homologları yer alır (Cowan 1999; Grassmann and Elstner 2003). Esansiyel yağların bileşimi elde edildiği bitkinin cinsine, hangi kısmından elde edildiğine,

yetiştirildiği bölgenin coğrafi yapısına ve kullanılan metoda bağlı olarak değişmektedir (Özgüven ve Kırıcı 1999; Angioni *et al.* 2006).

Son yıllarda antibiyotik kullanımının yaygınlaşması ile bunlara karşı dirençli suşların oluşmasında kaçınılmaz olmuştur. Doğal olması açısından önemli olan bitkilerin etken maddeleri tespit edilerek bunlardan antioksidan elde edilmesi son yıllarda yaygınlaşan bir çalışma alanını ortaya çıkarmıştır (Benli ve Yiğit 2005; Toroğlu ve Çenet 2006). Uçucu yağlar, kompleks yapıdaki bir karışım olduğundan biyolojik etkileri yönünden de farklılıklar göstermektedirler. Bu yağlarda bulunan etken maddenin özelliği antimikrobiyal etkinliği artırmaktadır (Toroğlu ve Çenet 2006).

1.4.1. Çörek otu tohumu (*Nigella sativa*)

Düğünçiçeğigiller familyasına ait olan çörekotu (*Nigella sativa*), Güney Avrupa ve Batı Asya kökenli bir bitkidir (Ceylan 1983). Ülkemizde de yaygın olarak yetişen çörek otu Doğu Akdeniz ülkelerinde daha çok rastlanmaktadır (Ramadan 2007; Cemek *et al.* 2008). Tek yıllık bir bitki olup boyu 20-50 cm arasında değişkenlik gösterir. Gövde kısmı tüylü, dallı ve dik yapıdadır. Çiçekleri dalların uç kısmında 3 yapraklı şekildedir. Meyveleri çok tohum taşıyan bir kapsül şeklindedir. Tohumlar Şekil 1.4'de ki gibi oval şekilde, 3 köşeli ve küçük tanelidir (İlisulu 1992). Tarımı yapılan ve ticareti olan tek tür *N. sativa* L.'dir. İlaç olarak kullanılan kısım tohumlar ve tohumlardan elde edilen yağdır.



Şekil 1.4. Çörek otu çiçeği ve tohumu

Çörek otu tohumu karbonhidrat, yağ, vitamin, mineral, protein ve birçok esansiyel aminoasit içermektedir (Çizelge 1.4). Bileşiminde %16-20 protein, %33-40 karbonhidrat içerdiği saptanmıştır (El- Tahir and Bakeet, 2006). Tohumdan elde edilen proteinlerin molekül ağırlığı SDS-PAGE elektroforezi ile 94-100 kDA arasında olduğu tespit edilmiştir (Haq *et al.* 1999).

Çörek otu tohumunun bileşiminde önemli mineral maddeler de bulunmaktadır. Potasyum (K) tohumun yapısında en yüksek miktarda bulunurken sırası ile fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve azalan miktarlarda magnezyum (Mg), sodyum (Na), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) da tespit edilmiştir (Cheikh- Rouhou *et al.* 2007).

Çörek otu tohumu yağının kimyasal bileşiminin belirlenmesinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi olarak bilinen HPLC (High Performance Liquid Chromatography) cihazı kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda çörek otu yağında 4 ana aktif madde bulunmuştur (Ghosheh *et al.* 1999). Bunlar timokinin, timohidrokinon, ditimokinon ve timol'dür (Çizelge 1.5). Çörek otu tohumu uçucu yağ oranı %0,4-0,45 arasındadır. Uçucu yağların %18-24'ünü ise timokinon oluşturmaktadır (Al-Saleh *et al.* 2006).

Çizelge 1.4. Çörek otu tohumunun besin içeriği (El-Tahir and Bakeet 2006)

Besin içeriği	% Miktar (w/w)
Yağ	31- 35,5
Protein	16- 19,9
Karbonhidrat	33- 34
Lif	4,5- 6,5
Kül	3.7- 7
Saponin	0,013
Nem	5-7

Çizelge 1.5. Çörek otu tohumu yağının kimyasal bileşimi (Sultan *et al.* 2009)

Çörekotu Uçucu Yağ Bileşenleri	Bileşenlerin Konsantrasyonu (%)
Timokinon	23,25
Dihidrotimokinon	3,84
p-Simen	32,02
Karvakrol	10,8
α - Thujen	2,4
Timol	2,32
α - pinen	1,48
Pinen	1,72
t- Anethol	2,10
Minör bileşenler	23,81

Çörek otu tohumu doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengindir. Bu yağ asitlerinin başında linoleik asit gelmektedir (Çizelge 1.6). Araşidonik ve eikosanoid asitte bu tohumda bulunan diğer doymamış yağlardandır. Doymuş yağ asitleri ise palmitik, stearik ve miristik asittir (Rhouhou *et al.* 2007).

Çizelge 1.6. Çörek otu tohumu sabit yağının kimyasal içeriği (El- Tahir and Bakeet 2006)

Yağ Asit Bileşenleri	%(w/w)
Linoleik asit	44,7- 56
Oleik asit	20,7- 24,6
Linolenik asit	0,6- 1,8
Palmitoleik asit	3
Eikosadienoik asit	2-2,5
Palmitik asit	12-14,3
Stearik asit	2,7-3
Miristik asit	0,16
Sterolle	0,5
Araşidik asit	2-3

1.4.2. Nane bitkisi (*Mentha piperita*)

Lamiaceae familyasının bir üyesi olan nane bitkisi ticari önemi olan Asya kökenli bir aromatik bitkidir (Sinha and Chattopadhyay 2011). *Mentha* türüne ait olan nane sürünücü gövdelere sahip otsu bir bitkidir (Baytop 1992). Akdeniz, Anadolu ve Mısır'da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Nane çok yıllık bir bitki olup ortalama 50-60 cm boya sahiptir. Genellikle morumsu ve pürüzsüz yapıdadır (Özgüven ve Kırıcı 1999).

Lamiaceae familyası halk arasında Ballıbabagiller olarak bilinir. Bu familyaya ait üyeler ülkemizin bitki çeşidi zenginliğinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca bünyelerinde başta uçucu yağlar olmak üzere, farklı kimyasal bileşikler bulundurmaları nedeni ile ekonomik açıdan da oldukça önemli bitkilerdir (Özgüven ve Kırıcı 1999).

Nane bitkisi ülkemizde bahçelerde, tarlalarda yetiştirilebilen bir bitkidir. Antimikrobiyal etkisi olan nane aynı zamanda spazm ve gaz giderici, serinletici ve uyarıcı olarak baharat ve bitki çaylarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle tıp, eczacılık, gıda, kozmetik ve parfümeri gibi çeşitli alanlarda tercih edilmektedir (Başer 1993).

Nane bitkisinden elde edilen yağın antibakteriyel, antifungal, antiviral etkileri mevcuttur. Yapısında bulunan mentol ise antiseptik özelliğe sahiptir (Mimica-Dukic *et al.* 2003; Yıldırım 2014). İçerdiği rosmarinik asit, hesperidin, eriositrin, retusin, linearin ve narirutin gibi bazı biyolojik aktif molekülleri de içermektedir. Bu moleküllerin anti enflamatuar, kalp koruyucu (kardiyoprotektif) etkileri, antioksidan ve antibakteriyel gibi biyolojik aktiviteleride önemli olduğu bildirilmiştir (Akşit 2013)

Nane yaprakları ekonomik olarak en değerli kısımlardır. *Mentha* cinsinin uçucu yağ oranı %1-5 arasında değişmektedir (Ceylan 1987). Uçucu yağlar mentol, karvon, menton ve pulegon gibi bileşenleri içermektedir (Phatak *et al.* 2002).



Şekil 1.5. *Mentha piperita*

1.4.2.a. Uçucu yağ bileşenleri

Nane yağı en çok üretilen ve tüketilen esansiyel yağlardan biridir (Heywood 1979; Brown, 1995). En yaygın nane türü olan *M. piperita*'nın uçucu yağ bileşenleri ve konsantrasyonları Çizelge 1.7'de verilmiştir.

Çizelge 1.7. *Mentha piperita*'nın uçucu yağ bileşenleri (Alaşalvar 2017)

Uçucu Yağ Bileşenleri	Konsantrasyon (%)
Menthol	28-47
Menthon	11-32
Menthofuran	1-7
Isomenthon	2-5,5
Mentil asetat	2-8,5
Limonen	1-4
Germacren D	0,5-3

Nane uçucu yağlarının kompozisyonu, kalite ve aromayı belirlemektedir. Bu kompozisyon yetiştirildiği bölge koşulları, çeşit ve biçim zamanlarına göre değişmektedir (Ruminska *et al.* 1984; Gasic *et al.*1992). Wagner *et al* (1996) yaptıkları çalışmalarında, *M. piperita* yağında mentol oranını %50-78, menton oranını %10-30, mentofuran oranını %2,5-5 ve mentilasetat oranını %5-10 olarak belirlemişlerdir.

Yenilebilir filmlerin gıdalarda raf ömrü ve kalite özelliklerini belirlemek için birçok çalışma yapılmaktadır. Tüketicilerin sağlıklı ve güvenilir ürüne olan talepleri, atık sorunu oluşturmamaları ve fonksiyonel özelliklerinin çok olması bu çalışmaların olmasındaki en önemli nedenlerdendir.

Bu çalışmanın amacı son yıllarda yüksek besin değerleri ile dikkat çeken kinoa esaslı yenilebilir biyofilm ile kaplanmış gökkuşağı alabalığı filetoalarının depolama sonucu bozulma süresinin geciktirilerek raf ömrü ve kalitesindeki değişimlerin belirlenmesidir. Aynı zamanda kinoa nişastasından elde edilen biyofilm solisyonuna antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri ile bilinen çörek otu ve nane esansiyel yağlarında ilave edilerek oluşturulan biyofilmin fonksiyonel özelliklerinin artırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Souza *et al.* (1995) yaptıkları çalışmada, kitosan bazlı kaplamaların 0°C’de depolanan somon (*Salmo salar*) filetolarının raf ömrüne etkisini araştırmışlardır. Kontrol ve kaplı balık örneklerinde periyodik olarak toplam aerobik bakteri sayımı, pH, TVB-N, trimetilamin (TMA), tiyobarbitürik asit (TBA) ve ATP yıkım ürünleri (K değeri) analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, kitosan ile kaplı balık örnekleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, pH ve K değerinde 6. günden sonra, TVB-N, TMA ve TBA değerlerinde ise 9. günden sonra önemli bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyal büyüme açısından değerlendirildiğinde ise kaplanmış balıkta toplam aerobik bakteri sayısında daha düşük bir artışın olduğu ve kitosan bazlı kaplamaların alabalıkların raf ömrünü 3 gün daha uzattığı tespit edilmiştir.

Ouattara *et al.* (2001), yaptıkları çalışmada kekik ve sinamaldehit içeren protein bazlı filmleri karideslere uygulayarak bakteriyel gelişimi takip etmişlerdir. Çalışma sonunda bitkisel yağların 11 gün kadar raf ömrünü uzattığı ve bakteriyel gelişimi yavaşlattığı rapor edilmiştir.

Jeon *et al.* (2002), yaptıkları çalışmalarında kitosan kaplamanın balıklarda lipit oksidasyonunu yavaşlattığını gözlemlemişlerdir.

Sathivel (2005), somon balıklarında kitosan bazlı filmle kaplamanın lipit oksidasyonu yavaşlattığını ve damlama kaybını minimuma indirdiğini rapor etmiştir. Morina balığı köftelerinin yenilebilir filmle kaplanması üzerine yapılan bir başka çalışmada ise 3 grup oluşturularak kitosanın etki düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Toz kitosan grubunda bakteriyel gelişimin değişmediğini, kitosan-jelatin kaplamalarının duyuşal özellikleri iyileştirdiği ve bu kaplamaların toplam uçucu bazik azotu ve gram negatif bakteri sayısında azalmaya neden olarak köftelerde bozulmayı geciktirdiği rapor edilmiştir (Lopez-Caballero *et al.* 2005).

Esansiyel yağların mikroorganizmalara karşı etkisinin araştırıldığı bir çalışmada nane yağının mayalara karşı etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca nane yağının *E. coli* üzerindeki antiplazmid etkileri araştırılmış ve nane yağının *E. coli*'nin F' lac metabolik plazmidinin replikasyonunu %37,5 lik bir oranda engellediği saptanmıştır. Bu çalışmanın devamında nane yağındaki etken madde olan mentolün antiplazmid etkisinden sorumlu olup olmadığına karar vermek için mentol çalışılmıştır. Sonuçlarda mentolün yaklaşık %100 olabilen kayda değer miktarda antiplazmid etkinliğe sahip olduğu gözlenmiştir. Nane yağı ve mentolün dört farklı antibiyotik (ampicillin, erythromycin, gentamycin, oxytetracycline) ile etkileşimleri incelenmiştir. Minimum inhibasyon, maksimum konsantrasyon değerleri tek başına ve kombinasyon halinde materyaller için belirlenmiş ve hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre nane yağı ve mentol oxytetracycline kombinasyonu ile daha yüksek etki göstermiştir. Diğer 3 antibiyotik, yağ ve menthol ile kayıtsız bir etkileşim ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu çalışmada nane yağının mayalara ve *Saccharomyces cerevisiae*'nin iki suşuna karşı etkili olduğu saptanmıştır (Schelz *et al.* 2006).

Aljinat bazlı yenilebilir kaplamalar, yaygın olarak kullanılan polisakkarit kökenli yenilebilir kaplamalardandır. Yapılan bir çalışmada istiridye lizozimi, nisin ve tavuk yumurtasının beyazından hazırlanan aljinat kaplamaları 4°C'de 35 gün depolanan dumanlanmış somon balıklarında, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella anatum*'un kontrolü amacıyla uygulanmıştır. Çalışma sonunda hedef mikroorganizmaların gelişimini inhibe ettiği, aljinat kaplamaların antimikrobiyal aktiviteyi artırdığı bildirilmiştir (Datta *et al.* 2008).

Buzdolabında +4°C’de muhafaza edilen sazan balığının raf ömrü ve kalitesi üzerine kitosan kaplamanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, balıklar %2’lik kitosan ile kaplanarak -3°C’de 30 gün depolanmıştır. Depolama sonunda sazan balıklarının kalite özelliklerinin korunduğu ve raf ömrünün uzadığı bildirilmiştir (Fan *et al.* 2009).

Min and Oh (2009), %0,5, %1 ve %2 oranında oreganum esansiyel (OG) ile zenginleştirilmiş jelatin ile kaplanan kedi balığının 12 gün süre ile 4 ve 10 °C’de depolanması esnasında *Salmonella typhimurium* ve *E. coli* O157:H7 bakterilerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri hücre sayısı ile incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda, OG’ nin antimikrobiyal etkisinin *S. typhimurium* karşı *E. coli* O157:H7’ dan daha etkili olduğu bulunmuştur.

