

**FARKLI ESANSİYEL YAĞLAR ve KİTOSAN ile
HAZIRLANAN FİLMLEMLERLE AMBALAJLANMIŞ
Luciobarbus esocinus FİLETOLARININ
2±1°C'DE RAF ÖMRÜNÜN
ARAŞTIRILMASI**

Yük. Müh. Nermin KARATON KUZGUN

Doktora Tezi

**Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI**

EKİM-2014

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ESANSİYEL YAĞLAR ve KİTOSAN ile HAZIRLANAN
FİLMLELERLE AMBALAJLANMIŞ *Luciobarbus esocinus*
FİLETOLARININ 2±1°C'DE
RAF ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. Nermin KARATON KUZGUN

(Enstitü No:08124201)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :2 Ekim 2014
Tezin Savunulduğu Tarih :21 Ekim 2014

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU(Ç.O.M.Ü)

Prof. Dr. Gülsüm ÖKSÜZTEPE (F.Ü)

Prof. Dr. Erdal DUMAN(F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Muhsine DUMAN (F.Ü)

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca geniş bilgi birikimi ve deneyimiyle bana ışık tutan danışman hocam Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI'ya teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca, Tez İzleme Komitesi'nde yer alan Prof. Dr. Gülsüm ÖKSÜZTEPE ile Yrd. Doç. Dr. Muhsine DUMAN'a ve Bölüm Başkanım Sayın Prof. Dr. Erdal DUMAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın başından itibaren laboratuvar koşullarının sağlanması ve gerekli imkânların hazırlanması konusunda yardımlarını esirgemeyen Su Ürünleri Fakültesi'ndeki bütün hocalarıma, tez çalışmamı SÜF 11.10 No'lu proje ile destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Arştırma Projeleri (FÜBAP) koordinatörlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteğiyle bana her zaman yardımcı olan annem, babam ve diğer aile fertlerime, tez çalışmam sırasında her türlü desteği esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eşim Elektrik-Elektronik Mühendisi Bilge Selçuk KUZGUN'a ve kızım Duru'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nermin KARATON KUZGUN

ELAZIĞ-2014

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
TABLolar LİSTESİ	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
KISALTMALAR LİSTESİ	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. <i>Luciobarbus esocinus</i> , HECKEL 1843	2
1.2. Yenilebilir Filmler	2
1.2.1. Yenilebilir filmlerin avantajları	5
1.2.2. Kitosan.....	5
1.2.3. Kabuklardan kitinin izolasyonu ve kitosanın elde edilmesi	7
1.2.4. Kitosanın antimikrobiyal etkisi	9
1.2.5. Kitosandan yenilebilir filmlerin oluşturulması.....	9
1.3. Esansiyel Yağlar ve Genel Özellikleri.....	11
1.3.1. Gıdalarda yaygın olarak kullanılan bazı aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen esansiyel yağlar.....	13
1.3.1.1. Kekik (<i>Eugenia caryophyllata</i>)	14
1.3.1.2. Karanfil (<i>Eugenia caryophyllata</i>).....	15
1.3.1.3. Biberiye (<i>Rosemarinus officinalis</i>).....	16
1.4. Yenilebilir Film Teknolojisi ile İlgili Kaynak Özetleri	18

2. MATERİYAL VE METOT	20
2.1. Materyal.....	20
2.1.1. <i>Luciobarbus esocinus</i> , HECKEL 1843	20
2.1.2. Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kullanılan materyaller	21
2.2. Metot.....	22
2.2.1. Film solüsyonlarının hazırlanması	22
2.2.2. Yenilebilir kitosan filmlerin hazırlanması.....	24
2.2.2.1. Film kalınlıklarının ölçülmesi	26
2.2.3. Örneklerin Hazırlanması.....	26
2.2.3.1. Filetonun çıkarılması	26
2.2.3.2. Deneysel gruplar.....	27
2.2.4.1. Besin Bileşimi Analizleri	28
2.2.3.1 Nem miktarının belirlenmesi	28
2.2.3.2. Ham Protein Tayini	28
2.2.3.3. Ham Yağ Tayini	28
2.2.3.4. Ham Kül Tayini	28
2.2.4. Kimyasal Analizler	29
2.2.4.1. pH Tayini.....	29
2.2.4.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini.....	29
2.2.4.3. Peroksit Sayısı Tayini	29
2.2.4.4. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini	30
2.2.5. Mikrobiyolojik Analizler	30
2.2.5.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması	30
2.2.5.2. Toplam Mezofil Aerob Bakterilerin Sayımı.....	30

2.2.5.3. Toplam Anaerob Bakteri Sayımı	30
2.2.5.4. Psikrofilik Bakteri Sayımı	31
2.2.5.5. <i>Lactobasillus</i> Sayımı	31
2.2.5.6. Lipolitik Mikroorganizma Sayımı	31
2.2.5.7. Maya-Küf Sayımı	31
2.2.5.8. Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı.....	31
2.2.6. Duyusal Analizler	32
2.2.7. İstatistiksel Analizler	32
3. BULGULAR	33
3.1. Film Kalınlıkları	33
3.2. Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler.....	34
3.2.1. Besin Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler.....	34
3.2.1.1. Nem Miktarı	34
3.2.1.2. Ham Protein Miktarı	35
3.2.1.3. Ham Yağ Miktarı.....	35
3.2.1.4. Ham Kül Miktarı	36
3.2.2. Kimyasal Değişimler	38
3.2.2.1. pH Değeri	38
3.2.2.2. TVB-N Değeri	41
3.2.2.3. Peroksit Sayısı (PS)	44
3.2.2.4. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA).....	47
3.2.2. Mikrobiyolojik Değişimler	50
3.2.2.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı	50

	<u>Sayfa No</u>
3.2.2.2. Toplam Anaerobik Bakteri Sayısı	55
3.2.2.3. Toplam Psikrofilik Aerob Bakteri Sayısı	56
3.2.2.4. <i>Laktobacillus</i> Sayısı.....	59
3.2.2.5. Lipolitik Mikroorganizma Sayısı	62
3.2.2.6. Maya-Küf Sayısı.....	65
3.2.2.7. Koliform Grubu Bakterilerin Sayısı	68
3.2.3. Duyusal Değişimler	71
3.2.3.1. Görünüş	71
3.2.3.2. Gevreklik	74
3.2.3.3. Koku	76
3.2.3.4. Lezzet.....	78
3.2.3.5. Renk.....	80
3.2.3.6. Genel Beğeni Düzeyi.....	82
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	86
4.1. Film Kalınlıklarında Meydana Gelen Değişiklikler	86
4.2. Besin Bileşiminde Meydana Gelen Değişiklikler	86
4.3. Kimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler.....	88
4.4. Mikrobiyolojik Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler	92
4.5. Duyusal Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler	96
5. ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR.....	100
ÖZGEÇMİŞ	115

ÖZET

Farklı Esansiyel Yağlar ve Kitosan ile Hazırlanan Filmlerle Ambalajlanmış *Luciobarbus esocinus* Filetolarının $2\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de Raf Ömrünün Araştırılması

Bu çalışmada, kitosan ve kekik, karanfil, biberiye esansiyel yağları ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış *Luciobarbus esocinus* filetolarının $2\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimleri incelenmiştir.

Deneysel örneklerin oluşturulması için *Luciobarbus esocinus* filetoları normal, vakum paketlenme, kitosan, kekik yağı ilaveli kitosan, karanfil yağı ilaveli kitosan ve biberiye yağı ilaveli kitosan yenilebilir filmleri ile kaplanarak toplamda 6 grup (A, B, C, D, E ve F) elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan fileto ve deneysel örneklerin filmle kaplama işleminden sonra besin kompozisyonu (nem, ham protein, ham yağ ve ham kül) belirlenmiştir. Araştırmada incelenen örneklerin $2\pm1^{\circ}\text{C}$ 'deki muhafazası süresince üç günde bir kimyasal (pH, TVB-N, Peroksit sayısı, TBA), mikrobiyolojik (Toplam mezofilik aerob, toplam anaerob bakteriler, toplam psikrofilik aerob, *laktobacillus*, lipolitik, maya ve küf, koliform grubu bakterilerin sayımı) ve duyusal (Renk, koku, gevreklik, görünüş, lezzet, genel beğeni) olarak analizleri yapılmıştır. Bu araştırma üç tekerrürlü, analizler iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizler neticesinde, taze filetoların 12. günde, vakum paketlenmiş filetoların 15. günde, kitosanla ve biberiye ilaveli kitosan ile kaplanmış filetoların 27. günde, kekik ilaveli ve karanfil ilaveli kitosan ile kaplanmış filetoların ise 30. günde muhafaza süreleri sona ermiştir.

Sonuç olarak, kitosan yenilebilir filmlerin içerisine esansiyel yağların da ilave edilmesiyle ürünün raf ömrü üzerinde olumlu etki gösterdiği, özellikle kekik ve karanfil eklenmiş kitosan yenilebilir filmlerin bu konuda kayda değer olduğu ve ürünün kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalitesi üzerine olumlu etki gösterdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, Yenilebilir Film, *Luciobarbus esocinus*, Kekik, Karanfil, Biberiye

SUMMARY

The Investigation of shelf life at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ of *Luciobarbus esocinus* fillets packaged with films prepared addition of different essential oils and chitosan

In this study, it was examined the chemical, microbiological and sensory changes during storage $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ of the coated with edible films prepared with chitosan and thyme, clove, rosemary essential oils *Luciobarbus esocinus* fillets were examined.

To create experimental samples, a total of six groups, coated with edible films normal, vacuum packed, chitosan, thyme oil added chitosan, clove oil added chitosan, rosemary oil added chitosan to *Luciobarbus esocinus* fillets were used.

The food composition (moisture, crude protein, crude fat and crude ash) of fillets and experimental samples were determined after coated with films.

During storage in $2\pm 1^{\circ}\text{C}$, the samples were analyzed in every three days period as chemical (pH, TVB-N, number of peroxide, TBA), microbiological (Total mesophilic aerobic bacteria, total anaerobic bacteria, total psikrofilik aerobic, *laktobacillus*, lipolytic, yeast and mold, coliform bacteria) and sensory (Colour, odor, texture, appearance, flavor, general acceptable). This study was performed as three replications, in two parallel analyses.

The result of analyzes showed that, preservation period has ended fresh fillets in day 12, vacuum packed fillets in day 15, those coated fillets with chitosan and rosemary supplemented chitosan in day 27, those coated fillets with thyme addition and cloves supplemented chitosan in day 30.

As a result, it was observed that addition of essential oil to chitosan edible films showed a positive effect on the shelf life of product, especially on thyme and cloves added edible chitosan films and showed a positive effect on the chemical, microbiological and sensory quality of the product.

Keywords: Chitosan, Edible Film, *Luciobarbus esocinus*, Thyme, Cloves, Rosemary.

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Kullanılan kitosanın spesifik özellikleri	21
Tablo 2.2. Kullanılan esansiyel yağların spesifik özellikleri	21
Tablo 2.3. Çalışmada hazırlanan deneysel gruplar	27
Tablo 2.4. Duyusal analiz puanlama formu	32
Tablo 3.1. Çalışmada hazırlanan filmlerin kalınlıkları	33
Tablo 3.2. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinin besin bileşiminin ortalama değerleri.....	37
Tablo 3.3. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen pH değerleri.....	40
Tablo 3.4. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TVB-N (mg/100g) değerleri.....	43
Tablo 3.5. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen peroksit (meq/kg) değerleri	46
Tablo 3.6. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TBA (mg MDA/kg) değerleri	49
Tablo 3.7. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TMAB sayısı (log kob/g).....	52
Tablo 3.8. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TAnB sayısı (log kob/g)	55
Tablo 3.9. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TPAB sayısı (log kob/g).....	58
Tablo 3.10. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen <i>Laktobacillus</i> sayısı (log kob/g).....	61
Tablo 3.11. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen lipolitik bakteri sayısı (log kob/g)	64
Tablo 3.12. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen maya-küf sayısı (log kob/g).....	67

Tablo 3.13. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen koliform grubu bakterilerin sayımı (log kob/g).....	71
Tablo 3.14. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “görünüş” puanları	73
Tablo 3.15. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “gevreklik” puanları	75
Tablo 3.16. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “koku” puanları	77
Tablo 3.17. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “lezzet” puanları.....	79
Tablo 3.18. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “renk” puanları	81
Tablo 3.19. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “genel beğeni” puanları	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Kitin ve kitosanın elde edilmesinde kullanılan yöntemler.....	8
Şekil 1.2. Kitosan film.....	10
Şekil 1.3. Kekik.....	14
Şekil 1.4. Karanfil	15
Şekil 1.5. Biberiye	16
Şekil .2.1. <i>Luciobarbus esocinus</i>	17
Şekil 2.2. Film solüsyonlarının oluşturulma aşamaları	23
Şekil 2.3. Yenilebilir film solüsyonlarının etüvde evaporasyonu ve biyogüvenlik kabini sterilizasyonu	24
Şekil 2.4. Yenilebilir filmlerin hazırlanmasındaki işlem akış şeması	25
Şekil 2.5. Film kalınlıklarının ölçülmesinde kullanılan dijital mikrometre	26
Şekil 2.6. Filetoların yenilebilir filmlerle kaplanabileceği uygun boyutlarda kesilmesi	26
Şekil 2.7. Yenilebilir filmlerle kaplanmış ve vakum paket uygulanmış filetonun muhafazaya alınmadan önceki görüntüsü.....	27
Şekil 3.1. Deneysel fileto örneklerinin nem miktarları	34
Şekil 3.2. Deneysel fileto örneklerinin ham protein miktarları	35
Şekil 3.3. Deneysel fileto örneklerinin ham yağ miktarları	36
Şekil 3.4. Deneysel fileto örneklerinin ham kül miktarları	37
Şekil 3.5. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen pH değerlerinde meydana gelen değişimler.....	41
Şekil 3.6 Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TVB-N (mg/100g) değerlerinde meydana gelen değişimler.....	44
Şekil 3.7. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen peroksit (meq/kg) değerinde meydana gelen değişimler	47

Şekil 3.8. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TBA (mg MDA/kg) sayısında meydana gelen değişimler	50
Şekil 3.9. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TMAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler.....	53
Şekil 3.10. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TAnB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler	56
Şekil 3.11. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TPAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler	59
Şekil 3.12. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen <i>Laktobacillus</i> sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler	62
Şekil 3.13. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen Lipolitik sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler	65
Şekil 3.14. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen Maya-Küf sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler	68
Şekil 3.15. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler.....	71
Şekil 3.16. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “görünüş” puanlarında meydana gelen değişimler	74
Şekil 3.17. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “gevreklik” puanlarında meydana gelen değişimler	76
Şekil 3.18. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “koku” puanlarında meydana gelen değişimler	78
Şekil 3.19. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “lezzet” puanlarında meydana gelen değişimler	80
Şekil 3.20. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “renk” puanlarında meydana gelen değişimler	82
Şekil 3.21. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “genel beğeni” puanlarında meydana gelen değişimler.....	85

KISALTMALAR LİSTESİ

GRAS	: Generally Recognized as Safe (Genel olarak güvenilir kabul edilen)
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
TBA	: Tiyoarbitürik Asit Sayısı
MDA	: Malondialdehit
PS	: Peroksit Sayısı
UV	: Ultraviyole
TMAB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TAnB	: Toplam Anerobik Bakteri Sayısı
TAPB	: Toplam Psikrofil Bakteri
TPAB	: Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri
KOB	: Koloni Oluşturan Birim

1.GİRİŞ

Günümüzde birçok gıda ürününün tüketiciye ambalaj içerisinde sunulmasından dolayı ambalaj materyalleri modern toplumlarda günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Gıda endüstrisinde ambalaj materyalleri gıdalarda bozulmayı önlemek, raf ömrünü uzatmak, kalite ve güvenliği arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle, ambalajlamadaki temel amaç; gıdayı mikrobiyal ve kimyasal kontaminasyondan korumak, oksijen, nem ve ışık bariyeri oluşturmaktır (Cha ve Chinnan, 2004).

Balıklarda bozulmayı ve patojen mikroorganizmaları inhibe etmek için birçok uygulama geliştirilmektedir (Gómez-Estaca vd., 2010). Bu tekniklerden biri de diğer gıda ürünlerinde de yaygın şekilde kullanılan yenilebilir filmlerden faydalanmaktır (Dursun ve Erkan, 2009).

Yaygın ambalajlama yöntemlerinden birisi olan antimikrobiyal film ve kaplamalar, gıda yüzeyindeki mikroorganizmaların sayısının azaltılması ya da üreme hızının yavaşlatılması ile gıdanın korunmasını sağlayan bir sistemdir (Ayana ve Turhan, 2010). Yenilebilir film ve kaplamalar, tüketicilerin sağlık, beslenme, gıda güvenliği ve ayrıca bu maddelerin nem, oksijen, aromalara sahip olması nedeniyle gün geçtikçe daha çok araştırılmaktadır (McHugh, 2000; Dutta vd., 2009).

Yenilebilir filmler, gıdanın raf ömrünü uzatır ve paketlenme materyalinin ekonomik verimliliğini artırır. Bu filmler, üründen suyun buharlaşmasının düzenlenmesi yanı sıra gıda sistemine oksijen, karbondioksit ve lipid transferini sağladıkları gibi gıda sisteminin mekanik özelliklerini geliştirirler ve ayrıca lezzet ve aroma maddelerinin kaybını azaltırlar (Kester ve Fennema,1986; Mc Hugh ve Krochta,1994; Lerdthanagkul ve Krochta,1996; Nisperos ve Baldwin,1996). Yenilebilir kaplama uygulamaları gıda kalitesinin yükseltilmesini sağlamakta ve az işlenmiş ürünlerin raf ömrünü uzatmaktadır (Campaniello vd., 2008).

Günümüzde biyopolimerlere olan ilgi artmaktadır. Biyopolimerlerle hazırlanan filmler genellikle protein, yağ ve polisakkaritlerden oluşmaktadır. Bu amaçla kitosan yenilebilir film oluşturmak için ilginç bir materyaldir (Leceta vd., 2013). Kitosanın film oluşturma özelliği, özellikle gıda maddelerinin patojenlere karşı korunmasında kitosana oldukça önemli bir özellik katar. Meyvelerin saklanması potansiyel bir kaplama ajanı olduğu düşünülmektedir (Elibol, 2008).

Esansiyel yağlar, güçlü kokularıyla karakterize olup aromatik bitkilerin yaprak meyve, kabuk ve kök kısımlarından elde edilen doğal ürünlerdir. Genellikle oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen genellikle renksiz veya açık sarı renklidirler. Güzel kokulu olmalarından dolayı esans ya da eterik yağ da denilmektedir. Su ile karışmadıkları için yağ olarak tanımlanırlar (Ceylan, 1983; Davidson vd., 1983; Bakkali vd., 2008).

Bu çalışmada, kekik, karanfil, biberiye esansiyel yağları ve kitosan ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanan *Luciobarbus esocinus* filetolarının $2\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza süresince kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri yapılarak elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle ürünlerin raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1. *Luciobarbus esocinus*, HECKEL 1843

Türkçe adı Cero diye geçmektedir. Vücut yanlardan yassılaştırmış, baş konik şekilli ve büyük olup uzunluğu daima vücut yüksekliğinden fazladır. Burun iyice sivrileştirmiş, ağız terminal konumludur. Gözler gayet küçüktür. Dudaklar fazla etli değildir. İki çift bıyıktan uzun olanlarının serbest ucu ancak gözlerin arka kenarına kadar uzanabilir. Dorsalin serbest kenarı içe doğru kavislidir ve sonuncu basit ışını iyi kemikleştirmek için arka kenarında kuvvetli dişçikler meydana getirmiştir (Geldiay ve Balık, 2007).

Renk vücudun dorsal yarısında koyu, ventral yarısında ise açık gridir. Vücudun özellikle sırt bölgesinde dorsal yüzgeç üzerinde düzensiz dağılmış koyu lekeler bulunur. Bazen sırt bölgesi yeşilimsi renkte yansımalarla gösterir. Boyu 80 cm'den fazla olabilir, ağırlığı 40 kg'a ulaşabilir (Geldiay ve Balık, 2007; URL-1, 2014). Eti nispeten lezzetli olduğundan özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi halkının önemli bir gıdasını oluşturur. Dolayısıyla ekonomik önemi olan balıklar arasındadır. Türkiye'de başlıca yayılma alanı Fırat ve Dicle nehir sistemleridir (Geldiay ve Balık, 2007). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *L. esocinus*'un yaşları ile ilgili yapılan çalışmalara göre; Şen ve Duman (1999) I-X, Orsay ve Duman (2004) I-VIII, Çoban vd. (2012) ise I-XVII arasında yaş dağılımının olduğunu tespit etmişlerdir.

1.2. Yenilebilir Filmler

Yenilebilir filmler, gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı (hidrokolloid veya lipid), gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir. Yenilebilir filmler uygun şekilde hazırlandığı takdirde fonksiyonel bir ambalajın sahip olabileceği tüm işlevleri yerine getirebilir. Tarımsal kökenli bu ambalajlar, cam, teneke, polimer gibi ticari ambalajlama materyallerine alternatif olarak geliştirilmiştir (Guilbert, 1986; Akbaba, 2006; Falguera vd., 2011). Bu ambalajlar, suyun yanı sıra aroma bileşikleri, pigmentler, kararma tepkimelerini durduran iyonlar ve vitaminler gibi maddelerin ürünlerin içinde tutulmasını sağlamaktadır (McHugh, 2000; Dursun ve Erkan, 2009).

Gıda ürünlerinde yenilebilir filmlerin kullanımı yeni gibi görünmekle birlikte bu uygulama yıllar öncesine dayanmaktadır. Vakslar ekşi meyvelerin dehidrasyonunu

geciktirmek için, Çin’de 12. ve 13. yüzyıl’dan beri kullanılmaktadır. Asya’da 15. yüzyıl’dan beri bazı gıdaların görünüşünü ve muhafazasını geliştirmek için kaynamış soya sütünden elde edilen Yuba ismi verilen filmden yararlanılmaktadır. Büzülmeyi önlemek için etlerin yağlarla kaplanması 16. yüzyıl’dan beri uygulanmaktadır. 19. yüzyıl’da ceviz, badem ve fındıkların muhafazası sırasındaki oksidasyonu ve bozulmayı önlemek için yenilebilir koruyucu bir kaplama olarak ilk kez sükröz kullanılmıştır. Son yüzyılda etlerin ve diğer gıda kaynaklarının korunması için jelatin filmlerle kaplanması önerilmiştir. Şimdiye kadar yenilebilir film ve kaplamaların en önemli uygulaması, 1930’dan beri uygulanan yağ ve vakslardan yapılan bir emülsiyonun kullanılmasıdır. Bu emülsiyonlar, meyvelerin parlaklık ve renk gibi fiziksel özelliklerini korumakta, yumuşaklığın, solgunluğun başlamasını geciktirmekte, fungusitlerin taşınmasını önlemekte, olgunlaşmasını daha iyi kontrol etmekte ve su kaybını azaltmaktadır (Debeaufort vd., 1998). Yenilebilir film ve kaplamaların uygulamaları bununla da sınırlı kalmamış, sosis gibi et ürünlerinde hayvan bağırsağı yerine yenilebilir kollojen kılıflar kullanılmaya başlanmıştır (Kester ve Fennema, 1986; Ayana, 2007).

Gıda endüstrisinde sentetik polimerlere alternatif film oluşturma yeteneğine sahip doğal kaynaklı polimerlerin kullanılması büyük avantajlar sağlamaktadır. Biyopolimerler ile hazırlanan yenilebilir filmler nem ve oksijen bariyeri oluşturarak ve uçucu aroma bileşiklerinin kaybına engel olarak gıdanın raf ömrünü uzatmaktadır (Hong vd., 2005; Rojas-Grau vd., 2007).

Yalnızca biyopolimerlerden elde edilen yenilebilir filmler zayıf mekanik özelliklere sahiptir, kırılgan yapıdadır ve kurutma aşamasında çatlama yapabilirler (McHugh ve Krochta 1994, Hong vd., 2005). Bu problemler gliserol, propilen glikol, sorbitol veya polietilen glikol gibi plastikleştiricilerin film bileşimine eklenmesi ile aşılabılır (Dutta vd., 2009).

1.2.1. Yenilebilir filmlerin avantajları

Yenilemeyen polimerik ambalaj materyallerine göre yenilebilir filmlerin avantajları şu şekilde özetlenebilir;

1. Ambalajlanmış ürün ile birlikte tüketilebilmektedir.
2. İçine eklenen çeşitli bileşenlerle (flavor ve renk maddeleri, tatlandırıcı maddeler) desteklenerek, uygulandıkları gıdaların organoleptik özelliklerini geliştirmektedirler.
3. Gıdaların beslenme değerlerini de desteklemektedirler. Özellikle proteinlerden yapılan filmler bu konuda önem taşır.
4. Bezelye, fasulye, fındık ve çilek gibi ayrı ayrı ambalajlanamayan ürünlerin, küçük parçalar halinde ayrı olarak ambalajlanmasında kullanılmaktadırlar.
5. Heterojen gıdalarda farklı tabakalar arasına uygulanabilmektedir.
6. Antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için taşıyıcı görevi görmektedir. Gıda yüzeyine uygulanarak yüzeydeki koruyucu maddelerin iç kısımlara difüzyonunun hızını kontrol etmek amacıyla da kullanılmaktadır.
7. Yenilebilir filmler yenilemeyen filmler ile birlikte çok katlı ambalaj materyalleri olarak da kullanılabilirler. Bu durumda yenilebilir filmler gıda ile direkt temas eden iç tabakada kullanılabilmektedir (Gennadios ve Weller, 1990; Acar ve Alper, 1996).

1.2.2. Kitosan

Kitin kelimesi, Yunanca kökenli olup tırnak örtüsü anlamına gelen chiton'dan türemiştir. Ayrıca, kitin Yunanca kapak ya da tunik anlamına da gelmektedir. Omurgasızlardan özellikle kabukluların, böceklerin dış iskeleti ve küf ile mayanın hücre duvarının temel maddesi olup, koruyucu ve destekleyici bileşen olarak görev alır. Yılda en az 10 gigaton (Bir gigaton 1 milyar tona eşit) kitin biyosferde kullanılıp hidrolize olmaktadır. 1811 yılında Fransız bilim adamı Henri Braccoonot tarafından mantardan izole edilmiş ve keşfedilmiştir (Kumar, 2000; Peniche vd., 2008). Braccoonnot, mantarlarda bulunan kitini sülfürik asitte çözmeye çalışmıştır. 1894'de Hoppe-Seyler, kitini potasyum hidroksit içerisinde 180 °C'de işleme sokmuş (deasetilasyon) ve "kitosan"ı elde etmiştir. Aynı yıl, Clark ve Smith tarafından kitosan lifi üretimi de başarı ile gerçekleştirilmiştir. 1823 yılında Odier, kitin yapısını böceklerin kabuklarında bulmuştur (Kumar, 2000;

Peniche vd., 2008). Kitosan üzerine ciddi temel çalışmalar bundan ancak yüzyıl kadar sonra başlamıştır. Bu biyopolimer geleneksel olarak doğada sıyrıkların iyileşmesinde ve Amerika’da derin bıçak yaralarının tedavisinde kullanılmıştır. 1934 yılında kitosandan film üretimi ve lif eldesi konusunda olmak üzere iki patent alınmıştır (Logan, 2001; Peniche vd., 2008; Demir ve Seventekin, 2009).

Kitin; selülozdan sonra doğada en fazla bulunan ikinci yenilenebilir biyopolimerdir. Ağır metaller için etkin bir tutucu olması nedeniyle, kitosan araştırmalarda giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır (Kumar, 2000; Alyüz ve Veli, 2005; Peniche vd., 2008).

Kitosan kitinin başlıca türevidir. Kitosan kitinden deasetile edilir ve kitinin tersine asidik solüsyonda çözünebilir. Selülozun moleküler yapısına benzerlik göstermesine rağmen kitosan, kitinden daha önemlidir (Alyüz ve Veli, 2005; Muşabak, 2008, Peker vd., 2006, No vd., 2007).

Kitin ve kitosan hakkındaki ilk kapsamlı yayın, 1977 yılında Muzarelli tarafından yapılmıştır. Daha sonra bu konuda çeşitli uluslararası sempozyumlar ve araştırmalar ile devam eden incelemeler günümüze kadar gelmiştir. Bu çok yönlü polimerlerin yeni uygulama alanlarını bulmaya ve uygulamaya yönelik akademik ve endüstriyel araştırmalar halen kapsamlı ve yoğun bir şekilde devam etmektedir. Kitine göre birçok avantaja da sahip olan kitosan başta gıda, kozmetik, ziraat, tıp, kağıt ve tekstil olmak üzere birçok endüstri dalında kullanım alanı bulmuştur (Demir ve Seventekin, 2009).

Günümüzde kitosan doğal bir biyopolimer olması ve yenilebilir olma özelliğinden dolayı bir çok farklı sektörde kullanım alanı bulmaktadır (Synowiecki vd., 2003; Shahidi ve Abuzaytoun, 2005).

Kitosanın molekül ağırlığı ve deasetilasyon derecesi, kitinin kaynağına, izolasyon yöntemine, sodyum hidroksit ile işlem görme süresine, konsantrasyonuna ve işlem sırasındaki sıcaklığa bağlıdır. Genel olarak kitin ve kitosanın çözünürlüğü molekül ağırlığının artmasıyla azalmaktadır. Kitosanın pH 7’nin üzerindeki sulu çözeltilerde çözünmemesinin sebebi stabil kristal yapısından dolayıdır. Kitosan psödoplastik (Kayma özelliği) davranış gösterir. Biyoparçalanabilir bir polimer olan kitosan, toksik ve alerjik değildir. Bu özellikleriyle kitosanın, farmasötik ve medikal açıdan önemli kullanım alanları mevcuttur (Duman ve Şenel, 2004).

Kitosanın bariyer oluşturma özelliklerinin olması kitosanı antimikrobiyal özellikte yenilebilir film ve kaplamalar için ideal bir materyal haline getirmektedir. Yapılan birçok çalışma kitosanın koruyucu ve kaplama materyali olarak kullanılmasının gıdaların kalite ve

raf ömrünü arttırdığını ortaya koymuştur. Kitosanın Kore ve Japonya’da uzun yıllardır gıda katkı maddesi olarak kullanımı yasaldir. ABD’de ise GRAS olarak onaylanmıştır (Peker vd., 2006; No vd., 2007).

Kitosan mükemmel bir oksijen bariyeri oluşturduğu için yenilebilir bir film bileşeni olarak kullanılabilir. Ayrıca biyolojik olarak parçalanabilmektedir (Caner vd., 1998, Jeon vd., 2002, López-Caballero vd., 2005). Kitosan filmler yarı geçirgen bir forma sahip olduğu için iç atmosferi değiştirebilir (Caner vd., 1998).

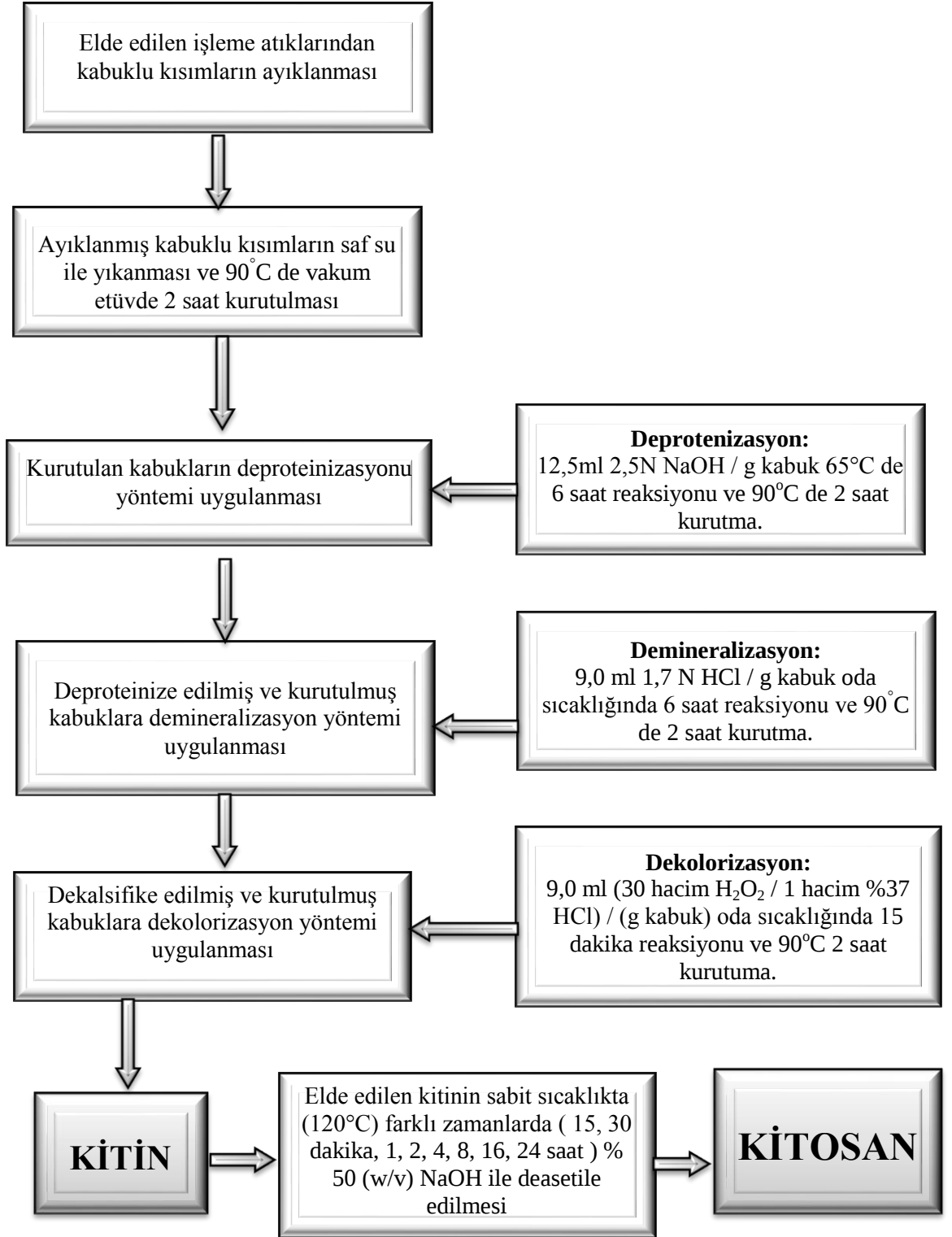
Biyopolimerler standart üretim teknikleri ile kolaylıkla film formu alabilirler. Ancak maliyetleri sentetik filmlere nazaran yüksektir. (Quintavalla ve Vicini 2002). Kitosanın film oluşturma özelliği ise özellikle gıda maddelerinin patojenlere karşı korunmasında kitosana oldukça önemli bir özellik katar. Meyvelerin saklanması potansiyel bir kaplama ajanı olduğu düşünülmektedir (Jiang ve Li, 2001; Kittur vd., 2001; Li ve Yu, 2001; Elibol, 2008).

