

**PREBİYOTİK İLE BESLENMİŞ KAHVERENGİ
ALABALIK (*Salmo trutta fario*) FİLETOLARININ
RAF ÖMRÜ ÜZERİNE BİTKİSEL YAĞLI
KİTOSAN UYGULAMASININ ETKİLERİ**

Hurrem YUMUK

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Telat YANIK
Doç. Dr. Gonca ALAK
2014
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PREBİYOTİK İLE BESLENMİŞ KAHVERENGİ ALABALIK
(*Salmo trutta fario*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
BİTKİSEL YAĞLI KİTOSAN UYGULAMASININ ETKİLERİ**

Hurrem YUMUK

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2014

Her hakkı saklıdır



T.C.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

PREBİYOTİK İLE BESLENMİŞ KAHVERENGİ ALABALIK (*Salmo trutta fario*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE BİTKİSEL YAĞLI KİTOSAN UYGULAMASININ ETKİLERİ

Prof. Dr. Telat YANIK danışmanlığında ve Doç. Dr. Gonca ALAK ortak danışmanlığında Hurrem YUMUK tarafından hazırlanan bu çalışma 30/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak ~~oy birliği/oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza :

Üye : Prof. Dr. Telat YANIK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Abdulkadir ÇİLTAŞ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Gonca ALAK

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 10.07.2014 tarih ve 28/878 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 2013/123

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PREBİYOTİK İLE BESLENMİŞ KAHVERENGİ ALABALIK (*Salmo trutta fario*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE BİTKİSEL YAĞLI KİTOSAN UYGULAMASININ ETKİLERİ

Hurrem YUMUK

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK
Yardımcı Danışman: Doç. Dr. Gonca ALAK

Bu araştırmada %0,1 prebiyotik ile beslemenin, kahverengi alabalık bağırsak florası ve proksimate değerleri üzerine etkileri incelenmiştir. Balıklar fileto haline getirilmişlerdir. Farklı bitkisel yağlarla zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanarak soğukta muhafaza edilen filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri de belirlenmiştir. Araştırma iki aşamalı olup besleme denemesi 2 grup (kontrol, %0,1 prebiyotik) 4 tekerrürlü, işleme denemesi ise 2 grup (kontrol, %0,1 prebiyotik), 4 muamele (kontrol, kitosan+asetik asit, kitosan+nane yağı ve kitosan+adaçayı yağı) ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Prebiyotikle beslemenin balık bağırsak florasında özellikle psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde önemli etki gösterdiği, besleme denemesi sonucunda elde edilen filetolarda ise % ham protein ve % ham yağ değerlerinin farklılık gösterdiği bulunmuştur ($p<0,01$).

Prebiyotik ilaveli yemle beslenmiş balık filetolarında farklı yağlarla zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik, psikrotrofik, laktik asit, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas*) ve kimyasal (TVB-N ve pH) parametreler üzerinde istatistiki olarak önemli etkilerinin olduğu ($p<0,01$ ve $p<0,05$), TBARS üzerinde ise etkili olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Araştırmadan elde edilen tüm parametreler dikkate alındığında, en iyi raf ömrü nane yağı ile zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanan filetolardan elde edilmiştir.

2014, 81

Anahtar Kelimeler: Kahverengi alabalık, prebiyotik, raf ömrü, TBARS, mikrobiyoloji

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF CHITOSAN WITH VEGETABLE OIL ON SHELF LIFE OF FILLETS OF BROWN TROUT (*Salmo trutta fario*) FED ON PREBIOTICS

Hurrem YUMUK

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

Supervisor: Asoc. Prof. Dr. Telat YANIK
Co-Supervisor: Asoc. Prof. Dr. Gonca ALAK

In this research, effects of feeding brown trout with 0.1 % prebiotics on intestinal flora and values from proximate analyzes were investigated. Fish were filleted. Chemical and microbiological changes in cold stored fillets coated with chitosan enriched with different vegetable oils were also determined. The present study was comprised of two experiments: Feeding with 2 groups (control and 0.1% prebiotic) and 4 replicates and processing with 2 groups (control and 0.1% prebiotic) with 4 chitosan treatments (without chitosan (control), chitosan+acetic acid, chitosan+mint oil and chitosan+sage oil) and 3 replicates.

Feeding fish with prebiotic showed that there were significant changes in the number of psychrotrophic bacteria counted from intestinal flora and percentages of crude protein and crude fat determined from fish fillets ($p<0.01$).

Coating with chitosan enriched with different vegetable oils caused statistically significant effects on microbiological (total aerobic mesophilic, psychrotrophic, lactic acid, *Enterobacteriaceae* and *Pseudomonas*) and chemical parameters (TVB-N and pH) ($p<0.01$ and $p<0.05$), but not on TBARS values ($p>0.05$).

Considering all of the data determined from the present study, it was found that fish fillets coated with chitosan enriched with mint oil gave the best results with respect to shelf life.

2014, 81 sayfa

Keywords: Brown trout, prebiotic, shelf life, TBARS, microbiology

TEŞEKKÜR

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

Tez çalışmalarım sırasında bana her türlü imkanı sunan Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP başta olmak üzere tüm fakülte çalışanlarına,

Çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP, Sayın Prof. Dr. Abdulkadir ÇİLTAS ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN'a,

Göstermiş oldukları yakın ilgiden dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Arzu UÇAR'a, istatistik analiz çalışmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Memiş ÖZDEMİR'e ve tüm hocalarıma,

Çalışmalarım süresince benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hurrem YUMUK

Haziran, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	13
3. MATERYAL ve METOD.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Balık Materyali.....	24
3.1.2. Yem	24
3.1.3. Kitosan.....	24
3.1.4. Esansiyel yağlar.....	25
3.2. Metod.....	25
3.2.1. Deneme planı.....	25
3.2.2. Fileto hazırlanması	26
3.2.3. Esansiyel yağ ilaveli kitosan film solüsyonlarının hazırlanması.....	26
3.2.4. Kaplama solüsyonlarının filetolara uygulanması	26
3.2.5. Kimyasal analizler	26
3.2.5.a. Ham protein miktarının belirlenmesi.....	27
3.2.5.b. Ham yağ içeriğinin belirlenmesi	27
3.2.5.c. Su ve kuru madde miktarının belirlenmesi	27
3.2.5.d. Ham kül içeriğinin belirlenmesi	27
3.2.5.e. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi	27
3.2.5.f. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) analizi.....	28
3.2.5.g. pH analizi	29
3.2.6. Mikrobiyolojik analizler.....	29
3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı.....	30

3.2.6.b. Psikrotrofik bakteri sayımı	30
3.2.6.c. Laktik asit bakteri sayımı	30
3.2.6.d. <i>Pseudomonas</i> sayımı	31
3.2.6.e. <i>Enterobacteriaceae</i> sayımı	31
3.2.7. İstatistiki analizler	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	32
4.1. Yemleme Denemesine Ait Sonuçlar	32
4.1.1. Balık bağırsak florasına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	32
4.1.1.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı	32
4.1.1.b. Toplam psikrotrofik bakteri sayısı	33
4.1.1.c. Laktik asit bakteri sayısı	35
4.1.1.d. <i>Pseudomonas</i> sayısı.....	37
4.1.1.e. <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı.....	39
4.1.2. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	40
4.1.2.a. % Su, % ham protein, % ham yağ ve % ham kül analiz sonuçları.....	40
4.2. Besleme Denemesi Sonunda Elde Edilen Farklı Çözücülerle Zenginleştirilmiş Kitosan Film İle Kaplanan Filetolara Ait Soğukta Muhafaza Sonuçları	43
4.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı	43
4.2.2. Toplam psikrotrofik bakteri sayısı	46
4.2.3. Laktik asit bakteri sayısı.....	51
4.2.4. <i>Pseudomonas</i> sayısı.....	54
4.2.5. <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı	57
4.2.6. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı sonuçları.....	60
4.2.7. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) sonuçları	63
4.2.8. pH sonuçları	65
5. SONUÇ	68
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	82

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigratderece
cm	Santimetre
FOS	Fruktooligosakkarit
GOS	Galaktooligosakkarit
g	Gram
H ₂ S	Hidrojen sülfür
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
kg	Kilogram
Kob	Koloni Oluşturan birim
LAB	Laktik asit bakteri
MDA	Malondialdehit
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MOS	Mannanoligosakkarit
NaOH	Sodyum hidroksit
rpm	Revolution per minute (dakikadaki devir sayısı)
ScFOS	Kısa zincir fruktooligosakkarit
sn	Saniye
TBA	Thiobarbüturik asit
TBARS	Thiobarbüturik Asit reaktif Substance
TCA	Trikarboksilik asit
TEP	Tetraetoksipropan
TMA	Trimetilamin
TMAB	Toplam mezofilik aerobik bakteri
TMA-N	Trimetilamin azot
TMAO	Trimetilaminoksit
TPAB	Toplam psikrotrofik aerobik bakteri
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
µmol	Mikromol

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kitinin deasetilasyonu	5
Şekil 1.2. Kabuklu atıklarından kitin, kitosan ve bunların monomer ve oligomerlerinin elde edilmesi	5
Şekil 1.3. Nanede bulunan mentol ve mentonun kimyasal bağ yapısı	8
Şekil 1.4. Adaçayı bitkisinde bulunan etken maddeler	9
Şekil 1.5. İnülinin yapısı	11
Şekil 4.1. Bağırsak dokusuna ait psikrotrofik bakteri sayısına ilişkin Grup x Gün interaksyonunun toplam psikrotrofik bakteri sayısı üzerine etkisi	34
Şekil 4.2. % Ham protein değeri üzerine Grup x Gün interaksyonu etkisi	42
Şekil 4.3. % Ham yağ değeri üzerine Grup x Gün interaksyonu etkisi	42
Şekil 4.4. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkisi	45
Şekil 4.5. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkisi	46
Şekil 4.6. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun toplam psikrotrofik bakteri sayısı üzerine etkisi	48
Şekil 4.7. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun toplam psikrotrofik bakteri sayısı üzerine etkisi	49
Şekil 4.8. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi	53
Şekil 4.9. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi	53
Şekil 4.10. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun <i>Pseudomonas</i> sayısı üzerine etkisi	56
Şekil 4.11. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun <i>Pseudomonas</i> sayısı üzerine etkisi	56
Şekil 4.12. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksyonunun <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı üzerine etkisi	59

Şekil 4.13. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun <i>Enterobacteriaceae</i> sayısı üzerine etkisi	59
Şekil 4.14. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun TVB-N değeri üzerine etkisi	61
Şekil 4.15. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun TVB-N değeri üzerine etkisi	62
Şekil 4.16. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun pH değeri üzerine etkisi	66
Şekil 4.17. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun pH değeri üzerine etkisi	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yenilebilir filmlerle oluşturulan ambalajların biyolojik kaynakları.....	4
Çizelge 1.2. Su ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkılı yenilebilir film ve kaplama uygulamaları.....	7
Çizelge 1.3. Bakteriyel hücrelere karşı bazı esansiyel yağların inhibe edici özelliklerinin yüzdeliklerine göre sınıflandırılması	8
Çizelge 1.4. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan bazı prebiyotikler ve hedef bakteriler.....	10
Çizelge 4.1. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)	32
Çizelge 4.2. Kahverengi alabalık bağırsak florası toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.3. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....	33
Çizelge 4.4. Kahverengi alabalık bağırsak florası toplam psikrotrofik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçlar	34
Çizelge 4.5. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait laktik asit bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....	36
Çizelge 4.6. Kahverengi alabalık bağırsak florası laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.7. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait <i>Pseudomonas</i> sayım sonuçları (log kob/g)	37
Çizelge 4.8. Kahverengi alabalık bağırsak florası <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.9. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait <i>Enterobacteriaceae</i> sayım sonuçları (log kob/g).....	39
Çizelge 4.10. Kahverengi alabalık bağırsak florası <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.11. Kahverengi alabalık filetolarının % su, % ham protein, % ham kül ve % ham yağ kimyasal analizlerine ait sonuçlar	40

Çizelge 4.12. Kahverengi alabalık filetolarının % su, % ham protein, % ham kül ve % ham yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.13. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....	44
Çizelge 4.14. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.15. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları (log lob/g).....	47
Çizelge 4.16. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam psikrotrofik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.17. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayım sonuçları (log kob/g)	51
Çizelge 4.18. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.19. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> sayım sonuçları (log kob/g).....	54
Çizelge 4.20. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.21. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayım sonuçları (log kob/g)	57
Çizelge 4.22. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.23. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TVB-N değerleri (mg/100 g).....	60

Çizelge 4.24. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları	60
Çizelge 4.25. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TBARS değerleri ($\mu\text{molMA/kg}$)	63
Çizelge 4.26. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 4.27. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının pH değerleri	65
Çizelge 4.28. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	66

1. GİRİŞ

Dünya da su ürünleri tüketiminin büyük bir kısmı işlenmiş ürünlerden oluşmakta, bu da kişi başı tüketime yansımaktadır. Dünya’da su ürünleri tüketimi kişi başına 15,4 kg iken (FAO 2013), ülkemizde bu oran son on yıl içerisinde 6,7-7,2 kg arasında değişmekte, 2012 yılı için 7,10 kg olarak bilinmektedir (Bilgin 2012; TÜİK 2013).

Ülkemizde az olan su ürünleri tüketimini artırmak için, su ürünlerinin işlenmesi ile birlikte ürün çeşitliliğinin çoğaltılması ve daha kaliteli bir hale getirilmesi amaçlanmaktadır (Aydınlı 2012). İşleme teknolojilerinin uygulanması; kaliteyi uzun süre korumakla birlikte, hasat ve avcılık sonrası oluşabilecek kayıpları önlemekte, kaynakların uzun süre ve optimum kullanımı sağlayarak sezon değişimlerinde ürün arzının devamlılığı ile ürünün tüketiciye kolay ve hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlamaktadır (Köse vd 2010; Aydınlı 2012).

İşleme teknolojilerinde ürün kalitesinin belirlenmesinde, tazelik oldukça önemli bir kriter olup, ölüm sonrası biyokimyasal değişimler ve mikrobiyal yıkım ile değişime uğramaktadır (Olafsdottir *et al.* 1997; Üretener 2009). Bu değişimler, balığın duyuşal özelliklerine, kimyasal kompozisyonuna, türüne, depolama şekline bağılı olarak farklılık göstermektedir (Huss 1988; Tülsner 1994; Üretener 2009).

Su ürünleri yüksek orandaki doymamış yağ asitleri ve zengin protein içeriğıyle fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulma faktörlerinden çok kolay bir şekilde etkilenen hassas gıda ürünleri arasındadır. Su ürünlerinin bu denli hassasiyete sahip olmasında; yüksek su aktivitesi (a_w), yüksek pH’ya sahip olması ve otolitik enzimleri içermesi önemli bir etkidir (Tülsner 1994; Üretener 2009).

Otolitik ve mikrobiyal bozulmayla meydana gelen renk, görünüş, tekstür, tat ve kokuda meydana gelen farklılıklar duyuşal kalite değişimlerini oluştururken (Varlık vd 2007), ölümden hemen sonra meydana gelen değişimler kimyasal kalite değişimlerini

içermektedir. Bu değişimlerin izlenmesiyle su ürünlerinin kalitesi belirlenebilmektedir (Sikorski and Pan 1994; Üretener 2009).

Su ürünlerinin kimyasal kalitesini belirlemek amacıyla izlenen ilk parametre Trimetilaminoksit (TMAO)'tir. TMAO genellikle deniz balıklarında yüksek oranda bulunup, ozmoregülasyondan sorumlu protein olmayan azotlu bir bileşiktir (Bonnell 1994). Su ürünlerinin kalite değerlendirilmesinde TMA kadar önemli olan bir diğer parametre de toplam uçucu bazik azot (TVB-N) bileşiğidir. TVB-N analizi, TMA ile birlikte balık ve diğer su ürünlerinin bozulmasında en yaygın kullanılan kimyasal bozulma indikatörü olup (Dhaouadi *et al.* 2007; Üretener 2009), TVB-N ve amonyak miktarında meydana gelen artışlar bakteriyel bozulma ile birlikte oluşur (Üretener 2009). Kimyasal değişimlerin izlenmesinde diğer bir parametre de pH'dır. Ölümden hemen sonra rigor-mortis ile düşen pH değeri otoliz ve bakteriyel faaliyetlerle ortamın artan alkali seviyesine bağlı olarak yükselmeye başlar (Tzikas *et al.* 2007; Üretener 2009).

Su ürünlerinde meydana gelen diğer bir kimyasal bozulma ise acımsı tadın gelişmesine neden olan yağ bileşiklerinin oksidasyonudur. Su ürünlerinin yüksek miktarda doymamış yağ asiti içermesi bunları oksidatif reaksiyonlara ve acılaşmaya daha müsait bir hale getirmektedir. Otooksidasyon, oksijen ve doymamış yağları içeren bir reaksiyon olan oksidatif süreç acımsı tadın oluşmasına neden olmakta ve önemli bir kalite kriteri olarak kabul görmektedir (Huss 1994; Üretener 2009).

Kimyasal değişimler kadar mikrobiyal değişimlerde kalite üzerinde önemli etkiye sahiptir ve gıdanın orijinal tat, koku ve görüntüsünü kaybetmesiyle kendini gösterir (Yıldırım 2004). Su ürünlerinin mikro florası sucul ortam ile ilişkili olup, suyun besin içeriği, su sıcaklığı, suyun bakteriyel yükü, tuzluluk, balığın yakalanma şekli ve avlanmadan sonra yapılan işlemler gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Gram and Huss 1996; Üretener 2009). Su ürünleri kendine özgü bakteriyel floralarının yanı sıra avlama sonrası işleme sırasında hızlı bir şekilde kontamine olmaktadır. Mesela, soğuk sularda avlanan balıkların derisinde gram-negatif bakteriler hakimken (*Psychrobacter*,

Acinetobacter, *Alteromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* ve *Vibrio*), ılık sularda avlanan balıkların derisinde ise gram-pozitif bakteriler (*Micrococcus*, *Corneform* ve *Bacillus*) baskındır. Balıkların sindirim sistemlerinde ise genellikle *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* ve *Escherichia* cinslerine ait bakteriler bulunmaktadır (Çaklı 2007).

Mikroorganizmalar balıklarda deri, solungaç, mide-bağırsak sisteminde bulunur. Balık yüzeyindeki dış tabaka ve bağırsaklarda bulunan doğal flora bozulmada etkin olmaktadır. Düşük sıcaklıklarda tutulan balıklarda başlıca; *Pseudomonas*, *Achromobacter* ve *Flavobacterium* türleri bozulmaya neden olurken, daha yüksek sıcaklıklarda ise *Micrococcus*, *Bacillus* türleri ile birlikte *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Sarcina* ve *Clostridium* türleri rol almaktadır. Bu predominant bakteriler, önce yüzeyde gelişir daha sonra dokulara girerek bozulma sürecini hızlandırırlar (Çaklı ve Kışla 2003).

Su ürünlerinin çok kısa sürede bozulmasını önlemek amacıyla enzimsel ve mikrobiyal aktiviteyi sınırlayan bir muhafaza yöntemiyle korunması gerekmektedir (Üretener 2009). Bu amaçla ürünün bol ve fiyatının uygun olduğu zamanlarda alternatif ürünlere işlenebilirliği sağlanarak, buzdolabı koşullarında uzun süreli muhafaza için çeşitli olanaklar da sunulmaktadır. Raf ömrünü ve balıkentinin kalite özelliklerini korumak için her geçen gün yeni muhafaza teknikleri, uygulamaları ve ambalaj materyalleri geliştirilmektedir (Erkan 2012).

Son yıllarda gelişen sağlıklı gıda tüketimi bilinci ile alternatif biyolojik esaslara dayalı muhafaza teknikleri önem kazanmıştır (Alak 2011). Özellikle et, tavuk ve balık gibi işlem sonrası yüzey bulaşma riskinin yüksek olduğu ve taze tüketilen gıdalarda çeşitli yenilebilir film kaplamalar ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Guilbert 1986).

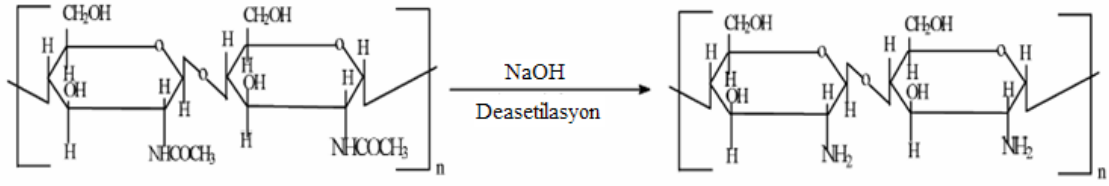
Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla gıda ürününün yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıda ile birlikte yenilebilen sentetik nitelikte olmayıp doğal kaynaklardan elde edilebilen ürünlerdir ve

hazırlanmasında esasen hidrokolloidler (protein ve polisakkarit), lipidler ve kompozitlerden (hirokolloid+lipid) faydalanılmaktadır. Yenilebilir filmlerle oluşturulan ambalajları biyolojik kaynaklarına göre üç kısımda incelemek mümkündür (Dursun ve Erkan 2009).

Çizelge 1.1. Yenilebilir filmlerle oluşturulan ambalajların biyolojik kaynakları

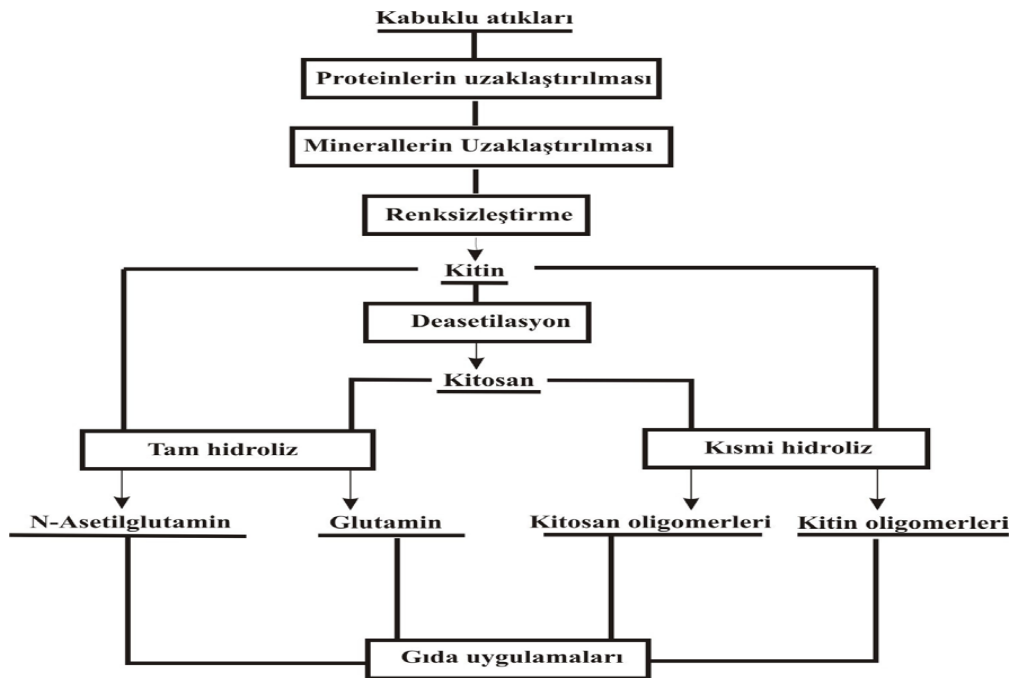
Polisakkaritten oluşan hidrokolloidler	Yağlardan oluşan hidrokolloidler	Proteinlerden oluşan hidrokolloidler
Nişasta (Patates, mısır, buğday, pirinç ve türevleri)	Çapraz bağlı trigliseridler	Hayvansal (Kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelatin, keratin, yumurta beyazı proteini, süt proteini, balık proteini)
Selüloz (Pamuk, odun ve türevleri)	Vakslar	Bitkisel (Zein, soya, gluten, bezelye, pamuk tohumu, ayçiçeği, yerfıstığı, pirinç)
Gumlar (Guar, lokust bean, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri)	Hayvansal ve bitkisel yağlar	
Kitin/Kitosan		

Polisakkarit hidrokolloidlerden olan kitin, yengeç, karides, istakoz gibi eklembacaklıların kabuklarında, bazı bakteri ve mantarların hücre duvarlarında bulunup, β -1,4- glikozidik bağlara sahip N-asetil-D-glukozamin (GlcNAc) rezidülerinden meydana gelmiş, selülozdan sonra ikinci önemli biyopolimer olarak bilinmektedir (Ruiz Herrera *et al.* 1978; Dikel 2012).



