

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UÇUCU YAĞLARLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİTOSAN
FİMLERİN DUMANLANMIŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) FİLETOLARININ KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Güntekin DOĞAN

**Danışman
Doç. Dr. Levent İZCİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

ISPARTA - 2013

© 2013 [Güntekin DOĞAN]

TEZ ONAYI

Güntekin DOĞAN tarafından hazırlanan “Uçucu Yağlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Filmlerin Dumanlanmış Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Filetolarının Kalite Özelliklerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

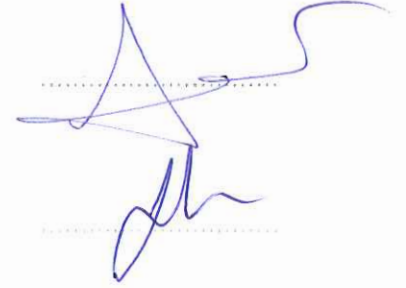
Danışman

Doç. Dr. Levent İZCİ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Abdullah DİLER
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Şengül BİLGİN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Ahmet ŞAHİN



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.


Güntekin DOĞAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Su Ürünlerinin Besin Kaynağı Olarak Önemi	5
2.2. Su Ürünlerinde Paketleme.....	5
2.2.1. Su ürünlerinin paketlenmesinde yenilebilir film uygulaması	6
2.3. Dumanlamanın Su Ürünlerine Uygulanması	10
2.3.1. Dumanlama Yöntemleri	12
2.4. Su Ürünlerinde Antioksidan Kullanımı	12
2.5. Uçucu Yağların Kullanımı	13
2.5.1. Çalışmada kullanılan uçucu yağların elde edildiği bitkiler.....	15
2.5.1.1. Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	15
2.5.1.2. Kekik (<i>Origanum minutiflorum</i>).....	16
2.6. Gökkuşuğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	17
2.7. Konu İle İlgili Çalışmalar.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Gökkuşuğu Alabalıklarının Dumanlanması	21
3.2. Kitosan Film Solüsyonlarının Hazırlanması Ve Örneklerin Kaplanması	26
3.3. Deneme Planı	32
3.4. Kimyasal Analizler.....	32
3.4.1. Nem analizi.....	32
3.4.2. pH analizi	32
3.4.3. TVB-N (Toplam uçucu bazik azot) analizi	32
3.4.4. TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi.....	33
3.5. Mikrobiyolojik Analizler.....	34
3.6. Duyusal Analizler.....	34
3.7. İstatistiksel Analizler.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	36
4.1. Nem Analiz Sonuçları (%)	36
4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	37
4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	43
4.4. Duyusal Analiz Sonuçları	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	51
5.1. Nem İçeriğindeki Değişimler	51
5.2. Kimyasal Analizlerin Değerlendirilmesi.....	52
5.2.1. pH analizlerinin değerlendirilmesi.....	52
5.2.2. TVB-N analizlerinin değerlendirilmesi.....	54
5.2.3. TBA analizlerinin değerlendirilmesi.....	57
5.3. Mikrobiyolojik Analizlerin Değerlendirilmesi	60
5.4. Duyusal Analizlerin Değerlendirilmesi.....	63
5.5. Sonuç.....	66

KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	78

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

UÇUCU YAĞLARLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİTOSAN FİLMLERİN DUMANLANMIŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) FİLETOLARININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Güntekin DOĞAN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Levent İZCİ

Bu çalışmada, sıcak dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) filetolarının katkısız kitosan film, % 0,2 kekik (*Origanum minutiflorum*) ve % 0,2 biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağı ile zenginleştirilmiş kitosan filmlerle kaplanması 4±1 °C’de bazı kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada gruplar içerisinde en yüksek nem içeriği; sıcak dumanlanmış filetolarda (Kf) 0. günde (% 72,52±0,91), kitosan filmle kaplanmış filetolarda (Kt) 0. günde (% 75,56±0,86), biberiye uçucu yağı ile zenginleştirilmiş kitosan filmle kaplanmış filetolarda (By) 7. günde (% 75,85±0,20) ve kekik uçucu yağı ile zenginleştirilmiş kitosan filmle kaplanmış filetolarda (Kk) 56. günde (% 74,20±0,69) belirlenmiştir.

Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin depolama süreleri sonunda sırasıyla, pH değerleri 6,38±0,01 (42. gün), 6,21±0,05 (42. gün), 6,19±0,03 (49. gün) ve 6,31±0,07 (63. gün) olarak, TVB-N (Toplam uçucu bazik azot) değerleri 31,93±0,84 mg/100 g, 27,73±0,00 mg/100 g, 28,57±0,84 mg/100 g ve 31,09±0,84 mg/100 g olarak, TBA (Tiyobarbitürik asit) değerleri 1,72±0,22 mg MDA/kg, 1,26±0,05 mg MDA/kg, 1,84±0,11 mg MDA/kg ve 1,72±0,11 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir.

Yapılan mikrobiyolojik analizlere göre tüm örnek gruplarında toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayıları depolama sonunda önemli (P<0,05) oranda artarken koliform (K) bakteri tespit edilememiştir.

Duyusal açıdan değerlendirilen tüm örnek grupları panelistlerce beğenilmiştir. Örnek grupları içerisinde, panelistlerce en çok beğeniye kekik uçucu yağı ile zenginleştirilmiş yenilebilir kitosan filmle kaplanmış Kk örneklerinin aldığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre renk, görünüm, tat, koku ve tekstür parametrelerinde bütün örnek gruplarında depolama süreci sonunda önemli (P<0,05) değişimler saptanmıştır. Kf ve Kt örnekleri 42. günde, By örnekleri 49. günde, Kk örnekleri 63. günde tüketilemez olarak tespit edilmiştir.

Yapılan analiz sonuçlarından da anlaşılağı üzere, uçucu yağlarla zenginleştirilmiş kitosan filmle kaplamanın ürünün beğeni ile tüketilmesinde ve raf ömrünün arttırılmasında etkili olduğı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağlar, kitosan, yenilebilir film, gökkuşaağı alabalığı, kalite özellikleri.

2013, 78 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS ON QUALITY PROPERTIES OF SMOKED RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) FILLETS OF CHITOSAN FILMS ENRICHED WITH ESSENTIAL OILS

Güntekin DOĞAN

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Fishing and Fish Processing Technology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Levent İZCİ

In this study, it has been aimed to determine the effects of coating chitosan films enriched with thyme (*Origanum minutiflorum*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil (0.2 % added) on some quality properties of hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) during storage at 4 ± 1 °C.

The highest moisture content was determined in hot smoked fillets (Kf) (72.52 ± 0.91 %) and fillets coated with chitosan film (Kt) (75.56 ± 0.86 %) on initial day, for fillets coated with chitosan film (By) (75.85 ± 0.20 %) enriched by rosemary essential oil on 7th day, for fillets coated with chitosan film (Kk) (74.20 ± 0.69 %) enriched by thyme essential oil on 56th day.

At the end of storage period for Kf, Kt, By and Kk groups, pH values were determined as 6.38 ± 0.01 (42nd day), 6.21 ± 0.05 (42nd day), 6.19 ± 0.03 (49th day) and 6.31 ± 0.07 (63rd day) respectively, TVB-N (Total volatile basic nitrogen) values were found as 31.93 ± 0.84 mg/100 g, 27.73 ± 0.00 mg/100 g, 28.57 ± 0.84 mg/100 g and 31.09 ± 0.84 mg/100 g respectively, TBA (Thiobarbituric acid) values were found as 1.72 ± 0.22 mg MDA/kg, 1.26 ± 0.05 mg MDA/kg, 1.84 ± 0.11 mg MDA/kg and 1.72 ± 0.11 mg MDA/kg respectively.

According to result of microbiological analysis, the numbers of total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) and total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB) in all groups were increased significantly ($P<0.05$) at the end of the storage period. But coliform (K) bacteria was not found in same groups.

All sample groups were appreciated by panelists in terms of sensory characteristics. The highest appreciation was determined in Kk group which were coated with chitosan film enriched by thyme essential oil. According to the result of sensory analysis, it has been seen that significant ($P<0.05$) changes in all groups in terms of all parameters (colour, appearance, taste, odour and texture) at the end of the storage period. In the sample groups were determined as inconsumable for Kf and Kt on 42nd day, for By on 49th day, for Kk on 63rd day.

According to result of the study, it has been thought that coating with chitosan enriched essential oils are effects on appreciated by consumer and increasing of shelf life.

Keywords: Essential oils, chitosan, edible film, rainbow trout, quality properties.

2013, 78 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Levent İZCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımnda katkısı olan Doç. Dr. Şengül BİLGİN'e, Arş. Gör. İsmail Yüksel GENÇ'e ve Su Ürünleri Mühendisi Hasan CEVHER'e, ayrıca duyusal değerlendirmelere katılan panelistlere teşekkür ederim.

Araştırmamda kullandığım dumanlanmış alabalıkları temin eden Yapağlı Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Alabalık Üretim ve Su Ürünleri İşleme Entegre Tesisinin Kooperatif Başkanı Özden ÇELİK ve tüm tesis personeline teşekkür ederim.

Tezimin laboratuvar çalışmalarını yaptığım Egirdir Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığına ve Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölüm Başkanlığına teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan ve bana sabırla destek olan eşime, kızıma ve oğluma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Güntekin DOĞAN
ISPARTA, 2013

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Yapağlı Köyü (Dinar/AFYON) Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Alabalık Üretim ve Su Ürünleri İşleme Entegre Tesisi	21
Şekil 3.2. Dumanlama iş akış şeması	22
Şekil 3.3. Gökkuşaağı alabalıklarının iç organlarının çıkarılması	23
Şekil 3.4. Gökkuşaağı alabalıklarının su ile yıkanması	23
Şekil 3.5. Gökkuşaağı alabalıklarının salamurada bekletilmesi	24
Şekil 3.6. Gökkuşaağı alabalıklarının şişlere dizilmesi	24
Şekil 3.7. Geleneksel dumanlama kabineine yerleştirilen gökkuşaağı alabalıkları	25
Şekil 3.8. Sıcak dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetoları	25
Şekil 3.9. Isıtıcıly manyetik karıştırıcıda hazırlanan kitosan film solüsyonu	28
Şekil 3.10. Hazırlanan kitosan film solüsyonlarının buzdolabında muhafazası .	28
Şekil 3.11. Dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetolarına kitosan film solüsyonunun uygulanması	29
Şekil 3.12. Kitosan film kaplanmış dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetolarının 40 °C’de kurutulması	29
Şekil 3.13. Kitosan film kaplanmış dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetolarının 40 °C’de kurutulması	30
Şekil 3.14. Kurutma işlemi tamamlanmış gökkuşaağı alabalığı filetoları	30
Şekil 3.15. Kitosan film kaplanmış dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetolarının mukavva kutularda paketlenmesi	31
Şekil 3.16. Kutulanan dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzdolabında muhafazası	31
Şekil 4.1. Muhafaza süresince örneklerin nem içeriğindeki değışimler (%)	37
Şekil 4.2. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin pH içeriğindeki değışimler	40
Şekil 4.3. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TVB-N içeriğindeki değışimler (mg/100 g)	41
Şekil 4.4. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TBA içeriğindeki değışimler (mg MDA/kg)	42
Şekil 4.5. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TMAB sayısındaki değışimler (log kob/g)	45
Şekil 4.6. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TPAB sayısındaki değışimler (log kob/g)	45
Şekil 4.7. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre renk değierlerindeki değışim	48
Şekil 4.8. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre görünüm değierlerindeki değışim	48
Şekil 4.9. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre tat değierlerindeki değışim	49
Şekil 4.10. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre koku değierlerindeki değışim	49
Şekil 4.11. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre tekstür değierlerindeki değışim	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Gökkuşluğu alabalığı üretim miktarları	18
Çizelge 3.1. Kekik uçucu yağı etken madde oranları.....	27
Çizelge 3.2. Biberiye uçucu yağı etken madde oranları.....	27
Çizelge 3.3. Denem planı	32
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan puanlama çizelgesi ve puan tanımları	35
Çizelge 4.1. Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin nem içeriğindeki değişimler % (ORT±SH).....	36
Çizelge 4.2. Kf örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT±SH).....	37
Çizelge 4.3. Kt örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT±SH).....	38
Çizelge 4.4. By örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT±SH).....	38
Çizelge 4.5. Kk örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT±SH).....	39
Çizelge 4.6. Kf örneklerinin 4±1 °C'deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g).....	43
Çizelge 4.7. Kt örneklerinin 4±1 °C'deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g).....	43
Çizelge 4.8. By örneklerinin 4±1 °C'deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g).....	44
Çizelge 4.9. Kk örneklerinin 4±1 °C'deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g)	44
Çizelge 4.10. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin duyusal değerlendirmesi	47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BHT	Butylated hydroxytoluene
By	% 2 kitosan + % 0,2 biberiye filmle kaplanmış dumanlanmış alabalık
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
g	Gram
GRAS	Güvenilirliği kabul edilmiş
HCl	Hidroklorik asit
K	Koliform
Kf	Kaplama yapılmamış dumanlanmış alabalık (Kontrol grubu)
Kg	Kilogram
Kt	% 2 kitosan filmle kaplanmış dumanlanmış alabalık
Kk	% 2 kitosan + % 0,2 kekik filmle kaplanmış dumanlanmış alabalık
Log kob/g	Gramında koloni oluşturan birimin logaritmik değeri
MDA	Malondialdehyde
Mg	Miligram
ml	Mililitre
mPa	Megapaskal
N	Azot
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
ORT	Ortalama
PCA	Plate count agar
ppm	Milyonda bir
SH	Standart hata
TBA	Tiyobarbitürik asit
TCA	Trikloroasetik asit
TMA	Trimetilamin
TMAB	Toplam mezofilik aerobik bakteri
TOFU	Soya lor peyniri
TPAB	Toplam psikrofilik aerobik bakteri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
VRBA	Violet red bile agar
v	Hacim
w	Ağırlık
µl	Mikrolitre
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Su ürünleri gibi kolay bozulabilen gıdaların besinsel kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılması gıda kaynaklarımızın sonsuz olmaması nedeniyle önem arz etmektedir. Bu nedenle gıdaların uygun işleme teknikleri ile işlenip yine uygun materyallerle ambalajlanması gerekmektedir. Doğal bir biyopolimer olan kitosanın doğal aromatik bitkisel uçucu yağlarla koruyuculuğunun daha da güçlendirilmesi ve aromasının artırılması, su ürünleri gibi oldukça değerli ve hassas gıdalar için araştırılması gereken bir konudur.

Su ürünleri içerdiği besin bileşenleri yönünden en değerli besin maddelerinden birisidir. Protein oranının çok yüksek olması, doğada bulunan hemen hemen çoğu aminoasitleri bulundurması, vitamin yönünden zengin olması, biyolojik değerinin yüksek olması su ürünlerini değerli kılmaktadır. Bu denli değerli olan su ürünleri aynı zamanda mevcut besin maddeleri içinde en hızlı bozulan ve kokuşan besin maddesidir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedir. Ayrıca son yıllarda artan dünya nüfusu, insan beslenmesinde önemli bir yeri olan hayvansal kökenli protein kaynaklarının yetersizliğine neden olmaktadır. Sağlıklı gıda ve protein ihtiyacını en iyi ve ucuz bir şekilde gidermede yararlanılacak kaynakların başında da ilk sırayı çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Kaya vd., 2004; Angiş vd., 2006).

Ülkemizde avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri öncelikle taze olarak tüketilmekte, bunu dondurulmuş ve diğer işleme teknikleri ile işlenmiş ürünler (konserve, dumanlama, marinat, tuzlama vb.) izlemektedir (İzci ve Ertan, 2004). Su ürünlerinin işlenerek tüketime sunulması ile hem raf ömrü arttırılmakta, hem de piyasaya farklı tat ve aromada ürün sağlayarak ürün çeşitliliği sağlanmaktadır (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Su ürünlerinin işlenerek tüketilmesi; ürünün korunması, saklanması, ürünlerden daha fazla yararlanılması, iş olanaklarının artırılması, artıkların ekonomiye kazandırılması (yem, gübre vb.), tüketiciye kolaylık sağlaması, ürüne farklı bir damak tadı verilmesi ve su ürünlerinden daha ekonomik şekilde yararlanılması açısından gereklidir (Ünlüsayın, 1999).

Su ürünlerinin işlenerek değerlendirilmesinde kullanılan metotlardan birisi de tütsüleme olarak da bilinen dumanlamadır. Dumanlama teknolojisinde önceleri amaç, ürünün dayanıklı hale getirilmesi iken bugün daha çok aroması ve renginden yararlanılarak ürünün duyuşal özelliklerinin geliştirilmesidir. Bu arada dumanlama teknolojisi gereği uygulanan tuz salamurası ve kurutma ile ürünün su aktivitesi düşerken dumanın yapısında yer alan maddeler de mikroorganizmaların faaliyetini engelleyici ve mikroorganizmaları öldürücü etki yapmaktadır (Kundakçı, 1979; Gökoğlu ve Varlık, 1992).

Balık, besleyici bir gıda olarak her zaman önemli sayılmış ve genel diyet önerileri içerisinde yerini daima korumuştur. Balığın bu önemi, esas olarak değerli protein içeriğinin yanında çoğu balık türünün yağ içeriğinin az olması ve çoklu doymamış yağ asitlerinin ana kaynağını oluşturmamasından ileri gelmektedir. Balık eti gibi çabuk bozulan ürünlerin kalitesini koruyarak mümkün olduğunca uzun süreli raf ömrü elde edebilmek oldukça önemlidir. Özellikle doğal, çevre dostu ürünlerle bunu yapabilmek daha da önemlidir. Son yıllarda hemen hemen her gıdada kullanılmaya başlanan “kitosan” bu maddelerden biridir. Yenilebilir film ve kaplamalar; gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmler uygun şekilde hazırlandığı takdirde fonksiyonel bir ambalajın sahip olabileceği tüm işlevleri yerine getirebilir. Organik olan bu ambalajlar, cam, teneke, polimer gibi ticari ambalajlama materyallerine alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu tekniğin en önemli işlevlerinden birisi su buharı geçişine karşı gösterdikleri dirençtir. Bu sayede gıda maddelerinin depolanmaları sırasında oluşan ağırlık kayıpları azaltılabilmektedir. Yenilebilir ambalajlarla kaplanmış et ürünlerindeki yağların oksidasyonu engellendiğinden acılaşmamış, tazeliğini

korumuş et ürünlerini market raflarında bulabilmek mümkün olmaktadır. Kısaca bu ambalajlar, suyun yanı sıra aroma bileşikleri, pigmentler, kararma tepkimelerini durduran iyonlar ve vitaminler gibi maddelerin ürünlerin içinde tutulmasını sağlamaktadır. Ancak daha da önemlisi yenilebilir film ve kaplamalar, plastiklerle yapılan gıda ambalajlamanın önemli sorunlarından olan kanserojen riskini taşımamakta ve atık sorunu da oluşturmamaktadır (Akbaba, 2006).

Yenilebilir filmler, gıda için nem, oksijen ve çözünen madde bariyeri sağlayan ve gıda ile birlikte tüketilebilen ince bir polimer tabakası olarak tanımlanabilir. Ayrıca antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için taşıyıcı olarak kullanılabilirler (Bourtoom, 2008). Kitinin deasetilasyonu ile elde edilen doğal kaynaklı bir polimer olan kitosan, gıda kaynaklı bakteri, küf ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olması nedeniyle gıdalar için potansiyel koruyucu bir maddedir. Ayrıca film oluşturabilme ve bariyer özellikleri kitosanı antimikrobiyal özellikte yenilebilir film ve kaplamalar için ideal bir materyal haline getirmektedir. Yapılan çalışmalar kitosanın koruyucu ve kaplama materyali olarak kullanımının gıdaların kalite ve raf ömrünü arttırdığını ortaya koymuştur. Kitosanın Kore’de 1995 ve Japonya’da 1983 yılından beri gıda katkı maddesi olarak kullanımı yasaldır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde ise 2005 yılında GRAS (güvenilirliği kabul edilmiş) olarak onaylanmıştır (No vd., 2007).

Bileşimlerindeki fenolik maddeler nedeniyle güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olan uçucu yağların antimikrobiyal ambalaj sistemlerinde kullanılabileceği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Burt, 2004). AB (Avrupa Birliği) ve ABD’nde birçok uçucu yağ bileşeninin gıda katkı maddesi veya GRAS olarak kullanımı yasaldır (Nedorostova vd., 2009).

Kitosan film, güçlü antimikrobiyal etkileri ile aktif biyolojik film olarak kullanılabilecek bir potansiyele sahiptir. Yenilebilir filmlerle, ürün kalitesini muhafaza etmenin yanında ambalaj atıklarını azaltmak ve ilave olarak gıdanın raf ömrünü uzatmak için özellikle bileşimlerindeki fenolik maddeler nedeniyle güçlü antimikrobiyal ve antioksidan etkiye sahip olan uçucu yağların ambalaj sistemlerinde kullanımı gıda sektörü için oldukça önemli bir gelişme ve yenilik olacaktır (İnanlı ve Kuzgun, 2012).

Bu çalışmada, balık muhafaza yöntemlerine yeni bir bakış açısı getiren yenilebilir filmlerden olan kitosan kaplama solüsyonuna aroma sağlayıcı, antibakteriyal ve antioksidan özelliğe sahip biberiye ve kekikten elde edilen uçucu yağlar ilave edilerek dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) filetolarının kaplanması ile kalite özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Su Ürünlerinin Besin Kaynağı Olarak Önemi

Gıdalara uygun işleme tekniği ve yöntemlerinin uygulanmasıyla belirli bir raf ömrü kazandırılmaktadır. Sanayileşme, şehirleşme ve gelir düzeyinin artmasına paralel olarak beslenme alışkanlıkları değişmekte ve dolayısıyla işlenmiş gıda sektörü de sürekli gelişmektedir. Bu gelişme ile birlikte beslenmemizdeki yeri gün geçtikçe artan servise hazır gıdalar, doğrudan yenilebildiği gibi yenilebilecek sıcaklığa kadar ısıtılarak tüketilebilmekte veya bazı ilave maddeler katılarak yemek haline getirilebilmektedir (Ersoy ve Yılmaz, 2003). Sağlıklı beslenme noktasında temel besin maddelerinin istenilen nitelik ve nicelikleri ile zaman ve yer sınırlaması olmaksızın temini önem kazanmaktadır (İzci, 2004). Balık eti, zengin protein içeriğine ve önemli çoklu doymamış yağ asitlerine sahiptir. İnsan fizyolojisi ve metabolizmasının ihtiyaçlarını karşılama noktasında olumlu etkisi nedeniyle hastalıklara karşı koruyuculuk bakımından önemli besinler grubunda yer almaktadır (Alak ve Kocaman, 2008). Su ürünleri zengin tür çeşitliliği ve ikame ürün olarak çok çeşitli alternatifler sunan temel besin kaynaklarımızdandır. Su ürünleri sadece beslenme açığının büyük oranda giderilmesinde değil aynı zamanda dengeli beslenmenin temeli olarak da karşımıza çıkmaktadır (Çetinkaya, 2008).

2.2. Su Ürünlerinde Paketleme

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde su ürünleri de diğer gıda maddeleri gibi çok çeşitli biçimlerde işlenip paketlenerek tüketime hazır bir hale gelmektedir. Bu durum hem damak tadına yenilikler sunmakta hem de uzun uğraşlar gerektirmeden lezzetli ve besleyici gıdalar tüketmemizi sağlamaktadır. Bunun dışında özellikle oteller ve lokantalar için bu tip ürünler şık görüntüleri, değişik aromaları ve sağladıkları çeşitlilik sayesinde oldukça ilgi çekici olmaktadır (Varlık vd., 2000).