Gıdaların kitosan filmi 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 geciktirmekte, solunumu kontrol etmektedir. Bunlara ilave olarak doğal aromanın artırılması, tekstürün ayarlanması, emülsifiye edici etkinin artırılması, rengin stabilizasyonu, deasidifikasyon gibi konularda da kitosandan yararlanılmaktadır (Bostan vd., 2007).

Farklı koruma fonksiyonlarına sahip yenilebilir film sistemlerinde antimikrobiyal madde yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya geçmektedir. Böylelikle film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimde antimikrobiyal madde kalmakta ve mikroorganizmalara karşı daha uzun süre etki göstermektedir (Coma vd., 2002; Çağrı vd., 2002). Doğal bir biyopolimer olan kitosan, özellikle son 50 yıldır araştırmacılar için ilginç bir materyal olarak yerini korumaktadır (Demir ve Seventekin, 2009).

1.2.3. Kabuklardan Kitinin İzolasyonu ve Kitosanın Elde Edilmesi

Kitin izolasyonu kabukta bulunan diğer maddelerin uzaklaştırılması ile gerçekleştirilmektedir. Bunun için yapılan işlemler Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Kitin ve kitosanın elde edilmesinde kullanılan yöntemler (Polat, 2008).

1.2.4. Kitosanın antimikrobiyal etkisi

Kitosanın antimikrobiyal mekanizması henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamış olup antimikrobiyal özelliklerinin açıklanmasında üç mekanizma ileri sürülmüştür. En uygulanabilir hipotez, pozitif yüklü kitosan moleküllerinin amino grupları nedeniyle mikrobiyal hücrenin membranındaki negatif yüklülerle etkileşmesidir. Bu etkileşim sonucu mikrobiyal hücre duvarının bariyer fonksiyonunu kaybettiği ve hücre içi materyalin açığa çıktığı gösterilmiştir (Helander vd., 2001; Liu vd., 2004; No vd., 2007; Peker vd., 2006; Martínez-Camacho vd., 2010). İkinci mekanizmada ise kitosan iz metallere seçici bağlanarak şelatlama ajanı olarak hareket eder ve böylece mikrobiyal gelişimi ve toksin üretimini inhibe eder (Dutta vd., 2009). Üçüncü mekanizmaya göre, düşük moleküler ağırlıklı kitosan hücre çekirdeğine girmeye yatkındır. DNA'yla bağlanarak mRNA ve protein sentezinin inhibisyonuna öncülük eder ve ayrıca çeşitli enzimlerin etkisini de inhibe etmektedir (No vd., 2007; Dutta vd., 2009; Martínez-Camacho vd., 2010).

Yapılan araştırmalar kitosanın antioksidan aktivitesinin esas olarak polimer zincirlerindeki aktif hidroksil ve amino gruplarına bağlı olarak gösterdiğini ortaya koymuştur (Sun vd. 2008; Keser ve Bilal, 2010). Yapılan çalışmalarda kitosan ve oligomerlerinin antimikrobiyal aktiviteleri kitinin deasetilasyon derecelerine ve moleküler ağırlıklarına bağlı olduğunu göstermiştir (Jeon vd., 2001; No vd., 2002).

Dutta vd. (2009), yapmış olduğu araştırmada; düşük moleküler ağırlığa sahip kitosanın Gram negatif bir bakteri olan *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkinliğini hücre içine girerek gösterdiğini ve kitosanın moleküler ağırlığı azaldıkça etkinliğinin arttığını bildirmişlerdir.

1.2.5. Kitosandan Yenilebilir Filmlerin Oluşturulması

Yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı yeni bir uygulama olmamakla birlikte son yıllarda gittikçe önem kazanmaktadır.

Kitosandan film üretimine yönelik ilk patent 1936 yılında ABD'de Du Pont de Nemours&Co firması çalışanlarından GW Rigby tarafından alınmıştır ve kitosan filmi esnek, dayanıklı, şeffaf, renksiz olarak tanımlanmıştır (Wiles vd., 2000).

Antimikrobiyal etkiye sahip olduğundan dolayı kitosan filmler pek çok ülkede (özellikle ABD ve Japonya başta olmak üzere) gıdaların kaplanması için kullanılmaktadır

(Shahidi vd., 1999; Tharanathan ve Kittur, 2003; No vd., 2007). Kitosan, film oluşturma yeteneğine sahip bir materyaldir (Tharanathan ve Kittur, 2003).

Kitosandan film üretimi için en çok kullanılan metot solvent evaporasyondur. Solvent evaporasyon metodu ile kitosan filmleri hidroklorik, formik, asetik, laktik ve sitrik asit gibi asitlerin sulu çözeltileri içinde çözündürülen kitosanın bir kalıba dökülerek kurutulması ile elde edilmektedir (Begin ve Calsteren 1999; Dutta vd., 2009) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Kitosan film (Peker, 2006)

Kitosan saf su ve organik çözücülerde çözünmediği için bir gıda katkı maddesi olan asetik asit ile çözündürülmesi mümkündür (TGK, 2003; Kim vd., 2006). Genel olarak kitosanın asetik asit ile hazırlanan solüsyonu diğer organik asitler ile hazırlanan solüsyonlarına nazaran bakteri türleri üzerine daha güçlü antimikrobiyal etkinliğe sahiptir. Fakat, *Lactobacillus* türleri üzerine en güçlü antimikrobiyal etkiyi ise laktik asit ve formik asit solüsyonları göstermektedir (No vd., 2002).

Plastikleştirici kullanmadan asetik ve formik asit ile hazırlanan kitosan filmleri sitrik ve laktik asit ile hazırlananlara nazaran daha sert ve kırılgan yapıdadırlar (Begin ve Calsteren 1999). Kitosan filmlerine elastikiyet kazandırmak amacıyla film bileşimlerine ilave edilen plastikleştiriciler filmlerin mekanik özellikleri üzerine etki eden faktörlerdendir. Özellikle plastikleştiriciler, paketlenme sanayinde önemli olan film kırılganlığını düşürürler ve filmin esnekliğini artırırılar. Plastikleştirici etkileri göz önüne alındığında gliserol ve polietilen glikol, etilen glikol ve propilen glikole göre kitosan filmleri için daha uygundur. Bu katkı maddeleri genelde düşük molekül ağırlığına sahip küçük moleküllerdir ve polimerlere uygun kaynama sıcaklıklarına sahiptirler. (Garcia vd.,

2000; Suyatma vd., 2005). Kitosan miktarının % 20'si oranında gliserolün film bileşimine ilavesi yeterli elastikiyeti sağlamaktadır (Suyutma vd., 2005).

Gliserol (Gliserin) renksiz, kokusuz, tatlı, vizkoz bir sıvıdır. Gliserol bir şeker alkolüdür ve 3 hidrofilik alkolik hidroksil grubu (–OH) vardır. Bu gruplar gliserolün suda çözünmesini sağlarlar (O'Neill vd., 2001). Gliserol gıdalarda ve içeceklerde nemlendirici, çözücü ve tatlandırıcı olarak kullanılır. Ayrıca, gıda korumasına da yardımcı olmaktadır (Sarıküş, 2006).

Kitosan kaplama malzemesi olarak kullanıldığında antimikrobiyal, antioksidan ve antifungal etkilerinin araştırılması üzerine yapılan pek çok araştırma mevcuttur. Meyve ve sebzelerin kaplanması kaplama olarak uygulanabilirliği (Devlieghere vd., 2004) incelenmiştir ve buna göre, kivi, armut, şeftali (Du vd., 1997), domates (Ghaouth vd., 1992), dilimlenmiş mango (Chien vd., 2007), çilek (Han vd., 2005), havuç (Cheah vd., 1997), et ürünlerinden soyulmuş sosislerin kaplanması (Mahan, 2007), salam, pastırma, jambon (Quattara vd., 2000), gümüş balığın (Fan vd., 2009), palamut filetolarının (Arashisar vd., 2009) ve somon füme (Ye vd., 2008) gibi pek çok çalışmada kaplama olarak kullanılmıştır ve gıdaların raf ömrünü uzattığı sonucuna varılmıştır.

Son yıllarda esansiyel yağların doğrudan polimerlere ilavesi ile antimikrobiyal plastik filmlerin üretimine yönelik alınan patentler bu filmlerin özellikleri ve antimikrobiyal etkilerine yönelik yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ümit vericidir (Becerril vd., 2007; Gutierrez vd., 2009).

1.3. Esansiyel Yağlar ve Genel Özellikleri

Esansiyel yağ, bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya kök kısımlarından elde edilen oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu, kuvvetli kokulu doğal bir üründür. Güzel kokulu olmasından dolayı esans ya da eterik yağda denilmektedir. Su ile karışmadıkları için yağ olarak tanımlansalar da sabit yağlardan farklıdır (Ceylan, 1983; Davidson vd., 1983; Bakkali vd., 2008; Kılıç, 2008).

Bitki esansiyel yağları uzun yıllardan beri değişik amaçlara yönelik özellikle bilimsel ve ticari olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının başında kozmetik, ilaç, gıda sanayi, aromaterapi ve fitoterapi gelmektedir (Hammer vd., 1999). Antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antimikrobiyel ve enzimatik etkilerinin yanında gıdaların

muhafazasında kullanılan doğal ürünlerdir. Esansiyel yağların çok büyük bir kısmı GRAS listesinde yer almaktadır (Kabara, 1991).

Ayrıca yapılan bir çalışmaya göre; benzaldehit ile modifiye edilmiş kitosanın biyoyoumlu ve anti kanserojen özelliklere sahip olduğundan ve çevre dostu olmasından dolayı çeşitli medikal ve endüstriyel alanlarda kullanım alanı bulabileceği düşünülmektedir (Çabuk vd., 2011).

Tüketiciler genellikle doğal katkı maddeleri sentetik olanlara tercih etmektedir (Pizzale vd., 2002). Bu nedenle uzun bir süreden beri besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini artırmak için katkı olarak kullanılan baharat ve doğal aromatik bitkiler ve bunların yağları giderek önem kazanmaktadır. Aromatik bitkilerin ve yağlarının antioksidan aktivitesi yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Kulisic vd., 2004). Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenlerdir (Rice-Avans, 1995). Flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler çoğunlukla bitkinin yaprak, çiçek ve odunsu kısımlarında bulunmaktadır. Bu nedenle genellikle aromatik bitkiler yaprak ve çiçek kısımları kurutularak ilaç halinde ya da ekstraksiyon, destilasyon gibi yöntemlerle elde edilen esansiyel yağ ekstraktları şeklinde kullanılmaktadır (Botsoglou vd., 2003).

Esansiyel yağlarda bulunan kimyasal bileşiklerin, değişik gruplarının fazlalığı dikkate alınırsa antibakteriyel aktivitenin tek bir mekanizmaya bağlı olmadığı, hücrede birçok faktöre bağlı olduğu sonucuna varılır (Toroğlu vd., 2006; Evren ve Tekgüler, 2011). Esansiyel yağların antimikrobiyel etkisi, hücrelerdeki organellerde yapı ve fonksiyon değişikliği ile sitoplazma zarında değişim oluşmasıyla meydana gelir. Yüksek bitkilerden elde edilen antimikrobiyel maddeler, mikrobiyel metabolizmanın enzimatik reaksiyonlarını durdurabilir, ortamdaki besin maddelerinin alımını engelleyebilir, zarın yapısını değiştirebilir, çekirdek ve ribozomal seviyede enzim sentezini engelleyebilir (Uçan, 2008; Evren ve Tekgüler, 2011).

Antimikrobiyel etki mekanizması üzerine gıdanın pH'sı da önemlidir. Düşük pH'da esansiyel yağın hidrofobluğu dolayısıyla gıdanın lipit fazında çözünme eğilimi artar. Fakat aynı zamanda bakteriyel hücre zarının lipit fazında da daha kolay çözünür. Bu durum antimikrobiyel etkinliği arttırır (Holley ve Patel, 2005; Evren ve Tekgüler, 2011).

Film formulasyonları içine bitki ekstraktları katılarak yapılan pek çok çalışma vardır (Gómez-Estaca vd., 2010). Zivanovic vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada; %1 ve %2 oranında kekik esansiyel yağı ilave edilmiş kitosan filmlerinin salam örneklerinde *E. coli*

O157:H7 sayısını 5 °C’ de 10 gün muhafaza sonunda yaklaşık 3 Log düzeyinde azalttığını bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada; kitosan filmlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 üzerine önemli düzeyde inhibe edici etkisinin olduğunu ve esansiyel yağların antimikrobiyal etkinliklerinin artırılması amacıyla kitosan filmleri ile birlikte kullanım olanaklarının olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte kitosan filmlerine esansiyel yağ ilavesinin gıdaların duyuşal nitelikleri üzerine etkilerinin araştırılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yüksek fenolik içerikleri nedeniyle güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip olan esansiyel yağların (Burt, 2004) film solüsyonlarına ilavesinin filmlerin antimikrobiyal etkisini kayda değer oranda arttırdığı yapılan çalışmalarda görülmüştür (Torlak, 2009).

1.3.1 Gıdalarda yaygın olarak kullanılan bazı aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen esansiyel yağlar

Yapılarında antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip birçok aromatik maddeye sahip bitki ve bitkilerin ekstraktları gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitki ve baharatların kimyasal bileşenleri ve etken maddeleri farklı olduğu için göstermiş oldukları etkiler de birbirinden farklıdır. Örneğin; turunçgiller, tarçın ve diğer baharat aromaları birkaç terpen ile karakterize edilir. Limonene ve citral (her ikisi de limonda bulunur), kamphor, pinene (çam ağaçları), eugenol (karanfil), thymol (kekik), geraniol (gül), karnosol ve karnosic asit (her ikisi de biberiyede bulunur), karnosol (adaçayı) en yaygın bilinen terpenlerdir (Singhal vd., 2001).

1.3.1.1. Kekik (*Thymus vulgaris*)

Timol (5-methyl-2- isopropylphenol) monoterpenler grubuna ait oksijenli bir aromatik bileşiktir (Şekil 1.3). Timol fenolik zincirin farklı bir bölgesinde hidroksil gruba sahip olan karvakrola yapısal olarak çok benzemektedir (Lambert vd., 2001).

Günümüzde kekik türleri ihraç eden ülkeler arasında Türkiye ilk sıralarda yer almaktadır. Kekik cinsi Türkiye’ de 22 tür ile temsil edilmektedir. Türkiye’ de yetiştirilen kekik türleri arasında ekonomik açıdan en önemli olanı ise İzmir Kekiği’ dir (Azcan vd., 2000; Dunder vd., 2008; Torlak, 2009).



Şekil 1.3. Kekik (URL-2, 2014)

Kekik (*Thymus vulgaris*) esansiyel yağının en önemli bileşenidir (Huma vd., 1999). Timol bakteri, maya ve küflerde antimikrobiyal etkiye sahiptir. Güçlü bir antiseptik ve antifungal olan kekiğin esansiyel yağ bileşenlerinden olan timolün fenollere göre 30 kat daha fazla antiseptik etki gösterdiği tespit edilmiştir (Lukic, 1989).

Kekik esansiyel yağı antimikrobiyal etkisini inceleyen bazı araştırmacılar ve yaptıkları çalışmada kekik esansiyel yağı, timolün *Shigella* spp.’e karşı engelleyici bir etki gösterdiği rapor edilmiştir (Bagamboula vd., 2004).

Tippayatum ve Chonhenchob (2007) yaptıkları çalışmada timolün *E.coli*, *S.aureus*, *B.cereus* ve *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitesini olduğunu rapor etmişlerdir.

1.3.1.2. Karanfil (*Eugenia caryophyllata*)

Karanfil 10-20 m yüksekliğinde, yaprak dökmeyen ağaçlardan elde edilir. Vatanı tropik Asya (Moluk Adaları, Zengîbar)'dır. Karanfil bitkisi, bildiğimiz süs karanfil çiçeğinden farklıdır. Yaz kış yeşil kalan yaprakları, meşin gibi serttir. Çiçekleri pembedir ve kiraz çiçekleri gibi demet halinde bulunurlar. Bu çiçeklerin kurutulmuş tomurcukları “karanfil” adını alır. Karanfile koku ve lezzetini veren “eugenol” adındaki esansiyel yağdır (Singhal vd., 2001). Karanfilin yapısı Şekil 1.4’ de görüldüğü gibidir.



Şekil 1.4. Karanfil (URL-3, 2014)

Eugenol güçlü kokuya sahiptir ve gıdalarda baharat olarak kullanılmaktadır. Ayrıca deterjan benzeri etkisinden dolayı diş antiseptiği olarak da kullanılmaktadır (Chang vd., 2002; Tai vd., 2002). Eugenol önemli bir antioksidan olup FDA tarafından GRAS madde olarak bilinmektedir (Expert Committee on Food Additives, 1982).

Karanfil yağı antimikrobiyal etkiye sahiptir. Aynı zamanda bu özelliğinden dolayı diş hekimliğinde ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır (Srivastava vd., 2005). Pek çok çalışmalarda karanfili *B. cereus*, *S. enterica*, *L. monocytogenes*, (Thoroski vd., 1989; Kim vd., 1995) ayrıca *C. jejuni*, *E. coli* 0157:H7, *Aeromonas hydrophila*, *S. typhimurium* ve *Enterobacter aerogenes* gibi bakterilere karşı antibikrobiyal etki gösterdiği (Wendakoon ve Sakaguchi, 1995; Hao vd., 1998; Friedman vd., 2002) ve *Aspergillus spp.* ve *Penicillium spp.* gibi küflere (Vazquez vd., 2001; Tippayatum ve Chonhenchob, 2007) antifungal etki gösterdiği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

1.3.1.3. Biberiye (*Rosemarinus officinalis*)

Dünyanın birçok yerinde yetişmesine rağmen en çok Akdeniz çevresindeki ülkelerde ve Türkiye’de 1500 metre yüksekliklerde bulunur. Bu yüzden kökeninin bu çevreler olduğu belirtilmektedir (İlisulu, 1992).

Biberiye 50-150 cm boylanan, otsu veya ağaççık görünüşünde sapı lifli, küçük ince narin, açık veya koyu yeşil yapraklı, yaprak arkası kül renkli ve tüylüdür. Çiçek açık mavi beyazımsıdır ve bütün sene çiçeklidir. Bir eksen üzerinde salkım halinde bulunan çiçekler aromatik ve güzel kokuludur (Şekil 1.5) (İlisulu, 1992).



Şekil 1.5. Biberiye (URL-4, 2014)

Biberiye antioksidan özellikleri hakkında çok sayıda araştırma yapılmıştır. Chang vd., (1977), biberiye yapraklarını hekzan, benzen, etil eter, kloroform, etilen diklorid, diokzan ve metanol ile ekstrakte ederek domuz yağı üzerindeki antioksidan özelliğini araştırmıştır. Bu çalışmada; metanol ekstaktının çok iyi bir antioksidatif etki gösterdiği rapor edilmiştir.

Wada ve Frang (2006), 30°C’ de sardalya yağı ve dondurulmuş balık eti üzerine biberiye ekstraktı ile alfa-tokoferolu birlikte uygulamışlardır. Çalışma sonunda biberiye ekstraktı ve alfa-tokoferolun aralarında kuvvetli bir sinerjik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ahn vd., (2007), doğal bitki ekstraktlarının mikrokapsül yüksek oleik asit içeren ayçiçeği yağı üzerindeki antioksidan etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda biberiye, brokoli filizi ve turuncgil gibi doğal bitki ekstraktlarının ayçiçeği yağının lipit

oksidasyonunu etkili bir şekilde engellediği görölmüştür. Ayrıca, biberiye ekstraktının, gıdalarda lipit oksidasyonunu engellemesi amacıyla kullanıldığını ve son zamanlarda yapılan araştırmaların, ekstraktın içerisindeki aktif bileşiklerin izolasyonu ve identifikasyonu yönünde eğilim gösterdiğini bildirmişlerdir.

1.4. Yenilebilir Film Teknolojisi ile İlgili Kaynak Özetleri

Tsai vd. (2002) yaptıkları çalışmada; %1'lik kitosan solüsyonuna daldırılarak kaplanan salmon filetolarının raf ömrünün 5. günden 9. güne uzadığını belirlemiştir.

Zivanovic vd. (2005), asetik asit ile hazırlanan kitosan filmlerinin salam örneklerinde *L. monocytogenes* sayısını 5°C' de 10 gün muhafaza sonunda yaklaşık 2 logkob/g düzeyinde azalttığını tespit etmişlerdir.

Kitosan solüsyonlarının stabilitesi ile gram pozitif (*Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus*) ve Gram negatif (*Salmonella enteritidis* ve *Escherichia coli*) bakterilere karşı antibakteriyal aktiviteleri No vd. (2006) tarafından incelenmiş ve gösterilen antimikrobiyal aktivitenin muhafazadan önceki antimikrobiyal aktiviteden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada ise; derisiz pembe salmon filetolarında kitosan film kullanılmıştır. Kitosan filmin gaz geçirgenliği (oksijen, karbondioksit ve nitrojen) ve mekanik özelliklerinin incelendiği çalışmada, kitosan solüsyonunun 8 ay boyunca dondurulan pembe salmon filetolarının lipid oksidasyonunu ertelediği gözlenmiştir (Sathivel vd., 2007).

Sathivel (2005), yaptıkları çalışmada kitosan ilaveli balık filetolarında lipid oksidasyonunun ertelendiğini gözlemlemişlerdir.

Soğuk dumanlanmış salmonlarda *Listeria monocytogenes*'in engellenmesinde kitosan ve çeşitli antimikrobiallerle kaplanmış plastik filmlerin etkisi incelenmiştir. Araştırmada *L. monocytogenes*'in kontrolünde kitosanın etkili olduğu belirlenmiştir (Ye vd., 2008).

Muşabak (2008), kitosanla kaplama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın palamut filetolarının kimyasal parametreleri üzerindeki etkisini araştırmış ve sonuçta %100 CO₂'in kitosan ile kaplamaya ve vakum ambalajlamaya nazaran palamut balığının kimyasal kalitesinin daha uzun süre koruduğu kanısına varmıştır.

Kitosan filmlerinin *L. monocytogenes* üzerine önemli düzeyde inhibe edici etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada yapay olarak kontamine edilen örnekler hazırlanan filmler ile kaplanmış ve 4°C' de 14 gün muhafaza edilmiştir. Muhafazanın 1., 7. ve 14. günlerinde yapılan sayımlar ile esansiyel yağlar içeren film tiplerinin *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etkisinin, sadece kitosan içeren film grubuna nazaran önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Torlak ve Nizamlioğlu, 2009).

Dutta vd. (2009), düşük moleküler ağırlığa sahip kitosanın Gram negatif bir bakteri olan *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkinliğini hücre içine girerek gösterdiğini ve kitosanın moleküler ağırlığı azaldıkça etkinliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Fan vd. (2009), % 2 kitosan solüsyonu ile kaplanan gümüş sazanların -3°C’de 30 günlük muhafaza süresince raf ömrü ve kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, kontrol grubu ile kitosan kaplanmış örnekler kimyasal (pH, TBA, TVB-N), mikrobiyolojik ve duyusal nitelikleri bakımından incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda kitosan ile kaplanan örneklerin kontrol gruplarına kıyasla raf ömrünün arttığı ve kalite olarak iyi durumda olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, Günlü ve Koyun (2012), deniz levreği filetolarını kitosanla kapladıktan sonra vakumda paketlemiş ve buzdolabı şartlarında raf ömrü sona erene kadar muhafaza etmişlerdir. Çalışma sonucunda, kitosanla kaplanmış ve vakumda paketlenmiş filetoların raf ömrünün yaklaşık 20 gün kadar daha uzadığı tespit edilmiştir.

Yapılan bir diğer araştırmada ise, palamut filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine kitosan film ve kaplama ile modifiye atmosfer ve vakum ambalajlamanın etkisi araştırılmıştır (Alak vd., 2010).

Sipahioğlu (2013), alabalık filetolarına yüksek basınç ve kitosan esaslı filmle kaplama işlemi uyguladığı çalışmasında, her iki yönteminde kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan koruyucu etkiye sahip olduğu, en etkili koruyuculuğun ise birlikte kullanılması sonucunda elde edildiğini belirlemiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

2.1.1. *Luciobarbus esocinus*, HECKEL 1843

Tez çalışmasında Keban Baraj Gölü'nden avlanmış ekonomik değere sahip *Luciobarbus esocinus*, Heckel 1843 balıkları kullanılmıştır.

Çalışma için gerekli balıklar bölgede avcılık yapan balıkçılardan Ocak 2013 ile Mart 2013 tarihleri arasında temin edilmiştir (Şekil 2.1). Yeni avlanmış balıklar buzlu strafor kutular içerisinde Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilerek aynı gün içerisinde işleme alınmıştır.

Araştırmada çalışma üç tekerürlü iki paralelli olarak yapılmıştır. Her tekerrür arası yaklaşık 30 gün olacak şekilde balıklar temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan balıkların ağırlıkları 10-15 kg arasında ve boyları 70-80 cm arasında olmak üzere toplam 40 kg balık kullanılmıştır.



Şekil 2.1. *Luciobarbus esocinus*

2.1.2. Yenilebilir Filmlerin Hazırlanmasında Kullanılan Materyaller

Film solüsyonlarının hazırlanmasında kullanılan orta moleküler ağırlıkta olan kitosan (CAS no; 9012-76-4) Sigma-Aldrich'den temin edilmiştir. Kullanılan kitosanın bazı özellikleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kullanılan kitosanın spesifik özellikleri (URL-5, 2014; Qi vd., 2004)

Özellikler	Kitosan
Viskozite	20-300 cP, 1 gr (1% asetik asit içerisinde, 25°C de, Brookfield)
Çözünürlük	Sulu seyreltik asit ile çözünür
Fiziksel formu	% 75-85 deasetile edilmiş
Moleküler ağırlık	Düşük moleküler ağırlıklı
Renk	Donuk sarı-beyaz

Araştırmada deneysel olarak hazırlanan kitosan solüsyonlarına eklemek üzere kekik (Aquaresin® Thyme Code: 35-06-39), biberiye (Aquaresin® Sage Code:19-06-39), karanfil (Aquaresin® Clove Code:05-03-39) esansiyel yağları Kalsec®' (Kalsec®, Inc, Kalamazoo) firmasından temin edilmiştir. Kullanılan bu esansiyel yağlar hem yağda hem de suda çözünmekte olup bazı özellikleri Tablo 2.2'de sunulmuştur.

Tablo 2.2. Kullanılan esansiyel yağların spesifik özellikleri

Özellikler	Biberiye (<i>Rosemarinus officinalis</i>)	Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>)	Karanfil (<i>Eugenia caryophyllata</i>)
Görünüş	Yeşilimsi sarı renginde, oda sıcaklığında akışkan sıvı halde	Yeşilimsi kahverenginde, oda sıcaklığında akışkan sıvı halde	Kahverengi-yeşil renginde, oda sıcaklığında akışkan sıvı halinde
Aroma ve lezzet	Aromatik, yoğun baharat tadında	Tatlı, aromatik ve yoğun baharat tadında	Keskin kokulu bir baharat tadı hafif acımsı
Çözünürlük	Suda ve yağda çözünebilir	Suda ve yağda çözünebilir	Suda ve yağda çözünebilir
Raf ömrü	Kuru ortamda, ağzı kapalı bir şekilde 75 °C yi aşmayan sıcaklıkta 3 yıl	Kuru ortamda, ağzı kapalı bir şekilde 75°C yi aşmayan sıcaklıkta 2 yıl	Kuru ortamda, ağzı kapalı bir şekilde 75 °C yi aşmayan sıcaklıkta 2 yıl
Kullanımı	Et ve et ürünlerinde, balık yemeklerinde, salatalarda lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır	Gıdalarda kullanımı yaygın olmakla birlikte sucuklarda, et ürünlerinde, balık ürünlerinde tercih edilmektedir	Et ürünlerine, soslara, tatlılara, balıklara lezzet kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır

Film oluşturulmasında kullanılan gliserol, Tween 20 ve glasial asetik asit kimyasalları Merck Co. (Darmstadt, Almanya)’dan temin edilmiştir.

Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kalıp olarak 85 mm çapında pileksiglas petri kutuları (Isolab GMBH) kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Film solüsyonlarının hazırlanması

Çalışmada deneysel örneklerin elde edilmesinde kullanılan balık filetolarını sarmak üzere farklı şekillerde kitosan filmleri hazırlanmıştır.

Ponce vd. (2008)’nin uyguladıkları metoda göre; öncelikle asetik asit (% 1, h/h) özteltisi içinde kitosan (% 2, a/h) özündürülerek kitosan solüsyonu hazırlanmıştır. Yapılan bu kitosan solüsyonuna plastikleştirici olarak gliserol % 0,65 (h/h) oranında ilave edildikten sonra manyetik karıştırıcı (Hot&Stirrer-Tepe, MS300HS) ile 6 saat boyunca karıştırma işlemi yapılmıştır (şekil 2.2 a). Daha sonra çözünmeyen partiküllerin uzaklaştırılması için tüplerde 5000 rpm’de 5 dakika santrifüj (Nüve NF 800R) işlemi yapılarak kitosan solüsyonu elde edilmiştir (şekil 2.2 b).

Esansiyel yağların film solüsyonunda özündürülebilmesi için öncelikle elde edilen solüsyona % 0,1 (h/h) oranında Tween 20 ilave edilmiştir ve homojenizatör (Wise Stir DAIHAN Scientific HS-30E) ile 20000 rpm’de 1 dakika süresince homojenize edilmiştir (şekil 2.2 c). Diğeri taraftan, esansiyel yağlara da şekil 2.2 d’de görüldüğü gibi Tween 20 (% 0,5, h/h) ilave edilerek 1 dakika süreyle vortekslenmiştir (Velp Scientifica 10.0176) ve esansiyel yağların ilave edildiğı filmleri oluşturmak için hazırlanan kitosan solüsyonuna % 1 (h/h) oranında kekik, karanfil ve biberiye esansiyel yağları ilave edilmiştir. Daha sonra elde edilen bu karışım homojenizatörde 20000 rpm hızla 1 dakika süre ile karıştırma sonucu homojenize edilen 4 farklı kompozit film solüsyonu elde edilmiştir (şekil 2.2 e).



(a)



(b)



(c)



(d)

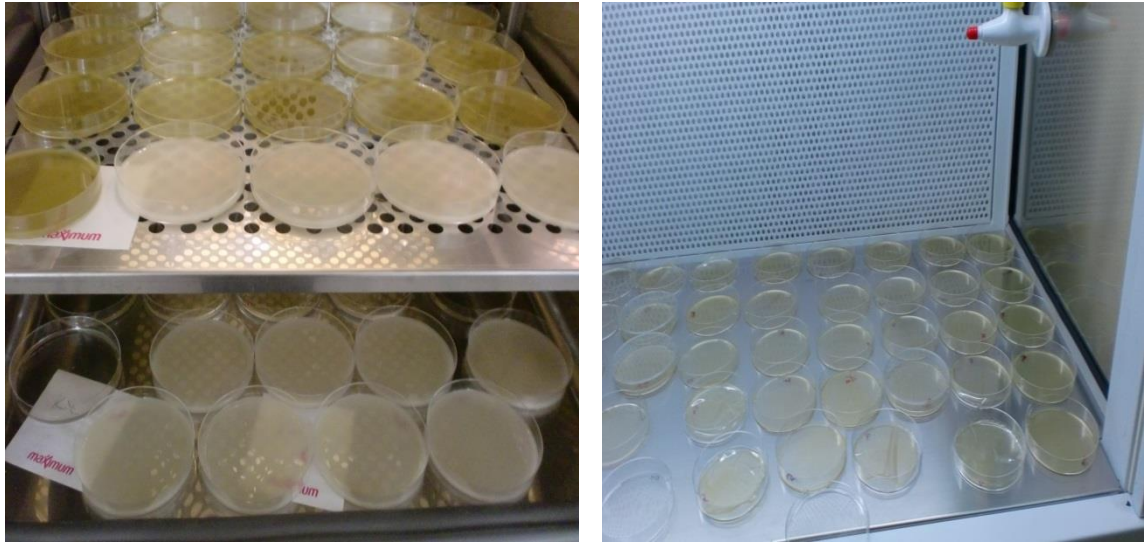


(e)

Şekil 2.2. Kitosan solüsyonlarının oluşturulma aşamaları

2.2.2. Yenilebilir kitosan filmlerin hazırlanması

Solvent evaporasyon metodu ile hazırlanan 4 farklı kitosan film solüsyonu 20 ml olarak 85 mm çapında pleksiglas petri kutularına taksim edilerek 20 saat boyunca 25°C’ de soğutmalı etüv (Nüve cooled incubator ES110) içerisinde evaporasyona tabi tutulmuştur. Evaporasyon sonunda oluşan filmler kullanım aşamasına kadar kapakları kapatılan petri kutularında 4°C’ de muhafaza edilmiştir. Kullanım aşamasında ise filmler biyogüvenlik kabininde (BİOBASE) UV ışık altında 2 dakika süre ile sterilize edilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yenilebilir Film Solüsyonlarının Etüvde Evaporasyonu ve Filmlerin Biyogüvenlik Kabininde Sterilizasyonu

Sonuçta elde edilen 4 farklı kitosan film grubu aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- ❖ Kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmler,
- ❖ % 1 oranında kekik esansiyel yağı ilave edilen kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmler,
- ❖ % 1 oranında karanfil esansiyel yağı ilave edilen kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmler,
- ❖ % 1 oranında biberiye esansiyel yağı ilave edilen kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmler.

Filmlerin hazırlanması için uygulanan aşamalar Şekil 2.4’de işlem akış şeması şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 2.4. Yenilebilir filmlerin hazırlanmasındaki işlem akış şeması

2.2.2.1. Film kalınlıklarının ölçülmesi

Film kalınlıkları, çalışmada kullanılan her film grubundan 3 film örneğinin 3 farklı noktasından dijital mikrometre (Asimeto) ile 1 µm hassasiyetinde ölçülmüştür (Şekil 2.5). Ölçüm sonucu elde edilen verilerin ortalaması alınarak kalınlıklar belirlenmiştir.