Şekil 1.1. Kitinin deasetilasyonu (Demir ve Seventekin 2009)

Bir deasetilasyon ürünü olan kitosan, gıda kaynaklı bakteri, küf ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktivitesi ile potansiyel bir koruyucu katkı maddesi olup antimikrobiyal etki mekanizmaları henüz tam olarak belirlenememiştir. Antimikrobiyal etkisinde polikasyonik özelliğe sahip olmasının rolü olduğu düşünülmektedir (Ouattara *et al.* 2000; Jeon *et al.* 2000; Kurt ve Zorba 2005; Gürel İnanlı ve Karaton Kuzgun 2012).



Şekil 1.2. Kabuklu atıklarından kitin, kitosan ve bunların monomer ve oligomerlerinin elde edilmesi (Çaklı ve Kılınç 2004)

Sağlık üzerine olumsuz etkisinin olmamasının yanı sıra biyo-parçalanabilir ve biyo-geçimli olması kitosani özellikli bir ürün haline getirmektedir (Duman ve Şenel 2004; Dursun ve Erkan 2009). Bununla beraber gıda ürünlerinin kitosan film ile kaplanması

ambalaj içindeki kısmi oksijen basıncını azaltmakta, gıda ile çevresi arasındaki nem transferi ile sıcaklığı kontrol altında tutmakta, su kaybını azaltmakta, meyvelerde enzimatik kahverengileşmeyi geciktirmektedir. Aynı zamanda doğal aromanın ve emülsifiye edici etkinin artırılması, rengin stabilizasyonu ve deasidifikasyon gibi durumlarda da kitosandan yararlanılmaktadır (Bostan vd. 2007; Dursun ve Erkan 2009).

Kaplama materyali olarak birçok kimyasal madde kullanılabilir. Bu maddelerin ortak özelliği suyu geçirmeleri fakat oksijeni geçirme özelliklerinin olmamasıdır. Son yıllarda araştırmacılar, kitosanın özelliklerinin geliştirilmesi, farklı elde edilme metodlarının araştırılması, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin, moleküler ağırlığının ve deasetilasyon derecelerindeki değişimlerin koruyuculuk oranları, endüstriyel açıdan elde edilme maliyeti, farklı muhafaza teknikleri ile birleştirilerek koruyuculuk etkisinin ve raf ömrünün artırılması ile antibakteriyel-antifungal etkisi üzerine yoğunlaşmaktadır (No *et al.* 2007).

Yenilebilir filmlerin duyu, mekanik, fonksiyonel ve koruyucu özelliklerini arttırmak için bu film çözeltilerinin içerisine aromalar, plastikleştiriciler, antioksidanlar ve antimikrobiyaller gibi maddeler katılabilir (Debeaufort *et al.* 1998).

Çizelge 1.2. Su ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkılı yenilebilir film ve kaplama uygulamaları (Akçay 2012)

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Su ürünü	Gözlenen etki	Kaynak
Kekik yağı ve sinnamealdehit	Soya-peynir altı suyu proteini, karboksimetilselüloz	Haşlanmış karides	Mikrobiyal gelişim önlendi.	Ouattara <i>et al.</i> 2001
Kitosan	Kitosan	Ringa ve morina	Mikrobiyal yük, lipit oksidasyonu ve nem kaybı azaltıldı.	Jeon <i>et al.</i> 2002
Laktoperoksidaz sistemi	Peynir altı suyu proteini	Soğuk dumanlanmış somon	<i>Listeria monocytogenes</i> gelişimi önlendi.	Min <i>et al.</i> 2005b
Dağ kekiği ve biberiye ekstraktı	Jelatin, jelatin-kitosan	Yüksek basınç uygulanmış soğuk dumanlanmış sardalya	Mikrobiyal yük ve lipit oksidasyonu azaltıldı.	Gomez Estaca <i>et al.</i> 2007
İstiridye, tavuk lizozimi ve nisin	Kalsiyum aljinat	Dumanlanmış somon	Mikrobiyal büyüme geciktirildi.	Datta <i>et al.</i> 2008
Kitosan	Kitosan	Sazan	Toplam bakteri yükü azaltıldı. Raf ömrü uzatıldı.	Fan <i>et al.</i> 2009
Kitosan	Kitosan, kitosan-nişasta	Somon	Mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükü düşürülerek raf ömrü uzatıldı.	Vasconez <i>et al.</i> 2009
Tarçın yağı	Kitosan	Alabalık	Lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişim önlendi.	Ojagh <i>et al.</i> 2010

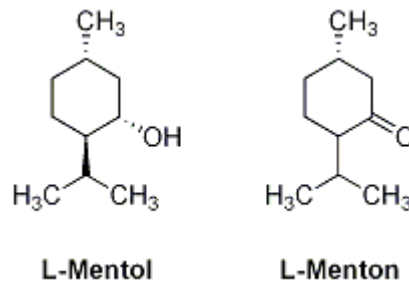
Esansiyel yağlar, güçlü kokularıyla karakterize olup aromatik bitkilerin kök, yaprak, meyve ve kabuk kısımlarından elde edilen doğal ve uçucu ürünler olarak tanımlanmaktadır. Genellikle oda sıcaklığında sıvı halde olup, kolaylıkla kristalleşebilirler. Su ile karışmadıklarından yağ olarak tanımlansalar da sabit yağlardan farklıdır (Ceylan 1983; Davidson *et al.* 1983; Bakkali *et al.* 2008; Kılıç 2008). Esansiyel yağlar, antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antimikrobiyal ve enzimatik etki gösterip gıdaların muhafazasında kullanılan doğal ürünlerdir (Kabara 1991).

Yapılarında antioksidan ve antimikrobiyal etkisi olan pek çok aromatik maddeyi içeren bitki ve bunların ekstraktları gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 1.3. Bakteriyel hücrelere karşı bazı esansiyel yağların inhibe edici özelliklerinin yüzdeliklerine göre sınıflandırılması (Ceylan and Fung 2004)

Yüzde bakteriyel inhibisyon	Baharat
%75-100	Sarımsak, soğan, yenibahar, oregano, kekik, tarçın, tarhun otu, kimyon, karanfil, limon otu, defne yaprağı, kırmızı biber, biberiye
%50-75	Mercan köşk, hardal, karaman kimyonu, nane, adaçayı, rezene, kişniş, dereotu
%50'den daha az	Fesleğen, maydanoz, kakule, siyah ve beyaz biber, zencefil, anason tohumu, kereviz tohumu, limon, ıhlamur

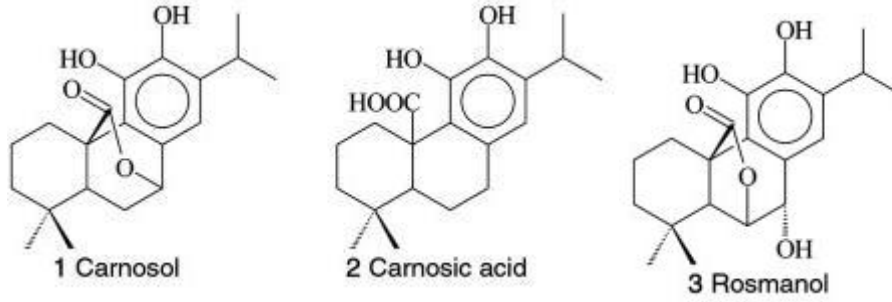
Nane (*Mentha* spp.) bitkisi *Lamiaceae* familyasından olup ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Tıbbi açıdan spazm, gaz giderici, antimikrobiyal, serinletici, diüretik etkilere sahiptir ve %1-3 oranında mentol, menton, flavonoidler, fenoller, tripten ile tanenden oluşan uçucu yağ içerir. İçerdiği esansiyel yağlar antiseptik ve mantarları öldürücü özellik taşımaktadır (Ertürk vd 2010; Beken 2011).



Şekil 1.3. Nanede bulunan mentol ve mentonun kimyasal bağ yapısı

Adaçayı (*Salvia officinalis*), diş otu veya meryemiye olarak da bilinmektedir. Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasından *Salvia* cinsini oluşturan kokulu bitkilere

verilen isimdir. Antioksidan etkiye sahip olan adaçayının yapısındaki en önemli fenolik bileşenler karnosol, karnosik asit ve rosmanoldur (Anonim 2014).



Şekil 1.4. Adaçayı bitkisinde bulunan etken maddeler

Doğal katkı maddelerinin kullanımı ile birlikte gelişen sağlıklı gıda üretiminde özellikle son yıllarda prebiyotiklerin etkileri üzerine başlatılan araştırmalarla önem kazanmıştır (Genç vd 2011).

Prebiyotikler, canlı olmayan ve sindirilmeyen gıda katkıları olup, canlıların bağırsağındaki mikroorganizmalar için hedef maddelerdir ve etki göstermeleri için minimum dozda alınmaları gerekir. Prebiyotikler, bağırsaktaki yararlı mikrofloranın gelişimini teşvik eder, sindirimin düzenli ve sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için olumlu etkide bulunur, mineral emilimini artırır, bağışıklık sistemini güçlendirir. Konakçıya olumlu etkilerini gösterebilmesi için, gastrointestinal yolun üst kısmında hidrolize ve absorbe olmaması, büyümeyi hızlandırıcı Bifidobakteriler ve Laktobasiller gibi sınırlı sayıdaki yararlı bakteriler tarafından selektif olarak fermente edilebilmeli ve kolonik mikroflorayı daha sağlıklı bir kompozisyona doğru değiştirmelidir. Prebiyotikler, hayvanın sindirim enzimleri tarafından parçalanmazlar ve selektif olarak bağırsaktaki doğal mikrofloranın veya dışarıdan alınan bakteri türlerinin (probiyotikler) gelişimini ve metabolik aktivitelerini artırarak konakçıya olumlu etkide bulunurlar (Aşan ve Özcan 2006).

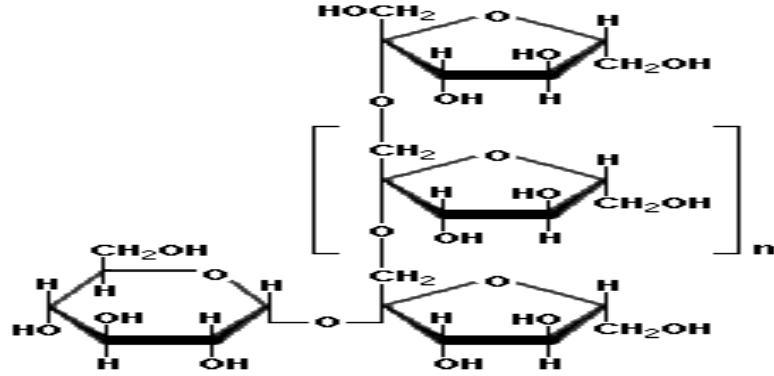
Yaygın olarak kullanılan prebiyotikler, fruktooligosakkaritler ve mannanoligosakkaritlerdir. Bunların yanında glukooligosakkaritler, laktuloz, laktitol,

maltooligosakkaritler, süktroz, trans-galaktooligosakkaritler de prebiyotik olarak kullanılmaktadırlar (Patterson and Burkholder 2003). Su ürünlerinde ise yaygın olarak kullanılan prebiyotikler; Mannanooligosakkarit (MOS), fruktooligosakkarit (FOS), trans-galaktooligosakkarit (TOS) ve fruktoz türevi olan inülin'dir (Vulevic *et al.* 2004; Alak 2011).

Çizelge 1.4. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan bazı prebiyotikler ve hedef bakteriler (Burr and Gatlin 2005; Alak 2011)

Prebiyotik	Bakteri
IMO	<i>Bifidobacterium</i> spp.
IMO	<i>Lactobacillus</i> spp.
FOS	<i>Lactobacillus</i> spp.
FOS	<i>Bifidobacterium</i> spp.
MOS	<i>Lactobacillus</i> spp.
GOS	<i>Lactobacillus</i> spp.

β -(2→1) bağlarıyla bağlı fruktoz molekülleri (n~35) ile uçta süktroz molekülünden oluşan oldukça yaygın bir polifruktan olan inülin bir karbonhidrat kaynağıdır (Edelman and Jefford 1964; Aşan Özusağlam 2009). Bağırsakta sindirilmeyen inülinler, kolona doğru ilerleyerek oradaki bakterilerce metabolize edilirler ve anaerobik fermantasyon sırasında kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi için enerji sağlamalarının yanında laktat oluşumunu desteklerler (Jenkins *et al.*1999). Prebiyotik olarak sınıflandırılan inülinler, Bifidobakterilerce tercih edilen bir substrat olup bağırsaklarda Bifidobakterilerin gelişimini teşvik ederler (Aşan ve Özcan 2006).



Şekil 1.5. İnülinin yapısı

Bifidobakteriler ve Laktobasiller konakçının iyi bir gastrointestinal fonksiyonu için indikatör organizmalar olarak bilinmektedirler. *Lactobacillus* spp.ve *Bifidobacterium* spp. gibi normal bağırsak florası diğer grup bakterilere nazaran inülin yada oligofruktozu fermentasyon için daha etkin olarak kullanabilirler. Böylece patojenik mikroorganizmaların gelişimini sınırlayacak asidik bir ortam meydana getirirler. Bunun sonucunda prebiyotikler sindirim sistemindeki yararlı mikroorganizmaların (doğal probiyotiklerin) gelişimini teşvik ederek *Escherichia coli* ve *Salmonella* gibi patojenik mikroorganizmaların kolonizasyonunu azaltırlar. Ayrıca bu mikroorganizmalar vitamin sentezlemelerinin yanı sıra sindirim-emilime de yardımcı olurlar ve bağışıklık sistemini uyarırlar (Kolida *et al.* 2002; Aşan ve Özcan 2006).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde inülin kullanımının yemden yararlanma, canlı ağırlık artışı ve immün sistem üzerine olan etkileri konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıda olup özellikle prebiyotiklerin yetiştirilen balıkların soğukta muhafaza sürelerine etkileri ile ilgili çalışmalara yapılan literatür taramalarında rastlanılmamıştır. Son yıllarda ise doğal koruyucu olan kitosanın gıdaların kalitesini koruyup raf ömrünü artırdığına ve yenilebilir film olarak kullanılabileceğine dair çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Yapılan bu çalışma ile alabalık yetiştiriciliğinde inülinin yemleme periyodu süresince balık bağırsak florasına ve kimyasal kompozisyonu üzerine olan etkisini belirlemekle birlikte elde edilen balık filetolarını farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosan

film ile kaplayarak soğuk muhafaza sırasında kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin değişimlerini izlemek, yapılacak çalışmalara model olmak amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Olsen *et al.* (2001), Arktik salmonlar (*Salvelinus alpinus*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yeme ilave edilen %15 oranındaki inülinin balık enterositleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, laktosükroz ile beslenmiş olan alabalık ve sazanların bağırsak mikrobiyotasının olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir (Kihara and Sakata 2001a; Kihara and Sakata 2001b).

Pryor *et al.* (2003), mersin balıklarını MOS ile beslemişler ve MOS'un balıkların büyüme parametreleri ile gastrointestinal morfolojisi üzerine etki etmediğini belirtmişlerdir.

Hibrit çizgili levrek balıkları (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) ile yapılan besleme çalışmasında, farklı konsantrasyonlarda (10-20g/kg) hazırlanan prebiyotik ilaveli diyetlerle 7 hafta boyunca beslenen balıkların büyüme parametreleri arasında önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Li and Gatlin 2004).

Li and Gatlin (2005), aynı balık türü ile yaptıkları başka bir çalışmada balıkların *Streptococcus marinus* ve *Mycobacterium marinus* ile yaşamaları durumunda, hayatta kalma oranlarının arttığını ifade etmişlerdir.

Dekstrin ve %15 inülin ilaveli diyetler hazırlanarak prebiyotiklerin etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada her iki diyetle beslenmiş Arktik salmon balıklarında yemek borusu bakteriyel yoğunluğun $4,8 \times 10^5$ kob/g'dan $3,56 \times 10^4$ kob/g seviyesine düştüğü ve inülin ile beslenmiş grupta gram (+) bakterilerden *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Carnobacterium* ve *Bacillus* türlerinin dominant olduğu tespit edilmiştir (Ringo *et al.* 2006).

Mahious *et al.* (2006) aynı konsantrasyonlarda (20g/kg) iki farklı inülin (saf inülin ve inülininden hidrolize edilmiş fruktooligosakkarit) içeren diyetle beslenen kalkan balığı (*Psetta maxima*) larvalarında büyüme parametrelerine bakmışlar. Söz konusu değer için en iyi sonucu inülinin hidrolize edilmiş formundan aldıklarını ifade etmişlerdir.

(*P. maxima*)’da yapılan başka bir çalışmada, %2 inülin içeren diyetler hazırlanarak beslenmiş olan larvaların bağırsak mikroflorasında değişimler gözlemlenmiş ve besleme süresi sonunda bağırsak mikroflorasında *Bacillus* türlerinde artış gözlenirken, *Vibrio* türlerinde azalma olduğu belirtilmiştir (Mahious *et al.* 2006).

Zhou *et al.* (2007) beyaz karides juvenillerinin hayatta kalma, büyüme performansı ve bağırsak mikroflorası üzerine kısa zincir fruktooligosakkarit (ScFOS)’in etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarında, 8 hafta boyunca başlangıç ağırlıkları 0,17 g olan karideslere farklı konsantrasyonlarda (0, 0,4, 0,8, 1,2 ve 1,6 g/kg) ScFOS içeren diyetlerle besleme yapmışlar. Deneme süresi sonunda karideslerin bağırsak mikrofloralarında *Vibrio parahaemolyticus*, *Aeromonas hydrophila*, *Lactobacillus* sp. ve *Streptococcus faecalis* türlerinin dominant olduğunu tespit etmişlerdir.

Deniz levrekleri ile yapılan bir çalışmada ise balıklara %0,4 oranında MOS içeren yemlerle beslenmiş balıkların immün sistem aktivitesinin arttığı rapor edilmiştir (Torrecillas *et al.* 2007).

Staykov *et al.* (2007), gökkuşağı alabalıklarının 2g/kg MOS içeren yem ile besledikleri bir çalışmada, balıkların büyüme, yem etkinliği ve hayatta kalma oranlarını kontrol grubu ile karşılaştırmışlar ve inceledikleri tüm parametrelerde prebiyotikğin olumlu etkiler gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, bazal yem içerisine 10g/kg oranında mannanoligosakkarit (MOS), fruktooligosakkarit (FOS) ve galaktooligosakkarit (GOS) ilave edilerek Atlantik salmon balıklarının büyüme ve sindirilebilirliği üzerine prebiyotiklerin olası etkileri incelemiş ve çalışma sonunda kullanılan prebiyotik maddelerin söz konusu

parametreler üzerine herhangi bir etki göstermedikleri rapor edilmiştir (Grisdale Helland *et al.* 2008).

Reza *et al.* (2009) mersin balıkları (*Huso huso*)'nın bağırsak florası üzerine inülinin etkisini inceledikleri bir çalışmada, balıklar 8 hafta süresince farklı oranlarda (%1 ve %3) inülin ilaveli diyet ile beslemişler ve muamele gruplarının her ikisinde toplam bakteri sayısında azalma olduğunu fakat %1 inülin içeren grupta laktik asit bakterileri sayısında artış meydana geldiğini kaydetmişlerdir.

Atlantik salmon balıkları ile yapılan bir çalışmada, balıklara 3 ay süresince inülin (75g/kg) katkılı yem verilmiş ve balıkların gastrointestinal sistemlerindeki bakteri yoğunluğunu artırdığı emme kapasitelerinin etkilenmediği bildirilmiştir (Yousefian and Amiri 2009).

Burr *et al.* (2010) hibrit çizgili levrek balıkları ile yaptıkları bir araştırmada, balıklara 8 hafta boyunca farklı prebiyotiklerin (GroBiotic-A, MOS, GOS ve inülin) ilave edildiği yemler vermişler ve muamele gruplarının hepsinde tüm vücut kül, nem ve lipit içeriği değerlerinde farklılık olmadığı tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda (10, 20 ve 30 g/kg) oligofruktoz içeren diyetle 7 hafta süresince beslenmiş mersin balığı juvenillerinin deneme sonunda bağırsak florası toplam bakteri yükü ve laktik asit bakteri yoğunluğunun kontrol grubuna kıyasla daha düşük seviyede olduğu bildirilmiştir (Hoseinifar *et al.* 2011).

Alak (2011) balık bağırsak florası üzerine probiyotik ve prebiyotik maddelerin etkinliğini araştırdığı çalışmasında, 60 gün boyunca gökkuşağı alabalıklarını probiyotik ve/veya prebiyotik içerikli yemle beslemiş, araştırma sonunda en düşük laktik asit bakteri yoğunluğunu kontrol ve prebiyotik içeren gruplarda tespit etmiştir.

Laboratuvar şartları altında karidesler (*Litopenaeus vannamei*)'in bağırsak florasındaki LAB yoğunluğu üzerine inülinin etkisinin incelendiği bir çalışmada, 73 günlük besleme

süresi sonunda muamele grupları arasında LAB yoğunluğu bakımından gelişme görülmediği bildirilmiştir (LunaGonzalez *et al.* 2012).

Cerezuela *et al.* (2013) çipura balıkları ile yaptıkları bir çalışmada, balıkları 4 hafta süresince inülin (10g/kg), *Bacillus subtilis* (10^7 kob/g) ve inülin + *Bacillus subtilis* (10g/kg+ 10^7 kob/g) ilaveli diyetler ile besleyerek balıkların bağırsak florasını incelemişler ve diyetlerin bakteriyel çeşitliliği azalttığını tespit etmişlerdir.

Gökkuşluğu alabalık (*Oncorhynchus mykiss*)'lerinin bağırsak florası üzerine farklı oranlarda (5 ve 10g/kg) inülin ve FOS içerikli diyetlerin etkisinin incelendiği bir çalışmada, balıklar 49 gün süresince deneysel diyetlerle beslenmiş olup deneme süresi sonunda tüm muamele gruplarının bağırsak florasında *Aeromonas* spp., *Pseudomonas* spp. ve gram-pozitif bakteri sayılarında önemli derecede farklılık görülmemesine rağmen, inülin içerikli (5 ve 10g/kg) diyetlerle beslenmiş olan grupların bağırsak florasında *Vibrio* spp. sayısının önemli derecede düşüş gösterdiği bildirilmiştir (Ortiz *et al.* 2013)

Shahidi *et al.* (2002) işlenmiş ringa balığına farklı vizkozitelerde (14 cp, 57 cp ve 360 cp) kitosanın antioksidan etkisini araştırdıkları bir çalışmada, bütün vizkozitelerdeki kitosanların antioksidatif etki gösterdiği; TBARS ve hidroperoksit miktarlarının 8 günlük depolamadan sonra kontrol grubuna göre ortalama %61 ve %52 oranlarda bir düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir.

Üç farklı vizkoziteye sahip (14 cp, 57 cp ve 360 cp) kitosan solüsyonunun, taze morina (*Gadus morhua*) ve ringa (*Clupea harengus*) balıklarının buzdolabı şartlarında raf ömrü üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada; her iki balık türünde de kitosan ile kaplanmış filetoların yağ oksidasyonu, kimyasal bozulma ve mikroorganizmaların gelişiminin kontrol grubuna göre önemli derecede düştüğü bildirilmiştir (Jeon *et al.* 2002).

Tsai *et al.* (2002), salmon filetolarını %1'lik kitosan ile kaplayarak 14 gün depolamışlar ve %1'lik kitosan muamelesinin, uçucu bazik nitrojen içeriğindeki artışı geciktirdiğini, mezofil, psikrofil, koliform, aeromonas ve vibrio üremesini yavaşlattığını, raf ömrünü de 5 günden 9 güne kadar uzattığını tespit etmişlerdir.

Kimyasal kitin (CH-kitin) ve mikrobiyal kitinin (MO-kitin) antimikrobiyal aktivitesinde farklı deasetile derecelerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kitinin deasetile derecesinin arttıkça bakterilere karşı daha etkili olduğu ifade edilmiştir (Tsai *et al.* 2002).