Hısar (2010) yaptıkları çalışmalarında palamut filetoları (*Sarda sarda*) üzerinde kitosan bazlı filmlerin antimikrobiyal etkisini araştırdıkları çalışmalarında 4±1°C’de 15 gün boyunca modifiye atmosfer paketlenme ve vakum ambalaj uygulamış palamut filetolarının mikrobiyolojik ve kimyasal parametreler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kitosan film ile paketlenmiş palamut filetolarında aerobik mezofilik bakterilerin gelişimi diğer gruplara göre daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. En düşük pH değeri kitosan ile kaplanmış numunelerde belirlenmiştir. TVB-N ve TBARS değerlerindeki değişimin istenen oranda yavaşlamadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak kitosan filminin su ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında kullanılabileceğini ve kitosanın antimikrobiyal etkisinin bakteriler üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Duan *et al.* (2010), tarafından yapılan çalışmada, 0.1 µl/ml tarçın kabuğu esansiyel yağı içeren ve içermeyen krill yağlı (%20, w/w kitosan)- kitosan (%3) ile kaplanan ve modifiye atmosferde (MA, %60 CO₂, + %40 N₂) paketlenmiş morina balığı (*Ophiodon elongates*) filetosunun 2°C’de 21 gün boyunca depolanması süresince kalite parametreleri incelenmiştir. Krill yağı içerikli kitosan kaplamalarının morina filetolarında ω-3 yağ asidi içeriği ve total lipit miktarında önemli bir artış sağladığı gözlemlenmiştir. Kitosan kaplama, vakum veya MA paketlenme kombinasyonu ile lipit oksidasyonunun, kimyasal

bozulmanın ve mikrobiyal bozulmanın (depolama boyunca 2,22-4,25 log'luk azalma) azaldığı bulunmuştur. Tarçın kabuğu esansiyel yağının eklenmesinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin gözlenmediği bildirilmiştir.

Kinoa nişastasından elde edilen filmlerin geliştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, film solüsyonu karışımı, pH değeri, gliserol miktarı, sıcaklık ve süre bakımından farklılık gösteren ortam koşullarında denenerek optimum değerlerin; 21,2 g gliserol/100 g kinoa nişastası, 10,7 pH, sıcaklık ve kurutma süresinin de 14 saat olduğu bildirilmiştir (Alpert 2012).

Motalebi *et al.* (2010) çalışmalarında peynir altı suyu proteinlerinden elde edilen filmlerin kilka balıklarının raf ömrü ve kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda filmlerin iyi bir su ve oksijen bariyer özelliklikleri göstermelerine rağmen, numuneler arasında toplam mikrobiyal sayım ve toplam uçucu azot (TVN) arasında önemli bir farkın olmadığını bildirmişlerdir.

Tarçın yağı (%1,5) ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın depolama boyunca gökkuşağı alabalığı kalitesine olan etkileri incelenmiştir. Tarçın yağı içeren yenilebilir kaplamalarda kontrol grubuna göre lipit oksidasyonunun ve mikrobiyal gelişiminin daha düşük olduğu belirtilmiştir. Kontrol grubunun raf ömrü 12 gün sürerken, tarçın yağı içeren kaplamaların raf ömrünün 16 güne çıktığı rapor edilmiştir (Ojagh *et al.* 2010).

Gomez-Estaca *et al.* (2010), yaptıkları bir çalışmada, esansiyel yağ içerikli biyobozunur jelatin-kitosan filmlerin antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Karanfil (*Syzygium aromaticum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Miller), selvi (*Cupressus sempervirens* L.), mine çiçeği (*Verbena officinalis* L.) lavanta (*Lavandula angustifolia*), kekik (*Thymus vulgaris* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağlarının kullanıldığı çalışmada önemli gıda patojenleri ve bozucu bakteri olarak 18 genel bakteriye karşı antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Çalışma sonucunda, karanfil uçucu yağlarının yüksek inhibitör etki gösterdiği ve onu sırasıyla biberiye ve lavanta uçucu yağlarının izlediği bulunmuştur. Ayrıca, karanfil içerikli jelatin-kitosan bazlı yenilebilir filmlerin antimikrobiyal aktivitesi

araştırılmış ve 6 seçilmiş mikroorganizmaya (*Pseudomonas fluorescens*, *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium phosphoreum*, *Listeria innocua*, *Esherichia coli* ve *Lactobacillus acidophilus*) karşı test edilmiştir. Çalışmada, 10 gün için soğukta depolanan balık kası ekstraktı üzerine bazı esansiyel yağların etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, sadece karanfil ve kekik esansiyel yağlarının toplam inhibasyonu (+++) sağladığı bunu ise biberiye (++) ve mine çiçeğinin (+) takip ettiği saptanmıştır. Buna karşılık rezene, selvi, lavanta esansiyel yağlarının herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Ertürk vd (2010), yaptığı bir çalışmada kekik ve nane esansiyel yağlarının, klinik önem taşıyan bakteriler ve kandida kökleri üzerine olan antimikrobiyal etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırmada 21 bakteri ve 7 maya kökeni üzerindeki antimikrobiyal etkinlik incelenmiştir. Bulgular, kekik yağı test edilen mikroorganizmalardan sadece *Pseudomonas aeruginosa* karşı antimikrobiyal etkinlik göstermemiştir. Nane yağı ise kekik yağına göre daha az antimikrobiyal etkinlik göstermiştir. Maya köklerine karşıda etkili oldukları belirtilmiştir.

Song *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada, farklı antioksidant içeren sodyum alginat bazlı yenilebilir filmlerin buzdolabı koşullarında çipura balığının (*Megalobrama amblycephala*) raf ömrü ve kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Raf ömrünün uzatılması için uygulanan çalışmada, C vitamini ve çay polifenollerini içeren alginat bazlı yenilebilir kaplamalar *M. amblycephala* türü üzerinde buzdolabı sıcaklığında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) 21 gün boyunca değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, kaplama uygulanan grupların kaplama uygulanmayan grupla karşılaştırıldığında bozulmanın daha geç gerçekleştiği ve toplam bakteri sayısının gelişmesini inhibe etmede diğer gruplara göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada, kitosan solüsyonuna daldırılan gökkuşağı alabalığı filetoalarının soğukta muhafazası sırasında meydana gelen değişimleri incelenmiştir. Çalışmada üç deney grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar kontrol grubu, bir dakika kitosan solüsyonuna daldırılan grup ve 30 saniye kitosan solüsyonuna daldırılıp çıkartılan

ardından iki dakika beklendikten sonra tekrar 30 saniye ikinci daldırmaya tabi tutulan gruplardan oluşmaktadır. Soğukta 12 gün boyunca muhafaza edilen örnekler mikrobiyolojik, fiziksel ve duyuşal açıdan analiz edilmişlerdir. Çalışma sonucunda muhafazanın 6. gününde kitosan solüsyonu uygulanmış gruplar ile kontrol grubu arasındaki mikrobiyolojik fark anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubu örneklerinde muhafaza süresi sonunda TBA ve TVB-N değerleri diğer gruplara ait örneklerden daha yüksek tespit edilmiştir (Can ve Patır 2012).

Gökkuşığı alabalığı ile yapılan bir çalışmada *O. mykiss* filetolarının yenilebilir zein filmi (Z) ve vakum paket (V) ile kaplanarak, kalite kriterlerinin incelenmesini amaçlamışlardır. Filetolar, üç deneysel gruba ayrılmıştır (aerobik paketleme, zein ile kaplama ve vakum paketleme). Örnekler muhafazanın 1., 3., 6., 9., 12. ve 15. günlerinde, mikrobiyal (toplam mezofil aerobik bakteri, *Enterobacteri*, *Pseudomonas spp.*, ve laktik asit bakteri sayısı), kimyasal (total volatil baz miktarı, tiyobarbitürik asit sayısı) ve duyuşal açıdan incelenmiştir. Z grubu ile V grubu örnekleri arasındaki fark laktik asit bakteri sayısı açısından değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur. Zein ile kaplanan örnekler vakum paketleme ile muhafaza edilen örnekler ile mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde sonuçların birbirine yakın olduğu hatta bazı kriterlerde daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Can ve Çoban 2012).

Dursun Oğur (2012), çalışmasında kollojen bazlı yenilebilir filmlerin birçok fonksiyonel özelliklerinin olduğunu ve sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının kalite ve raf ömürlerinin uzatılmasında kullanılabileceğini rapor etmiştir.

Hamzeh and Rezaei (2012), sodyum aliginat kaplamasının 20 günlük soğukta depolanan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada filetolar, %3'lük sodyum alginat solüsyonu ile kaplanmışlar ve daha sonra $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmışlardır. Kontrol ve kaplanan örnekler mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal kalite parametreleri bakımından incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda, sodyum aliginat kaplamasının kalite parametrelerinin korunmasında yardımcı olduğu ve

gökkuşığı alabalığı filetolarının soğukta depolama boyunca raf ömrünü uzattığı saptanmıştır.

Kekik (*Thymus vulgaris*) yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın gökkuşığı alabalığı filetolarında psikrotrofik canlı sayısını önemli derecede azalttığı, benzer şekilde pH, tiyobarbitürik asit (TBA) ve toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerlerini de etkilediği rapor etmişlerdir (Chamanara *et al.* 2013).

Tamminen *et al.* (2013) soğuk olarak tüketilen somon füme üzerinde yaygın olarak görülen *Listeria monocytogenes*'in gelişimini engellemek amacıyla yaptıkları çalışmada kekik yağı ile zenginleştirilmiş patates kabuğu ile hazırlanan filmler soğuk dumanlanmış somon balıkları üzerine uygulanmıştır. Çalışma sonucunda *L. monocytogenes*'in gelişiminin inhibe edildiğini bildirmişlerdir.

Kekik (*Zataria multiflora*) esansiyel yağı ve üzüm tohum ekstraktları kullanılarak hazırlanan karboksimetil selüloz kaplama gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarına uygulanarak 20 günlük depolama sonucunda meydana gelen değişimleri TBA, TVB-N ve pH analizleri ile değerlendirmişlerdir. Analiz değerlerinde önemli derecede azalmaların olduğunu kaydetmişlerdir (Raeisi *et al.* 2014).

Korkmaz 2016, yaptığı bir çalışmada gökkuşığı alabalığını kinoa tohumdan elde edilen biyofilmlerle kaplayarak raf ömrü üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan incelenen alabalık filetolarında aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Pseudomonas* ve Enterobacteriaceae üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. TVB-N, TBARS ve pH değerlerinin istatistik olarak önemli bulunduğu bildirilmiştir.

Choulitoudi *et al.* (2017) tütsülenmiş yılan balığına (*Anguilla Anguilla*) biberiye esansiyel yağı (200 ppm) ve özütü (200-800 ppm) içeren karboksil metil selüloz kaplama uygulanmıştır. Biberiye özütü ve esansiyel yağ içeren kaplamaların, diğer kaplamalara göre oksidatif bozulmayı önemli ölçüde geciktirdiği belirtilmiştir. Ayrıca 800 ppm

biberiye özütü ve esansiyel yağ içeren kaplamaların daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Wang *et al.* (2017) taze somonlara kollojen (%4)- lizozim (%0,1-%0,3-%0,5- %0,7) esaslı yenilebilir kaplama uygulayarak kalite özelliklerini araştırmışlardır. Tüm uygulamaların taze somon filetolarının muhafaza kalitesini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir. Lizozimi %0,7 oranında içeren kaplamaların uçucu bazik azot miktarını azalttığı fakat genel kabul edilebilirliğe zarar verdiğini belirtmişlerdir.



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 (Şekil 3.1) ve ortalama ağırlıkları 300 ± 15 g olan 90 adet gökkuşuğı alabalığı (*O. mykiss*) kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan gökkuşuğı alabalıkları

3.1.2. Kinoa

Araştırmada ticari bir firmadan (Gluten Unlu Mam lleri, Erzurum) temin edilen beyaz kinoa (Şekil 3.2) tohumu film ana materyali olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Kinoa tohumu

3.1.3. Esansiyel yağlar

Araştırmada deneysel örneklerin hazırlanmasında kullanılan  rek otu (*Nigella sativa*) ve nane (*Mentha piperita*) esansiyel yağları ticari bir firmadan (Lokman Baharat, Erzurum) satın alınmıŐtır.



Şekil 3.3. Çalışmamızda kullanılan esansiyel yağlar ( rek otu ve nane yağı)

3.2. Metot

Kinoa (*C. quinoa*) tohumlarından elde edilen nişastadan (%8 kinoa nişastası- 200 ml distile su %4,75 ml esansiyel yağ) çözelti hazırlanmıştır. Ardından hazırlanan 180 adet filetonun 160 tanesi hazırlanan biyofilm solisyonları ile kaplanmış 20 tanesi ise herhangi bir muamele yapılmayarak kontrol grubu olarak kabul edilmiştir ve deneme tekerrürlü olarak planlanmıştır. Kontrol ve muamele gruplarının filetoları $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 15 günlük depolamanın belirli günlerinde (0, 3, 6, 9, 12, 15. gün) kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur.

3.2.1. Fileto hazırlanması

Labaratuvar ortamında iç organları temizlenen balıkların solungaç kapaklarının altından kuyruk yüzgeçlerine kadar dorsal ve abdominal kasları içine alan et kısmı steril bistüriler ile alabalık üretim tesisimizde açılmıştır. Daha sonra balıklar ters çevrilerek aynı işlem uygulanmış; kılçıklar, kuyruk ve solungaçlarla birlikte baş kısımları ayrılarak filetolar elde edilmiştir. Hazırlanan filetolar (180 adet) dezenfekte edilen kaplarda, çalışmanın yapılacağı labaratuvara buzda transfer edilmiştir.



Şekil 3.4. Temzilenmiş ve iç organları çıkarılmış gökkuşağı alabalığı filetoları

3.2.2. Kinoa tohumundan nişasta eldesi

Kinoa tohumları temin edildikten sonra temizleme (Kinoa taneleri elekten geçirilerek yabancı maddeler ayrılır) işlemi yapılmıştır. Temizlenen tohumlar deiyonize suyla x 4 kez yıkanmıştır. Yumuşayan tohumlar saf su içerisinde $\frac{1}{2}$ oranında olacak şekilde 3°C 'de 8 saat bekletildikten sonra mutfak tipi mikserde öğütülmüştür. Öğütülmüş kısımlar ince göz açıklığına sahip eleklerden geçirilmiştir. Elde kalan materyal santrifüj tüplerine koyularak $600\text{ g}/20\text{ dk}/4^{\circ}\text{C}$ 'de her defasında süpernatantlar alınmak üzere 5 kez santrifüj edilmiştir. İşlem sonunda solüsyon içerisinde kalan proteinlerin çözülmesi için %0,20'lik sulu NaOH çözeltisi ile pH değeri 10,5 olacak şekilde muamele edilmiştir. Ardından solüsyonun nötralizasyonu için 1 mol L^{-1} HCL eklenmiştir. Nötralizasyon sonrasında elde kalan materyal saf su ile 5 kere yıkanarak çözelti içerisinde kalan protein ve tuzdan arındırılarak elde edilen ürün dondurularak kurutulmuş ve nişasta elde edilmiştir (Araujo-Farro 2010).

3.2.3. Esansiyel yağ ilaveli kinoa filmlerin (biyofilm solisyonu) hazırlanması

Araujo-Farro *et al.* (2010), metodunda bazı değişiklikler uygulanarak filmler hazırlanmıştır. Elde edilen kinoa nişastaları $8\text{ g}/200\text{ ml}$ oranında 2 tane ayrı ayrı hazırlanan cam beherlere koyularak film solüsyonları oluşturulmuştur. Solüsyonun belli bir doygunluğa ulaşması için manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra (10-15 dk) solüsyona plastik özelliği kazandırılması için 82°C 'de 45 dk su banyosunda bekletilmiştir. Bekleme sonrasında çıkartılan solüsyonlardan 2 tanesine 4,75 ml esansiyel yağ (çörek otu ve nane yağı) ilave edilmiştir. Homojen bir karışım elde etmek için çözeltiler 15 dk manyetik karıştırıcı tekrar karıştırılmış ve oda sıcaklığında dinlendirmeye (30 dk) bırakılmıştır.