Et, süt, yumurta, balık gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin varlığında; atmosferik oksijenin kimyasal etkisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimi ve diğer zararlılar nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bu faktörlerin her biri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda değişiklikler meydana

getirerek gıdaların kalitesinde bozulmaya neden olurlar. Gıdaların bozulması geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza tekniğidir. Ancak soğukta muhafaza tekniklerinin yanında ambalajlama tekniklerinin de uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan ve kaçınılmaz bir uygulama alanı bulmuştur (Kılınç ve Çaklı, 2001).

Su ürünleri muhafaza metotları genellikle avlamadan depolama ve tüketime kadar geçen süre içerisinde işleme ve dağıtım esnasında tazelik ve kalitenin devamını sağlamak amacına yöneliktir. Balık muhafazasının amacı; balıkların besleyici değeri, duyu kalitesi ve güvenilirliği ile ilgili arzu edilmeyen değişimleri önlemektir. Bu da balıktaki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu önlemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Muşabak, 2008).

2.2.1. Su ürünlerinin paketlenmesinde yenilebilir film uygulaması

Gıda ürünlerinde yenilebilir filmlerin kullanımı yeni gibi görünmekle birlikte bu uygulama yıllar öncesine dayanmaktadır. Vaksalar, ekşi meyvelerin dehidrasyonunu geciktirmek için Çin’de 12 ve 13. yüzyıldan beri kullanılmaktadır. Asya’da 15. yüzyıldan 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. yüzyıldan beri uygulanmaktadır. 19. yüzyılda ceviz, badem ve fındıkların depolanması sırasında oksidasyonu ve bozulmayı önlemek için yenilebilir koruyucu bir kaplama olarak ilk kez sükröz kullanılmıştır. 20. yüzyılda etleri ve diğer gıda kaynaklarını korumak için jelatin filmler kullanılmıştır. Yenilebilir film ve kaplamaların en önemli uygulaması, 1930’dan beri uygulanan yağ ve vaksalardan yapılan bir emülsiyonun kullanılmasıdır. Bu emülsiyonlar, meyvelerin parlaklık ve renk gibi fiziksel özelliklerini korumakta, yumuşaklığın ve solgunluğun başlamasını geciktirmekte, fungusitlerin taşınmasını önlemekte, olgunlaşmasını daha iyi kontrol etmekte ve su kaybını azaltmaktadır (Debeaufort vd., 1998; Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir film ve kaplamalar, tüketim sırasında olumsuz etki yaratmamak için mümkün olduğunca kokusuz, tatsız, renksiz, saydam, berrak, dayanıklı ve esnek

olmalı, gıda maddesi ile uyum göstermelidir. Farklı fonksiyonel ihtiyaçları (nem bariyeri, gaz bariyeri, su ve lipitte çözünürlük, renk ve görünüş, mekanik özellikler, vb.) karşılayabilmelidir (Kandemir, 2006).

Ayrıca filmlerin yüzey görünümünün iyileştirilmesi ve yapışkanlığının da azaltılması gerekmektedir. Hidrokolloid yapıda olan filmler genellikle lipit veya mumlardan üretilen aynı özellikteki filmlerden daha doğal yapıdadır. Yenilebilir filmlerin üretiminde kullanılmak üzere arzu edilen duysal kalite değerlerine sahip maddelerden de yararlanılabilir. Bu şekilde üretilen yenilebilir filmler gıdanın renk, lezzet, asitlik, tatlılık ve tuzluluk gibi gıda değerlerinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Sarioğlu, 2005).

Film ve kaplamalar farklı şekillerde elde edilebilir ve gıdalara farklı şekillerde uygulanabilir. Yenilebilir kaplamalar, sıvı bir film yapıcı solüsyona veya erimiş bileşiklere eklenerek doğrudan gıda üzerine bir fırça ile veya püskürtme ile uygulanabilir, yada ürünü filme batırma veya filmi ürün üzerine akıtma ile de oluşturulabilir (Cuq vd., 1995).

Yenilebilir film ve kaplamalar nem, oksijen, karbondioksit, aroma ve yağlara karşı bariyer özelliği gösterebilirler. Antimikrobiyaller, antioksidanlar ve aroma bileşenlerinin ilavesiyle gıdanın mekanik ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilirler. Yenilebilir filmlerin mekanik, özelliklerini arttırmak için film formülasyonlarında gliserol, sorbitol ve polietilen glikol gibi çeşitli plastikleştiriciler kullanılmaktadır. Plastikleştiriciler paketleme sanayinde önemli olan film kırılgenliğini düşürmekte ve filmin esnekliğini de arttırmaktadır (Garcia vd., 2000).

İyi özellikte yenilebilir film üretimi için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir (Dursun ve Erkan, 2009):

- a. Kullanılan ham maddeler genellikle güvenilir kabul edilmiş olmalı,
- b. Yavaş, fakat kontrollü ürün solunumuna izin vermeli,
- c. Yapısal bütünlük sağlamalı ve mekanik işlemeyi geliştirmeli,
- d. Gıda katkı maddelerini birleştirici görev yapmalı,

e. Mikrobiyal bozulmayı uzun depolama süreleri boyunca engellemeli veya azaltmalıdır.

Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında temelde hidrokolloidler (protein ve polisakkarit), lipitler ve kompozitlerden (hidrokolloid+lipid) yararlanılmaktadır. Yenilebilir filmleri biyolojik kaynaklı yapılarına göre üç kısımda incelenebilir (Dursun ve Erkan, 2009):

1. Polisakkaritler

- a) Nişasta (patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri)
- b) Selüloz (pamuk, odun ve diğer türevleri)
- c) Gumlar (guar, lokust bean, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri)
- d) Kitin/Kitosan

2. Yağlar

- a) Çapraz bağlı trigliseridler
- b) Vakslar
- c) Hayvansal ve bitkisel yağlar

3. Proteinler

- a) Hayvansal (kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelatin vb.)
- b) Bitkisel (zein, soya, gluten vb.)

Kitosan, yengeç, karides, istakoz gibi eklembacaklıların kabuklarında, bazı bakteri ve mantarların hücre duvarlarında bulunan ve doğada selülozdan sonra en yaygın polimer olan kitinin (β -(1-4)-poli-N-asetil-Dglukozamin) deasetilasyonu ile elde edilen bir polimerdir. Herhangi bir toksisitesinin bulunmaması, alerji ve iritasyon yapıcı olmamasının yanı sıra, biyoparçalanabilir ve biyogeçimli oluşu kitosanı önemli ve ilgi çekici bir biyomateryal yapmaktadır. Kitosan aynı zamanda önemli biyoaktif özelliklere sahiptir. Bunlar arasında hemostatik, bakteriyostatik, fungistatik, spermisidal, antikanserojen, antikolesteremik, antiasid, antiülser, yara ve kemik iyileşmesini hızlandırıcı, immün sistem stimulan özellikleri sayılabilir (Duman ve Şenel, 2004).

Kitosanın gıda teknolojisindeki en önemli kullanım şekli film halinde, bilhassa sebze ve meyvelerin kalitelerinin korunması ve depolama süresinin arttırılması olmuştur. Yarı geçirgen özellikteki kitosan filmin sert, dayanıklı, esnek ve kolayca yırtılmayan bir materyal olması önemli avantajları olarak değerlendirilmektedir ve bu özellikleri çoğu ticari polimerle rekabet edebilir niteliktedir. Gıdaların kitosan film ile kaplanması ambalaj içindeki kısmi oksijen basıncını azaltmakta, gıda ile çevresi arasındaki nem transferi ile sıcaklığı kontrol altında tutmakta, su kaybını azaltmakta, meyvelerde enzimatik kahverengileşmeyi geciktirmekte, solunumu kontrol etmektedir. Bunlara ek olarak doğal aromanın arttırılması, tekstürün ayarlanması, emülsifiye edici etkinin arttırılması, rengin stabilizasyonu, deasidifikasyon gibi konularda da kitosandan yararlanılmaktadır (Bostan vd., 2007).

Kitosan filmler et ve su ürünlerinin güvenliğinin sağlanmasında kaplama materyali olarak kullanılmaktadır (Shahidi vd., 2002; Tsai vd., 2002; Lopez-Caballero vd., 2005; Sathivel, 2005; Gomez-Estaca vd., 2007; Kim ve Thomas, 2007).

Kırmızı et, tavuk eti ve su ürünleri endüstrisinde yenilebilir kaplamaların kullanılması ile aşağıdaki potansiyel faydaların sağlandığı yapılan çalışmalarla gözlenmiştir (Gennadios vd., 1997):

- Taze veya donmuş etlerin depolanması sırasındaki nem kaybı ürünün ağırlığını azaltmakla birlikte üründe tekstür, lezzet ve renk değişikliklerine neden olmaktadır. İyi nem bariyeri özellikleri ile yenilebilir kaplamalar nem kaybını önler. Örneğin, et vakum ambalajdan çıkarıldığı zaman nemin buharlaşması nedeniyle % 3-5 oranında bir ağırlık kaybı meydana gelir. Vakum ambalajlamadan önce kaplama uygulanması nem kaybını önlemekte ve satılabilir ürün miktarını arttırarak önemli bir ekonomik fayda sağlamaktadır.

- Plastik tepsilerde ambalajlanan taze kırmızı et, tavuk eti veya balık dilimlerinde ürün suyunun sızması, bu tür paketleri tüketicilere karşı itici hale getirmektedir. Yenilebilir kaplamalar suyu ürün içerisinde tutabilir, sızıntıları önler, sunumu geliştirir ve bu sayede tepsinin dibine emici pedlerin yerleştirilmesine gerek kalmaz.

- Kırmızı etteki lipit oksidasyonunun neden olduğu ransidite oranı ve miyogloblin oksidasyonunun neden olduğu esmerleşme düşük oksijen geçirgenlikli yenilebilir kaplamaların kullanılmasıyla azaltılabilir.
- Uygulamadan önce ısıtılan yenilebilir kaplama solüsyonları bozucu ve patojen mikroorganizma yükünü azaltabilir ve kaplanan kırmızı et, tavuk eti ve balık dilimlerinin yüzeyindeki zararlı proteolitik enzimleri kısmen inaktive eder.
- Kırmızı et, tavuk eti ve su ürünlerinden uçucu lezzet kaybı ve yabancı kokuların gelişmesi yenilebilir kaplamalarla sınırlandırılabilir.
- Aktif ambalajlamanın bir uygulaması olarak, antimikrobiyalleri veya antioksidanları taşıyan yenilebilir kaplamalar et yüzeyine direkt olarak uygulanabilir. Böylece ette ransidite oluşumu ile renk kaybı gecikir ve mikrobiyal yük azalır.
- Balık, tavuk eti ve kırmızı et parçalarının yüzeyine kaplama, paneleme ve kızartmadan önce uygulanan kaplamalar kızartma sırasındaki yağ alımını azaltarak ürünlerin besleyici değerini arttırabilir.

2.3. Dumanlamanın Su Ürünlerine Uygulanması

Su ürünlerine uygulanan işleme teknolojilerinden biri de dumanlama işlemidir. Dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi Japonya, Uzakdoğu ülkeleri, Kanada, AB ülkeleri ile İskandinav ülkelerinde gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Ülkemizde ise dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi adı geçen ülkelere göre çok daha sınırlı düzeydedir. Ancak son yıllarda bazı su ürünleri işleme tesislerinin bu teknolojiye ilgileri artmıştır. Dumanlama teknolojisi kullanarak elde ettikleri ürünleri gerek yurt içine gerekse yurt dışına daha karlı koşullarda pazarlama imkanı bulmaktadırlar (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Korkut, 2008).

Dumanlanmış ürün, kışın yaprağını döken sert ağaçların odun talaşı ile elde edilen duman içerisinde belirli tekniklerle tuzlanmış taze balıkların bekletilmesiyle elde edilen ürünlere denir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Gıda ürünlerinde dumanlama işleminin koruyucu etkisi, tat-aroma ve görünüş üzerindeki etkisi olmak üzere üç temel etkisi söz konusudur (Varlık vd., 2004). Dumanlamanın koruyucu işlevi, dumanlama öncesi yapılan tuzlama, dumanlama sırasında uygulanan ısıtma, kurutma işlemleri ve duman bileşimindeki antibakteriyal ve antioksidan özellikli bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Gökoğlu, 2002; İzci ve Ertan, 2004). Dumanlama sırasında uygulanan ısıl işlemler, balık yüzeyini kurutarak mikroorganizmalar için fiziksel bir bariyer oluşturur (Kaya vd., 2006).

Tuzlama ile balık etinde tuz oranı artarken su oranı azalır, ayrıca ürüne istenilen sertlik ve lezzet kazandırılır. Böylece tuzun antiseptik etkisi ve balık etinin su kaybetmesi nedeniyle mikroorganizma faaliyetleri azalmaktadır. Ayrıca oksijen çözünürlüğünün tuzlu ortamda azalması, aerobik bakteri etkinliğini azaltmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Dumanlamada tuzlama ve ısıl işlemler sonucunda balıklardaki kurumanın yağ oranına bağlı olduğu ve yağ oranı yüksek balıkların daha zor ve az su kaybettikleri bildirilmiştir (Ünlüsayın vd., 2001). Ön kurutma duman veriminin artmasında önemli bir role sahiptir. Duman, ürün yüzeyindeki proteinlere etki eder ve bu şekilde tercih edilen bir renk (altın sarısı) ve tat elde edilmesini sağlar. Dumanın ürün rengine olan etkisi, renkli duman ögelerinin besine alınması, yoğunlaşması ve yükseltgenmesi, duman içeriği maddelerin proteinlerle tepkimeye girmesi, asitlerle rengin sabitlenmesi, fenollerle diğer duman bileşimindeki maddelerin tepkimeleri şeklinde gerçekleşmektedir (Ertaş, 2000).

Duman içindeki organik bileşikler genel olarak fenol, aldehit, keton, organik asit, alkol, ester, hidrokarbon ve çeşitli heterosiklik bileşiklerden oluşur. Balığın duyusal kalitesinin iyi olmasında en önemli görev fenole aittir. Çünkü fenol, duyusal kaliteyi artırır ve antioksidan özelliğe sahiptir (Çaklı, 2007).

Dumanlanmış balıklardaki değişimler, dumanlanan balığın türüne, yağ oranına, dumanlama yöntemine, duman içeriğine, dumanlama süresi ve sıcaklığına, dumanlama öncesi yapılan işlemlere ve tazeliğe göre farklılık gösterir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

İyi tat özellikleri, tutsü dumanını sağlayan çeşitli türlerdeki odunlara (kayın, huş ağacı, meşe, akça ağaç, ladin), sıcaklığın derecesine ve nem oranına bağlı olarak elde edilir. Duman temelde fenolik bileşenlerden etkilenen antimikrobiyal ve antioksidatif etkiye sahip olarak bilinir. Duman bileşenleri saf kültürdeki bakteriler üzerinde tutucu etkiye sahiptir. Bununla birlikte pH değeri ve su aktivitesinin düşmesi ve ısı uygulaması mikroorganizma büyümesini engeller ve gelişme durumundaki bakterileri öldürür. Duman bileşimindeki fenoller ve formaldehit fungisidal etki yapar. Renk oluşumunun duman bileşenlerinin (örneğin fenoller, formaldehit) oksidasyonu ve polimerizasyonu ve duman bileşenlerinin et proteinleri ile etkileşiminden meydana geldiğine inanılmaktadır (Çaklı, 2007).

2.3.1. Dumanlama yöntemleri

Dumanlama yöntemlerinin sınıflandırılmasında, dumanın elde edilme ve uygulama şekli ile uygulanan ısı işlem esas alınmaktadır (Varlık vd., 2004). Balıkların dumanlanmasında, ısı ve dumanın; odun ve talaştan elde edildiği geleneksel yöntem, ısıнын elektrik ile sağlandığı soğuk veya sıcak dumanlama ve kanserojen etkileri azaltmak için kullanılan sıvı dumanlama olmak üzere üç farklı yöntem kullanılır (Duffes, 1999; Kaba vd., 2009). Dumanlama sırasında uygulanan sıcaklık derecelerine göre ise; soğuk dumanlama, ılık dumanlama ve sıcak dumanlama olarak üç yöntem uygulanır (Varlık vd., 2004).

2.4. Su Ürünlerinde Antioksidan Kullanımı

Antioksidanlar gıda ürünlerinde yağ oksidasyonunu önlemekte, besleyici değerini korumakta ve raf ömrünü uzatmaktadır. Günümüzde sentetik antioksidanlar gıdalarda yaygın olarak yağ oksidasyonunu geciktirmek için kullanılmalarına rağmen sentetik antioksidanların güvenliği hakkındaki şüpheler tüketicilerin doğal antioksidanlara olan ilgisini arttırmaktadır (Gimenez vd., 2005; Sanchez-Alonso vd., 2007).

Aromatik bitkiler doğal antioksidanların en önemli kaynağıdır. Bu bitkilerin ekstraktları muhafaza sırasında yağ oksidasyon seviyesini ve hızını düşürme özelliğindedir (Tsimogiannis vd., 2006).

Bitkilerden ekstrakte edilen, esansiyel yağ veya eterik yağ olarak da tanımlanan yağlar gıdalardaki bozulma bakterilerini yok etmede ve yağ oksidasyonunu önlemede alternatif bir kaynaktır. Bu yağların antibakteriyal etkisi Karaman vd. (2001), De Feo vd. (2003), Dadalıoğlu ve Evrendilek (2004), Burt (2004), Rasooli vd. (2006), Oussalah vd. (2006), antifungal etkisi Rasooli ve Owlia (2005), antioksidan etkisi Goulas ve Kontaminas (2007), tarafından belirlenmiş ve bu özellikleri ile balık, kabuklu, kırmızı et ve birçok gıdanın raf ömrünü uzatmadaki etkisi Mahmoud vd. (2004), Mahmoud vd. (2006a), Mahmoud vd. (2006b), Goulas ve Kontaminas (2007), tarafından araştırılmış ve güvenli bir şekilde kullanılabileceği duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik çalışmalarla belirlenmiştir (Bilen, 2009).

Şıfalı bitkiler, özellikle antioksidan molekül içeriğinin zenginliğı nedeniyle, birçok çalışmanın odak noktası olmuştur. Son yıllarda aşığıda belirtilen üç temel nedenden dolayı doğal antioksidanların araştırılmasına gösterilen ilgi artmıştır (Dastmalchi vd., 2008):

- a. Sayısız klinik ve epidemiyolojik çalışma, bu bitkilerin tüketilmesi ile kanser, kardiyovasküler düzensizlikler ve diyabet gibi kronik rahatsızlıkların gelişme riskinin azaldığını göstermiştir.
- b. Yiyecek ve içeceklerdeki sentetik antioksidanların düzenli olarak tüketiminin potansiyel zararlı etkileri olabileceğı düşünölmektedir.
- c. Halk, doğal ve diyetle alınan antioksidanların sentetik antioksidanlardan daha güvenli olduğı görüşündedir.

2.5. Uçucu Yağların Kullanımı

Uçucu yağlar, güçlü kokularıyla karakterize olup aromatik bitkilerin yaprak, meyve, kabuk ve kök kısımlarından su veya su buharı destilasyonuyla elde edilir. Oda sıcaklığında sıvı halde olan, fakat bazen donabilen, uçucu ve yağimsı karışımlardır. Kolaylıkla kristalleşebilirler, genellikle renksiz veya açık sarı renklidirler. Açıkta bırakıldıklarında, oda sıcaklığında bile buharlaşabildiklerinden "uçucu yağ", eter gibi uçtuklarından "eterik yağ", güzel kokulu olmaları ve parfümeride kullanılmaları nedeniyle "esans" gibi isimlerle anılırlar (Çalıkoğlu vd., 2006; Bakkali vd., 2008).

Yapılarında antioksidan ve antimikrobiyal etkisi olan pek çok aromatik maddeyi içeren bitki ve bunların 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 (limon) kamphor, pinene (çam ağaçları), eugenol (karanfil), thymol (kekik), geraniol (gül), karnosol ve karnosic asit (biberiye) en yaygın bilinen terpenlerdir (Singhal vd., 2001; İnanlı ve Kuzgun, 2012).

Uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşiklerin, değişik gruplarının fazlalığı dikkate alınırsa antibakteriyal aktivitenin tek bir mekanizmaya bağlı olmadığı, hücrede birçok hedefin olduğu sonucuna varılır (Evren ve Tekgüler, 2011). Uçucu yağların antimikrobiyal etkisi, yapı ve fonksiyon değişikliği ile stoplazma zarında görülmektedir. Yüksek bitkilerden elde edilen antimikrobiyal maddeler, mikrobiyal 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).

Gıdanın pH'sı antimikrobiyal etki mekanizmasını etkiler. Düşük pH'da hidrofobik özelliği nedeniyle uçucu yağın gıdanın lipid fazında çözünme eğilimi antimikrobiyal etkinliği artırır (Holley ve Patel, 2005).

Yenilebilir filmlerin sağlık açısından güvenilir olması, basit teknoloji gerektirmesi, üretim maliyetlerinin düşük olması ve çevreyi kirletici etkisinin olmaması en önemli avantajıdır. Gıdanın raf ömrünü uzatan ve paketlenme materyalinin ekonomik verimliliğini arttıran yenilebilir filmler için kullanılan en yeni materyallerden biri kitosandır. Kitinin deasetilasyonu ile elde edilen doğal kaynaklı bir biyopolimer olan kitosan gıda kaynaklı bakteri, küf ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktivitesi ile gıdalar için potansiyel bir koruyucu katkı maddesidir. Bu özelliğinin yanı sıra film oluşturabilme ve bariyer özelliklerinin olması kitosanı antimikrobiyal özellikte yenilebilir film ve kaplamalar için ideal bir materyal haline getirmektedir. İlave olarak uçucu yağlar ile zenginleştirilmiş kitosan filmlerin antimikrobiyal özelliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (İnanlı ve Kuzgun, 2012).

Kitosan kaplama malzemesi olarak kullanıldığında antimikrobiyal, antioksidan ve antifungal etkilerinin araştırılması üzerine yapılan pek çok araştırma mevcuttur. Meyve ve sebzelerin kaplanmasında kaplama materyali olarak uygulanabilirliği incelenmiş ve kivi, armut, şeftali, domates, dilimlenmiş mango, çilek ve havuç örnekleri için başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca soyulmuş sosis, salam, pastırma, jambon, gümüş balığı, palamut filetoları ve somon füme gibi çeşitli et ve su ürünlerinde kaplama olarak kullanılma potansiyeli araştırılmış ve gıdaların raf ömrünü uzattığı kanısına varılmıştır (İnanlı ve Kuzgun, 2012).

Ayrıca benzaldehit ile modifiye edilmiş kitosanın, anti-kanserojen özelliği ve çevre dostu olmasından dolayı çeşitli medikal ve endüstriyel alanlarda da kullanım alanı bulabileceği düşünülmektedir (Çabuk vd., 2011).

2.5.1. Çalışmada kullanılan uçucu yağların elde edildiği bitkiler

2.5.1.1. Biberiye (*Rosmarinus officinalis*)

Eski Yunan ve Romalılar tarafından çok iyi bilinen biberiye, hem mutfakta hem de tıbbi tedavi amaçlı olarak kullanılmıştır. Ayrıca “bağlılık” sembolü olarak kabul edilmiş ve düğün törenlerinde gelin tacına takılmıştır. Terapi etkisi antik çağlardan beri bilinmektedir. Hasta odalarında yakılmak suretiyle havanın temizlenmesinde kullanılmıştır (Kırpık, 2005).

Yurdumuzda doğal olarak yetişen biberiye (*Rosmarinus officinalis*), kuşdili, hasalban, akpüren adlarıyla da bilinen tıbbi ve aromatik bir bitki türüdür. Biberiye 50-100 cm boyunda, çalı görünümünde, kış aylarında yaprağını dökmeyen, çiçekleri soluk mavi renkli, çok yıllık bitkidir. Genellikle maki florası içinde bulunan bu tür Güney ve Kuzey Anadolu ve Adalarda yaygın olarak yetişir. Mersin ve Adana yöresinde maki florası içinde, orman içi boşluklarda, tarla ve üzüm bağı kenarlarında, özellikle de koruma altındaki ağaçlandırma sahaları içinde yayılış göstermektedir (Kırpık, 2005).