Nicholas (2003), farklı kitosan konsantrasyonlarının (%0,5, %1 ve %2) ve moleküler ağırlıklarının (yüksek ve düşük molekül ağırlığı) etkisini araştırdığı salmon filetolarında, yüksek molekül ağırlıklı kitosan uygulamasında en düşük aerobik üremenin olduğunu ve bunu sırasıyla düşük moleküler ağırlıklı grup ile kontrol grubunun izlediğini ve depolama süresince TVB-N değerlerinin tüm gruplar arasında önemsiz bulunduğunu, pH değerinin ise bütün gruplarda deneme başlangıcında arttığını, 6. günde azaldığını, depolama süresi sonunda ise tekrar arttığını belirtmiştir.

Üç ay boyunca derin dondurucuda depolanan *O. gorboscha* filetoları kalitesi üzerine yenilebilir film halinde uygulanan dil balığı proteini unu, pembe salmon protein unu, soya proteini konsantresi, yumurta albumini ve kitosanın etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kitosan ve soya proteini konsantresinin lipid oksidasyonunu geciktirdiği belirlenmiştir (Sathivel 2005).

Agustini and Sedjati (2006) işlenmiş hamsinin kalitesinin üzerine kitosanın etkisini araştırdıkları iki faktör üzerine kurguladıkları bir çalışmalarında [Birinci faktör, kitosan konsantrasyonu (%0, %5, %1); ikinci faktör, depolama süresi (0, 2, 4, 6, 8 hafta)] kitosan konsantrasyonu ve depolama süresinin toplam bakteri sayısını önemli düzeyde azalttığını fakat duyusal olarak önemli bir etkiye sahip olmadığını ifade etmişlerdir.

Kitosan solüsyonlarının stabilitesi ile gram pozitif (*Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus*) ve gram negatif (*Salmonella enteritidis* ve *Escherichia coli*) bakterilere karşı antibakteriyel aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, 4 ve 25°C'lik depolama sıcaklığında 15 hafta sonrasında kitosan solüsyonlarının vizkozitesinin %1 asetik ve %1 laktik asitte depolama sıcaklığı ve süresince düştüğünü belirterek depolama süresinin öncesi ve sonrasında kitosan solüsyonlarının antimikrobiyal aktivitesinin depolama sıcaklığı, bakteri cinsi ve kitosan molekül ağırlığına bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (No *et al.* 2006).

Kim and Thomas (2007) salmon balığı (*Salmo salar*) filetolarında farklı moleküler ağırlıklara sahip (30, 60 ve 90 kDa) kitosanların antioksidan etkilerini araştırmışlar, bütün moleküler ağırlıklara sahip kitosanların antioksidan etki gösterdiğini ve TBARS seviyelerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Soğuk dumanlanmış sardalya (*Sardina pilchardus*) filetolarının raf ömrü üzerine yüksek basınç ile farklı bitki ekstraktlarına (kekik ve biberiye) kitosan eklenerek zenginleştirilen jelatin bazlı yenilebilir filmlerin etkisinin araştırıldığı çalışmada, jelatin bazlı filmin, toplam bakteri yükünü ve TBARS değerini azalttığı ifade edilmiştir (Gomez Estaca *et al.* 2007).

Fan *et al.* (2009), %2 kitosan solüsyonu ile kaplanan sazan filetolarının -3°C'de 30 gün boyunca depolandığı çalışmalarında, kitosanın mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal parametreleri üzerine olumlu etkileri bulunarak raf ömrünü uzattığını ve kalite olarak daha iyi durumda olduğunu tespit etmişlerdir.

Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*)'nın taze ve dumanlanmış filetoları, tatlı su yengeç kitosanı ve ticari yengeç kitosanı ile ayrı ayrı kaplanarak 30 günlük depolama sonunda mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal parametrelere olan etkisinin araştırıldığı çalışmada, taze ve dumanlanmış kitosan kaplamalı örneklerin kalitesini koruduğu ve raf ömrünü arttırdığı bildirilmiştir (Bolat vd 2009).

Gomez Estaca *et al.* (2009) kitosan ve karanfil yağı ilavesi ile elde edilen balık jelatininin *Lactobacillus acidophilus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria innocua* ve *Escherichia coli* üzerine antimikrobiyal etkisinin incelendiği çalışmalarında karanfil yağı eklenen filmlerin antimikrobiyal etkisinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

4°C’de depolanan ot sazanı (*Ctenopharyngodon idellus*) filetolarında kamaboko jeline eklenen kitosanın biyokimyasal (pH, toplam uçucu bazik azot, tiyobarbütirik asit, peroksit değeri) ve mikrobiyal (toplam bakteri sayısı) parametreleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu, kitosanın koruyucu fonksiyonunun molekül ağırlığı ile ilişkili olduğu ve düşük molekül ağırlıktaki kitosanın yüksek molekül ağırlıktaki kitosandan daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Wu and Mao 2009).

Aşık (2009), sarımsak yağı ile hazırlanan ve kitosan filmim karideslerde TMAB, TPAB yüklerini ve TVB-N ve TMA-N miktarlarını düşürdüğünü fakat kontrol grubu ile kitosan kaplı gruplar arasında TBA sayısına kitosanın olumlu bir etkisinin belirlenmediğini bildirmiştir.

%3’lük kitosan çözeltisi ile %10’luk balık yağı karıştırılarak %0,8’lik E vitamini ile zenginleştirilen kaplama filmin *Ophiodon elongates* filetolarında mikrobiyal ve fizikokimyasal değişimlerinde TBA değerlerini azalttığı ve dondurulmuş örneklerde %14,1-27,6 oranında daha az fire verdiğini bununla birlikte balık filetolarında toplam mezofil aerob bakteri ve toplam psikrofil aerob bakteri yüklerinde sırasıyla 0,37-1,19 ve 0,27-1,55 log kob/g düzeylerinde azalma gerçekleştiği bildirilmiştir (Duan *et al.* 2010).

Gomez Estaca *et al.* (2010), karanfil (*Syzygium aromaticum*), rezene (*Foeniculum vulgare*), selvi (*Cupressus sempervirens*), lavanta (*Lavandula angustifolia*), kekik (*Thymus vulgaris*), haç otu (*Verbena officinalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) yağları ilave edilen jelatin-kitosan filmin bakteriler üzerine olan antimikrobiyal etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, karanfil yağı içeren filmin toplam bakteri, gram (-) bakteriler ve özellikle de enterobakterilerde etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Gökkuşığı alabalık (*O. mykiss*) filetolarında tarçın yağı (*Cinnamomum verum*) ilavesi ile zenginleştirilen kitosan film kaplamanın raf ömrü üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, %2 kitosan ile kaplanmış grup, %2 kitosan+%1,5 tarçın yağı ile kaplanmış grup ve herhangi bir muameleye tabi tutulmamış grup olarak üç farklı grup oluşturulmuştur. Kitosan ve tarçın yağı ile muamele görmüş olan fileto örneklerinin diğer örneklerle kıyasla kalite özelliklerinin daha iyi olduğu ve raf ömrünün daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Ojagh *et al.* 2010).

Alak *et al.* (2010) Atlantik bonito (*Sarda sarda*) filetolarına kitosan film, vakum ve modifiye atmosfer uygulayarak 15 gün süresince depolamışlardır. Depolama süresi sonunda kitosan ile kaplanan grubun en düşük pH değerine sahip olduğu, TVB-N ve TBARS değerlerinde muamele grupları arasında fark bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Farklı kitosan konsantrasyonlarının (%1, %1,5 ve %2) somon (*Salmo salar*) filetolarında pH ve K değerlerinin depolamanın 6. gününden sonra ve TVB-N, TBA ile TMA değerlerinin ise depolamanın 9. gününden sonra kontrol grubuna kıyasla önemli derecede azalma gösterdiği, toplam bakteri sayısının kitosanla kaplanan ürünlerde daha az bulunduğu rapor edilmiştir (Souza *et al.* 2010).

Özbay ve Ayas (2011) %1 kitosan ve %1 asetik asit çözeltisi uygulamalarının dondurularak depolanan sardalya (*Sardinella aurita*) filetolarına olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, asetik asit, kitosan ve dondurarak depolamanın birlikte etkisinin bakteri içeriğinde önemli düzeyde azalma ve kimyasal aktivitelerde ise stabilizasyon gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada, taze olarak vakumlanmış ve 4°C’de depolanan ot sazanı (*C. idella*) filetoları farklı konsantrasyonlardaki (%1, %1,5, %2, %2,5 ve %3) kitosan ile muamele edilmiş, çalışma sonunda kitosan solüsyonunun bakteri gelişimini yavaşlattığı, TVB-N miktarını azalttığı ve %2’lik kitosan konsantrasyonunun raf ömrünü uzatmada daha etkili olduğu bildirilmiştir (Runfeng and Li 2011).

Günlü and Koyun (2012), kitosanla kaplayarak vakum paketlenme yaptıkları deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının mikrobiyolojik ve kimyasal değerlerinde raf ömrünün 20 güne kadar uzadığını rapor etmişlerdir.

Farklı çözücüler (asetik asit ve laktik asit) ile hazırlanan kaplama materyali olan kitosanın, kahverengi alabalık (*S. trutta fario*) filetolarında kalite parametreleri üzerine etkisine bakıldığı bir çalışmada, asetik asit muamelesinin pH, TBARS ve TVB-N değerleri ile aerob, laktik asit ve pseudomonas bakteri gelişiminde etkili sonuç verdiği belirtilmiştir (Alak 2012).

Li *et al.* (2012), Çay polifenoller ve biberiye ekstresinin $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 20 gün boyunca depoladıkları İsrail sazani (*Carassius auratus*)'nın kimyasal (pH, TVB-N ve TBA) ve mikrobiyolojik (toplam bakteri sayısı) parametreleri üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubunun raf ömrünü 7-8 gün, çay polifenoller ile muamele ettikleri grubun raf ömrünü 13-14 gün ve biberiye ekstresi ile muamele ettikleri grubun raf ömrünü ise 15-16 gün olarak belirlemişlerdir. Grupların kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinde kademeli olarak artış tespit etmişlerdir.

Farklı oranlarda (%1 ve %2) kitosan filmin 11 gün süresince soğukta muhafaza edilen sardalya (*Sardinella longiceps*) balıklarının raf ömrü üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kitosan yenilebilir kaplamanın bakteri gelişimini engellemede etkili olduğu, uçucu bazlar ve oksidasyon ürünlerinin oluşumunu önemli derecede azalttığı, balıkların tüketilebilirlik kalitesinin muamele görmüş gruplarda 8-10 gün, kontrol grubunda ise 5 gün olduğu belirtilmiştir (Mohan *et al.* 2012).

Cai *et al.* (2013), ergothioneine ile zenginleştirdikleri kitosan film kaplamanın Japon levrek (*Lateolabrax japonicas*) filetolarının mikrobiyolojik ve kimyasal parametrelerinde olumlu sonuç verdiğini bildirmişlerdir

Kekik (*Thymus vulgaris*) yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın gökkuşağı alabalık filetolarında psikrotrofik canlı sayısını önemli derecede azalttığı, benzer şekilde pH, TBA ve TVB-N değerlerini de etkilediği rapor edilmiştir (Chamanara *et al.* 2013).

Tolunie *et al.* (2013) alfa-tokoferol ile zenginleştirildiği kitosan kaplamanın antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin balık filetoları üzerindeki etkilerine bakmışlar kitosan (%2) ve farklı oranlarda (%0,2 ve %0,4) alfa-tokoferol ile zenginleştirilmiş olan kitosan kaplama yaparak 28 gün boyunca depolamışlardır. Depolama süresi sonunda kontrol grubuyla karşılaştırıldığında alfa-tokoferol içeren kitosan ile kaplanan örneklerin peroksit ve tiobarbitürik asit değerlerinin önemli derecede azaldığını minimum oksidasyon oranının %0,4 alfa-tokoferol içeren kitosan kaplama yapılmış grupta oluştuğunu, mikrobiyolojik sonuçlar açısından sadece kitosan ile kaplanmış örneklerde toplam bakteri sayısı ile psikrotrofik bakteri sayısında önemli derecede azalma gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Berlam balığı (*Merluccius merluccius*) ve dil balığı (*Solea solea*) filetolarının raf ömrünün uzatılması için kitosan filmin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, filetolar 15 gün süresince vakum ambalaj altında buzdolabı şartları altında depolanarak mikrobiyolojik parametreleri incelenmiştir. Depolama sonunda muamele gruplarında toplam mezofilik bakteri, *Pseudomonas* ve H₂S üreten bakterilerin yoğunluğunda azalma gözlemlendiği rapor edilmiştir (Fernandez Saiz *et al.* 2013).

Vatavali *et al.* (2013) kekik (*Thymus vulgaris*) yağı ilave edilen kitosan ile kaplanmış dondurulmuş mercan balığı (*Pagrus pagrus*) filetolarının kalite özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, kontrol grubunun raf ömrünün 11 gün, kekik yağı içeren grubun 16 gün, kitosan içeren grubun 18 gün, kekik yağı ilave edilen kitosan ile kaplanmış grubun raf ömrünün ise 19-20 gün olarak belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Gümüş sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*)'nın raf ömrü üzerine, biberiye yağı (*Rosmarinus officinalis*) ilaveli kitosan/kil fonksiyonel biyonanokompozitin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, balık filetoları 16 gün boyunca 4±1°C'de depolanarak

kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri incelenmiştir. Depolama sonunda kitosan/kil/biberiye yağı ile kaplı olan grupta, toplam bakteri ve psikrotrofik bakteri sayısında azalma gözlemlendiği tespit edilmiştir (Abdollahi *et al.* 2014).

3. MATERİYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Balık Materyali

Araştırmada balık materyali olarak ortalama ağırlıkları 100 ± 15 g olan kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario* L., 1758) kullanılmıştır. Balıklar, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İç Su Balıkları Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden temin edilmiştir.

3.1.2. Yem

Araştırmada ticari bir firmadan (Black sea Feed - Sinop) temin edilen yem balık unu, balık yağı, soya ve yan ürünleri, vitamin ve mineraller karmasından oluşan ve %45 ham protein, %20 ham yağ, %3 ham selüloz, %10 nem, %10 kül ve %1 kalsiyum içeren brüt enerji değeri 4801 kcal/kg, sindirilebilir enerji değerinin ise 4379 kcal/kg olduğu yem öğütülerek un haline getirilmiş. Daha sonra kontrol ve %1 oranında ticari prebiyotik (Orafti® GR) ilaveli yemler hazırlanmış. Yem örnekleri liyofilizatörde kurutularak besleme süresince uygun sıcaklıkta depolanmıştır.

3.1.3. Kitosan

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

3.1.4. Esansiyel yağlar

Araştırmada deneysel örneklerin hazırlanmasında kullanılan adaçayı (*Salvia officinalis*) ve nane (*Mentha* spp.) esansiyel yağları suda çözünebilir özellikte olup ticari bir firmadan (Lokman Baharat, Erzurum) alınmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Deneme planı

Çalışmada iki farklı deneme kurulmuştur. Her denemede bir kontrol ve bir muamele grubu oluşturulmuştur. Ortalama ağırlığı 100 ± 15 gr olan 320 balık rastgele 8 tanka her tankta 40 balık olacak şekilde dağıtılmış ve 90 gün boyunca hazırlanan yemlerle beslemeye tabi tutulmuştur.

Birinci deneme, 4 farklı gün (0, 30, 60 ve 90. gün) ve 2 farklı muamele (kontrol ve %1 prebiyotik) esas alınarak 4x2 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre dört tekerrürlü olarak hazırlanmıştır. Yemleme programı her diyet için su sıcaklığı ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) ve balık ağırlığı dikkate alınarak hesaplanmış, günde iki kez sabah ve öğleden sonra olmak üzere yemleme yapılmıştır. Bu denemede yemlemenin belirli günlerinde (0, 30, 60 ve 90. gün) bağırsak örneklemeleri yapılarak bakteri florası belirlenmiştir.

İkinci denemede ise 90 günlük besleme periyodu sonucunda muamele gruplarına (kontrol, %1 prebiyotik) ait balıklar fileto haline getirildikten sonra, her bir grup kendi arasında ayrı ayrı 3 farklı içerikli yenilebilir film kaplama (%2 asetik asit, %2 adaçayı yağı ve %2 nane yağı) ile filetolar daldırma yöntemi ile kaplanmıştır. Bunun yanında hiçbir işleme tabi tutulmamış filetolar da kontrol grubu olarak kabul edilmiş ve oluşturulan dört farklı grup $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 12 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın belirli günlerinde (0, 3, 6, 9 ve 12. gün) filetolar mikrobiyolojik ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Bu denemede birinci denemede olduğu gibi 5x4 faktöriyel düzende

tam şansa bağlı deneme planına göre üç tekerrürlü olarak hazırlanmıştır (Yıldız ve Bircan 1994; Alak 2011).

3.2.2. Fileto hazırlanması

Labaratuarda iç organları temizlenen balıkların solungaç kapaklarının altından kuyruk yüzgeçlerine kadar olan dorsal ve abdominal kasları içine alan blok şeklindeki et kısmı keskin bistüriler ile ayrılmıştır. Balıklar ters çevrilerek aynı işlem uygulanmış ve kılçıklar, kuyruk ve solungaçlarla birlikte baş kısımları ayırt edilerek derili filetolar elde edilmiştir (Sikorski 1990; Aras Hisar 2002; Alak 2011).

3.2.3. Esansiyel yağ ilaveli kitosan film solüsyonlarının hazırlanması

Çalışmada 4 gr kitosan önceden belirlenmiş çözücülerde (asetik asit, adaçayı yağı ve nane yağı) 2 saat boyunca çözüldürülerek kullanıma hazırlanmıştır (Alak 2012).

3.2.4. Kaplama solüsyonlarının filetolara uygulanması

Hazırlanan farklı esansiyel yağ içerikli solüsyonlar daldırma yöntemi ile filetolara uygulanmış ve tüm yüzeyin kaplanması sağlanmıştır. Her grup vakum aspiratör altında steril ortamda 1 saat süre ile bekletilerek kaplama solüsyonunun yüzeyde kuruması sağlanmıştır. Her grup üç tekerrürlü olacak şekilde uygun ölçülerdeki strafor tabaklara yerleştirilerek buzdolabı şartlarında 12 gün süresince depolanmıştır.

3.2.5. Kimyasal analizler

Besleme programı başlangıç ve sonunda elde edilen filetolarda ham protein, ham yağ, toplam kuru madde ve ham kül analizleri uygulanmıştır.

Soğukta muhafaza edilen filetolar depolamanın belirli günlerinde (0, 3, 6, 9 ve 12. gün) TVB-N, TBARS ve pH analizlerine tabi tutulmuştur (Aras Hisar 2002; Alak 2011).

3.2.5.a. Ham protein miktarının belirlenmesi

Ham protein analizi için Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Toplam azot miktarı 6,25 katsayısı ile çarpılarak % ham protein miktarı tespit edilmiştir (Gökalp vd 2001; Alak 2011).

3.2.5.b. Ham yağ içeriğinin belirlenmesi

Soxhlet ekstraksiyon yöntemi uygulanarak ham yağ oranı tespit edilmiştir. Çözücü olarak eter kullanılmış ve 8 saat boyunca ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Gökalp vd 2001; Alak 2011).

3.2.5.c. Su ve kuru madde miktarının belirlenmesi

10 gr örnek $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki kurutma fırınında sabit tartıma ulaşınca kadar kurutulup toplam kuru madde ve su yüzdeleri hesaplanmıştır (Gökalp vd 2001; Alak 2011).

3.2.5.d. Ham kül içeriğinin belirlenmesi

5 gr et örneği tartılmış ve 100°C 'lik kurutma fırınında 12 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma fırınından çıkarılan örnekler kül fırınına yerleştirilmiş ve sıcaklık kademeli olarak artırılarak 525°C 'de 18 saat süreyle yakılmıştır (Alak 2011).

3.2.5.e. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi

Malle and Tao (1987) tarafından verilen yönteme göre yapılmıştır. Küçük parçalar haline getirilen örneklerden paralelli olarak 20'şer gr alınarak üzerlerine 40 ml TCA

çözeltisi ilave edilmiş, daha sonra karışım Ultra Turrax'da (IKA Werk Tp 18-10 20.000 rpm) 1-2 dakika homojenize edildikten sonra 2500 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve filtre kağıdı (Faltenfilter Ø150 mm, hızlı filtre edebilen) ile filtre edilmiştir. Elde edilen çözeltiden 12,5 ml alınarak üzerine 2,5 ml NaOH ilave edildikten sonra distilasyon cihazına yerleştirilmiştir.

Distilatın toplanacağı erlen içerisine 5 ml %4'lük borik asit çözeltisi (4 gr/100 ml çözelti günlük olarak kaynatılıp soğutulmuş saf sudan hazırlanmıştır) ve 0,02 ml indikatör (0,1 gr metil kırmızısı ve 0,1 gr brom kresol yeşili; 100 ml etanol) ilave edilmiştir. Borik asit ve indikatör içeren erlen distilasyon cihazına yerleştirildikten sonra distilasyon işlemi 5 dakikada 25 ml distilat toplanacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen distilat 0,1 N H₂SO₄ çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. TVB-N değeri titrasyonda harcanan H₂SO₄ çözeltisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Çarbaş 2008; Alak 2011).

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

3.2.5.f. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) analizi

TBARS değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem uygulanmıştır. Küçük parçalar haline getirilen örneklerden paralelli olarak 2'şer gr örnek alınmış ve üzerine 12 ml TCA solüsyonu (%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 propil gallat, 1-propil gallat 3 ml etanolde çözündürülmüştür) ilave edilmiştir. Oluşturulan karışım 15-30 sn Ultra-Turrax'da homojenize edildikten sonra Whatman 1 filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Elde edilen ekstraktan bir tüp içine 3 ml alınarak üzerine 3 ml TBA çözeltisi eklenmiştir. Hazırlanan bu karışımlar su banyosunda 95°C-100°C'de 40-45 dakika tutulmuştur. Su banyosundan alındıktan sonra soğuması için 5-10 dakika oda koşullarında bekletilmiştir. Daha sonra 532 dalga boyunda olan spektrofotometrede absorbansı ölçülmüştür. Kör için 3 ml TCA çözeltisine 3 ml TBA çözeltisi ilave edilmiş ve örnek için uygulanan aşamalar aynı şekilde yapılmıştır. Köre karşı okunan absorbans değerleri ile TEP (1, 1, 3, 3

tetraetoksipropan) ile hazırlanan standart eğriden elde edilen değer aşağıdaki formüle uygulanarak TBARS değeri (μmol Malonaldehit/kg doku) hesaplanmıştır (Aras Hisar 2002).

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

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

m: Örnek miktarı

abs: Örnek için okunan absorbans değeri

3.2.5.g. pH analizi

pH değerlerinin ölçümlerinde küçük parçalar haline getirilmiş örneklerden paralelli olarak 10 gr alınmış üzerine 100 ml saf su eklenmiştir. Hazırlanan karışım Ultra-Turrax'da 1-2 dakika homojenize edildikten sonra pH metre ile pH değerleri ölçülmüştür. pH metre ölçüm yapılmadan önce 4.00 ve 7.00'lik tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Aras Hisar 2002).

3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

Balık bağırsak florasına ait mikrobiyolojik analizler için 0, 30, 60 ve 90. günlerde balık bağırsak örnekleri steril bistüri yardımıyla 1gr alınarak 9 ml serum fizyolojik su içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenizattan diğer dilüsyonlar hazırlanarak toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakterileri, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* analizleri yapılmıştır (Alak 2011).

Buzdolabı şartlarında depolanan filetolara ait mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae*) için 10 gr örnek alınmış ve üzerine 90 ml serum fizyolojik su ilave

edilerek Stomacher'de homojenize edilmiştir. Hazırlanan bu homojenizattan 1 ml alınarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır (Aras Hisar 2002; Alak 2011).

3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanmış olan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37°C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutuları sayılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993; Aras Hisar 2002; Alak 2011).

3.2.6.b. Psikrotrofik bakteri sayımı

Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanmış olan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra petri kutuları 10°C'de 7 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutuları sayılarak psikrotrofik bakteri sayıları belirlenmiştir (Lyhs *et al.* 2001; Alak 2011).

3.2.6.c. Laktik asit bakteri sayımı

Besiyeri olarak De Man Ragosa Sharpe Agar (MRS, Merck) kullanılmış ve yüzeye yayma yöntemi uygulanarak ekim yapılmıştır. Ekim yapılmış olan petri kutuları 30°C'de 48 saat anaerobik şartlarda inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993; Aras Hisar 2002; Alak 2011).