3.2.4. Kaplama solüsyonlarının (filmlerin) filetolara uygulanması

Analizde kullanılacak filetolar hazırlanan film çözeltilerine daldırma yöntemi uygulanarak ve filetoların tüm yüzeylerinin kaplanmasına özen gösterilerek en az 30 sn bekletilmiştir. Daldırma yöntemiyle kaplanan filetolar çözeltilerden steril ortamda çıkartılarak buzdolabı şartlarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) 15 gün süresince depolanmıştır.



Şekil 3.5. Esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa biyofilm solüsyonuna daldırılan gökkuşığı alabalığı filetolarının $+ 4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması

3.2.5. Mikrobiyolojik analizler

Buzdolabı şartlarında depolanan kaplanmış filetolara ait mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri, psikrotrofik bakteri, Enterobacteriaceae ve *Pseudomonas*) için 25 g örnek alınmasının ardından üzerine 225 ml serum fizyolojik su ilave edilerek Stomacher'de homojenize edilmiştir. Hazırlanan bu homojenizattan uygun dilüsyonlar hazırlanarak mikrobiyolojik analizler yapılmıştır (Aras-Hisar 2002; Alak 2011).



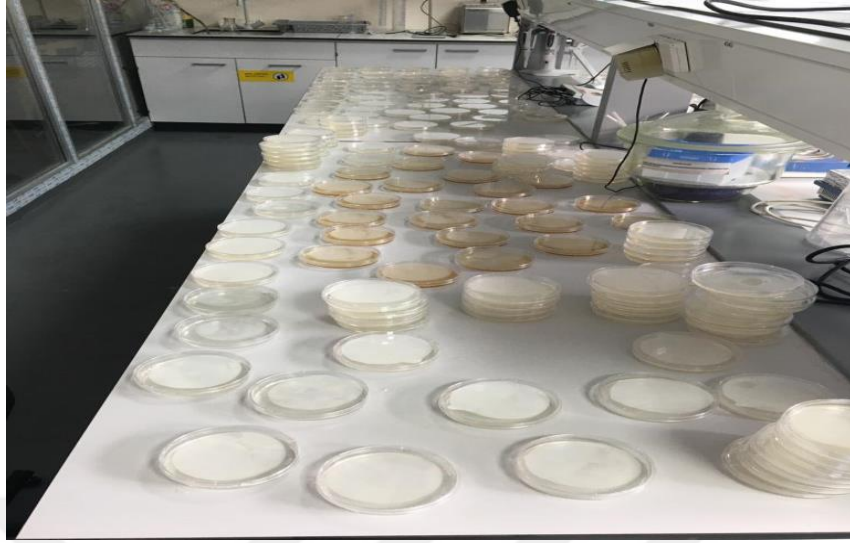
Şekil 3.6. Mikrobiyolojik analizler için hazırlanan besiyerlerinin steril kabindeki görüntüsü

3.2.5.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

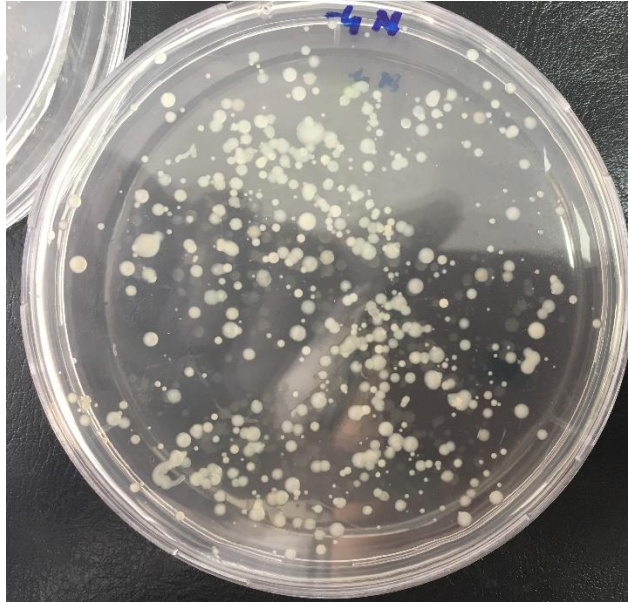
Plate Count Agar (PCA, Merck) toplam aerobik mezofilik bakteri sayımında besiyeri olarak kullanılmıştır. Yüze yayma yöntemi ile hazırlanmış olan dilüsyonlardan alınarak ekimler yapılmıştır. Petrilere ekim yapıldıktan sonra 37°C’de 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi bitiminde petri kutularında sayım yapılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993; Aras-Hisar 2002; Alak 2011).

3.2.5.b. Psikrotrof bakteri sayımı

Plate Count Agar (PCA, Merck) (Şekil 3.8) psikrotrof bakteri sayımında besiyeri olarak kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüze yayma yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Ekim sonrasında petri kutuları 10°C’de 7 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutularında sayım yapılarak (Şekil 3.9) psikrotrofik bakteri sayıları belirlenmiştir (Lyhs *et al.* 2001; Alak 2011).



Şekil 3.7. Psikrofilik bakteri sayımı için hazırlanan PCA'nın petri kutularına dökülerek ekime hazırlanması

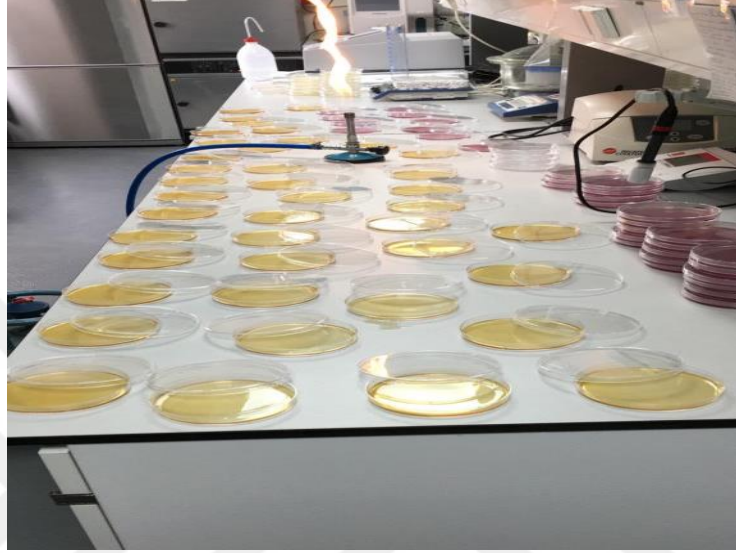


Şekil 3.8. PCA Besiyerinde psikrotrof bakteri sayımı

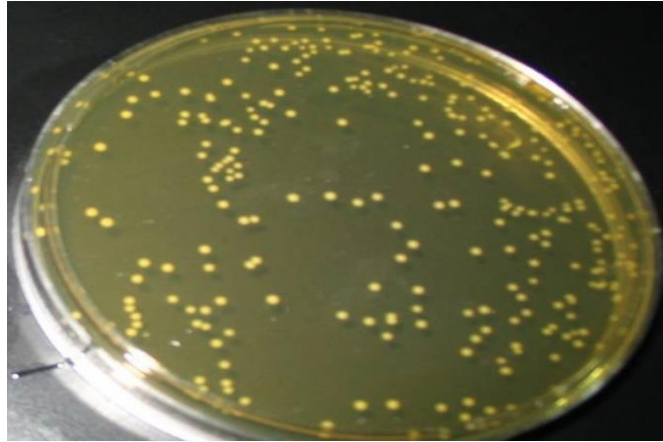
3.2.5.c. Laktik asit bakteri sayımı

Laktik asit bakteri sayımında besiyeri olarak De Man Ragose Sharpe Agar (MRS, Merck) (Şekil 3.19) kullanılmış olup diğer ekimlerde uygulanan yöntemle yapılmıştır. Ekim yapılan petriler anaerobik şartlarda 30°C'de 48 saat inkübasyona tabi tutulmuştur.

İnkübasyon süresi sonunda gelişen kolonilere katalaz testi uygulanmış ve katalaz (-) koloniler dikkate alınarak (Şekil 3.10) laktik asit bakteri sayısı tespit edilmiştir (Baumgart *et al.* 1993; Alak 2011).



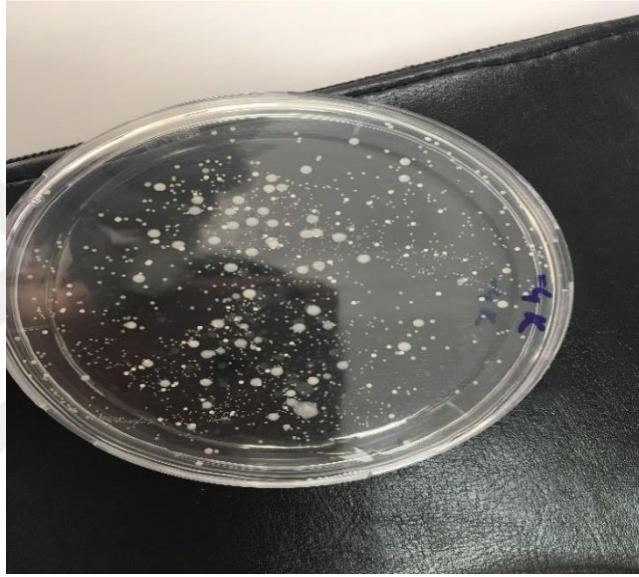
Şekil 3.9. Siteril ortamda hazırlanan MRS agarın petri kutularına dökülmesi



Şekil 3.10. MRS agar besiyerinde Laktik asit bakteri görünümü

3.2.5.d. *Pseudomonas* sayımı

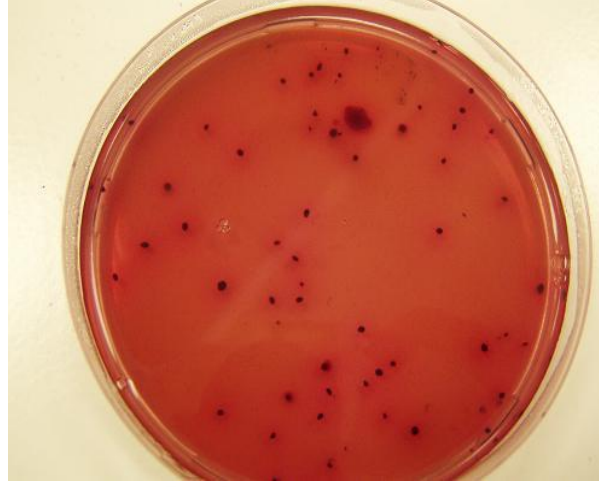
Cetrimide Agar (CFC, Merck) *Pseudomonas* sayımında besiyeri olarak kullanılmıştır. Petrilere hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Ekim sonrasında aerobik koşullarda 25°C’de 48 saat inkübasyonun ardından petri kutularında gelişen koloniler sayılarak (Şekil 3.12) *Pseudomonas* sayıları tespit edilmiştir.



Şekil 3.11. CFC agar besiyerinde *Pseudomonas* bakteri görünümü

3.2.5.e. Enterobacteriaceae sayımı

Violet Red Bile Dekstrose 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 (Şekil 3.12) sayıma tabi tutularak Enterobacteriaceae sayısı tespit edilmiştir (Alak 2011).



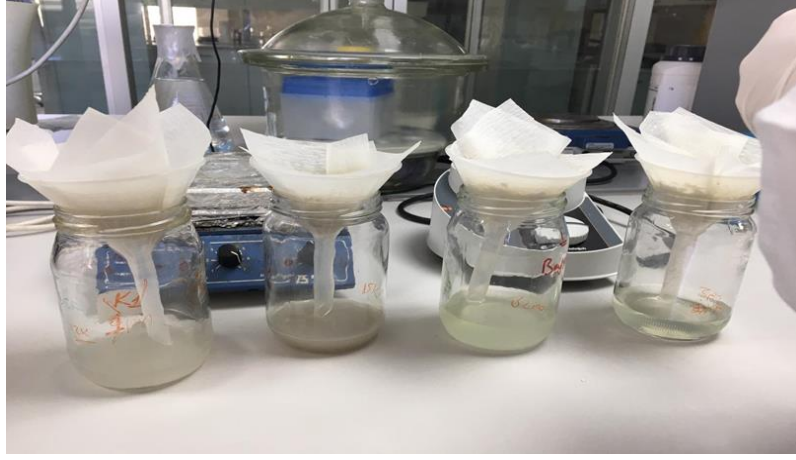
Şekil 3.12. VRBD agar besiyerinde Enterobacteriaceae bakteri görünümü

3.2.6. Kimyasal analizler

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

TVB-N taze ve işlenmiş ürünlerin kalitelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır ve TVB-N miktarı bozulmaya paralel olarak önemli derecede artış göstermektedir (Varlık 1993).

TVB-N analizi Malle and Tao (1987) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. Küçük parçalar haline getirilen balık kasından paralelli olarak 40'ar gr alınarak örneklerin üzerine 80 ml TCA çözeltisi eklenmiştir. Sonrasında Ultra Turrax'da (IKA WerkTp 18-10 20.000 rpm) 5 dk homojenize edilen karışım filtre kağıdı (Filter Papers Ø125 mm, hızlı filtre edebilen) ile filtrelenmiştir (Şekil 3.13). Elde edilen çözülden 25 ml alınarak üzerine 5 ml %10'luk NaOH ilave edilmiş ve distilasyon cihazına (Şekil 3.14) yerleştirilmiştir.



Şekil 3.13. 40 g alınan örneklerin TCA çözeltisi ile muamelesinin ardından filtrasyon işleminin uygulanması



Şekil 3.14. Kjeldahl azot protein cihazı

Distilatın toplanacağı erlen içerisine 10 ml %4'lük borik asit çözeltisi (4 g/100 ml) ve 0,04 ml indikatör (0,1 g metil kırmızısı ve 0,1 g brom kresol yeşili, 100 ml etanol; %96) ilave edilmiştir. Borik asit ve indikatör içeren erlen distilasyon ünitesine yerleştirildikten sonra distilasyon işlemi 5 dakikada 50 ml distilat toplanacak şekilde gerçekleştirilmiş ve elde edilen distilat 0,1 N H₂SO₄ çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir.

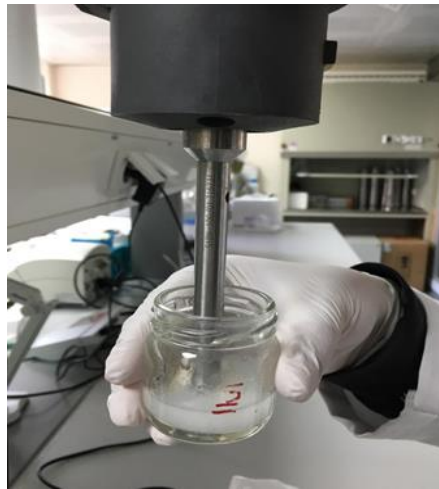
TVB-N değeri titrasyonda harcanan H_2SO_4 çözültisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Çarbaş 2008; Alak 2011; Korkmaz 2016).

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

3.2.6.b. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) değerinin belirlenmesi

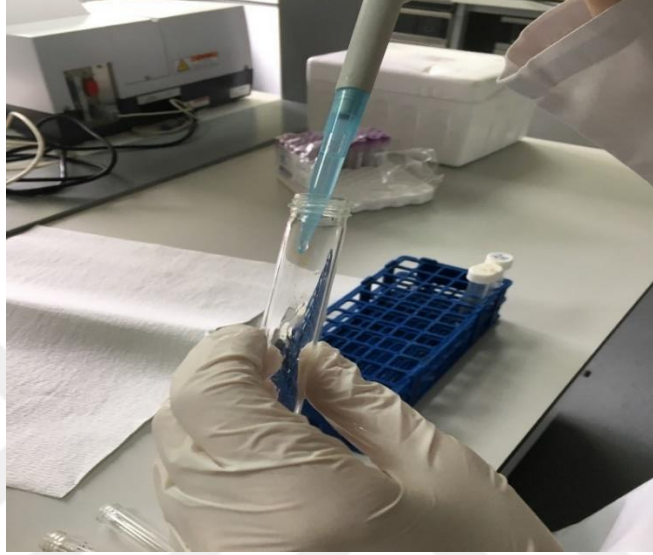
Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu ölçümü en yaygın olarak TBA (tiyobarbitürük asit) analizi, malondialdehit (MA) ve TBA ile reaksiyonun maksimum 530 nm dalga boyunda TBA-MA kompleksini meydana getirme prensibine dayanır.

Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem takip edilmiştir. Küçük parça haline getirilen örneklerden paralelli olarak 2 g doku alınmış üzerine 12 ml TCA solüsyonu (%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 propil gallat, 1-propil gallat 3 ml etanolde (%96) çözündürülmüştür) eklenmiştir. Karışım 30 saniye homojenize edildikten sonra (Şekil 3.15) Whatman 1 filte kağıdın'dan geçirilmiştir.



Şekil 3.15. TBARS analizi için örneklerin TCA çözültisi ile homojenizasyon işlemi

Elde edilen filtrattan bir tüp içine 1 ml alınarak üzerine 1 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir (Şekil 3.16). Bu karışımlar su banyosunda 100°C’de 40 dakika tutulmuştur. Su banyosundan alındıktan sonra soğumaya bırakılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. TBARS analizi için alınan 1 ml’lik numuneye TBA çözelti ilavesi



Şekil 3.17. Su banyosundan çıkarılan tüplerin renk değişimi

Soğuyan karışım santrifüj tüplerine aktarıldıktan sonra 2000 rpm’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi elde edilen süpernatant alınarak spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda (Shimadzu, UV 160) ölçülmüştür. Kör için 1 ml TCA ekstraktına 1 ml

TBA çözeltisi ilave edilmiş ve örnek için uygulanan aşamalar aynı şekilde yapılmıştır. Köre karşı okunan absorbans değerleri ile TEB (1, 1, 3, 3 tetraetoksipropan) ile hazırlanan standart eğriden elde edilen değer aşağıdaki formüle uygulanarak TBARS değeri hesaplanmıştır (Alak 2011).

$$\text{TBARS: } [(\text{Absorbans} / k(0,06) \times 2/1000) \times 6,8] \times 1000 / \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

3.2.6.c. pH değerinin belirlenmesi

Küçük parçalar haline getirilmiş örneklerden paralelli olarak 10 g alınarak üzerine 100'er ml saf su ilave edilmiş, karışım Ultra Turrax'ta 1 dk homojenize edildikten sonra Şekil 3.18. de gösterilen masa tipi pH metre ile pH değeri ölçülmüştür. Ölçümler yapılmadan önce pH metre 4.00 ve 7.00'lik tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Aras-Hisar 2002).



Şekil 3.18. pH ölçüm cihazı

3.2.6.d. İstatistiki analizler

Deneme süresi sonunda elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre önemli düzeyde farklı çıkan uygulamalar için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kinoa Filmle Kaplanmış Soğukta Muhafaza Edilen Filetolara Ait Sonuçlar

4.1.1. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.1.1.a. Toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayısı

Kontrol ve muamele gruplarına ait gökkuşuğu alabalığı filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.1’de, grup ve gün interaksyonu ise Şekil 4.1’de verilmiştir

Çizelge 4.1. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) gökkuşuğu alabalık filetolarına ait toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

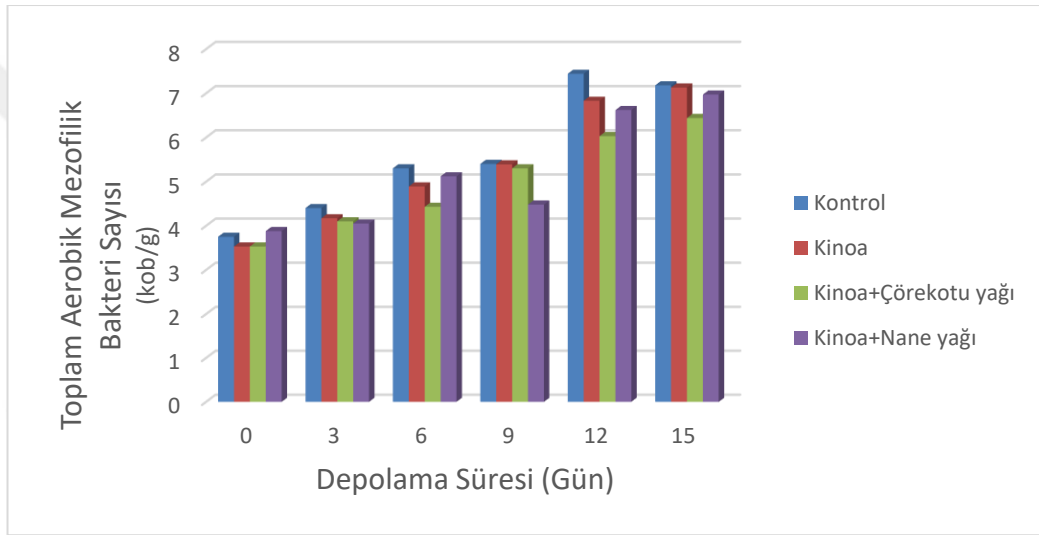
Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	3,75±0,31 ^a	4,40±0,43 ^a	5,30±2,00 ^a	5,40±0,88 ^a	7,44±0,44 ^a	7,18±0,80 ^a
Kinoa ^{AB}	3,53±0,01 ^a	4,17±0,61 ^a	4,89±0,28 ^a	5,39±0,18 ^a	6,83±0,25 ^b	7,13±0,31 ^a
Kinoa+ ^B Çörekotu yağı	3,53±0,01 ^a	4,10±0,42 ^a	4,43±0,74 ^a	5,30±0,29 ^a	6,03±0,32 ^c	6,44±0,27 ^b
Kinoa+ Nane yağı ^{AB}	3,88±0,04 ^a	4,05±0,41 ^a	5,12±0,15 ^a	4,48±0,52 ^b	6,62±0,51 ^b	6,97±0,42 ^{ab}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p < 0,05$). A,B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı analizin 0. gününde kontrol grubunda $3,75\pm 0,31$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Esansiyel yağlarla muamele edilen gruplardan; çörekotu yağı ile hazırlanan kinoa biyofilm kaplamasında 0. günde $3,53\pm 0,01$ log kob/g olarak tespit edilirken bu değer nane yağı grubunda $3,88\pm 0,04$ log kob/g, kinoa grubunda ise $3,53\pm 0,01$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak bakteri sayısında artış gözlenmiş olup depolama süresi sonunda en yüksek değer kontrol

grubunda $7,18 \pm 0,80$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. En düşük değer ise çörekotu yağıyla muamele edilen grupta $6,44 \pm 0,27$ log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre muhafaza süresince gruplar arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı çörek otu yağı ilave edilen biyofilmle kaplı örneklerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir ve bakteri oluşumunu nane yağına göre daha fazla engellediği gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Kinoa biyofilm kaplamanın toplam aerobik mezofilik bakterilere karşı etkisi

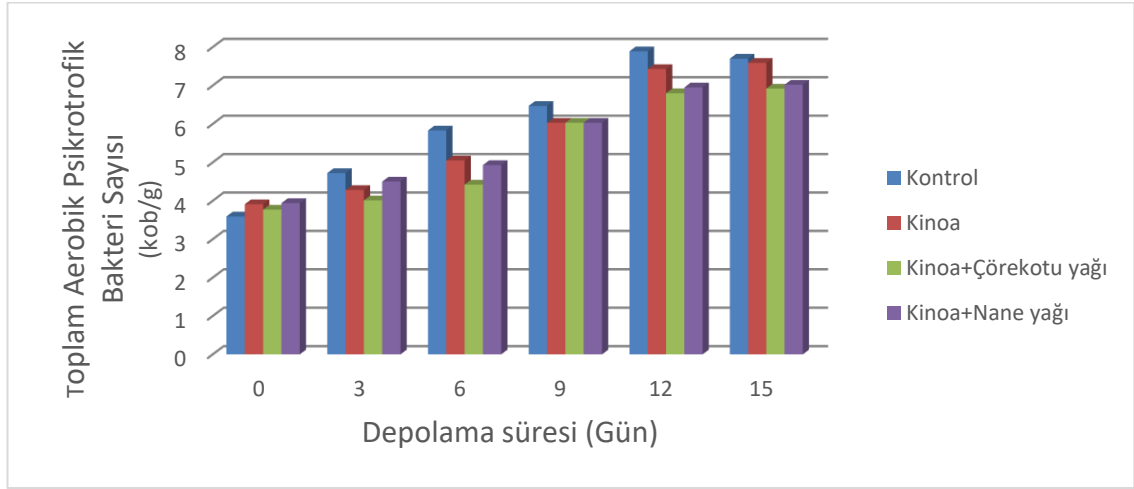
Gökkuşluğu alabalıklarından elde edilen filetoların çörekotu ve nane esansiyel yağlarıyla zenginleştirilen kinoa film kaplama ile kaplanmasıyla soğukta muhafaza ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) sırasında belirlenen toplam psikrotrof bakteri sayılarına ait sonuçlar ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^\circ\text{C}$) Gökkuşuğu alabalık filetolarına ait toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	3,59±0,54 ^a	4,72±0,46 ^a	5,83±0,34 ^a	6,47±0,64 ^a	7,89±0,11 ^a	7,70±0,71 ^a
Kinoa ^A	3,91±0,32 ^a	4,28±0,26 ^{ab}	5,05±0,22 ^b	6,03±0,25 ^a	7,43±0,36 ^b	7,59±0,61 ^{ab}
Kinoa+ Çörekotu ^B yağı	3,77±0,28 ^a	4,01±0,40 ^b	4,42±0,11 ^b	6,03±0,59 ^a	6,80±0,37 ^c	6,92±0,24 ^b
Kinoa+ Nane ^B yağı	3,94±0,05 ^a	4,50±0,45 ^{ab}	4,93±0,59 ^b	6,03±0,28 ^a	6,95±0,08 ^c	7,02±0,32 ^{ab}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$). A.B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$).

Toplam psikrotrofik bakteri sayısı depolama başlangıcında (0. günde) kontrol grubunda $3,59\pm 0,54$ log kob/g iken çörek otu yağıyla muamele edilen biyofilm grubunda $3,77\pm 0,28$ log kob/g'dır. Nane yağıyla muamele edilen biyofilm grubunda $3,94\pm 0,05$ log kob/g, kinoa solüsyonu ile muamele edilen grupta ise $3,91\pm 0,32$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin psikrotrofik bakteri sayıları artış göstermiştir. Depolama sonunda (15 gün) en yüksek psikrotrofik bakteri sayısı $7,70\pm 0,71$ log kob/g olan kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Çörekotu yağıyla muamele edilen kinoa biyofilm grubu diğer gruplarla her analiz günü için karşılaştırıldığında önemli bir azalma meydana geldiği görülmektedir. Depolamanın belirli günlerinde toplam psikrotrofik bakteri sayısındaki azalma oranı diğer gruplara oranla çörek otu yağıyla muamele edilen kinoa biyofilm grubunda önemli bulunmuştur.



Şekil 4.2. Kinoa biyofilm kaplamanın Psikrofilik bakterilere karşı etkisi

Düşük sıcaklıklarda depolanan taze balıkların aerobik bozulmasında psikrofilik bakteriler en önemli mikroorganizma grubunu teşkil etmektedir (Sallam 2007). Taze balıklarda toplam psikrofilik ve mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçlarında izin verilen limit değer 1.0×10^7 kob/gr yani 7 log CFU/g'dır (ICMSF 1998). Bu değere göre çalışmamızdaki veriler incelendiğinde 12. günde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı kontrol grubunda limit değeri aştığı gözlenmiştir. Depolamanın 15. gününde ise kontrol ve kinoa grubunda mezofilik bakteri limit değer ($6-7 \log_{10}$ kob/g) aşılmış olup Kinoa+Çörek otu ve Kinoa +Nane yağı grubunda limitler arasında tespit edilmiştir. Toplam psikrotrofik bakteri sayısına baktığımız zaman ise çalışmamızın 12. ve 15. gününde kontrol ve kinoa grubunda limit değerinin üzerine çıktığı gözlenmiş olup Kinoa+Çörek otu ve Kinoa+Nane biyofilm gruplarında ise toplam psikrotrofik bakteri sayısının limitler arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Sonuçlara bakıldığı zaman toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı muhafaza süresi sonunda çörek otu ve nane esansiyel yağlarıyla muamele edilmiş kinoa biyofilim gruplarında sınır değeri ($6-7 \log$ kob/g) aşmadığı görülmektedir. Kinoa biyofilm grubu çalışmanın 0-12 günleri arasında kontrol grubuna göre daha az bakteri artışı gözlenmiş olup 15. günde sınır değeri aştığı görülmektedir. Bu verilerden yola çıkarak çörek otu ve nane yağının antimikrobiyal etkisinin kinoaya göre daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda kullanılan çörek otu ve nane esansiyel yağları bakteri faaliyetlerini yavaşlattığı gözlemlenmiştir. Sonuçlarımıza paralel olarak Yıldız (2018), nane yağı ile farklı seviyelerde (%1, %1,5 ve %2) zenginleştirilmiş kitosan filmlerin gökkuşağı alabalığı filetolarının mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Depolamanın belirli günlerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, maya ve küf) nane uçucu yağı eklenmiş kitosan yenilebilir filminin yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Antimikrobiyal etki sonucu kitosan biyofilmle kaplanan gökkuşağı alabalık filetoları üzerine mikrobiyolojik yönden olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Yumuk (2014), kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario*) filetolarının nane ve adaçayı yağı ile zenginleştirilmiş kitosan ile kaplayarak 12 günlük soğukta depolama sonrasında mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik, psikrotrofik, laktik asit, *enterobacteriaceae* ve *pseudomonas*) ve kimyasal (TVB-N ve pH) değişiklikler incelemiştir. İstatistiki olarak önemli etkilerin olduğu ($p<0,01$ ve $p<0,05$) tespit edilmiştir. Kalite açısından en iyi sonucun ise nane yağı ile zenginleştirilen kitosan kaplamalardan elde edildiği bildirilmiştir.

Bildirilen iki çalışmanın sonuçlarında elde ettiğimiz bulgular ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.1.b. Laktik asit bakteri sayımı

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

Çizelge 4.3. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^\circ\text{C}$) Gökkuşuğu alabalık filetolarına ait Laktik asit bakteri sayım sonuçları (log kob/g).