Biberiye, kabızlık önleyici, sindirim sistemi uyarıcı, karaciğer salgısı (safra) artırıcı ve idrar söktürücü olarak kullanıldığı gibi yara tedavisinde, uçucu yağı ise romatizma

ağrılarını dindirici olarak kullanılmaktadır. Biberiye yaprağı bütün veya ufalanmış halde çorbalarda, güveçlerde, sosis, balık ve tavuk yemeklerinde, lezzet verici olarak, uçucu yağı gıda maddelerinde, parfümeride ve kozmetikte (sabun, krem, saç tonikleri, şampuanlar vb.) kullanılmaktadır. Bitki ve ekstraktları antibakteriyal ve antioksidan etkiye sahip olup, bu amaçla et ve yağ oksidasyonuna karşı kullanıldığı bilinmektedir (Kırpık, 2005).

Biberiye uçucu yağı, 1,8 cineol, alfa pinen, kamphor, bornilacetat, kamphen, linalool, limonen, borneol, mirsen, terpineol ve caryophyllen içermektedir ve tam çiçekli uçlardan, dallardan ve yapraklarından su buharı destilasyonu ve organik çözücüler kullanılarak elde edilir (Kırpık, 2005).

2.5.1.2. Kekik (*Origanum minutiflorum*)

Ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasından olan kekik bitkisi, çimenlik tarlalarda, orman kıyılarında ve çayırıldaki karınca yuvalarının üstünde yer almaktan hoşlanır. Güneş ve sıcak istediği için, toprak sıcaklığının fazla olduğu kayalık ve dağlık bölgelerde çoğalır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve ticareti yapılan kekik türlerinin ortak özelliği uçucu yağ içermeleri ve bu uçucu yağların ana bileşenlerinin timol ve karvakrol olmasıdır. Bu maddeler, kekiğe kendine özgü kokusunu veren ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların % 78-82'sini oluşturmaktadır (Çoban ve Patır, 2010).

Türkiye'de "kekik" olarak tanımlanan ve bu amaçla kullanılan Lamiaceae familyasından pek çok aromatik bitki türü bulunmaktadır. Ancak özellikle timol ve karvakrol tipi uçucu yağ içeren türler "kekik" olarak kabul edilmektedir. Bu türler arasında özellikle Thymus, Origanum, Satureja, Thymbra ve Coridothymus cinsleri hem yayılış olarak hem de ekonomik olarak büyük önem taşımaktadır. Türkiye'den ihraç edilen Origanum türlerinin başında *Origanum onites*, *Origanum minutiflorum*, *Origanum majorana*, *Origanum syriacum* var. *bevanii*, *Origanum vulgare* var. *hirtum*'un geldiği belirtilmektedir (Güngör vd., 2005).

Dünya kekik pazarında “Sütçüler kekiği” ve “Tota kekiği” olarak da bilinen yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis) ülkemizde sadece Isparta

ilinin Sütçüler yöresinde yayılış gösteren, yabani olarak yoğun bir şekilde toplanarak ihraç edilen endemik bir türdür (Baydar, 2005).

Yapılan bir çalışmada alfa tokoferol asetat ve kekik esansiyel yağı ilave edilmiş yemlerle beslenen piliçlerin göğüs ve but etlerindeki MDA (malondialdehide) seviyeleri kontrol grubuna göre azalmış ve bu azalma kekik uçucu yağının arttırılmasıyla daha önemli hale gelmiştir. Ancak, kekik uçucu yağının antioksidan etkisinin vitamin E kadar güçlü olmadığı gözlenmiştir. Kekik uçucu yağı ve vitamin E aynı oranda karıştırılarak kullanıldığında, antioksidan etkinin daha da arttığı ve bu nedenle kekik uçucu yağı ile vitamin E arasında sinerjik bir etki bulunduğu düşünülmektedir (Botsoglou vd., 2003).

Ülkemizde doğal olarak bulunan bir kekik türü olan ve aromatik özelliğinden dolayı kullanılan *Satureja cilicica*'nın tereyağlarındaki antioksidan özelliğini ölçmek için yapılan bir çalışmada içerdiği timol, karvakrol, p-simen sayesinde güçlü antioksidan etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Özkan vd., 2007). Kekiğin antioksidan etkisi vitamin E ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş, farklı miktarlarda kekik uçucu yağı ilavesi, hindi etlerinde lipit oksidasyonunu önemli düzeyde azaltmıştır (Botsoglou vd., 2003).

Yanishlieva ve Marinova (2001), çalışmalarında 40 °C'de muhafaza edilen uskumru balığına uygulamış olduğu % 0,5 oranındaki kurutulmuş kekiğin antioksidan etkinliğinin % 0,5 kurutulmuş biberiye ve 200 ppm BHT'e (butylated hydroxytoluene) eşdeğer olduğunu ortaya koymuştur.

2.6. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Sistematikte Salmonidae familyasında yer alır. Morfolojik bakımdan yağ yüzgeci ile karakterizedir. Dünyada yetiştiriciliği en yaygın alabalık türü olan Kuzey Amerika kökenli gökkuşığı alabalığının Türkiye'de yetiştiriciliği 1970'li yıllarda kamu ve özel girişimciler tarafından başlatılmıştır. Dünya genelindeki kültür balıkçılığının gelişimine paralel olarak ülkemizde de özellikle yetiştirme avantajları nedeniyle gökkuşığı alabalığı üretimi büyük aşamalar kat etmiştir. Önceleri küçük işletmeler tarafından gerçekleştirilen gökkuşığı alabalığı üretimi, 1990'lı yıllardan itibaren

entegre üretim tesislerine dönüşmüştür. Hatta günümüzde gökkuşağı alabalığı üreticileri Avrupa'ya fûme halinde işlenmiş ürün ihraç eder duruma erişmişlerdir. Yaşam ortamı bakımından berrak, temiz, serin ve oksijen yönünden zengin suları tercih eden gökkuşağı alabalığı halkımız tarafından özellikle etinin lezzetli oluşuyla bilinir. Kültür koşullarına uygun niteliklerinden dolayı gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği hızlı bir artış göstermiş ve günümüzde bir endüstri haline gelmiştir. Gökkuşağı alabalığının yetiştiriciliğe uygun özellikleri şunlardır: Çevre koşullarına çok iyi uyum göstermesi, diğer alabalık türlerinden daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması, aktif yem alması nedeniyle yemlemesinin kolay olması, yemi değerlendirmesinin daha iyi olması ve iyi bir büyüme göstermesi, daha kısa süreli kuluçka dönemine sahip olmasıdır (Antalya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2010).

TUİK (2013), verilerine göre ülkemizde 1996 yılında 17.000 ton olan gökkuşağı alabalığı üretim miktarı 2012 yılında 111.335 tona ulaşmıştır (Çizelge 2.1). Ülkemizdeki koşulların gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğine uygun olması nedeniyle yıllar itibariyle üretim miktarında sürekli bir artış söz konusudur.

Çizelge 2.1. Gökkuşağı alabalığı üretim miktarları (TUİK, 2013)

Yıllar	Miktar (Ton)	Değer (TL)	Fiyat (TL/kg)
1996	17.180	5.154.000	0,3
1997	26.500	13.250.000	0,5
1998	32.340	29.106.000	0,9
1999	36.870	40.557.000	1,1
2000	42.572	53.215.000	1,25
2001	36.827	66.288.600	1,8
2002	33.707	84.267.500	2,5
2003	39.674	142.826.400	3,6
2004	43.432	169.384.800	3,9
2005	48.033	196.935.300	4,1
2006	56.026	238.110.500	4,25
2007	58.433	262.948.500	4,5
2008	65.928	263.712.000	4,0
2009	75.657	321.542.250	4,25
2010	78.165	336.109.500	4,3
2011	100.239	469.118.520	4,68
2012	111.335	555.561.650	4,99

2.7. Konu İle İlgili Çalışmalar

Kitosan, süt proteini ve aljinat filmlerin içine çeşitli uçucu yağlar katılarak elde edilen antibakteriyal özellikli maddelerle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde kitosanın antibakteriyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle biyolojik olarak geri dönüşümlü kaplama filmlerin yapımı için değerli bir madde olduğu kabul edilmiştir (Gomez-Estaca vd., 2010).

Soğuk dumanlanmış sardalyaların (*Sardina pilchardus*) raf ömrünü uzatmak için yüksek basınç (300 MPa/20 °C/15 dk) uygulamasının yanısıra keklikotu ekstraktı, biberiye ve kitosan eklenerek zenginleştirilen jelatin bazlı fonksiyonel yenilebilir filmler tek başına ve kombinasyon halinde uygulanmıştır. Keklikotu ve biberiye ekstraktıyla zenginleştirilen filmlerle kaplanan balıklarda, özellikle yüksek basınç uygulaması ile birlikte fenol içeriği ve antioksidan etkinin arttığı görülmüştür. Bitki ekstraktları eklenen yenilebilir filmler oksidasyon seviyesini ve mikrobiyal gelişmeyi azaltmıştır. Çalışmada kullanılan jelatin-kitosan filmi mikrobiyal gelişmeyi azaltmada en etkili kaplama olarak belirlenmiştir. Yüksek basınç ve yenilebilir film kombinasyonu hem oksidasyonu önlemede hem de mikrobiyal gelişmeyi inhibe etmede en iyi sonucu göstermiştir (Gomez-Estaca vd., 2007).

Kitosan ve uçucu yağ içeren kitosan solüsyonları ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etkileri gerçek gıda matriksi üzerinde değerlendirilmiştir. Kekik ve karanfil uçucu yağları yenilebilir film solüsyonlarına % 0,5 ve % 1 oranında ilave edilerek kaplama filmleri hazırlanmıştır. *L. monocytogenes* ile 5 log kob/g düzeyinde kontamine edilmiş kaşar peyniri dilimleri hazırlanan bu filmlerde kaplanmıştır. Örnekler 4 °C'de 14 gün muhafaza edilmiştir. Muhafaza periyodu sonunda tüm film tiplerinin *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etkisi kontrol grubuna nazaran önemli ($P<0,05$) düzeyde bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar kitosan filmlerinin *L. monocytogenes* üzerine önemli düzeyde inhibe edici etkisinin olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte kekik ve karanfil uçucu yağlarının antimikrobiyal etkinliklerinin artırılması amacıyla kitosan filmleri ile birlikte kullanım olanaklarının olduğu belirlenmiştir (Torlak ve Nizamlioğlu, 2009).

Kitosan ve uçucu yağ içeren kitosan solüsyonları ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7'ye karşı antimikrobiyal etkinlikleri kaşar peyniri üzerinde değerlendirilmiştir. Kekik ve karanfil uçucu yağları film solüsyonlarına % 0,5 ve % 1 oranında ilave edilerek kaplama filmleri hazırlanmıştır. Kaşar peyniri örnekleri *S. aureus* ve *E. Coli* O157:H7 ile 5 log kob/g düzeyinde kontamine edilerek bu filmlerle kaplanmıştır. Örnekler 4 °C'de 14 gün muhafaza edilmiştir. Muhafaza periyodu sonunda tüm film tiplerinin her iki patojene karşı antimikrobiyal etkinliği kontrol grubuna nazaran önemli ($P<0,05$) düzeyde bulunmuştur. Bununla birlikte kitosan filmlerine uçucu yağ ilavesinin gıdaların duyusal nitelikleri üzerine etkilerinin araştırılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Torlak ve Nizamlioğlu, 2011).

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

Kitosan film ve kitosana % 1 ve % 2 oranında kekik uçucu yağı ilave edilmiş filmlerin salam örneklerindeki etkilerini incelemek için yapılan çalışmada 10 °C'de 5 gün muhafaza sonunda *L. monocytogenes* sayısında önemli oranda azalma sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan in vitro çalışmalar ile uyumlu olarak ambalaj materyalleri ile birlikte farklı uçucu yağların kullanıldığı çalışmalarda en etkin sonuçlar kekik uçucu yağı ile elde edilmiştir (Zivanovic vd., 2005).

Erkan vd. (2011), çalışmalarında lüfer balığı (*Pomatomus saltatrix*) filetoalarını % 1 oranında kekik ve defne uçucu yağı ilave edilmiş plastik filmlerle paketlemiş ve 2 °C'de 13 gün muhafazası sonunda uçucu yağ ilave edilmiş örneklerin muhafaza sürelerinin 3-4 gün uzadığını belirlemiştir.

Erkan (2012), çalışmasında sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoalarının vakum paketlenerek 2 ± 1 °C'de muhafazasında % 1 oranında kekik ve sarımsak yağının etkilerini 7 hafta süreyle incelemiştir. Kontrol grubunda 5 hafta sonunda bozulma sınır değerleri aşılrken kekik ve sarımsak yağı uygulanmış örneklerde 7 hafta sonunda bozulma parametreleri hala kabul edilebilir değerlerde bulunmuştur.

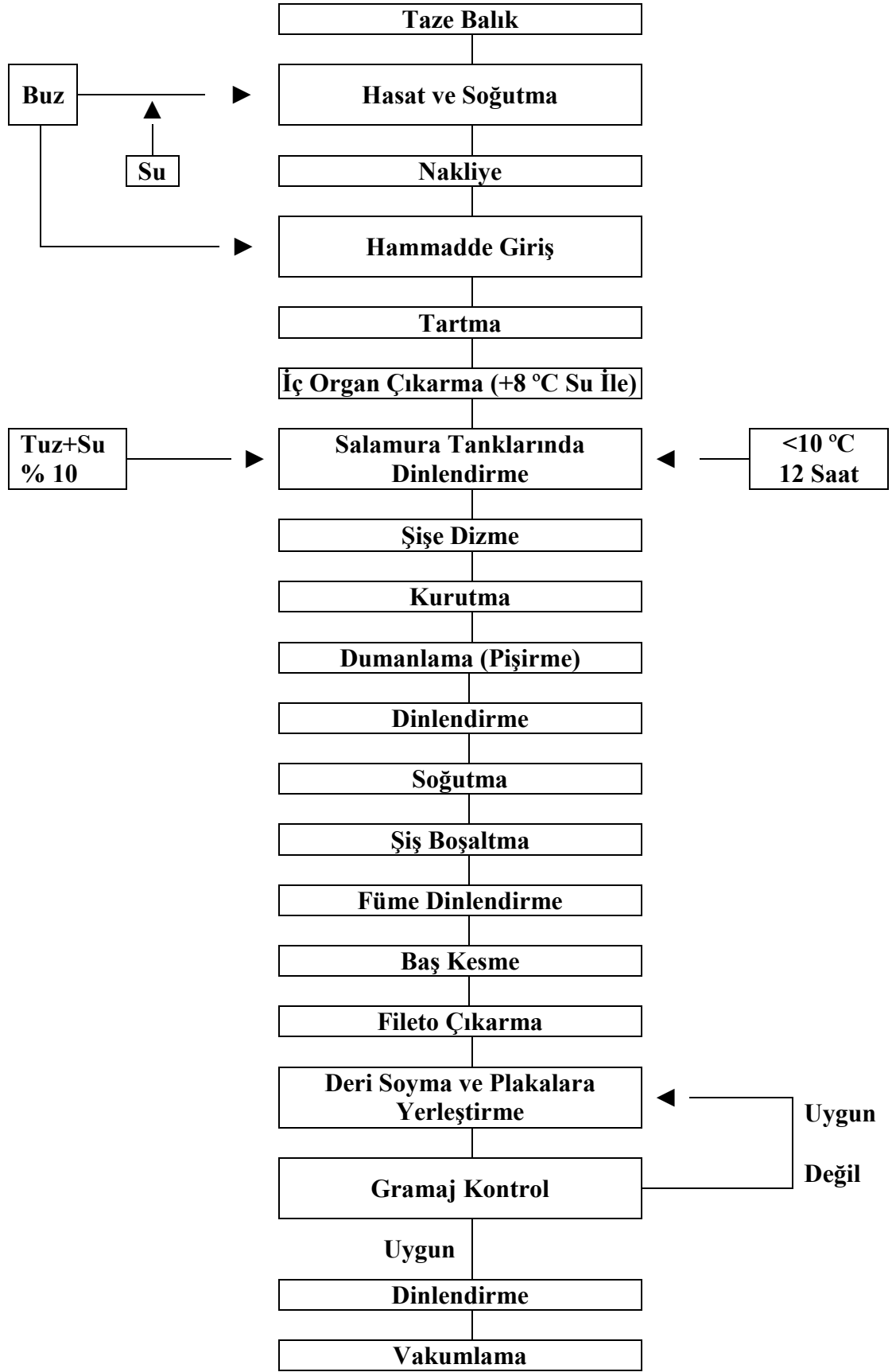
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Gökkuşığı Alabalıklarının Dumanlanması

Araştırmamızda kullanılan sıcak dumanlanmış gökkuşığı alabalıkları Yapağlı Köyü (Dinar/AFYON) Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Alabalık Üretim ve Su Ürünleri İşleme Entegre Tesisinden temin edilmiştir (Şekil 3.1). Dumanlama işlemi tesiste iş akış şemasına (Şekil 3.2) uygun olarak yapılmıştır. Buna göre tesise taze olarak getirilen gökkuşığı alabalıkları hammadde kabul işleminden sonra iç organları çıkarılıp (Şekil 3.3) iyice yıkandıktan sonra (Şekil 3.4) sıcak dumanlama işlemi için hazırlanmıştır. Sıcak dumanlamaya alınacak örnekler işleme tesisinde buzla soğutulmuş ($<10\text{ }^{\circ}\text{C}$) salamurada (% 10'luk NaCl) 12 saat bekletilmiştir (Şekil 3.5). Daha sonra şişlere dizilerek (Şekil 3.6) dinlendirilmiş ve geleneksel dumanlama kabinine yerleştirilmiştir (Şekil 3.7). Balıklar 90 dakika meşe odunu kullanılarak sıcak dumanlanmıştır (maksimum $110\pm5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Dumanlama esnasında balıkların merkez sıcaklığının en az $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşması sağlanmıştır. Dumanlama kabininden çıkarılan örnekler dinlendirme odasında soğutulurken derisiz filetoları çıkarılmış (Şekil 3.8) ve vakum paketlere yerleştirilmiştir. Tesisten alınan dumanlanmış gökkuşığı alabalıkları buz ilave edilerek strafor kutulara konulmuş ve 1 saat içinde Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına getirilerek işleme alınmıştır.



Şekil 3.1. Yapağlı Köyü (Dinar/AFYON) Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Alabalık Üretim ve Su Ürünleri İşleme Entegre Tesis



Şekil 3.2. Dumanlama iş akış şeması (Yapağlı Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Alabalık Üretim ve Su Ürünleri İşleme Entegre Tesisi, Dinar/AFYON)



Şekil 3.3. Gökkuşığı alabalıklarının iç organlarının çıkarılması



Şekil 3.4. Gökkuşığı alabalıklarının su ile yıkanması



Şekil 3.5. Gökkuşağı alabalıklarının salamurada bekletilmesi



Şekil 3.6. Gökkuşağı alabalıklarının şişlere dizilmesi



Şekil 3.7. Geleneksel dumanlama kabinine yerleştirilen gökkuşığı alabalıkları



Şekil 3.8. Sıcak dumanlanmış gökkuşığı alabalığı filetoları

3.2. Kitosan Film Solüsyonlarının Hazırlanması Ve Örneklerin Kaplanması

Kullanılacak en uygun uçucu yağ oranını belirlemek amacıyla yapılan deneme çalışmalarında sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoları % 1 - % 0,8 - % 0,5 - % 0,3 ve % 0,2 oranlarında kekik ve biberiye uçucu yağları ile zenginleştirilmiş kitosan film solüsyonları ile kaplanmıştır. Konusunda uzman panelistlerce yapılan duyusal değerlendirmeler neticesinde en uygun uçucu yağ oranının % 0,2 olduğuna karar verilmiş ve çalışmamızda bu oran kullanılmıştır.

Kitosan kaplama solüsyonlarının hazırlanmasında ve uygulanmasında Jeon vd. (2002), Torlak ve Nizamlioğlu (2009), Günlü ve Koyun (2012), tarafından bildirilen metotlarda bazı modifikasyonlar yapılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Kitosan kaplama solüsyonlarının hazırlanmasında % 1 (v/v) glacial asetik asit (Carlo Erba 302011) çözeltisi içine % 2 (w/v) kitosan (Sigma C3646 $\geq$ % 75 deacetylated) ilave edilerek karışım 40 °C'de 1 saat ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda (Wisestir MSH 20A, Korea) karıştırılmıştır. Solüsyona plastikleştirici olarak % 1 (v/v) oranında gliserol (Sigma-Aldrich 15524) ilave edilmiş ve 10 dakika ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda tekrar karıştırılmıştır (Şekil 3.9). Kitosan filmle kaplama yapılan örneklerde bu solüsyon kullanılmıştır. Kekik ve biberiye uçucu yağları ile zenginleştirilmiş kitosan film solüsyonlarının hazırlanmasında aynı şekilde hazırlanan kitosan film solüsyonlarına, vortekste (Velp Scientifica Vortex Mixer, Europa) 20.000 devirde 1 dakika karıştırılmak suretiyle homojen hale getirilmiş % 0,5 (v/v) oranında Tween 20 (Sigma 93773) ve % 0,2 (v/v) oranında kekik uçucu yağı, % 0,5 (v/v) oranında Tween 20 ve % 0,2 (v/v) oranında biberiye uçucu yağı karışımları ilave edilmiştir. Kekik ve biberiye uçucu yağları ile zenginleştirilmiş her iki solüsyon da homojen bir karışımın elde edilmesi için homojenizatörde (Heidolph DIAX 900, Germany) 20.000 devirde 2 dakika karıştırılmıştır. Elde edilen üç farklı yenilebilir film solüsyonu buzdolabında (4±1 °C) muhafaza edilmiştir (Şekil 3.10). Dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoları vakum paketlerden çıkartılarak, 28 adedi hiçbir işlem uygulanmadan (kontrol grubu) strafor tabaklar üzerinde mukavva kutulara konulmuş ve kutular buzdolabı poşetleri içine yerleştirilerek poşetlerin ağızları poşet yapıştırma makinası (Impulse Sealer ME-302HI, Taiwan) ile kapatılmış ve buzdolabında (4±1 °C) muhafaza edilmiştir. 40 adet dumanlanmış filetoya % 2 oranındaki kitosan karışımından, 40 adet dumanlanmış filetoya % 2 oranında kitosana % 0,2 kekik uçucu

yağı ilave edilmiş karışımdan ve 40 adet dumanlanmış filetoya ise % 2 oranında kitosana % 0,2 biberiye uçucu yağı ilave edilmiş karışımdan her örnek grubunda ayrı fırça kullanılarak tüm yüzeye homojen dağılacak şekilde kaplama yapılmıştır (Şekil 3.11). Kaplanmış filetolar strafor tabaklar üzerinde vantilatörlü kurutma kabini (Binder KB400, USA) 40 °C’de 30 dakika kurutulmuş ve kaplama işlemi tekrar edilerek 40 °C’de 60 dakika tekrar kurutma uygulanmıştır (Şekil 3.12, Şekil 3.13). Oda sıcaklığına kadar soğutulan kaplanmış filetolar (Şekil 3.14) mukavva kutulara konulmuş (Şekil 3.15) ve kutular buzdolabı poşetleri içine yerleştirilerek ağızları poşet yapıştırma makinası ile kapatılmıştır. Kaplama yapılmış örneklerin tamamı buzdolabında (4±1 °C) kontrol grubuyla birlikte muhafaza edilmiştir (Şekil 3.16).