Şekil 2.5. Film kalınlıklarının ölçülmesinde kullanılan dijital mikrometre

2.2.3. Örneklerin Hazırlanması

2.2.3.1. Filetonun çıkarılması

Laboratuvara getirilen taze balıkların filetosunu çıkarmak amacıyla, başları kesilen, iç organları çıkarılan balıklar yıkanarak kan ve kir uzaklaştırılmıştır. Daha sonra, uygun alet ve bıçaklar kullanılarak önce derileri soyuldu, ardından kılçık ve kemikleri ayıklanan balıklardan elde edilen filetolar filmlerle kaplanabilmesi için 5–7 cm uzunluğunda 2–3 cm yüksekliğinde dilimlere ayrılarak işleme hazır hale getirilmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Filetoların uygun boyutlarda kesilmesi

2.2.3.2.Deneysel gruplar

Daha önceden oluşturulan filmler ile filetolar kaplandıktan sonra paketleme makinesinde vakumlanarak (Henkelman Vacuum Systems BOXER 42) ambalajlama işlemi uygulanmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Yenilebilir filmlerle kaplanmış ve vakum paket uygulanmış filetonun muhafazaya alınmadan önceki görüntüsü

Yapılan bu ambalajlama işlemi neticesinde 6 farklı deneysel grup oluşturuldu ve bu deneysel gruplar Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3. Çalışmada hazırlanan deneysel gruplar

A	Normal paketleme yapılmış deneysel grup (kilitli poşet ile)
B	Vakum paketleme yapılmış deneysel grup
C	Kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış deneysel grup
D	%1 oranında kekik esansiyel yağı ilave edilen kompozit kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış deneysel grup
E	%1 oranında karanfil esansiyel yağı ilave edilen kompozit kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış deneysel grup
F	%1 oranında biberiye esansiyel yağı ilave edilen kompozit kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış deneysel grup

Araştırmada 2 °C’de muhafazaya alınan örnekler kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal yönden 3 günde bir (muhafazanın 0., 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33. günlerinde, besin bileşimi analizleri ise sadece muhafazanın başında) analiz edilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü, analizler 2 paralelli olarak yürütülmüştür.

2.2.3. Besin Bileşimi Analizleri

2.2.3.1 Nem miktarının belirlenmesi

Nem tayininin saptanmasında kurutma dolabı usulü (metod 950.46) kullanılmıştır. Belirlenen nem miktarı 100’den çıkartılarak % kuru madde miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2002).

2.2.3.2. Ham protein tayini

Çalışmada incelenen örneklerin % ham protein miktarları mikrokjeldahl yöntemine (metod 928.08) göre belirlenmiştir (AOAC, 2002).

2.2.3.3. Ham yağ tayini

Yağ miktarının belirlenmesinde Soxhelet (Ekstraksiyon) metodu (metod 960.39) kullanılmıştır (AOAC, 2002).

2.2.3.4. Ham kül tayini

Ham kül tayini yakma metoduyla (metod 920.153) belirlenerek % kül oranı saptanmıştır (AOAC, 2002).

2.2.4. Kimyasal Analizler

2.2.4.1. pH Tayini

Örneklerin pH değerleri, pH metre (Thermo Scientific Orion 3-Star) ile saptanmıştır. Örnekten 10 g alınıp 90 ml distile suyla 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandıktan sonra ölçümü yapılmıştır (AOAC, 2002).

2.2.4.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

Örneklerdeki TVB-N miktarları Conell ve Shewan (1979)'ın bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Homojenize edilmiş örneğe MgO ilavesinden sonra su buharı distilasyonu ile uçucu bazlar, % 3'lük H₃BO₃ çözeltisinde tutulmuştur. Ayrılan bazlar Tashiro İndikatörü eşliğinde 0,1 N HCl asit ile titre edilerek örneklerin TVB-N miktarı mg/100g olarak hesaplanmıştır.

2.2.4.3. Peroksit Sayısı Tayini

Balık filetosundaki peroksit sayısının saptanması için 0,5 gr örnek tartılıp cam kapaklı erlenmayere konulmuştur. Üzerine glasial asetik asit ve kloroform (3+2) karışımından 25 ml ilave edildi ve üzerine taze hazırlanmış doymuş potasyum iyodür (14 gr KI/ 10 ml su) çözeltisinden 1 ml konulmuştur. Erlenmayerin kapağı kapatılarak 10 dakika süreyle karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra 30 ml distile su ile seyreltilmiştir. Seyreltiye 1 ml taze hazırlanmış % 1'lik nişasta çözeltisi ilave edilerek çalkalanmıştır. Örnek 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile mavi renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Aynı şartlarda birde kör deney yapılmıştır. Peroksit sayısı örneğin meq/kg birimi cinsinden ifade edilmiştir (Mattissek vd., 1992).

$$\text{Peroksit sayısı (meq/kg)} = ((V-B) \times nf / W) \times 1000$$

V: Esas denemede harcanan 0,01 N Sodyum tiyosülfatın ml'si

B: Kör denemede harcanan 0,01 N Sodyum tiyosülfatın ml'si

nf: 0.01 N Sodyum tiyosülfat çözeltisinin faktörü

W: Alınan örnek miktarı (g)

2.2.4.4. Tiyoobarbitürük Asit Sayısı Tayini

Tarladgis vd. (1960)'nın bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Yağ oksidasyonu ile oluşan malondialdehitlerin glasiyal asetik asitli ortamdan 2-Tiyoobarbitürük asit ile verdikleri kırmızı rengin 538 nm'deki absorbansı spektrofotometrede okunmuştur. Okunan absorbans değeri 7,8 faktörü ile çarpılarak örneklerdeki malondialdehit değeri hesaplanmıştır.

2.2.5. Mikrobiyolojik Analizler

2.2.5.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler için örnekler bir parçalayıcının (Stomacher 400) özel torbasında 10 g tartılmıştır ve üzerine steril %0,1'lik peptonlu sudan 90 mL ilave edilerek parçalayıcıda homojen hale getirilmiştir. Böylece örnek 10^{-1} oranında dilüe edilmiştir. Aynı seyrelticiyi kullanmak suretiyle örneğin 10^{-6} 'ya kadar diğer seyreltileri hazırlanmıştır. Örneklerin her seyreltisinden 1'er mL kullanılarak çift seri halinde dökme plak metoduyla ekimleri yapılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda 30–300 koloni içeren plaklar dikkate alınmıştır (Halkman, 2005).

2.2.5.2. Toplam Mezofilik Aerob Bakterilerin Sayımı

Örneklerdeki mezofil aerob bakteri sayımı için Plate Count Agar (Merck 1.05463) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar, 30 ± 1 °C'de 3 gün bekletildikten sonra oluşan koloniler gözle sayılmıştır (Harrigan ve McCance, 1976; ICMSF, 1986b).

2.2.5.3. Toplam Anaerob Bakteri Sayımı

Toplam anaerobik sayımı için Brewer Anaerob Agar besiyeri (Merck 1.05410) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar anaerob jarlara yerleştirilerek 30 ± 1 °C'de 3 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Harrigan ve McCance, 1976; ICMSF, 1986b).

2.2.5.1.4. Toplam Psikrofilik Aaerob Bakteri Sayımı

Psikrofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar besiyeri (PCA) (Merck 1.05463) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 5 ± 1 °C’de 7-10 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

2.2.5.1.5. *Laktobacillus* Sayımı

Laktobacillus sayımı için MRS Agar besiyeri (Merck 1.10660) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 30 ± 1 °C’de 2 gün inkübe edildikten sonra sayılmıştır (Harrigan, 1998).

2.2.5.1.6. Lipolitik Mikroorganizma Sayımı

Lipolitik mikroorganizmaların sayımını için Tributyrin Agar besiyeri (Merck 1.01957) kullanılmıştır. Plaklar 30 ± 1 °C’de 2 gün inkübe edildikten sonra etrafı berrak zonlu koloniler değerlendirmeye alınmıştır (Halkman, 2005).

2.2.5.1.7. Maya-Küf Sayımı

Örneklerdeki maya ve küf sayımı için % 10’luk tartarik asit ilave edilerek pH’sı 3,5’e düşürülmüş Potato Dextrose Agar besiyeri (PDA) (Merck 1.10130) kullanılmıştır. Plaklar 25 ± 1 °C’de 4-5 gün inkübe edilmiştir (ICMSF, 1986a).

2.2.5.1.8. Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı

Koliform grubu bakterilerin sayımında VRB (Merck 1.01406) besiyeri kullanılmıştır. Petri kutuları 35 ± 1 °C’de 1 gün bekletilmiştir (Halkman, 2005).

2.2.6. Duyusal Analizler

Örnekler muhafaza esnasında 10 kişilik panelist grup tarafından muhafazanın 0., 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21., 24., 27., ve 30. günlerinde renk, koku görünüş, gevreklik, lezzet ve genel beğeni yönünden duyusal olarak incelenmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011). Filetoların duyusal değerlendirilmesi fırın pişirme torbasıyla 180 °C’de 10 dakika pişirildikten sonra yapılmıştır. Puanlama Tablo 2.4’de verilen bilgilere göre yapılmıştır.

Tablo 2.4. Duyusal analiz puanlama formu (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011)

Gruplar	Renk	Koku	Gevreklik	Görünüş	Lezzet	Genel Beğeni
Normal Paket						
Vakumlu Paket						
Kitosan						
Kitosan+Kekik						
Kitosan+Karanfil						
Kitosan+Biberiye						
10: Fevkalade		6: Oldukça iyi		2: Kötü		
9: Mükemmel		5: Orta		1: Çok kötü		
8: Çok iyi		4: Ortanın biraz altı		0: Yenilemez,		
7: İyi		3: Sınırdan		Tüketilemez		

2.2.7. İstatistiksel Analizler

Tez çalışmasında elde edilen verilerin istatistiksel analizlerin yapılmasında IBM SPSS®22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar istatistik paket programı kullanılmıştır. Gruplar ve muhafaza günleri arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemi ise varyans analizi (ANOVA) kullanılarak belirlenmiştir (Özdamar, 2001).

3. BULGULAR

Tez çalışmasında kitosan ve kitosanla beraber kekik, karanfil, biberiye esansiyel yağlarıyla hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanan *Luciobarbus esocinus* filetolarının 2 °C’de muhafazası esnasındaki raf ömürleri belirlenmiştir. Hazırlanan 6 grup örneğin mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri, öncelikle duyusal değerlendirme sonuçlarına göre yapılmıştır. Duyusal analizler neticesinde bozulma görüldüğü gün sadece o gruba ait örneklerin kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır ve sonra o ürün tekrar analize alınmamıştır.

3.1. Film Kalınlıkları

Çalışmada hazırlanan yenilebilir filmlerin kalınlıkları Tablo 3.1’de görülmektedir. En düşük 0,034±0,01 µm, en yüksek 0,061±0,014 µm arasında tespit edilmiştir. Sadece kitosandan hazırlanan yenilebilir filmlerin kalınlıkları ortalama olarak 0,034±0,010 µm, (% 1) oranında kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmler 0,058±0,011 µm, (% 1) oranında karanfil esansiyel yağı içeren kitosan filmler 0,061±0,014 µm, (% 1) oranında biberiye esansiyel yağı içeren kitosan filmler ise 0,059±0,013 µm olarak ölçülmüştür. Çalışmada hazırlanan en yüksek kalınlık değerleri kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerinde ölçülmüştür. Ayrıca, belirlenen film kalınlıkları incelendiğinde esansiyel yağ ilavesinin film kalınlıklarını önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir (p<0,05).

Tablo 3.1. Çalışmada hazırlanan filmlerin kalınlıkları

FİLM TİPİ	FİLM KALINLIĞI(µm)
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Kitosan	0,034±0,010 ^x
Kekik+Kitosan	0,058±0,011 ^y
Karanfil+Kitosan	0,061±0,014 ^y
Biberiye+Kitosan	0,059±0,013 ^y

x, y: Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

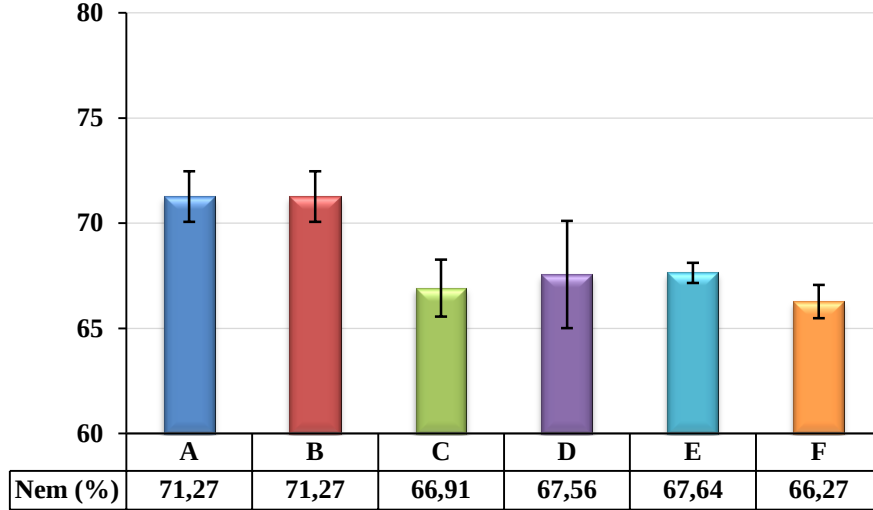
3.2. Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler

3.2.1. Besin Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler

3.2.1.1. Nem Miktarı

Çalışmada kullanılan balık ve filmle kaplanmış deneysel örnek gruplarının nem miktarları Tablo 3.2 ve Şekil 3.1’de sunulmuştur.

İncelenen örneklerde nem miktarı, % 71,27±1,20 ile % 66,27±0,78 değerleri arasında belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan fileto da nem miktarı, % 71,27±1,20 olarak saptanmıştır. B, C, D, E ve F gruplarının nem miktarı ise sırasıyla % 71,27±1,20, % 66,91±1,35, % 67,56±2,55, % 67,64±0,47, % 66,27±0,78 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada kullanılan ve yenilebilir film uygulanmış balık filetolarında belirlenen nem değerleri gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

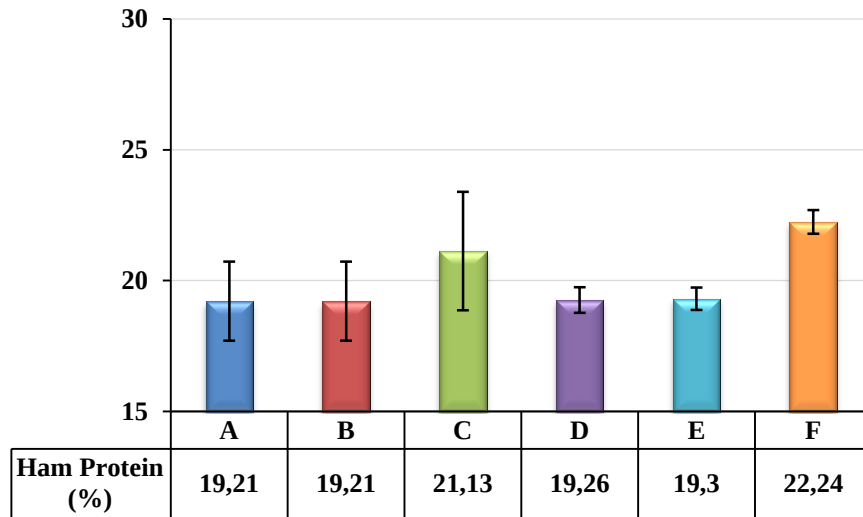


Şekil 3.1. Deneysel fileto örneklerinin nem miktarları (%)

3.2.1.2. Ham Protein Miktarı

Luciobarbus esocinus fileto örneklerinin (A ve B) ve esansiyel yağlarla zenginleştirilen yenilebilir filmler uygulanmış grupların (C, D, E ve F) içerdikleri ham protein miktarları Tablo 3.2 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan balık filetolarında ham protein miktarı ortalama olarak % 19,21±1,78 belirlenmiştir. Yenilebilir film uygulamasından sonra B, C, D, E ve F gruplarının ham protein miktarları sırasıyla % 19,21±1,78, % 21,13±2,26, % 19,26±0,49, % 19,30±0,42, % 22,24±0,45 olarak tespit edilmiştir. A grubu ile B, C, D, E ve F grupları arasındaki ham protein miktarları bakımından farklılığın önemli olduğu ($p<0,05$) saptanmıştır.



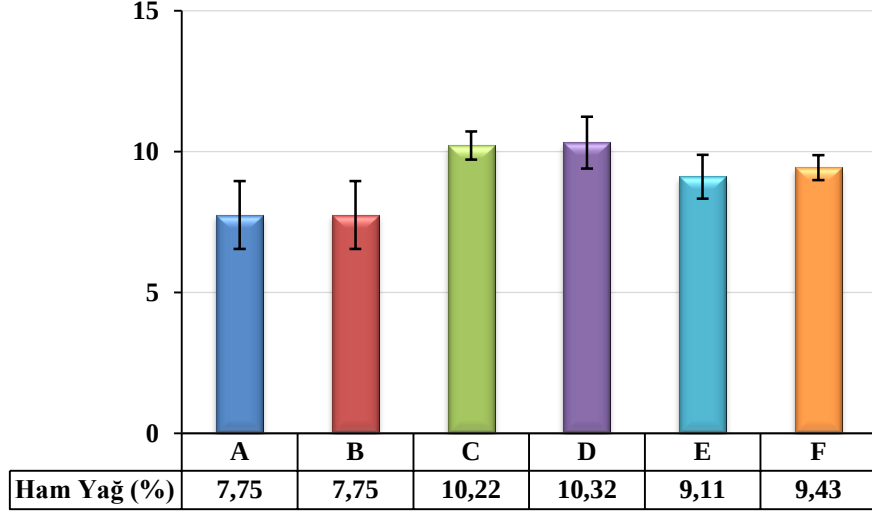
Şekil 3.2. Deneysel fileto örneklerinin ham protein miktarları (%)

3.2.1.3. Ham Yağ Miktarı

Deneysel olarak hazırlanan örneklerde belirlenen ortalama ham yağ değerleri Tablo 3.2 ve Şekil 3.3’de sunulmuştur.

Ham yağ değerleri örneklerde % 7,75±1,20 ile % 10,32±0,91 değerleri arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan balık etinde belirlenen ortalama ham yağ miktarı % 7,75±1,20 olarak tespit edilirken. B, C, D, E ve F gruplarının yağ miktarı sırasıyla % 7,75±1,20, % 10,22±0,49, % 10,32±0,91, % 9,11±0,77, % 9,43±0,44 olarak belirlenmiştir.

İncelenen örneklerin içerdikleri yağ miktarı bakımından gruplar arasındaki farklığın önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

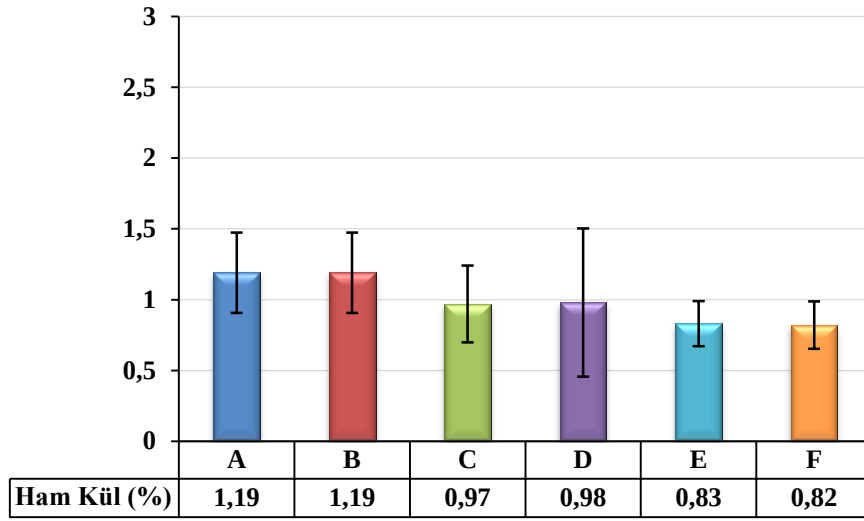


Şekil 3.3. Deneysel fileto örneklerinin ham yağ miktarları (%)

3.2.1.4. Ham Kül Miktarı

Çalışmada incelenen deneysel örnek gruplarının içermiş oldukları ham kül miktarları Tablo 3.2 ve Şekil 3.4’de verilmiştir.

Araştırmada kullanılan fileto da ham kül miktarı ortalama olarak $\% 1,19 \pm 0,28$ olarak saptanmıştır. İncelenen örneklerden B grubunda ham kül miktarı $\% 1,19 \pm 0,28$, C grubunda ham kül miktarı $\% 0,97 \pm 0,27$, D grubunda $\% 0,98 \pm 0,52$, E grubunda $\% 0,83 \pm 0,16$ ve F grubunda $\% 0,82 \pm 0,17$ olarak belirlenmiştir. Çalışmada incelenen deneysel örneklerden A ve B grubu ile diğer gruplarda belirlenen ham kül miktarları arasındaki farklılıkların önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).



Şekil 3.4. Deneysel fileto örneklerinin ham kül miktarları (%)

Tablo 3.2. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinin besin bileşiminin ortalama değerleri

Gruplar	Besin Bileşimi (%)			
	Nem (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
A	71,27±1,20 ^a	19,21±1,78 ^{ab}	7,75±1,20 ^a	1,19±0,28
B	71,27±1,20 ^a	19,21±1,78 ^{ab}	7,75±1,20 ^a	1,19±0,28
C	66,91±1,35 ^{bc}	21,13±2,26 ^{ab}	10,22±0,49 ^b	0,97±0,27
D	67,56±2,55 ^b	19,26±0,49 ^a	10,32±0,91 ^b	0,98±0,52
E	67,64±0,47 ^{bc}	19,30±0,42 ^a	9,11±0,77 ^{ab}	0,83±0,16
F	66,27±0,78 ^c	22,24±0,45 ^b	9,43±0,44 ^{ab}	0,82±0,17

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar (p<0,05)

3.2.2. Kimyasal Değişimler

3.2.2.1. pH Değeri

Tez çalışmasında, deneysel olarak hazırlanan *Luciobarbus esocinus* filetolarının muhafazası süresince belirlenen pH değerleri Tablo 3.3 ve Şekil 3.5’de sunulmuştur.

Normal paketlenme yapılan örneklerin pH değeri muhafazanın ilk gününde ortalama olarak $6,49 \pm 0,25$, muhafazanın son gününde (15. gün) ise bu değer $6,30 \pm 0,42$ olarak belirlenmiştir. Filetonun pH değerleri bakımından günler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Deneysel olarak hazırlanan örneklerden B grubunda ortalama pH değeri muhafazanın ilk gününde $6,49 \pm 0,25$ olarak belirlenirken muhafaza boyunca dalgalanma göstermiştir ve bu durum muhafaza günleri arasında önemli bir farklılık ortaya koymuştur ($p < 0,01$).

Sadece kitosan solüsyonu ile hazırlanan yenilebilir filmler ile kaplanmış C grubunda muhafazanın 0. gününde pH değeri $6,49 \pm 0,18$ olarak saptanmıştır. Muhafaza sonunda ise (30.gün) pH değeri $6,02 \pm 0,07$ olarak belirlenmiştir. C grubunda muhafaza süresince belirlenen pH değerleri bakımından günler arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Çalışmada hazırlanan kekik yağı ilaveli filmle kaplanmış D grubunda 0. günde pH değeri $6,53 \pm 0,09$ olarak saptanmış olup 33. gün sonunda bu değer $6,14 \pm 0,10$ olarak değişmiştir. Muhafaza günleri arasındaki farklılık pH değeri bakımından D grubunda önemli olarak tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

pH değeri karanfil yağı uygulanmış E grubunda 0. günde $6,49 \pm 0,07$ olarak belirlenirken, 33. günde bu değer $6,13 \pm 0,09$ ’a ulaşmıştır. Bu grupta en yüksek pH değeri 12. günde ($6,60 \pm 0,11$) saptanmıştır. Muhafazanın son günü E grubunda pH değeri $6,13 \pm 0,09$ olarak belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulanmış grupta muhafaza günleri arasında pH değeri bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Biberiye esansiyel yağı uygulanmış F grubu örneklerde örneklerde 0. günde pH değeri $6,48 \pm 0,09$ olarak saptanmış olup bu değer 12. günde $6,54 \pm 0,13$ değerine yükselmiş ve muhafaza sonunda $6,17 \pm 0,12$ değerine ulaşmıştır. Muhafaza günleri arasında F grubunda pH değeri bakımından farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Çalışma süresince deneysel fileto örneklerinde belirlenen pH değerleri bakımından hem gruplar arasında hem de kendi muhafaza günleri içerisinde gruplar kıyaslandığında farklılığın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).

Tablo 3.3. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen pH değerleri

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	6,49±0,25 ^{bc}	6,49±0,25 ^{bc}	6,49±0,18 ^{bc}	6,53±0,09 ^{bc}	6,49±0,07 ^{bc}	6,48±0,09 ^{bc}
3. gün	6,59±0,14 ^c	6,63±0,14 ^c	6,53±0,11 ^c	6,50±0,13 ^c	6,52±0,13 ^c	6,44±0,14 ^c
6. gün	6,62±0,22 ^c	6,53±0,09 ^c	6,61±0,16 ^c	6,48±0,16 ^c	6,57±0,14 ^c	6,51±0,15 ^c
9. gün	6,57±0,12 ^c	6,53±0,08 ^c	6,61±0,15 ^c	6,49±0,14 ^c	6,58±0,14 ^c	6,52±0,13 ^c
12. gün	6,35±0,49 ^c	6,55±0,06 ^c	6,62±0,14 ^c	6,55±0,07 ^c	6,60±0,11 ^c	6,54±0,13 ^c
15. gün	6,30±0,42 ^b (DB)	6,22±0,24 ^b	6,33±0,06 ^b	6,43±0,07 ^b	6,46±0,02 ^b	6,34±0,01 ^b
18. gün	AY	6,15±0,47 ^{bc} (DB)	6,45±0,12 ^{bc}	6,51±0,06 ^{bc}	6,46±0,07 ^{bc}	6,46±0,01 ^{bc}
21. gün	AY	AY	6,45±0,06 ^{bc}	6,29±0,21 ^{bc}	6,43±0,04 ^{bc}	6,47±0,04 ^{bc}
24. gün	AY	AY	6,43±0,03 ^{bc}	6,40±0,08 ^{bc}	6,41±0,04 ^{bc}	6,47±0,07 ^{bc}
27. gün	AY	AY	6,20±0,16 ^b	6,39±0,01 ^b	6,34±0,04 ^b	6,43±0,02 ^b
30. gün	AY	AY	6,02±0,07 ^a (DB)	6,26±0,11 ^a	6,28±0,01 ^a	6,17±0,12 ^a (DB)
33. gün	AY	AY	AY	6,14±0,10 ^a (DB)	6,13±0,09 ^a (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

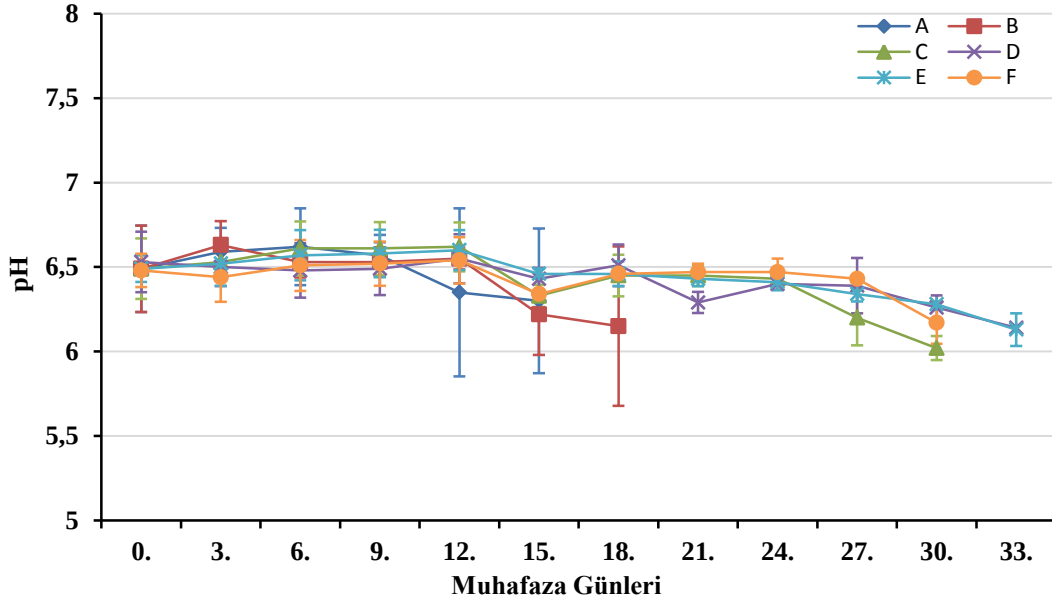
C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c,: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)



Şekil 3.5. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen pH değerlerinde meydana gelen değişimler

3.2.2.2. TVB-N Değeri

Çalışmada kullanılan *Luciobarbus esocinus* filetolarının ve farklı esansiyel yağlar uygulanarak oluşturulan yenilebilir filmlerle kaplanmış balık örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TVB-N miktarlarındaki değerler Tablo 3.4 ve Şekil 3.6 'da sunulmuştur.

Çalışmada kullanılan filetoda TVB-N miktarı ortalama olarak $9,33 \pm 1,84$ mg/100g olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince A grubunda belirlenen TVB-N miktarlarında düzenli bir artış gözlenmekte olup duyu bozulmanın ardından 15. günde $39,53 \pm 1,39$ mg/100g değerine ulaşmıştır. Muhafaza günleri arasındaki farkın önemli ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

Vakum paketlenen B grubunda 0. günde TVB-N miktarı muhafaza süresince muhafazanın ilk günü $9,33 \pm 1,84$ mg/100g, muhafazanın son günü olan 18. günde $37,46 \pm 2,56$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. B grubunda muhafaza günleri arasındaki farklılıkların önem arz ettiği tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

TVB-N değeri C grubu örneklerde muhafazanın ilk gününde $8,57 \pm 1,16$ mg/100g olarak bulunmuştur. Bu grupta diğer günlerde TVB-N sayısı artış göstermiş olup muhafaza sonunda $39,06 \pm 0,82$ mg/100g olarak belirlenmiştir. TVB-N bakımından C grubunda belirlenen değerler analiz günlerinde farklılığın anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0,01$).

Kekikli kitosan filmleri ile kaplanan D grubu örneklerin TVB-N değeri en düşük değer $8,24 \pm 1,01$ mg/100g olarak 0. günde, en yüksek değer ise $43,04 \pm 0,86$ mg/100g olarak 33. günde belirlenmiştir. Ayrıca, bu grupta muhafaza günleri arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

E grubu örneklerde muhafaza günleri içinde 0. günde $8,48 \pm 1,11$ mg/100g olarak belirlenmiş olup bu değer 33. günde $42,06 \pm 0,73$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. E grubunda TVB-N miktarı bakımından günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0,01$).

Biberiye esansiyel yağı uygulanmış F grubu örneklerde 0. günde $8,92 \pm 0,52$ mg/100g olarak bulunmuştur. Bu grupta muhafazanın başından itibaren tüm günlerde TVB-N miktarı artış göstermiştir ve istatistiksel olarak günler arası farklılık anlamlı olarak tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

İncelenen örneklerde, TVB-N miktarı bakımından bazı gruplar arasındaki farklılık değerlendirildiğinde muhafazanın 3., 6., 9., 12., 15., günlerde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Fakat muhafazanın bazı günlerinde ise (0., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33. günlerde) gruplar arasında önemli farklılığın olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.4. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TVB-N (mg/100g) değerleri

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	9,33±1,84 ^a	9,33±1,84 ^a	8,57±1,16 ^a	8,24±1,01 ^a	8,48±1,11 ^{a1}	8,92±0,52 ^{a12}
3. gün	14,72±0,22 ^{b3}	13,00±1,01 ^{b23}	11,32±1,30 ^{b12}	10,44±1,37 ^{b12}	10,35±1,24 ^{b1}	11,05±1,02 ^{b12}
6. gün	19,68±0,94 ^{c3}	15,49±0,43 ^{c2}	13,32±1,41 ^{c1}	13,62±0,87 ^{c12}	13,54±0,47 ^{c12}	14,07±0,83 ^{c12}
9. gün	25,73±0,83 ^{d2}	19,90±0,77 ^{d1}	18,06±0,84 ^{d1}	18,42±0,46 ^{d1}	18,03±0,28 ^{d1}	17,73±0,81 ^{d1}
12. gün	32,44±1,13 ^{e1}	22,02±1,48 ^{e1}	20,90±1,69 ^{e1}	19,90±2,25 ^{e1}	19,89±0,83 ^{e1}	21,75±1,35 ^{e1}
15. gün	39,53±1,39 ^{f3} (DB)	27,74±1,72 ^{f2}	23,06±0,85 ^{f1}	20,87±2,21 ^{f1}	22,68±0,87 ^{f1}	23,95±0,74 ^{f1}
18. gün	AY	37,46±2,56 ^{fg} (DB)	25,06±0,81 ^{fg}	21,32±2,18 ^{fg}	23,76±0,82 ^{fg}	26,78±0,17 ^{fg}
21. gün	AY	AY	27,12±0,89 ^{fg}	26,84±1,31 ^{fg}	25,77±1,36 ^{fg}	28,52±0,73 ^{fg}
24. gün	AY	AY	29,56±1,97 ^g	28,60±1,47 ^g	27,80±1,27 ^g	32,08±1,53 ^g
27. gün	AY	AY	34,68±0,51 ^h	32,47±1,81 ^h	31,66±1,37 ^h	34,94±0,04 ^h
30. gün	AY	AY	39,06±0,82 ⁱ (DB)	35,40±1,77 ⁱ	34,04±0,85 ⁱ	39,40±0,63 ⁱ (DB)
33. gün	AY	AY	AY	43,04±0,86 ^j (DB)	42,06±0,73 ^j (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

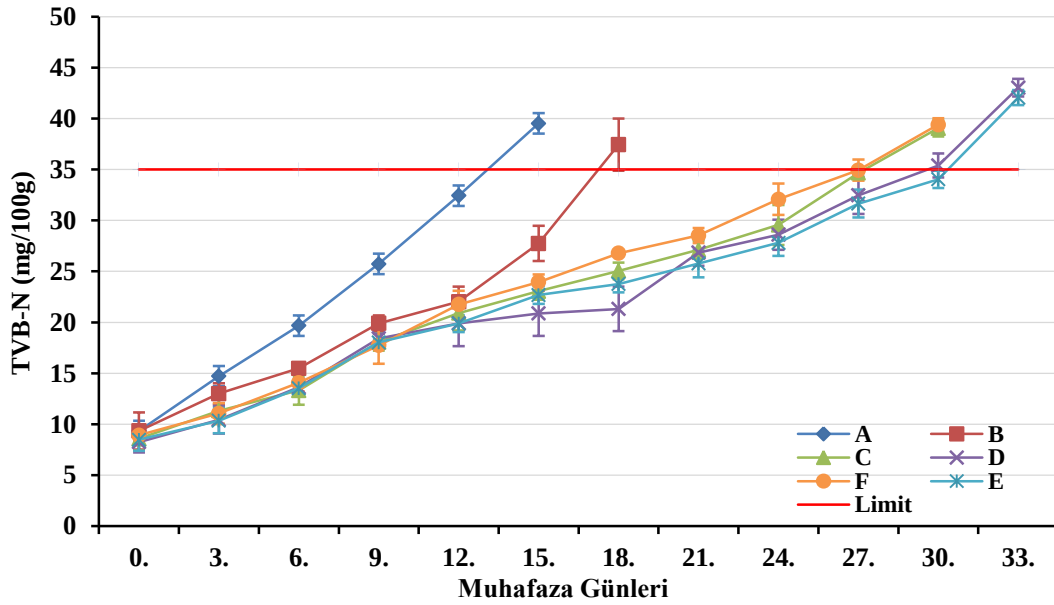
D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.6. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TVB-N (mg/100g) değerlerinde meydana gelen değişimler

3.2.2.3. Peroksit Sayısı (PS)

Deneysel olarak hazırlanmış filetolar ve film uygulanmış filetoların muhafazası esnasında belirlenen peroksit sayısı değeri Tablo 3.5 ve Şekil 3.7’de verilmiştir.