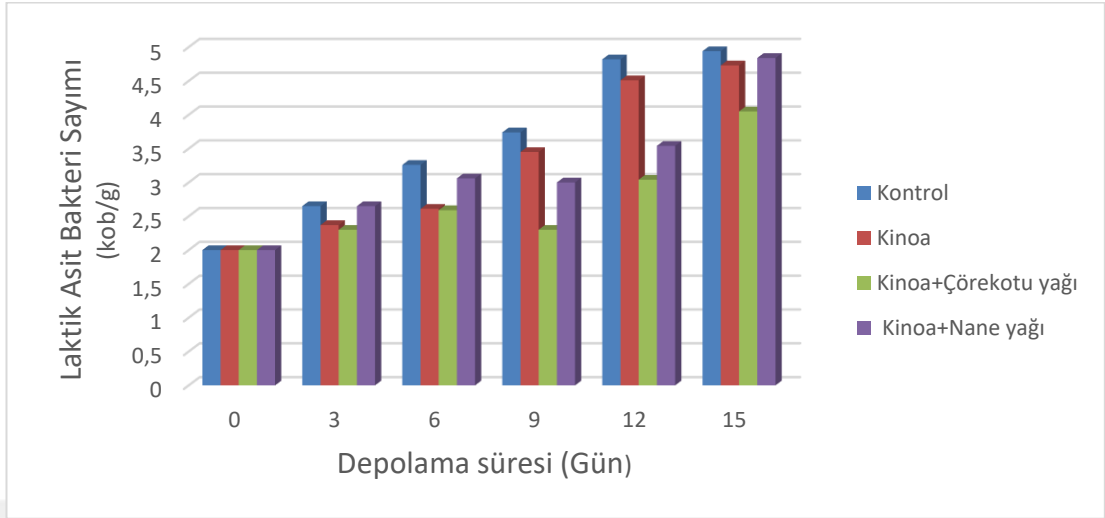
Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	2,00±0,00 ^a	2,65±0,21 ^a	3,26±0,17 ^a	3,74±0,33 ^a	4,82±0,43 ^a	4,94±0,41 ^a
Kinoa ^B	2,00±0,00 ^a	2,37±0,02 ^a	2,61±0,07 ^b	3,45±0,64 ^a	4,51±0,26 ^a	4,73±0,42 ^{ab}
Kinoa+ Çörekotu Yağı ^B	2,00±0,00 ^a	2,30±0,00 ^a	2,59±0,36 ^b	2,30±0,20 ^b	3,04±0,04 ^c	4,05±0,66 ^b
Kinoa+ Nane Yağı ^A	2,00±0,00 ^a	2,65±0,49 ^a	3,06±0,08 ^a	3,00±0,18 ^{ab}	3,54±0,34 ^b	4,84±0,21 ^{ab}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$).

A,B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$).

Laktik asit bakteri sayısı analizinin 0. gününde tüm gruplarda $2,00\pm 0,00$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe laktik asit bakteri sayısı her iki esansiyel yağ grubuna ait filetolarda kontrol grubuna oranla daha yavaş artış göstermiştir. En yüksek değer çalışmamızın 15. gününde kontrol grubunda $4,94\pm 0,41$ log kob/g olarak tespit edilirken, en düşük değer ise Kinoa+Çörekotu biyofilm grubunda $4,05\pm 0,66$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Sonuçlarımızla uyumlu olarak Tabatabaei Moradi *et al.* (2015), gökkuşuğu alabalığı üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada nane ve limon uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarını (%0,5 ve %1) kullanılarak kitosan ve pektin yenilebilir film ile kaplanan alabalık örneklerinde, %1 nane uçucu yağı içeren örneklerin laktik asit bakteri gelişimini önemli ölçüde engellediğini vurgulamışlardır.

Suppalku *et al.* (2003), yaptıkları bir çalışmada mevcut tüketici talebindeki ürünlerin aktif ambalajlama teknikleri uygulanarak raf ömrünün uzatılması ve ürün kalitesinin korunması amaçlanmıştır. Çalışmada peynir altı suyu protein bazlı filmler üretilerek kekik ve sarımsak yağının ilave edilmiştir. Protein bazlı filmlerle oksijen, karbondioksit ve etanol üretimi kontrol altına alınması amaçlanmıştır. Yapılan mikrobiyolojik çalışmalar sonucunda *Lactobacillus plantarum* 'a karşı etkili olduğunu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.3. Kinoa biyofilm kaplamanın Laktik Asit Bakterilerine karşı etkisinin grafik gösterimi

4.1.1.c. *Pseudomonas* sayısı

Gökkuşacağı alabalıklarından elde edilen filetoların kinoa film kaplaması sonucunda depolama süresince (15 gün) belirlenen *Pseudomonas* sayısına ait sonuçlar Çizelge 4.4’de, verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen ($4\pm 1^\circ\text{C}$) Gökkuşacağı alabalık filetolarına ait *Pseudomonas* sayım sonuçları (log kob/g).

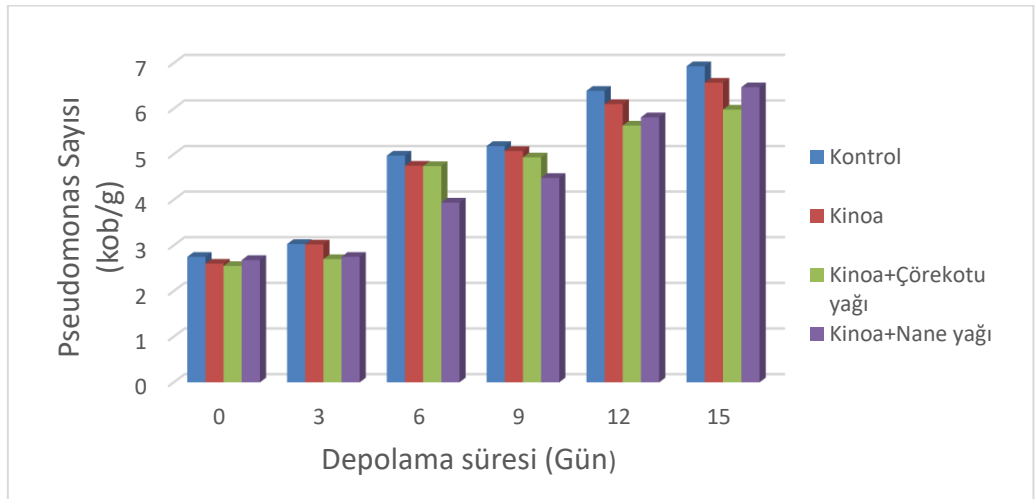
Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	2,75±0,09 ^a	3,03±0,07 ^a	4,97±0,62 ^a	5,18±0,09 ^{ab}	6,39±0,06 ^a	6,93±0,11 ^a
Kinoa ^A	2,60±0,17 ^a	3,02±0,54 ^a	4,75±0,71 ^a	5,07±0,64 ^a	6,10±0,30 ^{ab}	6,57±0,42 ^a
Kinoa+ Çörekotu yağı ^A	2,55±0,08 ^a	2,70±0,30 ^a	4,74±0,36 ^a	4,93±0,49 ^{ab}	5,63±0,54 ^b	5,98±0,53 ^b
Kinoa+ Nane ^A yağı	2,68±0,21 ^a	2,75±0,31 ^a	3,94±0,57 ^b	4,48±0,28 ^b	5,81±0,49 ^{ab}	6,47±0,35 ^{ab}

a, b, c, d, e, f: Aynı sutunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p < 0,05$). A, B: Aynı sutunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p > 0,05$)

Muhafaza süresi boyunca tüm gruplarda *Pseudomonas* sayıları artmış ancak en fazla artış kontrol grubunda belirlenmiştir. *Pseudomonas* sayısı analizinin 0. gününde kontrol

grubunda $2,75 \pm 0,09$ log kob/g olarak gözlemlenmiştir. Kinoa+çörek otu yağıyla muamele edilen gruptan $2,25 \pm 0,08$, kinoa+nane yağıyla muamele edilen grupta ise $2,68 \pm 0,21$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince gruptaki artış miktarına bakıldığı zaman esansiyel yağlarla muamele edilen kinoa biyofilm grubunda daha yavaş olduğu gözlemlenmiş olup en yüksek değer kontrol grubunda, $6,57 \pm 0,42$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Çörek otu yağı ile muamele edilen grupta en düşük değer ($5,98 \pm 0,53$ log kob/g) tespit edilmiştir. Nane yağı ile muamele edilen biyofilm kaplama grubunda ise $6,47 \pm 0,35$ log kob/g olarak tespit edilmiş olup çörek otu yağına göre daha az inhibisyon etkisi gösterdiği gözlemlenmiştir.

Proteolitik ve lipolitik etkiye sahip olan *Pseudomonas* türleri soğukta depolanan protein ve yağ içeriği yüksek gıdalarda bozulmaya neden olurlar. Sonuçlarımıza paralel olarak Emiroğlu *et al.* (2010) yaptıkları çalışmalarında, yenilebilir soya protein filmlerine %5 oranla güvey otu (*Origanum vulgare*) veya kekik (*Thymus*) uçucu yağları ilave ederek dana kıymasını kaplamışlardır. Mikrobiyolojik analiz sonucunda uçucu yağların kontrol grubuna oranla Koliform ve *Pseudomonas* türlerini belirgin şekilde azalttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.4. Kinoa biyofilm kaplamanın *Pseudomonas* bakterilere karşı etkisinin grafik gösterimi

Frangos *et al.* (2010) %0,2 ve %0,4 oranında kekik yağı kullanılarak salamurada beklettikleri alabalıkları kontrol örnekleriyle karşılaştırdıklarında *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, laktik asit bakterileri (LAB) ve Hidrojen sülfür (H₂S) üreten bakteri popülasyonunu düşük bulmuşlar ve yağ konsantrasyonuna bağlı olarak raf ömrünün 9 günden 11-12 güne çıktığını bildirmişlerdir.

4.1.1.d. Enterobacterieacea sayısı

Gökkuşacağı alabalıklarından elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanmasıyla soğukta muhafaza (4±1°C) sırasında belirlenen Enterobacterieacea sayısına ait sonuçlar Çizelge 4.5’de, grup ve gün interaksyonu ise Şekil 4.5’de verilmiştir.

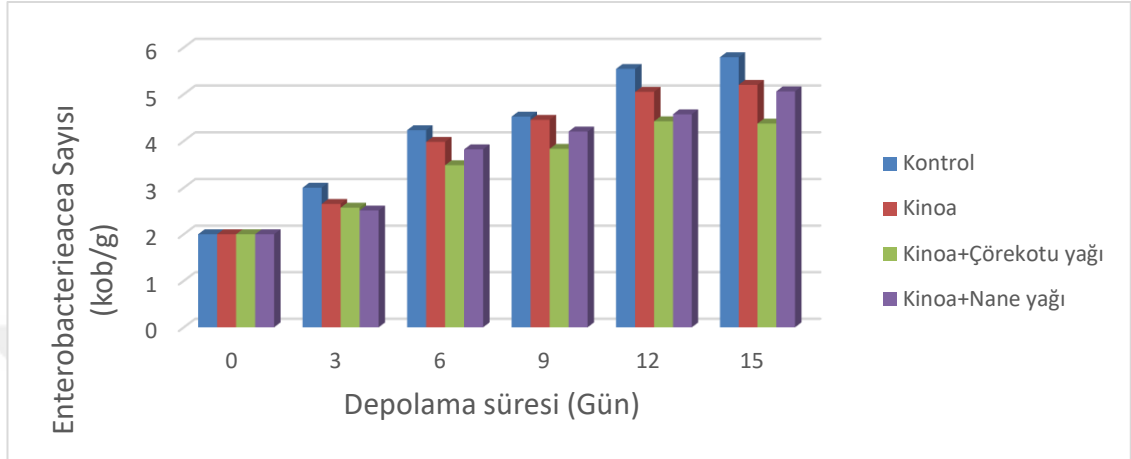
Çizelge 4.5. Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa filmle kaplanarak soğukta muhafaza edilen (4±1°C) Gökkuşacağı alabalık filetolarına ait Enterobacterieacea sayım sonuçları (log kob/g).

Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	2,00±0,00 ^a	3,00±0,14 ^a	4,23±0,35 ^a	4,52±0,49 ^a	5,54±0,24 ^a	5,79±0,11 ^a
Kinoa ^A	2,00±0,00 ^a	2,65±0,21 ^a	3,98±0,49 ^a	4,45±0,48 ^a	5,05±0,23 ^{ab}	5,20±0,40 ^{ab}
Kinoa+ Çörekotu ^C yağı	2,00±0,00 ^a	2,57±0,13 ^a	3,48±0,29 ^a	3,83±0,30 ^a	4,42±0,33 ^b	4,37±0,32 ^c
Kinoa + Nane yağı ^B	2,00±0,00 ^a	2,51±0,34 ^a	3,82±0,04 ^a	4,20±0,17 ^a	4,57±0,51 ^b	5,06±0,37 ^b

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur (p<0,05). A,B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur (p<0,05).

Farklı biyofilmlerle kaplanan filetoların Enterobacterieacea sayısı depolama başlangıcında tüm gruplarda 2,00±0,00 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolama süresi ilerledikçe tüm gruplarda artışlar gözlemlenmiş, fakat en yüksek değer kontrol grubundaki filetolarda 5,79±0,11 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda en düşük değer ise kinoa + çörek otu biyofilm grubunda 4,37±0,32 log kob/g olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda Enterobacterieacea sayısı üzerinde etkili olan azalmada, yağların sahip oldukları biyolojik aktivitelerden dolayı, mikrobiyal solunumu engellediği

ve plazma zar geçirgenliğini artırarak bakterilerin hücre ölümünü gerçekleştirdiği düşünülmektedir (Haşimi *et al.* 2015).



Şekil 4.5. Kinoa biyofilm kaplamanın Enterobacteriaceae bakterilere karşı etkisinin grafik gösterimi

Bulgularımıza benzer olarak Yassin and Abou-Taleb (2007), kekik ve mercanköşk bitkilerinin soğukta muhafaza edilen yarı kızarmış kefal filetoları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrol grubu olarak hazırlanan filetoları buğday unu, sodyum klorit, kimyon ve ksantin içeren yenilebilir kaplamaya daldırmışlardır. Kekik ve mercanköşk bitkilerinin esansiyel yağlarının antimikrobiyal ve antioksidan etkilerini saptamak amacıyla kaplama materyaline %2,5 kekik + %5 mercanköşk %2,5 ve 5,0 kekik esansiyel yağı ve %2,5 ve 5,0 mercanköşk esansiyel yağı eklemişlerdir. Araştırma sonucunda, depolama boyunca psikrofil bakteri sayısındaki büyümeyi engelleyen en iyi kaplamanın %2,5 ve 5 oranında kekik esansiyel yağı içeren kaplama ile sağlandığı tespit edilmiştir. Hem %2,5 hem de %5 oranlarında kekik ve mercanköşk esansiyel yağı içeren kaplamalar ile kaplanmış kefallerde Enterobacteriaceae'nin büyümesine karşı kuvvetli bir etki gösterdiği bulunmuştur. Yine aynı oranlarda eklenen kekik ve mercanköşk esansiyel yağlarının kontrol grubuna karşı duyuşal özellikleri zenginleştirdiği bulunmuştur.

Saeed and Tariq (2005), yapmış oldukları çalışmada nanenin yapraklarından ve kökünden elde edilen ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini *Enterobacter aerogenes*'inde içinde

bulunduğu birçok bakteri türlerine karşı araştırmışlardır. Disk difüzyon bulgularına göre nane yaprak ekstraktı *E. aerogenes* bakterisine karşı 16,50 mm olarak tespit edilmiştir. Nane kök ekstraktı ise *E. aerogenes* bakterisine karşı 17,25 mm olarak tespit edilmiştir.

4.1.2. Kimyasal analizler

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

Buzdolabında 15 günlük depolama süresince alabalığın TVB-N değerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Nane ve Çörek otu yağıyla zengineştirilen kinoa biyofilmlerle kaplı Gökkuşuğu alabalığındaki Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) sonuçları (mg/100 g).