Kullanılan kekik ve biberiye uçucu yağları Manolya Doğal ve Aromatik Ürünler Gıda Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinden sağlanmıştır. Kekik uçucu yağının etken madde oranları Çizelge 3.1 ve biberiye uçucu yağının etken madde oranları Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Kekik uçucu yağı etken madde oranları (Manolya Doğal ve Aromatik Ürünler Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti., ISPARTA, 2012)

Bileşen Adı	Bileşen Miktarı %
Carvacrol	76,985
Thymol	7,227
Cymene	3,340
Linalool	3,225
β-bisabolene	3,032
Borneol	1,950
Terpinen-4-ol	1,403
γ-terpinene	1,326
Caryophyllene	0,849
α-terpineol	0,663

Çizelge 3.2. Biberiye uçucu yağı etken madde oranları (Manolya Doğal ve Aromatik Ürünler Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti., ISPARTA, 2012)

Bileşen Adı	Bileşen Miktarı %
Cineole, 1,8	42,20
Camphor	13,80
Pinele, alpha	12,10



Şekil 3.9. Isıtıcılı manyetik karıştırıcıda hazırlanan kitosan film solüsyonu



Şekil 3.10. Hazırlanan kitosan solüsyonların buzdolabında muhafazası



Şekil 3.11. Dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarına kitosan film solüsyonunun uygulanması



Şekil 3.12. Kitosan film kaplanmış dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarının 40 °C’de kurutulması



Şekil 3.13. Kitosan film kaplanmış dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarının 40 °C’de kurutulması



Şekil 3.14. Kurutma işlemi tamamlanmış gökkuşağı alabalığı filetoları



Şekil 3.15. Kitosan film kaplanmış dumanlanmış gökkuşığı alabalığı filetolarının mukavva kutularda paketlenmesi



Şekil 3.16. Kutulanan dumanlanmış gökkuşığı alabalığı filetolarının buzdolabında muhafazası

3.3. Deneme Planı

Dört farklı gruba ayrılan örnekler için deneme planı Çizelge 3.3’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme planı

GRUPLAR		KOD
1	Kaplama yapılmamış dumanlanmış alabalık (Kontrol grubu)	Kf
2	% 2 kitosan filmle kaplanmış dumanlanmış alabalık	Kt
3	% 2 kitosan + % 0,2 biberiye filmle kaplanmış dumanlanmış alabalık	By
4	% 2 kitosan + % 0,2 kekik filmle kaplanmış dumanlanmış alabalık	Kk

3.4. Kimyasal Analizler

3.4.1. Nem analizi

Bütün örneklerin nem oranları otomatik nem tayin cihazı (AND MX-50 Moisture Analyzer, Japan) ile tespit edilmiştir.

3.4.2. pH analizi

Küçük parçalar haline getirilmiş örnekler ve saf su 1/10 (w/v) oranında blendırda (Waring Blender, USA) 30 saniye homojenize edildikten sonra pH metre (Hanna HI 221, Romania) ile pH değerleri ölçülmüştür. pH metre ölçüm yapılmadan önce 4,00 ve 7,00’lik tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Varlık vd., 2007).

3.4.3. TVB-N (Toplam uçucu bazik azot) analizi

Tüm örneklerin toplam uçucu bazik azot miktarı Nicholas (2003), tarafından verilen yöntemin modifikasyonu ile belirlenmiştir. Homojenize edilmiş balık etinden 25 g hassas şekilde tartılmış ve üzerine 50 ml % 7,5’lik TCA (Trichloroacetic acid, Riedel-de Haen 27242) eklenerek blendırda (Waring Blender, USA) 30 saniye yüksek devirde parçalanmıştır. Karışım filtre kağıdından (Whatman No:1) vakum pompası yardımıyla (KNF Neuberger, Germany) süzülerek distilasyon işlemine

kadar 4 ± 1 °C’de muhafaza edilmiştir. Distilasyon işlemi için otomatik distilasyon ünitesinin (Velp Scientifica UDK 142, Europa) örnek kısmına 15 ml örnek ve 4 ml % 10’luk NaOH ilave edilmiştir. 100 ml’lik bir destilat erlenine 15 ml % 4’lük borik asit (Merck 100165) ve üzerine 8 damla indikatör solüsyon (iki kısım % 0,2 alcohol methyl red: bir kısım % 0,2 alcohol methylene blue) eklenmiştir. Renk dönüşümü gerçekleşinceye ve erlende toplam 50 ml destilat birikinceye kadar distilasyon işlemine devam edilmiştir. Destilat 0,1 Normal HCl ile başlangıç rengi dönüm noktasına kadar titre dilmiş ve sarfiyat aşağıdaki formüle yerleştirilerek TVB-N değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N (mg /100 g)} = [\text{ml HCl Sarfiyatı} \times \text{HCl Normalitesi} \times 14.007 \times (67,5 \text{ ml} / 15 \text{ ml})] \times (100 \text{ g}/25 \text{ g}).$$

3.4.4. TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi

TBA değerinin belirlenmesi Erkan ve Özden (2008), Erkan vd. (2009), tarafından verilen yönteme göre yapılmıştır. Bu yönteme göre hassas terazide daha önceden homojenize edilmiş örneklerden 2 g tartılmış, üzerine 100 µl % 0,1’lik BHT (etanolda 1 g/l) ve 25 ml % 5’lik TCA eklenerek homojenizatörde (Heidolph DiAx 900, Germany) yüksek devirde 2 dakika karıştırılarak parçalanmış ve karışımlar filtre kağıdından (Whatman No:1) süzölmüştür. Süzüntülerden 2 ml ağzı kapaklı cam tüplere alınarak üzerlerine 2 ml yeni hazırlanmış TBA reaktifi (Malondialdehyde bis-diethyl acetal, Merck 805797) eklenmiştir. Ağzıları sıkıca kapatıldıktan sonra tüpler 30 dakika 95 °C’lik su banyosunda bekletilerek (Memmert WB 22, Germany) reaksiyon tamamlanmıştır. Aynı işlem kör ve MDA standart ile hazırlanan standartlara da uygulanmıştır. Tüpler iyice soğuduktan sonra köre karşı 532 nm’de standart ve örneklerin absorbansı ölçölmüştür. Spektrofotometrede (T80 + UV/VIS Spectrometer, PG Instruments) okunan örnek absorbans değerleri ve standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden MDA konsantrasyonu hesaplanmıştır. TBA değeri, MDA konsantrasyonu X dilisyon faktörü / örnek ağırlığı formülü ile bulunmuştur. Örneklerin TBA değeri ise mg MDA/kg olarak verilmiştir.

3.5. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde, aseptik koşullarda steril pens, bisturi ve makas yardımı ile alınan 10 g örnek ve 90 ml steril edilmiş buffer pepton water (Merck 107228) stomacher (BagMikser 400, France) ile 90 saniye homojenize edilmiştir. Sonrasında 10^{-6} ya kadar dilisyon sıvıları hazırlanmıştır. Mikrobiyolojik ekimler dökme plak yöntemine göre yapılmıştır. Örneklerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) ve koliform (K) bakteri sayıları tespit edilmiştir. TMAB ve TPAB sayıları için plate count agar (PCA, Merck 105463) kullanılmıştır. Plaklar TMAB için 30 ± 1 °C’de 3 gün, TPAB için 4 ± 1 °C’de 10 gün süreyle inkübe edilmiştir. K bakteri sayısının belirlenmesinde violet red bile agar (VRBA, Merck 101406) besi yerinde 30 ± 1 °C’de 1 gün inkübasyon uygulanmıştır. Tüm mikrobiyolojik analizlerden elde edilen sonuçlar örneklerin gramında koloni oluşturan bakteri sayısı logaritmik (log kob/g) olarak ifade edilmiştir (Arslan vd., 1997; Patır ve Duman, 2006; Diler vd., 2008).

3.6. Duyusal Analizler

Örneklerin duyusal değerlendirmeleri deneyimli 10 panelist tarafından Altuğ ve Elmacı (2005)’nin bildirdiği puanlama çizelgesi kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 3.4). Duyusal değerlendirmelerden önce örnekler buzdolabından çıkarılarak oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiş ve duyusal değerlendirmeleri yapılmıştır. Panelistlerden her örnekte renk, görünüm, tat, koku ve tekstür bakımından 0 ile 10 arasında bir değerlendirme yapmaları istenmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan puanlama çizelgesi ve puan tanımları (Altuğ ve Elmacı, 2005)

Puan	Renk-Görünüm-Tat-Koku-Tekstür
10	Fevkalade
9	Mükemmel
8	Çok iyi
7	İyi
6	Oldukça iyi
5	Orta
4	Ortanın biraz altı
3	Sınırdı
2	Kötü
1	Çok kötü
0	Tüketilemez

3.7. İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, SPSS 16.0 programı kullanılarak varyans analizine (F Testi) tabi tutulmuştur. Önemli varyans kaynaklarına ait ortalamalar (ORT) Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile önem seviyesi $P=0,05$ olarak seçilip karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

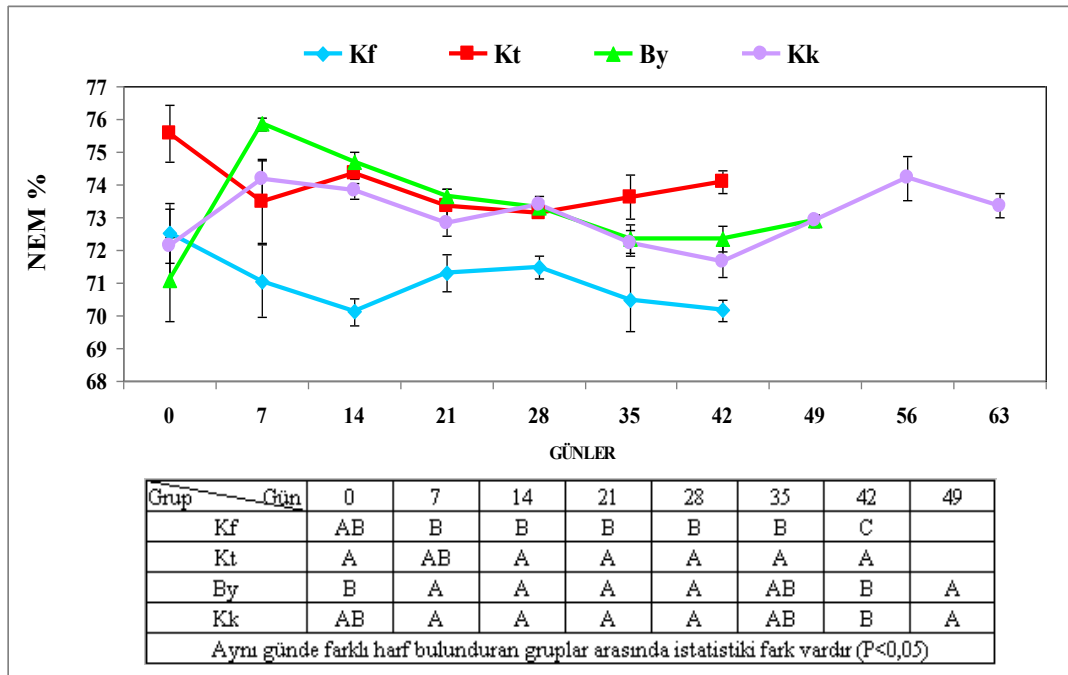
4.1. Nem Analizi Sonuçları (%)

Muhafaza süresince yapılan nem tayin analizleri sonucunda Kf örneklerinde en düşük nem değeri 14. günde (% 70,11±0,42), en yüksek nem değeri ise 0. günde (% 72,52±0,91), Kt örneklerinde en düşük nem değeri 28. günde (% 73,15±0,08), en yüksek nem değeri ise 0. günde (% 75,56±0,86), By örneklerinde en düşük nem değeri 0. günde (% 71,09±1,28), en yüksek nem değeri ise 7. günde (% 75,85±0,20), Kk örneklerinde en düşük nem değeri 42. günde (% 71,66±0,47), en yüksek nem değeri ise 56. günde (% 74,20±0,69) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin nem içeriğindeki değişimler % (ORT±SH)

Gün	Kf	Kt	By	Kk
0	72,52±0,91 ^{ABa}	75,56±0,86 ^{Aa}	71,09±1,28 ^{Bd}	72,14±1,14 ^{ABbc}
7	71,06±1,12 ^{Ba}	73,47±1,25 ^{ABab}	75,85±0,20 ^{Aa}	74,18±0,59 ^{Aa}
14	70,11±0,42 ^{Ba}	74,34±0,18 ^{Aab}	74,70±0,29 ^{Aab}	73,81±0,25 ^{Aab}
21	71,30±0,58 ^{Ba}	73,35±0,54 ^{Aab}	73,66±0,23 ^{Abc}	72,82±0,38 ^{Aabc}
28	71,49±0,34 ^{Ba}	73,15±0,08 ^{Ab}	73,32±0,21 ^{Abc}	73,40±0,27 ^{Aabc}
35	70,50±0,99 ^{Ba}	73,62±0,68 ^{Aab}	72,34±0,43 ^{ABcd}	72,22±0,40 ^{ABbc}
42	70,16±0,32 ^{Ca}	74,07±0,35 ^{Aab}	72,36±0,39 ^{Bcd}	71,66±0,47 ^{Bc}
49			72,90±0,14 ^{Ac}	72,90±0,20 ^{Aabc}
56				74,20±0,69 ^a
63				73,36±0,36 ^{abc}

Aynı sütunda farklı küçük harf ve aynı satırda farklı büyük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır (P<0,05)



Şekil 4.1. Muhafaza süresince örneklerin nem içeriğindeki değişimler (%)

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

Kf örneklerinde muhafaza süresince yapılan değerlendirmelerde; en düşük pH değeri 35. günde ($6,34 \pm 0,04$), en yüksek pH değeri 14. günde ($6,45 \pm 0,04$) tespit edilmiş ve muhafaza süresince pH değerlerindeki farklar önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur. TVB-N değerleri 0. gün en düşük değerde ($24,37 \pm 0,84$ mg/100 g) iken muhafazanın son günü olan 42. günde en yüksek değere ($31,93 \pm 0,84$ mg/100 g) ulaşmıştır. TBA değerlerinde ise başlangıçta en düşük ($0,76 \pm 0,04$ mg MDA/kg), 14. günde ise en yüksek değerler ($2,03 \pm 0,53$ mg MDA/kg) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kf örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT $\pm$ SH)

Kf	Gün	pH	TVB-N (mg/100 g)	TBA (mg MDA/kg)
	0	$6,40 \pm 0,05^a$	$24,37 \pm 0,84^b$	$0,76 \pm 0,04^b$
	7	$6,42 \pm 0,05^a$	$28,57 \pm 0,84^a$	$1,87 \pm 0,26^a$
	14	$6,45 \pm 0,04^a$	$29,41 \pm 1,68^a$	$2,03 \pm 0,53^a$
	21	$6,36 \pm 0,04^a$	$29,41 \pm 0,84^a$	$1,24 \pm 0,11^{ab}$
	28	$6,38 \pm 0,01^a$	$29,41 \pm 0,84^a$	$1,36 \pm 0,09^{ab}$
	35	$6,34 \pm 0,04^a$	$29,41 \pm 0,84^a$	$1,34 \pm 0,14^{ab}$
	42	$6,38 \pm 0,01^a$	$31,93 \pm 0,84^a$	$1,72 \pm 0,22^a$

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiksel fark vardır (P<0,05)

Kt örneklerinde muhafaza süresince yapılan değerlendirmelerde; pH değerinde 7. günde en düşük ($6,08 \pm 0,01$), 42. günde en yüksek değerler ($6,21 \pm 0,05$) tespit edilmiştir. TVB-N değerlerinde muhafaza süresince görülen farklar istatistiki olarak önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuş, en düşük değerler 0 ve 14. günlerde ($26,89 \pm 0,84$ - $26,89 \pm 2,22$ mg/100 g), en yüksek değerler 28 ve 35. günlerde ($29,41 \pm 0,84$ - $29,41 \pm 0,84$ mg/100 g) tespit edilmiştir. TBA değerlerinde ise 35. günde en düşük ($1,07 \pm 0,10$ mg MDA/kg), 14. günde en yüksek değerler ($2,02 \pm 0,11$ mg MDA/kg) belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kt örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT $\pm$ SH)

Kt	Gün	pH	TVB-N (mg/100 g)	TBA (mg MDA/kg)
	0	$6,10 \pm 0,02^b$	$26,89 \pm 0,84^a$	$1,73 \pm 0,39^{ab}$
	7	$6,08 \pm 0,01^b$	$27,73 \pm 2,52^a$	$1,80 \pm 0,33^{ab}$
	14	$6,11 \pm 0,02^b$	$26,89 \pm 2,22^a$	$2,02 \pm 0,11^a$
	21	$6,13 \pm 0,03^{ab}$	$28,57 \pm 0,84^a$	$1,50 \pm 0,27^{ab}$
	28	$6,15 \pm 0,02^{ab}$	$29,41 \pm 0,84^a$	$1,60 \pm 0,42^{ab}$
	35	$6,16 \pm 0,03^{ab}$	$29,41 \pm 0,84^a$	$1,07 \pm 0,10^b$
	42	$6,21 \pm 0,05^a$	$27,73 \pm 0,00^a$	$1,26 \pm 0,05^{ab}$

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır ($P < 0,05$)

By örneklerinde muhafaza süresince yapılan analizlerde; pH değerlerinde 42. günde en düşük ($6,16 \pm 0,03$), 0. günde en yüksek değerler ($6,28 \pm 0,02$) tespit edilmiştir. TVB-N değerlerinde 0. günde en düşük ($24,37 \pm 2,22$ mg/100 g), 14 ve 28. günlerde en yüksek değerler ($29,41 \pm 1,68$ - $29,41 \pm 0,84$ mg/100 g) elde edilmiştir. TBA değerlerinde ise 28. günde en düşük ($1,08 \pm 0,07$ mg MDA/kg), 21. günde en yüksek değerler ($1,97 \pm 0,29$ mg MDA/kg) saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. By örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT $\pm$ SH)

By	Gün	pH	TVB-N (mg/100 g)	TBA (mg MDA/kg)
	0	$6,28 \pm 0,02^a$	$24,37 \pm 2,22^b$	$1,33 \pm 0,14^{ab}$
	7	$6,21 \pm 0,02^{abc}$	$26,05 \pm 0,84^{ab}$	$1,54 \pm 0,11^{ab}$
	14	$6,24 \pm 0,01^{abc}$	$29,41 \pm 1,68^a$	$1,84 \pm 0,56^{ab}$
	21	$6,19 \pm 0,04^{bc}$	$27,73 \pm 0,00^{ab}$	$1,97 \pm 0,29^a$
	28	$6,21 \pm 0,03^{abc}$	$29,41 \pm 0,84^a$	$1,08 \pm 0,07^b$
	35	$6,25 \pm 0,01^{ab}$	$27,73 \pm 1,46^{ab}$	$1,33 \pm 0,12^{ab}$
	42	$6,16 \pm 0,03^c$	$28,57 \pm 0,84^{ab}$	$1,70 \pm 0,13^{ab}$
	49	$6,19 \pm 0,03^{bc}$	$28,57 \pm 0,84^{ab}$	$1,84 \pm 0,11^{ab}$

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır ($P < 0,05$)

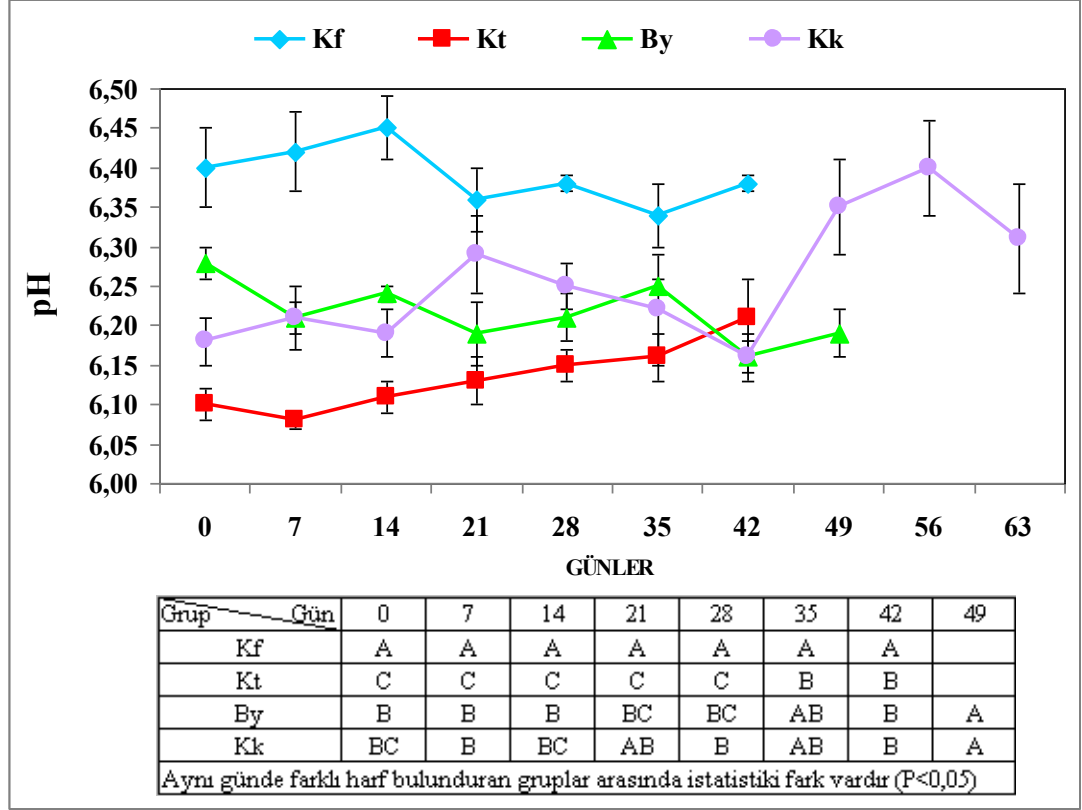
Kk örneklerinde muhafaza süresince yapılan değerlendirmelerde; pH değerlerinde 42. günde en düşük ($6,16 \pm 0,02$), 56. günde en yüksek değerler ($6,40 \pm 0,06$) tespit edilmiştir. TVB-N değerlerinde 14. günde en düşük ($25,21 \pm 0,00$ mg/100 g), 63. günde en yüksek değerler ($31,09 \pm 0,84$ mg/100 g) elde edilmiştir. TBA değerlerinde ise 0. günde en düşük ($0,94 \pm 0,05$ mg MDA/kg), 42. günde en yüksek değerler ($1,97 \pm 0,05$ mg MDA/kg) görülmüştür (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Kk örneklerinin pH, TVB-N ve TBA içeriğindeki değişimler (ORT $\pm$ SH)

Kk Gün	pH	TVB-N (mg/100 g)	TBA (mg MDA/kg)
0	$6,18 \pm 0,03^c$	$26,05 \pm 0,84^{cd}$	$0,94 \pm 0,05^c$
7	$6,21 \pm 0,04^{bc}$	$26,89 \pm 1,68^{bcd}$	$1,07 \pm 0,02^{bc}$
14	$6,19 \pm 0,03^{bc}$	$25,21 \pm 0,00^d$	$1,54 \pm 0,36^{ab}$
21	$6,29 \pm 0,05^{abc}$	$26,05 \pm 0,84^{cd}$	$1,06 \pm 0,06^{bc}$
28	$6,25 \pm 0,03^{abc}$	$28,57 \pm 0,84^{abc}$	$1,18 \pm 0,24^{bc}$
35	$6,22 \pm 0,07^{bc}$	$29,41 \pm 0,84^{ab}$	$1,56 \pm 0,10^{ab}$
42	$6,16 \pm 0,02^c$	$28,57 \pm 0,84^{abc}$	$1,97 \pm 0,05^a$
49	$6,35 \pm 0,06^{ab}$	$29,41 \pm 0,84^{ab}$	$1,92 \pm 0,10^a$
56	$6,40 \pm 0,06^a$	$29,41 \pm 0,84^{ab}$	$1,54 \pm 0,16^{ab}$
63	$6,31 \pm 0,07^{abc}$	$31,09 \pm 0,84^a$	$1,72 \pm 0,11^a$