Filetoda peroksit sayısı $3,46 \pm 0,81$ meq/kg olarak belirlenmiştir. Muhafaza sonunda bu değer $17,66 \pm 1,24$ meq/kg’a ulaşmış ve 9. günden sonraki artışların bu grupta önemli olduğu ($p < 0,01$) saptanmıştır.

B grubu örneklerde 0. günde peroksit sayısı $3,46 \pm 0,81$ meq/kg olarak saptanmıştır. Muhafazanın ilerlemesiyle birlikte düzenli olarak artış gösteren peroksit sayısı, 18. günde $16,00 \pm 1,63$ meq/kg’a ulaşmıştır. Bu grupta 9., 12. ve 15. günlerdeki artışların istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$).

Peroksit sayısı, kitosan solüsyonu ile hazırlanmış yenilebilir filmlerin oluşturduğu C grubu örneklerde 0. günde $3,06 \pm 0,24$ meq/kg iken muhafaza sonunda (30. günde) önemli düzeyde artış gözlenmiş olup $12,33 \pm 0,47$ meq/kg değerine ulaşmıştır ($p < 0,01$).

Kekik yağı uygulanmış örneklerde en düşük peroksit değeri $2,13 \pm 0,53$ meq/kg ile 6. günde, en yüksek peroksit değeri $12,33 \pm 0,47$ meq/kg ile 33. günde belirlenmiştir. Deneysel olarak hazırlanmış örneklerden C grubunda günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

E grubu örneklerde 3. gün hariç muhafazanın ilerlemesiyle birlikte peroksit sayısında artışlar meydana gelmiş ve muhafaza günlerindeki bu artışların istatistiki açıdan önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır.

Peroksit sayısı, F grubunda 0. günde $3,96\pm1,44$ meq/kg olarak saptanmıştır. Biberiye yağı eklenmiş bu grupta günler arasındaki farklılığın önemli olduğu ($p<0,01$) saptanmıştır. Muhafaza günlerinin ilerlemesiyle birlikte peroksit sayısının da arttığı gözlemlenmiştir.

Deneyssel olarak hazırlanmış gruplarda, peroksit sayısı tüm gruplar arasında istatistiki açıdan kıyaslandığında muhafazanın 1., 3., 6., 9., 12. ve 15. günlerinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.5. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen peroksit (meq/kg) değerleri

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	3,46±0,81 ^{a12}	3,46±0,81 ^{a12}	3,06±0,24 ^{a12}	3,20±0,43 ^{a12}	2,13±0,24 ^{a1}	3,96±1,44 ^{a2}
3. gün	5,13±1,42 ^{a3}	4,00±0,40 ^{a23}	2,63±0,53 ^{a12}	2,63±0,47 ^{a12}	1,83±0,23 ^{a1}	2,26±0,37 ^{a1}
6. gün	7,66±1,24 ^{ab3}	5,50±0,40 ^{ab23}	3,33±0,82 ^{ab12}	2,13±1,20 ^{ab1}	2,26±1,26 ^{ab1}	2,93±1,56 ^{ab12}
9. gün	9,00±2,05 ^{b3}	6,63±0,96 ^{b2}	4,36±0,44 ^{b12}	4,86±0,26 ^{b12}	3,76±0,63 ^{b1}	5,13±0,63 ^{b12}
12. gün	14,33±1,22 ^{c3}	10,00±0,81 ^{c2}	6,30±1,39 ^{c1}	5,50±1,79 ^{c1}	4,96±1,58 ^{c1}	6,13±1,21 ^{c1}
15. gün	17,66±1,24 ^{de3} (DB)	13,33±1,88 ^{de2}	6,53±1,03 ^{de1}	7,33±1,47 ^{de1}	7,16±0,84 ^{de1}	7,50±1,71 ^{de1}
18. gün	AY	16,00±1,63 ^{de} (DB)	7,90±0,53 ^{de}	8,83±0,23 ^{de}	9,36±0,38 ^{de}	9,03±0,77 ^{de}
21. gün	AY	AY	9,06±0,04 ^{cd}	8,66±0,47 ^{cd}	9,43±0,31 ^{cd}	8,70±0,92 ^{cd}
24. gün	AY	AY	9,40±0,37 ^{cde}	9,16±0,09 ^{cde}	9,60±0,08 ^{cde}	8,76±1,11 ^{cde}
27. gün	AY	AY	10,33±0,47 ^{de}	9,50±0,41 ^{de}	9,90±0,24 ^{de}	8,66±0,47 ^{de}
30. gün	AY	AY	12,33±0,47 ^{ef} (DB)	9,56±0,32 ^{ef}	11,66±0,47 ^{ef}	11,00±1,41 ^{ef} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	12,33±0,47 ^f (DB)	12,20±1,63 ^f (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

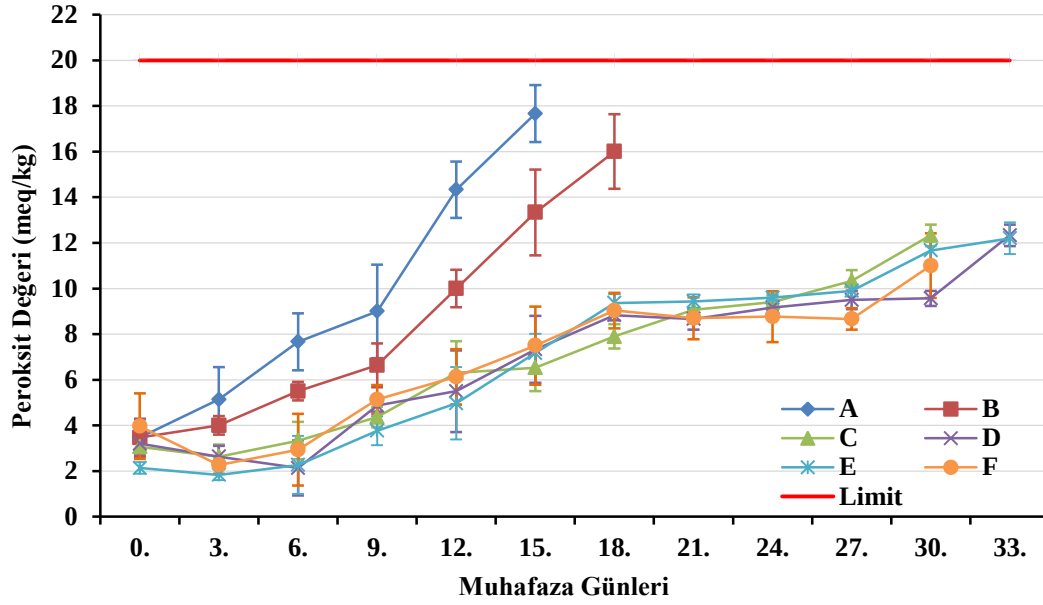
D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.7. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen peroksit (meq/kg) değerinde meydana gelen değişimler

3.2.2.4. Tiyoarbitürik Asit Sayısı (TBA)

Deneysel olarak hazırlanmış *Luciobarbus esocinus* fileto örneklerinin muhafazası esnasında belirlenen TBA miktarlarındaki değerler Tablo 3.6 ve Şekil 3.8’de verilmiştir.

Normal paketleme yapılan filetonun 0. günde TBA sayısı $0,45 \pm 0,24$ mg MDA/kg olup, TBA sayısı muhafaza süresince düzenli bir artış göstermiş ve 15. günde $6,03 \pm 0,22$ mg MDA/kg değerine ulaşmıştır. Filetonun muhafaza günleri arasındaki farkın önemli ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

TBA sayısı B grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde $0,45 \pm 0,24$ mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Bu grupta TBA sayısı düzenli artış göstermiştir vakum paket uygulanmış B grubunda 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p < 0,01$) tespit edilmiştir. TBA sayısı en yüksek 18. günde $4,13 \pm 0,32$ mg MDA/kg olarak saptanmıştır.

C grubu örneklerin 0. gün TBA sayısı $0,22 \pm 0,07$ mg MDA/kg olup daha sonraki günlerde düzenli bir artış göstererek 30. günde $3,78 \pm 0,47$ mg MDA/kg’a ulaşmıştır. Muhafaza günleri arasındaki farklılıklar C grubunda önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

Kekikli filmlerle kaplanmış D grubu örneklerinde 0. gün $0,19 \pm 0,03$ mg MDA/kg olan TBA sayısı, 33. günde $3,47 \pm 0,31$ mg MDA/kg'a ulaşmıştır. Bu grupta Muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

E grubu örneklerde muhafazanın başında TBA sayısı $0,22 \pm 0,05$ mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. İstatistiksel bakımdan günler arasındaki farkın karanfil yağı uygulanan grupta anlamlı ($p < 0,01$) olduğu saptanmıştır.

Biberiye esansiyel yağı ilaveli F grubu örneklerde muhafaza günleri içinde en düşük TBA değeri $0,17 \pm 0,07$ mg MDA/kg olarak 0. günde belirlenmiştir. Muhafazanın diğer günlerinde düzenli artışlar olmuştur. Muhafaza günleri içinde en yüksek değer $2,87 \pm 0,63$ mg MDA/kg olarak 30. gün olarak belirlenmiştir. Biberiye esansiyel yağı ilaveli bu grupta günler arası arasındaki farkın önemli ($p < 0,01$) olduğu saptanmıştır.

Çalışmada belirlenen TBA verilerinin değişimi tüm günlerde istatistiksel olarak incelenmiştir ve buna göre 0., 3., 27. ve 30. günlerde gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu ($p < 0,05$) tespit edilmiştir. Diğer günlerde (6., 9., 12., 15., 18., 21., 24., 33. günlerde) ise anlamlı farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.6. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TBA (mg MDA/kg) değerleri

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	0,45±0,24 ^{ax1}	0,45±0,24 ^{ay1}	0,22±0,07 ^{ay2}	0,19±0,03 ^{ay2}	0,22±0,05 ^{ay2}	0,17±0,07 ^{ay12}
3. gün	1,20±1,07 ^{bx2}	1,20±0,13 ^{by2}	0,40±0,03 ^{by1}	1,28±0,02 ^{by2}	1,21±0,02 ^{by2}	1,41±0,34 ^{by2}
6. gün	3,04±0,79 ^{bcx2}	1,85±0,08 ^{bcy1}	1,28±0,11 ^{bcy1}	1,37±0,05 ^{bcy1}	1,54±0,25 ^{bcy1}	1,35±0,03 ^{bcy1}
9. gün	3,01±0,05 ^{cdx4}	2,17±0,13 ^{cdy3}	1,40±0,16 ^{cdy1}	1,56±0,07 ^{cdy12}	1,72±0,20 ^{cdy2}	1,40±0,01 ^{cdy1}
12. gün	5,12±0,27 ^{dex4}	2,98±0,24 ^{dey3}	1,45±0,01 ^{dey1}	1,91±0,08 ^{dey2}	1,71±0,06 ^{dey12}	1,39±0,01 ^{dey1}
15. gün	6,03±0,22 ^{efghx5} (DB)	3,64±0,24 ^{efghy4}	1,86±0,09 ^{efghy2}	2,63±0,04 ^{efghy3}	1,21±0,29 ^{efghy1}	2,20±0,30 ^{efghy23}
18. gün	AY	4,13±0,32 ^{efghy} (DB)	2,12±0,17 ^{efghy}	2,77±0,06 ^{efghy}	1,91±0,14 ^{efghy}	2,38±0,08 ^{efghy}
21. gün	AY	AY	2,89±0,07 ^{efy}	2,82±0,05 ^{efy}	1,99±0,08 ^{efy}	2,73±0,01 ^{efy}
24. gün	AY	AY	3,32±0,24 ^{efghy}	2,91±0,07 ^{efghy}	2,24±0,12 ^{efghy}	2,22±0,39 ^{efghy}
27. gün	AY	AY	3,80±0,08 ^{ghy}	3,64±0,31 ^{ghy}	2,72±0,30 ^{ghy}	3,36±0,63 ^{ghy}
30. gün	AY	AY	3,78±0,47 ^{hy} (DB)	3,61±0,28 ^{hy}	3,19±0,21 ^{hy}	3,87±0,63 ^{hy} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	3,47±0,31 ^{fghy} (DB)	3,17±0,17 ^{fghy} (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

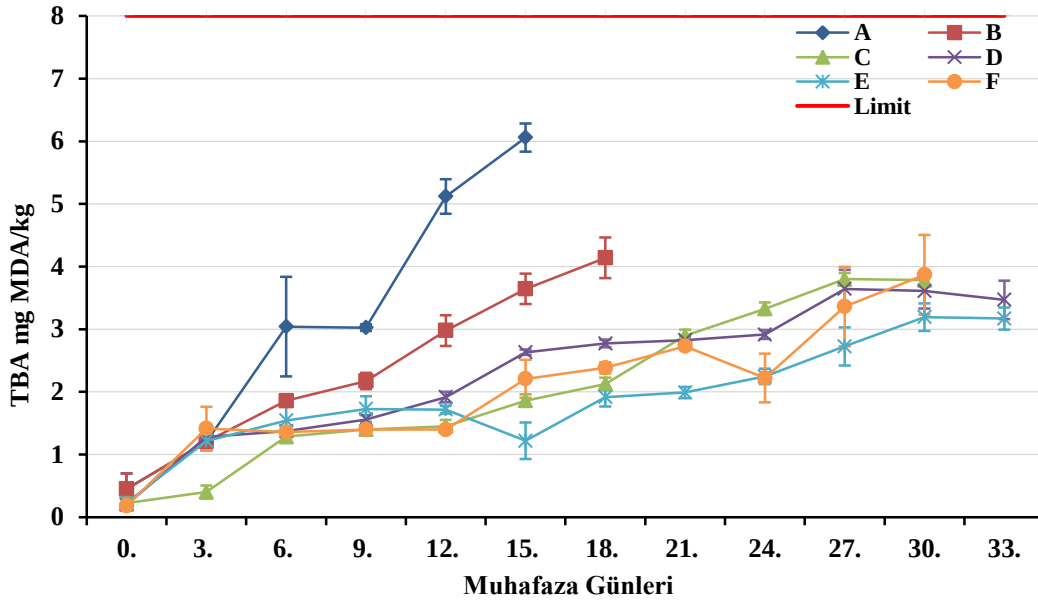
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f, g, h: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01),

x, y: Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

1, 2, 3, 4, 5: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.8. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TBA (mg MDA/kg) sayısında meydana gelen değişimler

3.2.2. Mikrobiyolojik Değişimler

3.2.2.1. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri Sayısı (TMAB)

Çalışmada kullanılan balık ve filmle kaplanmış deneysel örnek gruplarının muhafazası sırasında belirlenen TMAB sayısı miktarlarındaki değerler Tablo 3.7 ve Şekil 3.9’da verilmiştir.

Normal paketleme uygulanan A grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde TMAB sayısı $2,65 \pm 0,81$ log kob/g olarak tespit edilmiş olup, muhafazanın son günü olan 15. güne kadar önemli düzeyde artış göstermiştir ($p < 0,01$).

B grubunda 0. günde $2,65 \pm 0,81$ log kob/g olan bakteri sayısı 18. günde $6,59 \pm 0,25$ log kob/g olarak tespit edilmiştir ve muhafaza günleri arasında istatistiksel farklılık anlamlı ($p < 0,01$) bulunmuştur.

TMAB sayısı C grubu örneklerde en düşük 3. günde $2,67 \pm 0,37$ log kob/g, en yüksek 30. günde $6,79 \pm 0,31$ log kob/g olarak bulunmuştur. Bu grupta muhafaza günleri arasındaki farklılığın önemli ($p < 0,01$) olduğu bulunmuştur.

Muhafazanın ilk gününde, D grubu örneklerde bakteri sayısı $3,16 \pm 0,32$ log kob/g iken bu değer muhafazanın son gününe kadar önemli artışlar göstererek $6,42 \pm 0,24$ log kob/g’ a yükselmiştir ($p < 0,01$).

Karanfil eklenmiş yenilebilir filmlerle kaplanmış E grubu örneklerde 0. günde bakteri sayısı $3,32 \pm 0,43$ log kob/g olarak belirlenmiş olup muhafazanın son gününe kadar düzenli artış göstermiştir. E grubunda muhafaza günleri arasında önemli farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur.

F grubu örneklerde 0. günde bakteri sayısı $3,03 \pm 0,39$ log kob/g olarak belirlenmiş olup 30. günde bu değer anlamlı seviyeye ($6,94 \pm 0,58$ log kob/g) ulaşmıştır ($p < 0,01$).

Çalışmada incelenen deneysel fileto örneklerinde belirlenen TMAB sayısı gruplar arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde 6., 9., 12. ve 15. günlerde anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3.7. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TMAB sayıları (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	2,65±0,81 ^{ab}	2,65±0,81 ^{ab}	3,16±0,59 ^{ab}	3,16±0,32 ^{ab}	3,32±0,43 ^{ab}	3,03±0,48 ^{ab}
3. gün	2,87±0,11 ^a	2,68±0,36 ^a	2,67±0,37 ^a	2,14±0,23 ^a	2,03±0,39 ^a	2,37±0,63 ^a
6. gün	4,47±0,30 ^{b2}	3,47±0,54 ^{b1}	3,18±0,50 ^{b1}	2,88±0,57 ^{b1}	2,59±0,09 ^{b1}	3,10±0,14 ^{b1}
9. gün	5,07±0,59 ^{bc2}	4,57±0,28 ^{bc2}	3,55±0,53 ^{bc1}	3,21±0,09 ^{bc1}	2,87±0,35 ^{bc1}	3,32±0,12 ^{bc1}
12. gün	5,35±0,12 ^{bc3}	4,54±0,30 ^{bc2}	3,27±0,16 ^{bc1}	3,43±0,28 ^{bc1}	2,86±0,45 ^{bc1}	3,11±0,44 ^{bc1}
15. gün	7,45±0,07 ^{cde4} (DB)	5,67±0,32 ^{cde3}	4,49±0,35 ^{cde2}	3,20±0,35 ^{cde1}	3,16±0,41 ^{cde1}	3,03±0,21 ^{cde1}
18. gün	AY	6,59±0,25 ^{de} (DB)	4,84±0,24 ^{de}	3,89±0,18 ^{de}	3,71±0,43 ^{de}	4,24±0,12 ^{de}
21. gün	AY	AY	5,35±0,41 ^{cd}	3,73±0,38 ^{cd}	3,99±0,50 ^{cd}	4,34±0,53 ^{cd}
24. gün	AY	AY	5,29±0,28 ^{cd}	3,37±0,09 ^{cd}	3,57±0,54 ^{cd}	5,03±0,24 ^{cd}
27. gün	AY	AY	5,48±0,33 ^{ef}	4,52±0,05 ^{ef}	4,67±0,42 ^{ef}	5,98±0,23 ^{ef}
30. gün	AY	AY	6,79±0,31 ^{fg} (DB)	4,88±0,61 ^{fg}	4,93±0,31 ^{fg}	6,94±0,58 ^{fg} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	6,42±0,24 ^g (DB)	6,22±0,81 ^g (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

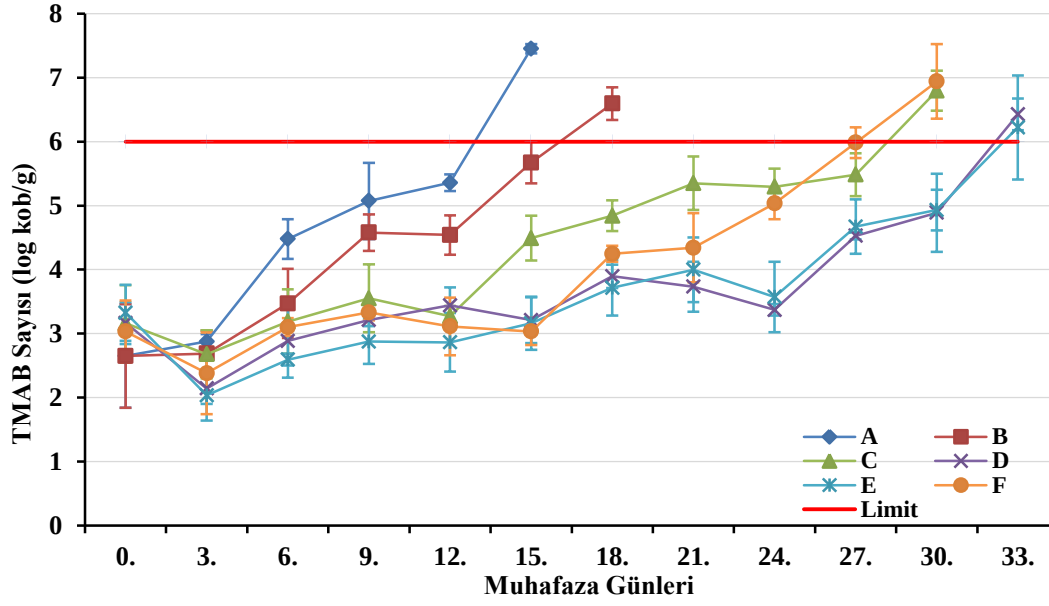
D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f, g: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3, 4: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.9. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TMAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.2.2. Toplam Anaerob Bakteri Sayısı (TAnB)

Hazırlanan deneysel örneklerin muhafaza süresince içerdikleri toplam anaerob bakteri sayısındaki değerler Tablo 3.8 ve Şekil 3.10'da verilmiştir.

Yenilebilir filmlerin *Luciobarbus esocinus* fileto örneklerinin normal paketlenme yapılmış olan A grubu örneklerinde muhafaza esnasında TAnB sayısı 0. gününde $2,31 \pm 0,20$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu değer önemli bir şekilde yükselerek muhafazanın 15. gününde bakteri sayısı $6,50 \pm 0,10$ log kob/g'a yükselmiştir ($p < 0,01$).

Deneysel olarak hazırlanmış B grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde TAnB sayısı $2,31 \pm 0,20$ log kob/g olarak tespit edilmiş ve muhafazanın son günü olan 18. güne kadar anlamlı düzeyde artışlar göstermiştir ($p < 0,01$).

C grubu örneklerinde 0. günde $2,42 \pm 0,33$ log kob/g TAnB sayısı, diğer muhafaza günlerinde giderek artış göstermiştir. Bu artış sadece kitosanla kaplanan örneklerde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

Kekik yağı uygulanmış D grubu örneklerinde en TAnB sayısı 0. günde $2,92 \pm 0,04$ log kob/g, en yüksek toplam anaerob bakteri sayısı 33. günde $4,98 \pm 0,02$ log kob/g olarak bulunmuştur. Bu grupta muhafazanın 6. ve 18. günlerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar ($p < 0,01$) tespit edilmiştir.

E grubu örneklerinde 0. günde $2,51 \pm 0,33$ log kob/g olan TAnB sayısı 33. güne kadar ($4,79 \pm 0,47$ log kob/g) düzenli artış göstermiştir. Karanfil yağı eklenmiş kitosan filmlerle kaplanmış bu grupta muhafazanın 6. ve 18. günlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Biberiye yağı uygulanmış F grubu örneklerinde bakteri sayısı 0. günde $2,24 \pm 0,19$ log kob/g olup 30. günde $5,05 \pm 0,32$ log kob/g olarak saptanmıştır ve muhafaza günleri arasında istatistiksel farklılık önemli ($p < 0,01$) olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada muhafaza süresince gruplar kendi muhafaza günleri içerisinde kıyaslandıklarında TAnB sayısı 0., 6., 9., 12. ve 15. günlerde önemli düzeyde farklılıkların olduğu ($p < 0,05$).

Tablo 3.8. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen T AnB sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	2,31±0,20 ^{a1}	2,31±0,20 ^{a1}	2,42±0,33 ^{a12}	2,92±0,04 ^{a2}	2,51±0,33 ^{a12}	2,24±0,19 ^{a1}
3. gün	2,33±0,04 ^a	2,46±0,45 ^a	2,71±0,40 ^a	2,51±0,34 ^a	2,96±0,09 ^a	2,89±0,36 ^a
6. gün	3,50±0,24 ^{b123}	3,11±0,10 ^{b12}	3,68±0,34 ^{b3}	3,54±0,17 ^{b23}	3,17±0,07 ^{b123}	2,97±0,30 ^{b1}
9. gün	4,43±0,37 ^{bc2}	4,16±0,11 ^{bc2}	3,48±0,35 ^{bc1}	3,01±0,19 ^{bc1}	2,91±0,41 ^{bc1}	3,45±0,08 ^{bc1}
12. gün	5,31±0,12 ^{bcd2}	5,41±0,34 ^{bcd2}	3,44±0,14 ^{bcd1}	3,20±0,20 ^{bcd1}	2,85±0,50 ^{bcd1}	3,08±0,38 ^{bcd1}
15. gün	6,50±0,10 ^{def4} (DB)	5,24±0,05 ^{def3}	3,84±0,37 ^{def2}	3,20±0,14 ^{def1}	3,28±0,20 ^{def1}	3,86±0,30 ^{def2}
18. gün	AY	7,02±0,51 ^f (DB)	4,49±0,34 ^f	4,52±0,45 ^f	4,16±0,09 ^f	4,24±0,16 ^f
21. gün	AY	AY	4,51±0,33 ^{cde}	3,57±0,28 ^{cde}	3,86±0,47 ^{cde}	4,82±0,40 ^{cde}
24. gün	AY	AY	4,26±0,18 ^{bcd}	3,31±0,22 ^{bcd}	3,24±0,18 ^{bcd}	4,71±0,23 ^{bcd}
27. gün	AY	AY	4,60±0,17 ^{def}	3,64±0,15 ^{def}	3,79±0,50 ^{def}	4,93±0,17 ^{def}
30. gün	AY	AY	5,16±0,77 ^{ef} (DB)	4,18±0,08 ^{ef}	4,41±0,17 ^{ef}	5,05±0,32 ^{ef} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	4,98±0,02 ^f (DB)	4,79±0,47 ^f (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

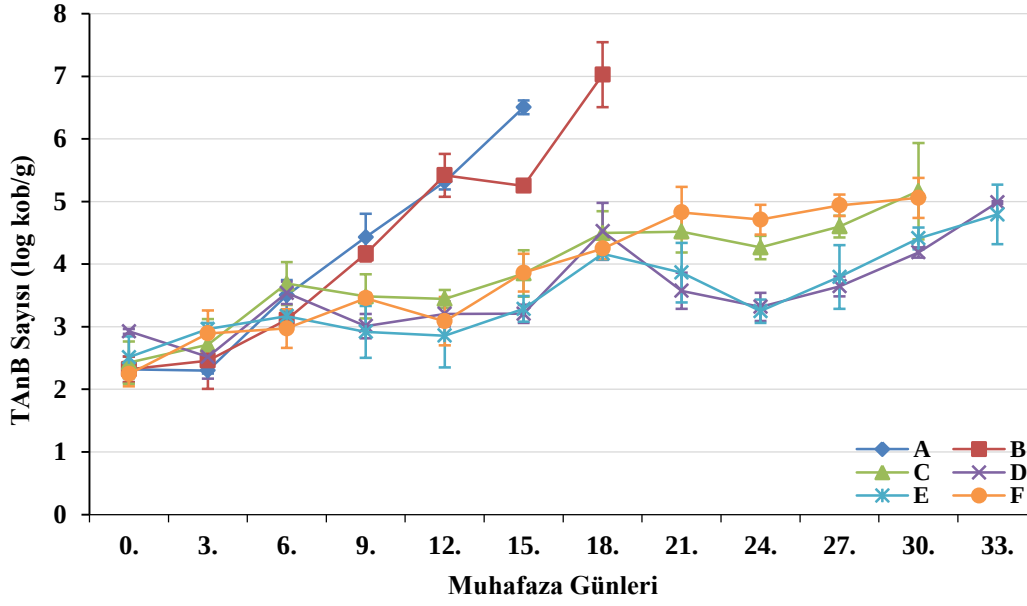
D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3, 4: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.10. Deneyisel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TAnB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.2.3. Toplam Psikrofilik Aerob Bakteri Sayısı (TPAB)

Deneyisel olarak hazırlanan örneklerdeki toplam psikrofilik aerob bakteri sayısının muhafaza boyunca belirlenen değerleri Tablo 3.9 ve Şekil 3.11’de log kob/g olarak verilmiştir.

Bu değerler incelendiğinde, inkübasyon sonucunda tespit edilen TPAB sayısı, A grubunda 0. günde $3,72 \pm 0,38$ log kob/g değerinde iken bu değer önemli artış göstererek 15. günde $5,80 \pm 0,47$ log kob/g değerine yükselmiştir ($p < 0,01$).

Vakum paket uygulanan B grubu örneklerde muhafazanın ilk günü TPAB sayısı $3,72 \pm 0,38$ log kob/g değerlerinde iken bu değer muhafazanın son günü olan 18. günde anlamlı bir yükseliş göstererek $6,94 \pm 0,38$ log kob/g değerine yükselmiştir ($p < 0,01$).

C grubu örneklerin en düşük TPAB sayısı 0. günde $2,88 \pm 0,57$ log kob/g olarak belirlenmiş olup, en yüksek 30. günde $5,72 \pm 0,53$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta muhafazanın 9., 27. ve 30. günlerinde önemli artışlar ($p < 0,01$) meydana gelmiştir.

Kekik uygulanmış D grubu örneklerde TPAB sayısı muhafazanın ilk günü $2,94 \pm 0,18$ log kob/g olarak belirlenmiş olup muhafazanın son günü $6,22 \pm 1,31$ log kob/g olarak belirlenmiştir ve muhafaza günleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar ($p < 0,01$) bulunmuştur.

E grubu örneklerde bakteri sayısı muhafaza periyodu boyunca anlamlı düzeyde artarak 33. günde $5,76 \pm 1,15$ log kob/g'a ulaşmıştır ($p < 0,01$).

Biberiye yağı eklenmiş kitosan solüsyonu ile hazırlanmış yenilebilir fimlerle hazırlanan F grubu örneklerde 0. günde bakteri sayısı $2,87 \pm 0,03$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafaza periyodu boyunca önemli artışlar ($p < 0,01$) meydana gelmiştir ve 30. günde bu değer $5,93 \pm 0,46$ log kob/g' a yükselmiştir.

Deneyisel olarak hazırlanmış örneklerde TPAB sayısı tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan incelendiğinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca gruplar kendi muhafaza günleri içerisinde de kıyaslandığında (1., 3., 6., 9., 12. ve 15. gün) anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3.9. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen TPAB sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	3,72±0,38 ^{ay2}	3,72±0,38 ^{ay2}	2,88±0,57 ^{ax1}	2,94±0,18 ^{ax12}	2,73±0,22 ^{ax1}	2,87±0,03 ^{ax1}
3. gün	3,72±0,30 ^{ay3}	3,23±0,05 ^{ay23}	3,06±0,38 ^{ax123}	2,50±0,46 ^{ax12}	2,38±0,36 ^{ax1}	2,76±0,15 ^{ax12}
6. gün	4,27±0,14 ^{ay2}	4,47±0,21 ^{ay2}	2,88±0,22 ^{ax1}	2,85±0,58 ^{ax1}	2,59±0,29 ^{ax1}	2,87±0,35 ^{ax1}
9. gün	5,64±0,41 ^{by3}	4,71±0,45 ^{by2}	3,76±0,54 ^{bx1}	3,80±0,14 ^{bx1}	3,65±0,12 ^{bx1}	3,71±0,51 ^{bx1}
12. gün	5,69±0,43 ^{by3}	4,89±0,45 ^{by2}	3,88±0,26 ^{bx1}	3,82±0,10 ^{bx1}	3,63±0,19 ^{bx1}	3,69±0,48 ^{bx1}
15. gün	5,80±0,47 ^{bcy2} (DB)	5,74±0,39 ^{bcy2}	3,89±0,63 ^{bcx1}	3,98±0,02 ^{bcx1}	3,51±0,52 ^{bcx1}	3,90±0,12 ^{bcx1}
18. gün	AY	6,94±0,38 ^{bcy} (DB)	4,11±0,42 ^{bcx}	3,99±0,21 ^{bcx}	3,69±0,49 ^{bcx}	4,03±0,11 ^{bcx}
21. gün	AY	AY	4,39±0,09 ^{bx}	4,03±0,25 ^{bx}	3,73±0,53 ^{bx}	4,41±0,88 ^{bx}
24. gün	AY	AY	4,66±0,33 ^{bcx}	4,59±0,42 ^{bcx}	4,20±0,19 ^{bcx}	4,54±0,08 ^{bcx}
27. gün	AY	AY	5,30±0,61 ^{cdx}	4,98±0,22 ^{cdx}	4,66±0,53 ^{cdx}	5,63±0,48 ^{cdx}
30. gün	AY	AY	5,72±0,53 ^{dex} (DB)	5,47±0,17 ^{dex}	4,79±0,16 ^{dex}	5,93±0,46 ^{dex} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	6,22±1,31 ^{ex} (DB)	5,76±1,15 ^{ex} (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

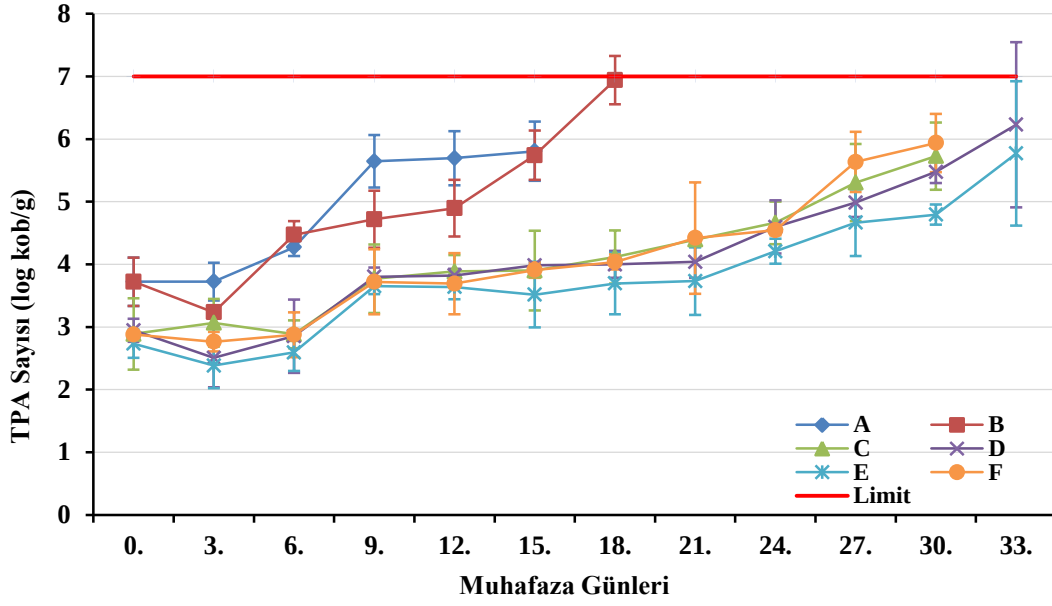
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

x, y: Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3, 4, 5: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.11. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen TPAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.2.4. *Laktobacillus* Sayısı

Deneysel olarak hazırlanmış *Luciobarbus esocinus* filetolarında ve farklı esansiyel yağlar uygulanarak hazırlanmış yenilebilir filmlerle kaplanmış fileto örneklerinin muhafazası esnasında belirlenen *Laktobacillus* sayısı miktarlarındaki değerler Tablo 3.10 ve Şekil 3.12’de verilmiştir

Tablo 3.10 incelendiğinde A grubu örneklerde *Laktobacillus* bakteri sayısı muhafazanın ilk gününde $2,94 \pm 0,24$ log kob/g olarak tespit edilmiştir ve bu değer muhafazanın son gününe kadar önemli düzeyde artışlar göstermiştir ($p < 0,01$).