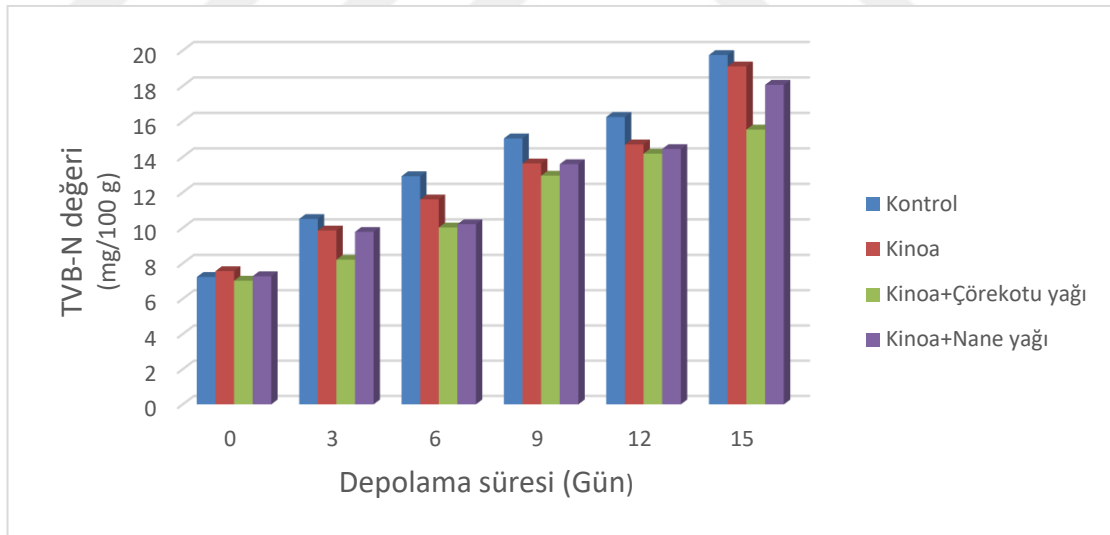
Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	7,23±0,34 ^a	10,50±0,42 ^a	12,91±0,46 ^a	15,04±0,81 ^a	16,25±0,32 ^a	19,74±0,59 ^a
Kinoa ^A	7,56±0,00 ^a	9,85±2,91 ^a	11,60±0,60 ^{ab}	13,63±0,40 ^{ab}	14,70±0,62 ^b	19,10±0,46 ^{ab}
Kinoa+ Çörekotu yağı ^C	7,02±0,44 ^a	8,20±0,97 ^a	10,02±1,07 ^c	12,94±0,71 ^b	14,18±0,69 ^b	15,54±0,59 ^c
Kinoa +Nane yağı ^B	7,27±0,50 ^a	9,77±0,25 ^a	10,20±0,74 ^{bc}	13,59±1,47 ^{ab}	14,44±0,77 ^b	18,06±0,59 ^b

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p < 0,05$). A, B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p < 0,05$).

Balıklarda TVB-N miktarı bakteriyel bozulma ve endojen enzimlerin aktivitesi ile bağlantılı olduğundan dolayı, TVB-N analizi balığın tazeliğinin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesidir (Vareltzis *et al.* 1997; Lang 1979). Taze balıkta TVB-N miktarı düşük iken depolama süresince balığın bozulmasına bağlı olarak artış göstermektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere baktığımız zaman 15 günlük depolama periyodu boyunca TVB-N sonuçları değerlendirildiğinde bozulmaya bağlı olarak önemli artışların

meydana geldiği gözlemlenmektedir. Kontrol grubunda 0. Günde TVB-N değeri $7,23 \pm 0,34$ mg/100 g iken kinoa grubunda başlangıçta $7,56 \pm 0,00$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Başlangıçta en düşük değer ise Kinoa+Çörekotu grubunda $7,02 \pm 0,44$ mg/100 g olarak kaydedilmiştir. Depolama sonunda en düşük TVB-N değerinin $15,54 \pm 0,59$ mg/100 g olarak Kinoa+Çörek otuyağı grubunda olduğu kaydedilmiştir. Kinoa + Nane yağı biyofilm grubunda ise $18,06 \pm 0,59$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan çörek otu ve nane yağları karşılaştırıldıklarında çörek otu yağıyla muamele edilen kinoa biyofilmleriyle kaplanan alabalık filetolarında bozulmanın daha yavaş olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında esansiyel yağ eklenen kinoa biyofilm gruplarının TVB-N değerleri üzerindeki koruyucu etkisi açıkça görülmektedir. Çörek otu ve nane esansiyel yağlarının TVB-N değerindeki etkilerine bakacak olursak nane yağının çörek otu yağına göre daha az etkili olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında TVB-N kabul edilebilir sınır değerin (25 mg/100 g) aşılmadığı görülmektedir (Aras-Hisar 2002).



Şekil 4.6. Kinoa biyofilm kaplamanın TVB-N değeri

Çizelge 4.6 incelendiğinde TVB-N düzeyinde meydana gelen artışın başlangıçta yavaş bir şekilde olduğu daha sonra ise keskin bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin depolamanın ilerleyen aşamalarında meydana gelen mikroorganizma artışı ile olabileceği düşünülmektedir (Özogul ve Özogul 2000; Özogul *et al.* 2004).

Çalışmamızda TVB-N değerinin düşük olmasında ki önemli etkenlerden biride soğukta depolanma olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda çörek otu ve nane yağıyla kaplanan örneklerin TVB-N değerinin düşük olması esansiyel yağların antimikrobiyal özelliği ile çörekotu yağındaki timokinon ve nane yağındaki mentol içeriğinden bağlanmaktadır.

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

Gökkuşluğu alabalıklarından elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanarak buzdolabında 15 günlük depolama süresince belirlenen TBARS sonuçları istatistiki olarak belirlenmiş olup Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Nane ve Çörek otu yağıyla zengineştirilen kinoa biyofilmle kaplı gökkuşluğu Alabalığında ki Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) sonuçları ($\mu\text{mol MA/kg}$).

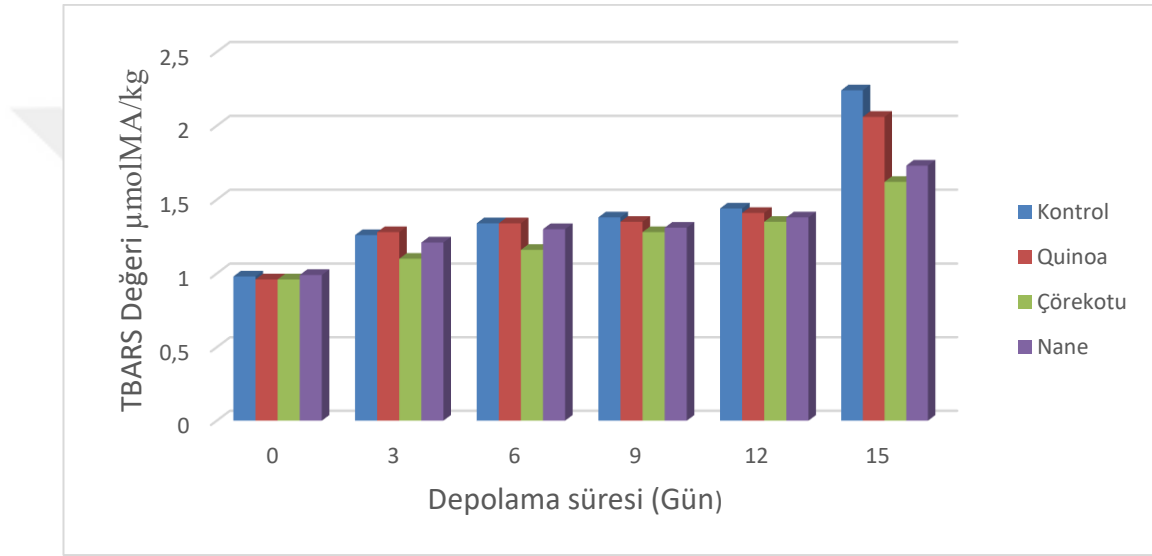
Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	0,98±0,13 ^a	1,26±0,07 ^a	1,34±0,08 ^a	1,38±0,08 ^a	1,44±0,16 ^a	2,24±0,83 ^a
Kinoa ^{AB}	0,96±0,02 ^a	1,28±0,04 ^a	1,34±0,08 ^a	1,35±0,11 ^a	1,41±0,13 ^a	2,06±0,12 ^a
Kinoa+ ^B Çörekotu yağı	0,96±0,02 ^a	1,10±0,07 ^b	1,16±0,03 ^b	1,28±0,08 ^a	1,35±0,13 ^a	1,62±0,21 ^a
Kinoa+ ^{AB} Nane yağı	0,99±0,04 ^a	1,21±0,01 ^a	1,30±0,04 ^a	1,31±0,05 ^a	1,38±0,04 ^a	1,73±0,12 ^a

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$).

A,B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$).

Başlangıçta kontrol grubunda $0,98\pm0,13$ $\mu\text{mol MA/kg}$ olarak tespit edilen TBARS değeriKinoa + Çörek otu yağı grubunda $0,96\pm0,02$, nane yağı grubunda ise $0,99\pm0,04$ $\mu\text{mol MA/kg}$ olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda bütün gruplarda artış yönündedeğişimler gözlenmiş fakat en yüksek değer kontrol grubunda $2,24\pm0,83$ $\mu\text{mol MA/kg}$ olarak tespit edilmiştir. Çörek otu yağıyla muamele edilen kinoa biyofilm grubunda bu değer $1,62\pm0,21$ $\mu\text{mol MA/kg}$ olarak tespit edilirken nane yağı ile mamele edilen biyofilm grubunda ise $1,73\pm0,12$ $\mu\text{mol MA/kg}$ olarak tespit edilmiştir.

Çalışmamızda, TBARS değeri kontrol grubuna göre esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa biyofilm ile kaplanmış gruplarda daha düşük bulunmuştur. Kinoa tohumunun yağ içeriğinin ve E vitaminin yüksek miktarda olması lipid oksidasyonunu yavaşlatmıştır. Ayrıca çörekotu ve nane esansiyel yağlarının antioksidan özellikleri TBARS değerinde etkili olduğu görülmektedir. Çalışma sonunda çörek otu yağında yüksek miktarda bulunan timokinon'un etkisinin önemli olduğu düşünülmektedir (Koziol 1992).



Şekil 4.7. Kinoa biyofilm kaplamanın TBARS değeri

TBARS analizi lipid oksidasyon indeksini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Sonuçlarımıza benzer olarak Siripatrawan and Noipha (2012), çalışmalarında kitosan kaplamanın lipid oksidasyonunu düşük seviyelerde tuttuğunu bildirmişlerdir. Ojagh *et al.* (2010), tarçın yağı eklenmiş kitosan filmlerin yağ içermeyen kontrol grubuna göre TBARS 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 neticisinde jelatin kaplanmış ürünlerde TBARS değerinin düşük seviyede kaldığını tespit etmişlerdir. Sathivel *et al.* (2007)

yaptıkları çalışmalarında kitosan ve soya proteini konsantrasyonunun lipit oksidasyonunu geciktirdiğini bildirmiştir.

Li *et al.* (2012), çay polifenollerini (ÇP) ve biberiye ekstraktını (BE) içeren kitosan (Ch) kaplamasının buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) depolanan büyük sarı şarlatan (*Pseudosciaena crocea*)'nın kalitesine olan etkisini araştırmışlardır. Ön uygulamada öncelikle filetolar ÇP (%0,2, w/v) ve BE (%0,2, w/v) solüsyonlarına daldırılmış ve daha sonra Ch (1,5%, w/v) ile kaplanmışlardır. 20 günlük depolama sonunda yapılan mikrobiyolojik ve fizikokimyasal (pH, TVB-N, TBARS) analizler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre kitosan kaplamanın arzu edilen kalitenin korunmasında çok daha etkili olduğunu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise raf ömrünün 8-10 gün daha fazla uzadığını bildirmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalara paralel olarak mevcut çalışma sonuçlarımızda depolama süresi boyunca uygulanan esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kinoa film kaplamanın lipit 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 (Li *et al.* 2012).

4.1.2.c. pH sonuçları

Gökkuşuğu alabalıklardan elde edilen filetoların kinoa film ile kaplanması sonucunda depolama süresince (15 gün) belirlenen pH sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Grup ve gün etkisi ise Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Nane ve Çörek otu yağıyla zenginleştirilen Kinoa biyofilmlerle kaplı gökkuşağı alabalığında ki pH sonuçları.

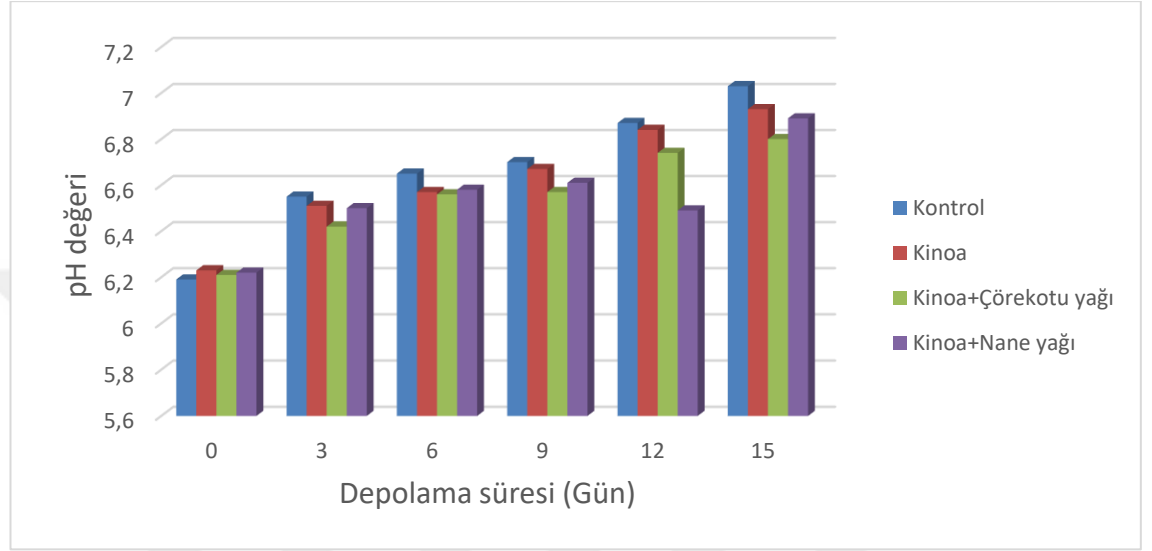
Gruplar	Günler					
	0.	3.	6.	9.	12.	15.
Kontrol ^A	6,19±0,04 ^a	6,55±0,17 ^a	6,65±0,01 ^a	6,70±0,03 ^a	6,87±0,11 ^a	7,03±0,09 ^a
Kinoa ^{AB}	6,23±0,10 ^a	6,51±0,02 ^a	6,57±0,06 ^b	6,67±0,05 ^{ab}	6,84±0,12 ^a	6,93±0,10 ^{ab}
Kinoa+ Çörekotuyacağı ^B	6,21±0,08 ^a	6,42±0,10 ^a	6,56±0,00 ^b	6,57±0,04 ^c	6,74±0,05 ^{ab}	6,80±0,09 ^b
Kinoa+ Nane yağı ^B	6,22±0,19 ^a	6,50±0,09 ^a	6,58±0,01 ^b	6,61±0,03 ^{bc}	6,49±0,28 ^b	6,89±0,07 ^{ab}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$). A,B: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p<0,05$).

Depolamanın başlangıcında, pH değeri kontrol grubunda $6,99±0,04$ olarak ölçülmüştür. Çörek otu yağıyla muamele edilen kinoa biyofilm grubunda $6,21±0,08$ nane yağıyla muamele edilen grupta ise $6,22±0,19$ olarak belirlenmiştir. Depolama süresince pH değerinde sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Depolama sonunda yapılan ölçümlere göre en yüksek pH değerini veren grup $7,03±0,09$ ile kontrol grubu olmuştur. En düşük değer ise çörek otu yağıyla muamele edilen kinoa biyofilm grubunda $6,60±0,09$ olarak tespit edilmiştir.