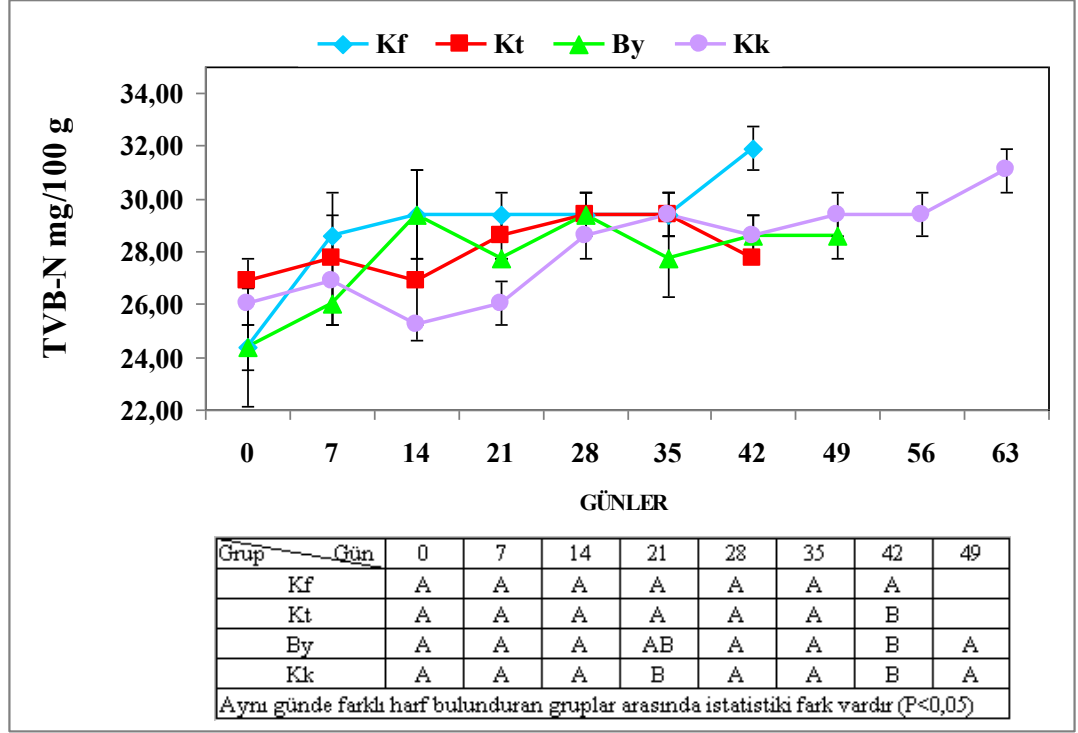
Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır (P<0,05)

Örnekler arasında yapılan pH değerlendirmelerinde en yüksek değer 14. günde ($6,45 \pm 0,04$) Kf örneklerinde, en düşük değer Kt örneklerinde 7. günde ($6,08 \pm 0,01$) tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



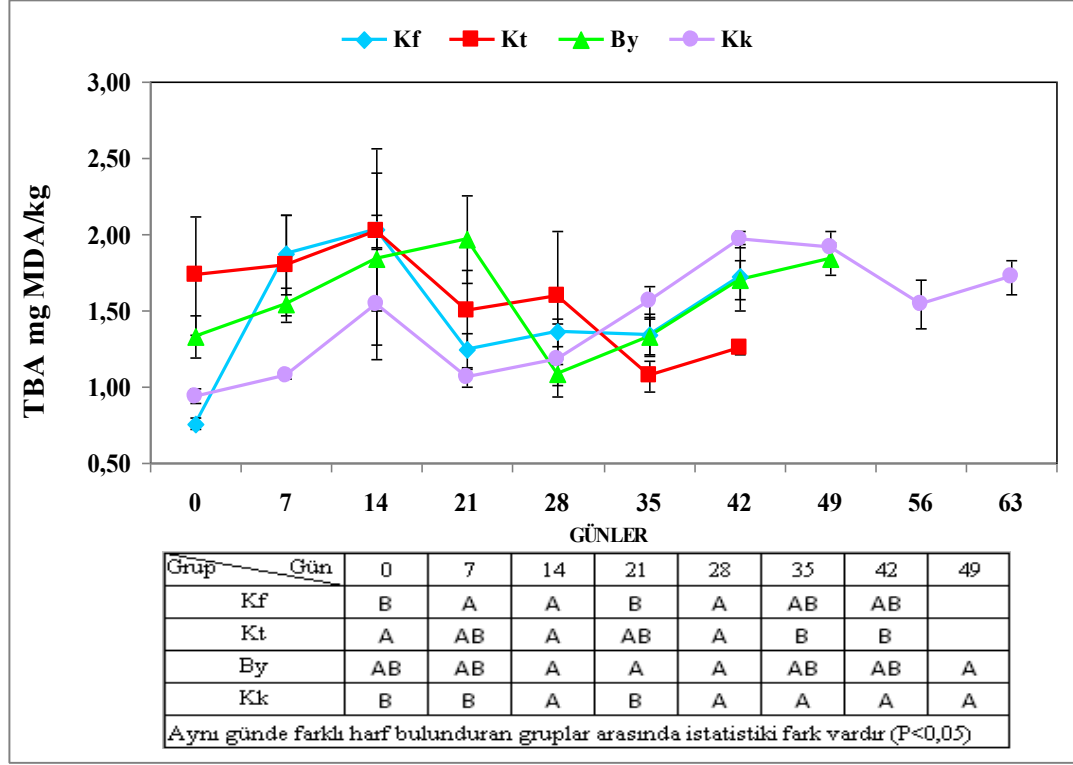
Şekil 4.2. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin pH içeriğindeki değişimler

Örnekler arasında TVB-N değerlerinde 42. günde kontrol grubu (Kf) ile diğer örnek grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Örnekler arasında en yüksek TVB-N değeri Kf örneğinde 42. günde ($31,93\pm0,84$ mg/100 g), en düşük TVB-N değeri ise Kf ve By örneklerinde 0. günde ($24,37\pm0,84$ - $24,37\pm2,22$ mg/100 g) tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TVB-N içeriğindeki değişimler (mg/100 g)

Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TBA değerleri arasında 14 ve 28. günlerde farklar istatistiki olarak önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Örnekler arasında en yüksek TBA değeri Kf örneğinde 14. günde ($2,03\pm0,53$ mg MDA/kg), en düşük TBA değeri ise yine Kf örneğinde 0. günde ($0,76\pm0,04$ mg MDA/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin TBA içeriğindeki değişimler (mg MDA/kg)

4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin 4 ± 1 °C'deki muhafazası süresince kalite değişimleri mikrobiyolojik olarak değerlendirilmiştir. Muhafaza süresince Kf örneklerinde K bakteri tespit edilmemiş, TMAB ve TPAB ise 21. günden itibaren gelişmeye başlamıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.5, Şekil 4.6).

Çizelge 4.6. Kf örneklerinin 4 ± 1 °C'deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g)

Kf	Gün	TMAB	TPAB	K
	0	-	-	-
	7	-	-	-
	14	-	-	-
	21	$4,82\pm 0,01^c$	$4,94\pm 0,09^b$	-
	28	$4,89\pm 0,05^b$	$4,50\pm 0,06^b$	-
	35	$4,74\pm 0,01^c$	$4,80\pm 0,01^b$	-
	42	$5,58\pm 0,05^a$	$5,51\pm 0,03^a$	-

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır ($P<0,05$)

- Tespit edilmemiştir

Muhafaza süresince Kt örneklerinde K bakteri tespit edilmemiş, TMAB ve TPAB ise 28. günden itibaren gelişmeye başlamıştır (Çizelge 4.7, Şekil 4.5, Şekil 4.6).

Çizelge 4.7. Kt örneklerinin 4 ± 1 °C'deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g)

Kt	Gün	TMAB	TPAB	K
	0	-	-	-
	7	-	-	-
	14	-	-	-
	21	-	-	-
	28	$5,10\pm 0,01^b$	$5,08\pm 0,05^b$	-
	35	$5,59\pm 0,08^a$	$5,63\pm 0,01^a$	-
	42	$5,76\pm 0,00^a$	$5,56\pm 0,08^a$	-

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır ($P<0,05$)

- Tespit edilmemiştir

Muhafaza süresince By örneklerinde K bakteri tespit edilmemiş, TPAB 14. günden itibaren, TMAB ise 28. günden itibaren izlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.5, Şekil 4.6).

Çizelge 4.8. By örneklerinin 4±1 °C’deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g)

By	Gün	TMAB	TPAB	K
	0	-	-	-
	7	-	-	-
	14	-	2,78±0,03 ^d	-
	21	-	3,40±0,02 ^c	-
	28	2,83±0,04 ^d	2,63±0,12 ^d	-
	35	4,04±0,06 ^c	4,39±0,08 ^b	-
	42	5,25±0,01 ^b	5,77±0,06 ^a	-
	49	5,93±0,03 ^a	5,97±0,02 ^a	-

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır (P<0,05)

- Tespit edilmemiştir

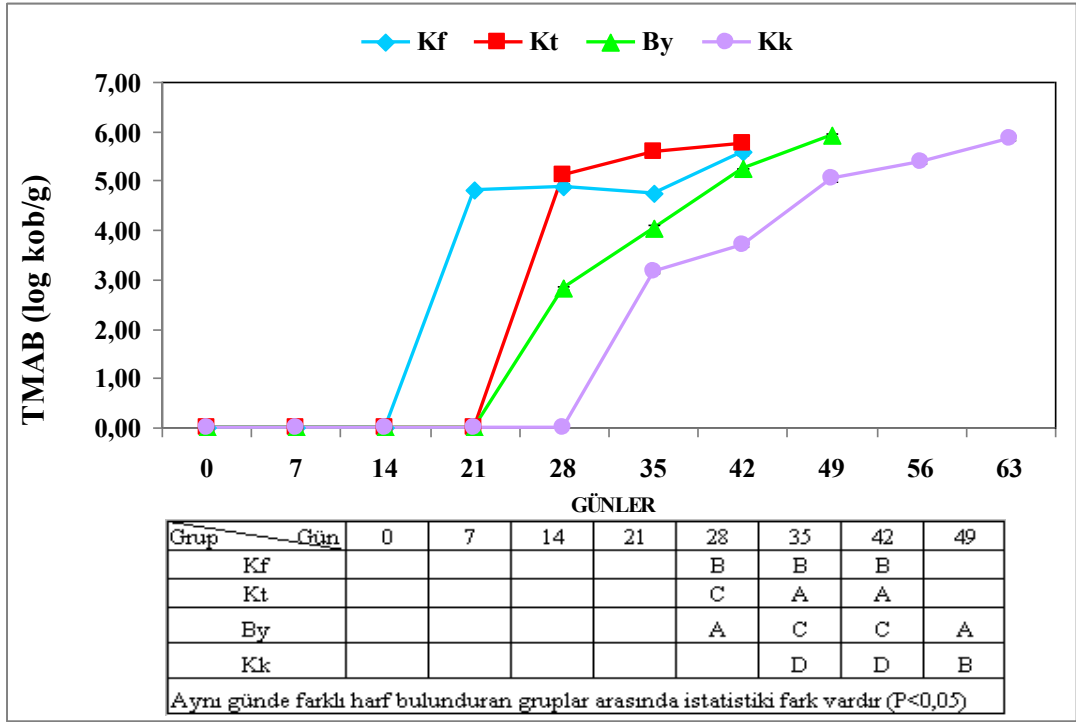
Muhafaza süresince Kk örneklerinde K bakteri tespit edilmemiş, TPAB 21. günden itibaren, TMAB ise 35. günden itibaren izlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.5, Şekil 4.6).

Çizelge 4.9. Kk örneklerinin 4±1 °C’deki TMAB, TPAB ve K sonuçları (log kob/g)

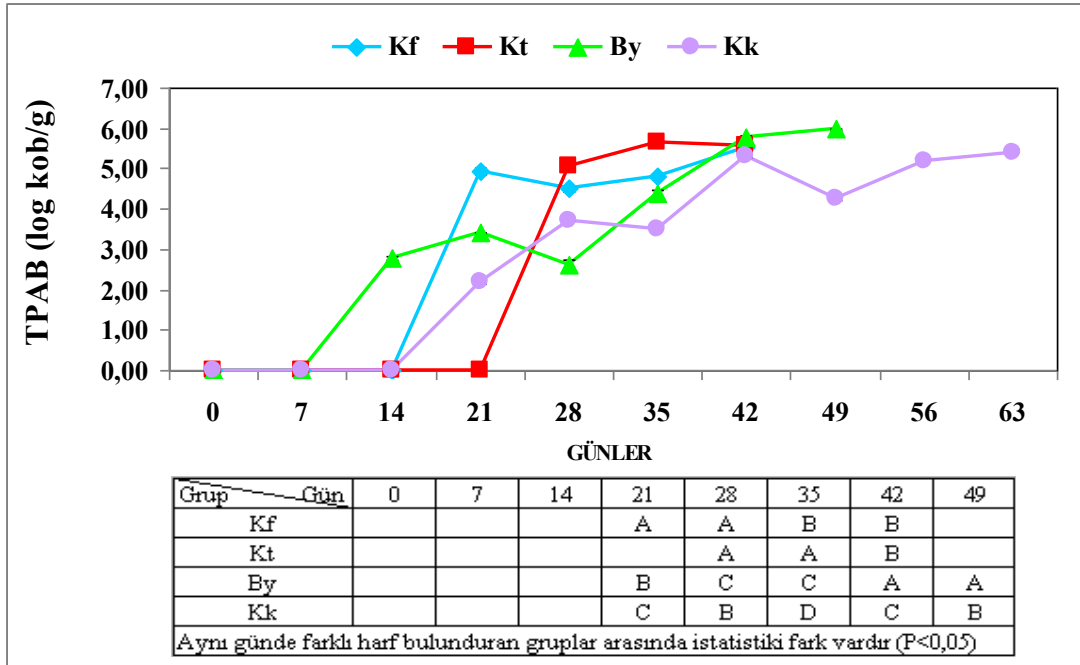
Kk	Gün	TMAB	TPAB	K
	0	-	-	-
	7	-	-	-
	14	-	-	-
	21	-	2,21±0,06 ^g	-
	28	-	3,73±0,02 ^e	-
	35	3,15±0,01 ^e	3,51±0,03 ^f	-
	42	3,70±0,04 ^d	5,30±0,01 ^b	-
	49	5,04±0,06 ^c	4,25±0,05 ^d	-
	56	5,39±0,04 ^b	5,19±0,01 ^c	-
	63	5,87±0,05 ^a	5,41±0,02 ^a	-

Aynı sütunda farklı küçük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır (P<0,05)

- Tespit edilmemiştir



Şekil 4.5. Muhafaza süresince Kf, Kk, By ve Kk örneklerinin TMAB sayısındaki değişimler (log kob/g)



Şekil 4.6. Muhafaza süresince Kf, Kk, By ve Kk örneklerinin TPAB sayısındaki değişimler (log kob/g)

4.4. Duyusal Analiz Sonuçları

Örneklerin duysal olarak değerdendirilmesi ve tüketicici beğenisinin ortaya konması için renk, görünüm, tat, koku ve tekstür yönünden değerdendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla deneyimli 10 panelistten örnekleri değerdendirmesi ve beğeni durumuna göre 0 ile 10 arasında puanlandırması istenmiştir. Değerdendirme parametrelerinden herhangi birisinden elde edilen değerdelerin puan ortalaması <3 olduğu durumda ürün bozulmuş olarak değerdendirilmiştir (Çizelge 3.4).

Örnekler renk açısından değerdendirildiğinde; en yüksek değerd 21. günde Kk örneklerinde ($8,80\pm0,29$), en düşük değerd ise 42. günde Kf örneklerinde ($1,12\pm0,88$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.7).

Örnekler görünüm açısından değerdendirildiğinde; en yüksek değerd 21. günde Kk örneklerinde ($8,70\pm0,30$), en düşük değerd ise 49. günde By örneklerinde ($0,33\pm0,24$) görülmüştür (Çizelge 4.10, Şekil 4.8).

Örnekler tat açısından değerdendirildiğinde; en yüksek değerd 21. günde Kk örneklerinde ($8,70\pm0,30$), en düşük değerd 42. günde Kt örneklerinde ($0,25\pm0,16$) görülmüştür (Çizelge 4.10, Şekil 4.9).

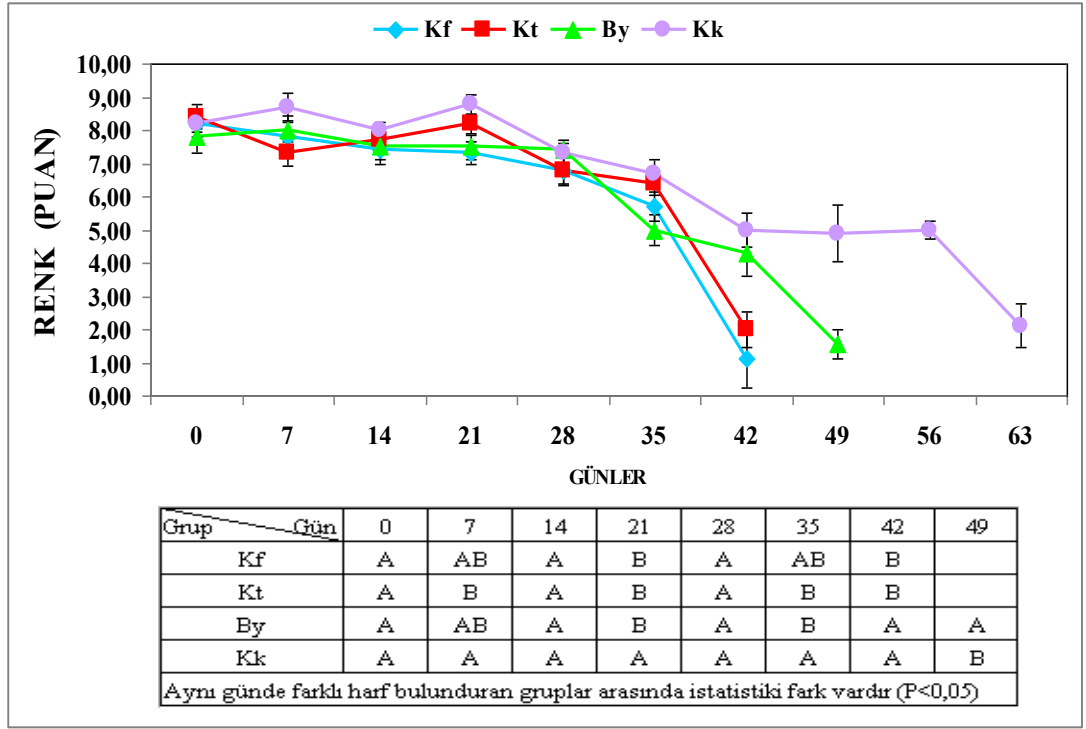
Örnekler koku açısından değerdendirildiğinde; en yüksek değerd 7. günde Kk örneklerinde ($8,60\pm0,48$), en düşük değerd 49. günde By örneklerinde ($1,78\pm0,62$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.10).

Örnekler tekstür açısından değerdendirildiğinde; en yüksek değerd 0. günde Kt örneklerinde ($8,50\pm0,27$), en düşük değerd ise 42. günde Kf örneklerinde ($1,00\pm0,32$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.11).

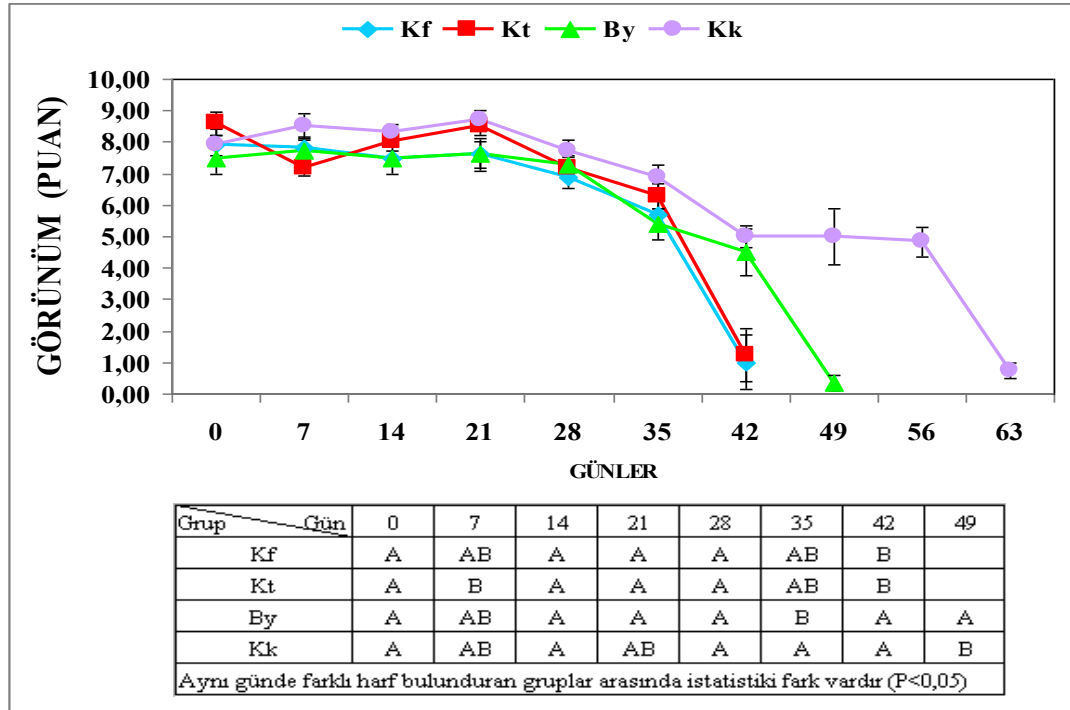
Çizelge 4.10. Muhafaza süresince Kf, Kt, By ve Kk örneklerinin duyusal değerlendirmesi