3.2.6.d. *Pseudomonas* sayımı

Pseudomonas sayımı için besiyeri olarak Cetrimide Agar (CFC, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile petri kutularına ekim yapılmıştır. Ekim yapılmış olan petri kutuları 25°C’de 48 saat aerobik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında petri kutuları sayılarak *Pseudomonas* sayıları tespit edilmiştir (Aras Hisar 2002).

3.2.6.e. *Enterobacteriaceae* sayımı

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

3.2.7. İstatistikî 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. Yemleme Denemesine Ait Sonuçlar

4.1.1. Balık bağırsak florasına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.1.1.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Kontrol ve prebiyotik içeren yemle beslenen kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario*)'ların bağırsak örneklerinde yemleme periyodunun belirli günlerinde saptanan toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları Çizelge 4.1'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN	0	30	60	90
Kontrol	3,75±0,39 ^b	6,70±0,48 ^a	3,00±0,00 ^c	4,78±0,27 ^b
%1 İnülin	3,75±0,39 ^b	4,70±0,88 ^a	3,00±0,00 ^c	3,98±0,64 ^b

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Yemleme başlangıcında grupların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 3,75±0,39 kob/g olarak bulunmuştur. Yemlemenin 30. gününde bu değer her iki grupta artış göstermiş olup, yemlemenin 60. gününde ise düşüşler gözlemlenmiştir. Yemleme periyodu sonunda toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta 3,98±0,64 kob/g, kontrol grubunda ise 4,78±0,27 kob/g olarak tespit edilmiştir. Sonuçlarımıza paralel olacak şekilde Ringo and Olsen (1999) yaptıkları çalışmalarında, *Salvelinus alpinus* türünün yemine yüksek içerikli (%23,7) karbonhidrat ve düşük içerikli (%6,4) karbonhidrat ilavesinde balıkların bağırsak floralarında toplam bakteri sayısını 10⁴ kob/g tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.2. Kahverengi alabalık bağırsak florası toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	4,304	11,881 ^{**}
Gün	3	8,302	22,929 ^{**}
Grup x Gün	2	1,741	4,807 [*]
Hata	25	0,362	

* Önemli (P<0,05), ** Çok önemli (P<0,01)

İstatistik analiz sonuçlarında, varyasyon kaynaklarından grup ve günün etkisi toplam aerob mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli (p<0,01) bulunurken, grup x gün interaksyonu istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur.

4.1.1.b. Toplam psikrotrofik bakteri sayısı

Farklı (kontrol ve prebiyotik) yemle beslenmiş kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerinde belirlenen toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları Çizelge 4.3’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Toplam psikrotrofik bakteri sayısına ilişkin grup x gün interaksyonu ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN	0	30	60	90
Kontrol	5,10±0,33 ^{ab}	4,78±0,43 ^{bc}	4,42±0,97 ^c	4,41±0,55 ^a
%1 İnülin	5,10±0,33 ^{ab}	4,88±0,24 ^{bc}	4,65±0,47 ^c	6,45±0,84 ^a

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Yemleme başlangıcında psikrotrofik bakteri sayısı her iki grupta 5,10±0,33 kob/g olarak tespit edilmiştir. Yemleme periyodu sonuna doğru bakteri sayısında her iki grupta da düşüşler gözlenmiştir. Fakat deneme sonunda psikrotrofik bakteri sayısı kontrol

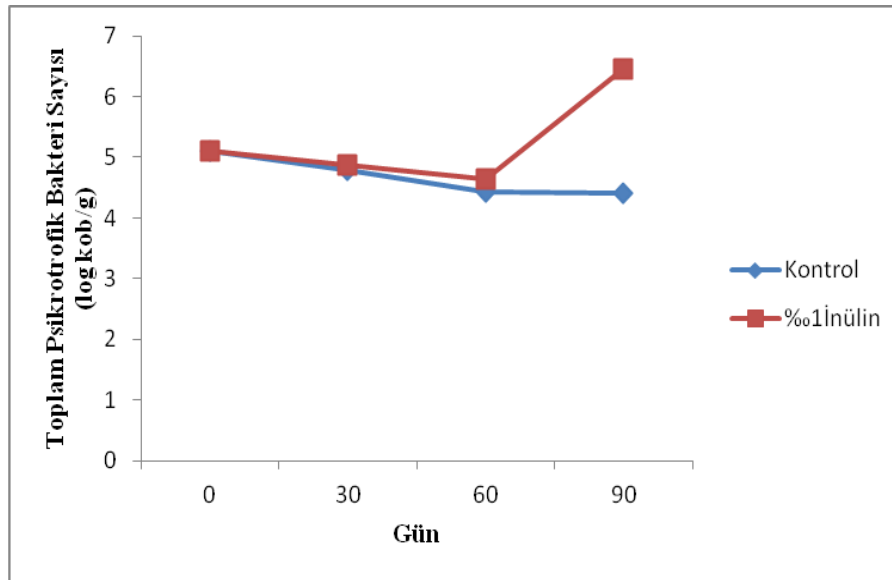
grubunda $4,41 \pm 0,55$ kob/g olarak belirlenirken, %1 inülin içelikli yemle beslenmiş olan grupta bakteri sayısı artış göstermiş ve $6,45 \pm 0,84$ kob/g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Kahverengi alabalık bağırsak florası toplam psikrotrofik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçlar

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	6,046	23,202**
Gün	3	2,265	8,693**
Grup x Gün	2	3,561	13,666**
Hata	49	0,261	

* Önemli ($P < 0,05$), ** Çok önemli ($P < 0,01$)

Psikrotrofik bakteri sayısı üzerine grup, gün ve grup x gün interaksyonunun çok önemli ($p < 0,01$) etkiye sahip olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.1. Bağırsak dokusuna ait psikrotrofik bakteri sayısına ilişkin Grup x Gün interaksyonunun toplam psikrotrofik bakteri sayısı üzerine etkisi

Kültür koşullarında yetiştirilen alabalıkların mide-bağırsak bakteriyel floralarının çevre (su ve yem) ile ilişkili olduğu izole edilen mikroorganizmalarla da belirlenmiştir (Yaman ve Esendal 2004).

Reza (2009) farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) inülin içeren yemle 8 hafta süresince beslediği mersin balığı (*Huso huso*) juvenillerinin bağırsak mikrofloralarındaki toplam bakteri seviyesinin beslemenin ilk 4 haftasında en yüksek %2 inülin içerikli diyetle beslenmiş olan grupta, denemenin son 4 haftasında ise en yüksek değeri %1 inülin içerikli diyetle beslenmiş olan grupta tespit etmiştir. Fakat istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığını ifade etmiştir ($p>0,05$).

Sonuçlarımıza paralel olarak Alak (2011) yaptığı çalışmada, probiyotik ve/veya prebiyotik ilaveli yemlerin, gökkuşağı alabalıklarının bağırsak florasındaki toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri parametreleri üzerinde önemli ($p<0,05$) olduğunu belirtmiştir. Bu artışın çalışılan balık türünün soğuk su balığı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karimzadeh *et al.* (2013), 1 g/kg immunogen [MOS(%18)+ β -glukan(%30)] içerikli yemin gram pozitif bakteriler üzerinde önemli ($p<0,05$) derecede artış meydana getirdiğini ifade etmişlerdir.

4.1.1.c. Laktik asit bakteri sayısı

Salmo trutta fario bağırsak örneklerinde yemleme periyodunun belirli günlerinde saptanan laktik asit bakteri sayım sonuçları Çizelge 4.5’de, laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait laktik asit bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN	0	30	60	90
Kontrol	2,35±0,09 ^b	3,46±0,45 ^a	3,40±0,56 ^a	2,80±0,28 ^{ab}
%1 İnülin	2,35±0,09 ^b	2,86±0,15 ^a	2,88±0,58 ^a	2,65±0,49 ^{ab}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Yemleme başlangıcında grupların bağırsak örneklerindeki laktik asit bakteri sayısı 2,35±0,09 kob/g olarak bulunmuştur. En yüksek değer (3,46±0,45 kob/g) yemlemenin 30. gününde kontrol grubunda belirlenmiştir. Yemleme periyodu sonunda, laktik asit bakteri sayısı kontrol grubunda 2,80±0,28 kob/g, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta 2,65±0,49 kob/g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Kahverengi alabalık bağırsak florası laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,562	4,002
Gün	3	0,665	4,737
Grup x Gün	2	0,059	0,424
Hata	9	0,140	

*Önemli (P<0,05), **Çok önemli (P<0,01)

Laktik asit bakteri sayısı üzerine grup, gün ve grup x gün interaksyonunun etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Sonuçlarımıza paralel olarak, Luna Gonzales *et al.* (2012), yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (1,25, 2,5, 5 ve 10 g/kg) inülin ile desteklenmiş yemle besledikleri karides (*Litopenaeus vannamei*)'lerin bağırsak floralarında laktik asit bakteri yoğunluğunda değişim olmadığını belirtmişlerdir.

Farklı oranlarda (%1 ve %2) MacroGard® (*S. cerevisiae* ve β-glukan) içerikli yemle 8 hafta süresince beslenmiş aynalı sazanların bağırsak floralarındaki laktik asit bakteri yoğunluğunun besleme denemesinin ilk 4 haftasında azaldığı, daha sonra arttığı tespit

edilmiştir (Kühlwein *et al.* 2013). Çalışmamızda laktik asit bakteri yoğunluğu üzerine inülinin etkisi olmadığı belirlenmiş, bu durumun ise inülinin kısa zincir yağ asiti oluşumuna etki ettiğinden dolayı kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.1.d. *Pseudomonas* sayısı

Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerinde saptanan *Pseudomonas* sayıları Çizelge 4.7’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait *Pseudomonas* sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN	0	30	60	90
Kontrol	2,00±0,00 ^c	4,44±0,24 ^a	4,75±0,35 ^a	3,47±0,00 ^b
%1 İnülin	2,00±0,00 ^c	4,71±0,24 ^a	5,02±0,00 ^a	3,98±0,22 ^b

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Yemleme başlangıcında alabalıkların bağırsak örneklerinde *Pseudomonas* sayısı 2,00±0,00 kob/g olarak tespit edilmiştir. Yemlemenin ilerleyen günlerinde her iki grupta da bakteri sayısında artışlar gözlenmiştir. En yüksek değer (5,02±0,00 kob/g), yemlemenin 60. gününde %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta tespit edilmiştir. Yemleme periyodu sonunda *Pseudomonas* sayısı, kontrol grubunda 3,47±0,00 kob/g, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta ise 3,98±0,22 kob/g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Kahverengi alabalık bağırsak florası *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,573	10,560**
Gün	3	4,558	83,927**
Grup x Gün	2	0,032	0,583
Hata	32	0,054	

*Önemli ($P<0,05$), **Çok önemli ($P<0,01$)

Pseudomonas sayısı üzerine grup ve günün etkisinin çok önemli ($p<0,01$), grup x gün interaksyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlarımıza benzer olarak yapılan bir çalışmada, *Salmo alpinus* iki farklı yem (ticari yem ve balık yumurtası) ile beslenmiş ve yapılan besleme denemesi sonunda ticari yemle beslenen grupta *Pseudomonas* bakterileri baskın durumda iken balık yumurtası ile beslenen grupta *Enterobacteriaceae* grubu baskın olarak bulunmuştur (Ringo and Strom 1994). Yapılan çalışmalarla da paralel olarak mikroorganizmaların bulunma durumlarının türe, beslenme şekline ve yaşadığı ortama göre değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir. Soğuk sularda avlanan balıkların doğal floralarında gram-negatif bakteriler predominant durumdadır.

4.1.1.e. *Enterobacteriaceae* sayısı

Salmo trutta fario'larda yemlemenin belirli günlerinde bağırsak örneklerinde saptanan *Enterobacteriaceae* sayıları Çizelge 4.9'da, balıkların bağırsaklarında belirlenen *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kahverengi alabalıkların bağırsak örneklerine ait *Enterobacteriaceae* sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN	0	30	60	90
Kontrol	5,15±0,14 ^a	3,13±0,31 ^b	2,45±0,21 ^c	3,00±0,00 ^{bc}
%1 İnülin	5,15±0,14 ^a	3,13±0,51 ^b	3,16±0,00 ^c	4,00±0,00 ^{bc}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Alabalıkların bağırsak örneklerinde, yemleme başlangıcında *Enterobacteriaceae* sayısı 5,15±0,14 kob/g olarak tespit edilmiştir. Yemlemenin 30. gününde her iki grubun *Enterobacteriaceae* yoğunluğu azalmış olup, 3,13±0,31 kob/g olarak bulunmuştur. Fakat yemlemenin 60. gününde kontrol grubunda bu değer azalıp 2,45±0,21 kob/g olurken, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta artış göstererek 3,16±0,00 kob/g olarak belirlenmiştir. Yemleme periyodu sonunda *Enterobacteriaceae* sayısının kontrol grubunda 3,00±0,00 kob/g, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta 4,00±0,00 kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Kahverengi alabalık bağırsak florası *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,181	10,277 ^{**}
Gün	3	4,784	41,628 ^{**}
Grup x Gün	2	0,379	3,302
Hata	14	0,115	

*Önemli (P<0,05), **Çok önemli (P<0,01)

Enterobacteriaceae sayısına grup ve günün etkisinin çok önemli ($p<0,01$), grup x gün interaksyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Araştırma bulgularımızda *Enterobacteriaceae* sayısının gram-pozitif bakterilerin artışından dolayı az olduğu düşünülmüştür. Benzer şekilde, Alak (2011) tarafından yapılan çalışmada probiyotik ve prebiyotik ilaveli yemlerle beslenen alabalıkların bağırsak floralarındaki laktik asit bakteri yoğunluğundaki artışa paralel olarak *Enterobacteriaceae* sayısının azaldığını belirtmiştir.

4.1.2. Kimyasal analiz sonuçları

Yemleme başlangıç (0. gün) ve sonunda (90. gün) hazırlanan filetolarda ham protein, ham yağ, su ve kül analizleri uygulanmıştır.

4.1.2.a. % Su, % ham protein, % ham yağ ve % ham kül analiz sonuçları

Kahverengi alabalık filetolarına ait % su, % ham protein, % ham kül ve % ham yağ sonuçları Çizelge 4.11’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Grupların % ham protein ve % ham yağ değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kahverengi alabalık filetolarının % su, % ham protein, % ham kül ve % ham yağ kimyasal analizlerine ait sonuçlar

Yemleme Süresi (gün)	% Kimyasal Kompozisyon	%1 İnülin	Kontrol
0	Su	76,95±0,23	76,95±0,23
90	Su	77,35±0,44	76,40±1,35
0	Ham Protein	18,36±0,02	18,36±0,02
90	Ham Protein	18,28±0,01	18,82±0,01
0	Ham Kül	1,24±0,18	1,24±0,18
90	Ham Kül	1,28±0,01	1,37±0,12
0	Ham Yağ	2,52±0,01	2,52±0,01
90	Ham Yağ	2,82±0,24	2,19±0,10

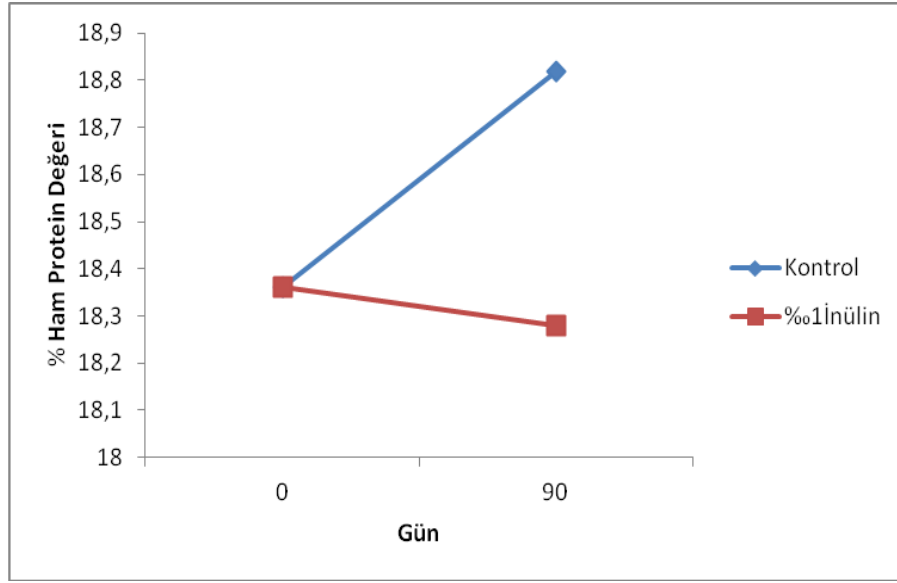
Yemleme başlangıcında % su değeri $76,95 \pm 0,23$ olarak tespit edilmiştir. Yemleme süresince bu değer kontrol grubunda düşüş gösterirken ($76,40 \pm 1,35$), %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta artış göstermiştir ($77,35 \pm 0,44$). Yemleme başlangıcında $1,24 \pm 0,18$ olan ham kül değeri yemleme süresi sonunda kontrol grubunda $1,37 \pm 0,12$, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta $1,28 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir. Grupların ham yağ değerlerine bakıldığında, % yağ değeri yemleme başlangıcında $2,52 \pm 0,01$ olarak belirlenmiş, deneme sonunda ham yağ değeri kontrol grubunda azalarak $2,19 \pm 1,02$ düzeyinde, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta ise artış göstererek $2,82 \pm 0,24$ olarak tespit edilmiştir. Grupların başlangıç % ham protein değerleri $18,36 \pm 0,02$ 'den kontrol grubunda artarak $18,82 \pm 0,01$ 'e ulaşmıştır

Çizelge 4.12. Kahverengi alabalık filetolarının % su, % ham protein, % ham kül ve % ham yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

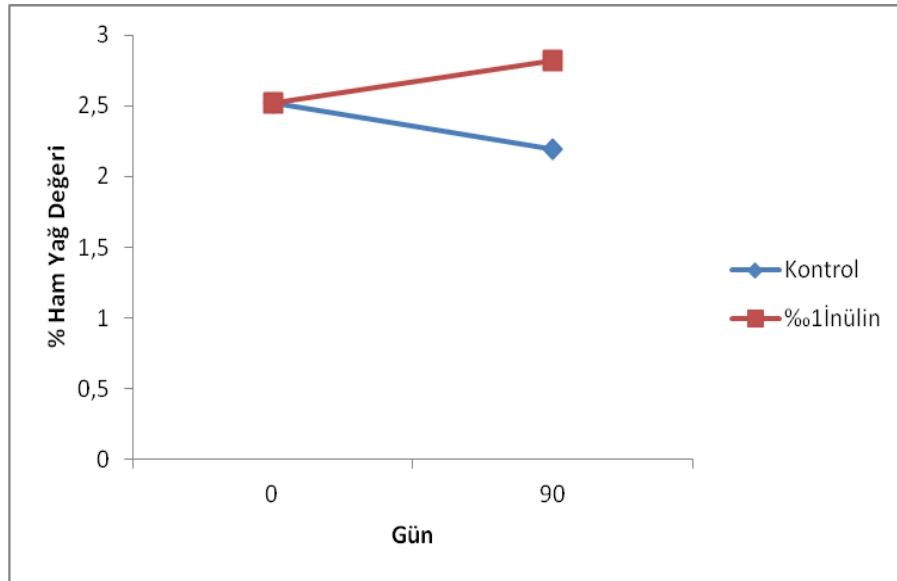
Varyasyon Kaynakları	% Su			% Ham Protein		% Ham Kül		% Ham Yağ	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Grup	1	0,667	1,239	0,213	825,806**	0,007	0,312	0,295	16,806**
Gün	1	0,018	0,034	0,112	434,065**	0,023	1,076	0,001	0,048
Grup x Gün	1	0,667	1,239	0,213	825,806**	0,007	0,312	0,295	16,806**
Hata	8	0,539		0,002		0,021		0,018	

*Önemli ($P < 0,05$), **Çok önemli ($P < 0,01$)

Yapılan istatistik analiz sonrasında, % su ve % ham kül değerleri üzerine grup, gün ve grup x gün interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunurken, ham yağ değeri üzerine grup ve grup x gün interaksiyonunun etkisi çok önemli ($p < 0,01$), ham protein değeri üzerine tüm varyasyon kaynaklarının etkisi $p < 0,01$ seviyesinde çok önemli bulunmuştur.



Şekil 4.2. % Ham protein değeri üzerine Grup x Gün interaksyonu etkisi



Şekil 4.3. % Ham yağ değeri üzerine Grup x Gün interaksyonu etkisi

Sonuçlarımıza benzer olarak yapılan başka bir çalışmada, diyet içeriğinde 10 g/kg seviyesinde kullanılan GOS'un Atlantik salmon balıklarında ham protein içeriğini azalttığı belirtilmiştir (Grisdale Helland *et al.* 2008). Ortiz *et al.* (2013) 49 gün boyunca gökkuşuğu alabalıklarını farklı oranlarda (5 g/kg ve 10 g/kg) inülin/FOS içerikli diyetle

beslemiş ve muamele gruplarında ham protein değerinin azaldığını, toplam yağ değerinin ise arttığını tespit etmiştir. Ayrıca muamele gruplarının % nem, ham protein, toplam yağ ve ham kül değerlerinin kontrol grubu ile kıyaslandığında önemli farklılık göstermediğini ifade etmiştir ($p>0,05$).

İnülin içerikli yemle beslenen balıkların proksimate kompozisyonu (% ham protein, % ham kül, % ham yağ, % su) üzerine yapılan bir çalışmada, inülinin proksimate parametreleri üzerine önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Reza 2009).

Farklı oranlarda FOS içerikli diyetlerin çipura balıklarında vücut kompozisyonu üzerine etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, diyetle FOS konsantrasyonunun artışına bağlı olarak vücut lipid değerinin arttığı ve % nem oranının azaldığı, bunun yanında FOS'un ham kül ve ham protein değerlerini önemli derecede etkilemediği belirtilmiştir (Wu *et al.* 2013). Farklı prebiyotiklerle yapılmış olan yukarıdaki tüm çalışmalar sonuçlarımıza benzerlik göstermektedir.

4.2. Besleme Denemesi Sonunda Elde Edilen Farklı Çözücülerle Zenginleştirilmiş Kitosan Film İle Kaplanan Filetolara Ait Soğukta Muhafaza Sonuçları

4.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Farklı içerikli yemlerle (kontrol ve %1 inülin) beslenen kahverengi alabalıklardan elde edilen filetoların farklı çözücülerle (asetik asit, adaçayı yağı ve nane yağı) zenginleştirilen kitosan film ile kaplanmasının soğukta muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) sırasında belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.13'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksyonu ise Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

	GÜN	0 ^E	3 ^D	6 ^C	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Saf ^a	4,14±0,30 ^{b,E}	4,69±0,25 ^{b,D}	4,78±0,24 ^{b,C}	5,94±0,46 ^{b,B}	8,07±0,29 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^b	3,00±0,00 ^{b,E}	3,59±0,21 ^{b,D}	4,50±0,36 ^{b,C}	5,94±0,31 ^{b,B}	7,15±0,45 ^{b,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	2,00±0,00 ^{c,E}	2,50±0,00 ^{c,D}	3,00±0,00 ^{c,C}	3,25±1,06 ^{c,B}	3,50±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	4,87±0,03 ^{a,E}	4,96±0,36 ^{a,D}	6,27±0,36 ^{a,C}	6,87±0,27 ^{a,B}	7,88±0,30 ^{a,A}
	GÜN	0 ^D	3 ^D	6 ^C	9 ^B	12 ^A
Kontrol	Saf ^b	4,36±0,35 ^{b,E}	4,60±0,43 ^{b,D}	4,99±0,01 ^{b,C}	5,66±0,26 ^{b,B}	8,40±0,37 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^a	3,62±0,03 ^{b,E}	4,20±0,18 ^{b,D}	5,17±0,07 ^{b,C}	7,26±0,33 ^{b,B}	8,47±0,57 ^{b,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	3,20±0,28 ^{c,E}	3,54±0,22 ^{c,D}	4,00±0,00 ^{c,C}	5,88±0,73 ^{c,B}	6,00±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	4,85±0,21 ^{a,E}	5,03±0,29 ^{a,D}	6,86±0,48 ^{a,C}	7,18±0,13 ^{a,B}	7,56±0,22 ^{a,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Depolama başlangıcında 2,00±0,00-4,87±0,03 kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe bu değerlerde artış ve azalışlar gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda en düşük değer %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan gruptan elde edilen filetoların kitosan+nane yağı ile muamele edilen alt grupta (3,50±0,00 kob/g), en yüksek değer ise, kontrol yemi ile beslenmiş olan grubun kitosan+asetik asit muamelesinde belirlenmiştir (8,47±0,57 kob/g).