B grubu örneklerde en düşük *Laktobacillus* bakteri sayısı 0. günde $2,94 \pm 0,24$ log kob/g değerlerinde iken en yüksek bakteri sayısı muhafazanın son günü olan 18. günde $5,65 \pm 0,37$ log kob/g tespit edilmiştir. Bu grupta *Laktobacillus* bakteri sayısı bakımından muhafaza günleri arasındaki farklılığın anlamlı ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

Sadece kitosan solüsyonu ile hazırlanmış yenilebilir filmler uygulanmış C grubu örneklerinde mikroorganizma sayısı 0. günde $2,87 \pm 0,41$ log kob/g iken 30. günde $6,12 \pm 0,09$ log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. Deneysel olarak hazırlanmış C grubu örneklerin muhafaza günleri arasında önemli farklılıklar ($p < 0,01$) belirlenmiştir.

D grubu örneklerde bakteri sayısı $2,92 \pm 0,18$ log kob/g olarak bulunmuştur. Bu değer muhafazanın son gününe kadar önemli artışlar göstermiştir ($p < 0,01$).

Karanfil uygulanmış E grubu örneklerde *Laktobacillus* bakteri sayısı muhafaza periyodu boyunca anlamlı artışlar göstererek 33. günde $4,84 \pm 0,36$ log kob/g'a ulaşmıştır ($p < 0,01$).

Kitosan solüsyonuna biberiye eklenerek hazırlanmış yenilebilir filmler ile kaplanmış F gurubu örneklerde *Laktobacillus* bakteri sayısı 0. günde $2,91 \pm 0,34$ log kob/g olarak belirlenmişken muhafazanın son günü olan 30. günde bu değer $6,11 \pm 0,07$ log kob/g'a yükselmiştir. F grubu örneklerde muhafaza günleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Yenilebilir filmlerle kaplanan fileto örneklerinin *Laktobacillus* bakteri sayısı tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan incelendiğinde önemli farklılıkların olduğu ($p < 0,05$) ve ayrıca gruplar kendi günleri arasında kıyaslandığında ise yine anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3.10. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen *Laktobacillus* sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	2,94±0,24 ^{ay}	2,94±0,24 ^{ay}	2,87±0,41 ^{ay}	2,92±0,18 ^{axy}	2,62±0,34 ^{ax}	2,91±0,34 ^{axy}
3. gün	3,40±0,26 ^{aby}	3,32±0,22 ^{aby}	3,41±0,27 ^{aby}	3,47±0,16 ^{abxy}	3,46±0,15 ^{abx}	3,25±0,19 ^{abxy}
6. gün	4,37±0,20 ^{bcy3}	4,22±0,53 ^{bcy23}	3,45±0,34 ^{bcy1}	3,22±0,26 ^{bcdxy1}	3,21±0,27 ^{bcdx1}	3,53±0,24 ^{bcdxy12}
9. gün	4,92±0,42 ^{bcdy2}	4,34±0,74 ^{bcdy12}	3,69±0,36 ^{bcdy1}	3,52±0,30 ^{bcdxy1}	3,43±0,34 ^{bcdx1}	3,59±0,29 ^{bcdxy1}
12. gün	5,53±0,21 ^{cdy3}	4,48±0,36 ^{cdy2}	3,85±0,39 ^{cdy12}	3,54±0,47 ^{cdxy1}	3,31±0,22 ^{cdx1}	3,72±0,21 ^{cdxy1}
15. gün	6,32±0,05 ^{ey5} (DB)	5,07±0,54 ^{ey4}	4,69±0,15 ^{ey34}	3,90±0,30 ^{exy12}	3,63±0,25 ^{ex1}	4,31±0,16 ^{exy23}
18. gün	AY	5,65±0,37 ^{dey} (DB)	4,79±0,55 ^{dey}	3,82±0,58 ^{dexy}	3,60±0,54 ^{dex}	4,27±0,18 ^{dexy}
21. gün	AY	AY	5,41±0,06 ^{dey}	4,17±0,09 ^{dexy}	3,87±0,37 ^{dex}	4,48±0,34 ^{dexy}
24. gün	AY	AY	5,54±0,11 ^{ey}	4,40±0,13 ^{exy}	4,01±0,38 ^{ex}	4,71±0,71 ^{exy}
27. gün	AY	AY	5,58±0,41 ^{efy}	4,56±0,39 ^{efxy}	4,44±0,28 ^{efx}	5,14±0,51 ^{efxy}
30. gün	AY	AY	6,12±0,09 ^{gy} (DB)	5,08±0,07 ^{gxy}	4,71±0,40 ^{gx}	6,11±0,07 ^{gxy} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	5,87±0,41 ^{fgxy} (DB)	4,84±0,36 ^{fgx} (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

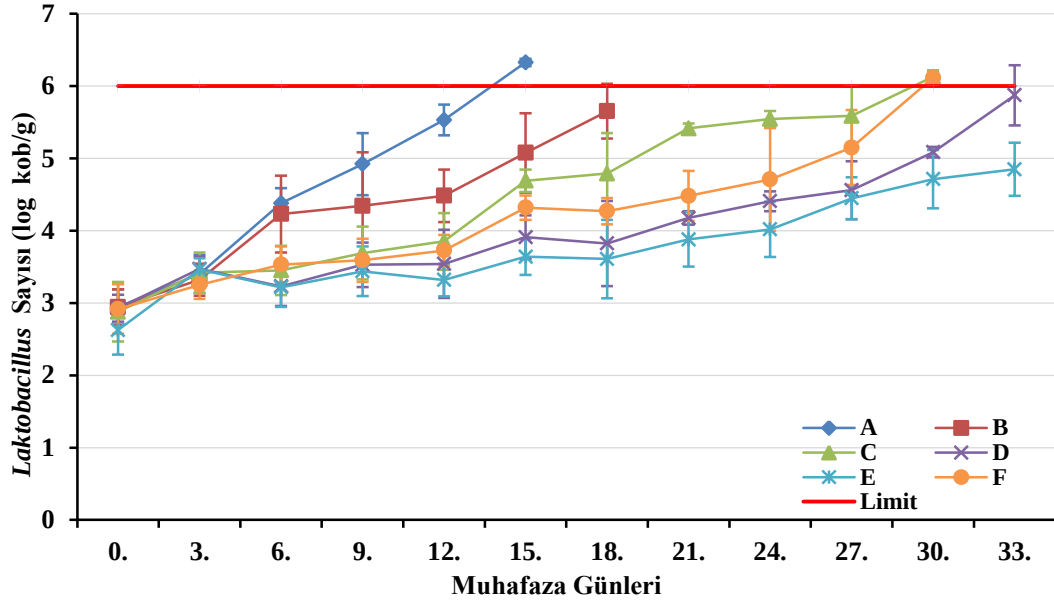
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

x, y: Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

1, 2, 3, 4, 5: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.12. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen *Laktobacillus* sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.2.5. Lipolitik Mikroorganizma Sayısı

Hazırlanan örneklerin muhafaza süresince içerdikleri lipolitik mikroorganizma sayısı değerleri Tablo 3.11 ve Şekil 3.13’de log kob/g olarak verilmiştir.

Filetoda lipolitik mikroorganizma sayısı muhafazanın ilk günü $3,00 \pm 0,55$ log kob/g olarak belirlenmiştir. A grubunda muhafaza boyunca önemli düzeyde artışlar gözlenmiştir ($p < 0,01$).

Vakum paket uygulanan B grubunda muhafaza süresince düzenli bir artış göstermiş ve muhafazanın son günü olan 18. günde $5,74 \pm 0,41$ log kob/g değerine ulaşmıştır. B grubunda muhafaza günleri arasındaki istatistiksel farkın anlamlı ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

Lipolitik mikroorganizma sayısı C grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde $2,58 \pm 0,32$ log kob/g olarak bulunmuştur. Lipolitik mikroorganizma sayısı bu grupta diğer günlerde anlamlı artışlar göstermiştir ($p < 0,01$).

Kekik eklenmiş D grubu örneklerin lipolitik bakteri sayısı $2,94 \pm 0,61$ - $5,02 \pm 0,61$ log kob/g değerleri arasında değişim göstermiştir. Bu grupta muhafaza günleri arasındaki önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

E grubu örneklerde muhafaza günleri içinde 0. günde $2,69 \pm 0,24$ log kob/g olarak belirlenmiş olup bu değer 33. günde $5,04 \pm 0,72$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Lipolitik

bakteri miktarı bakımından 24. gün ve 33. günlerdeki artışların önemli düzeyde olduğu ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır.

Çalımadaki F grubu örneklerde bakteri yükü muhafazanın başında $2,54\pm0,21$ log kob/g olarak belirlenmiş olup muhafaza günleri arasındaki farklılığın anlamlı seviyede olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Yenilebilir filmlerle kaplanan *Luciobarbus esocinus* örneklerinde gruplar kendi muhafaza günleri içerisinde istatistiksel olarak kıyaslandığında 15. günde gruplar arasında önemli farklılıkların ($p<0,05$) olduğu, diğer tüm günlerde önemli farklılıkların olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Tablo 3.11. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen lipolitik bakteri sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	3,00±0,55 ^a	3,00±0,55 ^a	2,58±0,32 ^a	3,01±0,26 ^a	2,69±0,24 ^a	2,54±0,21 ^a
3. gün	3,11±0,15 ^{ab}	3,54±0,37 ^{ab}	3,37±0,32 ^{ab}	2,94±0,61 ^{ab}	2,95±0,19 ^{ab}	3,26±0,24 ^{ab}
6. gün	3,32±0,05 ^{ab}	3,31±0,14 ^{ab}	3,28±0,15 ^{ab}	2,96±0,40 ^{ab}	2,92±0,24 ^{ab}	3,21±0,16 ^{ab}
9. gün	3,64±0,59 ^{bc}	4,04±0,20 ^{bc}	3,61±0,22 ^{bc}	3,35±0,17 ^{bc}	3,13±0,39 ^{bc}	3,89±0,58 ^{bc}
12. gün	4,22±0,24 ^{cd}	4,22±0,24 ^{cd}	3,46±0,36 ^{cd}	3,43±0,12 ^{cd}	3,33±0,47 ^{cd}	4,11±0,64 ^{cd}
15. gün	5,80±0,41 ^{de2} (DB)	4,30±0,24 ^{de1}	4,04±0,51 ^{de1}	3,75±0,22 ^{de1}	3,57±0,51 ^{de1}	3,65±0,51 ^{de1}
18. gün	AY	5,74±0,41 ^{fg} (DB)	4,33±0,46 ^{fg}	4,24±0,15 ^{fg}	3,85±0,41 ^{fg}	4,48±0,14 ^{fg}
21. gün	AY	AY	4,24±0,16 ^{cde}	3,78±0,61 ^{cde}	3,81±0,43 ^{cde}	4,34±0,19 ^{cde}
24. gün	AY	AY	4,98±0,31 ^f	4,27±0,16 ^f	4,25±0,17 ^f	4,46±0,10 ^f
27. gün	AY	AY	4,98±0,41 ^f	4,00±0,26 ^f	3,96±0,28 ^f	4,26±0,61 ^f
30. gün	AY	AY	5,28±0,16 ^{gh} (DB)	4,49±0,24 ^{gh}	4,70±0,54 ^{gh}	5,37±0,24 ^{gh} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	5,02±0,61 ^h (DB)	5,04±0,72 ^h (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

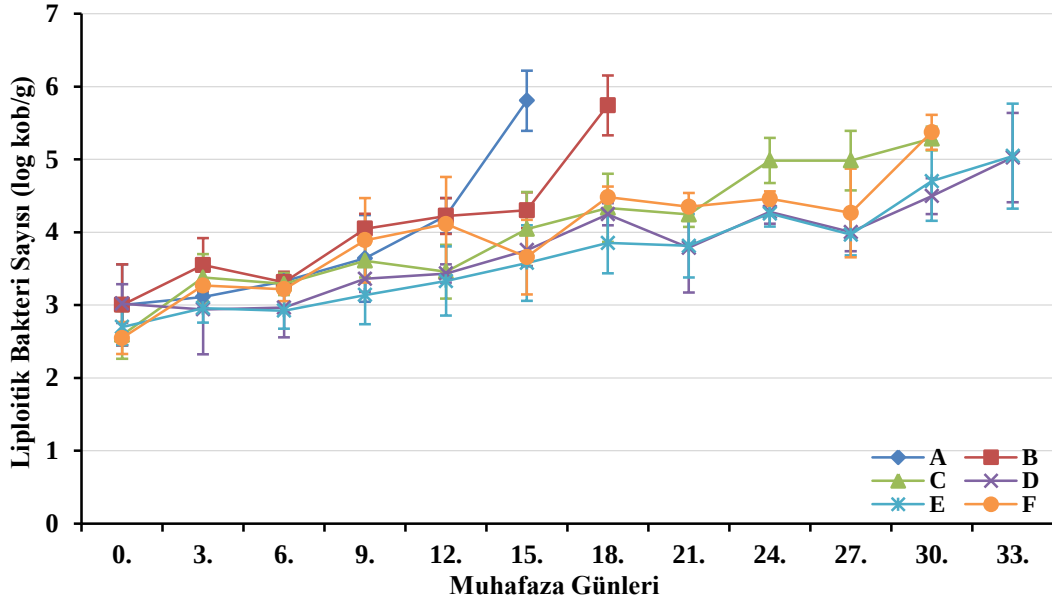
D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f, g, h: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.13. Deneyisel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen lipolitik bakteri sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.2.6. Maya-Küf Sayısı

Çalışmada deneysel olarak hazırlanan örneklerin muhafaza süresince tespit edilen maya-küf sayılarına ait değerler, Tablo 3.12 ve Şekil 3.14’de verilmiştir.

Örneklerde maya-küf sayıları, fileto muhafazanın başlangıcında $2,30 \pm 0,16$ log kob/g, muhafaza sonunda $6,33 \pm 0,44$ log kob/g arasında tespit edilmiştir.

B grubu örneklerde, muhafazanın başlangıcında $2,30 \pm 0,16$ log kob/g olarak tespit edilen maya- küf sayısı ile diğer günler arasında anlamlı farklılıklar ($p < 0,01$) bulunmuştur. Bu grup örneklerde, maya-küf sayısındaki en yüksek değer 18. günde $6,68 \pm 0,36$ log kob/g olarak saptanmıştır.

C grubunda, muhafazanın başlangıcında maya-küf sayısı, $2,43 \pm 0,17$ log kob/g olarak saptanmıştır. Bu grup örneklerde muhafaza günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

D grubu örneklerde maya-küf sayısı, 0. günde $2,35 \pm 0,07$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Maya-Küf sayısı artışı bu grupta muhafaza günleri içerisinde anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$). Bu grupta en yüksek değer $6,39 \pm 0,07$ log kob/g ile yine 33. günde tespit edilmiştir.

Maya- küf sayısı, E grubu örneklerde muhafazanın başlangıcında, $2,61 \pm 0,50$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta muhafaza süresince maya- küf sayısında önemli

($p<0,01$) artışlar tespit edilmiştir. Bu grupta en yüksek değer 33. günde ($5,96\pm0,054$ log kob/g) belirlenmiştir.

F grubu örneklerde 24. günden itibaren muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir($p<0,01$). Muhafazanın 0. gününde $2,03\pm0,23$ log kob/g olan maya-küf sayısı 30. günde $6,92\pm0,31$ log kob/g olarak belirlenmiştir.

Farklı esansiyel yağlar ilave edilerek hazırlanan yenilebilir film uygulanmış *Luciobarbus esosinus* filetolarında, karanfil yağı ilave edilmiş yenilebilir filmleri oluşturan E grubu örnekler ile diğer gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

Yapılan istatistiki analizler neticesinde, deneysel örneklerinin maya-küf bakteri sayısı üzerine muhafaza süresinin etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). Bu deneysel gruplar kendi muhafaza günleri içerisinde kıyaslandığında 6., 9., 12. ve 15. günlerde anlamlı farklılıkların olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir.

Tablo 3.12. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen maya-küf sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	2,30±0,16 ^{ay}	2,30±0,16 ^{ay}	2,43±0,17 ^{axy}	2,35±0,07 ^{axy}	2,61±0,50 ^{ax}	2,03±0,23 ^{axy}
3. gün	3,19±0,19 ^{aby}	3,13±0,46 ^{aby}	3,08±0,46 ^{abxy}	2,54±0,25 ^{abxy}	2,39±0,30 ^{abx}	3,09±0,24 ^{abxy}
6. gün	4,72±0,43 ^{bcy3}	3,65±0,37 ^{bcy2}	3,05±0,62 ^{bcpy12}	2,40±0,08 ^{bcpy1}	2,41±0,25 ^{bcdx1}	3,42±0,31 ^{bcdx1}
9. gün	4,82±0,21 ^{cdy4}	4,22±0,37 ^{cdy34}	3,37±0,31 ^{cdxy12}	3,33±0,44 ^{cdxy12}	2,71±0,29 ^{cdx1}	3,86±0,29 ^{cdxy23}
12. gün	5,27±0,14 ^{cdy4}	4,48±0,23 ^{cdy3}	3,08±0,18 ^{cdxy12}	3,65±0,32 ^{cdxy2}	2,61±0,26 ^{cdx1}	3,51±0,45 ^{cdxy2}
15. gün	6,33±0,44 ^{cdy3} (DB)	4,77±0,25 ^{cdy2}	3,07±0,47 ^{cdxy1}	2,85±0,26 ^{cdxy1}	2,31±0,17 ^{cdx1}	2,97±0,50 ^{cdxy1}
18. gün	AY	6,68±0,36 ^{cdy} (DB)	3,94±0,21 ^{cdxy}	2,82±0,22 ^{cdxy}	2,49±0,40 ^{cdx}	3,51±0,37 ^{cdxy}
21. gün	AY	AY	4,01±0,14 ^{cdxy}	3,95±0,73 ^{cdxy}	3,33±0,47 ^{cdx}	3,88±0,64 ^{cdxy}
24. gün	AY	AY	4,61±0,93 ^{dxy}	3,78±0,47 ^{dxy}	3,84±0,42 ^{dx}	4,53±0,55 ^{dxy}
27. gün	AY	AY	5,76±0,49 ^{exy}	4,78±0,42 ^{exy}	4,34±0,08 ^{ex}	5,75±0,55 ^{exy}
30. gün	AY	AY	6,93±0,32 ^{fxxy} (DB)	5,21±0,17 ^{fxxy}	4,52±0,44 ^{fx}	6,92±0,31 ^{fxxy} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	6,39±0,07 ^{fxxy} (DB)	5,96±0,54 ^{fx} (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

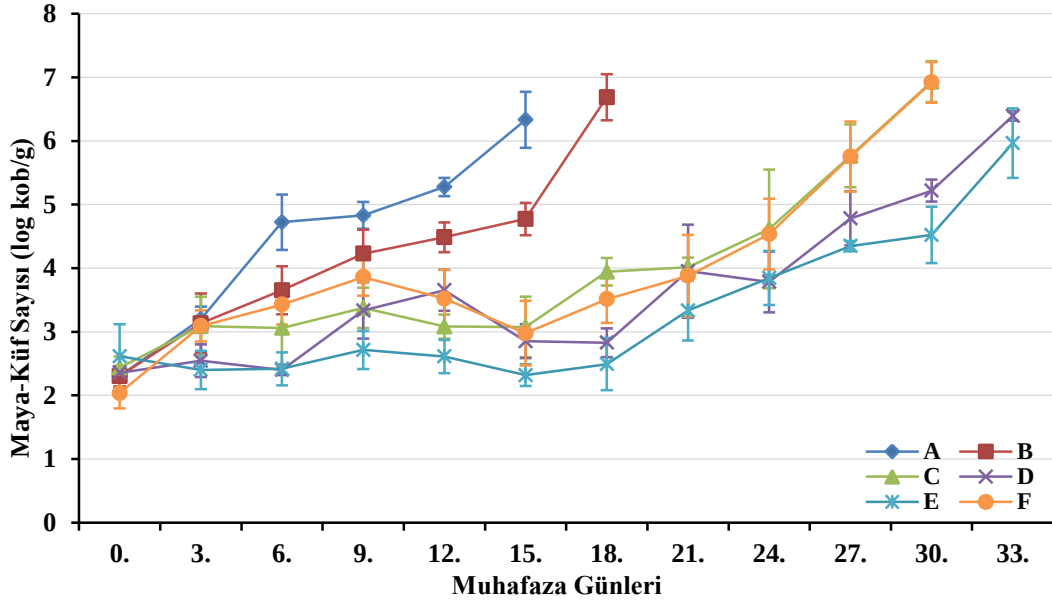
F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

x, y: Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

1, 2, 3,4: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.14. Deneyisel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen Maya-Küf sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.2.7. Koliform Grubu Bakterilerin Sayısı

Çalışmada kullanılan balık filetolarının ve farklı esansiyel yağlar ilave edilerek hazırlanan yenilebilir filmlerle hazırlanan filetoların, muhafaza süresince tespit edilen koliform grubu bakterilerin sayısındaki değerler, Tablo 3.13 ve Şekil 3.15 'de verilmiştir.

Tablo 3.13 incelendiğinde mikroorganizma sayısının normal paketleme uygulanan filetoda $3,21 \pm 0,58$ log kob/g olduğu belirlenmiştir. Muhafaza günlerindeki örneklerde koliform grubu bakterilerin sayısındaki artış önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Bu grupta en yüksek değer $6,42 \pm 0,36$ log kob/g ile yine 15. günde tespit edilmiştir.

Koliform grubu bakteri sayısı, B grubunda muhafazanın ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir ve bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Bu grupta mikroorganizma sayısı, 18. günde en yüksek değere ($6,61 \pm 0,26$ log kob/g) ulaşmıştır.

Sadece kitosan solüsyonu ile hazırlanmış yenilebilir filmler uygulanmış C grubu örneklerde, bakteri sayısı 0. günde $2,76 \pm 0,36$ log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta, muhafaza edilen örneklerde en yüksek değer 30. günde ($4,34 \pm 0,18$ log₁₀ kob/g) tespit edilmiştir. C grubu örneklerde muhafaza süresince bakterilerin sayısında önemli düzeyde artışlar gözlemlenmiştir ($p < 0,01$).

Kekik yağı uygulanmış örneklerde, bakterileri sayısı $2,58 \pm 0,14$ log kob/g (0. gün) olarak belirlenmiştir. Bu grup örneklerde, muhafaza süresince mikroorganizma sayısında artış saptanmış ve bu artışın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$).

E grubu örneklerde muhafazanın 0.gününde bakteri sayısı $2,36 \pm 0,26$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Karanfil uygulanmış bu grupta bakteri sayısı muhafazanın son günü olan 33. günde $4,64 \pm 0,45$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresince E grubunda bakteri sayısında önemli düzeyde artışlar gözlemlenmiştir ($p < 0,01$).

F grubu örneklerde muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$). Bu grupta en yüksek bakteri sayısı 30. günde $4,30 \pm 0,17$ log kob/g olarak belirlenmiştir.

Deneyisel örneklerde koliform grubu bakteri sayısı bakımından tüm gruplar kendi muhafaza günleri içerisinde kıyaslandığında 3., 9., 12. ve 15., günlerde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$), fakat gruplar arasındaki farklılıkların 0., 6., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33., günlerde önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.13. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen koliform grubu bakterilerin sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	3,21±0,58 ^a	3,21±0,58 ^a	2,76±0,36 ^a	2,58±0,14 ^a	2,36±0,26 ^a	2,70±0,01 ^a
3. gün	3,49±0,33 ^{ab2}	3,63±0,48 ^{ab2}	3,20±0,16 ^{ab12}	2,92±0,19 ^{ab12}	2,67±0,42 ^{ab1}	3,16±0,12 ^{ab12}
6. gün	3,41±0,22 ^{ab}	3,27±0,41 ^{ab}	3,13±0,23 ^{ab}	2,12±0,48 ^{ab}	2,18±0,30 ^{ab}	2,96±0,47 ^{ab}
9. gün	3,79±0,07 ^{b3}	4,08±0,28 ^{b3}	3,49±0,44 ^{b3}	2,44±0,09 ^{b12}	2,48±0,30 ^{b1}	3,18±0,26 ^{b23}
12. gün	4,41±0,40 ^{c23}	4,88±0,18 ^{c3}	3,70±0,21 ^{c2}	2,62±0,09 ^{c1}	2,51±0,32 ^{c1}	3,64±0,09 ^{c23}
15. gün	6,42±0,36 ^{d3} (DB)	5,31±0,11 ^{d23}	3,86±0,96 ^{d12}	2,73±0,36 ^{d1}	2,52±0,58 ^{d1}	3,70±0,07 ^{d12}
18. gün	AY	6,61±0,26 ^d (DB)	4,01±0,09 ^d	3,40±0,28 ^d	3,46±0,25 ^d	3,92±0,25 ^d
21. gün	AY	AY	4,16±0,32 ^d	3,50±0,28 ^d	3,52±0,42 ^d	4,08±0,39 ^d
24. gün	AY	AY	4,21±0,24 ^d	3,25±0,07 ^d	3,61±0,53 ^d	4,14±0,34 ^d
27. gün	AY	AY	4,41±0,44 ^d	3,48±0,13 ^d	3,56±0,24 ^d	4,15±0,53 ^d
30. gün	AY	AY	4,34±0,18 ^{de} (DB)	3,58±0,64 ^{de}	3,67±0,26 ^{de}	4,30±0,17 ^{de} (DB)
33. gün	AY	AY	AY	4,14±0,73 ^e (DB)	4,64±0,45 ^e (DB)	AY
36. gün	AY	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

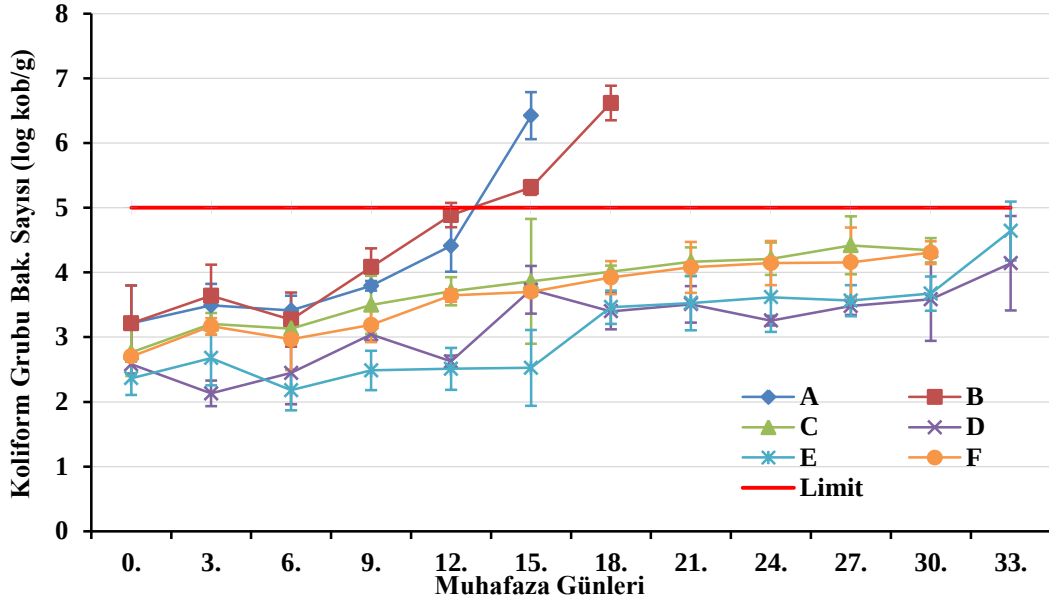
D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.15. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler

3.2.3. Duyusal Değişimler

Farklı esansiyel yağlar ilave edilerek oluşturulan kitosan yenilebilir filmlerle kaplanmış *Luciobarbus esocinus* filetolarının, muhafazası süresince duyusal açıdan meydana gelen değişimleri 10 panelist tarafından analiz edilerek belirlenmiştir.

Duyusal analize alınan *Luciobarbus esocinus* filetoları panelistler tarafından görünüş, gevreklik, koku, lezzet, renk ve genel beğeni kriterlerine göre değerlendirmiştir.

3.2.3.1. Görünüş

Deneysel olarak hazırlanmış filetoların muhafazası esnasında görünüş puanları incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.14 ve Şekil 3.16'da verilmiştir.

Tablo 3.14' e göre muhafazanın başlangıcında panelistler görünüş bakımından bütün gruplara $8,52 \pm 1,08$ ile $8,86 \pm 0,59$ arası puan verdikleri belirlenmiştir. Muhafazanın 3. gününde bu değerler C, D, E, F gruplarında yükselme göstererek sırasıyla $9,16 \pm 0,11$, $8,91 \pm 0,11$, $9,41 \pm 0,18$, $9,52 \pm 0,19$ değerlerine yükselmiştir. Muhafaza boyunca bütün grupların değerlerinde anlamlı azamalar meydana gelmiştir ($p < 0,01$). Muhafazanın son günü A grubunda görünüş (12. günde) $3,33 \pm 0,47$ puan, B grubu (15. günde) $3,16 \pm 0,23$ puan almıştır. C ve F grubu örnekler muhafazanın son günü (27. günde) $2,91 \pm 0,11$ –

2,61±0,07 puan, D ve E grubu örnekler ise (30. günde) 3,72±0,20–4,66±1,08 puanlarını almışlardır.

Deneyssel olarak hazırlanmış örneklerde tüm gruplar kendi muhafaza günleri içinde görünüş bakımından istatistiksel olarak kıyaslandığında (3., 6., 9. ve 12. günlerde) önemli farklılıkların olduğu ($p<0,05$), fakat muhafazanın 0., 15., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33. günlerinde önemli farklılıkların olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir

Tablo 3.14. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “görünüş” puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	8,69±0,68 ^e	8,69±0,68 ^e	8,86±0,59 ^e	8,55±0,88 ^e	8,52±1,08 ^e	8,61±0,74 ^e
3. gün	8,33±0,54 ^{e1}	8,66±0,51 ^{e12}	9,16±0,11 ^{e23}	8,91±0,11 ^{e123}	9,41±0,18 ^{e23}	9,52±0,19 ^{e3}
6. gün	5,36±0,49 ^{d1}	6,33±0,31 ^{d1}	8,30±0,27 ^{d2}	8,30±0,27 ^{d2}	8,94±0,67 ^{d2}	8,69±0,54 ^{d2}
9. gün	4,00±0,81 ^{d1}	4,66±0,11 ^{d1}	8,15±0,35 ^{d2}	7,91±0,11 ^{d2}	8,38±0,28 ^{d2}	7,58±0,18 ^{d2}
12. gün	3,33±0,47 ^{d1}	3,66±0,47 ^{d1}	7,41±0,42 ^{d23}	6,75±0,88 ^{d2}	8,33±0,47 ^{d3}	7,38±0,92 ^{d23}
15. gün	DB	3,16±0,23 ^d	6,69±0,54 ^d	6,08±0,11 ^d	7,38±0,54 ^d	7,05±0,47 ^d
18. gün	AY	DB	3,94±0,34 ^c	5,44±1,13 ^c	5,50±0,89 ^c	4,66±0,94 ^c
21. gün	AY	AY	4,36±0,51 ^{bc}	4,63±0,30 ^{bc}	4,66±1,08 ^{bc}	4,00±0,72 ^{bc}
24. gün	AY	AY	3,22±0,15 ^{ab}	3,91±0,11 ^{ab}	4,66±1,08 ^{ab}	3,22±0,34 ^{ab}
27. gün	AY	AY	2,91±0,11 ^a	3,72±0,21 ^a	4,66±1,08 ^a	2,61±0,07 ^a
30. gün	AY	AY	DB	3,72±0,20 ^{abc}	4,66±1,08 ^{abc}	DB
33. gün	AY	AY	AY	DB	DB	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

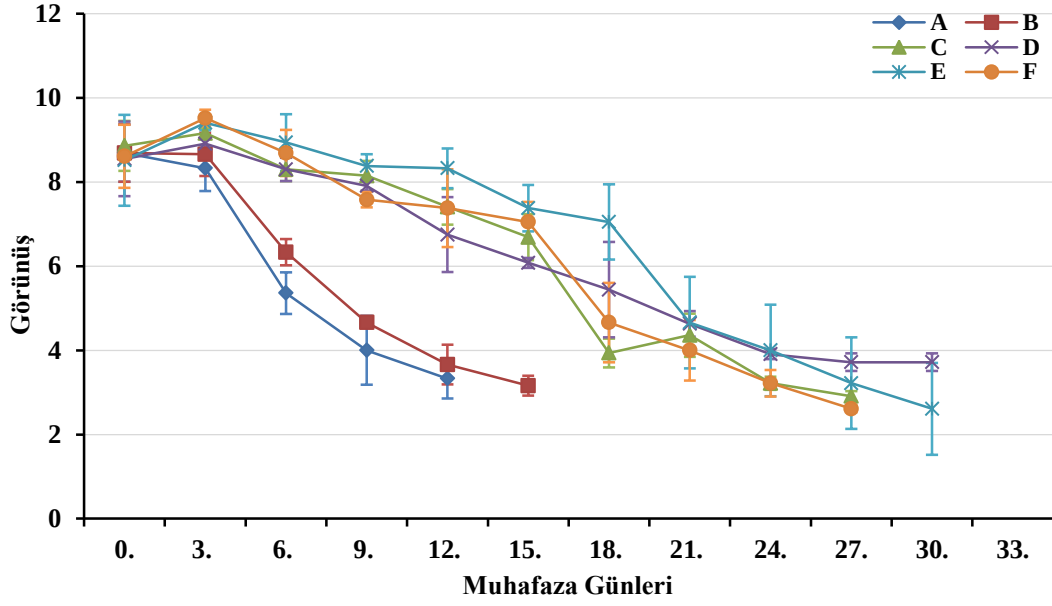
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

10: Fevkalade, 9: Mükemmel 8: Çok İyi, 7: İyi, 6: Oldukça iyi, 5: Orta, 4: Ortanın biraz altı, 3: Sınırdan, 2: Kötü, 1: Çok kötü, 0:Yenilemez, Tüketilemez

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.16. Deneyisel fileto örneklerinin muhafazası süresince “görünüş” puanlarında meydana gelen değişimler

3.2.3.2. Gevreklik

Çalışmada kullanılan *Luciobarbus esocinus* filetolarının, muhafazası süresince tespit edilen gevreklik puanları Tablo 3.15 ve Şekil 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.15 incelendiğinde tüm grupların gevreklik bakımından $8,52 \pm 0,52$ ile $8,75 \pm 0,44$ arasında puanlar aldığı belirlenmiştir. Muhafaza boyunca A ve B grubu örneklerde panelistlerin gevreklik kategorisindeki beğeni düzeyleri giderek anlamlı azalmalar göstererek muhafazanın 12. gününde A grubu örnekler $3,33 \pm 0,47$ puan, B grubu örnekler ise muhafazanın 15. gününde $3,16 \pm 0,23$ puan almıştır ($p < 0,01$). C, D, E, F grubu örnekler muhafazanın 3. gününde sırasıyla $9,25 \pm 0,20$, $8,86 \pm 0,38$, $9,63 \pm 0,30$, $9,44 \pm 0,31$ puanlarına yükselmişlerdir. Muhafazanın diğer günlerinde beğeni önemli ölçüde azalarak, muhafazanın son günü gevreklik beğenisi C ve F grubunda $2,47 \pm 0,19$ – $2,33 \pm 0,27$ puan, D ve E grubunda ise $3,80 \pm 0,14$ – $4,55 \pm 1,03$ puanlarına düşmüştür ($p < 0,01$).