	GÜNLER	Kf	Kt	By	Kk
RENK	0	8,20±0,25 ^{Aa}	8,40±0,37 ^{Aab}	7,80±0,49 ^{Aa}	8,20±0,39 ^{Aab}
	7	7,80±0,42 ^{ABa}	7,30±0,37 ^{Babc}	8,00±0,45 ^{ABa}	8,70±0,40 ^{Aa}
	14	7,40±0,40 ^{Aa}	7,70±0,26 ^{Aab}	7,50±0,37 ^{Aa}	8,00±0,26 ^{Aab}
	21	7,30±0,34 ^{Ba}	8,20±0,29 ^{Ba}	7,50±0,37 ^{Ba}	8,80±0,29 ^{Aa}
	28	6,80±0,39 ^{Aab}	6,80±0,44 ^{Abc}	7,40±0,22 ^{Aa}	7,30±0,40 ^{Aab}
	35	5,70±0,45 ^{ABb}	6,40±0,37 ^{Bc}	5,00±0,47 ^{Bb}	6,70±0,40 ^{Ab}
	42	1,12±0,88 ^{Bc}	2,00±0,53 ^{Bd}	4,29±0,68 ^{Ab}	5,00±0,53 ^{Ac}
	49			1,56±0,44 ^{Ac}	4,89±0,86 ^{Bc}
	56				5,00±0,26 ^c
	63				2,12±0,67 ^d
GÖRÜNÜM	0	7,90±0,31 ^{Aa}	8,60±0,37 ^{Aa}	7,50±0,52 ^{Aa}	7,90±0,50 ^{Aab}
	7	7,80±0,39 ^{ABa}	7,20±0,29 ^{Bbc}	7,70±0,37 ^{ABa}	8,50±0,40 ^{Aa}
	14	7,50±0,54 ^{Aa}	8,00±0,15 ^{Aab}	7,50±0,22 ^{Aa}	8,30±0,26 ^{Aa}
	21	7,60±0,52 ^{Aa}	8,50±0,27 ^{Aa}	7,60±0,43 ^{Aa}	8,70±0,30 ^{ABa}
	28	6,90±0,38 ^{Aab}	7,20±0,33 ^{Abc}	7,30±0,26 ^{Aa}	7,70±0,37 ^{Aab}
	35	5,70±0,45 ^{ABb}	6,30±0,40 ^{ABc}	5,40±0,50 ^{Bb}	6,90±0,38 ^{Ab}
	42	1,00±0,87 ^{Bc}	1,25±0,84 ^{Bd}	4,50±0,76 ^{Ab}	5,00±0,33 ^{Ac}
	49			0,33±0,24 ^{Ac}	5,00±0,88 ^{Bc}
	56				4,83±0,48 ^c
	63				0,75±0,25 ^d
TAT	0	8,20±0,39 ^{Aa}	8,30±0,47 ^{Aa}	6,80±0,42 ^{Bab}	7,50±0,34 ^{ABab}
	7	7,70±0,45 ^{Aab}	7,40±0,60 ^{Aab}	6,90±0,74 ^{Aab}	8,30±0,63 ^{Aab}
	14	7,20±0,57 ^{Aab}	7,80±0,33 ^{Aab}	7,50±0,40 ^{Aa}	8,30±0,40 ^{Aab}
	21	8,40±0,34 ^{Aa}	7,80±0,36 ^{ABab}	6,30±0,68 ^{Bab}	8,70±0,30 ^{Aa}
	28	7,20±0,42 ^{Aab}	7,10±0,38 ^{Aab}	6,60±0,40 ^{Aab}	7,70±0,30 ^{Aab}
	35	6,10±0,41 ^{Ab}	6,50±0,37 ^{Ab}	5,40±0,48 ^{Abc}	6,50±0,31 ^{Ab}
	42	0,50±0,16 ^{ABc}	0,25±0,16 ^{Bc}	3,80±0,97 ^{ABc}	4,20±1,36 ^{Ac}
	49			0,67±0,33 ^{Ad}	4,22±0,86 ^{Bc}
	56				4,33±0,33 ^c
	63				3,50±0,50 ^c
KOKU	0	8,10±0,31 ^{Aa}	7,90±0,31 ^{Aab}	7,90±0,48 ^{Aa}	7,90±0,35 ^{Aabc}
	7	8,00±0,33 ^{ABa}	6,90±0,28 ^{Bbc}	7,70±0,52 ^{ABa}	8,60±0,48 ^{Aa}
	14	7,50±0,50 ^{Aab}	8,30±0,25 ^{Aa}	7,90±0,31 ^{Aa}	8,20±0,20 ^{Aab}
	21	8,00±0,52 ^{Aa}	7,90±0,46 ^{Aab}	6,40±0,56 ^{Bab}	8,00±0,21 ^{Aabc}
	28	7,10±0,48 ^{Aab}	6,80±0,39 ^{Abc}	6,70±0,42 ^{Aa}	7,00±0,47 ^{Abc}
	35	6,50±0,40 ^{Ab}	6,20±0,39 ^{ABc}	5,10±0,38 ^{Bbc}	6,60±0,37 ^{Ac}
	42	3,00±0,72 ^{Ac}	3,75±0,73 ^{Ad}	4,38±0,78 ^{Ac}	4,38±0,75 ^{Ad}
	49			1,78±0,62 ^{Ad}	4,56±0,80 ^{Bd}
	56				4,17±0,60 ^d
	63				3,50±0,57 ^d
TEKSTÜR	0	8,10±0,41 ^{Aa}	8,50±0,27 ^{Aa}	7,60±0,34 ^{Aa}	7,70±0,47 ^{Aab}
	7	7,90±0,38 ^{Aa}	7,50±0,43 ^{Aab}	7,40±0,54 ^{Aa}	8,40±0,43 ^{Aa}
	14	7,40±0,56 ^{Aa}	7,80±0,33 ^{Aab}	7,60±0,40 ^{Aa}	8,10±0,38 ^{Aab}
	21	7,30±0,52 ^{Aa}	7,90±0,41 ^{Aab}	7,80±0,39 ^{Aa}	8,30±0,47 ^{Aa}
	28	7,00±0,33 ^{Aa}	7,10±0,41 ^{Abc}	7,00±0,39 ^{Aab}	7,50±0,37 ^{Aab}
	35	5,40±0,50 ^{Ab}	6,00±0,45 ^{Ac}	5,90±0,31 ^{Ab}	6,60±0,27 ^{Abc}
	42	1,00±0,32 ^{Cc}	1,20±0,58 ^{Cd}	3,33±0,92 ^{Bc}	6,00±0,53 ^{Ac}
	49			1,56±0,58 ^{Ad}	4,11±0,82 ^{Bef}
	56				4,67±0,21 ^{de}
	63				3,13±0,72 ^f

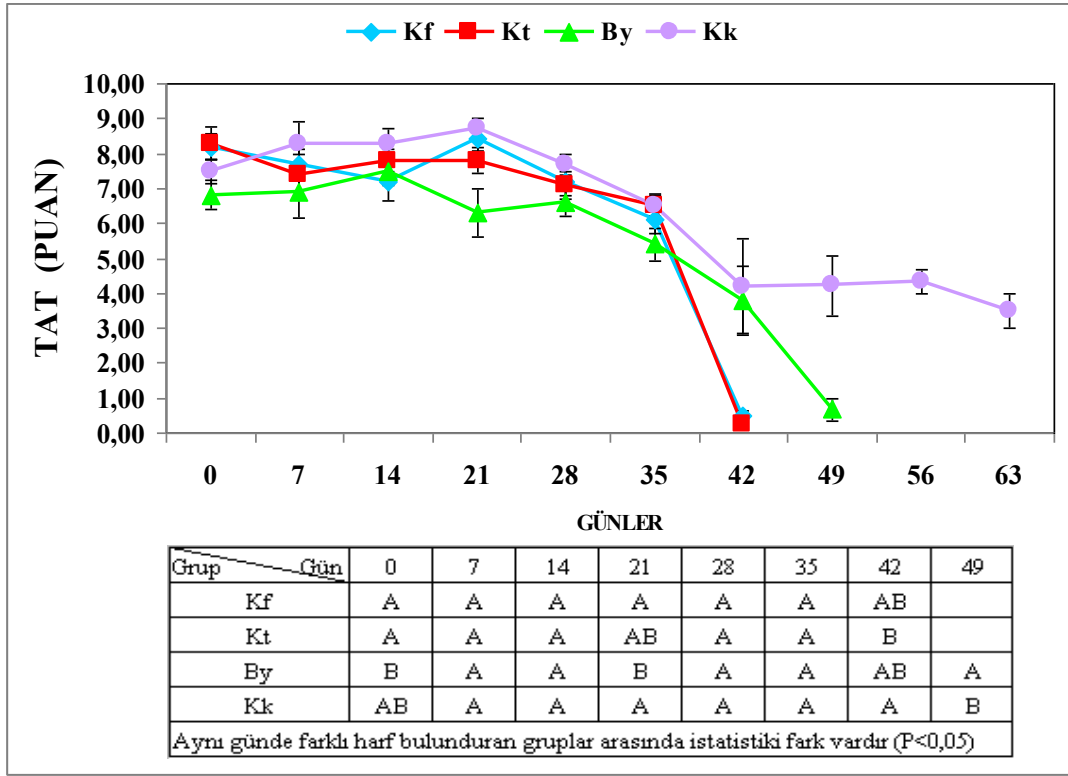
Aynı sütunda farklı küçük harf ve aynı satırda farklı büyük harf bulunduran ortalamalar arasında istatistiki fark vardır (P<0,05)



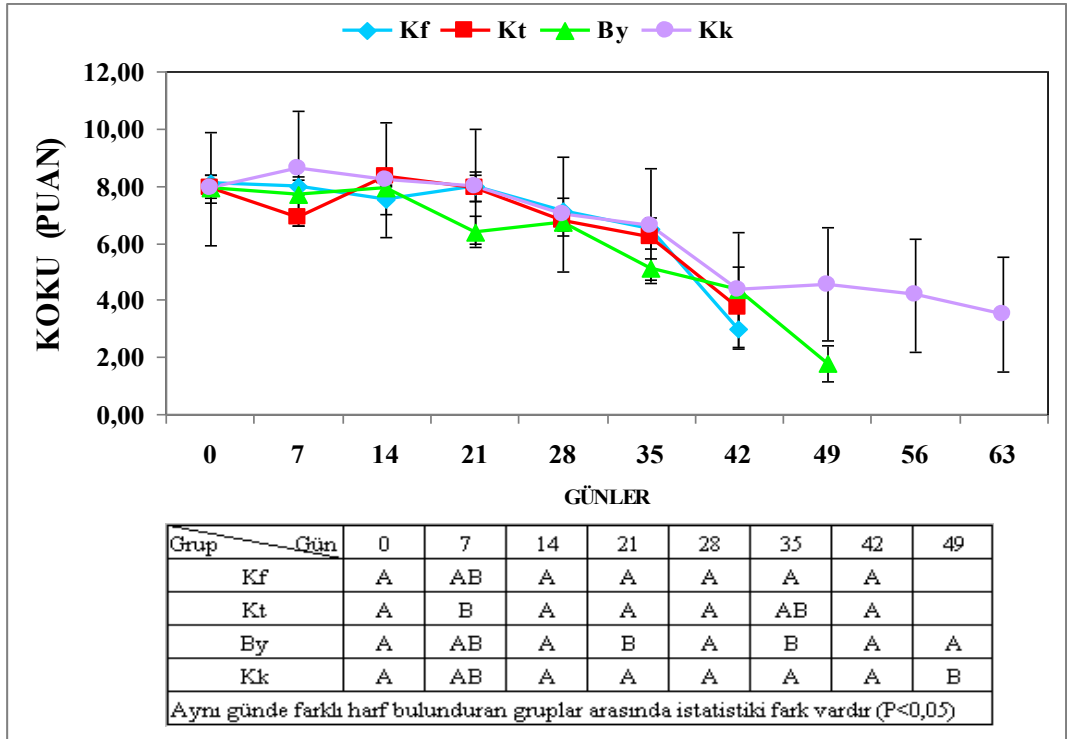
Şekil 4.7. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre renk değerlerindeki değişim



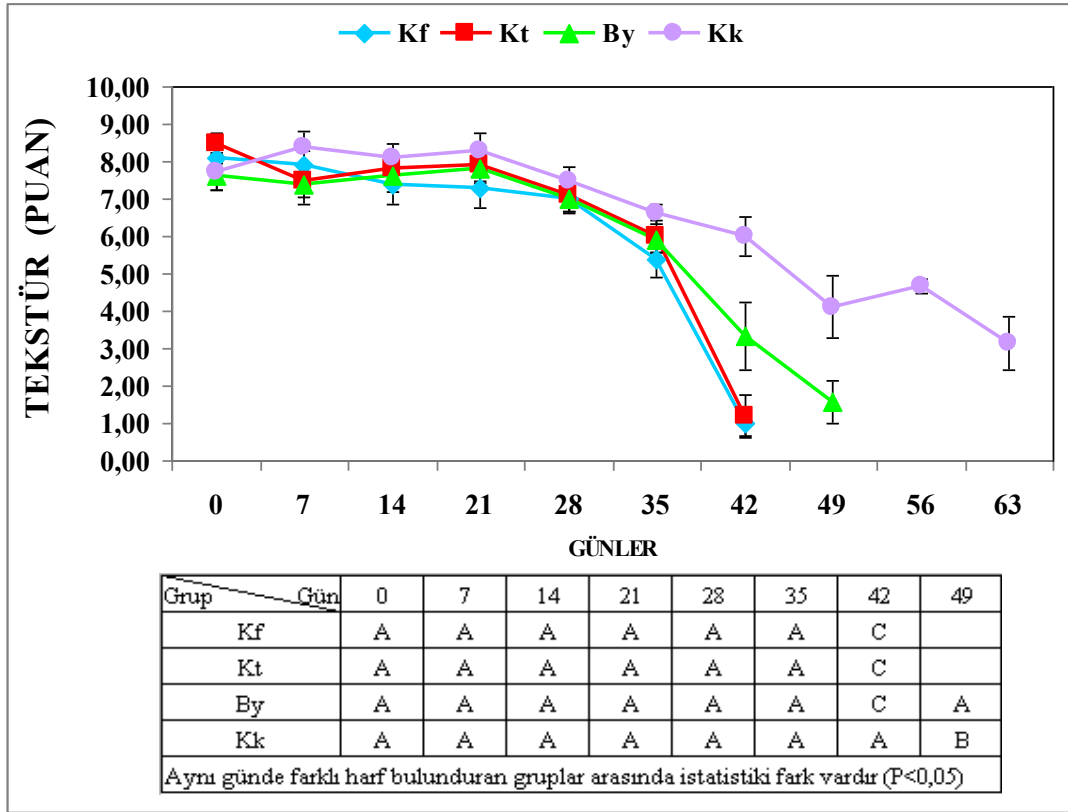
Şekil 4.8. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre görünüm değerlerindeki değişim



Şekil 4.9. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre tat değerlerindeki değişim



Şekil 4.10. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre koku değerlerindeki değişim



Şekil 4.11. Muhafaza günlerine ve örnek gruplarına göre tekstür değerlerindeki değişim

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Araştırmamızda; ülkemizde yetiştiricilik miktarı her yıl artış gösteren (TUIK, 2013) ve dumanlanarak gerek yurt içinde, gerekse yurt dışında pazarlanabilen sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoları kullanılmıştır. Filetolar doğal antioksidan ve antimikrobiyal özelliği olduğu bilinen kekik ve biberiye bitkilerinin uçucu yağları ile zenginleştirilmiş kitosan filmle kaplanarak soğuk muhafaza sırasındaki kalite değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ülkemiz insanının damak tadına uygun ürünler geliştirmenin su ürünlerinin değerlendirilmesinde ürün çeşitliliği sağlayacağı ve ekonomik yönden değerini arttırabileceği düşünülmüştür.

5.1. Nem İçeriğindeki Değişimler

Taze veya donmuş etlerin depolanması sırasındaki nem kaybı ürünlerde tekstür, lezzet ve renk değişikliklerine neden olmakta ve ürün miktarı da azalmaktadır. İyi nem bariyeri özellikleri ile yenilebilir kaplamalar nem kaybının önlenmesinde kullanılabilmektedir (Gennadios vd., 1997).

Araştırmamızda en yüksek nem değeri By örneklerinde muhafazanın 7. gününde (% $75,85 \pm 0,20$), en düşük nem değeri ise Kf örneklerinde muhafazanın 14. gününde (% $70,11 \pm 0,42$) tespit edilmiştir. Kf, Kt ve Kk örneklerinin 0. gün nem değerleri ile muhafaza sürelerinin sonunda tespit edilen nem değerleri arasındaki farklar önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur. By örneklerinin 0. gün nem değeri ile muhafaza süresi sonunda tespit edilen nem değeri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Muhafaza süresince ürünlerin nem oranları dalgalı bir değişim göstermiştir. Kf örneklerinde 42. gün itibarıyla nem içeriği diğer gruplardan daha düşük seviyeye inmiş ve depolama süresince en düşük nem içeriği bu grupta görülmüştür. Diğer gruplarla karşılaştırıldığında ise 42. günde Kf örneklerinin nem değerindeki farklılığın önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Bu sonuç kitosanla kaplama işleminin nem kaybını önemli oranda azalttığını göstermektedir.

Bolat vd. (2009), yaptıkları çalışmada, sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarına kitosan filmle kaplama işleminin 4 ± 1 °C’de muhafazasında nem kaybını önemli ($P<0,05$) oranda azalttığını tespit etmiştir.

Benzer şekilde Jeon vd. (2002), tarafından kitosanla kaplanmış Atlantik morina (*Gadus morhua*) ve Atlantik ringa (*Clupea harengus*) balıklarının buzdolabı koşullarında (4 ± 1 °C) 12 gün muhafazası sonunda kitosan filmin nem kaybını azalttığı belirtilmiştir.

Sathivel (2005), tarafından kitosanla ve protein kaplayıcılarla kaplanmış pembe salmonda (*Oncorhynchus gorbuscha*) kitosan filmin nem kaybını kontrol grubuna göre yarı yarıya azalttığı bildirilmiştir. Bahsi geçen çalışmalar bulgularımızı desteklemektedir.

5.2. Kimyasal Analizlerin Değerlendirilmesi

5.2.1. pH analizlerinin değerlendirilmesi

pH kaliteyi belirleyen kesin bir kriter olmayıp diğer analizlerle birlikte değerlendirilmesi gereken kimyasal bir parametredir (Bilen, 2009). Su ürünlerinde pH değeri 7’nin yukarısında olduğunda ürün bozulmuş kabul edilmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Çalışmamızda muhafaza süresince yapılan analizlerde pH değerinin hiçbir örnekte sınır değerini (pH 7) aşmadığı görülmüştür. En yüksek pH değeri Kf örneklerinde 14. günde ($6,45\pm0,04$) tespit edilmiştir. Muhafaza süresince günlere göre en yüksek pH değerleri hiçbir işlem uygulanmamış olan Kf örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.2). pH değeri Kt örneklerinde 7. günden itibaren düzenli bir şekilde yükselirken diğer örneklerde dalgalı bir seyir izlemiştir.

Patır ve Duman (2006), aynalı sazanlarda (*Cyprinus carpio* L.) uygulanan farklı tuzlama ve dumanlama yöntemlerine, muhafaza sıcaklığına ve süresine bağlı olarak pH değerinin düştüğünü bildirmiştir. Goulas ve Kontaminas (2005), farklı tuz konsantrasyonu ve farklı dumanlama yöntemi kullanarak dumanladıkları kolyoz

(*Scomber japonicus*) filetolarında başlangıçta pH'yı 6,12 olarak tespit etmiş ve muhafaza süresince önemli değişimler olmadığını belirtmiştir. Gonzalez-Rodriguez vd. (2002), dumanlanmış ve vakum paketlenmiş tatlı su balıklarının buzdolabı sıcaklığında muhafazasında pH değerlerini 5,65– 6,06 arasında belirlemiştir.

Kaba vd. (2009), dumanlanmış balıkların pH değerinin 5,4 ile 6,9 arasında olduğunu bildirmiştir. Özgür (2005), çalışmasında dumanlama ve muhafaza sırasında pH'da meydana gelen artışın, ısı etkisinden ve proteinlerin parçalanmasından meydana geldiğini belirtmiştir. Gökkuşluğu alabalığı ile yapılan bir çalışmada soğuk dumanlanmış örneklerde pH değerinin raf ömrünün sonuna doğru önemli bir azalış gösterdiği, sıcak dumanlanmış örneklerde ise düzensiz değişimlerin ortaya çıktığı belirlenmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Berlam balıklarının (*Merluccius merluccius*) buzda muhafazasında (2 ± 1 °C) pH'da düzenli bir artış görülmüş, 19. günde sınır değerini (pH 7) aşmış ve bu artışa amonyak ve TMA gibi maddelerin birikmesinin neden olduğu belirtilmiştir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001).

Kitosan filmle kaplanarak -3 °C'de 30 gün muhafaza edilen gümüşü sazanların (*Hypophthalmichthys molitrix*) pH değerlerinin başlangıçta azalmasına balıktaki CO₂ çözülmesi, daha sonraki artışa ise amonyak ve TMA (Trimetilamin) gibi uçucu azotlu bileşikler ile endojen ve mikrobiyal enzimlerin sebep olduğu vurgulanmıştır (Fan vd., 2009).

Sathivel (2005), pembe salmonların pH değerini başlangıçta 6,63 olarak, 3 ay dondurarak muhafazası (-20 °C) sonrasında kitosan kaplanmış olanlarda 6,4 olarak tespit etmiştir. Bu değer protein filmle kaplanmış olanların pH değerinden (6,7) daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Muşabak (2008), kitosanla kaplama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın palamut balıklarının (*Sarda sarda*) kimyasal parametrelerini araştırdığı çalışmada, kitosan ile kaplamanın palamut balığı filetolarının pH değerini etkilemediğini belirtmiştir.

Souza vd. (2010), kitosanın etkisini araştırdıkları çalışmada yenilebilir kitosan film kaplanmış salmon (*Salmo salar*) filetolarının 0 °C’de muhafazasında, başlangıçta kontrol grubu ile kitosan film kaplanmış filetoların pH değerlerindeki farkı önemsiz ($P>0,05$) bulmuş, fakat 6 günlük muhafaza sonrasında her iki örnek grubunda da artış gözlemekle birlikte kitosan filmle kaplanmış filetoların pH değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ($P<0,05$) oranda düşük olduğunu tespit etmiştir.

Erkan (2012), sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarının vakum paketlenerek 2 ± 1 °C’de muhafazasında % 1 oranındaki kekik ve sarımsak yağının etkilerini 7 hafta süreyle incelemiş ve başlangıçta pH değerini 5,83 olarak tespit etmiştir. Muhafaza süresi sonunda pH değerlerini kontrol grubunda 5,58 olarak belirlerken, kekik yağı ilave edilmiş örneklerde 5,91 ve sarımsak yağı ilave edilmiş örneklerde 5,48 olarak belirlemiştir. Erkan vd. (2011), çalışmalarında lüfer balığı filetolarına % 1 oranında kekik ve defne uçucu yağı ilave ederek plastik filmle paketlenmiş ve 2 °C’de 13 gün muhafaza etmiştir. Başlangıçta pH değeri 5,74 olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresi sonunda pH değeri kontrol grubunda 6,68 olarak belirlenirken, kekik uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 6,45 ve defne uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 6,41 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin sınır değerini aşmadığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda tüm örnek gruplarında pH değerlerinin genel olarak düzensiz bir değişim içerisinde olduğu ancak muhafaza süresi sonunda sınır değerini aşmadığı görülmüştür (Şekil 4.2).

5.2.2. TVB-N analizlerinin değerlendirilmesi

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde ette biriken TVB-N miktarının ölçülmesi en fazla kullanılan bozulma parametrelerinden birisidir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001). TVB-N değeri su ürünlerinin muhafaza süresine bağlı olarak artmaktadır (Erdem vd., 2005). Cadun vd. (2005), 15-20 mg N/100 g TVB-N değerini iyi, 50 mg N/100 g TVB-N değerini kötü kalite olarak bildirmiştir. TVB-N tüketilebilirlik limit değeri balık türlerine göre değişmektedir. Avrupa Birliği Komisyon Raporuna göre 35 mg/100 g üst sınır değer olarak bildirilmiştir (EEC, 1995). Su ürünlerinde TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırması 100 g balıkta 25 mg’a kadar çok iyi, 30 mg’a

kadar iyi, 35 mg'a kadar pazarlanabilir, 35 mg'dan fazlası bozulmuş olarak kabul edilir (Varlık vd., 1993; Çaklı, 2007).

Araştırmamızda Kf ve Kk örneklerinde başlangıç TVB-N değerlerinin muhafaza sürelerinin sonunda istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) oranda değiştiği (Çizelge 4.2, Çizelge 4.5) belirlenirken, Kt ve By örneklerinde ise meydana gelen değişimler önemsiz ($P>0,05$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4). TVB-N bozulma sınır değerleri muhafaza sırasında hiçbir örnek grubunda aşılmamıştır (Şekil 4.3). En yüksek TVB-N değeri tüm örnek grupları içerisinde Kf örneklerinde bozulmanın tespit edildiği 42. günde $31,93\pm0,84$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

Dumanlanmış balığın TVB-N içeriğinin, hammadde kalitesine, salamura derişimine, dumanlama teknolojisine, elde edilen ürünün paketlenme şekline ve depolama koşullarına göre değişebileceği bildirilmiştir (Bilgin vd., 2007). Sıcak dumanlanan gökkuşığı alabalıkları (*Salmo gairdneri*) buzdolabı koşullarında depolandığında başlangıçta 17 mg/100 g olan TVB-N değerinin depolamanın 60. gününde 62 mg/100 g'a ulaştığı belirlenmiştir (Gökoğlu ve Varlık, 1992). Araştırmamızda Kf örneklerinde muhafaza süresi sonunda başlangıca göre TVB-N değerinin arttığı ancak bozulma için bildirilen sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

Jeon vd. (2002), kitosan film kaplanmış Atlantik ringa ve Atlantik morina balıklarının buzdolabı koşullarında (4 ± 1 °C) 12 gün muhafazası sonunda TVB-N değerlerinde kontrol grubuna oranla kaplanmış örneklerde % 33-50 oranında daha düşük değerler elde etmiş ve kitosanın kimyasal bozulmayı geciktirdiğini belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada da kaplama yapılmış Kt, By ve Kk örneklerinde 42. günde elde edilen TVB-N değerleri, kaplama yapılmamış Kf örneklerinden elde edilen değere göre daha az oranda artmasıyla benzerlik göstermektedir.