Çalışmamızda pH değerlerindeki değişimlerde belirtilen süreçlerin etkili olduğu düşünülmektedir; balıklarda pH değerinin başlangıçta düşük seviyede seyretmesi post mortem glikoliz aşamasında glikojenin laktik asite dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Şengör *et al.* 2000). Sonraki aşamada ise depolama süresinin ilerlemesi ve enzim-mikroorganizmaların etkisiyle oksido-redüksiyon dengesinin bozulması, serbest hidrojen ve hidroksil iyonların konsantrasyonunun da 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 (Sanchez-Hernandez *et al.* 2009). Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle bahsedilen araştırmalar arasında uyum gözlemlenmiştir.

Sonuçlara göre çörekotu ve nane yağı eklenmiş kinoa biyofilm grupları kinoa biyofilm grubuna göre daha etkili olmuştur. Esansiyel yağları karşılaştıracak olursak çörekotu yağının nane yağına göre daha etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 4.8. Kinoa biyofilm kaplamanın pH değeri

Souza *et al.* (2010), kitosanın etkisini araştırdıkları çalışmada yenilebilir kitosan film, kaplanmış salmon (*Salmo salar*) filetolarının 0°C’de muhafazasında, başlangıçta kontrol grubu ile kitosan film kaplanmış filetoların pH değerlerindeki farkı önemsiz bulmuş, fakat 6 günlük muhafaza sonrasında her iki örnek grubunda da artış gözlemekle birlikte kitosan filmle kaplanmış filetoların pH değerlerinin kontrol grubuna göre önemli oranda düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Erkan (2012), sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı filetolarının vakum paketlenerek $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de muhafazasında %1 oranındaki kekik ve sarımsak yağının etkilerini 7 hafta süreyle incelemiş ve başlangıçta pH değerini 5,83 olarak tespit etmiştir. Muhafaza süresi sonunda pH değerlerini kontrol grubunda 5,58 olarak belirlerken, kekik yağı ilave edilmiş örneklerde 5,91 ve sarımsak yağı ilave edilmiş örneklerde 5,48 olarak belirlemiştir.

Balıkların postmortem aşamasındaki pH artışı endojenez veya aminler sonucunda oluşan uçucu temel bileşenlerin üretimine bağlı olduğu düşünülmektedir (Şengör *et al.* 2000). Çalışmamızda çörek otu yağının nane yağına göre endojenez proteaz aktivitesini daha fazla engellediği pH değerinin daha düşük olmasından anlaşılabilmektedir. Bu durumda kinoaanın pH artışını esansiyel yağlara göre daha az etkilediği yorumuda yapılabilmektedir. Ayrıca gıdanın pH'sı antimikrobiyal etki mekanizmasını etkilemektedir. Düşük pH'da hidrofobik özelliği nedeniyle uçucu yağın gıdanın lipit fazında çözünme eğilimi antimikrobiyal etkinliği arttırdığı bilinmektedir (Holley and Patel 2005). Bu durum mikrobiyolojik analiz sonuçlarımızla uyum göstermektedir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gökkuşığı alabalığı filetolarına uygulanan kinoa esaslı biyofilm solüsyonuna ayrı ayrı %4,75 ml çörek otu ve nane esansiyel yağları eklenmiştir. Bu solüsyonla kaplanan filetolarda 4 ± 1 °C’de 15 günlük depolama sonunda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılarak kinoa esaslı yenilebilir biyofilm kaplamanın tek başına ve esansiyel yağlarla birlikte olan etkileri araştırılmıştır.

1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı depolama süresi boyunca her gün artış göstermiştir. Depolamanın 3., 6., ve 12. günlerinde kinoa grubunda kontrol grubuna kıyasla gözle görülür bir yavaşlama gözlenmiştir. Kinoa+Çörek otu yağı ve Kinoa+Nane yağı grubunda ise depolamanın 3. ve 12. Günleri arasında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısındaki artışın yavaşladığı görülmüştür. Depolamanın son gününde (15. Gün) ise en düşük değer ($6,44\pm 0,27$ log kob/g) çörek otu yağı eklenmiş kinoa grubunda görülmüştür. En yüksek değer ise biyofilm uygulanmamış kontrol grubunda ($7,18\pm 0,80$ log kob/g) gözlenmiştir. Kinoa+Çörek otu yağı ve kinoa+nane yağı grubundaki değerler limit değeri aşmadığı tespit edilmiştir. Değerlere bakıldığında kinoa nişastasıyla hazırlanan biyofilm kaplamasının toplam aerobik mezofilik bakterilerin gelişimi üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda yenilebilir biyofilmin mikrobiyolojik kalite üzerine olumlu etkilerinin olduğu söylenebilmektedir.
2. Çalışmamızda psikrofilik bakteri sayısı depolama boyunca tüm gruplarda artış göstermiştir. Depolamanın 6. gününde en yüksek değer kontrol ve kinoa grubunda görülmüştür. 9. günde kinoa grubundaki artış hızı yavaşlamıştır. Depolama sonunda en yüksek değer kontrol grubunda ($7,70\pm 0,71$ log kob/g) gözlenirken en düşük değer ise Kinoa+Çörek otu yağı grubunda ($6,92\pm 0,24$ log kob/g) belirlenmiştir. Çörek otu yağıyla muamele edilen biyofilm grubunda, psikrofilik bakteri sayısı tüketilebilirlik limit değerleri (10^7) arasında belirlenmiştir.
3. Laktik asit bakteri sayımının yapıldığı çalışma değerlerine bakıldığında 15 günlük depolama süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubunda olduğu görülmektedir. En düşük değer ise Kinoa+Çörek otu yağı grubunda ($4,05\pm 0,66$ log kob/g) tespit edilmiştir.

Sonuç olarak kinoa biyofilmi, uygulanan 3 muamele grubunda da mikrobiyolojik yönden olumlu etkiler belirlenmiştir.

4. Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı filetolarında *Pseudomonas* ve Enterobacteriaceae sayısı 15 günlük depolama süresi sonunda en yüksek kontrol gruplarında bulunmuştur. Kinoa grubundaki artışın esansiyel yağlarla muamele edilen gruplara göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Artışın en az olduğu grup ise Kinoa+Çörek otu yağı uygulaması olarak belirlenmiştir.

5. pH değerine bakıldığı zaman 15 günlük depolama süresi boyunca artış gözlenmiştir. Başlangıçta düşük olan pH değerleri depolamanın son günlerinde yükselmiştir. Depolama sonunda Kinoa+Çörek otu yağı grubunda en düşük pH değerleri kaydedilmiştir.

6. Çalışmamızda soğukta muhafaza edilen filetolardaki TVB-N değeri depolama süresine bağlı olarak tüm gruplarda artış göstermiştir. Depolamanın 15. gününde kontrol grubunda alabalıklar için tüketilebilir limit değeri olan 20 mg/100 g'ı aşma noktasına geldiği görülmektedir. Kinoa+Çörek otu yağı (15,54±0,59 mg/100 g) ve Kinoa+Nane yağı (18,06±0,59 mg/100 g) gruplarında limit değerini aşmadığı gözlemlenmiştir. Kinoa biyofilm kaplamanın esansiyel yağlar ile etkileşimi sonucu bakteriyel bozulmayı yavaşlattığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre, balıklarda önemli bir tazelik kriteri olan TVB-N değerine katkı maddelerinin yanı sıra ambalajlama tekniklerin önemli etkisi olduğu düşüncesine varılmıştır.

7. Balıklarda lipit oksidasyonu derecesini belirlemede kullanılan önemli bir metot olan TBARS analizinde depolama süresi boyunca artış gözlenmiştir. En yüksek değer kontrol grubunda (2,24 ±0,83 µmolMA/kg) gözlemlenmiştir. Esansiyel yağlarla muamele edilen gruplarda TBARS değeri düşük bulunmuştur. Çörek otu yağının TBARS değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Sonuçlara göre çörek otu yağı en yüksek oksidatif stabiliteye sahip olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda çörekotu ve nane uçucu yağları ilave edilerek hazırlanmış yenilebilir kinoa film solüsyonu ile kaplanmış örneklerin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları değerlendirildiğinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle çörek otu yağı kullanılan

kinoa biyofilm grubunda antimikrobiyal özellik göstererek mikroorganizma gelişimini yavaşlatmış ve muhafaza süresini uzatmıştır. Bu çalışmada elde edilecek ürünlerin hedef kitlesinin tüketici olması, yenilebilir kinoa film solüsyonuna ilave edilen uçucu yağ oranlarının belirlenmesinde duyu analizlerinde gerekli olduğunu düşündürmektedir.

Benzer çalışmalarla araştırma alanının zenginleştirilmesinin su ürünleri işleme teknolojisinde ürün yelpazesini genişletilmesi, ambalaj materyallerinin geliştirilmesi ve raf ömrünün artırılması bakımından yararlı olacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abugoch, L. E., Tapia, C., Villamán, M. C., Yazdani-Pedram, M., & Díaz-Dosque, M. 2011. Characterization of quinoa protein–chitosan blend edible films. *Food Hydrocolloids*, 25 (5), 879-886.
- Akgül, A., & Kivanç, M. 1989. Sensitivity of four foodborne moulds to essential oils from Turkish spices, herbs and citrus peel. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47 (1), 129-132.
- Akşit, Z. 2013. Nane (*Mentha piperita* L.) kekik (*Thymus vulgaris*) bitkilerinden üretilen suda çözünebilir çayın özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Alak, G. 2011. Probiyotik ve prebiyotiklerin gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) bağırsak florası ile filetolarının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum).
- Alaşalvar, H., 2017. Tıbbi ve Aromatik Nane Türlerinden Buzlu Çay Üretimi, Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Al-Saleh, I. A., Billedo, G., & El-Doush, I. I. 2006. Levels of selenium, dl- α -tocopherol, dl- γ -tocopherol, all-trans-retinol, thymoquinone and thymol in different brands of *Nigella sativa* seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (2-3), 167-175.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. 2009. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (sup4), 240-257.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. 2010. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 21 (2), 106-113.
- Alpert, P. T. 2012. Whole grains, multiple grains: health or hype. *Home Health Care Management & Practice*, 24 (5), 258-260.
- Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., & Cabras, P. 2006. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (12), 4364-4370.
- Aras Hisar, Ş. 2002. Modifiye atmosferde ambalajlamanın gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum).
- Araujo-Farro, P. C., Podadera, G., Sobral, P. J., & Menegalli, F. C. 2010. Development of films based on quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willdenow) starch. *Carbohydrate Polymers*, 81 (4), 839-848.
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., & Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46 (2), 446-475.
- Baldwin, E. A. 1994. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present, and future. *Edible coatings and films to improve food quality*, 1, 25.

- Baser, K. H. C. 1992, July. Essential oils of Anatolian Labiatae: a profile. In *WOCMAP I-Medicinal and Aromatic Plants Conference: part 1 of 4* 333 (pp. 217-238).
- Baumgart, J., Firnhaber, J., & Spcher, G. 1993. Mikrobiologische untersuchung von lebensmitteln behr's verlag. *Hamburg, Germany*.
- Benli, M., Yiğit, N. 2005. Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3 (8), 1-8.
- Baytop, T. 1992. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Türk Dil Kurumu, Ankara, No:578.
- Bhargava, A., Shukla, S., & Ohri, D. 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Research*, 101 (1), 104-116.
- Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T., & Tolasa, S. 2006. Comparison of the shelf lifes of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *European Food Research and Technology*, 224 (1), 19-26.
- Can, Ö. P., & Çoban, Ö. E. 2012. Vakum paketlenmenin ve zein ile kaplamanın balık filetolarının kalite kriterleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 87-91.
- Can, Ö. P., & Patır, B. 2012. Kitosan kaplamanın gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, 42 (4), 148-154.
- Cemek, M., Kağa, S., Şimşek, N., Büyükokuroğlu, M. E., Konuk, M. 2008. Antihyperglycemic and antioxidative potential of *Matricaria chamomilla* L. in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of natural medicines*, 62 (3), 284-293.
- Ceylan, A. 1983. Tıbbi Bitkiler-II, EÜ Ziraat Fak. Yayınları, s, 175.
- Ceylan, A. 1987. Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler), Ege Ü. Ziraat Fak. Yayınları, 481.
- Chaichi, M., Hashemi, M., Badii, F., & Mohammadi, A. 2017. Preparation and characterization of a novel bionanocomposite edible film based on pectin and crystalline nanocellulose. *Carbohydrate polymers*, 157, 167-175.
- Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri M., Gorgin, S., 2013. Shelf-life extension of fish samples by using enriched chitosan coating with thyme essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 22 (1): 3-10.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., & Attia, H. 2007. *Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food chemistry*, 101 (2), 673-681.
- Choulitoudi, E., Ganiari, S., Tsironi, T., Ntzimani, A., Tsimogiannis, D., Taoukis, P., & Oreopoulou, V. 2017. Edible coating enriched with rosemary extracts to enhance oxidative and microbial stability of smoked eel fillets. *Food packaging and shelf life*, 12, 107-113.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, 21 (2), 157-165.
- Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12 (4), 564-582.

- Cutter, C. N. 2006. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat science*, 74 (1), 131-142.
- Çağrı Mehmetoğlu, A. 2010. Yenilebilir filmlerin ve kaplamaların özelliklerini etkileyen faktörler. *Akademik Gıda*, 8 (5), 37-43.
- Çarbaş, A. 2008. Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Türkiye*, 10, 21-23.
- Çelik, E., & Çelik, G. Y. 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5 (2), 1-6.
- Datta, S., Janes, M. E., Xue, Q. G., Losso, J., & La Peyre, J. F. 2008. Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella anatum* on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin. *Journal of Food Science*, 73 (2), M67-M71.
- Demir, M. K., & Kılınç, M. 2016. Kinoa: Besinsel ve antibesinsel özellikleri. *Journal of Food and Health Science*, 2 (3), 104-111.
- Demir, S.S “Modifiye Atmosferde Paketlemenin Tyty F1 Kokteyl Domatesinin Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi”, (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2005).
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G., & Banu, M. S. 2012. Edible films from polysaccharides. *Food science and quality management*, 3 (0), 9.
- Doğan, H., and Karwe, M. V. 2003. Physicochemical properties of quinoa extrudates. *Food Science and Technology International*, 9 (2), 101-114.
- Duan, J., Jiang, Y., Cherian, G., & Zhao, Y. 2010. Effect of combined chitosan-krill oil coating and modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets. *Food Chemistry*, 122 (4), 1035-1042.
- Dursun Oğur, S. 2012. Dumanlanmış balıkların kalite ve raf ömrü üzerine yenilebilir protein film kaplamanın etkisi (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul).
- El-Tahir, K. E. D. H., & Bakeet, D. M. 2006. The black seed *Nigella sativa* Linnaeus-A mine for multi cures: a plea for urgent clinical evaluation of its volatile oil. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 1 (1), 1-19.
- Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K., Candoğan, K. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat science*, 86 (2), 283-288.
- Erkan, N. 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food and Bioprocess Technology*, 5 (4), 1246-1254.
- Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R., Aydın, H. 2010. Ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. *Cumhuriyet Medical Journal*, 32 (4), 281-286.
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., Ibarz, A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (6), 292-303.