Deneyisel olarak hazırlanmış *Luciobarbus esocinus* filetolarının bütün grupları kendi muhafaza günleri içerisinde kıyaslandığında gevreklik bakımından farklılıklarının önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3.15. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “gevreklik” puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	8,75±0,44 ^f	8,75±0,44 ^f	8,66±0,54 ^f	8,72±0,69 ^f	8,63±0,92 ^f	8,52±0,52 ^f
3. gün	7,61±0,07 ^{f1}	8,75±0,61 ^{f2}	9,25±0,20 ^{f23}	8,86±0,38 ^{f23}	9,63±0,30 ^{f3}	9,44±0,31 ^{f23}
6. gün	5,69±0,54 ^{e1}	6,16±0,23 ^{e1}	8,22±0,31 ^{e2}	8,30±0,27 ^{e2}	8,83±0,49 ^{e2}	8,58±0,42 ^{e2}
9. gün	4,00±0,81 ^{de1}	4,50±0,00 ^{de1}	7,36±0,35 ^{de2}	7,88±0,15 ^{de23}	8,50±0,13 ^{de3}	7,91±0,29 ^{de23}
12. gün	3,33±0,47 ^{e1}	4,00±0,81 ^{e1}	7,52±0,57 ^{e2}	6,88±0,68 ^{e2}	8,33±0,47 ^{e2}	7,50±1,08 ^{e2}
15. gün	DB	3,16±0,23 ^d	6,33±0,47 ^d	6,33±0,47 ^d	7,27±0,43 ^d	6,88±0,62 ^d
18. gün	AY	DB	4,66±0,47 ^c	5,75±0,88 ^c	5,38±0,79 ^c	4,77±0,87 ^c
21. gün	AY	AY	3,86±0,61 ^b	4,72±0,20 ^b	4,55±1,03 ^b	3,77±0,56 ^b
24. gün	AY	AY	3,22±0,15 ^{ab}	4,00±0,00 ^{ab}	4,55±1,03 ^{ab}	3,11±0,41 ^{ab}
27. gün	AY	AY	2,47±0,19 ^a	3,80±0,14 ^a	4,55±1,03 ^a	2,33±0,27 ^a
30. gün	AY	AY	DB	3,80±0,14 ^b	4,55±1,03 ^b	DB
33. gün	AY	AY	AY	DB	DB	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

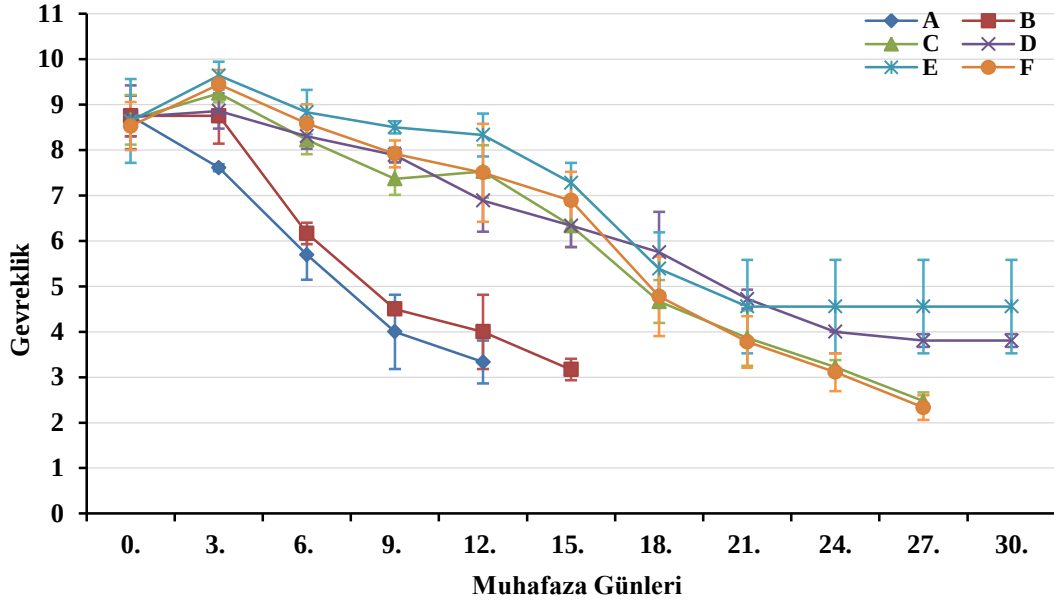
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

10: Fevkalade, 9: Mükemmel 8: Çok İyi, 7: İyi, 6: Oldukça iyi, 5: Orta, 4: Ortanın biraz altı, 3: Sınırdan, 2: Kötü, 1: Çok kötü, 0:Yenilemez, Tüketilemez

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.17. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “gevreklik” puanlarında meydana gelen değişimler

3.2.3.3. Koku

Üretimi gerçekleştirilen örneklerin muhafaza süresine bağlı olarak tüm gruplarda koku özelliklerine verilen puanlar neticesinde elde edilen değerler Tablo 3.16 ve Şekil 3.18’de verilmiştir.

Oluşturulan örneklerin verileri incelendiğinde, tüm grupların (A, B, C, D, E ve F) 0. günde koku bakımından önemli düzeyde beğeni gösterdiği belirlendiği gözlemlenmiştir. Panelistlerin A ve B grubu örneklerle verdikleri koku puanları muhafaza boyunca azalma göstererek muhafazanın son günü A grubunda (12. günde) $3,66 \pm 0,47$, B grubunda (15. günde) $3,16 \pm 0,23$ puanlarını almışlardır. C, D, E ve F grubu örneklerin muhafazanın başında koku bakımından mükemmel seviyede beğeni kazandığı belirlenmiştir. C ve F grubu örnekler muhafazanın son günü olan 27. günde $2,69 \pm 0,03$ – $2,61 \pm 0,07$ puanlarını almıştır. E ve F grubu örnekler ise muhafazanın son günü olan 30. günde $3,61 \pm 0,28$ – $4,22 \pm 1,28$ puanlarını almıştır.

Deneysel örnekler tüm muhafaza günlerinde koku puanları bakımından incelendiğinde istatistiksel farkın önemli olduğu ($p < 0,01$) belirlenmiştir (Tablo 3.16).

Tablo 3.16. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “koku” puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	8,75±0,44 ^e	8,75±0,44 ^e	9,05±0,47 ^e	8,72±0,69 ^e	8,86±0,61 ^e	8,72±0,61 ^e
3. gün	7,52±0,65 ^{e1}	8,52±0,89 ^{e12}	9,16±0,11 ^{e2}	8,66±0,47 ^{e12}	9,72±0,20 ^{e2}	9,63±0,30 ^{e2}
6. gün	5,69±0,54 ^{fg1}	6,25±0,20 ^{fg1}	8,38±0,28 ^{fg2}	8,16±0,49 ^{fg2}	8,16±1,34 ^{fg2}	8,25±0,88 ^{fg2}
9. gün	4,33±0,47 ^{fg1}	4,50±0,00 ^{fg1}	7,66±0,24 ^{fg2}	8,11±0,15 ^{fg2}	8,30±0,27 ^{fg2}	7,72±0,43 ^{fg2}
12. gün	3,66±0,47 ^{g1}	4,00±0,81 ^{g1}	7,61±0,54 ^{g2}	7,00±0,81 ^{g2}	8,33±0,47 ^{g2}	7,50±1,08 ^{g2}
15. gün	DB	3,16±0,23 ^f	6,22±0,56 ^f	6,36±0,30 ^f	7,66±0,47 ^f	6,55±0,41 ^f
18. gün	AY	DB	3,75±0,35 ^c	5,47±1,08 ^c	5,05±1,05 ^c	6,22±0,56 ^c
21. gün	AY	AY	4,52±0,33 ^{bc}	4,52±0,33 ^{bc}	4,22±1,28 ^{bc}	4,00±0,72 ^{bc}
24. gün	AY	AY	3,08±0,11 ^{ab}	3,80±0,14 ^{ab}	4,22±1,28 ^{ab}	3,33±0,27 ^{ab}
27. gün	AY	AY	2,69±0,03 ^a	3,61±0,28 ^a	4,22±1,28 ^a	2,61±0,07 ^a
30. gün	AY	AY	DB	3,61±0,28 ^e	4,22±1,28 ^e	DB
33. gün	AY	AY	AY	DB	DB	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

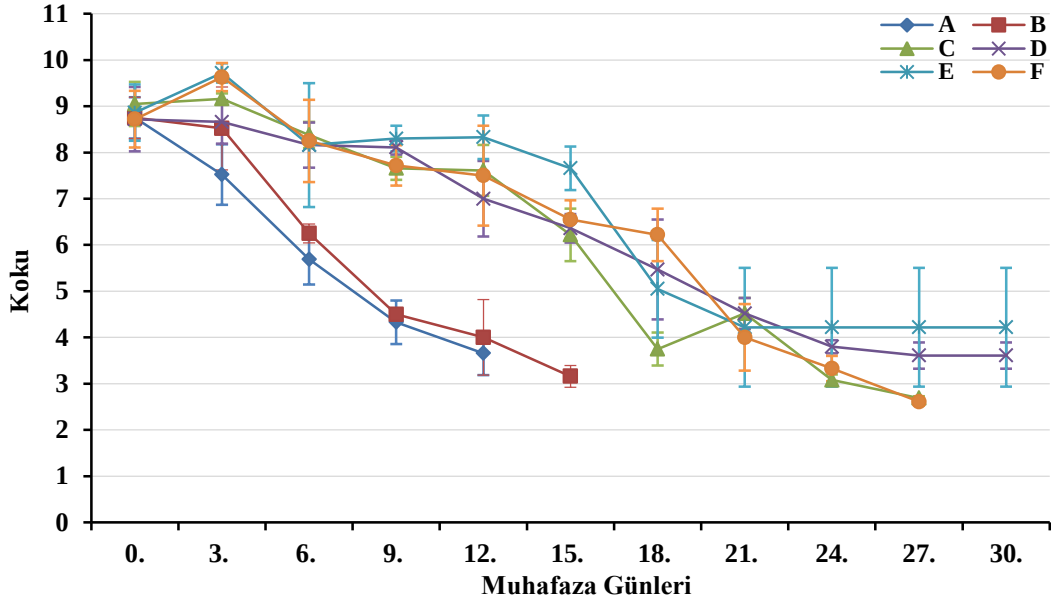
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

10: Fevkalade, 9: Mükemmel 8: Çok İyi, 7: İyi, 6: Oldukça iyi, 5: Orta, 4: Ortanın biraz altı, 3: Sınırdan, 2: Kötü, 1: Çok kötü, 0: Yenilemez, Tüketilemez

a, b, c, d, e, f, g: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.18. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “koku” puanlarında meydana gelen değişimler

3.2.3.4. Lezzet

Çalışmada kullanılan *Luciobarbus esocinus* filetolarının muhafazası süresince tespit edilen lezzet puanları, Tablo 3.17 ve Şekil 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.17 incelendiğinde muhafazanın başında tüm gruplar lezzet bakımından $8,52 \pm 1,08$ ile $8,75 \pm 0,44$ arasında puanlar almışlardır. Muhafazanın ilk günü normal paketleme uygulanmış fileto örnekleri $8,61 \pm 0,79$ puan almış ve muhafazanın son günü olan 12. günde bu değer $3,33 \pm 0,47$ puana düşmüştür. B grubu örnekler ise muhafaza sonunda (15. gün) $3,00 \pm 0,00$ puan almıştır. C, D, E ve F grubu örnekler muhafazanın ilk günü lezzet bakımından sırasıyla $8,75 \pm 0,44$, $8,55 \pm 0,99$, $8,52 \pm 1,08$, $8,63 \pm 0,69$ puanlarını almışlardır. C ve F grubundaki örnekler muhafazalarının sonunda (27. gün) $2,91 \pm 0,11$, $2,61 \pm 0,07$ puanlarını almışlardır. D ve E grubu örnekler ise 30. gün yani muhafazanın son günü $3,58 \pm 0,42$, $4,00 \pm 1,41$ puanlarına düşmüşlerdir.

Deneysel örnekler incelendiğinde tüm muhafaza günleri içerisinde istatistiki açıdan lezzet bakımından farklılıkların önemli olduğu ($p < 0,01$).

Tablo 3.17. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen ‐lezzet‐ puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	8,61±0,79 ^f	8,61±0,79 ^f	8,75±0,44 ^f	8,55±0,99 ^f	8,52±1,08 ^f	8,63±0,69 ^f
3. gün	7,55±0,41 ^{f1}	8,75±0,61 ^{f2}	9,36±0,10 ^{f23}	8,94±0,47 ^{f23}	9,61±0,07 ^{f23}	9,72±0,20 ^{f3}
6. gün	5,44±0,62 ^{de1}	6,16±0,23 ^{de1}	8,33±0,27 ^{de2}	8,25±0,37 ^{de2}	8,58±1,36 ^{de2}	8,88±0,41 ^{de2}
9. gün	4,00±0,81 ^{de1}	4,66±0,11 ^{de1}	7,52±0,62 ^{de2}	8,02±0,23 ^{de2}	8,41±0,18 ^{de2}	7,61±0,28 ^{de2}
12. gün	3,33±0,47 ^{e1}	4,00±0,81 ^{e1}	7,72±0,20 ^{e2}	7,16±0,62 ^{e2}	8,44±0,56 ^{e2}	7,61±1,03 ^{e2}
15. gün	DB	3,00±0,00 ^d	6,13±0,45 ^d	6,13±0,38 ^d	7,44±0,56 ^d	7,22±0,15 ^d
18. gün	AY	DB	5,00±0,81 ^c	4,77±1,59 ^c	4,94±1,11 ^c	4,44±1,13 ^c
21. gün	AY	AY	4,52±0,33 ^{bc}	4,91±0,82 ^{bc}	4,00±1,41 ^{bc}	3,77±0,56 ^{bc}
24. gün	AY	AY	3,16±0,23 ^{ab}	3,77±0,31 ^{ab}	4,00±1,41 ^{ab}	3,33±0,27 ^{ab}
27. gün	AY	AY	2,91±0,11 ^a	3,58±0,42 ^a	4,00±1,41 ^a	2,61±0,07 ^a
30. gün	AY	AY	DB	3,58±0,42 ^{ab}	4,00±1,41 ^{ab}	DB
33. gün	AY	AY	AY	DB	DB	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

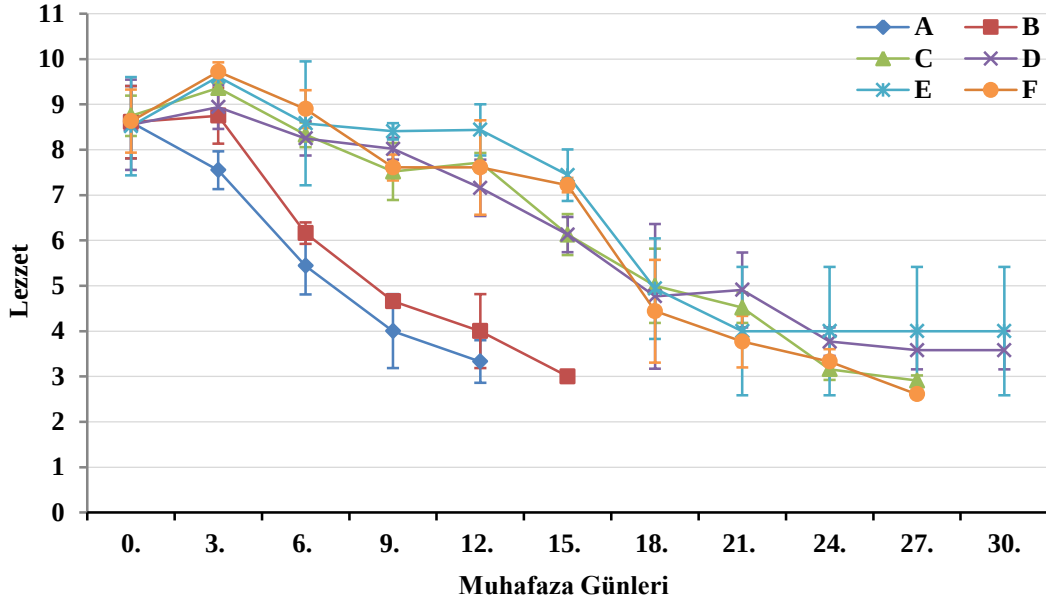
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

10: Fevkalade, 9: Mükemmel 8: Çok İyi, 7: İyi, 6: Oldukça iyi, 5: Orta, 4: Ortanın biraz altı, 3: Sınırdan, 2: Kötü, 1: Çok kötü, 0:Yenilemez, Tüketilemez

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.19. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “lezzet” puanlarında meydana gelen değişimler

3.2.3.5. Renk

Deneysel örneklerin muhafazası esnasında panelistler tarafından belirlenen renk puanlaması Tablo 3.18 ve Şekil 3.20’de verilmiştir.

Araştırmadaki bütün gruplar muhafazanın başlangıcında renk bakımından incelendiğinde $8,97 \pm 0,51$ ile $8,38 \pm 1,09$ arası puan aldığı belirlenmiştir. Muhafazanın 3. gününde bu değerler C, D, E, F gruplarında yükselme göstererek sırasıyla $9,27 \pm 0,03$, $8,72 \pm 0,20$, $9,52 \pm 0,33$, $9,44 \pm 0,31$ değerlerine ulaşmıştır. Muhafaza boyunca bu değerlerde anlamlı azalmalar meydana gelmiştir ($p < 0,01$). Muhafazanın son günü fileto da renk (12. günde) $3,66 \pm 0,47$ puan, B grubu (15. günde) $3,16 \pm 0,23$ puan almıştır. C ve F grubu örnekler muhafazanın son günü (27. günde) $2,83 \pm 0,23$ – $2,50 \pm 0,13$ puan, D ve E grubu örnekler ise (30. günde) $3,61 \pm 0,28$ – $4,55 \pm 1,09$ puanlarını almışlardır.

Deneysel gruplar renk bakımından kendi muhafaza günleri içerisinde kıyaslandıklarında 3., 6., 9. ve 12. günlerde önemli farklılıklar gösterdiği ($p < 0,05$), fakat grupların muhafazanın 0., 15., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33. günlerinde istatistiksel açıdan farklılıklarının önemsiz olduğu ($p > 0,05$) belirlenmiştir.

Tablo 3.18. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “renk” puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	8,94±0,34 ^e	8,94±0,34 ^e	8,97±0,51 ^e	8,38±1,09 ^e	8,63±0,92 ^e	8,52±0,65 ^e
3. gün	8,16±0,23 ^{e1}	8,86±0,38 ^{e23}	9,27±0,03 ^{e234}	8,72±0,20 ^{e12}	9,52±0,33 ^{e4}	9,44±0,31 ^{e34}
6. gün	5,94±0,51 ^{d1}	6,80±0,32 ^{d2}	8,58±0,18 ^{d3}	8,47±0,33 ^{d3}	8,83±0,49 ^{d3}	8,80±0,14 ^{d3}
9. gün	4,00±0,81 ^{cd1}	4,33±0,31 ^{cd1}	8,55±0,41 ^{cd3}	7,47±0,19 ^{cd2}	8,19±0,14 ^{cd23}	8,02±0,45 ^{cd23}
12. gün	3,66±0,47 ^{d1}	3,50±0,40 ^{d1}	8,02±0,23 ^{d2}	7,16±0,62 ^{d2}	8,22±0,68 ^{d2}	7,77±0,87 ^{d2}
15. gün	DB	3,16±0,23 ^c	6,86±0,60 ^c	6,25±0,35 ^c	7,44±0,78 ^c	6,61±0,79 ^c
18. gün	AY	DB	3,75±0,35 ^b	5,08±1,35 ^b	5,38±0,88 ^b	4,77±0,87 ^b
21. gün	AY	AY	3,91±0,11 ^{ab}	4,52±0,33 ^{ab}	4,55±1,09 ^{ab}	3,55±0,41 ^{ab}
24. gün	AY	AY	3,38±0,07 ^a	3,80±0,14 ^a	4,55±1,09 ^a	3,11±0,41 ^a
27. gün	AY	AY	2,83±0,23 ^a	3,61±0,28 ^a	4,55±1,09 ^a	2,50±0,13 ^a
30. gün	AY	AY	DB	3,61±0,28 ^{ab}	4,55±1,09 ^{ab}	DB
33. gün	AY	AY	AY	DB	DB	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

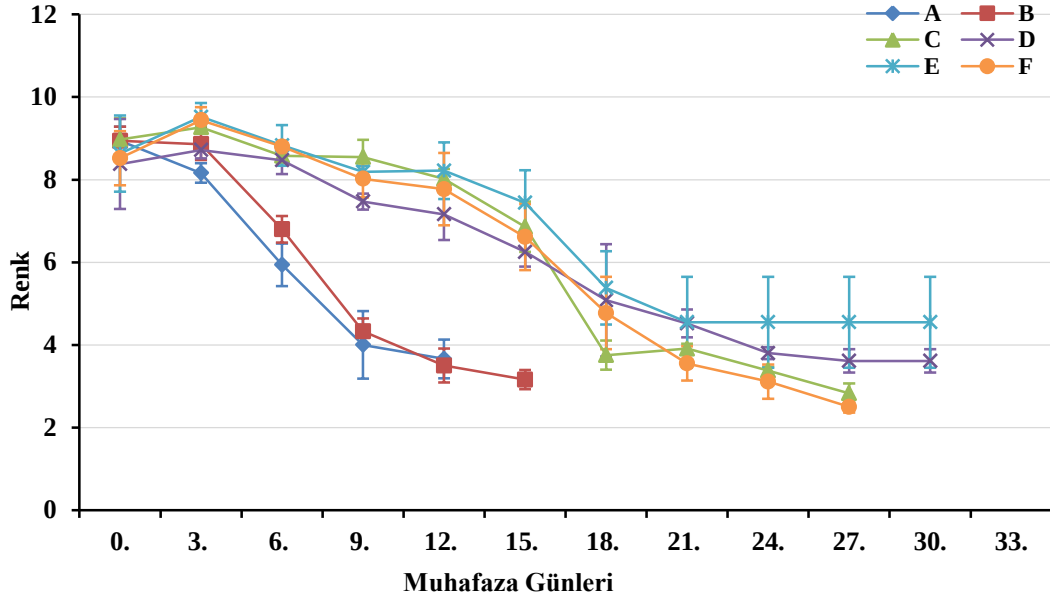
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

10: Fevkalade, 9: Mükemmel 8: Çok İyi, 7: İyi, 6: Oldukça iyi, 5: Orta, 4: Ortanın biraz altı, 3: Sınırdan, 2: Kötü, 1: Çok kötü, 0: Yenilemez, Tüketilemez

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3,4: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.20. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “renk” puanlarında meydana gelen değişimler

3.2.3.6. Genel Beğeni Düzeyi

Hazırlanan deneysel örneklerin muhafaza süresince içerdikleri genel beğeni düzeyi puanları Tablo 3.19 ve Şekil 3.21’de verilmiştir.

Panelistlerin A grubunda genel beğeni düzeyi puanlamaları muhafazanın ilk günü $8,77 \pm 0,56$ olarak belirlenmiştir. Vakum paket uygulanan B grubunda muhafaza süresince önemli bir azalma ($p < 0,01$) gösteren genel beğeni düzeyi puanlaması, muhafazanın son günü olan 15. günde $3,33 \pm 0,47$ ulaşmıştır. Genel beğeni düzeyi C grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde çok iyi ($8,97 \pm 0,57$) beğeni düzeyi almıştır. Bu grupta diğer günlerde genel beğeni düzeyi anlamlı azalmalar göstermiştir ($p < 0,01$). Kekik eklenmiş D grubu örneklerin genel beğeni düzeyi puanı $8,88 \pm 0,15$ ile $3,61 \pm 0,28$ puanları arasında değişim göstermiştir. E grubu örneklerde muhafaza günleri içinde genel beğeni düzeyi 0. günde $8,75 \pm 0,97$ puan almış olup bu değer 30. günde önemli azalma göstererek $4,55 \pm 1,03$ puana düşmüştür ($p < 0,01$). Biberiye uygulanmış F grubu örnekler muhafazanın ilk günü çok iyi beğeni kazanarak $8,72 \pm 0,61$ puan almıştır ve bu değer muhafazanın sonuna doğru önemli azalmalar göstermiştir ($p < 0,01$).

Çalışmada fileto örneklerinde genel beğeni düzeyinde tüm gruplar kendi muhafaza günleri içerisinde kıyaslandığında (3., 6., 9. ve 12. günlerde) anlamlı farklılıkların olduğu ($p<0,05$), fakat gruplar muhafazanın 0., 15., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33. günleri içerisinde kıyaslandığında anlamlı farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Tablo 3.19. Çalışmada deneysel olarak hazırlanan fileto örneklerinde muhafaza süresince belirlenen “genel beğeni” puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
0.gün	8,77±0,56 ^e	8,77±0,56 ^e	8,97±0,57 ^e	8,55±0,88 ^e	8,75±0,76 ^e	8,72±0,61 ^e
3. gün	7,63±0,51 ^{e1}	8,75±0,61 ^{e2}	9,25±0,20 ^{e23}	8,88±0,15 ^{e23}	9,72±0,20 ^{e3}	9,63±0,30 ^{e3}
6. gün	5,19±0,41 ^{d1}	5,97±0,23 ^{d1}	8,41±0,18 ^{d2}	8,33±0,27 ^{d2}	9,05±0,51 ^{d2}	8,69±0,54 ^{d2}
9. gün	4,00±0,81 ^{d1}	4,50±0,00 ^{d1}	7,76±0,30 ^{d2}	8,11±0,15 ^{d2}	8,52±0,19 ^{d2}	7,91±0,29 ^{d2}
12. gün	3,66±0,47 ^{d1}	3,66±0,94 ^{d1}	7,61±0,54 ^{d2}	7,33±0,47 ^{d2}	8,33±0,47 ^{d2}	7,55±0,78 ^{d2}
15. gün	DB	3,33±0,47 ^d	6,75±0,54 ^d	6,41±0,42 ^d	7,66±0,47 ^d	7,11±0,15 ^d
18. gün	AY	DB	4,58±0,42 ^c	5,47±1,08 ^c	5,38±0,79 ^c	5,00±0,72 ^c
21. gün	AY	AY	4,44±0,41 ^{bc}	4,61±0,28 ^{bc}	4,55±1,03 ^{bc}	3,88±0,68 ^{bc}
24. gün	AY	AY	3,22±0,15 ^{ab}	4,00±0,00 ^{ab}	4,33±1,18 ^{ab}	3,22±0,31 ^{ab}
27. gün	AY	AY	3,13±0,27 ^a	3,72±0,20 ^a	4,44±1,13 ^a	2,33±0,27 ^a
30. gün	AY	AY	DB	3,61±0,28 ^{ab}	4,55±1,03 ^{ab}	DB
33. gün	AY	AY	AY	DB	DB	AY

AY: Analiz Yapılmadı

DB: Duyusal Bozulma

A: Normal paketlenme yapılmış fileto

B: Vakum paketlenme yapılmış grup

C: Kitosan filmlerle kaplanmış grup

D: Kekikli kitosan filmlerle kaplanmış grup

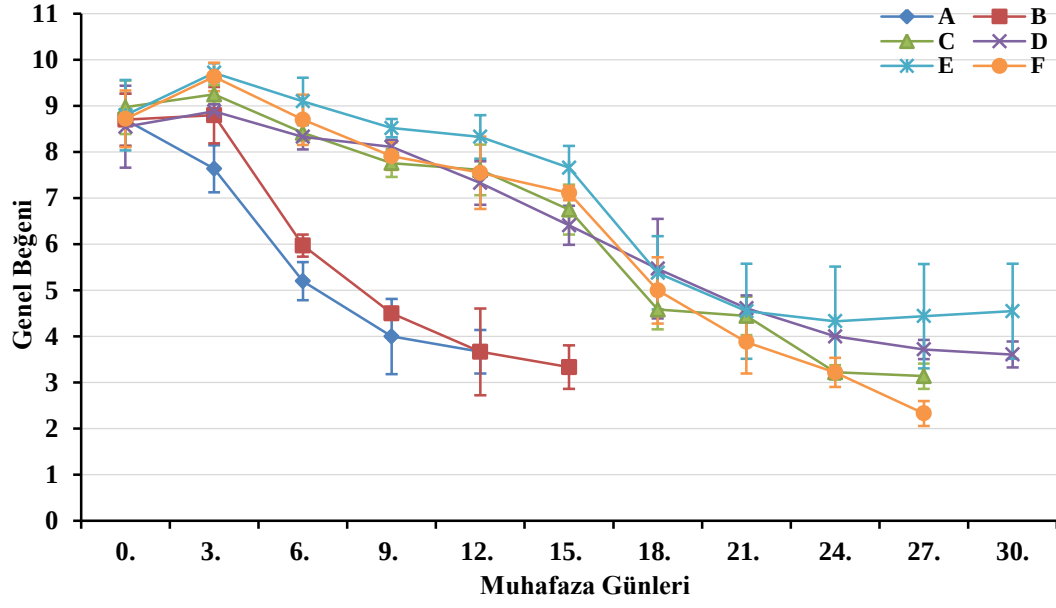
E: Karanfilli kitosan filmlerle kaplanmış grup

F: Biberiyeli kitosan filmlerle kaplanmış grup

10: Fevkalade, 9: Mükemmel 8: Çok İyi, 7: İyi, 6: Oldukça iyi, 5: Orta, 4: Ortanın biraz altı, 3: Sınırdaki, 2: Kötü, 1: Çok kötü, 0: Yenilemez, Tüketilemez

a, b, c, d, e: Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar muhafaza günlerindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,01)

1, 2, 3: Aynı satırdaki değişik rakamları taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar her grubun kendi günleri arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)



Şekil 3.21. Deneysel fileto örneklerinin muhafazası süresince “genel beğeni” puanlarında meydana gelen değişimler

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, kekik, karanfil, biberiye, uçucu yağları ve kitosan ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanan *Luciobarbus esocinus* filetolarının 2 ± 1 °C’de muhafazası esnasında meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal niteliğindeki değişimler (0., 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21., 24., 27., 30. ve 33. gün) incelenmiştir.

4.1. Film Kalınlıklarında Meydana Gelen Değişiklikler

Hazırlanan yenilebilir filmlerden kitosan solüsyonu ile oluşturulan filmin kalınlığı $0,034\pm 0,01$ µm olarak tespit edilmiştir. Film solüsyonlarına Tween 20 ilavesinden sonra kekik, karanfil, biberiye esansiyel yağlarının eklenmesiyle oluşturulan filmlerin kalınlıkları sırasıyla, $0,058\pm 0,011$, $0,061\pm 0,014$, $0,059\pm 0,013$ µm olarak ölçülmüştür. Film solüsyonlarına Tween 20 ve uçucu yağ ilavesinin film kalınlıklarını önemli düzeyde ($p<0,05$) arttırdığı görülmüştür. Torlak (2009) ve Zivanovic vd. (2005), kitosan filmlerine Tween 20 ve uçucu yağ ilavesinin film kalınlıklarını önemli düzeyde arttırdığını tespit etmişlerdir. Ziani vd. (2008), Tween 20 ilavesinin kitosan filmlerinin kalınlıkları üzerine etkisinin kitosanın deasetilasyon derecesine göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Wu vd. (2014), çalışmalarında esansiyel yağların kitosan solüsyonuna eklendikten sonra film kalınlıklarını açıkça arttırdığını tespit etmişlerdir. Bu değerler bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir.