Bolat vd. (2009)'nin yaptıkları çalışmada, dumanlanmış gökkuşığı alabalığı filetolarına kitosan filmle kaplama işleminin 4 ± 1 °C'de muhafazasında TVB-N içeriği, tüm deneme gruplarında depolamaya bağlı olarak önemli ($P<0,05$) artışlar göstermekle birlikte TVB-N içeriğindeki en hızlı artış kontrol grupları olan taze ve sıcak dumanlanmış örneklerde gerçekleşmiştir. Fan vd. (2009), kitosan film kaplanarak -3 °C'de 30 gün muhafaza edilen gümüşü sazanların TVB-N değerlerini

başlangıçta 7,3 mg/100 g tespit etmiş, TVB-N değerlerinin muhafaza süresince düzenli olarak artmasına rağmen hiçbir örnekte sınır değerini aşmadığını belirlemiştir. Ayrıca kitosan filmin TVB-N üzerinde sınırlayıcı etki göstererek bozulmayı geciktirdiğini tespit etmiştir. Muşabak (2008), kitosanla kaplama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın palamut balığının kimyasal parametrelerini araştırdığı çalışmada, kitosan ile kaplanan fileto grubunda ortalama TVB-N değerinin en düşük düzeyde kaldığını ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında farkın istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçtan kitosan ile kaplamanın palamut balığı filetolarının bozulmasını geciktirdiği vurgulanmıştır. Souza vd. (2010)'nin kitosanın etkisini araştırdıkları çalışmada yenilebilir kitosan film kaplanmış salmon filetolarının 0 °C'de muhafazasında başlangıçta TVB-N değerlerinin kontrol grubu ile kitosan film kaplanmış filetolarda iyi kalite (8,05-8,06 mg/100 g) olduğu, muhafaza süresi sonunda ise TVB-N değerlerinin kontrol grubunda 32,70 mg/100 g, kitosan film kaplanmış filetolarda 28,09 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen farkın kitosanın etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Araştırmamızdan elde ettiğimiz bulgularla yapılan çalışmaların sonuçları paralellik göstermektedir (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5).

Erkan (2012), sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarının vakum paketlenerek 2 ± 1 °C'de muhafazasında % 1 oranında kekik ve sarımsak yağının etkilerini 7 hafta süreyle incelemiştir. Başlangıçta tespit edilen TVB-N değeri 23,22 mg/100 g iken, çalışmanın sonunda TVB-N değeri kontrol grubunda 33,82 mg/100 g, sarımsak yağı ilave edilmiş örneklerde 26,74 mg/100 g ve kekik yağı ilave edilmiş örneklerde ise 24,16 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçların vakum paketlenme ile birlikte kekik ve sarımsak yağının ortak etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Erkan vd. (2011), lüfer balığı filetolarına % 1 oranında kekik ve defne uçucu yağı ilave ederek plastik filmle paketlenmiş ve 2 °C'de 13 gün muhafaza ederek raf ömürlerini belirlemeye çalışmıştır. Başlangıçta tespit edilen TVB-N değeri 5,76 mg/100 g iken 9. günde TVB-N değeri kontrol grubunda 26,10 mg/100 g, kekik uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 13. günde 28,14 mg/100 g ve defne uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde ise 13. günde 31,17 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre kekik ve defne uçucu yağı ilave edilmiş örneklerin TVB-N değerlerindeki fark önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.

Ojagh vd. (2010), % 2 kitosan filmle ve % 2 kitosana %1,5 oranında tarçın yağı ilave ederek hazırladığı filmle kapladığı gökkuşağı alabalıklarını buzdolabı koşullarında 16 gün muhafaza etmiştir. Başlangıçta TVB-N değerlerini kontrol grubunda 12,13 mg/100 g, kitosana tarçın yağı ilave edilmiş grupta 9,33 mg/100 g olarak tespit etmiştir. TVB-N değerleri muhafaza süresine bağlı olarak önemli ($P<0,05$) oranda artış göstermiştir. Muhafaza süresi sonunda kitosana tarçın yağı ilave edilmiş filmle kaplanan örneklerde TVB-N değerinin (14,23 mg/100 g), kitosanla kaplanmış örneklerin TVB-N değerinden (22,86 mg/100 g) ve kontrol grubu örneklerinin TVB-N değerinden (42,93 mg/100 g) önemli ($P<0,05$) oranda düşük olduğu görülmüştür.

Araştırmamızda da uçucu yağ ilave edilmiş örneklerin TVB-N değerlerinde kontrol (Kf) grubuna göre daha az artış tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5).

5.2.3. TBA analizlerinin değerlendirilmesi

Ürünün bozulmasına neden olan değişimlerden biri de yağ oksidasyonudur. Okside olmuş ürünlerde acımsı bir tat ve sarı kahverengi bir renk oluşur. Yağ oksidasyonunu ifade eden kriterlerden biri de tiyobarbitürik asit sayısıdır. Araştırmacılar göre TBA sayısı çok iyi bir materyalde 3'ten az olmalı, iyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 arasındadır (Varlık vd., 1993; Cadun vd., 2005).

Yaptığımız çalışmada en yüksek TBA değeri Kf örneğinde 14. günde ($2,03\pm0,53$ mg MDA/kg) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Muhafaza süresince TBA değerleri hiçbir örnek grubunda bozulma sınır değerini geçmemiş ve 3 mg MDA/kg'ın altında kalmıştır (Şekil 4.4).

Kim ve Thomas (2007), çalışmalarında, kitosanın antioksidatif aktivitesini belirlemek amacıyla salmon balıklarına farklı molekül ağırlıklarında kitosan ilave ederek 4 °C'de 15 gün muhafaza etmiş ve çalışmanın sonunda kitosan ilave edilmiş örneklerin TBA değerlerinin kontrol gruplarına göre daha düşük olduğunu, ayrıca kitosan oranının arttıkça antioksidatif özelliğinin daha da arttığını belirlemiştir. Shaidi vd. (2002), pişirilmiş Atlantik morina balıklarında kitosanın antioksidan

olarak etkinliğini araştırdıkları çalışmada kitosanlı grupta TBA değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu ve kitosanın etkinliğinin kullanılan kitosan oranına bağlı olarak arttığını tespit etmiştir. Jeon vd. (2002), kitosan film kaplanmış Atlantik ringa ve Atlantik morina balıklarının buzdolabı koşullarında (4 ± 1 °C) 12 gün muhafazası sonunda TBA değerlerinde kontrol grubuna oranla kaplanmış örneklerde daha düşük değerler elde etmiş ve kitosanın antioksidan etkisi olduğunu belirlemiştir.

Sathivel (2005), tarafından kitosan ve protein filmle kaplanmış pembe salomonların üç aylık dondurularak (-20 °C) muhafazası sonunda TBA değerleri kontrol grubunda 3,3 mg MDA/kg, % 1 kitosanla kaplanmış örneklerde 1,1 mg MDA/kg ve % 2 kitosanla kaplanmış örneklerde 1,0 mg MDA/kg olarak tespit etmiştir. Bu sonuçlar neticesinde kitosanın lipid oksidasyonuna karşı etkili olduğu kanısına varmıştır.

Kitosan kaplanarak -3 °C'de 30 gün muhafaza edilen gümüşü sazanlarda TBA değerleri başlangıçta eşit (0,38 mg MDA/kg) olmasına karşın muhafaza süresinin 15. gününde kontrol grubunda 2,32 mg MDA/kg'a ulaşmıştır. Kitosan kaplanmış örneklerde ise muhafaza süresi (30 gün) sonunda TBA değerinin 0,83 mg MDA/kg olduğu tespit edilmiştir. TBA değerinin kitosan kaplanmış örneklerde kontrol grubuna göre önemli miktarda düşük olmasına kitosanın antioksidatif özelliğinin neden olduğu düşünülmüştür (Fan vd., 2009). Souza vd. (2010), kitosan film kaplanmış salomon filetolarının 0 °C'de muhafazasında, başlangıçta kontrol grubunun TBA değerini 0,29 mg MDA/kg tespit etmiş ve yenilebilir kitosan film kaplanmış filetolarla arasındaki farkı önemsiz ($P>0,05$) bulmuştur. 8 günlük muhafaza sonunda ise kontrol grubunun TBA değeri 1,76 mg MDA/kg'a yükselirken kitosan film kaplanmış filetolarda 1,08 mg MDA/kg'da kalmış ve fark istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Elde edilen değerlerin kitosanın antioksidan ve oksijen bariyeri olarak etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Çalışmamızda TBA değerinin, kontrol grubuna göre kitosanla kaplanmış örneklerde (Kt) muhafaza süresinin sonunda daha düşük kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

Yapılan bir çalışmada kitosanla kaplanmış deneme gruplarının çoğunda TBA değeri bakımından önemli bir koruyuculuk belirlenmemiş ve bunun nedeni olarak, kitosan solüsyonunun hazırlanmasında kullanılan zayıf asitin ya da filetoların kitosan jellere

daldırıldıktan sonra kaplama materyalinin kurutulması amacıyla 40 °C’de 30 dakika bekletilmesi düşünülmüştür (Bolat vd., 2009). Kitosanla kaplama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın palamut balığının kimyasal parametrelerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, kitosan ile kaplanan fileto grubunda ortalama en yüksek TBA değeri kitosan ile kaplanmış grupta tespit edilmiştir. Bu durum yağlı balıkların muhafazasında istenmeyen bir sonuçtur. Kitosanın bu çalışmada prooksidan özellik göstermesi kitosan solüsyonunun hazırlanmasında kitosanın suda çözünmemesinden dolayı kullanılan zayıf asitin rol oynadığı düşünülmüştür. Çünkü asidik ortamlar lipid oksidasyonu artırmaktadır. Sonuçta, kitosan ile kaplamanın balıklarda bozulmayı engellediği fakat kitosandan kaplama materyali hazırlanırken zayıf asit kullanımının, kitosanın TBA değerlerini yükselttiği görülmüştür. Bu nedenle, bu araştırma verileri dikkate alınarak laktik asit dışındaki farklı zayıf asit çözeltileri ile hazırlanacak olan kitosan solüsyonlarının balık eti muhafazasında denenmesi gerektiği bildirilmiştir (Muşabak, 2008).

Erkan (2012), çalışmasında sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarının vakum paketlenerek 2 ± 1 °C’de muhafazasında % 1 oranında kekik ve sarımsak yağının etkilerini 7 hafta süreyle incelemiştir. Başlangıçta TBA değeri 0,77 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda 3 hafta sonunda en yüksek değere ulaşan TBA miktarı daha sonra düşmüştür. Benzer sonuçlar diğer örneklerde de görülmüştür. En düşük TBA değeri ise kekik ilave edilmiş örneklerde görülmüş ve bu duruma kekiğin antioksidan özelliğinin sebep olduğunu düşünmüştür. Erkan vd. (2011), lüfer balığı filetolarına % 1 oranında kekik ve defne uçucu yağı ilave ederek plastik filmle paketlenmiş ve 2 °C’de 13 gün muhafaza ederek raf ömürlerini belirlemeye çalışmıştır. Başlangıçta tespit edilen TBA değeri 1,24 mg MDA/kg iken muhafaza süresi sonunda kontrol grubunda 1,75 mg MDA/kg, kekik uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 0,90 mg MDA/kg ve defne uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 2,35 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir.

Ojagh vd. (2010), % 2 kitosan filmle ve % 2 kitosana %1,5 oranında tarçın yağı ilave ederek hazırladığı filmle gökkuşağı alabalıklarını kaplayarak buzdolabı koşullarında 16 gün muhafaza etmiştir. Başlangıçta TBA değerlerini kontrol grubunda 0,09 mg MDA/kg, kitosana tarçın yağı ilave edilmiş grupta 0,08 mg MDA/kg olarak tespit etmiştir. TBA değerleri muhafaza süresine bağlı olarak artmıştır. Muhafaza süresi

sonunda kitosana tarçın yağı ilave edilmiş filmle kaplanan örneklerde TBA değerinin (0,21 mg MDA/kg), kitosana kaplanmış örneklerin TBA değerinden (0,22 mg MDA/kg) ve kontrol grubu örneklerinin TBA değerinden (0,24 mg MDA/kg) önemli ($P<0,05$) oranda düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda muhafaza süresi sonunda kontrol grubunun TBA değeri ile uçucu yağların kullanıldığı örnek gruplarının TBA değerleri arasındaki farkın önemsiz ($P>0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

5.3. Mikrobiyolojik Analizlerin Değerlendirilmesi

Su ürünlerinde tüketilebilirliğin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden birisi de mikrobiyolojik değerlendirmelerdir. Taze balık ve balık ürünleri mikrobiyolojik bozulma kriteri üst limiti 10^6 - 10^7 kob/g (6-7 log kob/g) olarak kabul edilmektedir (ICMSF, 1986; Çaklı, 2007; Sallam, 2007).

Araştırmamızda muhafaza süresince örneklerin TMAB, TPAB ve K bakteri analizleri yapılmış, başlangıçta herhangi bir bakteri gelişimi kaydedilmemiştir. Bu durumun dumanlamanın ve uygulanan sıcaklığın mikroorganizmalar üzerindeki etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. K bakteri ise muhafaza süresince hiçbir örnek grubunda izlenmemiştir.

TMAB, Kf örneklerinde 21. günden, Kt ve By örneklerinde 28. günden, Kk örneklerinde 35. günden itibaren izlenmeye başlanmıştır (Şekil 4.5). Muhafaza süresince yapılan analizlerde TMAB tespit edildikten sonra örneklerin kendi arasındaki TMAB gelişimi genel olarak günlere göre önemli ($P<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Buna rağmen hiçbir örnek grubunda TMAB sayısı muhafaza süresi sonunda sınır değerini (6-7 log kob/g) aşmamıştır.

TPAB, By örneklerinde 14. günden, Kf ve Kk örneklerinde 21. günden, Kt örneklerinde 28. günden itibaren tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Muhafaza süresince yapılan analizlerde TPAB tespit edildikten sonra örnek grupları kendi arasında

değerlendirildiğinde TPAB sayısı genel olarak muhafaza süreci ile artmıştır. Buna rağmen hiçbir örnek grubunda TPAB sayısı sınır değerini (6-7 log kob/g) aşmamıştır.

Tüm örnek grupları içerisinde Kk örneklerinin 42. gündeki TMAB ve TPAB sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5, Şekil 4.6). Bu sonucun karışıma ilave edilen kekik uçucu yağının antimikrobiyal etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), farklı dumanlama teknolojilerinin raf ömrüne etkisini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada sıcak ve soğuk dumanlanmış gökkuşağı alabalığı örneklerinin 4 ± 1 °C’de TMAB ve TPAB sayılarının genel olarak her iki teknolojiye de arttığını belirlemiştir. Diler vd. (2002), sıcak dumanladıkları eğrez balığında (*Vimba vimba tenella*) TMAB sayısının muhafaza süresince arttığını bildirmiştir. Çalışmaların sonuçları ile bulgularımız paralellik göstermektedir (Çizelge 4.6).

Et ürünlerinin kitosan filmle kaplanıp ışınlama uygulandığı bir araştırmada, kitosanın et ürünlerinde güvenle kaplama materyali olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Rao vd., 2005). Ouattara vd. (2000), kitosan filmle kaplanmış ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiş et ürünlerinde bakteri faaliyetlerini araştırmış ve kitosan film tabakasının bakteri faaliyetlerini azalttığını tespit etmiştir. Taha ve Swailam (2002), balıktan izole edilen bir mikroorganizma üzerinde kitosan konsantrasyonunun etkisini araştırmış ve konsantrasyonla doğru orantılı olarak mikroorganizma gelişiminin yavaşladığını saptamıştır.

Souza vd. (2010), kitosanın etkisini araştırdıkları çalışmada yenilebilir kitosan film kaplanmış salmon filetolarının 0 °C’de muhafazasında başlangıçta kontrol grubu ve kitosan film kaplanmış salmon filetolarında TMAB sayılarını birbirine yakın (3,02 log kob/g) bulmuştur. Muhafazanın ilk 6 gününde her iki örnek grubunda da benzer TMAB sayıları elde edilirken daha sonraki 6 gün sonunda bakteri gelişimi artmış ve 15. günde kitosan film kaplanmış salmon filetolarında TMAB sayısı 6,88 log kob/g’a, kontrol grubunda ise 12. günde 7,05 log kob/g’a ulaşarak sınır değerini (7 log kob/g) geçmiştir. Yenilebilir kitosan filmin sağlamış olduğu 3 günlük raf ömrü gelişimin kitosanın antimikrobiyal etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

% 1 ve % 2 oranında kekik uçucu yağı ilave edilmiş kitosan filmlerin, salam örneklerinde 10 °C’de 5 gün muhafaza sonunda *E. coli* O157:H7 sayısını yaklaşık 3 log kob/g düzeyinde, *Listeria monocytogenes* sayısını ise 3,6 ve 4 log kob/g azalttığı bildirilmiştir (Zivanovic vd., 2005). Kitosan ve uçucu yağ içeren kitosan solüsyonları ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *L. monocytogenes*’e karşı antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmada kekik ve karanfil uçucu yağları yenilebilir film solüsyonlarına % 0,5 ve % 1 oranında ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan kaşar peyniri dilimleri *L. monocytogenes* ile 5 log kob/g düzeyinde kontamine edilerek hazırlanan filmler ile kaplanmış ve 4 °C’ de 14 gün muhafaza edilmiştir. Muhafaza periyodu sonunda kontrol grubuna nazaran yenilebilir filmler ile kaplanmış örneklerde *L. monocytogenes* sayısı 1,18 log kob/g ile 2,39 log kob/g arasında daha düşük tespit edilmiştir. Genel olarak kekik uçucu yağı içeren filmlerin karanfil uçucu yağı içeren filmlere nazaran daha güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Torlak ve Nizamlıoğlu, 2009). Katkısız kitosan solüsyonu, kitosana % 0,5 ve % 1 oranlarında kekik ve karanfil uçucu yağı içeren kitosan solüsyonları ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7’ye karşı antimikrobiyal etkinliklerinin kaşar peyniri üzerinde değerlendirildiği çalışmada muhafaza periyodu sonunda tüm film tiplerinin her iki patojene karşı antimikrobiyal etkinliği kontrol grubuna nazaran önemli ($P<0,05$) düzeyde bulunmuştur. Kontrol grubuna nazaran yenilebilir filmler ile kaplanmış örneklerde *S. aureus* sayısı 0,90 log kob/g ile 2,66 log kob/g arasında ve *E. coli* O157:H7 sayısı 0,75 log kob/g ile 2,32 log kob/g arasında daha düşük tespit edilmiştir (Torlak ve Nizamlıoğlu, 2011).

Erkan vd. (2011), lüfer balığı filetolarına % 1 oranında kekik ve defne uçucu yağı ilave ederek plastik filmle paketlenmiş ve 2 °C’de 13 gün muhafaza ederek raf ömürlerini belirlemeye çalışmıştır. Başlangıçta TMAB sayısı 3 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda TMAB sayıları kontrol grubunda 5,78 log kob/g, kekik uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 5,30 log kob/g ve defne uçucu yağı ilave edilmiş örneklerde 4,30 log kob/g olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ kullanılan örneklerin kontrol grubuna göre TMAB sayısını sınırladığı tespit edilmiştir.

Araştırmamızda kekik uçucu yağı ile zenginleştirilmiş filmlerle kaplanan örnek grubunda mikroorganizma gelişiminin diğer gruplara göre daha sınırlı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9).

5.4. Duyusal Analizlerin Değerlendirilmesi

Gıdaların raf ömrünü belirleyen en önemli kriter duyusal analiz sonuçlarıdır. Duyusal analiz sonuçları uygun olmayan bir ürün tüketime sunulmaz (Gökoğlu, 1994). Duyusal değerlendirmeler, balık endüstrisindeki kalite ve tazeliğin belirlenmesinde her zaman anahtar role sahiptir. Duyusal analiz görme, koklama, tatma, duyma ve dokunma duyuları ile algılanmış gıda karakteristiklerini ölçmek, analiz etmek ve yorumlamak olarak tanımlanır. Dış görünüm, koku ve renk gibi özellikler kalite kontrolünde hala çok önemlidir (Çaklı, 2007).

Çalışmamızda panelistlerden örnekleri renk, görünüm, tat, koku ve tekstür yönünden 0-10 puan arasında değerlendirmeleri istenmiş ve örnekler bu parametreler açısından ayrı ayrı puanlamaya tabi tutulmuştur. Değerlendirme parametrelerinin herhangi birinden <3 puan alan örnek tüketilemez olarak değerlendirilmiştir.

Renk açısından yapılan değerlendirmelerde; bütün örnek gruplarında bozulma sınır değeri muhafaza günlerinin sonunda aşılmıştır. Kf ($1,12 \pm 0,88$) ve Kt ($2,00 \pm 0,53$) örneklerinde 42. günde, By ($1,56 \pm 0,44$) örneklerinde 49. günde, Kk ($2,12 \pm 0,67$) örneklerinde 63. günde renk değerleri bozulma sınırının altında kalmış ve tüketilemez olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.7).

Görünüm açısından yapılan değerlendirmelerde; bütün örnek gruplarında bozulma sınır değeri muhafaza günlerinin sonunda aşılmıştır. Kf ($1,00 \pm 0,87$) ve Kt ($1,25 \pm 0,84$) örneklerinde 42. günde, By ($0,33 \pm 0,24$) örneklerinde 49. günde, Kk ($0,75 \pm 0,25$) örneklerinde 63. günde görünüm değerleri bozulma sınırının altında kalmış ve tüketilemez olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.8).

Tat açısından yapılan değerlendirmelerde; en yüksek beğeniyi 0. gün hariç değerlendirmenin yapıldığı diğer günlerde Kk örnekleri almıştır (Çizelge 4.10). Kk örnekleri, renk ve görünüm yönünden bozulmanın tespit edildiği 63. günde tat

değerlendirmesinde sınır değerinin biraz üstünde kalmıştır ($3,50\pm0,50$). Tat değerleri Kf örneklerinde ($0,50\pm0,16$) ve Kt örneklerinde ($0,25\pm0,16$) 42. günde, By örneklerinde ($0,67\pm0,33$) 49. günde bozulma sınırının altına inmiş ve tüketilemez olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.9).

Koku açısından yapılan değerlendirmelerde; By örneklerinde 49. günde ($1,78\pm0,62$) koku değeri bozulma sınır değerini aşmış ve tüketilemez olarak değerlendirilmiştir. Kf, Kt ve Kk örneklerinde muhafaza sürelerinin sonunda bozulma sınır değerlerinin aşılmadığı görülmüştür (Çizelge 4.10, Şekil 4.10)

Doku yapısının ele alındığı tekstür değerlendirmelerinde 42. güne kadar gruplar arasında verilen puanlarda önemli farklılıklar görülmezken ($P>0,05$), 42. gün ve sonrasında yapılan değerlendirmelerde farklar önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Tüm gruplarda tekstür puanları 21. günden itibaren düşüş göstermiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.11). Tekstür bozulma sınır değerleri Kf ($1,00\pm0,32$) ve Kt ($1,20\pm0,58$) örneklerinde 42. günde, By ($1,56\pm0,58$) örneklerinde 49. günde aşılmış ve tüketilemez olarak değerlendirilmiştir. Kk ($3,13\pm0,72$) örneklerinde ise bozulmanın tespit edildiği 63. günde hala bozulma sınır değerinin aşılmadığı görülmüştür (Çizelge 4.10, Şekil 4.11).