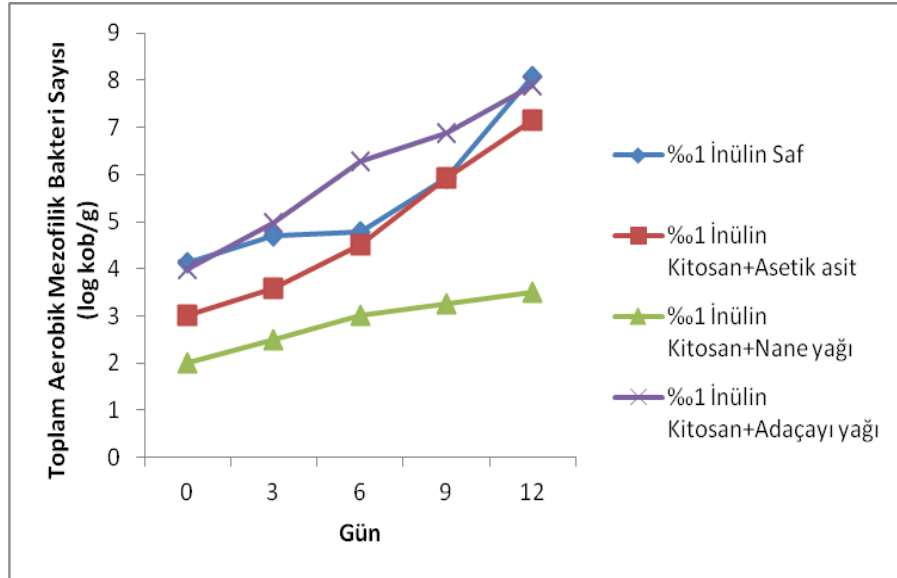
Çizelge 4.14. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	16,618	130,791 ^{**}
Uygulama	3	31,388	247,031 ^{**}
Gün	4	53,394	420,229 ^{**}
Grup x Uygulama	3	4,244	33,404 ^{**}
Grup x Gün	4	0,557	4,383 ^{**}
Uygulama x Gün	12	2,454	19,310 ^{**}
Grup x Uygulama x Gün	12	0,421	3,315 ^{**}
Hata	136	0,127	

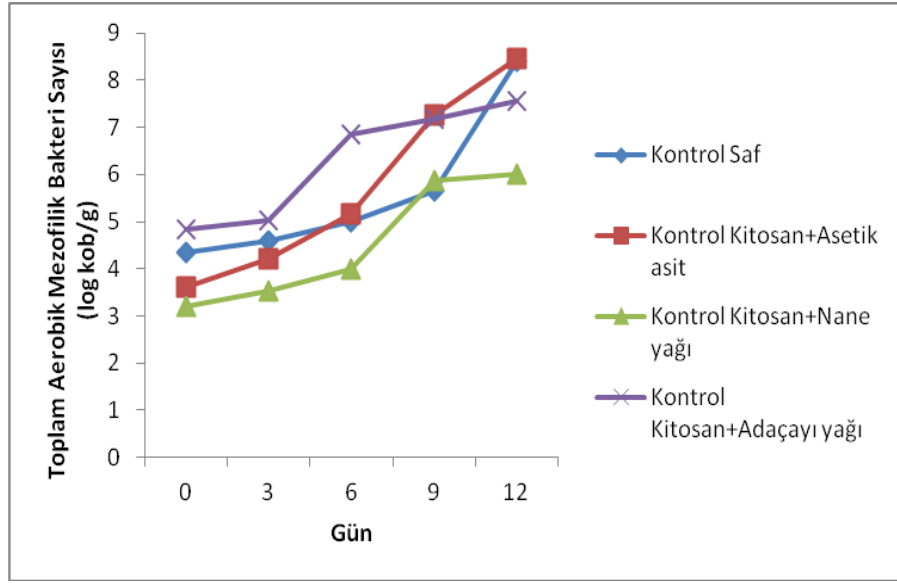
* Önemli (P<0,05), ** Çok önemli (P<0,01)

İstatistik analiz sonuçlarında, %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan gruptan elde edilen filetoların kitosan+adaçayı yağı ve hiçbir işleme tabi tutulmamış (saf)

muameleleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunurken, kontrol yemi ile beslenmiş gruba ait filetoların kitosan+asetik asit ve kitosan+adaçayı yağı muameleleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. %1 inülin grubunun soğukta muhafaza süresince depolama günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0,05$), kontrol grubunda ise depolama günlerinden 0. ve 3. günler arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine tüm varyasyon kaynakları (grup, uygulama, gün, grup x uygulama, grup x gün, uygulama x gün ve grup x uygulama x gün) etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 4.4. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.5. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkisi

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının depolama süresi sonunda prebiyotikle beslenmiş olan grupta daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Filetolara yapılan uygulamalar arasından kitosan+nane yağı muamelesinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.2. Toplam psikrotrofik bakteri sayısı

Kontrol ve inülin içeren yemle beslenen kahverengi alabalıklardan elde edilen filetoların farklı çözücülerle (asetik asit, adaçayı yağı ve nane yağı) zenginleştirilen kitosan film kaplamanın soğukta muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) sırasında belirlenen toplam psikrotrofik bakteri sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.15’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.16’da verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksiyonu ise Şekil 4.4’de sunulmuştur.

Çizelge 4.15. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam psikrotrofik bakteri sayım sonuçları (log lob/g)

GÜN		0 ^D	3 ^D	6 ^C	9 ^B	12 ^A
%1 İnülün	Saf ^a	5,33±0,38 ^{a,E}	5,52±0,02 ^{a,D}	6,12±0,12 ^{a,C}	7,18±0,35 ^{a,B}	9,27±0,36 ^{a,A}
	Kitosan+Asetik asit ^b	4,70±0,14 ^{b,E}	5,24±0,44 ^{b,D}	5,82±0,55 ^{b,C}	6,71±0,34 ^{b,B}	7,69±0,21 ^{b,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	3,00±0,00 ^{c,E}	4,21±0,28 ^{c,D}	4,28±0,06 ^{c,C}	5,00±0,00 ^{c,B}	6,20±0,72 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^b	4,57±0,10 ^{b,E}	5,13±0,38 ^{b,D}	5,82±0,24 ^{b,C}	8,01±0,11 ^{b,B}	9,33±0,50 ^{b,A}
GÜN		0 ^D	3 ^D	6 ^C	9 ^B	12 ^A
Kontrol	Saf ^a	5,31±0,44 ^{a,E}	5,37±0,25 ^{a,D}	6,04±0,06 ^{a,C}	7,39±0,40 ^{a,B}	9,52±0,68 ^{a,A}
	Kitosan+Asetik asit ^{ab}	4,85±0,21 ^{b,E}	5,18±0,45 ^{b,D}	6,22±0,02 ^{b,C}	7,81±0,02 ^{b,B}	9,12±0,40 ^{b,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	3,00±0,00 ^{c,E}	4,21±0,36 ^{c,D}	4,97±0,03 ^{c,C}	5,07±0,34 ^{c,B}	5,53±0,04 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^b	4,57±0,10 ^{b,E}	5,46±0,57 ^{b,D}	6,18±0,09 ^{b,C}	8,21±0,01 ^{b,B}	9,05±0,24 ^{b,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

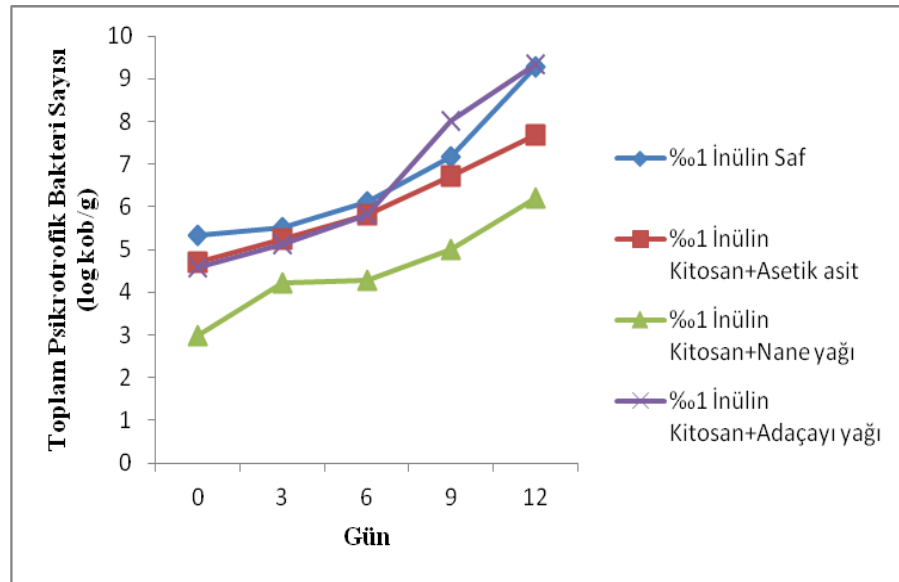
Depolama başlangıcında psikrotrofik bakteri sayısı 3,00±0,00-5,33±0,38 kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi sonuna doğru psikrotrofik bakteri sayısında artış gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda en düşük değer kontrol yemi ile beslenmiş olan gruba ait filetoların kitosan+nane yağı ile muamelesinden (5,53±0,04 kob/g), en yüksek değer ise, kontrol yemi ile beslenmiş olan grubun hiçbir işleme tabi tutulmamış (saf) olan alt grubunda belirlenmiştir (9,52±0,68 kob/g).

Çizelge 4.16. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının toplam psikrotrofik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

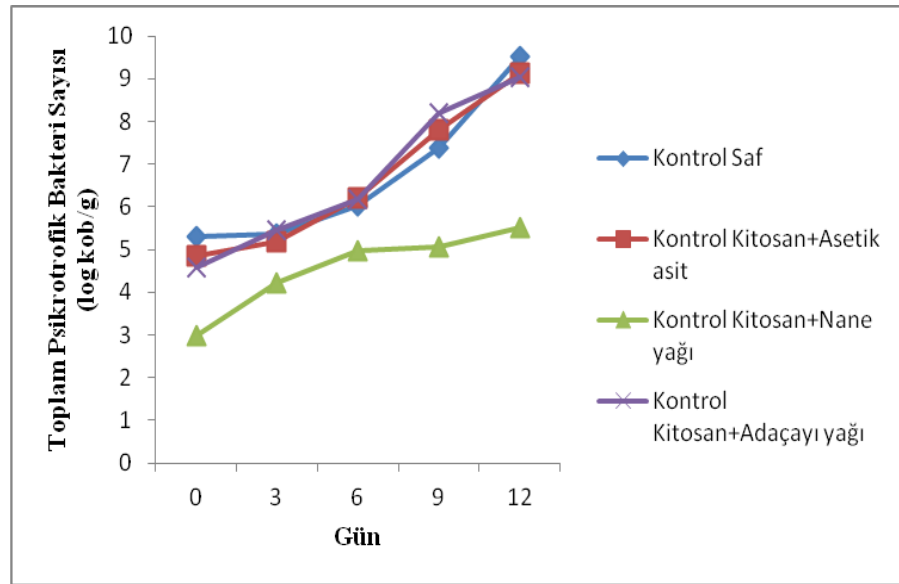
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,816	5,504 [*]
Uygulama	3	32,449	218,876 ^{**}
Gün	4	67,851	457,673 ^{**}
Grup x Uygulama	3	0,784	5,288 ^{**}
Grup x Gün	4	0,148	1,000
Uygulama x Gün	12	1,724	11,626 ^{**}
Grup x Uygulama x Gün	12	0,376	2,539 ^{**}
Hata	122	0,148	

* Önemli (P<0,05), ** Çok önemli (P<0,01)

%1 inülin grubu filetolarının kitosan+asetik asit ve kitosan+adaçayı yağı uygulamaları arasındaki fark önemsiz bulunurken, kontrol grubunda ise kitosan+asetik asit ile saf ve kitosan+adaçayı yağı uygulamaları arasındaki fark önemsiz olarak tespit edilmiştir. Her iki grup için depolama günlerinden 0. ve 3. günler arasındaki farklılık önemsiz olarak belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, psikrotrofik bakteri sayısı üzerine varyasyon kaynaklarından grup önemli ($p<0,05$), uygulama, gün, grup x uygulama, uygulama x gün ve grup x uygulama x gün interaksiyonunun etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 4.6. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun toplam psikrotrofik bakteri sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.7. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun toplam psikrotrofik bakteri sayısı üzerine etkisi

Psikrotrofik bakteriler, düşük sıcaklıklarda depolanan taze balıkların aerobik bozulmasından sorumlu en önemli mikroorganizma grubunu teşkil etmektedir (Sallam 2007). Taze balıklarda psikrotrofik ve mezofilik aerobik bakteri sayısının kabul edilebilir limit değeri farklı araştırmacılar tarafından $6 \log_{10}$ kob/g (Erkan and Özden 2007) ve $7 \log_{10}$ kob/g (Sallam 2007) rapor edilmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı için kabul edilebilir limit değer aralığı ($6-7 \log_{10}$ kob/g), %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grubun kitosan+ adaçayı yağı 6. günde, kitosan+asetik asit ve hiçbir işleme tabi tutulmamış (saf) uygulamalar için 12. günde aşılmıştır. Kontrol yemi ile beslenmiş grupta ise kitosan+ adaçayı yağı 6. günde, kitosan+asetik asit uygulaması 9. günde, hiçbir işleme tabi tutulmamış (saf) uygulaması için limit değer 12. günde aşılmıştır. Benzer şekilde psikrotrofik bakteri sayısının kabul edilebilir değer aralığı ise %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grubun hiçbir işleme tabi tutulmamış (saf) uygulaması için 6. günde kitosan+asetik asit ve kitosan+adaçayı yağı uygulamaları için 12. günde, kontrol yemi ile beslenmiş olan grubun saf, kitosan+adaçayı yağı ve kitosan+asetik asit uygulamaları için 6. günde aşılmıştır. Çalışmamızda her iki gruba ait filetoların kitosan+nane yağı muamelesinde ise toplam aerobik mezofilik ve psikrotrof bakteri sayılarında kabul edilebilir limit değerinin altında kalmıştır.

Yapılan araştırmalarda çeşitli esansiyel yağların psikrotrofik bakteri faaliyetini yavaşlattığını ve esansiyel yağların mikrobiyal kaliteye etkisinin yağın miktarı ile uygulama süresine bağlı olduğu ifade edilmiştir (Mahmoud *et al.* 2004).

Jeon *et al.* (2002) tarafından, kitosanla kaplanmış ringa ve morina balıklarının soğukta 12 gün depolanması sonucunda mikrobiyal yükte sırasıyla 3 ve 2 log'luk bir azalmanın meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Sarımsak yağı ile zenginleştirilmiş kitosan filmle kaplanan karideslerde yapılan bir çalışmada ise toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayıları kontrol grubuna göre daha duşuk değerde tespit edilmiştir. Bu sonucun kullanılan kitosanın molekül ağırlığı ve uygulama şekline göre farklılık oluşturabileceği belirtilmiştir (Aşık 2009).

Kitosanın esansiyel yağlarla zenginleştirilmesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, gökkuşağı alabalığı filetoları kitosan (Ch) ve kitosan+tarçın yağı (Ch+C) ile kaplanarak 12 gün boyunca $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiş, başlangıçta kontrol grubunda psikrotrof bakteri sayısı $3,85 \log_{10}$ kob/g, kitosan+tarçın yağı ile kaplanan grupta ise, $2,88 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiş, depolama sonunda en yüksek psikrotrof bakteri sayısı kontrol grubunda ($8,43 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Ch+C grubu ($6,78 \log_{10}$ kob/g) ile Ch grubu ($6,68 \log_{10}$ kob/g)'nun izlediği belirtilmiştir (Ojagh *et al.* 2010).

Erkan *et al.* (2011), kekik ve defne yağı ile muamele ettikleri lüfer balıklarını 13 gün boyunca buzda depolamışlar ve depolama sonunda tüm muamele gruplarının bakteriyel yükünü kontrol grubuna kıyasla daha duşuk tespit etmiştir.

Deniz gıdalarında mikrobiyal bozulmanın engellenmesi ve azaltılması üzerine kitosan esaslı yenilebilir filmlerin etkinliğini araştırmak amacıyla yapılan pek çok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Vasconez *et al.* 2009; Fan *et al.* 2009; Duan *et al.* 2010; Gomez Estaca *et al.* 2010; Gnl and Koyun *et al.* 2012). Raf mr ve kitosan kaplama ile yapılan tüm bu çalışma verileri sonuçlarımızla örtüşmektedir.

4.2.3. Laktik asit bakteri sayısı

Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.17’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksyonu ise Şekil 4.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

	GÜN	0 ^C	3 ^C	6 ^C	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Saf ^b	2,07±0,15 ^{b,D}	2,15±0,00 ^{b,C}	2,31±0,01 ^{b,C}	2,95±1,34 ^{b,B}	4,18±0,07 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^a	2,75±0,35 ^{a,D}	2,98±0,61 ^{a,C}	3,51±0,01 ^{a,C}	4,59±0,22 ^{a,B}	5,00±0,00 ^{a,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	2,00±0,00 ^{c,D}	2,00±0,00 ^{c,C}	2,00±0,00 ^{c,C}	2,00±0,00 ^{c,B}	2,00±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^b	2,25±0,35 ^{b,D}	2,30±0,30 ^{b,C}	2,51±0,02 ^{b,C}	2,57±0,03 ^{b,B}	3,25±0,00 ^{b,A}
	GÜN	0 ^B	3 ^B	6 ^B	9 ^A	12 ^A
Kontrol	Saf ^c	2,00±0,00 ^{b,D}	2,06±0,01 ^{b,C}	2,12±0,00 ^{b,C}	2,16±0,01 ^{b,B}	2,35±0,21 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^a	2,82±0,03 ^{a,D}	3,11±0,42 ^{a,C}	3,22±0,03 ^{a,C}	4,47±0,12 ^{a,B}	4,51±0,01 ^{a,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	2,00±0,00 ^{c,D}	2,00±0,00 ^{c,C}	2,00±0,00 ^{c,C}	2,00±0,00 ^{c,B}	2,00±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^b	2,25±0,35 ^{b,D}	2,30±0,00 ^{b,C}	2,41±0,01 ^{b,C}	2,80±0,28 ^{b,B}	3,21±0,01 ^{b,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

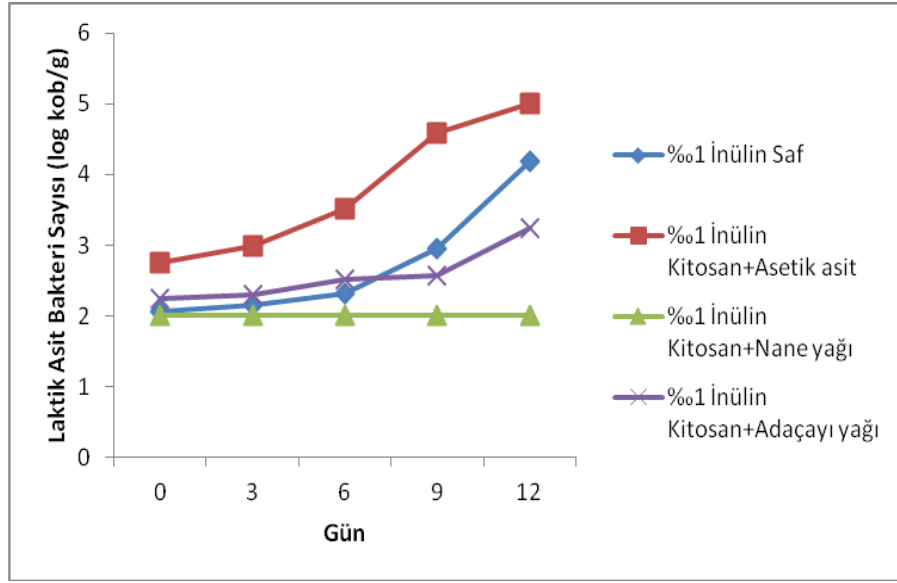
Laktik asit bakteri sayısının depolamanın başlangıcında 2,00±0,00-2,82±0,03 kob/g arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe laktik asit bakteri sayısı, her iki gruba ait balıklardan elde edilen filetoların kitosan+nane yağı muamelesi hariç diğer tüm alt gruplarda artış göstermiştir. Depolama sonunda en düşük değer her iki gruba ait filetoların kitosan+nane yağı ile olan muamelesinde belirlenmiştir (2,00±0,00 kob/g). En yüksek değer ise, % 1 inülin içeren yemle beslenmiş olan gruptan elde edilen filetoların kitosan+asetik asit ile olan muamelesinde tespit edilmiştir (4,59±0,01 kob/g).

Çizelge 4.18. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

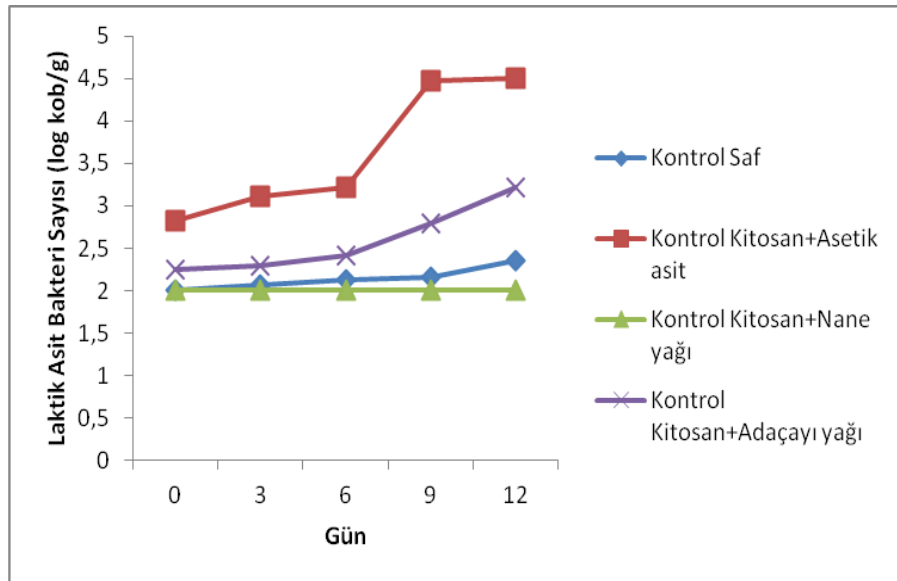
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,704	7,651 ^{**}
Uygulama	3	11,867	128,925 ^{**}
Gün	4	3,377	36,690 ^{**}
Grup x Uygulama	3	0,462	5,020 ^{**}
Grup x Gün	4	0,261	2,837 [*]
Uygulama x Gün	12	0,669	7,263 ^{**}
Grup x Uygulama x Gün	12	0,163	1,767 [*]
Hata	54	0,092	

* Önemli ($P<0,05$), ** Çok önemli ($P<0,01$)

%1 inülin grubu için yapılan uygulamalar arasından sadece kitosan+adaçayı yağı ile hiçbir işleme tabi tutulmamış olan (saf) muameleler arasındaki fark önemsiz bulunurken kontrol grubunda ise kitosan+nane yağı ile hiçbir işleme tabi tutulmamış olan (saf) muameleler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. %1 inülin grubu için depolamanın 0., 3. ve 6. günleri arasındaki farklılık önemsiz bulunurken, kontrol grubu için 0., 3. ve 6. günler ile 9. ve 12. günler arasındaki farklılık önemsiz olarak belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ise, laktik asit bakteri sayısı üzerine varyasyon kaynaklarından grup x gün ve grup x uygulama x gün interaksiyonları etkisi önemli ($p<0,05$), diğer varyasyon kaynaklarının etkisi ise çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 4.8. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.9. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi

No *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada kitosanı çözündürmek için asetik asit (%1) kullanımının laktik asit bakterilerini inhibe etmediğini, laktik asit bakterilerinin çözücü

olarak laktik asit veya formik asit kullanıldığında baskılandığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışma sonuçlarımıza paralellik göstermektedir.