4.2. Besin Bileşiminde Meydana Gelen Değişiklikler

Çalışmada deneysel örneklerin yapımında kullanılan *Luciobarbus esocinus* filetosunda ortalama olarak nem miktarı % $71,27\pm 1,20$ olarak belirlenmiştir. Tespit edilen bu değer yenilebilir film uygulanan örneklerde (B, C, D, E ve F grupları) sırasıyla % $71,27\pm 1,20$, % $66,91\pm 1,35$, % $67,56\pm 2,55$, % $67,64\pm 0,47$, % $66,27\pm 0,78$ olarak belirlenmiştir. Bu gruplarda nem miktarında fileto ile kıyaslandığında düşüş meydana geldiği görülmektedir. Bu yenilebilir filmlerin balıktaki nemi almasından dolayı kaynaklandığı düşünülebilir. Şen vd. (1996), *Luciobarbus esocinus* filetosunda nem miktarını % 76,87, Kök (2001), yaptığı bir çalışmada, balıkların kas etinin nem miktarını % 72,05–75,32, Gürel İnanlı vd. (2006), taze balık filetosunda nem miktarını % 73,83

olarak belirlemişlerdir. Bu bulgular bizim değerlerimizle yakın değerlerdir. Sipahioğulları (2013), yapmış olduğu çalışmada kitosan yenilebilir filmle kaplanmış alabalık filetolarının nem miktarını % $62,39 \pm 0,31$ olarak belirlemiş olup filetoda nem miktarını % $71,28 \pm 1,31$ olarak belirlemiştir. Bu değerler bizim değerlerimize yakındır. Çalışmada yapılan istatistiki analizlere göre nem miktarı bakımından, gruplar arasındaki farkın önemli olduğu ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Çalışmamızda balık etinde ham protein miktarı % $19,21 \pm 1,78$ olarak belirlenmiştir. Üretim aşamasından sonra ham protein miktarları B, C, D, E ve F gruplarında sırasıyla % $19,21 \pm 1,78$, % $21,13 \pm 2,26$, % $19,26 \pm 0,49$, % $19,30 \pm 0,42$, % $22,24 \pm 0,45$ olarak tespit edilmiştir. Fileto ile işlem uygulanmış balıklar arasında ham protein bakımından anlamlı farklılıklar ($p < 0,05$) bulunmuştur. Bu farklılıkların balık etindeki kasların farklı kısımlarından alınmış olabileceğinden kaynaklandığı düşünülebilir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, *Luciobarbus esocinus* filetosunda ham protein miktarını; Şen vd. (1996), % $16,76 \pm 0,55$ olarak, Kök (2001), % 16,45-17,94 olarak, Gürel İnanlı vd. (2006), % $16,14 \pm 0,39$ olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim değerlerimizden düşük değerlerdir. Bu balıkların avlama sezonu, avlanma biçimi büyüklüğü ve cinsiyeti bu değerlerin düşük olmasına neden olarak gösterilebilir.

Tablo 3.2'deki bulgular incelendiğinde, balık etinde ham yağ miktarı % $7,75 \pm 1,20$ olarak belirlenmiştir. B, C, D, E ve F gruplarının yağ miktarı sırasıyla % $7,75 \pm 1,20$, % $10,22 \pm 0,49$, % $10,32 \pm 0,91$, % $9,11 \pm 0,77$, % $9,43 \pm 0,44$ olarak belirlenmiştir. *Luciobarbus esocinus* filetolarındaki besin değeri ile ilgili yapılmış olan çalışmada ham yağ içeriğini, Kök, (2001), % 6,87-8,23, Gürel İnanlı vd., (2006), % $7,75 \pm 0,71$ olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim bulgularımıza paraleldir. Deneysel örneklerin ham yağ içerikleri incelendiğinde gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu ($p < 0,05$) belirlenmiştir.

Filetoda ham kül miktarı % $1,19 \pm 0,28$ olarak belirlenmiştir. A ve B gruplarında ham kül miktarı % $1,19 \pm 0,28$, C grubunda % $0,97 \pm 0,27$, D grubunda % $0,98 \pm 0,52$, E grubunda % $0,83 \pm 0,16$ ve F grubunda % $0,82 \pm 0,17$ olarak belirlenmiştir. *Luciobarbus esocinus* filetolarının ham kül değerlerini % 0,98–1,16 arasında, Gürel İnanlı vd. (2006), *Luciobarbus esocinus* filetolarında ham kül oranını % $0,99 \pm 0,12$ olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim bulgularımıza yakın değerlerdir.

4.3. Kimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler

Çalışmamızda, taze balık etindeki pH değeri ortalama $6,49 \pm 0,25$ olarak belirlenmiştir. Filmlerle kaplanan filetolardaki pH değerleri $6,02 \pm 0,07$ – $6,63 \pm 0,14$ arasında değişim göstermiştir. Araştırmamızda muhafaza süresine bağlı olarak pH değerinin tüm örneklerde önemli düşüşler gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Ancak gruplar arasında pH değeri bakımından önemli farklılıkların olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Ayrıca, tüm gruplar muhafaza günleri içerisinde incelendiğinde yine pH değeri bakımından anlamlı farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$). pH değerlerindeki bu düşüşlerin, laktik asit bakterileri sayısının muhafaza süresinin sonuna doğru artmasından dolayı kaynaklandığı düşünülebilir. Gürel İnanlı vd. (2006), çalışmalarında $6,57 \pm 0,18$ pH değerini olarak belirlemişlerdir. Bu değer bizim değerimize paralellik göstermektedir. Muşabak (2008), kitosan uygulanmış ve uygulanmamış palamut (*Sarda sarda*) balığı çalışmasında pH değeri $5,95$ – $6,42$ değerleri arasında değişim göstermiştir. Bu değerler bizim bulgularımıza benzerlik göstermektedir. Çetinkaya (2011), yapmış olduğu çalışmasında, esansiyel yağlar uyguladığı hamsi filetolarının pH değerleri karanfil yağı uygulanan grupta 22. gün hariç tüm diğer gruplar da tüketilebilir sınırlar içerisinde olduğunu tespit etmiştir. Bu bulgular bizim bulgularımızla örtüşmektedir. Can ve Patır (2012), kitosan kaplamanın gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında pH değerini filetoda $6,00 \pm 0,10$ olarak belirlemiş olup bu kitosarla kaplandıktan sonra filetoda $5,50 \pm 0,30$ olarak tespit edilmiştir. Bu değer bizim değerimizden düşük bir değerdir. Yapılan çalışmada daldırma yöntemi ile kaplama gerçekleştirildiği için bizim değerlerimizden düşük olmasına neden olarak gösterilebilir. Wu vd. (2014), çalışmalarında pH değerlerini $7,11$ ile $6,98$ arasında belirlemişlerdir. Qiu, vd. (2014), muhafaza başında kitosan uygulanmış gruplarda pH değerini $6,70$ olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim bulgularımıza benzerlik göstermektedir.

Balık ve ürünlerinin muhafazasında, süreye paralel olarak TVB-N değerinin yükseldiği bildirilmektedir. Ancak, balık ve diğer su ürünlerinde sınır TVB-N miktarlarına ait değerler farklılık arz etmektedir. Şöyle ki; Huss (1995), yeni yakalanan taze balığın içerdiği TVB-N miktarını 5 – 20 mg/100g, taze kabul edilebilir sınır değerini 30 – 40 mg/100g olarak bildirmektedir. Schormüller (1968) ise, içerdiği TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını, 25 mg/100g'a kadar “çok iyi”, 30 mg/100g'a kadar “iyi”, 35 mg/100g'a kadar “pazarlanabilir”, 35 mg/100g'dan fazla “bozulmuş” olarak

değerlendirmektedir. Aynı araştırmacılar, tatlı su balıklarında TVB-N ile ilgili tüketilebilirlik sınır değerini 32– 36 mg/100g olarak belirtmektedirler. Tablo 3.4 incelendiğinde bu çalışmada kullanılan *Luciobarbus esocinus* filetosunda TVB-N miktarı ortalama olarak $9,33 \pm 1,84$ mg/100g olarak belirlenmiştir. Muhafaza boyunca TVB-N değerlerine bakıldığında zamana bağlı olarak tüm gruplarda artış gözlenirken, TVB-N miktarlarındaki artışın kitosanlı yenilebilir film uygulanan gruplarda diğer gruplara göre daha geç artış gösterdiği ifade edilebilir. Bununla birlikte tüketilebilirlik sınır değeri A grubunda 15. günde, B grubu 18. günde, C, D ve F grubunda 30. günde E grubunda ise 33. günde aşmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte TVB-N değerinde artışların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$) ve ayrıca TVB-N değerleri gruplar arası değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$), fakat tüm gruplar TVB-N değeri bakımından muhafaza günleri içerisinde kıyaslandıklarında anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Muhafazaya bağlı olarak balık etlerinin TVB-N değerinde görülen artış, kitosan esaslı yenilebilir film ile kaplanmış (Ahn ve Lee 1992; Jeon vd., 2002; Lopez-Caballero vd., 2005; Fan vd. 2009; Duan vd., 2010b; Gomez-Estaca, 2010; Ojagh vd., 2010; Günlü ve Koyun 2012) balık etlerinde daha az olduğu diğer pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir. Gürel İnanlı vd., 2006, taze balık etinde TVB-N değerini $7,06 \pm 1,07$ mg/100 g, Muşabak (2008), yapmış olduğu çalışmada kitosan ile kaplamanın palamut balığı filetolarının muhafaza sonunda TVB-N değerini 25,20– 28,28 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Kenar vd. (2010), yaptıkları çalışmada biberiye uygulanan ve 3°C’de muhafazaya alınan sardalya filetosunun muhafaza sonunda TVB-N değerinin kontrol grubuna göre düştüğünü bildirmişlerdir. Runfeng ve Li, (2011), taze olarak vakumlanan ve 4°C’de muhafaza edilen ot sazanının (*Ctenopharyngodon idellus*) raf ömrü üzerine farklı konsantrasyonlardaki kitosanın etkisinin araştırıldığı çalışmada, TVB-N miktarını azalttığını bulmuşlardır. Mohan vd. (2012), taze balık etinde ve % 1’lik kitosan uygulanmış gruplarda TVB-N değerini $14,81 \pm 0,23$ mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim değerlerimize benzerlik göstermektedir. Can ve Patır (2012), taze balık etinde TVB-N değerini muhafazanın son günü tüketilebilirlik sınır değerine ulaşmış olup kitosan uygulanan gruplarda aynı gün bu sınıra ulaşmadığı belirlenmiştir bu durum bizim bulgularımıza benzerdir. Qiu vd. (2014) ise taze balık etinde ve kitosan uygulanmış gruplarda TVB-N değerini $11,10 \pm 1,10$ – $10,00 \pm 1,00$ mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim değerlerimize yakın değerlerdir.

Lipit oksidasyonunun derecesini belirlemede tiyobarbitürik asit analizinin yanı sıra peroksit değerinin belirlenmesinden de yararlanılmaktadır. Ancak oksidatif bozulmanın başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksitlerin miktarını veren peroksit değeri daha yaygın kullanılmaktadır. Balıklardaki peroksit değeri, lipitlerde bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit, oksijenin milimol ya da miliekiivilan miktarı olarak ifade edilmektedir (Erkan, 2002). Peroksit değeri 4 meq O₂/kg'dan az ise "çok iyi", 5-10 meq O₂/kg "iyi", 10-20 meq O₂/kg "tüketilebilir" ve 20 meq O₂/kg'dan daha yüksek ise balık "bozuk" olarak sınıflandırılmaktadır (Schormüller, 1968; Olgunoğlu, 2007). Bu araştırmada peroksit değeri fileto da 3,46±0,81 (meq O₂/kg) olarak saptanmıştır. Film kaplama işleminden sonra sırasıyla bütün gruplarda peroksit değeri değişmeyip 2,13±0,24–3,96±1,44 meq O₂/kg arasında bulunmuştur. Peroksit sayısı üzerinde muhafaza süresinin etkisi değerlendirildiğinde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Peroksit değeri bakımından muhafaza süresinin bütün deneysel gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Jeon vd. (2002), kitosanın yenilebilir film olarak koruyucu etkisini araştırdıkları çalışmalarında; kontrol grubu ringa balıklarında peroksit değerinin muhafazanın 10. gününe kadar sürekli artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kitosan ile kaplanmış tüm örneklerin peroksit değerleri muhafazanın 8. gününe kadar 10 meq O₂/kg' ı geçmezken kontrol gruplarında bu değer muhafazanın 4. günü 10 meq O₂/kg'mı aşmıştır. Çetinkaya (2011), yapmış olduğu çalışmada muhafaza başında peroksit sayısını kekik ve karanfil uyguladığı gruplarda 2,30±0,23 ve 2,30±0,23 olarak belirlemiş olup muhafazanın 19. gününde bu değerler 8,97 ve 7,82 meq O₂/kg'a ulaşmıştır. Çoban ve Özpolat (2013), yapmış oldukları çalışmalarında *Luciobarbus esocinus* filetosunda peroksit değerini 1,08 (meq O₂/kg) olarak saptamışlardır. Bu değer bizim değerlerimizden düşüktür. Balığın avlanma bölgesi ve zamanı bu düşüş üzerinde etken olarak düşünülebilir. Dikel (2012), yapmış olduğu çalışmada; kitosan+jelatin ile kaplanmış çipura filetolarının kontrol grubuna göre raf ömrünü uzattığını (12. gün 10,17±1,42 meq O₂/kg) tespit etmiştir. Nowzari vd. (2013), kitosan-jelatin film kaplama yapılmış gökkuşağı alabalıklarında buzdolabı koşullarında peroksit değeri kontrol gruplarına göre daha geç bozulma meydana geldiğinin sonucuna varmışlardır.

Balık etindeki bozulmanın önemli ölçütlerinden biriside tiyobarbiturik asittir (TBA). Bu değer, yağ oksidasyonunun bir sonucu olarak oluşmaktadır. Okside olmuş ürünlerde acımsı bir tat ve sarı-kahverengimsi bir renk oluşur. Su ürünlerinde yağların oksidasyonu

sonucu ortaya çıkan ve acılaşma indeksi olan TBA değeri; 1–3 mg MDA/kg değeri arasında “iyi kalite”, 3–5 mg MDA/kg değerleri arasında “orta kalite” 5–8 mg MDA/kg değerleri arası “düşük kalite” olarak kabul edilir ve 8 mg MDA/kg değerini aşan ürünler ise “tüketilemez” olarak sınıflandırılır (Sinnhuber ve Yu, 1958; Varlık vd., 2007). Bu tez çalışmasında taze olarak kullanılan balık etinin TBA değeri ortalama olarak $0,45 \pm 0,24$ mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte TBA değerlerinde bütün gruplarda önemli artışlar belirlenmiştir ($p < 0,01$) ve ayrıca TBA değerlerinin gruplar arasındaki değişimi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) ve ayrıca TBA değerleri bütün gruplarda muhafaza günleri içerisinde kıyaslandıklarında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu artışla deneysel örneklerin raf ömürleri sonunda belirlenen TBA sayıları A grubunda $6,03 \pm 0,22$ MDA/kg, B grubunda $4,13 \pm 0,32$ MDA/kg, C ve F grubunda $3,78 \pm 0,47$ – $3,87 \pm 0,63$ MDA/kg, D ve E grubunda $3,47 \pm 0,31$ – $3,17 \pm 0,17$ MDA/kg olarak belirlenmiştir. Gürel İnanlı vd. (2006), taze balık etinin TBA değerini $0,20 \pm 0,00$ olarak belirlemişlerdir ve bu değer bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Kenar vd. (2010), çalışmalarında biberiye uygulanan sardalya filetolarında muhafazanın sonunda TBA değerini 0,66 mg MDA/kg, kontrol grubu için TBA değerini 0,98 mg MDA/kg olduğunu belirlemişlerdir. Can ve Patır (2012), daldırma yöntemiyle kitosan kaplama yaptığı gökkuşağı alabalıklarında muhafaza sonunda (12. gün) TBA değerini $1,60 \pm 0,40$ mg MDA/kg olarak belirlemişlerdir. Bu değer bizim değerlerimizden düşüktür. Bu durum filetonun kaplama yöntemlerinin farklı olmasından ve balık türünün farklı olmasından kaynaklanabilir. Mohan vd. (2012), % 1 kitosan uygulanmış balıklarda muhafaza sonunda (11. günde) TBA değerini $2,65 \pm 0,24$ mg MDA/kg olarak belirlemişlerdir. Bu değerler çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik arz etmektedir. Qiu vd. (2014), kitosan uygulanmış balıklarda kontrol grubuna oranla daha geç bozulduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuç da bizim sonuçlarımızla örtüşmektedir.

4.4. Mikrobiyolojik Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler

Genel olarak yeni yakalanmış sağlıklı bir balığın kası sterildir. Mikroorganizmalar ise normal olarak balığın derisinde, solungaçlarında ve bağırsağında bulunur. Mikroorganizma sayısı, balığın derisinde 10^2 ile 10^6 kob/cm², solungaç ve bağırsaklarında ise 10^3 ile 10^9 kob/g arasındadır. Balıklar avlandıktan sonra uygulanan işlemlere, bulunduğu sıcaklık derecesine ve süresine bağlı olarak mikroorganizmalar; solungaçlardan,

deriden ve bağırsaklardan kasa geçebilmektedir. Sonuçta mikroorganizmanın türüne bağlı olarak ürünün kalitesi bozulmakta dolayısıyla tüketiciler enfeksiyona ya da toksikasyona maruz kalabilmektedir. Bu nedenle, balığın kasında bulunan mikroorganizmaların sayısı ve türü sağlık ve muhafaza açısından önem arz etmektedir (Gram ve Huss, 1996; Gram ve Huss, 2000).

Tez çalışmasında kullanılan fileto da tespit edilen $2,65 \pm 0,81$ log kob/g toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, filmlerle kaplama işlemi sonunda tüm gruplarda (B, C, D, E, F) $2,65 \pm 0,81$ – $3,32 \pm 0,43$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince saptanan veriler istatistiki olarak değerlendirildiğinde, zamanla mikroorganizma sayısında meydana gelen artışların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca, muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Taze balıklarda toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının kabul edilebilir limit değeri ICMSF (1986b) tarafından 6 log kob/g olarak bildirilmiştir. Çalışmada belirlenen toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, A ve B gruplarında 12. günde, C ve F grubunda 30. günde, D ve E grubunda 33. günde kabul edilebilir limit değerini aşmıştır. Jeon vd. (2002) tarafından, kitosanla kaplanmış ringa ve morina balıklarının muhafaza periyodu boyunca mikrobiyal yükte sırasıyla 3 ve 2 log'luk azalma olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, mikrobiyal bozulmanın engellenmesi ve azaltılması üzerine kitosan kaplama filmlerin etkinliği üzerine yapılan pek çok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Vásconez vd., 2009; Fan vd., 2009; Duan vd., 2010a,b; Gómez-Estaca vd., 2010; Ojagh vd., 2010; Günlü ve Koyun 2012). Gómez-Estaca vd. (2007) tarafından jelatin-kitosan filmlerin soğuk dumanlanmış sardalya balıklarının mikrobiyal gelişiminin engellenmesinde çok etkili olduğu rapor edilmiştir. Alak vd. 2010, kitosan film ile paketlenmiş *Sarda sarda* filetolarında aerobik bakterilerin gelişimi, kontrol ve vakum gruplarına göre daha yavaş olduğu bulunmuştur. Taze olarak vakumlanan ve 4°C'de muhafazaya alınan ot sazanının (*Ctenopharyngodon idellus*) raf ömrü üzerine, % 1; % 1,5; % 2; % 2,5 ve % 3 konsantrasyonlardaki kitosanın etkisinin araştırıldığı çalışmada; kitosan solüsyonunun bakteri gelişimini yavaşlattığı ve % 2'lik kitosan konsantrasyonun raf ömrünü uzatmak için en ideal konsantrasyon olduğu bildirilmiştir (Runfeng ve Li, 2011). Çetinkaya (2011), yapmış olduğu çalışmada; TMAB sayısında muhafaza süresince artışlar gözlemlenmiş olup en yüksek mikrobiyal miktarı kontrol grubunda belirlemiştir. Kekik ve bunu takiben karanfil ile muamele edilen gruplar en düşük bakteri yoğunluğuna sahip olduğunu belirlemiştir. Bu bulgular bizim bulgularımızla paralellik gösterdiği ifade edilebilir.

İncelenen ürünlerin muhafaza süresince içerdikleri toplam anaerobik bakteri sayısındaki değerler Tablo 3.8'den de anlaşılacağı gibi bütün gruplarda $2,24 \pm 0,19$ – $2,92 \pm 0,04$ log kob/g arasında belirlenmiştir. Bu değerler muhafaza süresi boyunca artmış $4,98 \pm 0,02$ – $7,02 \pm 0,51$ log kob/g'a yükselmiştir. Toplam anaerobik bakteri sayısı bakımından deneysel gruplardaki muhafaza süresi boyunca istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca toplam anaerobik bakteri sayısı bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Can vd. (2007), yapmış olduğu çalışmalarında; karanfilin çiğ balık filetoalarının muhafaza süresi üzerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında aynalı sazan filetoalarını, esansiyel yağ içerisinde 1 dakika bekletildikten sonra vakumla ambalajlayarak 4°C 'de muhafaza sonu bakteri sayısını $7,11$ – $7,79$ log kob/g olarak belirlemişlerdir. Ye vd. (2008), yapmış oldukları çalışmalarında soğuk dumanlanmış salmonları kitosanla kaplamışlardır. 8. hafta sonunda kitosan kaplı filetoalar $6,4$ log kob/g'ı geçmemiştir.

Psikrofilik bakteriler, düşük sıcaklıklarda depolanan taze balıkların aerobik bozulmasından sorumlu en önemli mikroorganizma grubunu oluşturmaktadır (Sallam 2007). Psikrofilik bakteri sayıları tüm gruplarda muhafaza süresince zamana bağlı olarak artmıştır. Psikrofilik bakteri sayısı filetoada $3,72 \pm 0,38$ log kob/g değerinde saptanmıştır. Psikrofilik bakteri sayısı bütün gruplar muhafazalarının son günlerinde 7 log kob/g' ın üzerine çıkmamışlardır. Ayrıca, muhafaza süresince psikrofilik bakteri sayılarında meydana gelen değişimin önemli olduğu ($p < 0,01$) ve gruplar arasındaki farklılıkların anlamlı ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, psikrofilik bakteri sayısı bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duan vd. (2010)a, Kuzey Amerika Pasifik denizinde bulunan ve ticari bir balık türü olan lingcod (*Ophiodon elongatus*) filetoalarını kitosan ile kaplayarak muhafaza etmiştir. Araştırmada, 21. günde bakteri sayısının $7,00$ log kob/g değerini aştığı, kontrol grubu örneklerde ise birinci hafta sonunda $7,50$ log kob/g değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Bizim bulgularımızdan farklı olması bizim yenilebilir film uygulamış olmamız ve incelenen balık türünün farklı olmasından kaynaklanabilir. Alak vd. 2010, palamut filetoalarında psikrofilik bakteri sayısını kontrol grubu örneklerinde $6,90$ log kob/g, kitosan ile kapladığı örneklerde ise $5,60$ log kob/g olarak tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar araştırmada bulunan sonuçlarla benzerlik arz etmektedir. Yapılan çalışmalarda kekik esansiyel yağı psikrofilik bakterilerin faaliyetlerini yavaşlattığını bildirmiştir

(Mahmoud vd., 2004; Nerantzaki vd., 2005; Mahmoud vd., 2006; Özyılmaz, 2007). Bu ifade bizim sonuçlarımızla örtüşmektedir.

Taze *Luciobarbus esocinus* filetosunda *Lactobacillus* bakteri sayısı $2,94 \pm 0,24$ log kob/g olarak bulunmuştur. Bu değer örneklerin raf ömürleri sonununda tüm deneysel gruplarda oldukça yüksek değerlere ulaşmıştır ve bu artış istatistiki olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Gruplar arasındaki organizma sayısında anlamlı olarak farklı bulunmuştur ($p < 0,05$) ve bakteri sayısı bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Çoban ve Özpolat (2013), *Luciobarbus esocinus* filetosunda *Lactobacillus* sayısını $4,88$ log kob/g olarak belirlemişlerdir. Gómez-Estaca vd. (2010), yapmış oldukları çalışmalarında *Lactobacillus* sayısı kontrol grubuna oranla film uygulanmış gruplarda $4,00$ log kob/g daha azaldığını tespit etmişlerdir. Bu değerlerin bizim değerlerimizden farklı olması balığın türü ve kitosan-jelatin uygulamasından dolayı kaynaklanabilir. Ouattara vd. (2000) ve López-Caballero vd. (2005), yapmış oldukları çalışmalarında *Lactobacillus* bakterilerinin büyümesini engelleyemediğini tespit etmişlerdir. Viuda-Martos vd. (2008), farklı esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, *Lactobacillus* sayısı üzerine en etkili olanının biberiye olduğunu ve biberiyenin de sırası ile kekik ve karanfili takip ettiğini belirtmişlerdir.

Örneklerin üretiminde kullanılan filetoda lipolitik bakteri sayısı $3,00 \pm 0,55$ log kob/g olup filmle kaplama işlemi sonunda $2,50 \pm 0,20$ ile $2,90 \pm 0,24$ log kob/g arasında tespit edilmiştir. Tablo 3.10 'da görüldüğü gibi bütün fileto grupları arasındaki farklılığın ($p < 0,05$) olduğu önemli saptanmıştır. Muhafaza süresi boyunca lipolitik bakter sayılarında artışlar meydana geldiği görülmüştür ($p < 0,01$). Bakteri sayısı bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Kıymaya esansiyel yağ ilave eden Ahmed ve Rahman (2002), bu çalışmada lipolitik mikroorganizmaların sayısı üzerinde muhafaza süresinin etkili olmadığı kanısına varmışlardır. Bitki yağlarıyla ilgili yapılan diğer bir çalışmada baharat yağı uygulanan gruplarda lipolitik bakteri sayısının kontrol grubuna oranla daha az olduğu tespit edilmiştir (Zhni ve Nakano, 1996).

Örneklerde maya-küf sayıları, filetoda $2,30 \pm 0,16$ log₁₀ kob/g, A, B, C, E, D ve F grubu örneklerin muhafazaları sonunda maya-küf sayıları sırasıyla $6,33 \pm 0,44$; $6,68 \pm 0,36$, $6,93 \pm 0,32$, $6,39 \pm 0,07$, $5,96 \pm 0,54$, $6,92 \pm 0,31$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Örneklerde maya-küf sayıları bakımından gruplar arasında farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca

muhafaza süresi maya-küf sayısında önemli artışlar meydana getirmiştir ($p<0,01$). Maya-küf sayısı bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Çoban ve Özpolat (2013), yapmış oldukları çalışmalarında filetoda maya küf sayısını 2,70 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Bu değer araştırmada bulunan değerlere benzerlik arz etmektedir. Kekiğin maya ve küf sayısında bir azalmaya neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Özyılmaz, 2007; Rasooli ve Owlia, 2005; Karaman vd., 2001).

Kitosan yenilebilir filmlerle hazırlanan *Luciobarbus esocinus* filetolarında tespit edilen koliform grubu bakterilerin sayısı $3,21\pm0,58$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafazanın son günlerinde bakterilerin sayısı en yüksek B grubunda 18. günde ($6,61\pm0,26$ log kob/g), en düşük değerse D grubunda 33. günde ($4,14\pm0,73$ log kob/g) belirlenmiştir. Deneyisel olarak hazırlanan fileto örneklerindeki koliform grubu bakterilerin sayısı üzerinde muhafaza süresinin anlamlı farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir ($p<0,01$) ve ayrıca koliform grubu bakteri sayısı bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Sipahioğlu (2013), yapmış olduğu çalışmada mikrobiyolojik çalışmalar kapsamın da tüm deneme gruplarında koliform araması yapılmış, ancak hiçbir grupta da tespit edememiştir. Bu durum çalışmada kitosanla kaplanmış ürünlerine yüksek hidrostatik basınç uygulamasından dolayı kaynaklanabilir. Kenar (2009), yapmış olduğu çalışmada koliform sayısını muhafazanın başında yaklaşık 10^3 log kob/g olarak belirlemiş olup, 20 günlük muhafaza sonunda kontrol grubu, biberiye ve adaçayı eklenmiş gruplar da sırasıyla 8,08– 6,23– 6,80 log kob/g’a ulaşmıştır. Araştırmacının biberiye ve adaçayı eklenen sardalya filetolarında koliform grubu bakterilerin gelişimini azalttığını ve en yüksek antibakteriyel etkinin biberiyede olduğunu gözlemlemiştir.

4.5. Duyusal Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler

Herhangi bir gıda ürününü satın alırken kullanılan duyusal analiz ürünün tazeliğini belirlerken başvurduğumuz ilk yöntemdir. Hızlı sonuç verdiğiinden gıdaların kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Raf ömrünün belirlenmesinde kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel analizler duyusal analizlerle ilişkilendirilir. Farklı esansiyel yağlar eklenerek oluşturulmuş kitosan solüsyonları ile hazırlanan yenilebilir filmlerle kaplanmış *Luciobarbus esocinus* filetoların raf ömrünün araştırıldığı bu çalışmada, A, B,

C, D, E ve F gruplarında görünüm, gevreklik, koku, lezzet, renk ve genel beğeni düzeyleri incelenmiştir.

Balığın tazelik seviyesinin belirlenmesinde kullanılan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler raf ömrünü önemli bir biçimde değerlendirebilse de duyuşsal analizlerin tüketimde çok daha önemli bir yeri vardır. Çünkü insanlar bir gıdayı tüketmeye karar verirken laboratuvar şartlarında düzenlenen deneylerin yerine duyuşsal incelemelerden faydalanırlar.

Bu araştırmada yenilebilir filmlerle kaplanmış *Luciobarbus esocinus* filetoların görünüş bakımından tercih edilen bir ürün olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tüm gruplarda başlangıçta sıkı ve düzgün bir görünüme sahip iken, zamanla bozulmaya paralel olarak gevşeme ve yumuşama görülmüştür. Araştırmada tüm gruplarda var olan bu yapısal değışiklik bozulmaya bağılı olarak değışmiştir. Değerlendirmede 10 üzerinden en yüksek puanı 3. günde F (biberiye ilaveli yenilebilir filmle kaplanmış) grubu ($9,52 \pm 0,19$) en düşük puanı ise 27. günde C grubu ($2,61 \pm 0,07$)'nın aldığı belirlenmiştir. Ancak D ve E grubu görüşünü en uzun süre muhafaza eden grup olarak saptanmıştır Görünüş puanları dikkate muhafaza süresinin önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$) ve ayrıca muhafaza süresi arttıkça gruplar arasında anlamlı farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu bulgular Can ve Patır (2012)'ın bulgularıyla benzerdir. Dikel (2012), yapmış olduğu çalışmasında kitosan jelatin kaplanmış çipura filetolarının muhafazanın 3. günü $8,80 \pm 0,44$ puan aldığını belirlemiştir. Bu bizim değerimize yakın bir değerdir. Mohan vd. (2012), kitosanla kaplanmış balığın görünümünün muhafaza süresi ile değıştığını bildirmişlerdir.

Deneyşel olarak hazırlanmış örneklerin 0. günde değılendirmesinde gevreklik puanlarının $8,52 \pm 0,52$ – $8,75 \pm 0,44$ arasında değıştiğı saptanmıştır. Ayrıca, muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte bütün gruplarda gevreklik puanlarının önemli düzeyde düştüğü ($p < 0,01$) ve muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu bulgular Can ve Patır (2012)'ın bulgularıyla örtüşmektedir.

Balığın muhafazası boyunca dokusunda oluşan bir seri kimyasal reaksiyon sonucunda ürün kendine has bir koku kazanır. Bakteri enzim faaliyetleri amonyak, monoetilamin, dimetilamin ve trimetilamin gibi bileşiklerin oluşumu ile sonuçlanarak (Debevere ve Boskou, 1996) balıkta kötü kokuları oluşturur. Bu kokunun oluşumu ürünün bozulma belirtisidir. Yenilebilir filmlerle kaplandıktan hemen sonra koku puanları $8,72 \pm 0,69$ – $9,05 \pm 0,47$ arasında belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca en düşük puan 27.

günde F grubunda ($2,61\pm0,07$) saptanmıştır. Tablo 3.16' ya göre panelistler tarafından verilen en yüksek koku puanı karanfil esansiyel yağı ilave edilmiş olan E grubunda 3. günde ($9,72\pm0,20$ puan) almıştır Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte tüm gruplarda koku puanları azalmıştır. Koku puanlamalarında istatistiksel değerlendirmeler sonucunda muhafaza süresinin etkisinin önemli olduğu ($p<0,01$) tespit edilmiştir. Ayrıca koku puanları bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu bulgular Dikel (2012), ın bulgularıyla örtüşmektedir. Mohan vd. (2012), yapmış oldukları çalışmalarında % 2 kitosanla kaplanmış sardalyalarda muhafaza periyodu boyunca koku puanları kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Lezzet testinin ilk gününde bütün gruplar 10 üzerinden 8 puanın üzerinde, yenilebilir film uygulanan gruplar (D hariç, C, E, F) muhafazanın 3. günde 9 puan ve üzeri almışlardır. Bu durum da esansiyel yağlar ve kitosan filmin 3. günde balık etine daha iyi nüfuz ettiği kanısına varılabilir. Panelistler D, E ve F gruplarına uygulanan esansiyel yağların damak tadına hitap ettiğini belirtmişlerdir. Lezzet puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; muhafaza süresinin ürünlerin lezzet puanları üzerinde etkili olduğu ($p<0,01$) ve muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Bu bulgular ile Dikel (2012)'in bulguları örtüşmektedir. Can ve Patır (2012), yapmış oldukları çalışmalarında; lezzet puanları kitosan uygulanan gruplarda kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırmada yenilebilir filmlerle kaplanan balıkların rengi esansiyel yağların renklerine has bir görünüm almış olup puanlamada 0. günde renk bakımından balık filetoları $8,38\pm1,09$ – $8,97\pm0,51$ puanları arasında değerlendirilmiştir. Panelistler renk bakımından en yüksek puanı muhafazanın 3. gününde ($9,52\pm0,33$) karanfil esansiyel yağı ilave edilmiş gruba vermişlerdir. Muhafaza süresinin renk puanları açısından önemli farklılık oluşturduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Renk bakımından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu bulgular Can ve Patır (2012)'in bulgularıyla paraleldir. Mohan vd. (2012), yapmış oldukları çalışmalarında kitosanla kaplanmış sardalyaların muhafaza periyodu boyunca kontrol grubuna göre renk bakımından daha yüksek puanlar aldığını bulmuşlardır.