Çalışmamızın duyuusal analizleri sonucunda tüm gruplarda görünüm, renk, koku, tat ve tekstür değerlerinde depolama süresine bağlı bir azalma tespit edilmiş, bununla birlikte uçucu yağlarla zenginleştirilmiş yenilebilir kitosan filmle kaplanmış örneklerde raf ömrünün kontrol grubuna (Kf) göre arttığı tespit edilmiştir.

Sathivel (2005), tarafından kitosan ve protein filmle kaplanmış pembe salmonların 3 aylık dondurularak ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) muhafaza sonrasında kitosanla kaplamanın verim, renk ve su kaybı üzerine etkisi araştırılmış ve kitosanla kaplanan ürünlerle kaplanmayanlar arasında renk bakımından fark olmadığı belirlenmiştir.

Kim ve Son (2004), düşük ve yüksek yoğunluklu kitosan ilavesi yapılan TOFU (Soya lor peyniri) ürünlerinin $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de yapılan muhafazasında depolamaya bağlı olarak ekşi tadın artış gösterdiğini, kitosan ilavesinin aromayı çok az etkilediğini, gruplar arasındaki farkın önemsiz ($P>0,05$) olduğunu belirlemiştir. Aynı çalışmada

sertlik değerinin depolama süresince azaldığı, bu azalışın da istatistiksel olarak önemli olduğu, tekstür ve doku sıklığı bakımından depolamaya bağlı bir azalışın görüldüğü, özellikle yüksek yoğunluklu kitosanın TOFU ürünlerinin raf ömrünü uzatmada etkili olduğu saptanmıştır. Yüksek yoğunluklu kitosan ilavesi yapılan TOFU ürünlerinde rengin 10. günde neredeyse hiç değişmediği bildirilmiştir.

Izgarada pişirilmiş ve soğutulmuş domuz etinin kalitesinde, vakumda paketlenme ve kitosan filmle kaplanarak vakumda paketlenme yöntemlerinin 2 ± 1 °C’de muhafazasında etkilerinin araştırıldığı çalışmada her iki metot arasında muhafaza süresince tekstür açısından istatistiki olarak farkın önemsiz ($P>0,05$) olduğu, 35 günlük muhafaza sonunda koku ve renk değerlerinde tüm gruplarda azalma görüldüğü belirlenmiştir. Buna rağmen kitosanla kapladıktan sonra vakumda paketlenmenin ürünün raf ömrünü yaklaşık 2 hafta uzattığı tespit edilmiştir (Yingyuad vd., 2006).

Fan vd. (2009), -3 °C’de 30 günlük depolama süresince % 2 kitosan solüsyonu ile kaplanan gümüşi sazanların kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine yaptıkları çalışmada, kontrol grubu ve kitosan film ile kaplanmış örnekler duyusal özellikler açısından karşılaştırıldıklarında raf ömürlerinin uzadığı ve kalitelerinin koruduğu saptanmıştır.

Benzer şekilde Bolat vd. (2009), çalışmalarında dumanlanmış ve kitosan filmle kaplanmış gökkuşaağı alabalığı filetoalarının duyusal analizleri sonucu tüm gruplarda görünüm, renk, koku, tat ve tekstür değerlerinde depolama süresine bağlı bir azalma tespit etmiştir.

Erkan (2012), çalışmasında sıcak dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı filetoalarının vakum paketlenerek 2 ± 1 °C’de muhafazasında % 1 oranında kekik ve sarımsak yağının etkilerini 7 hafta süreyle incelemiştir. Tekstür, koku ve tat değerlendirmelerinde kontrol grubu örneklerinin 5 hafta, sarımsak yağı ilave edilmiş örneklerin 6 hafta ve kekik yağı ilave edilmiş örneklerin ise 7 hafta sonunda kabul edilebilir değerlerde olduğunu belirlemiştir.

Ojagh vd. (2010), % 2 kitosan filmle ve % 2 kitosana %1,5 oranında tarçın yağı ilave ederek hazırlanan filmle gökkuşağı alabalıklarının kaplayarak buzdolabı koşullarında muhafaza etmiştir. Kitosana tarçın yağı ilave edilerek hazırlanan filmle kaplanmış örneklerin tüm duyusal parametreler açısından muhafaza süresince önemsiz bir değişim gösterdiğini ($P>0,05$) belirlemiştir.

Elde ettiğimiz duyusal değerlendirme sonuçlarının yapılan çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Yenilebilir kitosan kaplama solüsyonuna ilave edilen kekik ve biberiye uçucu yağlarının duyusal parametreler ve raf ömrü üzerinde olumlu etkisinin olduğu söylenebilir.

5.5. Sonuç

Araştırmamızda örneklerin tamamında muhafaza süresince elde edilen bulgular pH, TVB-N, TBA ve mikrobiyolojik açıdan ürünlerin bozulma sınırını geçmediğini göstermiştir. Örneklerimizdeki bozulma duyusal değerlendirme sonuçları ile belirlenmiştir. Buna göre hiçbir işlem uygulanmamış sıcak dumanlanmış örnekler ve kitosan film solüsyonu ile kaplanmış örnekler 42. günde, kitosan film solüsyonuna biberiye uçucu yağı ilave edilmiş solüsyonla kaplanmış örnekler 49. günde, kitosan film solüsyonuna kekik uçucu yağı ilave edilmiş solüsyonla kaplanmış örnekler 63. günde bozulma sınır değerlerini aşmıştır.

Çalışmamızda biberiye ve kekik uçucu yağları ilave edilerek hazırlanmış yenilebilir kitosan film solüsyonu ile kaplanmış örneklerin duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları değerlendirildiğinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle kekik uçucu yağı antimikrobiyal özellik göstererek mikroorganizma gelişimini sınırlamış, aynı zamanda duyusal beğeniyi arttırmış ve muhafaza süresini uzatmıştır.

Yenilebilir kitosan film solüsyonuna ilave edilecek uçucu yağ oranlarının belirlenmesinde duyusal analiz sonuçlarının kriter olarak alınmasının, elde edilecek ürünlerin hedef kitlesinin tüketici olması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoalarının damak tadına uygun uçucu yağlarla zenginleştirilmiş kitosan filmle kaplanarak

pazarlanması, gerek raf ömrü, gerekse çevre dostu bir ürün elde edilmesi açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Benzer çalışmalarla araştırma alanının zenginleştirilmesinin su ürünleri işleme teknolojisinde ürün yelpazesinin genişletilmesi, ambalaj materyalinin geliştirilmesi ve raf ömrünün arttırılması bakımından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbaba, G., 2006. Yenilebilir Ambalajlar. Bilim ve Teknik Dergisi, 469, 30-32.
- Alak, G., Kocaman, M.E., 2008. Sağlıklı Beslenmede Su Ürünlerinin Yeri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Altuğ, T., Elmacı, Y., 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım, 150s, İzmir.
- Angiş, S., Oğuzhan, P., Atamanalp, M., 2006. Soğuk Tütsülenmiş ve Mangalda Pişirilmiş Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda Duyusal Kalite Kriterlerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23, 337-338.
- Antalya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2010. Alabalık Yetiştiriciliği. Erişim Tarihi: 16.09.2013.
http://www.antalya-tarim.gov.tr/index_tr.asp?mn=16&bn=0&in=64
- Arslan, A., Çelik, C., Gönülalan, Z., Ateş, G., Kök, F., Kaya, A., 1997. Vakumlu ve Vakumsuz Aynalı Sazan (*Cyprinus Carpio* L.) Pastırmalarının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesinin İncelenmesi. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 21, 23-29.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils—A review. Food and Chemical Toxicology, 46, 446–475.
- Baydar, H., 2005. Yayla Kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis)’nde Farklı Toplama Zamanlarının Uçucu Yağ İçeriği ve Uçucu Yağ Bileşenleri Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 175-178.
- Bilen, G., 2009. Dondurulmuş Balığın Kalitesinde Doğal Antioksidanların Etkisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98s, İstanbul.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O., İzci, L., 2007. Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Sıcak Dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858’in Kimyasal Kompozisyonundaki Değişimlerin İncelenmesi. Journal of Fisheries Sciences.com, 1(2), 68-80.
- Bostan, K., Aldemir, T., Aydın, A., 2007. Kitosan ve Antimikrobiyal Aktivitesi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 37(2), 118-127.
- Bolat, Y., Bilgin, Ş., İzci, L., Günlü, A., Koca, S.B., Çetinkaya, S., 2009. Ekonomik Olarak Değerlendirilmeyen Tatlısu Yengeci Kabuklarından Kitin-Kitosan Eldesi ve Kitosanın Su Ürünlerinin Muhafazasında Kullanımı. Tübitak Proje No: 1070511, 75s, Isparta.

- Bourtoom, T., 2008. Edible films and coatings: Characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 1-12.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Botsoglou, E., Govaris, A., Papageorgiou, G., 2003. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, 65, 1193-1200.
- Burt, S., 2004. Essential oils their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.
- Cadun, A., Çalkı, Ş., Kışla, D., 2005. A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf life. *Food Chemistry*, 90, 53-59.
- Cuq, B., Gontard, N., Guilbert, S., 1995. Edible films and coatings as active layers. In Rooney, M.L. (Ed), *Active food packaging*, 111-142, Chapman & Hall, London, UK.
- Çabuk M., Yavuz, M., Hlavac, J., 2011. Biyobozunur ve Anti-kanserojen Kitosan/benzaldehit Modifikasyonu ve Nanokompozitinin Hazırlanması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(3), 247-251.
- Çaklı, Ş., 2007. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 696s, İzmir.
- Çalıkoğlu, E., Kıralan, M., Bayrak, A., 2006. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Çetinkaya, S., 2008. Eğirdir Gölü'nden Avlanan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'ndan Marinat Yapımı ve Bazı Besinsel Özelliklerinin Tespiti. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 126s, Isparta.
- Çoban, Ö.E., Patır, B., 2010. Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5, 7-19.
- Dadaloğlu, I., Evrendilek, G.A., 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), Bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula stoechas* L.), and Fennel (*Foeniculum vulgare*) on Common Foodborne Pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 8255-8260.
- Dastmalchi, K., Dorman, H.J.D., Oinonen, P.P., Darwis, Y., Laakso, I., Hiltunen, R., 2008. Chemical composition and in vitro antioxidative activity of a lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract. *Science Direct, LWT* 41, 391-400.

- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., Voilley, A., 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.
- Diler, A., Işıklı, B.I., Güner, A., Doğruer, Y., 2002. Sıcak Dumanlamanın Eğrez Balığının (*Vimba vimba tenella*) Kalitesine Etkisi. *Vet. Bil. Derg.* 18(3), 71-77.
- Diler, A., Güner, A., Altun, S., Ekici, S., 2008. Farklı Sıcaklık ve Hava Akım Hızında Kurutmanın Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperce*) Filetolarının Kalite Niteliklerine Etkisi. *Vet. Bil. Dergisi*, 24, 77-86.
- Duffes, F., 1999. Improving the control of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon. *Trends in Food Science and Tecnology*, 10, 211-216.
- Duman, S.S., Şenel, S., 2004. Kitosan ve Veteriner Alandaki Uygulamaları. *Veteriner Cerrahi Dergisi*, 10(3-4), 62-72.
- Dursun, S., Erkan, N., 2009. Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(4), 352-373.
- EEC, 1995. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used. Commission Decision 95/149/EEC of 8 March 1995, Official Journal of European Communities, L97, 84-87.
- Erdem, M.E., Bilgin, S., Çağlak, Emre., 2005. Tuzlama ve Marinasyon Yöntemleri ile İşlenmiş İstavrit Balığı'nın (*Trachurus mediterraneus*, STEİNDACHNER, 1868) Muhafazası Sırasında Kalite Değişimleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1-6.
- Erkan, N., 2012. The Effect of Thyme and Garlic Oil on the Preservation of Vacuum-Packaged Hot Smoked Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Bioprocess Technol*, 5, 1246-1254.
- Erkan, N., Özden, Ö., 2008. Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1579-1559.
- Erkan, N., Tosun, Ş.Y., Alakavuk, D.Ü., Ulusoy, Ş., 2009. Keeping Quality of Different Packaged Salted Atlantic Bonito "Lakerda". *Journal of Food Biochemistry*, 33(5), 728-744.
- Erkan, N., Tosun, Ş.Y., Ulusoy, Ş., Üretener, G., 2011. The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. *J. Verbr. Lebensm*, 6, 39-48.
- Ersoy, B., Yılmaz, A.B., 2003. Karabalık (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) Köftesinin Dondurularak Muhafazası. *Turk J Vet Anim Sci*, 27, 827-832.

- Ertay, A.H., 2000. Tütülemenin Et Ürünlerindeki Etkileri. Gıda, 25(2), 107–111.
- Evren, M., Tekgüler, B., 2011. Uçucu Yağların Antimikrobiyel Özellikleri. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR, 09, 28-40.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y., 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115, 66-70.
- Garcia, M.A., Martino, M.N., 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.
- Gennadios, A., Hana, M.A., Kurth, L.B., 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 30, 337-350.
- Gimenez, B., Roncales, P., Beltran, J.A., 2005. The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality of salmon (*Salmo salar*) fillets packaged in modified atmosphere. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1033–1040.
- Gomez-Estaca, J., Montero, P., Gimenez, B., Gomez-Guillen, M.C., 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 105, 511–520.
- Gomez-Estaca, J., Lopez de Lacey, A., Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guillen, M.C., Montero, P., 2010. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. Food Microbiology, 27, 889-896.
- Gonzalez-Rodriguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A., Garcia-Lopez, M.L., 2002. Numbers and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level. International Journal of Food Microbiology, 77, 161-168.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry, 93, 511-520.
- Goulas, A.E., Kontaminas, M.G., 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. Food Chemistry, 100, 287-296.
- Gökoğlu, N., Varlık, C., 1992. Dumanlanmış Gökkuşığı Alabalığının (*Salmo gairdneri*, R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma. Gıda, 17(1), 61-65.
- Gökoğlu, N., 1994. Balık Köftesinin Soğukta Depolanması. Gıda, 19(3), 217-220.

- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, 157s, İstanbul.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, 366s, Isparta.
- Güngör, F.U., Bayraktar, N., Kaya, M.D., 2005. Geliştirilmiş İzmir Kekigi (*Origanum onites* L.) Klonlarının Kula Şartlarında Tarımsal ve Kalite Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(2), 196-200.
- Günlü, A., 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 Bioprocess Technol, DOI 10.1007/s11947-012-0833-6.
- Holley, R.A., Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology, 22, 273- 292.
- ICMSF, 1986. Microorganisms in Food 2: Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. Edition, University of Toronto Press, ISBN: 0802022936, 425p, Toronto
- İnanlı, A.G., Kuzgun, N.K., 2012. Uçucu Yağlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7, 28-35.
- İzci, L., 2004. Sıcak Dumanlama ve Tuzlama İşlemlerinin Kadife Balığı (*Tinca tinca* L.,1758)'nın Besinsel Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 127s, Isparta.
- İzci, L., Ertan, Ö.O., 2004. Dumanlama İşlemi Uygulanmış Kadife Balığı (*Tinca tinca* L.,1758)'nın Et Verimi ve Besin Bileşimindeki Değişimler, Tübitak, Turk J Vet Anim Sci, 28, 1037-1041.
- Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A., Shahidi, F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic Cod. Journal of Agricultural Food Chemistry, 50, 5167–5178.
- Kaba, N., Özer, Ö., Söyleyen, B., 2009. Dumanlama İşleminin Balık Kalitesine ve Raf Ömrüne Etkisi. 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz, Rize.
- Kandemir, N.S., 2006. Doğal Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Pullulan Film Uygulamanın Hazır Salatanın Raf Ömrüne Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 145s, İzmir.
- Karaman, S., Diğrak, M., Ravid, U., İlçim, A., 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. Journal of Ethno-pharmacology, 76, 183-186.

- Kaya, Y., Duyar, H.A., Erdem, M.E., 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4), 365-370.
- Kaya, Y., Turan, H., Erkoyuncu, İ., Sönmez, G., 2006. Sıcak Dumanlanmış Palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) Balığının Buzdolabı Koşullarında Muhafazası. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3), 457-460.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş., 2001. Paketleme Tekniklerinin Balık ve Kabuklu Su Ürünleri Mikrobiyal Florası Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1/2), 279-291.
- Kırpık, M., 2005. Çukurova Bölgesi Kıraç ve Taban Arazi Koşullarında Yetiştirilen Biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) Çesitlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 97s, Adana.
- Kim, K.W., Thomas, R.L., 2007. Antioxidative activity of chitosans with varying molecular weights. Food Chemistry, 101, 308-313.
- Kim, M., Son, I.S., 2004. Evaluation of microbiological, physicochemical and sensory qualities of chitosan tofu during storage. Journal of Food Quality, 27, 27-40.
- Kolsarıcı, N., Özkaya, Ö., 1998. Gökkuşluğu Alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi. Tr.J.of Veterinary and Animal Sciences, 22, 273-284.
- Korkut, S.O., 2008. Dumanlanmış Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın Farklı Paketlerde Buzdolabı Koşullarında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s, Afyon.
- Kundakçı, A., 1979. Et Teknolojisinde Tütsüleme. Gıda Dergisi, 4(1), 17-24.
- Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guillen, M.C., Perez-Mateos, M., Montero, P., 2005. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids, 19, 303-311.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Il-Shik, S., Dong-Suk, C., Suzuki, T., 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. Food Microbiology, 21, 657-666.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Il, S., Suzuki, T., 2006a. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. Food Chemistry, 99, 656-662.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Kawai, Y., Il-Shik, S., Suzuki, T., 2006b. 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.

- Muşabak, C., 2008. Kitosanla Kaplama ve Modifiye Atmosfer Ambalajlamanın Palamut (*Sarda sarda*) Filetolarının Kimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 43s, Erzurum.
- Nedorostova, L., Kloucek, P., Kokoska, L., Stolcova, M., Pulkrabek, J., 2009. Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria. Food Control, 20, 157-160.
- Nicholas, T.A., 2003. Antimicrobial use of native and enzymatically degraded chitosans for seafood applications. B.S. University of Maine, Master Thesis, 144p.
- No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W., Xu, Z., 2007. Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf Life of Foods: A Review. Journal of Food Science, 72(5), 87-100.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120, 193-198.
- Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., 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.
- Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., Lacroix, M., 2006. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of *pseudomonas putida* strain isolated from meat. Meat Science, 73, 236-244.
- Özgür, N., 2005. Kurbağa (RANA spp.) Bacağının Fume Olarak Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, İstanbul.
- Özkan, G., şimsek, B., Kuleasan, H., 2007. Antioxidant activities of *Satureja cilicica* essential oil in butter and in vitro. Journal of Food Engineering, 79, 1391-1396.
- Patır, B., Duman, M., 2006. Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Muhafazası Sırasında Oluşan Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 18(2), 189–195.
- Rao, M.S., Chander, R., Sharma, A., 2005. Development of Shelf-stable Intermediate-moisture Meat Products Using Active Edible Chitosan Coating and Irradiation. Journal of Food Science, 70, 325-331.
- Rasooli, I., Owlia, P., 2005. Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus paraciticus* growth and aflatoxin production. Phytochemistry, 66, 2851-2856.

- Rasooli, I., Rezaei M.B., Allameh, A., 2006. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*. Food Control, 17, 359-364.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2001. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. Food Research International, 34, 441-447.
- Sallam, K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18(5), 566-575.
- Sanchez-Alonso, I., Jimenez-Escrig, A., Saura-Calixto, F., Borderias, A.J., 2007. Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: Evaluation by different methodologies. Food Chemistry, 101, 372-378.
- Sarioğlu, T., 2005. Yenilebilir Filmlerin Kaşar Peynirinin Kaplanmasında Kullanılma Olanakları ve Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Isparta.
- Sathivel, S., 2005. Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) fillets during frozen storage. Journal of Food Science, 70(8), 455-459.
- Shahidi, F., Kamil, J., Jeon, Y.J., Kim, S.K., 2002. Antioxidant role of chitosan in cooked Cod (*Godus morhua*) model system. Journal of Food Lipids, 9(1), 57-64.
- Singhal, R.S., Kulkarni P.R., Rege, D.V., 2001. Quality indices for spice essential oils, Peter, K.V. (Ed.), Handbook of Herbs and Spices, Volume 1, Woodhead Publishing Limited, 317p, England.
- Souza, B.W.S., Cerqueira, M.A., Ruiz, H.A., Martins, J.T., Casariego, A., Teixeira, J.A., Vicente, A.A., 2010. Effect of Chitosan-Based Coatings on the Shelf Life of Salmon (*Salmo salar*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58, 11456-11462.
- Taha, S.M.A., Swailam, H.M.H., 2002. Antibacterial activity of chitosan against *Aeromonas hydrophila*. Nahrung/Food, 46, 337-340.
- Torlak, E., 2009. Doğal Antimikrobiyal Maddeler ile Hazırlanan Yenilebilir ve Kaplanmış Plastik Filmlerin Gıda Kaynaklı Bazı Patojenlere Etkileri. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 79s, Konya.
- Torlak, E., Nizamlioğlu, M., 2009. Doğal Antimikrobiyal Maddeler ile Hazırlanan Yenilebilir Filmlerin *Listeria monocytogenes* Üzerine Etkileri. Vet. Bil. Dergisi, 25, 15-21.

- Torlak, E., Nizamlioğlu, M., 2011. Uçucu Yağ İçeren Yenilebilir Kitosan Filmlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 Üzerine Etkinlikleri, Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi, 17, 125-129.
- Tsai, G.J., Su, W.H., Chen, H.C., Pan, C.L., 2002. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. Fisheries Science, 68, 170-177.
- Tsimogiannis, D., Stavrakaki, M., Oreopoulou, V., 2006. Isolation and characterisation of antioxidant components from oregano (*Origanum heracleoticum*). International Journal of Food Science and Technology, 41(1), 39-48.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2013. Su Ürünleri İstatistikleri. Erişim Tarihi:16.09.2013. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/balickilikdagitimapp/balickilik.zul>
- Uçan, F., 2008. DL-Limonenin Mayalar Üzerine Antifungal Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62s, Adana.
- Ünlüsayın, M., 1999. Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*, L. 1766), Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758)'nın Sıcak Dumanlama Sonrası Lipid ve Protein Bileşimleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 57s, Isparta.
- Ünlüsayın, M., Kaleli, S., Gülyavuz, H., 2001. The determination of flesh productivity and protein components of some fish species after hot smoking. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81, 661-664.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, 174s, İstanbul.
- Varlık, C., Erkan, N., Metin, S., Baygar, T., Özden, Ö., 2000. Marine Balık Köftesinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 593-597.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 491s, İstanbul.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Alakavuk, D.Ü., 2007. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 202s, İstanbul.
- Vincenzo de Feo., Bruno, M., Tahiri, B., Napolitano, F., Senatore, F., 2003. Chemical composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from *Thymus spinulosus* Ten. (Lamiaceae). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3849- 3853.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., 2001. Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. Eur. Journal Lipid Science Technol, 103, 752-767.

Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S., Siripatrawan, U., 2006. Effect of Chitosan Coating and Vacuum Packaging on the Quality of Refrigerated Grilled Pork. *Packaging Tecnology and Science*, 19, 149-157.

Zivanovic, S., Chi, S., Draughon., A.E., 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*, 70, 45-51.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Güntekin DOĞAN

Doğum Yeri ve Yılı : Eğirdir, 1973

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : guntekin32@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Anadolu Meteoroloji Meslek Lisesi, 1991

resim 22.12.2013 105.mpg

Lisans : AÜ, İktisat Fakültesi, Kamu Yönetimi, 1999

SDÜ, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği,
2011

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme
Teknolojisi, 2013

Mesleki Deneyim

Kayseri Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 1991-1995

Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 1995-1997

Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 1997-2011

Isparta Meteoroloji Müdürlüğü 2011-..... (halen)