Yine sonuçlarımıza zıt olarak Viuda Martos (2008), farklı esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerini araştırdığı çalışmasında laktik asit bakteri üzerine en etkili yağın biberiye olduğunu ve bunu sırası ile adaçayı, kekik ve karanfilin izlediğini ifade etmiştir.

4.2.4. *Pseudomonas* sayısı

Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayıları Çizelge 4.19’da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksyonu ise Şekil 4.6’da sunulmuştur.

Çizelge 4.19. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN		0 ^E	3 ^D	6 ^C	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Saf ^a	2,57±0,71 ^{b,E}	3,00±0,00 ^{b,D}	4,03±0,04 ^{b,C}	6,68±0,52 ^{b,B}	8,60±0,22 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^b	3,05±0,07 ^{c,E}	3,94±0,96 ^{c,D}	5,28±0,20 ^{c,C}	6,01±0,24 ^{c,B}	6,82±0,35 ^{c,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	2,00±0,00 ^{d,E}	2,00±0,00 ^{d,D}	2,00±0,00 ^{d,C}	2,00±0,00 ^{d,B}	2,00±0,00 ^{d,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	2,77±0,31 ^{a,E}	5,16±0,19 ^{a,D}	6,15±0,65 ^{a,C}	7,06±0,08 ^{a,B}	8,79±0,72 ^{a,A}
GÜN		0 ^E	3 ^D	6 ^C	9 ^B	12 ^A
Kontrol	Saf ^a	2,86±0,79 ^{b,E}	3,05±0,07 ^{b,D}	4,01±0,01 ^{b,C}	6,89±0,58 ^{b,B}	8,93±0,35 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^a	4,00±0,00 ^{c,E}	4,56±0,12 ^{c,D}	5,55±0,20 ^{c,C}	6,79±0,68 ^{c,B}	8,67±0,63 ^{c,A}
	Kitosan+Nane yağı ^b	2,05±0,07 ^{d,E}	2,15±0,21 ^{d,D}	2,21±0,01 ^{d,C}	3,34±1,90 ^{d,B}	3,51±0,01 ^{d,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	3,75±0,35 ^{a,E}	5,35±0,26 ^{a,D}	6,66±0,47 ^{a,C}	8,11±0,16 ^{a,B}	8,51±0,87 ^{a,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Depolama başlangıcında filetoların *Pseudomonas* sayısı 2,00±0,00-4,00±0,00 kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe *Pseudomonas* sayısı inülinle beslenmiş olan gruptan elde edilen filetoların kitosan+nane yağı muamelesi hariç, diğer

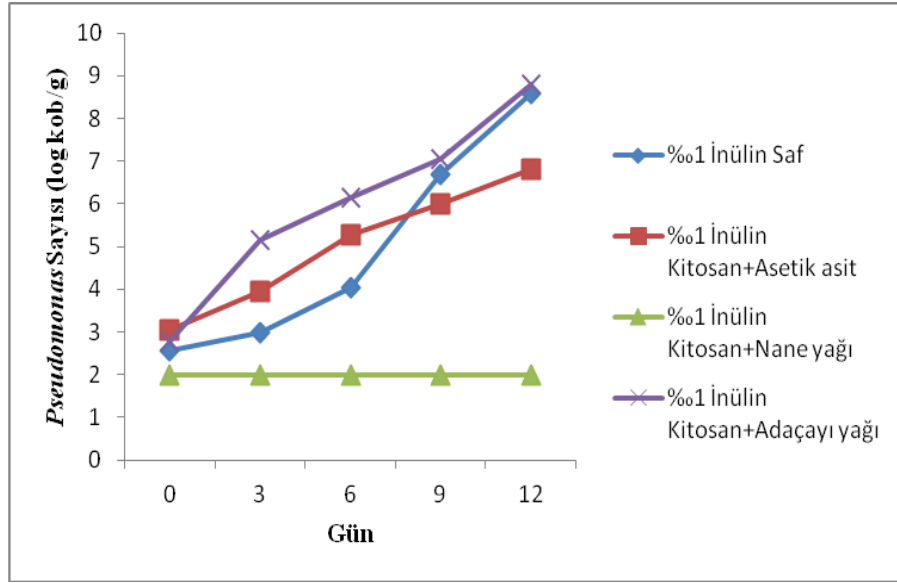
alt gruplarda artış göstermiştir. Depolama sonunda en düşük değer %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan gruptan elde edilen filetoların kitosan+nane yağı ile olan muamele edilmiş olan alt grupta ($2,00 \pm 0,00$ kob/g), en yüksek değer ise kontrol yemi ile beslenen gruptan elde edilen filetoların hiçbir muameleye tabi tutulmamış (saf) olan alt grubunda belirlenmiştir ($8,93 \pm 0,35$ kob/g).

Çizelge 4.20. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

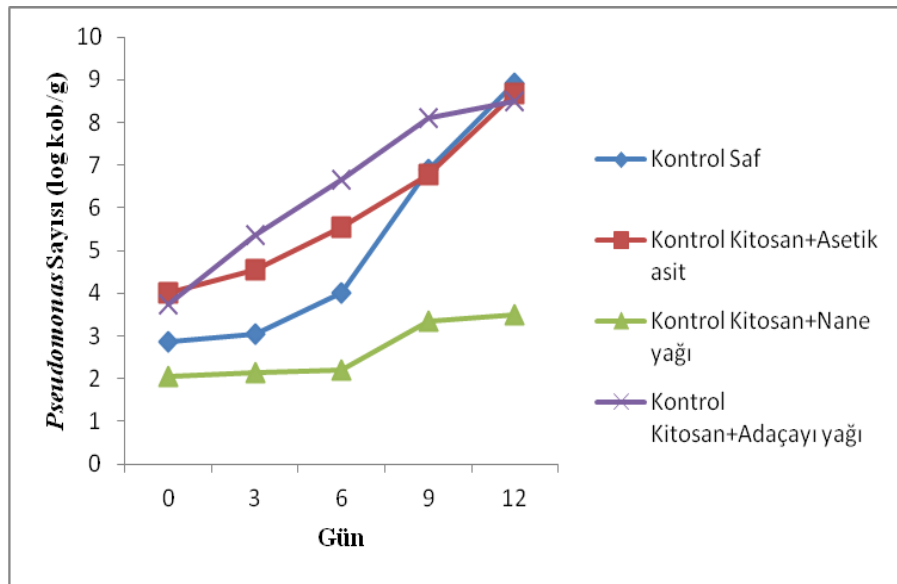
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	9,070	35,577 ^{**}
Uygulama	3	67,236	263,740 ^{**}
Gün	4	69,108	271,084 ^{**}
Grup x Uygulama	3	0,830	3,255 [*]
Grup x Gün	4	0,592	2,321 [*]
Uygulama x Gün	12	5,975	23,439 ^{**}
Grup x Uygulama x Gün	12	0,526	2,062 [*]
Hata	118	0,255	

* Önemli ($P < 0,05$), ** Çok önemli ($P < 0,01$)

Pseudomonas sayısının inülinle beslenmiş gruba ait filetolar için yapılan uygulamalardan saf ve kitosan+adaçayı yağı muameleleri arasındaki fark önemsiz olarak tespit edilmişken kontrol grubunda saf, kitosan+asetik asit ve kitosan+adaçayı yağı muameleleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Her iki grup için depolama günleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Varyans analiz sonuçlarına göre, *Pseudomonas* sayısı üzerine tüm varyasyon kaynaklarından grup, uygulama, gün ve uygulama x gün interaksyonunun etkisinin çok önemli ($p < 0,01$), diğerlerinin etkisinin ise önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun *Pseudomonas* sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.11. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun *Pseudomonas* sayısı üzerine etkisi

Pseudomonas türleri soğukta depolanan gıdalarda bozulmaya sebep olup, proteolitik ve lipolitik aktiviteye sahip olduklarından dolayı da protein ve yağ içeriği yüksek gıdalarda bozulmaya neden olurlar. Yapılan araştırmalarda asetik asit ve tuzlarının %0,01-0,5

konsantrasyonlarının *Pseudomonas* türlerine karşı etkili olduğu belirtilmiştir (Erol 2007).

Alak (2012), yaptığı çalışmada kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario*) filetolarını farklı çözücüler (asetik asit ve laktik asit) ile zenginleştirdiği kitosan film ile kaplayarak 12 gün boyunca $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamış ve depolama sonunda kitosan filmle kaplanmış gruplarda *Pseudomonas* sayısının daha düşük olduğunu belirtmiştir ($p<0,01$).

4.2.5. *Enterobacteriaceae* sayısı

Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayıları Çizelge 4.21'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksyonu ise Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayım sonuçları (log kob/g)

GÜN		0 ^D	3 ^C	6 ^B	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Sa ^f ^b	2,07±0,15 ^{b,E}	3,02±0,03 ^{b,D}	3,51±0,01 ^{b,C}	4,35±0,57 ^{b,B}	6,93±0,13 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^{ab}	2,50±0,00 ^{ab,E}	3,00±0,00 ^{ab,D}	4,86±0,19 ^{ab,C}	5,47±0,58 ^{ab,B}	6,50±0,00 ^{ab,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	2,00±0,00 ^{c,E}	2,00±0,00 ^{c,D}	2,00±0,00 ^{c,C}	2,00±0,00 ^{c,B}	2,00±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	2,50±0,00 ^{a,E}	5,00±0,31 ^{a,D}	5,63±0,14 ^{a,C}	6,08±0,11 ^{a,B}	6,60±0,28 ^{a,A}
GÜN		0 ^D	3 ^C	6 ^B	9 ^B	12 ^A
Kontrol	Sa ^f ^a	2,09±0,06 ^{b,E}	4,00±0,00 ^{b,D}	4,50±0,00 ^{b,C}	4,92±0,34 ^{b,B}	6,68±0,54 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^a	2,25±0,35 ^{ab,E}	3,15±1,62 ^{ab,D}	5,16±0,42 ^{ab,C}	5,20±0,00 ^{ab,B}	5,58±0,12 ^{ab,A}
	Kitosan+Nane yağı ^b	2,00±0,00 ^{c,E}	2,07±0,00 ^{c,D}	2,51±0,01 ^{c,C}	3,42±0,17 ^{c,B}	3,51±0,01 ^{c,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	2,25±0,00 ^{a,E}	3,71±1,07 ^{a,D}	4,35±0,13 ^{a,C}	5,27±0,71 ^{a,B}	5,71±0,83 ^{a,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Farklı muamelelere tabi tutulan filetoların *Enterobacteriaceae* sayısı depolama başlangıcında $2,00\pm0,00$ - $2,50\pm0,00$ kob/g olarak belirlenmiştir. Depolama süresi ilerledikçe %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan gruptan elde edilen filetoların kitosan+nane yağı ile muamele edilen alt grup hariç, diğer alt gruplarda artış

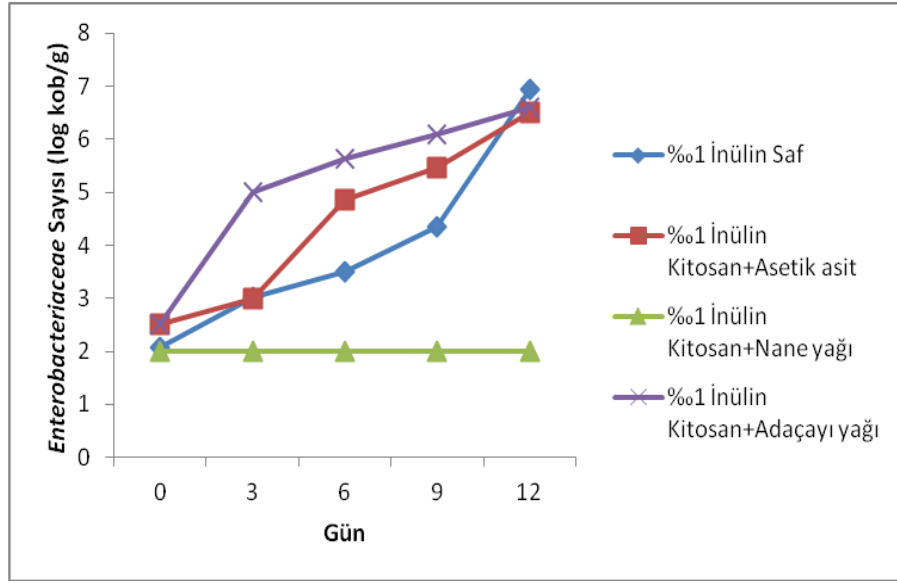
gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en düşük değer %1 inülin içerikli yemle beslenmiş olan grupta kitosan+nane yağı ile muamele edilen alt grupta ($2,00 \pm 0,00$ kob/g) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

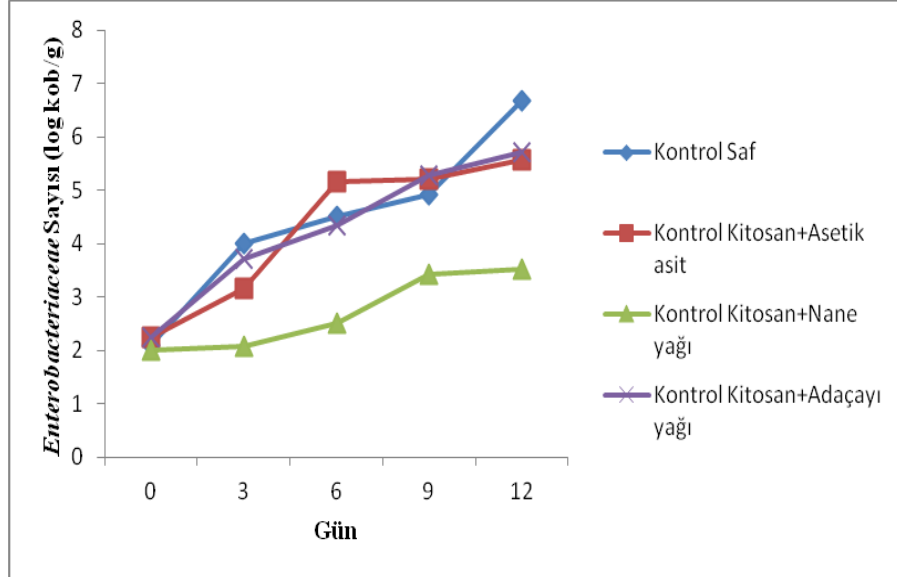
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,279	1,784
Uygulama	3	22,377	143,206 ^{**}
Gün	4	30,108	192,683 ^{**}
Grup x Uygulama	3	2,224	14,232 ^{**}
Grup x Gün	4	0,240	1,535
Uygulama x Gün	12	3,038	19,443 ^{**}
Grup x Uygulama x Gün	12	0,340	2,173 [*]
Hata	60	0,156	

* Önemli ($P < 0,05$), ** Çok önemli ($P < 0,01$)

Enterobacteriaceae sayısı üzerine varyasyon kaynaklarından uygulama, gün, grup x uygulama ve uygulama x gün interaksyonu etkisi çok önemli ($p < 0,01$), diğerlerinin etkisi ise önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.12. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.13. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkisi

Enterobacteriaceae, soğukta muhafaza edilen balıklarda bozulma etmeni olmasının yanı sıra, gıdalarda hijyen indikatörü olarak da bilinmektedir. *Enterobacteriaceae* üyeleri

düşük pH (<5,3) değerine hassas olan mikroorganizmalardır. Yapılan araştırmalarda, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* gelişiminin laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan asit ve antimikrobiyal bileşikler yardımıyla baskılanabileceği ifade edilmiştir (Lee and Yoon 2001). Kekik, karanfil ve nane ekstraktlarının etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, nane ekstraktının mikroorganizmaların gelişimini inhibe ederek zon çapları oluşturduğu fakat oluşan bu zon çaplarının küçük olduğu belirtilmiştir. Ayrıca *Enterobacteriaceae* familyası üzerine nane ekstraktının kekik ve karanfil ekstraktlarından daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Beken 2011). Bu durum sonuçlarımıza benzerlik göstermektedir.

4.2.6. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı sonuçları

Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının TVB-N değerleri Çizelge 4.23’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksyonu ise Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TVB-N değerleri (mg/100 g)

GÜN		0 ^B	3 ^B	6 ^B	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Saf ^b	6,72±0,00 ^{b,D}	8,40±0,00 ^{b,D}	10,92±1,18 ^{b,C}	12,08±0,45 ^{b,B}	16,80±0,00 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^{bc}	8,40±0,00 ^{c,D}	8,45±0,00 ^{c,D}	9,24±1,18 ^{c,C}	10,92±1,18 ^{c,B}	11,76±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	6,72±0,00 ^{d,D}	6,73±0,00 ^{d,D}	7,00±0,00 ^{d,C}	8,40±0,00 ^{d,B}	9,24±1,18 ^{d,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	10,08±0,00 ^{a,D}	10,12±0,00 ^{a,D}	10,92±1,18 ^{a,C}	11,76±0,00 ^{a,B}	26,88±2,37 ^{a,A}
GÜN		0 ^C	3 ^C	6 ^{BC}	9 ^B	12 ^A
Kontrol	Saf ^{ab}	8,40±0,00 ^{b,D}	9,24±1,18 ^{b,D}	10,08±0,00 ^{b,C}	16,80±0,00 ^{b,B}	30,24±0,00 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^b	7,56±1,18 ^{c,D}	8,44±0,01 ^{c,D}	10,92±1,18 ^{c,C}	11,76±2,37 ^{c,B}	15,12±0,00 ^{c,A}
	Kitosan+Nane yağı ^b	9,24±1,18 ^{d,D}	10,08±0,00 ^{d,D}	10,92±1,18 ^{d,C}	10,98±0,00 ^{d,B}	11,76±0,00 ^{d,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	8,40±0,00 ^{a,D}	8,44±0,01 ^{a,D}	10,08±0,00 ^{a,C}	21,00±3,56 ^{a,B}	42,84±3,56 ^{a,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Alabalık filetolarının TVB-N değerleri depolama başlangıcında 6,72±0,00-10,08±0,00 mg/100g olarak tespit edilmiştir. TVB-N değeri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş ve depolamanın sonunda en düşük TVB-N değeri, inülin içeren yemle

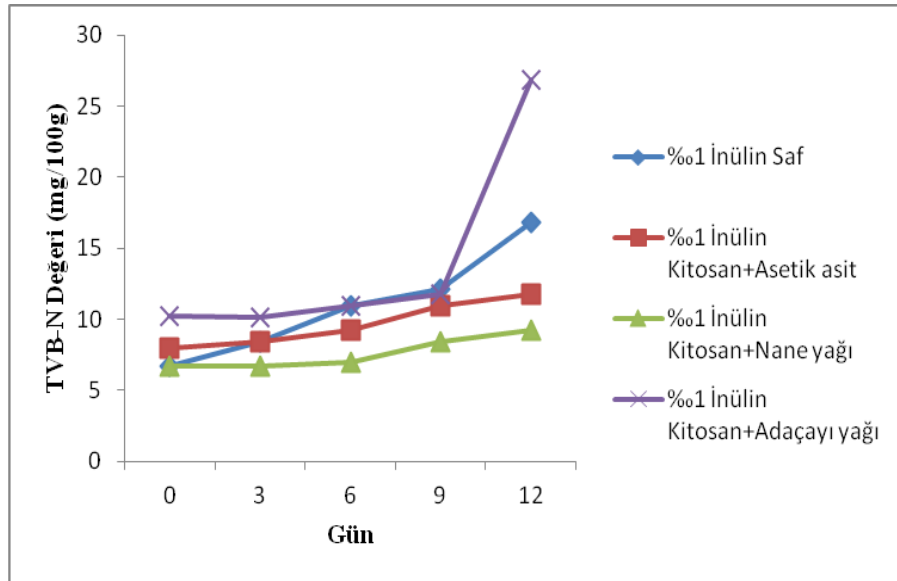
beslenmiş grubun kitosan+nane yağı muamelesinde ($9,24 \pm 1,18$ mg/100g) belirlenmiştir ($11,76 \pm 0,00$ mg/100g). En yüksek TVB-N değeri ($42,84 \pm 3,56$ mg/100g) ise, kontrol grubuna ait kitosan+adaçayı yağı muamelesinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları

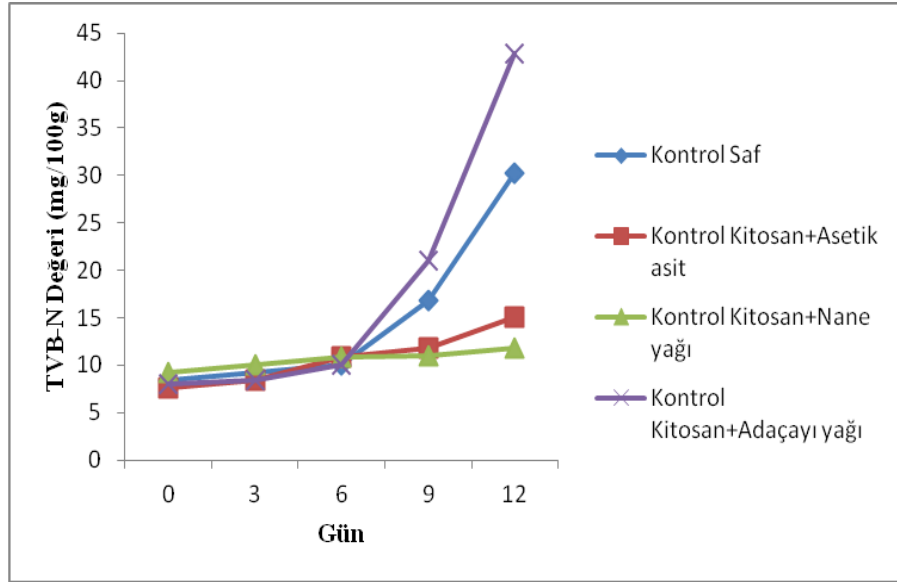
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	184,528	118,481**
Uygulama	3	191,516	122,967**
Gün	4	414,434	266,097**
Grup x Uygulama	3	10,576	6,791**
Grup x Gün	4	52,064	33,429**
Uygulama x Gün	12	84,130	54,017**
Grup x Uygulama x Gün	12	15,878	10,195**
Hata	40	1,557	

* Önemli ($P < 0,05$), ** Çok önemli ($P < 0,01$)

Varyans analiz sonuçlarına göre, TVB-N değeri üzerine varyasyon kaynaklarının etkisi çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur.



Şekil 4.14. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun TVB-N değeri üzerine etkisi



Şekil 4.15. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun TVB-N değeri üzerine etkisi

Balıklarda bozulma bakterileri ve endojen enzim aktivitesi bozulmanın ilerlemesiyle birlikte uçucu bazik azotlu maddelerin miktarını da artırmaktadır. TVB-N kabul edilebilir limit değerleri balık türlerine göre değişiklik göstermektedir (Sipahioğlu 2013).

Tsai *et al.* (2002) yaptıkları çalışmalarında balık filetolarının %1 kitosan (yüksek deasetilasyon derecesine sahip) ile muamelesinin TVB-N içeriğindeki artışı geciktirdiğini rapor etmişlerdir.

Erkan and Bilen (2010), kolyoz filetolarının dondurulmuş depolanması süresince esansiyel yağ uygulamasının kalite parametreleri üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında depolamanın ilk 5 ayında tüm grupların TVB-N değerlerinde artış olduğunu, 11 aylık depolama süresi sonunda en yüksek değerin adaçayı yağı eklenen grupta tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Alabalık için belirlenen tüketilebilirlik limiti (20 mg/100g) kabul edildiğinde araştırmamızda kontrol grubunun 9. günde ulaştığı inülin gruplarının ise 12. günde bile bu değerin altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Mevcut çalışma sonuçları ve yapılan çalışmaların sonuçları kıyaslandığında tazelik kriteri olarak kullanılan TVB-N değerini etkileyen en önemli faktörlerin; balığın depolama koşullarının ve koruyucu madde varlığının olduğu görülmektedir.