Genel beğeni bakımından esansiyel yağlar uygulanarak oluşturulan kitosan yenilebilir filmler ile kaplanan balık örneklerinin iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek beğeni puanını E grubu (3. gün, $9,72\pm0,20$) almıştır. Muhafaza süresi

arttıkça genel beğeni puanlarında azalma görülmüştür. Şöyle ki en düşük değer; A grubunda 12.günde ($3,66 \pm 0,47$), B grubunda 15.günde ($3,33 \pm 0,42$), C ve F grubunda 27. günde ($3,13 \pm 0,27 - 2,33 \pm 0,27$), D ve E grubunda 30. günde ($3,61 \pm 0,28 - 4,55 \pm 1,03$) tespit edilmiştir. Panelistlerin gruplar arasında genel beğeni yönünden en yüksek puanı 3. günde karanfil esansiyel yağı eklenmiş gruba verdikleri Tablo 3.19’da görülmektedir. Bunu sırasıyla biberiye esansiyel yağı eklenmiş grup, kitosan filmle kaplanmış grup ve kekik esansiyel yağı ilave edilmiş grupları (3. günde) takip etmektedir. Muhafaza süresi boyunca deneysel örneklerin genel beğeni puanları üzerinde anlamlı farklılıklar ($p < 0,01$) oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca muhafaza süresinin tüm deneysel gruplar üzerinde etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Mohan vd. (2012), kitosan uygulanmış grupların, kontrol grubuna göre daha fazla beğeni kazandığını bildirmişlerdir. Can ve Patır (2012), yapmış oldukları çalışmada kitosan solüsyonu ile kaplamış gökkuşağı alabalığı filetoalarının, kontrol grubuna göre daha beğenildiğini belirlemişlerdir. Mehdizadeh vd. (2012), yenilebilir filmler ve kaplamalar, doğal uçucu yağ bileşikleri ilavesi ile duyuşal özelliklerini daha fazla değerlendirmek için kullanılmasının gelecek vaadettiğini ilişkilendirmişlerdir.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar antimikrobiyal özellikte kitosan ile hazırlanan yenilebilir filmlerin gıdanın raf ömrünü uzattığını ortaya koymuştur. Kitosanın gıda endüstrisinde ambalaj materyali olarak kullanımı ürünlerin raf ömürlerini olumlu yönde etkilemesinin yanında önemli bir kitosan kaynağı olarak su ürünleri endüstrisi atıklarının ekonomiye kazandırılmasına katkı sağlayacaktır. Elde edilen sonuçlar, kitosan ve filmlere esansiyel yağların ilavesiyle hazırlanan yenilebilir filmlerin kullanılmasının faydalı olabileceğini ve ulusal ekonomiye katkılar sağlayabileceğini göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgulara göre;

1. Kitosan ile hazırlanan yenilebilir filmlerin ürünün raf ömrü üzerinde olumlu etki gösterdiği,
2. Kekik, karanfil ve biberiye esansiyel yağlarının kitosanlı yenilebilir filmlere eklenerek ürünün kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal nitelikleri üzerine olumlu etkisinin olduğu,
3. Uygulanan esansiyel yağlardan özellikle kekik ve karanfil yağının ürünün raf ömrü üzerine kayda değır nitelikte olumlu etkiler yaptığı,
4. Kitosan ile hazırlanan bu yenilebilir filmlerin su içeriği fazla olan gıdalarda, filmde parçalanma oluşabildiğinden ancak vakum paketlemeyle kullanımın daha uygun olacağı,
5. Bu çalışmanın deneysel örneklerde kullanılan kitosan yenilebilir filminin daha farklı konsantrasyonlarda çeşitli balık ürünlerine uygulanarak birçok bilimsel çalışmaya temel oluşturabileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Acar, J. ve Alper, N.Ö., 1996. Yenilebilir film ve kaplamalar, Gıda Mühendisliği Dergisi **1**, **4**, 3-9.
- Ahmed, A. M. and Abd El-Rahman, H. A., 2002. Effect of ground sage on some microbial characteristics of refrigerated minced beef, *Journal of King Saud University Agricultural Sciences*, **15**, **1**, 47-52.
- Ahn C.B. and Lee E.H., 1992. Utilization of chitin prepared from the shellfish crust. 2. Effect of chitosan film packing on quality of lightly-salted and dried horse mackerel. *Bull Korean Fish Society*, **25**(1), 51-57.
- Ahn J., Grun I.U. and Mustapha A., 2007. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef, *Food Microbiology*, **24**, **1**, 7-14.
- Akbaba, G., 2006. Yenilebilir ambalajlar. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 30-32.
- Alak, G., Hisar, Ş. A., Hisar, O., Kaban, G. and 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**, 73-80.
- Altuğ Onoğur, T. ve Elmacı, Y., 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Sidas Medya, İzmir.
- Alyüz, B. and Veli S., 2005. Low-cost adsorbents used in heavy metal contaminated waste water treatment, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, **3**, 94-105.
- AOAC., 2002. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists (17 th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.
- Arashisar, Ş., Hisar, O., Kabani, G., Kayal, M. and Alak G., 2009. Effect of chitosan coating on chemical and microbiological properties of Atlantic bonito (*Sarda sarda*) fillets. *Journal Food Science Technology*, **46**, **4**, 380-383.
- Ayana, B., 2007. Antimikrobiyal yenilebilir filmlerin üretimi ve özelliklerinin belirlenmesi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, *Yüksek lisans tezi*, Mersin, 61.
- Ayana, B. ve Turhan, K. N., 2010. Gıda ambalajlamasında antimikrobiyel madde içeren yenilebilir filmler, kaplamalar ve uygulamaları, *Gıda*, **35**, **2**, 151-158
- Azcan N, Kara M, Asilbekova DT, Ozek T. and Baser KHC., 2000. Lipids and essential oil of *Origanum onites*. *Chem Nat Compd*. **36**, **2**, 132-36.

- Bagamboula C.F., Uyttendaele M. and Debevere J.,** 2004. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and pcimene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology*, **21**, 33– 42.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M.,** 2008. Biological effects of essential oils–a review, *Food and Chemical Toxicology*, **46**, 446–475.
- Becerril R, Gomez-Lus R, Goni P, Lopez P. and Nerin C.** 2007. Combination of analytical and microbiological techniques to study the antimicrobial activity of a new active food packaging containing cinnamon or oregano against *E. coli* and *S. aureus*. *Anal Bioanal Chemistry*, **388**, 1003-11.
- Begin A. and Calsteren MRV.,** 1999. Antimicrobial films produced from chitosan. *Int J Biol Macromol.* **26**, 63-7.
- Bostan, K., Aldemir, T. ve Aydın, A.,** 2007, Kitosan ve antimikrobiyal aktivitesi, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, **37**, 2, 118- 127.
- Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Christaki, E. and Spais, A.B.,** 2003. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation, *Food Research International*, **36**, 207–213.
- Burt, S.,** 2004, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review, *International Journal of Food Microbiology*, **94**, 223-253.
- Campaniello D., Bevilacqua A., Sinigaglia M. and Corbo R.M.,** 2008. Chitosan: Antimicrobial Activity and Potential Applications for Preserving Minimally Processed Strawberries. *Food Microbiology*, **25**, 992-1000.
- Can, Ö.P., Arslan, A. ve Özdemir, P.,** 2007. Eugenolün çiğ balık filetolarının muhafaza süresi üzerine etkisi, Fırat Üniversitesi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, **5**, 2, 125-128.
- Can, Ö. P. ve B., Patır,** 2012, Kitosan kaplamanın gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi, *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, **42**, 4, 148-154.
- Caner, C., Vergano, P. J. and Wiles, J. L.,** 1998. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, *Plasticizer and Storage journal of food science*, Volume 63, No. 6.
- Ceylan, A.** 1983. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir.
- Cha, D.S. and Chinnan, M.S.,** 2004. Biopolymer-based antimicrobial packaging: a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **44**, 223-37.

- Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J.,** 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal Food Drug Analysis*, **10**, 178-182.
- Chang, S. S., Ostic-Matijasavic, B., Hsieh, O.A.L and Huang, C. L.,** 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage, *Journal of Food Science*, **42**.
- Cheah L. H., Page B. B. C. and Shepherd, R.,** 1997. Horticultural science chitosan coating for inhibition of sclerotinia rot of carrots, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **25**, 89-92.
- Chien, P.J. , Sheu F. and Yang, F. H.,** 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, **78**, 225–229.
- Conell, j.j. ve Shewan, J.M.,** 1979. Past, present and future fish science. Advances in the fish. Science and technology.
- Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, F. and Deschamps, A.,** 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix, *Journal of Food Science*, **67**, 1162-1169.
- Çabuk M., Yavuz, M. ve Hlavác, J.,** 2011. Biyobozunur ve anti-kanserojen kitosan/benzaldehit modifikasyonu ve nanokompozitin hazırlanması, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **27, 3**, 247-251.
- Çagrı, A., Üstünol, Z. and Ryser., ET.,** 2002. Inhibition of Three Pathogens on Bologna and Summer Sausage Using Antimicrobial Edible Films, *Journal of Food Science*, **67, 6**, 2317-2324.
- Çetinkaya, A.,** 2011. Timol, karvakrol, eugenol ve alfa terpineol' un soğukta depolanan vakum paketlenmiş hamsi filetoları üzerine etkilerinin incelenmesi, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Fakültesi, 98, Adana.
- Çoban M. Z., Türkgülü, İ., Yüksel, F., Celayir, Y., Yüce, S., Eroğlu, M., Yıldız, N., and Şen, D.,** 2012. Some biological characteristics of *Luciobarbus esocinus* HECKEL, 1843 living in Keban reservoir, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **12**: 73-80.
- Çoban, Ö. E. and Özpolat, E.,** 2013. The effects of different concentrations of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the shelf life of hot-smoked and vacuum-packed *Luciobarbus esocinus* fillets, *Journal of Food Processing and Preservation*, **37**, 269–274.
- Davidson, P.M., Post, L.S., Branen, A.L. and Mccurdy, A.R.,** 1983. Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials, *In Antimicrobials in Food*, (A.L. Branen and P.M. Davison, eds.), Marcel Dekker, 371-419, New York.

- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A. and Voilley, A.,** 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review, *Critical Reviews in Food Science*, **38**, **4**, 299-313.
- Debevere, J. and Boskou, G.,** 1996. Effect of modified atmosphere packaging technology, A review, *Journal of food Protection*, **54**, **1**, 58-60.
- Demir, A. ve Seventekin N.,** 2009. Kitin, kitosan ve genel kullanım alanları, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **3**, 92-103.
- Devlieghere, F., Vermeulen, A. and Debevere, J.,** 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables, *Food Microbiology*, **21**, 703-714.
- Dikel, Ç.,** 2012. Kitosan eklenen jelatin ile kaplamanın çipura (*Sparus aurata* L., 1758) filetlerinin soğukta (+4°C) depolanması esnasında fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimler üzerine etkisi, Çukurova üniversitesi, *Yüksek lisans tezi*, Adana.
- Du, J., Gemma, H. and Ivahori S.,** 1997. Effect of chitosan coating on storage of peach, Japanese Pear and Kiwifruit, *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, **66**, **1**, 15-22.
- Duan, J., Cherian, G. and Zhao, Y.** 2010a. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings, *Food Chemistry*, **119**, 524-532.
- Duan, J., Jiang, Y., Cherian, G., and Zhao, Y.** 2010b. Effect of combined chitosan-krill oil coating and modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets, *Food Chemistry*, **122**, **4**, 1035-1042.
- Duman, S.S. ve Şenel, S.,** 2004, Kitosan ve veteriner alandaki uygulamaları, *Veteriner Cerrahi Dergisi*, **10**, 62-72.
- Dundar E., Olgun E.G., Işıksoy S., Kürkçüoğlu E., Başer K.H.C. and Bal C.** 2008. The effects of intra-rectal and intra-peritoneal application of *Origanum onites* L. essential oil on 2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in the rat. *Experimental and Toxicologic Pathology*, **59**, 399-408.
- Dursun, S. ve Erkan, N.,** 2009. Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı, *Journal of Fisheries Sciences.com*, **3**, **4**, 352-373.
- Dutta P.K., Tripathi S. and Mehrotra G.K.,** 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications, *Food Chemistry*, **114**, **4**, 1173-82.
- Elibol, M.,** 2008. Kabuklu katı deniz ürünleri artıklarından kitin, kitosan ve türevlerinin üretimi, TÜBİTAK Proje No: 106M241, İzmir.

- Erkan, N.**, 2002. Soğukta depolanan bazı balık cinslerinde kullanılan koruyucu katkı maddelerinin raf ömrüne etkisi, İstanbul Üniversitesi, *Doktora Tezi*, İstanbul.
- Evren, M., ve Tekgüler, B.**, 2011. Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri, *Elektronik mikrobiyoloji dergisi* TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), **9, 3**, 28-40.
- Falguera V., Quintero J.P., Jiménez A., Muñoz J.A. and Ibarz A.**, 2011. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their Use. *Trends in Food Science & Technology*, **22**, 292-303.
- 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**, 1982. Evaluation of certain food additives and contaminants, Technical Report Series no 20. FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- Friedman, M., Henika, P. R. and Mandrell, R. E.**, 2002. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*, *Journal Food Protection*, **65**, 1545-1560.
- Garcia, M. A., Martino, M. N. and Zaritzky, N. E.**, 2000. Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings, *Journal of Food Science*, **65, 6**, 941-947.
- Geldiay, R. ve Balık, S.**, 2007. *Türkiye Tatlı Su Balıkları*. Ege Üniv., Su Ürünleri Fakültesi, Yay. No:46, Ders Kitabı Dizini No:16., V. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Gennadios, A. and Weller, C.L.**, 1990. Edible film and coating from wheat and corn proteins. *Food Technology*, **44**, 63-67.
- Ghaouth A.E., Ponnampalam R., Castaigne F. and Ar, J.**, 1992. Chitosan coating to Extend the Storage Life of Tomatoes, *Hortscience*, **27, 9**, 1016-1018.
- Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C. and Montero, P.**, 2010. Biodegradable gelatinechitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*, **27**, 889-896.
- Gomez-Estaca, J., Montero, P., Gime'nez, B. and Go'mez-Guille'n, 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.
- Gram, L. and Huss, H.H.**, 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. International, *Journal of Food Microbiology*, **33**, 121-137.

- Gram, L. and Huss, H.H.**, 2000. Fresh and processed fish and shellfish. In: Lunde B.M., Baird-Parker, T.C. and Gould, G.W. (Ed.), *The Microbiological Safety and Quality of Food*, Vol: I, An Aspen Publication Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, 472-506.
- Guilbert, S.**, 1986. Technology and application of edible protective films. In: Mathlouthi M, editor. *Food packaging and preservation: Theory and practice*. Essex (England): Elsevier Applied Science Publisher Ltd., 371–394.
- Gutierrez L., Sanchez C. and Batlle R., Nerm.**, 2009. New antimicrobial active package for bakery products, *Trends in Food Science & Technology*, **20**, 92-9.
- 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*. DOI 10.1007/11947-012-0833-6.
- Gürel İnanlı, A., Emir Çoban, Ö., Özpolat, E. ve Dartay, M.**, 2006. Bıyıklı balıktan yapılan balık kroketlerinin soğukta raf ömrünün belirlenmesi, (*Barbus esocinus*, Heckel, 1843) Su Ürünleri Mühendisleri Dergisi, 40-44.
- Halkman, A.K.**, 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık, Ankara.
- Hammer K. A., Carson C.F., and Riley T. V.** 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*, **86**, 985-990.
- Han, C., Lederer, C., Mcdaniel, M. and Zhao, Y.**, 2005. sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. *Journal of Food Science*, **70**, **3**, 172-178.
- Hao, Y. Y, Brackett, R. E. and Doyle, M. P.**, 1998. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas hydrophila* by plant extracts in refrigerated cooked beef, *Journal of Food Protection*, **61**, **3**, 307-312.
- Harrigan, W.F. and McCance, M.E.**, 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. Academic Press, London, 362.
- Harrigan, W.F.**, 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology, 3rd ed. Academic Press., London.
- Helander Im., Nurmiaho-Lassila El., Ahvenainen R., Rhoades J. and Roller S.** 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membranes of Gram-negative bacteria, *International Journal of Food Microbiology*, **71**, 235–244.
- Holley, R.A. and Patel, D.**, 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*. **22**, 273-292.

- Hong SI, Lee JW. and Son SM.,** 2005. Properties of polysaccharide-coated polypropylene films as affected by biopolymer and plasticizer types, *Packaging Technology and Science*, **18**, 1-9.
- Huma, F., Jaffar, M. and Masud, K. A.,** 1999. Modified potentiometric method for the estimation of phenol in aqueous systems, *Turkish Journal of Chemistry*, **23**, 415–422.
- Huss, H.H.,** 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Technical paper:348, Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations,132.
- ICMSF (International Commisison on Microbiological Spescifications for Foods),** 1986a. *Microorganisms in Foods 2*. sampling for microbiological analysis, 2nd edition, University of Toronto Press, Toronto.
- ICMSF (International Commisison on Microbiological Spescifications for Foods),** 1986b. *Microorganisms in Foods 1*. Their significance and methods of enumeration. University of Toronto Press, London. 181–196.
- Ilisulu., K.,** 1992. İlaç ve Baharat Bitkileri .Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı, Ankara, 16-23.
- Jeon YJ, Park PJ. and KimSK.,** 2001. Antimicrobial effect of chitooligosaccharides produced by bioreactor, *Carbohydrate Polymers*, **44**, 71-6.
- Jeon, YJ., Kamil JYVA. and Shahidi, F.,** 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod, *Journal of Agricultural and Food*, **20, 50**, 5167–5178.
- Jiang, Y.M. and Li, Y.B.,** 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit, *Food Chemistry*, **73**, 139–143.
- Kabara, J.J.,** 1991. Phenols and chelators, *In Food Preservatives*, (eds) Russell, N.J. and Gould, G.W., London, 200-214.
- Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U. and İlçim, A.,** 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey, *Journal of Ethnopharmacology*, **76**,183-186.
- Kenar, M.,** 2009. Aromatik bitkilerden elde edilen doğal antioksidanların balık filetosu üzerindeki duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin incelenmesi, Çukurova Üniversitesi, *Yüksek lisans tezi*, Adana.
- Kenar, M., Özoğul, F. and Kuley, E.,** 2010. Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuumpacked and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, **45**, 2366–2372.

- Keser O. ve Bilal, T.,** 2010. Kitosan oligosakkaritin hayvan beslemede kullanımı 11-antioksidan, antimikrobiyal ve diğer etkileri, Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi, **50, 1**, 41-52.
- Kester J.J. and Fennema, O.R.,** 1986. Edible Films and Coatings: A Review, Food Techlonogy, **40, 12**, 47-58.
- Kılıç, A.,** 2008. Uçucu yağ elde etme yöntemleri, Bartın Orman Fakültesi Dergisi **10, 13**, 37-45.
- Kim, J. M., Marshall, M. R., Cornell, J.A., Preston, J. F. and Wei, C. I.,** 1995. Antibacterial activity of carvacrol, citral, and geraniol against *Salmonella typhimurium* on culture medium and on fish cubes. *Journal of Food Science*, **60, 6**, 1364–1374.
- Kim, K.M., Son, J.H., Kim, S.K., Weller, C.L. and Hanna, M.A.,** 2006. Properties of chitosan films as a function of pH and solvent type, *Journal of Food Science.*, **71, 3**, 19-24.
- Kittur, F.S., Saroja, N., Habibunnisa and Tharanathan, R.N.,** 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. *Eur. Food Res. Technol.* **21,3**, 306–311.
- Kök, F.,** 2001. Farklı sürelerde çemende bekletilen bryıklı balık (*Barbus esocinus*) pastırmasına olan etkisi, Fırat üniversitesi, *Doktora tezi*, Elazığ.
- Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V and Milos, M.,** 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, *Food Chemistry*, **85**, 633–640.
- Kumar R.,** 2000. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers*, **46**, 1-27.
- Küçüköner, E. ve Küçüköner, Z.,** 1990. Balık mikroflorası ve balıklarda meydana gelen mikrobiyal değişimler. *Gıda*, **15, 6**, 339-341.
- Lambert RJW, Skandamis PN, Coote P. and Nychas GJE. A.,** 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol, *Journal of Applied Microbiology*, **91**, 453-62.
- Leceta, I., Guerrero, P. and de la Caba, K.,** 2013. Functional properties of chitosan-based films, *Carbohydrate Polymers*, **93**, 339– 346.
- Lerdthanangkul, S. and Krochta, J.M.,** 1996. Edible coating effects on postharvest quality of green bell peppers, *Journal of Food Science*, **61, 1**, 97-103.

- Li, H.Y. and Yu, T.,** 2001. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **81**, 269–274.
- Liu H., Du Y., Wang X. and Sun L.,** 2004. Chitosan kills bacteria through cell membrane damage. *International Journal of Food Microbiology*, **95**, 147- 155.
- Logan, D.,** 2001. Synthesis of water soluble quaternary ammonium chitosan derivatives and their potential applications as biocides, *PhD Thesis*, Louisianan State University, USA.
- López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C., Pérez-Mateos, M. and Montero, P.,** 2005. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, **19**, 303-311.
- Lukic, P.,** 1989. In: Farmacognazija, Farmaceutski facultet Univerziteta u Beogradu.
- Mahan, F.I.,** 2007. Kitosanla kaplanmış soyulmuş sosislerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömürlerinin araştırılması, yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, 70.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K. and Kawai, Y.,** 2006. Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convectional air-drying, *International Journal of Food Microbiology*, **106**, 331-337.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I.S., Dong-Suk, C. and Suzuki, T.,** 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds, *Food Chemistry*, **21**, 656-662.
- Martínez-Camacho, A., Cortez-Rocha, M., Ezquerra-Brauer, J., Graciano-Verdugo, A., Rodriguez-Félix, F., Castillo-Ortega, M., Yépiz-Gómez, M. and Plascencia-Jatomea, M.** 2010. ‘‘Chitosan composite films: Thermal, structural, mechanical and antifungal properties’’, *Carbohydrate Polymers*, **82**, 305 – 315.
- Mattisek R., Schnepel MF. and Steiner G.,** 1992. Lebensmittelanalytik, Grundzüge, Methoden, Anwendungen. Springer, Zweite korrigierte Auflage, Berlin.
- Mc Hugh, T.H. and Krochta, J.M.,**1994, Permability properties of edible films, in edible coatings and films to improve food quality, ed: Krochta J.M., Baldwin E.A., Nisperos-Carriedo M.O., Technomic Publishing Co., Inc.,USA, 139-189.
- McHugh T.H.,** 2000. Protein-Lipid interactions in edible films and coatings. *Nahrung*,**44**, 3, 148-151.
- McHugh T.H. and Krochta J.M.** 1994. Milk-protein-based edible films and coatings. *Food Technology*, **48**, 97-103.

- Mehdizadeh, T., Tajik, H., Rohani, S. M. R. and Oromiehie, A. R.,** 2012. Antibacterial, antioxidant and optical properties of edible starch-chitosan composite film containing *Thymus kotschyanus* essential oil, *Veterinary Research Forum*. **3 (3)**, 167 – 173.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Lalitha 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**, 167-174.
- Muşabak C.,** 2008. Kitosanla kaplama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın palamut (*Sarda sarda*) filetolarının kimyasal parametreleri üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Nerantzaki, A., Tsiotsias, A., Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N., Bezirtzoglou, E. and Kontominas, M.G.,** 2005. Effects of ozonation on microbial, chemical and sensory attributes of vacuum-packed rainbow trout stored at $4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, *European Food Research Technology*, **221**, 675-683.
- Nisperos, M.O. and Baldwin, E.A.,** 1996. Edible coatings for whole and minimally processed fruits and vegetables, *Food Australia*, **48, 1**, 27-31.
- No HK, Park NY, Lee SH. and Meyers SP.,** 2002. Antibacterial activity of chitosans 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.
- Nowzari F., Shábanpour, B. and Ojagh S. M.,** 2013. Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout, *Food Chemistry*, **141**, 1667–1672.
- O’Neil, J.M., Smith, A., Heckelman, P.E., Obenchain, J.R., Gallipeau-R., J.R., D’Arecca, M.A. and Budavari, S.,** 2001. The Merck Index. Published by Merck Research Laboratories Division of Merck&Co., Inc.
- 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.
- Olgunoğlu, İ. A.,** 2007. Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Çukurova Üniversitesi, *Doktora Tezi*, Adana.

- Orsay, B. ve Duman, E.,** 2004, Keban Baraj Gölü kemaliye bölgesinde yaşayan *Barbus esocinus* ve *Barbus xanthopterus*'un avcılığında kullanılan av araçları, *Fırat Ü., Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **16, 2**, 385-392.
- Özdamar, K.,** 2001, *SPSS ile Biyoistatistik*. Yayın no: 3,4. Baskı. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 452.
- Özyılmaz, A.,** 2007. Gökkusağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Peker, İ., Oktar, F., Eroğlu, M. ve Morkoç, E.,** 2006. Kerevit kabuklarından kitin üretilmesi ve kesilmiş sütün suyundan laktoz izolasyonu işleminde kullanılması, TÜBİTAK Proje No: 104M017, Ankara.
- Peniche , C., Argüelles-Monal W. and Goycoolea, F.M.,** 2008. Chitin and chitosan: major sources, properties and applications, Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources, M.N. Belgacem & A. Gandini, 518-542.
- Perry, R.H. and Green, D.W.,** 1997. "Perry's Chemical Engineers Handbook", McGraw-Hill, 7th edition, USA, 2581.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E. and Conte, L.S.,** 2002. Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) oregano (*Origanum onites* and *O. indercedens*) extracts related to their phenolic compound content, *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, **82**, 1645-1651.
- Polat, H.,** 2008. Kitin ve kitosan biyosorbentlerinin pembe karides (*parapenaeus longirostris*) kabuk atıklarından sentezlenmesi karakterizasyonu ve karşılaştırmalı zehirli metal adsorpsiyon çalışmaları, TÜBİTAK **Proje No: 106T111**, İzmir.
- Ponce, A.G., Roura, S.I., del Valle, C.E. and Moreira, M.R.,** 2008, Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: *In vitro* and *in vivo* studies, *Postharvest Biology and Technology*, **49**, 294-300.
- Qi, L., Xu, Z., Jiang, X., Hu, C. and Zou, X.** 2004. Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles, *Carbohydrate Research*, **339**, 2693-2700.
- Qiu, X., Chen, S., Liu, G. and Yang, Q.,** 2014. Quality enhancement in the Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicas*) fillets stored at 4 °C by chitosan coating incorporated with citric acid or licorice extract, *Food Chemistry* **162**, 156–160.
- Quattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, 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.
- Quintavalla S. and Vicini L.,** 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry, *Meat Science*, **62**, 373-80.

- Rasooli, I., and Owlia, P.,** 2005. Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus paraciticus* growth and aflatoxin production. *Phytochemistry*, **66**, 2851-2856.
- Rice-Avans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M. and Pridham, J.B.,** 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenol flavonoids, *Free Radical Research*, **22**, 4, 375-383.
- Rojas-Grau A.M., Avena-Bustillos R.J., Olsen C., Friedman M., Henika P.R., Martin-Belloso O., Pan Z. and McHugh T.,** 2007. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films, *Journal of Food Engineering*, **81**, 634-41.
- Runfeng, W. and LI, Z.,** 2011. Effect of chitosan on fresh-keeping refrigerated fillets of fresh *Ctenopharyngodon idellus*, *IEEE*, 1061-1064.
- Sallam, K. I.,** 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, **18**, 5, 566-575.
- Sarıkuş, G.,** 2006, Farklı Antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Isparta.
- Sathivel, S.,** 2005. Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage, *Journal of food science*, **70**, 455-459.
- Sathivel S., Liu, Q., Huang, J. and Prinyawiwatkul, W.,** 2007. The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage, *Joornal of food engineering*, **83**, 366-373.
- Schormuller, J.,** 1968. Handbuch der Lebensmittelchemie (Band HI/2). Berlin: Springer.
- Shahidi F., Arachchi J.K.V. and Jeon Y.J.,** 1999. Food applications of chitin and chitosans, *Trends Food Sci Tech.*, **10**, 37-51.
- Shahidi F. and Abuzaytoun R.,** 2005, Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, applications, and health effects, *Advances in Food Nutrition Research*, **49**, 93-135.
- Singhal, R. S., Kulkarni P. R. and Rege, D. V.,** 2001. University of mumbai handbook of herbs and spices, Volume 1, (K. V. Peter (ed.)), Woodhead Publishing Limited. England.
- Sinnhuber R.O. and Yu, T.C.,** 1958. 2- Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products II. The quantitative determination of malonaldehyde. *Food Technology*, **1**, 9-12.
- Sipahioğlu, S.,** 2013. Kitosan esaslı yenilebilir filmle kaplanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) filetolarının raf ömrü ve kalitesi üzerine yüksek

hidrostatik basınç işleminin etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, *Yüksek lisans tezi*.

- Srivastava AK., Srivastava SK. and Syamsundar KV.,** 2005. Bud ve leaf essential oil composition of *Syzygium aromaticum* from India and Madagascar, *Flavour and Fragrance Journal*, **20**, 51-53.
- Sun T., Yao Q., Zhou D. and Mao F.,** 2008, Antioxidant activity of N-carboxymethyl chitosan oligosaccharides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, **18**, 5774-5776.
- Suyatma, N.E., Tighzert, L., Copinet, A. and Coma, V.,** 2005. Effects of hydrophilic plasticizers on mechanical, thermal and surface properties of chitosan films, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, **39**, 50-57.
- Synowiecki J., Al-khatteb A. and Nadia A.,** 2003, Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **43**, 145-171.
- Şen D., ve Duman E.,** 1999. Keban Baraj Gölünde yaşayan *Barbus esocinus* (HECKEL, 1843)'da pul, otolit, omur, operkul, ve dorsal yüzgeç ışınından yaş tayini, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 9-13, 1-10, 27-33.
- Şen, D., Duman, E., Duman, M. ve Yapar, A.,** 1996. Keban Baraj Gölünde yaşayan *Barbus esocinus* (Heckel, 1843) ve *Barbus xanthopterus* (Heckel, 1843) popülasyonlarının biyoekolojik özelliklerinin incelenmesi, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **8**, **1**, 107-124.
- Tai, K. W., Huang, F. M., Huang, M. S. and Chang, Y. C.,** 2002. Assessment of the genotoxicity of resin and zinc-oxide eugenol-based root canal sealers using an in vitro mammalian test system, *J. Biomed. Mater. Res.* **59**, 73–77.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan M.T. and Dugan, Jr.,** 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in racid foods, *Journal of American Oil Chemist's Society*, **37**, 44-48.
- TGK,** 2003, Turk Gıda Kodeksi, Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği. Ankara.
- Tharanathan, R.N. and Kittur, F.S.,** 2003. Chitin-the undisputed biomolecule of great potential, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **43**, **1**, 61-87.
- Thoroski, J., Blank, G. and Bihaderis, C.,** 1989. Eugenol induced inhibition of extracellular enzyme production by *Bacillus cereus*, *Journal of Food Protection*, **52**, **6**, 399– 403.

- Tippayatum, P. and Chonhenchob, V.** 2007. Antibacterial activities of thymol, eugenol and nisin against some food spoilage bacteria, *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* **41**, 319 – 323.
- Torlak E. ve Nizamlioğlu M.,** 2009. Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri, *Veteriner Bilimleri Dergisi*, **25**, 1-2, 15-21.
- Torlak, E.,** 2009. Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir ve kaplanmış plastik filmlerin gıda kaynaklı bazı patojenlere etkileri, Selçuk Üniversitesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, *Doktora Tezi*, Konya.
- Toroğlu, S., Dıgırak, M. ve Çenet, M.,** 2006. Baharat olarak tüketilen *Laurus nobilis* Linn ve *Zingiber officinale* Roscoe bitki uçucu yağlarının antimikrobiyel aktiviteleri ve antibiyotiklere in-vitro etkilerinin belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*. **9**, **1**, 20-26.
- Tsai GJ, Su WH, Chen HC. and Pan CL.,** 2002. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation, *Fisheries Science*, **68**, 170–177.
- Uçan, F.,** 2008. DL-Limonenin mayalar üzerine antifungal etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri. Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı., *Yüksek lisans tezi*. Adana.
- URL-1,** 2014, <http://www.briancoad.com/species%20accounts/Keys%20new.htm>
- URL-2,** 2014, http://tr.wikipedia.org/wiki/Kekik#mediaviewer/Dosya:Thymus_vulgaris_0.jpg
- URL-3,** 2014, http://tr.wikipedia.org/wiki/Karanfil_%28baharat%29#mediaviewer/Dosya:Gewuerznelken.jpg,
- URL-4,** 2014, http://tr.wikipedia.org/wiki/Biberiye#mediaviewer/Dosya:Rosemary_white_bg.jpg
- URL-5,** 2014, <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/448869?lang=en®ion=TR>
- Varlık, C., Mol S., Baygar, T., ve Tosun, Ş.Y.,** 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisinin Temelleri, İstanbul üniversitesi, Yayın No:4661, İstanbul.
- 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.
- Vazquez, I.B., Fente C., Franco C.M., Vazquez, M.J. and Cepeda, A.,** 2001. Inhibition effects of eugenol and thymol on *Pencillium citrinum* strains in culture media and cheese, *International Journal of Food Microbiology*, **67**, 157-163.

- 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.
- Wada, S. and Fang, X.,** 1992. The Synergistic antioxidant effect of rosemary extract and tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat, *Journal of Food Processing and Preservation*, **16**, 263–74.
- Wendakoon, C. N. and Sakaguchi, M.,** 1995. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices, *Journal of Food Protection* **58** (3), 280–283.
- Wiles JL, Vergano PJ, Barron FH, Bunn JM. and Testin RF.,** 2000. Water vapor transmission rates and sorption behavior of chitosan films, *Journal of Food Science*, **65**, 7, 1175-79.
- Wu, j., Ge, S., Liu, H., Wang, S., Chen, S., Wang, J., Li, J. and Zhang Q.,** 2014. Properties and antimicrobial activity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin-chitosan films incorporated with oregano essential oil for fish preservation, *Food packaging and shelf life* **2**, 7 – 16.
- Ye, M., Neetoo, H. and Chen, H.,** 2008, Effectiveness of chitosan-coated plastic films incorporating antimicrobials in inhibition of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon, *International Journal of Food Microbiology*, **127**, 235–240.
- Ziani, K., Oses, J., Coma, V. and Mate, J.I.,** 2008. Effect of the presence of glycerol and tween 20 on the chemical and physical properties of films based on chitosan with different degree of deacetylation, *LWT Food Science Technology*, **41**, **21**, 59-65.
- Zivanovic, S., Chi, S., Draughton, A.E.,** 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils, *Journal of Food Science*, **70**, 45-51.
- Zhi, H. and Nakano, H.,** 1996. Antibacterial activity of spice extract against food related bacteria, *Journal of the Faculty of Applied Biological Science*, **35**, **2**, 181-190.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 1983 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ni 2001 yılında kazandım ve 2005 yılında mezun oldum. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Eylül 2005 ile Eylül 2008 tarihleri arasında yüksek lisans yaptım. Eylül 2008 tarihinde ise aynı anabilim dalında doktora öğrenime başladım. 2010 yılı Ekim ayında Tunceli Üniversitesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandım. 2011 yılı Mart ayında Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'na 35. Madde kapsamında doktora öğrenimimi tamamlamak için görevlendirildim. Halen aynı anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim. Bir çocuk annesiyim.

Nermin KARATON KUZGUN