- Fallah, A. A., Siavash Saei-Dehkordi, S., Nematollahi, A. 2011. Comparative assessment of proximate composition, physicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International journal of food science & technology*, 46 (4), 767-773.
- 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 chemistry*, 115 (1), 66-70.
- FAO, 2017. Fisheries and Aquaculture Statistics 2015, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Year Book, Roma, 2017, ISSN 2070-6057.
- Fraser, O., & Sumar, S. 1998. Compositional changes and spoilage in fish-an introduction. *Nutrition & Food Science*, 98 (5), 275-279.
- Gall, G. A., Crandell, P. A. 1992. The rainbow trout. *Aquaculture*, 100 (1-3), 1-10.
- Gennadios, A., Hanna, M. A., Kurth, L. B. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 30 (4), 337-350.
- Gennadios, A., Weller, C. L. 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*.
- Ghosheh, O.A., Houdi, A.A., Crookscor, P.A., 1999, High performance liquid chromatographic analysis of pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L), *J Pharmaceut and Biomed Anal.*, 19, 757-762.
- Gómez-Estaca, J., De Lacey, A. L., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. 2010. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food microbiology*, 27 (7), 889-896.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E. 2004. Changes in biogenic amine contents and sensory quality of sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4C and 20C. *Journal of food quality*, 27(3), 221-231.
- Gram, L., Huss, H. H. 2000. Fresh and processed fish and shellfish. In *The microbiological safety and quality of food*. Aspen Publishers.
- Grassmann, J., Elstner, E.F., 2003. Essential oils/properties and uses. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition* (Elsevier Science, Ltd.): 2177-2184 p.
- Gross, R., Koch, F., Malaga, I., De Miranda, A. F., Schoeneberger, H., & Trugo, L. C. 1989. Chemical composition and protein quality of some local Andean food sources. *Food Chemistry*, 34 (1), 25-34.
- Hamzeh, A., Rezaei, M. 2012. The effects of sodium alginate on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets stored at 4±2 C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21 (1), 14-21.
- Haq, A., Lobo, P. I., Al-Tufail, M., Rama, N. R., Al-Sedairy, S. T. 1999. Immunomodulatory effect of *Nigella sativa* proteins fractionated by ion exchange chromatography. *International journal of immunopharmacology*, 21 (4), 283-295.
- Haşimi, N., Kızıllı, S., Tolan, V. 2015. Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 227-235.

- Heywood, V. H. 1979. Flowering Plants of the World. Oxford University Press: Oxford, U. K.
- Holley, R. A., Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food microbiology*, 22(4), 273-292.
- Hubbs, J. 1991. Fish: microbiological spoilage and safety. *Food Sci. Technol. Today*, 5: 166–173
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1998. Microbial ecology of food commodities (Vol. 6). Blackie Academic & Professional.
- Iglesias-Puig, E., Monedero, V., Haros, M. 2015. Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *LWT-Food Science and Technology*, 60 (1), 71-77.
- Işık, H., Dağhan, Ş., Gökmen, S. 2013. Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8 (1), 26-35.
- İlisulu, K., 1992. İlaç ve Baharat Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın (1256), 1-6.
- James, L. E. A. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in food and nutrition research*, 58, 1-31.
- Jancurová, M., Minarovičová, L., Dandar, A. 2009. Quinoa—a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (2), 71-79.
- Jasour, M. S., Rahimabadi, E. Z., Ehsani, A., Rahnama, M., & Arshadi, A. 2011. Effects of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supplemented by α -tocopheryl acetate through diet and direct addition after slaughtering. *J Food Process Technol*, 2 (124), 2.
- Jeon, Y. J., Kamil, J. Y., Shahidi, F. 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50 (18), 5167-5178.
- Keleş, F. 2002. Gıda Ambalajlama İlkeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:189, Erzurum.
- Keskin, Ş., Evlice, A. K. 2015. Fırın ürünlerinde kinoa kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2), 150-156.
- Korkmaz, F., 2016. Yenilebilir Biyofilm Olarak Kinoa (*Chenopodium quinoa*)’nın Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Araştırılması. Su ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Erzurum.
- Koyuncu M. A., Savran H.E. 2002. Yenilebilir kaplamalar, Süleyman demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Yıl 6, Sayı 3, S.73-83.
- Kozioł, M. J. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of food composition and analysis*, 5 (1), 35-68.
- Kraic, D. M. J. 2006. Natural sources of health-promoting starch. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45 (2), 69-76.
- Krochta J.M., Mulder-Johston C. 1997. Food Technology: Edible and Biodegradable Polymer Films Challenges and Opportunites (Scientific Status Summary) 51 (2), S.61-74.

- Lang K., 1979. Der flüchtige Basenstickstoff (TVB-N) bei in1 Binnenland in derVerkehr gebrachten frischen Seetischen. *Archiv fur Lebensmittel-hygiene* 30:215-217.
- Lemon, D. W. 1975. An improved TBA test for rancidity new series circular, No: 51. Halifax, NS, Canada: Halifax-Laboratory.
- Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J., & Li, X. 2012. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Food Control*, 25 (1), 101-106.
- Lindeboom, N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Doctoral dissertation).
- Lopez-Caballero, M. E., Gomez-Guillen, M. C., Pérez-Mateos, M., & Montero, P. 2005. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food hydrocolloids*, 19 (2), 303-311.
- Lyhs, U., Lahtinen, J., Fredriksson-Ahomaa, M., Hyytiä-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 (3), 221-230.
- Mashare, M.A. 2001. *Manual of Trout Farming*. Pp. 17–26. Tehran, Iran: Nourbakhsh Press.
- Malle, P., Tao, S. H. 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. *Journal of Food Protection*, 50 (9), 756-760.
- Mimica-Dukić, N., Božin, B., Soković, M., Mihajlović, B., Matavulj, M. 2003. Antimicrobial and antioxidant activities of three *Mentha* species essential oils. *Planta medica*, 69 (05), 413-419.
- Min, B. J., & Oh, J. H. 2009. Antimicrobial activity of catfish gelatin coating containing origanum (*Thymus capitatus*) oil against gram-negative pathogenic bacteria. *Journal of food science*, 74 (4), M143-M148.
- Motalebi, A. A., Hasanzati Rostami, A., Khanipour, A. A., & Soltani, M. 2010. Impacts of whey protein edible coating on chemical and microbial factors of gutted kilka during frozen storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9 (2), 255-264.
- Ng, S. C., Anderson, A., Coker, J., & Ondrus, M. 2007. Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chemistry*, 101 (1), 185-192.
- Oelke, E. A., Putnam, D. H., Teynor, T. M., & Oplinger, E. S. 1992. Quinoa. *Alternative field crops manual*.
- 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 chemistry*, 120 (1), 193-198.
- Ouattara, B., Sabato, S. F., & Lacroix, M. 2001. Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus spp.*). *International Journal of Food Microbiology*, 68 (1-2), 1-9.
- Özgüven, M., & Kırıcı, S. 1999. Farklı ekolojilerde nane (*Mentha*) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşenlerinin araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (4), 465-472.
- Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M., & Zachwieja, Z. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*, 115 (3), 994-998.
- Panhwar, A. Q., & Abro, H. I. D. A. Y. T. U. L. L. A. H. 2007. Ethnobotanical studies of Mahal Kohistan (*Khirthar national park*). *Pak. J. Bot*, 39 (7), 2301-2315.

- Pavlath, A.E., Orts, W., 2009. Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In Edible Films and Coatings for Food Applications, Edited bu Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- Polat, H. 2007. İşlenmiş et ürünlerinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların uygulamaları (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon).
- Prego, I., Maldonado, S., Otegui, M. 1998. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. *Annals of Botany*, 82 (4), 481-488.
- Przybylski, R., Chauhan, G. S., Eskin, N. A. M. 1994. Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) lipids. *Food Chemistry*, 51 (2), 187-192.
- Pyrgotou, N., Giatrakou, 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-M411.
- 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. In *Veterinary research forum: an international quarterly journal* (Vol. 5, No. 2, p. 89). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- Ramadan, M. F. 2007. Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): an overview. *International journal of food science & technology*, 42 (10), 1208-1218.
- Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Glaser, B. K., Lorenz, K. J., Johnson, D. L. 1993. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal chemistry*, 70, 303-303
- Realini, C. E., & Marcos, B. 2014. Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat science*, 98 (3), 404-419.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S. E. 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food reviews international*, 19 (1-2), 179-189.
- Repo-Carrasco-Valencia, R. A. M., Serna, L. A. 2011. Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Food Science and Technology*, 31 (1), 225-230.
- Risi, J. C., Galwey, N. W. 1989. The pattern of genetic diversity in the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). I. Associations between characteristics. *Euphytica*, 41 (1-2), 147-162.
- Robertson, G.L., 2013. Food Packaging: Principle and Practice. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p.
- Ruales, J., & Nair, B. M. 1992. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 42 (1), 1-11.
- Ruales, J., & Nair, B. M. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Food Chemistry*, 48 (2), 131-136.
- Ruminska, A., Suchorska, K., Weglarz, Z. 1984. Growth and development of peppermint (*Mentha piperita* L.) in the first and second year of cultivation.
- SA, H. 2010. Microbiological and chemical properties of bonito fish (*Sarda sarda*) fillets packaged with chitosan film, modified atmosphere and vacuum. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16.

- Saeed, S., & Tariq, P. 2005. Antibacterial activities of *Mentha piperita*, *Pisum sativum* and *Momordica charantia*. *Pakistan Journal of Botany*, 37 (4), 997.
- Sallam, K. I., Ishioroshi, M., & Samejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 37 (8), 849-855.
- Sallam, K. I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food control*, 18 (5), 566-575.
- Sanchez-Hernandez, J. C., Mazzia, C., Capowiez, Y., Rault, M. 2009. Carboxylesterase activity in earthworm gut contents: potential (eco) toxicological implications. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 150 (4), 503-511.
- Santacruz, S., Rivadeneira, C., Castro, M. 2015. Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment. *Food hydrocolloids*, 49, 89-94.
- 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 (8), e455-e459.
- 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. *Journal of Food Engineering*, 83 (3), 366-373.
- Sert, F., Karakaya, B. 2016, & İşleme, S. Ü. A. V. The Effect of Whey Protein Isolate Coating Enriched With Tyhme Essential Oil on Trout Quality During Cold Storage (+4±2 C).
- Scanlin, L., Lewis, K. A. 2017. Quinoa as a sustainable protein source: production, nutrition, and processing. In *Sustainable protein sources* (pp. 223-238). Academic Press.
- Schelz, Z., Molnar, J., Hohmann, J. 2006. Antimicrobial and antiplasmodial activities of essential oils. *Fitoterapia*, 77 (4), 279-285.
- Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., Berghofer, E. 2008. Pseudocereals. In *Gluten-free cereal products and beverages* (pp. 149-VI). Academic Press.
- Sharma, L., Singh, C. 2016. Sesame protein based edible films: Development and characterization. *Food Hydrocolloids*, 61, 139-147.
- Shon, J. H., Eo, J. H., Choi, Y. H. 2011. Gelatin coating on quality attributes of sausage during refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 31 (6), 834-842.
- Sinha, R., Chattopadhyay, S. 2011. Changes in the leaf proteome profile of *Mentha arvensis* in response to *Alternaria alternata* infection. *Journal of proteomics*, 74 (3), 327-336.
- Siripatrawan, U., Noipha, S. 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food Hydrocolloids*, 27 (1), 102-108.
- Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., Luo, Y. 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 22 (3-4), 608-615.

- Souza, B. W. S., Cerqueira, M. A., Ruiz, H. A., Martins J. T. and Anto' Stuchell, Y. M. and Krochta, J. M., 1995. Edible Coatings on Frozen King Salmon: Effect of Whey Protein Isolate and Acetylated Monoglycerides on Moisture Loss and Lipid Oxidation. *Journal of Food Sci*, 60(1): 28-31.
- Souza, B. W., Cerqueira, M. A., Ruiz, H. A., Martins, J. T., Casariego, A., Teixeira, J. A. And Vicente, A. A. 2010. Effect of chitosan-based coatings on the shelf life of salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (21), 11456-11462.
- Sultan, M. T., Butt, M. S., Anjum, F. M., Jamil, A., Akhtar, S., Nasir, M. 2009. Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. *Pak J Bot*, 41 (3), 1321-1330.
- Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., Bigger, S. W. 2003. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *Journal of food science*, 68 (2), 408-420.
- Şengör, G. F., Çelik, U., Akkuş, S. 2000. Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nın tazeliğinin ve kimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24 (3), 187-193.
- Tabatabaei Moradi, L., Sharifan, A., and Larijani, K. 2015. Antimicrobial Activity of Lemon and Peppermint Essential oil in Edible Coating Containing Chitosan and Pectin on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. *Journal of Medical Microbiology and Infectious Diseases*, 3 (1), 38-43.
- Takruri, H. R., and Dameh, M. A. 1998. Study of the nutritional value of black cumin seeds (*Nigella sativa*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76 (3), 404-410.
- Tammineni, N., Ünlü, G., and Min, S. C. 2013. Development of antimicrobial potato peel waste-based edible films with oregano essential oil to inhibit *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon. *International Journal of Food Science & Technology*, 48 (1), 211-214.
- Tan, M., and Yöndem, Z. 2013. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)/A New Crop for Human and Animal Nutrition: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, 25 (2), 62-66.
- Toroğlu, S., and Çenet, M. 2006. Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (2), 12-19.
- Turhan, S., ve Üstün, N. Ş. 2001. Et ve su ürünlerinde lipid oksidasyonu. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 89-95.
- TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu. Su ürünleri istatistikleri-Fishery Statistics, ISSN 1013-6177
- Üstünol, Z. 2009. Edible films and coatings for meat and poultry. In *Edible films and coatings for food applications* (pp. 245-268). Springer, New York, NY.
- Valencia-Chamorro, S. A. 2016. Quinoa: overview. *Encyclopedia of Food Grains*, 341-348.
- Valencia-Chamorro, S. A. 2003. Quinoa. In 'Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 8'.(Ed. B Caballero) pp. 4895–4902.

- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E., and Vasiliadou, S. 1997. Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205 (2), 93-96.
- Varlık, C. 1993. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 17, 16-17.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., and Martínez, E. A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (15), 2541-2547.
- Wagner, H., Bladt, S., and Zgainski, E. M. 1996. *Plant Drug Analysis*. Springer.
- Wang, R., Wang, R., and Yang, B. 2009. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (2), 289-292.
- Wang, Z., Hu, S., Gao, Y., Ye, C., and Wang, H. 2017. Effect of collagen-lysozyme coating on fresh-salmon fillets preservation. *LWT*, 75, 59-64.
- Weller, C. L., Gennadios, A., and Saraiva, R. A. 1998. Edible bilayer films from zein and grain sorghum wax or carnauba wax. *LWT-Food Science and Technology*, 31 (3), 279-285.
- Yasin, N. M., and Abou-Taleb, M. 2007. Antioxidant and antimicrobial effects of marjoram and thyme in coated refrigerated semi fried mullet fish fillets. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 2 (1), 1-9.
- Yıldırım, E. 2014. Melisa, adaçayı ve nane yağlarının bilimsel olarak incelenmesi, piyasa analizi ve kalite tayini.
- Yıldız, P. O. 2018. Nane Uçucu Yağı İlave Edilmiş Kitosan Filmlerin Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. *Ecological Life Sciences*, 13 (2), 94-102.
- Yumuk, H. 2014. Prebiyotik ile beslenmiş kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario*) filetolarının raf ömrü üzerine bitkisel yağlı kitosan uygulamasının etkileri. *Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*.
- Zaoui, A., Cherrah, Y., Alaoui, K., Mahassine, N., Amarouch, H., and Hassar, M., 2002. Effects of *Nigella sativa* fixed oil on blood homeostasis in rat, *Journal Ethnopharmacol* 79 (1): 23-26.

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Erzurum’da doğdu. İlköğretimine 1999 yılında Amasyada başladı. Ortaöğretim ve Lise eğitimini Adapazarı ve Erzurumda tamamladı. 2012 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden 2016 yılında derece ile mezun oldu ve 2017 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.