4.2.7. Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) sonuçları

Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait alabalık filetolarının TBARS değerleri Çizelge 4.25’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TBARS değerleri ($\mu\text{molMA/kg}$)

GÜN		0 ^D	3 ^{CD}	6 ^{BC}	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Saf ^b	1,71±0,53 ^{b,D}	2,55±0,17 ^{b,C}	2,69±0,74 ^{b,C}	2,76±0,10 ^{b,B}	3,24±1,90 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^{ab}	1,71±0,53 ^{b,D}	1,91±0,76 ^{b,C}	2,55±0,17 ^{b,C}	3,27±1,06 ^{b,B}	5,15±1,97 ^{b,A}
	Kitosan+Nane yağı ^a	1,71±0,53 ^{a,D}	1,82±1,51 ^{a,C}	2,79±0,65 ^{a,C}	5,01±0,80 ^{a,B}	6,71±0,18 ^{a,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^b	1,71±0,53 ^{b,D}	2,09±0,22 ^{b,C}	2,71±0,15 ^{b,C}	2,84±0,15 ^{b,B}	3,96±0,52 ^{b,A}
GÜN		0 ^C	3 ^B	6 ^{AB}	9 ^{AB}	12 ^A
Kontrol	Saf ^b	1,51±0,11 ^{b,D}	2,26±0,30 ^{b,C}	2,30±0,58 ^{b,C}	2,94±0,37 ^{b,B}	3,11±1,54 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^b	1,51±0,11 ^{b,D}	2,34±0,12 ^{b,C}	2,60±0,88 ^{b,C}	2,83±1,48 ^{b,B}	4,02±1,06 ^{b,A}
	Kitosan+Nane yağı ^a	1,51±0,11 ^{a,D}	3,77±3,21 ^{a,C}	4,09±2,22 ^{a,C}	4,55±0,77 ^{a,B}	4,66±1,57 ^{a,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^b	1,51±0,11 ^{b,D}	1,58±0,17 ^{b,C}	1,94±0,26 ^{b,C}	2,17±0,94 ^{b,B}	2,24±0,16 ^{b,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Grupların TBARS değerleri depolamanın başlangıcında kontrol yemi kullanılan filetolarda tüm uygulamalar için 1,51±0,11 $\mu\text{molMA/kg}$, inülin içerikli yemle beslenen grup uygulamalarında ise 1,71±0,53 $\mu\text{molMA/kg}$ olarak tespit edilmiştir ve depolama süresi ilerledikçe TBARS değerlerinde artış kaydedilmiştir. Depolama sonunda en düşük TBARS değeri kontrol yemi ile beslenmiş kitosan+adaçayı yağı muamelesinde

(2,24±0,16 µmolMA/kg), en yüksek TBARS değeri ise, inülin içerikli yemle beslenen grubun kitosan+nane yağı muamelesinde (6,71±0,18 µmolMA/kg) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	2,230	2,160
Uygulama	3	11,033	10,685**
Gün	4	22,296	21,592**
Grup x Uygulama	3	1,020	0,988
Grup x Gün	4	2,284	2,212
Uygulama x Gün	12	1,705	1,651
Grup x Uygulama x Gün	12	1,829	0,803
Hata	80	1,033	

* Önemli (P<0,05), ** Çok önemli (P<0,01)

Varyans analiz sonucuna göre, TBARS değeri üzerine varyasyon kaynaklarından uygulama ve günün etkisi çok önemli (p<0,01), diğer varyasyon kaynaklarının etkisi önemsiz bulunmuştur.

TBA değeri, balıklarda lipid oksidasyonu derecesini belirlemede kullanılan yaygın bir indikatör olarak bilinmektedir (Sallam 2007; Çaklı *et al.* 2008; Turan *et al.* 2009; Gerçek 2012). Yapılan bir çalışmada, biberiye, karanfil, adaçayı ve kekiğin TBA değeri üzerinde inhibitör etki gösterdiği vurgulanmıştır (Shahidi 1995).

Shahidi *et al.* (2002), yaptıkları çalışmalarında işlenmiş ringa balığında farklı vizkozitelerde (14 cp, 57 cp ve 360 cp) kitosanın antioksidatif etki gösterdiğini ve grupların TBARS miktarının 8 günlük depolama sonrasında kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Et ürünlerinin buzdolabı koşullarında muhafazasında mercanköşk ve adaçayı yağlarının TBA değeri bakımından kontrol grubuna göre etkili olduğu ifade edilmiştir (Fasseas *et al.* 2008). Yapılan bir diğer araştırmada, adaçayı ve biberiye yaprakları ile muamele edilmiş levrek filetolarının TBA değeri üzerine adaçayının daha etkili olduğu, antimikrobiyal etki bakımından ise her iki bitkinin hemen

hemen aynı etkiyi verdiği sonucuna varılmıştır (Altinelataman *et al.* 2008). Yapılan bu çalışmaların ışığında mevcut çalışma verilerimizle paralellik gözlenmektedir. Balık türlerinin ve lipid içeriklerinin farklılıklar, sentetik ve doğal koruyucu maddelerin uygulanması ile depolama koşulları TBARS değerleri üzerinde etkili olabilmektedir (Gerçek 2012).

4.2.8. pH sonuçları

Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının pH değişim değerleri Çizelge 4.27’de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Muamele gruplarının uygulama x gün interaksyonu ise Şekil 4.9’da sunulmuştur.

Çizelge 4.27. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının pH değerleri

GÜN		0 ^C	3 ^{BC}	6 ^B	9 ^B	12 ^A
%1 İnülin	Saf ^a	6,12±0,02 ^{bD}	6,36±0,02 ^{b,C}	6,32±0,02 ^{b,B}	6,43±0,02 ^{b,B}	6,65±0,01 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^b	6,10±0,02 ^{c,D}	6,27±0,01 ^{c,C}	6,31±0,02 ^{c,B}	6,07±0,04 ^{c,B}	6,49±0,04 ^{c,A}
	Kitosan+Nane yağı ^c	4,75±0,02 ^{dD}	4,71±0,02 ^{d,C}	4,64±0,02 ^{d,B}	4,73±0,02 ^{d,B}	4,72±0,03 ^{d,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	6,20±0,02 ^{a,D}	6,28±0,02 ^{a,C}	6,43±0,02 ^{a,B}	6,61±0,01 ^{a,B}	6,85±0,04 ^{a,A}
GÜN		0 ^B	3 ^B	6 ^B	9 ^B	12 ^A
Kontrol	Saf ^a	6,23±0,00 ^{bD}	6,20±0,01 ^{b,C}	6,21±0,01 ^{b,B}	6,77±0,00 ^{b,B}	6,86±0,02 ^{b,A}
	Kitosan+Asetik asit ^a	6,20±0,00 ^{c,D}	6,31±0,01 ^{c,C}	6,18±0,03 ^{c,B}	6,14±0,02 ^{c,B}	6,53±0,02 ^{c,A}
	Kitosan+Nane yağı ^b	4,80±0,02 ^{dD}	4,73±0,02 ^{d,C}	4,83±0,02 ^{d,B}	4,61±0,01 ^{d,B}	4,74±0,02 ^{d,A}
	Kitosan+Adaçayı yağı ^a	6,15±0,02 ^{a,D}	6,12±0,02 ^{a,C}	6,34±0,02 ^{a,B}	6,49±0,01 ^{a,B}	6,87±0,02 ^{a,A}

a, b, c, d: Aynı harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

A, B, C, D, E: Aynı harfle gösterilen gün ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çalışmamızda muamele gruplarının pH değeri depolama başlangıcında 4,75±0,02-6,23±0,00 olarak belirlenmiştir. pH değeri depolama süresinin ilerlemesiyle artış ve azalışlar göstermiştir. Depolama süresi sonunda her iki gruba ait (%1 inülin ve kontrol) filetoların kitosan+nane yağı ile muamelelerinde pH değeri azalırken (4,72±0,03 ve 4,74±0,02), diğer muamele gruplarında artmıştır. En yüksek pH değeri kontrol yemi ile

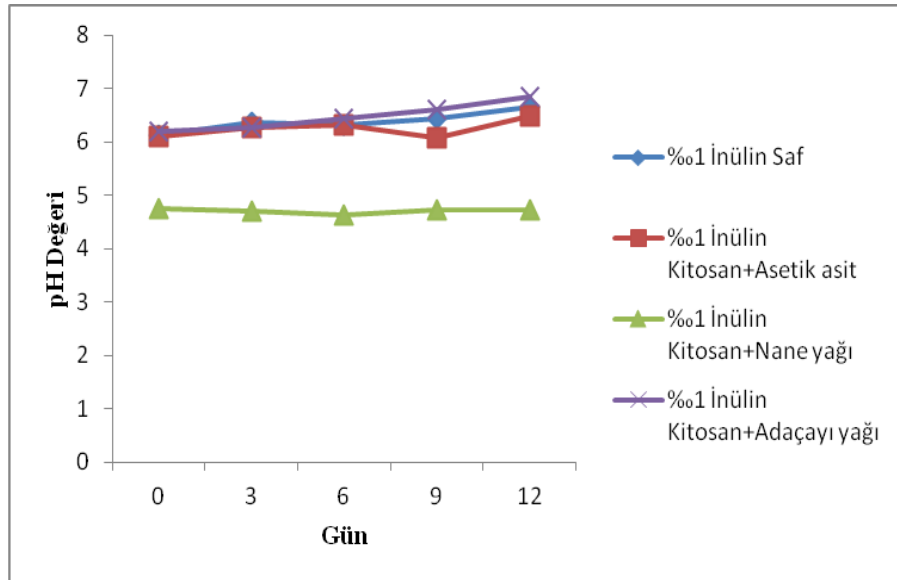
beslenen gruba ait filetoların kitosan+adaçayı yağı muamelesinde belirlenmiştir ($6,87 \pm 0,02$).

Çizelge 4.28. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait kahverengi alabalık filetolarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

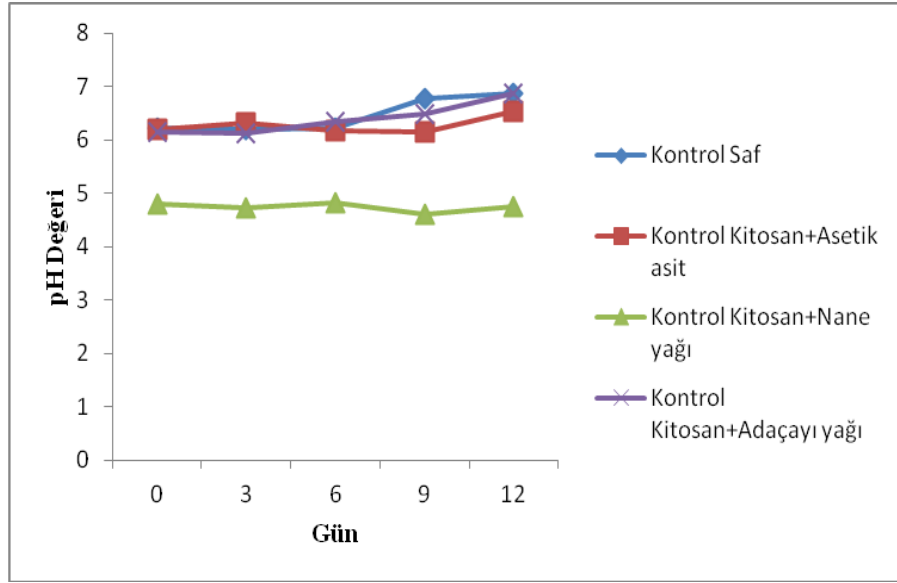
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Grup	1	0,020	35,124**
Uygulama	3	13,620	24105,475**
Gün	4	0,383	677,220**
Grup x Uygulama	3	0,018	31,796**
Grup x Gün	4	0,013	22,663**
Uygulama x Gün	12	0,076	135,322**
Grup x Uygulama x Gün	12	0,012	22,042**
Hata	40	0,001	

* Önemli ($P < 0,05$), ** Çok önemli ($P < 0,01$)

Varyans analiz sonrasında pH değeri üzerine tüm varyasyon kaynaklarının etkisinin çok önemli ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. %1 inülin grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun pH değeri üzerine etkisi



Şekil 4.17. Kontrol grubuna ait Uygulama x Gün interaksiyonunun pH değeri üzerine etkisi

Balığın post-mortem glikoliz aşamasında, glikojenin laktik asite dönüşmesinden dolayı pH değeri başlangıçta düşük seviyelerdedir (Şengör vd 2000; Gerçek 2012). Depolama süresinin ilerlemesi ve enzim-mikroorganizmaların etkisiyle oksido-redüksiyon dengesinin bozulması, serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklik meydana gelmesi ve bunların etkisiyle pH değerinin yükselmesi söz konusu olmaktadır. Taze balığın pH değeri 6,0-6,5; tüketilebilirlik değeri ise, 6,8-7,0 arasında değişim göstermektedir (Varlık vd 2000). Balık etinde bozulmaya neden olan bakteriler yüksek pH'lı etlerde daha aktiftirler (Metin 1995). Ölüm sonrası değişimlere bağlı olarak etteki azotlu bileşiklerin dekompozisyonu pH'ın artmasına yol açmaktadır (Hernandez *et al.* 2009). Yapılan bir çalışmada, kekik yağı uygulanmış orkinos filetolarının pH değeri 6,27 olarak belirlenmiş ve benzer çalışmalarda farklı sonuçların elde edildiği, bunun meydana gelmesinde ise, başta balık türü olmak üzere, depolama koşulları, mikroorganizma kontaminasyonu gibi etkenlerin etkili olabileceği bildirilmiştir (Selmi and Sadok 2008). Attouchi and Sadok (2011) çipura balıkları ile yaptıkları çalışmalarında kimyon ve defne yağı ekledikleri grupların pH değerlerindeki stabiliteyi, yağların mikrobiyolojik gelişimi inhibe etkisinden dolayı

kaynaklanabileceğini rapor etmişlerdir. Bu çalışma farklı muamelelerin fileto pH değerlerinin tüketilebilirlik sınırı içerisinde olduğunu göstermiştir.

5. SONUÇ

Su ürünleri işleme konusunda yapılan çalışmaların çoğu paketlenme ve muhafaza yöntemlerini içeren in vitro çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Artan bilinçli ve sağlıklı gıda tüketimi ile özellikle son yıllarda doğal koruyucuların (kitosan, aljinat, jelatin gibi) tüketici sağlığında olumsuz etkisi olmayan hatta fonksiyonel gıda özelliği kazandıran maddelerin (prebiyotik, probiyotik, organik asitler gibi) kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır. Özellikle gıdaların kalite ve muhafazasında önemli etkisi olan besleme ve paketlenme çalışmalarının bir araya getirilerek etkinliğinin araştırıldığı bu çalışmada, kahverengi alabalık yetiştiriciliğinde inülinin balık bağırsak florası (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae*) ile % su, % ham protein, % yağ ve % kül içeriklerine olan etkisi incelenmiştir. Ayrıca prebiyotikle beslenen kahverengi alabalık filetolarının farklı çözücülerde (asetik asit, adaçayı yağı ve nane yağı) zenginleştirilen kitosan film ile kaplanarak TVB-N, TBARS ve pH değerleri ile toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayılarında soğukta muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) sırasında meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Araştırmada iki deneme kurulmuştur. Birinci deneme, 4 farklı gün (0, 30, 60 ve 90. gün) ve 2 farklı grup (kontrol ve %1 inülin) esas alınmıştır. Yemlemenin belirli günlerinde örnekleme yapılarak örnekler alınmış ve bağırsak içeriği mikrobiyolojik sayımlara tabi tutulmuştur. Ayrıca yemleme periyodu sonunda her bir grup için filetolar hazırlanmış ve bu filetolara % su, % ham protein, % ham yağ ve % kül analizleri uygulanmıştır.

İkinci deneme ise 90 günlük besleme periyodu sonunda elde edilen muamele gruplarına (kontrol ve %1 inülin) ait balıklar fileto haline getirildikten sonra farklı çözücüler (asetik asit, adaçayı yağı ve nane yağı) ile zenginleştirilen kitosan film ile kaplandıktan sonra $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın belirli günlerinde (0, 3, 6, 9 ve 12. gün) filetolar mikrobiyolojik ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Her iki denemeden elde edilen sonuçlardan aşağıdaki genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Farklı yemlerle beslenen alabalık örneklerinin bağırsaklarında 90 günlük yemleme periyodunda mezofilik bakteri sayısı prebiyotikle beslenmiş olan grupta azalırken, kontrol grubunda artış sergilemiştir. Buna karşın psikrotrofik bakteri sayısının kontrol grubunda azaldığı, prebiyotikle beslenen grupta ise arttığı tespit edilmiştir.
2. Bağırsak florasına ait laktik asit bakteri sayısı kontrol grubunda yemlemenin 30. gününe kadar artmasına rağmen, %1 inülin grubunda yemlemenin 60. gününe kadar artmıştır. Bununla birlikte alabalık yemlerine inülin ilavesinin laktik asit bakteri sayısında önemli bir değişikliğe sebep olmadığı sonucuna varılmıştır.
3. *Pseudomonas* sayısı her iki grupta da yemlemenin 30. ve 60. günlerinde artış göstermiş, yemleme süresi sonunda (90. gün) azalmıştır. Bunun sonucunda *Pseudomonas* sayısında yaklaşık 1 logaritmik artış belirlenmiş, *Enterobacteriaceae* sayısı ise yemleme süresince azalış göstermiştir.
4. % Proksimate değerlerinde ise besleme programının ham protein ve ham yağ değerlerinde etkili olduğu belirlenmiştir. %1 inülin grubunda % ham protein değeri azalmış, % ham yağ değeri ise artış göstermiştir.
5. Çalışmanın ilk basamağı olarak yapılan besleme denemesi sonuçlarına göre, kullanılan prebiyotiğin etkinliğinde; prebiyotik maddenin kökeni, prebiyotiğin kimyasal türü (polimerizasyon derecesi, doğrusal yada dallanmış yapısı, monometrik şekerler arasındaki bağlantı tipi), prebiyotiğin konsantrasyonu, canlının özellikleri (türü, yaşı ve üretim aşaması) ve adaptasyon periyodu gibi parametreler önemli olmaktadır.
6. Soğukta muhafaza edilen farklı muamele gruplarına ait filetoların toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayıları depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Prebiyotikle beslenen gruptan elde edilen filetolar tüm muameleler açısından kontrol yemine kıyasla mikrobiyal açıdan daha etkili sonuçlar vermiştir. Muamele gruplarında ise kitosan+nane yağı uygulamasının mikrobiyolojik parametrelerde daha etkin olduğu ve raf ömrünü prebiyotikle beslenmiş gruplarda uzattığı sonucuna varılmıştır.

7. Kimyasal parametreler açısından soğukta muhafaza edilen prebiyotikle beslenmiş grup filetoları TVB-N ve pH değerleri açısından daha düşük değerler vermişken, TBARS seviyesinde ise önemli etkisi olmamıştır. Yapılan uygulamaların etkisine bakıldığında ise TVB-N ve pH parametreleri için en düşük değerler kitosan+nane yağı grubunda belirlenmiştir. Fakat aynı grup için TBARS değeri yüksek bulunmuştur.

8. Her iki uygulamanın (besleme ve zenginleştirme) bir arada bulunduğu durumda ise genel olarak mikrobiyolojik ve kimyasal parametreler açısından prebiyotik ile beslenmiş kitosan+nane yağı uygulamasının en iyi sonuçları verdiği ve bunu kitosan+asetik asit uygulamasının takip ettiği gözlemlenmiştir.

9. Sonuç olarak, prebiyotikle besleme ve kitosan+nane yağı ile muamelenin fileto kalite parametreleri üzerine olumlu etki gösterdiği, raf ömrünü uzatmak amacıyla alternatif bir uygulama olarak su ürünlerinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bulunan bu sonucun nane yağının pH değerinin düşük olmasından dolayı azalan pH ile kitosanın antimikrobiyal etkinliğinin artmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Fakat kitosan+nane yağı uygulamasının lipit oksidasyonu üzerine olan etkinliğinin arttırılması için antioksidan madde ilavesi ile kombine uygulamalarının yapılması gerektiği ayrıca balık besleme denemelerinde inülinin farklı konsantrasyonlarının da denenerek etkinliğinin araştırılması öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdollahi, M., Rezaei, M. and Farzi, G., 2014. Influence of Chitosan/Clay Functional Bionanocomposite Activated with Rosemary Essential Oil on the Shelf Life of Fresh Silver Carp. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 811-818.
- Agustini, T. W. and Sedjati, S., 2006. The Effect of Chitosan Concentration and Storage Time on The Quality of Salted-Dried Anchovy (*Stolephorus heterolobus*). *Journal of Coastal Development*, 10, 63-71.
- Akçay, S., 2012. Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Filmlerin Dumanlanmış Balığın Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alak, G., Aras Hisar, Ş., Hisar, O., Kaban, G. ve Kaya, M., 2010. Microbiological and Chemical Properties of Bonito Fish (*Sarda sarda*) Fillets Packaged with Chitosan Film, Modified Atmosphere and Vacuum. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (A), 73-80.
- Alak, G., 2011. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Bağırsak Florası ile Filetolarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkileri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alak, G., 2012. The Effect of Chitosan Prepared in Different Solvents on the Quality Parameters of Brown Trout Fillets (*Salmo trutta fario*). *Food and Nutrition Sciences*, 3, 1303-1306.
- Altınelataman, C., Kışla, D., Kılınç, B., Yılmaz, E. B., Yünlü, A. C., Dinçer, T., Çelik, U., 2008. Antioxidant, Antimicrobial and Sensorial Effects of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Sage (*Salvia officinalis* L.) on Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Fillets. First International Congress of Seafood Technology, Çeşme, İzmir - Turkey.
- Anonim, 2014. Bitkisel Tedavisi. [http://www. BitkiselTedavisi.gen.tr](http://www.BitkiselTedavisi.gen.tr). (10.06.2014).
- Aras Hisar, Ş., 2002. Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aşan, M. ve Özcan, N., 2006. Kanatlı Beslemede İnülinin Prebiyotik Olarak Önemi. *Hayvansal Üretim*, 47 (2), 48-53.
- Aşan Özusağlam, M., 2009. İnülinaz Enziminin Önemi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10 (2), 327-334.
- Aşık, E., 2009. Sarımsak Yağı İçeren Kitosan Kaplamalarının Karideslerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Attouchi, M., and Sadok, S., 2011. The Effects of Essential Oils Addition on the Quality of Wild and Farmed Sea Bream (*Sparus aurata*) Stored in Ice. *Food Bioprocess Technology*, 5 (5), 1803-1816.
- Aydınlı, M., 2012. Türkiye'nin Su Ürünleri İşleme Sanayisinin Mevcut Durumu, ve İşleme Atıklarının Miktarı ve Değerlendirilme Şekillerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D. and Idaomar, M., 2008. Biological Effects of Essential Oils-A Review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475.

- Baumgart, J., Firnhaber, J. and Spcher, G., 1993. Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg, Germany.
- Beken, A. T., 2011. Farklı Bitki Ekstraktlarının Su Ürünleri İşletme Hijyenindeki Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bilgin, B., 2012. Konserve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminler. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bolat, Y., Bilgin, Ş., İzci, L., Günlü, A., Koca, S. B. ve Çetinkaya, S., 2009. Ekonomik Olarak Değerlendirilmeyen Tatlısu Yengeci Kabuklarından Kitin-Kitosan Eldesi ve Kitosanın Su Ürünlerinin Muhafazasında Kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Proje No: 1070511, 75, Isparta.
- Bonnel, A. D., 1994, Quality Assurance in Seafood Processing: A Practical Guide, Chapman & Hall, UK, New York, 0-442-00879-1.
- Bostan, K., Aldemir, T. ve Aydın, A., 2007. Kitosan ve Antimikrobiyal Aktivitesi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 37 (2), 118-127.
- Burr, G. and Gatlin, D., 2005. Microbial Ecology of the Gastrointestinal Tract of Fish and the Potential Application of Prebiotics and Probiotics in Finfish Aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society, 36 (4), 425- 436.
- Burr, G., Hume, M., Ricke, S., Nisbet, D. and Gatlin, D., 2010. In Vitro and in Vivo Evaluation of the Prebiotics GroBiotic-A, İnülin, Mannanooligosaccharide and Galactooligosaccharide on the Digestive Microbiota and Performance of Hybrid Striped Bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*). Microbial Ecology, 59 (1), 187-198.
- Cai, L., Li, X., Wu, X., Lv, Y., Liu, X. and Li, J., 2013. Effect of Chitosan Coating Enriched with Ergothioneine on Quality Changes of Japanese Sea Bass (*Lateolabrax japonicus*). Food and Bioprocess Technology, DOI 10.1007/s11947-013-1215-4.
- Cerezuela, R., Fumanal, M., Tapia-Paniaqua, S. T., Mesequer, J., Morinigo, M. A. and Esteban, M. A., 2013. Changes in İntestinal Morphology and Microbiota Caused by Dietary Administration of İnülin and *Bacillus subtilis* in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*, L.) Specimens. Fish Selfish İmmunology, 34 (5), 1063-1070.
- Ceylan, A., 1983. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, Bornova-İzmir.
- Ceylan, E. and Fung, D. Y. C., 2004. Antimicrobial Activity of Spices. Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology, 12 (1), 1-55.
- Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri, M. and 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.
- Çaklı, Ş. ve Kışla, D., 2003. Su ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20 (1-2), 239-245.
- Çaklı, Ş. ve Kılınç, B., 2004. Kabuklu Su Ürünleri İşleme Artıklarının Endüstriyel Alanda Değerlendirilmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, İzmir, 21, 145– 152.
- Çaklı, Ş., 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Kitabı. Ege Üniversitesi Yayınları Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 76, İzmir.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T., and Tolasa, S., 2008. Shelf Life of New Culture Specie (*Diplodus puntazzo*) in Refrigerator. Journal of Muscle Foods, 19, 315-332.

- Çarbaş, A., 2008. Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Datta, S., Janes, M. E., Xue, Q. G. and La Peyre, J. F., 2008, Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella annatum* on the Surface of Smoked Salmon Coated with Calcium Alginate Coating Containing Oyster Lysozyme and Nisin. Journal of Food Science, 73 (2), 67-71.
- Davidson, P. M., Post, L. S., Branen, A. L. and Mccurdy, A. R., 1983. Naturally Occurring and Miscellaneous Food Antimicrobials, In Antimicrobials in Food, 371-419, Marcel Dekker, New York.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallado, J. A. and Voilley, A., 1998. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review, Critical Reviews in Food Science, 38 (4), 299-313.
- Demir, A. ve Seventekin, N., 2009. Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3 (2), 32-103.
- Dhaouadi, A., Monser, L., Sadok, S. and Adhoum, N., 2007, Validation of a Flow-Injection-Gas Diffusion Method for Total Volatile Basic Nitrogen Determination in Seafood Products, Food Chemistry, 103, 1049-1053.
- Dikel, Ç., 2012. Kitosan Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4 °C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Duan, J., Cherian, G. and Zhao, Y., 2010. Quality Enhancement in Fresh and Frozen Lingcod (*Ophiodon elongates*) Fillets by Employment of Fish Oil Incorporated Chitosan Coatings. Food Chemistry, 119, 524-532.
- Duman, S. S. ve Şenel, S., 2004. Kitosan ve Veteriner Alandaki Uygulamaları, Veteriner Cerrahi Dergisi, 10 (3-4), 62-72.
- Dursun, S. ve Erkan, N., 2009. Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı, Journal of Fisheries Sciences, 3 (4), 352-373.
- Edelman, J. and Jefford, T. G., 1964. The Metabolism of Fructose Polymers in Plants. 4. Beta Fructofuranosidases of Tubers of *Helianthus tuberosus*. L. Biochemical Journal, 93, 148-161.
- Erkan, N. and Özden, Ö., 2007. Quality Assessment of Whole And Gutted Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. International Journal of Food Science and Technology, 43 (9), 1549-1559.
- Erkan, N. and Bilen, G., 2010. Effect of Essential Oils Treatment on the Frozen Storage Stability of Chub Mackerel Fillets. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 5, 101-110.
- Erkan, N., Tosun, Ş.Y., Ulusoy, Ş. and Üretener, G., 2011. The Use of Thyme and Laurel Essential Oil Treatments to Extend the Shelf Life of Blue Fish (*Pomatomus saltatrix*) During Storage in Ice. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 6, 39-48.
- 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.
- Erol, İ., 2007. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Ankara Pozitif Matbaacılık, s., 145.

- Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R. ve Aydın, H., 2010, Ticari Olarak Satılan Kekik ve Nane Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri. Cumhuriyet Tıp Dergisi, 32, 281-286.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. and Chi, Y., 2009. Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf-life of Silver Carp During Frozen Storage. Food Chemistry, 115, 66-70.
- FAO, 2013. Yearbook, Fishery and Aquaculture Statistics.
- Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M. and Zervas, G., 2008. Antioxidant Activity in Meat Treated with Oregano and Sage Essential Oils. Food Chemistry, 109 (1), 173-175.
- Fernandez Saiz, P., Sanchez, G., Soler, C. Logaron, J. M. and Ocio, M. J., 2013. Chitosan Films for the Microbiological Preservation of Refrigerated Sole and Hake Fillets. Food Control, 34 (1), 61-68.
- Genç, E., Genç, M. A., Aktaş, M., Bircan Yıldırım, Y. ve İkizdoğan, A. T., 2011. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Mannanoligosakkarit (MOS) Kullanımı Üzerine Türkiye’de Farkındalık Yaratma. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7 (1), 18-24.
- Gerçek, G., 2012. Defne ve Kekik Yağı Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4°C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gomez Estaca, J., Montero, P., Gimenez, B. and Gomez Guillen, M. C., 2007. Effect of Functional Edible Films and High Pressure Processing on Microbial and Oxidative Spoilage in Cold-Smoked Sardine (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 105, 511–520.
- Gomez Estaca, J., Lopez De Lacey, A., Gomez Guillen, M. C., Lopez Caballero, M. E. and Montero, P., 2009. Antimicrobial Activity of Composite Edible Films Based on Fish Gelatin and Chitosan Incorporated with Clove Essential Oil. Journal Aquatic Food Production Technology, 18, 46-52.
- Gomez Estaca, J., Lopez De Lacey, A., Lopez Caballero, M. E., Gomez Guillen, M. C. and Montero, P., 2010. Biodegradable Gelatin-Chitosan Films Incorporated with Essential Oil as Antimicrobial Agents for Fish Preservation, 27 (7), 889-896.
- Gökalp, H. Y. Kaya, M. Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 2001. Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu (4. Baskı). Atatürk Üniv. Yayın No:751, Zir. Fak. Yay. No:318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gram, L. and Huss, H. H., 1996, Microbiological Spoilage of Fish and Fish Products. International Journal of Food Microbiology, 33 (1), 121–137.
- Grisdale Helland, B., Helland, S. J. and Gatlin, D. M., 2008. The Effects of Dietary Supplementation with Mannanoligosaccharide, Fructooligosaccharide or Galactooligosaccharide on the Growth and Feed Utilization of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 283 (1-4), 163-167.
- Guilbert, S., 1986. Technology and Application of Edible Protective Films. In: M. Mathlouthi, Editor, Food Packaging and Preservation: Theory and Practice, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 371–394.
- Günlü, A. and Koyun, E., 2012. Effects of Vacuum Packaging and Wrapping with Chitosan-Based Edible Film on the Extension of the Shelf Life of Sea Bass

- (*Dicentrarchus labrax*) Fillets in Cold Storage (4°C), Food and Bioprocess Technology, 6, 1713-1719.
- Gürel İnanlı, A. ve Karaton Kuzgun, N., 2012. Uçucu Yağlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7 (1), 28-35.
- Hernandez, M. D., Lopez, M. B., Alvarez, A., Ferrandini, E. and Garcıagarcıa, B., 2009. Sensory, Physical, Chemical and Microbiological Changes in Aquacultured Meagre (*Argyrosomus regius*) Fillets During İce Storage, Food Chemistry, 114, 237-245.
- Hoseinifar, S. H., Mirvaghefi, A., Mojazi-Amiri, B., Rostami, H. K. and Merrifield, D. L., 2011. The Effects of Oligofructose on Growth Performance, Survival and Autochthonous İntestinal Microbiota of Beluga (*Huso huso*) Juveniles. Aquaculture Nutrition, 17 (5), 498-504.
- Huss, H. H., 1988, Fresh Fish Quality and Quality Changes, FAO Fisheries Series, No. 29. Rome: FAO.
- Huss, H. H., 1994, Assurance of Seafood Quality, FAO Fisheries Technical Paper, 334, 46-47.
- Jenkins, D. J. A., Kendal, C. W. C. and Vuksan, V., 1999. Inulin, Oligofructose and İntestinal Function. Journal Nutrition, Supplementation, 129, 1431-1433.
- Jeon, Y. J., Shahidi, F. and Kim, S. K., 2000. Preparation of Chitin and Chitosan Oligomers and Their Applications in Physiological Functional Foods. Food Review International, 16, 159-176.
- Jeon, Y. J., Kamil, J. Y. V. A. and Shahidi, F., 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. Journal Agricultural Food Chemistry, 50, 5167-5178.
- Kabara, J. J., 1991. Phenols and Chelators, In Food Preservatives, 200-214.
- Karimzadeh, S., Keramat-Amirkolaie, A. and Esmaeili-Molla, A., 2013. Effects of Different Levels of Immunogen on Growth Performance, İntestinal Bacteria Colonization and Survival Rate in Rutilus Kutum Larvae. World Journal of Fish and Marine Sciences, 5 (6), 664-669.
- Kılıç, A., 2008. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10 (13), 37-45.
- Kihara, M. and Sakata, T., 2001a. Effects of Rearing Temperature and Dietary on the Production of Gases and Organic Acids by Gut Microbes of an Omnivorous Teleost, Carp, *Cyprinus carpio*, in Micro-Scale Batch Cultures. Suisanzoshoku , 49, 329-338.
- Kihara, M. and Sakata, T., 2001b. Influence of İncubation Temperature and Various Saccharides on the Production of Organic Acids and Gases by Gut Microbes of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* in a Microscale Batch Culture. Journal of Comparative Physiology, B., 171, 441-447.
- Kim, K. W. and Thomas, R. W., 2007. Antioxidative Activity of Chitosan with Varying Molecular Weights, Food Chemistry, 101, 308-313.
- Kolida, S., Tuohy, K., and Gibson, G. R., 2002. Prebiotic Effects of İnulin and Oligofructose. British Journal of Nutrition, 87 (2), 193-197.
- Köse, S., Gökoğlu, N., Mol Tokay, S., Baygar, T., Özer, N. P., Çolakoğlu, F. A., Meriç, İ. ve Alçıçek, Z. 2010. Su Ürünleri İşleme Sektörünün Durumu, Sorunları ve

- Çözüm Önerileri,. Türkiye Ziraat Mühendisleri Odası VII. Teknik Kongresi. Ocak, Ankara, Bildiriler Kitabı I: 821-852.
- Kurt, Ş. ve Zorba, Ö., 2005. Kitin (Chitin), Kitosan (Chitosan) ve Türevlerinin Gıdalarda Kullanım Olanakları. Gıda, 30 (6), 371-378.
- Kühlwein, H., Emery, M. J., Rawling, M. D., Harper, G. M., Merrifield, D. L. and Davies, S. J., 2013. Effects of a Dietary B-(1,3)(1,6)-D-Glucan Supplementation on İntestinal Microbial Communities and İntestinal Ultrastructure of Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L.). Journal of Applied Microbiology, 115, 1091-1106.
- Lee, K.T. and Yoon, C.S., 2001. Quality Change and Shelf Life of İmported Vacuum Packaged Beef Chuck During Storage at 0°C. Meat Science, 59 (1), 71-77.
- Li, P. and Gatlin, D. M., 2004. Dietary Brewer's Yeast and the Prebiotic Grobiotic TM AE İnfluence Growth Performance, İmmune Response and Resistance of Hybrid Striped Bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniue* İnfection. Aquaculture, 231, 445-456.
- Li, P. and Gatlin, D. M., 2005. Evaluation of the Prebiotic Grobiotic®-A and Brewers Yeast as Dietary Supplements for Sub-adult Hybrid Striped Sea Bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) Challenged in Situ with *Mycobacterium marinum*. Aquaculture, 248, 197-205.
- Li, T., Li, J., Hu, W., Zhang, X., Li, X. and Zhao, J., 2012. Shelf-Life Extension of Crucian Carp (*Carassius auratus*) Using Natural Preservatives During Chilled Storage. Food Chemistry, 135 (1), 140-145.
- Luna Gonzalez, A., Almaraz Salas, J. C., Fierro Coronado, J. A., Flores Miranda, M. D. C., Gonzalez Ocampo, H. A. and Perez Gomez, V., 2012. The Prebiotic İnulin Increases the Phenoloxidase Activity and Reduces the Prevalence of WSSV in Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultured Under Laboratory Conditions. Aquaculture, 362-363, 28-32.
- Lyhs, V., Lahtinen, J., Fredriksson Ahomaa, M., Hyytiä Trees, E., Elfing, K. and Korkeala, H., 2001, Microbiological Quality and Shelf-Life of Vacuum Packaged (Gravad) Rainbow Trout Stored at 3 and 8°C. International Journal of Food Microbiology, 70, 221-230.
- Mahious, A. S., Gatesoupe, F. J., Hervé, M., Metailler, R. and Ollevier, F., 2006. Effect of Dietary İnulin and Oligosaccharides as Prebiotics for Weaning Turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758). Aquaculture International, 14, 219-229.
- Mahmoud, B. S. M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shik, S., Dong Suk, C. and Suzuki, T., 2004. Bacterial Microflora of Carp (*Cyprinus carpio*) and İts Shelf-life Extension by Essential Oil Compounds. Food Microbiology 21, 657-666.
- Metin, S., 1995. Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Min, S., Harris, L. and Krochta, J., 2005b, *Listeria monocytogenes* İnhibition by Whey Protein Films and Coatings Incorporating the Lactoperoxidase System. Journal of Food Science, 70 (7), 317 -324.
- Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Latitha, K. V. and Srinivasa Gopal, T. K., 2012. Effect of Chitosan Edible Coating on the Quality of Double Filleted Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) During Chilled Storage. Food Hydrocolloids, 26 (1), 161-174.

- Nicholas, T. A., 2003. Antimicrobial Use of Native and Enzymatically Degraded Chitosans for Seafood Applications. Master Thesis, in Food Science and Human Nutrition, Orono-UK.
- No, H. K., Park, N. Y., Lee, S. H. and Meyers, S. P., 2002. Antibacterial Activity of Chitosan and Chitosan Oligomers with Different Molecular Weights. *International Journal of Food Microbiology*, 74, 65–72.
- No, H. K., Kim, S. H., Lee, S. H., Park, N. Y., and Prinyawiwatkul, W., 2006. Stability and Antibacterial Activity of Chitosan Solutions Affected by Storage Temperature and Time. *Carbohydrate Polymers*, 65, 174-178.
- No, H. K., Meyers, S. P., Prinyawiwatkul, W. and XU, Z., 2007. Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf Life of Foods: A Review. *Journal of Food Science*, 72 (5), 87–100.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and 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.
- Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I.M., Hennehan, G., Nielsen, J. and Nilsen, H., 1997. Methods to Evaluate Fish Freshness in Research and Industry, *Trends in Food Science and Technology*, 8, 258–265.
- Olsen, R. E., Myklebust, R., Kryvi, H., Mayhew, T. M. and Ringo, E., 2001. Damaging Effect of Dietary Inulin on Intestinal Enterocytes in Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture Research*, 32, 931-934.
- Ortiz, L. T., Rebole, A., Velasca, S., Rodriguez, M.I., Trevino, J., Tejedor, J. I. and Alzueta, C., 2013. Effects of Inulin and Fructooligosaccharide on Growth Performance, Body Chemical Composition and Intestinal Microbiota of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 19, 475-482.
- Ouattara, B., Simard R. E., Piette G., Bégin, A. and Holley, R. A., 2000. Inhibition of Surface Spoilage Bacteria in Processed Meats by Application of Antimicrobial Films Prepared with Chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, 62, 139–148.
- Ouattara, B., Sabato, S. F. and Lacroix, M., 2001, Combined Effect of Antimicrobial Coating and Gamma Irradiation on Shelf Life Extension of Precooked Shrimp (*Penaeus* spp.). *International Journal of Food Microbiology*, 68, 1-9.
- Özbay, T. ve Ayas, D., 2011. Dondurarak Depolanan Sardalya (*Sardinella aurita*, V. 1847) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Kitosan ve Asetik Asit Uygulamalarının Etkisi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 11-22.
- Patterson, J. A. and Burkholder, K. M., 2003. Application of Prebiotics and Probiotics in Poultry Production. *Poultry Science*, 82 (4), 627-631.
- Pryor, G. S., Royes, J. B., Chapman, F. A. and Miles, R. D., 2003. Mannanooligosaccharides in Fish Nutrition: Effects of Dietary Supplementation on Growth and Gastrointestinal Villi Structure in Gulf of Mexico Sturgeon. *North American Journal of Aquaculture*, 65 (2), 106-111.
- Reza, A., Abdolmajid, H., Abbas, M. and Abdolmohammad, A. K., 2009. Effect of Dietary Prebiotic Inulin on Growth Performance, Intestinal Microflora, Body Composition and Hematological Parameters of Juvenile Beluga, (*Huso huso*, L. 1758). *Journal World Aquaculture Society*, 40, 771-779.

- Ringo, E. and Strom, E., 1994. Microflora of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.): Gastrointestinal Microflora of Free-Living Fish and Effect of Diet and Salinity on Intestinal Microflora, *Aquaculture and Fisheries Management*, 25 (6), 623-629.
- Ringo, E. and Olsen, R. E., 1999. The Effect of Diet on Aerobic Bacterial Flora Associated with Intestine of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Journal of Applied Microbiology*, 86 (1), 22-28.
- Ringo, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Mayhew, T. M. and Olsen, R. E., 2006. The Effect Dietary Inulin on Aerobic Bacteria Associated with the Hindgut of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture Research*, 37, 891-897.
- Ruiz Herrera, J., Lopez Romero, E. and Bartnicki Garcia, S., 1978. Properties of Chitin Synthetase in Isolated Chitosan Some From Yeast Cells of *Mucor rouxii*. *Journal of Biological Chemistry*, 252, 3338-3343.
- Runfeng, W. and Li, Z., 2011. Effect of Chitosan on Fresh-Keeping Refrigerated Fillets of Fresh *Ctenophar nygodon idellus*. *IEEE, New Technology of Agricultural Engineering (ICAE), International Conference on* 1061-1064.
- Sallam, K. I. 2007. Antimicrobial and Antioxidant Effects of Sodium Acetate, Sodium Lactate, and Sodium Citrate in Refrigerated Sliced Salmon. *Food Control*, 18 (5), 566-575.
- Sathivel, S., 2005. Chitosan and Protein Coatings Affect Yield, Moisture Loss, and Lipid Oxidation of Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) Fillets During Frozen Storage. *Journal Food Science*, 70 (8), 455-459.
- Selmi, S. and S. Sadok, 2008. The Effect of Natural Antioxidant (*Thymus vulgaris* Linnaeus) on Flesh Quality of Tuna (*Thunnus thynnus* Linnaeus) During Chilled Storage. *Pan-American Journal Aquatic Sciences*, 3, 36-45.
- Shahidi, F., 1995. Role of Chemistry and Biotechnology in Value Added Utilization of Shellfish Processing Discards. *Canadian. Chemical News*, 47, 25-29.
- Shahidi, F., Kamil, J., Jeon, Y. J. and Kim, S. K., 2002. Antioxidant Role of Chitosan in Cooked Cod (*Gadus morhua*) Model System. *Journal of Food Lipids*, 9 (1), 57-64.
- Sikorski, Z.E., 1990, *Seafood; Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 102.
- Sikorski, Z. E., and Pan, B. S., 1994, *Preservation of Seafood Quality: Seafoods: Chemistry Processing Tecnology and Quality*, Chapman & Hall, UK, 0 7514 0218 4.
- Sipahioğlu, S., 2013. Kitosan Esaslı Yenilebilir Filmle Kaplanmış Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü ve Kalitesi Üzerine Yüksek Hidrostatik Basınç Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Souza, B. W. S., 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, 11456-11462.
- Staykov, Y., Spring, P., Denev, S. and Sweetman, J., 2007. Effect of A Mannan oligosaccharide on the Growth Performance and Immune Status of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 15, 153-161.

- Şengör, G. F., Çelik, U. ve Akkuş, S., 2000. Buzdolabı Koşullarında Depolanan İstavrit Balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nın Tazeliğinin ve Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 187-193.
- Tolunie, H., Nia, J. M., Shakibi, A. and Jalaliani, H., 2013. Effects of Chitosan Enriched with a-Tocopherol Coating on Trout Quality and Shelf life during Refrigerated Storage. Reef Resources Assessment and Management Technical Paper, 38 (5), 497-509.
- Torrecillas, S., Makol, A., Caballero, M. J., Montero, D., Robaina, L., Real, F., Sweetman, J., Tort, L. and Izquierdo, M. S., 2007. Immune Stimulation and Improved Infection Resistance in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fed Mannanligosaccharides. Fish Shellfish Immunology, 23, 969-981.
- Tsai, G. J., Su, W. H., Chen, H. C., and Pan, C. L., 2002. Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation. Fisheries Science, 68, 170-177.
- TÜİK, 2013. Su Ürünleri İstatistikleri. Ankara, Turkey: Türkiye İstatistik Kurumu. Available at: <http://www.tuik.gov.tr/balickilikdagitimapp/balickilik.zul>.
- Turan, S., Sağır, İ. and Temiz, H., 2009. Oxidative Stability of Brined Anchovies (*Engraulis encrasicolus*) with Plant Extracts. International Journal of Food Science and Tecnology, 44, 386-393.
- Tülsner, M., 1994, Fischverarbeitung. Bd.1 – Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse, Hamburg Behr's Verlag, 3-86022-196-5.
- Tzıkas, Z., Amvrosiadis, I., Soultos, N. and Georgakis, S., 2007, Seasonal Variation in the Chemical Composition and Microbiological Condition of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus*) Muscle From the North Aegean Sea (Greece). Food Control, 18, 251-257.
- Üretener, G., 2009. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Balık Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, N. ve Metin, S., 2000. Soğukta Depolanan Karideslerin (*Parapenaeus longirostris*, Lukas 1846) Bazı Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 181-185.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N. ve Üçok Alakavuk, D., 2007, Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ISBN: 975-404-771-5.
- Vasconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J. and Gerschenson, L. N., 2009, Antimicrobial Activity and Physical Properties of Chitosan-Tapioca Starch Based Edible Films and Coatings. Food Research International, 42 (7), 762 – 769.
- Vatavali, K., Karakosta, L., Nathanailides, C., Georgantelis, D. and Kontominas, M. G., 2013. Combined Effect of Chitosan and Oregano Essential Oil Dip on the Microbiological, Chemical and Sensory Attributes of Red Porgy (*Pagrus pagrus*) Stored in Ice. Food Bioprocess Technology, 6, 3510-3521.
- Viuda Martos, M., Ruiz Navajas, Y., Fernandez Lopez, J. and Perez Alvarez, J. A., 2008. Antibacterial Activity of Different Essential Oils Obtained From Spices Widely Used in Mediterranean Diet. International Journal of Food Science and Technology, 43, 526-531.

- Vulevic, J., Rastall, R. A. and Gibson, G. R., 2004. Developing a Quantitative Approach for Determining the *Invitro* Prebiotic Potential of Dietary Oligosaccharides. *FEMS Microbiology Letters.*, 236, 153-159.
- Wu, T. and Mao, L., 2009. Application of Chitosan to Maintain The Quality of Kamaboko Gels Made From Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) During Storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 218–230.
- Wu, Y., Liu, W. B., Li, h. y., Xu, W. N., He, J. X., Li, X. F. and Jiang, G. Z., 2013. Effectsof Dietary Supplementation of Fructooligosaccharide on Growth Performance, Body Composition, İntestinal Enzymes Activities and Histology of Blunt Snout Bream (*Megalobrama amblycephola*) Fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 19, 886-894.
- Yaman, F. ve Esendal, Ö., 2004. Balıklarda Probiyotik Kullanımı. *Mikrobiyoloji Dergisi*, 2 (6), 1-18.
- Yıldırım, S. Y., 2004. İstanbul’da Sabit Pazar Koşullarında Satışa Sunulan Su Ürünlerinin Kalite Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1994. Uygulamalı İstatistik. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:704, Erzurum.
- Yousefian, M. and Amiri, M. S., 2009. A Review of the Use of Prebiotic in Aquaculture for Fish and Shrimp. *African Journal of Biotechnology*, 8 (25), 7313-7318.
- Zhou, Z., Ding, Z. and Huiyuan, L. V., 2007. Effects of Dietary Short-Chain Fructooligosaccharides on İntestinal Microflora, Survival and Growth Performance of Juvenile White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 38 (2), 296-301.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2007 yılında girdiği Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Bölümü’nden 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.