

**SICAK TÜTSÜLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI  
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARI ÜZERİNE  
MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMANIN  
ETKİSİ**

**Pınar OĞUZHAN**

**Doktora Tezi  
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP  
2011  
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

SICAK TÜTSÜLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARI ÜZERİNE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMININ ETKİSİ

Pınar OĞUZHAN

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2011

Her hakkı saklıdır



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

SICAK TÜTSÜLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARI  
ÜZERİNE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMININ ETKİSİ

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP danışmanlığında, Pınar OĞUZHAN tarafından hazırlanan bu çalışma 10/04/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Telat YANIK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza :

Üye : Prof. Dr. A. Kadir ÇILTAŞ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Nurinisa ESENBUĞA

İmza :

Üye : Doç. Dr. Güzin KABAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum  
**Prof. Dr. Ömer AKBULUT**  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma 2008/37 nolu BAP ve 106 O 827 nolu TÜBİTAK Hızlı Destek Programı tarafından desteklenmiştir.

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

## ÖZET

Doktora Tezi

### SICAK TÜTSÜLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARI ÜZERİNE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMANNIN ETKİSİ

Pınar OĞUZHAN

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP  
Ortak Danışman : Doç. Dr. Güzin KABAN

Araştırma sıcak tütsülenen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoları üzerine modifiye atmosferde ambalajlamanın (MAP) etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Filetolar salamura yöntemi ile işlendikten sonra sıcak tütsüleme işlemine tabi tutulmuş ve iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubu olarak alınmış ve vakum ambalajlamaya tabi tutulmuştur. İkinci grup ise modifiye atmosferde (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ambalajlanmıştır. Ambalajlanan filetolar 4±1°C’de depolanmış ve depolamanın belirli günlerinde (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 ve 60. gün) mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ve kimyasal (pH, TBARS, TVB-N) açıdan analiz edilmiştir.

Modifiye atmosferde ambalajlamada vakum ambalajlamaya göre mikroorganizma gelişimi daha yavaş olmuştur. Ancak *Pseudomonas* ve Enterobacteriaceae sayıları hem vakum hem de MAP koşullarında depolama süresince saptanabilir sınırın altında (<10<sup>2</sup> kob/g) tespit edilmiştir. Ambalajlama yönteminin (vakum ve MAP) TBARS ve TVB-N değerleri üzerinde çok önemli (p<0,01) etkilerinin olduğu saptanmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlama vakum uygulamasına göre daha düşük TBARS ve TVB-N değerleri vermiştir (p<0,05). Depolama süresi, pH, TBARS ve TVB-N değerleri üzerinde çok önemli (p<0,01) derecede etkili olmuştur. Depolama süresinin ilerlemesine bağlı olarak TBARS ve TVB-N değerleri artmıştır (p<0,05).

**2011, 79 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşığı alabalığı, sıcak tütsüleme, vakum, MAP, raf ömrü

## ABSTRACT

Ph.D. Dissertation

### THE EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON HOT SMOKED RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS

Pınar OĞUZHAN

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Fisheries Engineering

Advisor : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP  
Co- Advisor : Doç. Dr. Güzin KABAN

Research was conducted to determine the effects of modified atmosphere packaging (MAP) on hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Hot smoked was applied to fillets after they were treated with brine method and separated into groups. The first group was control group and vacuum packaging was applied to this group. The second group was packed in the modified atmosphere (50% CO<sub>2</sub>+50% N<sub>2</sub>). Fillets stored at 4±1°C were subject to microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, *Pseudomonas*, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, yeast and mould) and chemical (pH, thiobarbituric acid reactive substances-TBARS, total volatile base nitrogen-TVB-N) analyzes on certain days (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 and 60<sup>th</sup> days) of storage.

The growth of microorganisms was slower in modified atmosphere packaging than vacuum. But *Pseudomonas* and Enterobacteriaceae were determined under the detection limit (<10<sup>2</sup> cfu/g) both during the stored with vacuum and modified atmosphere packaging. It was determined that packaging method (vacuum and MAP) had very significant (p<0,01) on the TBARS and TVB-N values. Modified atmosphere packaging had lower TBARS and TVB-N values than vacuum packaging (p<0,05). Storage duration had very significant (p<0,01) effects on pH, TBARS and TVB-N values. TBARS and TVB-N values were increased by longer storage (p<0,05).

**2011, 79 Pages**

**Keywords:** Rainbow trout, hot smoking, vacuum, MAP, shelf life

## TEŞEKKÜR

Çalıőmanın planlanıp yürütülmesinde bana her türlü desteği sağlayan çok değerli Hocam Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'e,

Çalıőmam süresince bilgilerinden faydalandığım ve laboratuvar çalıőmalarımnda bana çok yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Güzin KABAN'a,

Doktora çalıőmamın her aşamasında bana destek olan engin bilgi ve birikimlerini esirgemeyen Saygıdeğer Hocam Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya,

Tanıőtığım gündən beri zaman ve koőul tanımadan desteğini hep yanımda bulduğum değerli dostum Sayın Arő. Gör. Simay ANGIŐ'e,

En zor anlarımda hep yanımda olan, eğitimim süresince bana karşı sevgilerini, inançlarını, maddi-manevi desteklerini esirgemeyen Sevgili Babam Yılmaz OğUZHAN'a, Annem Sevgi OğUZHAN'a, canım kardeşlerim Gülőah ve Furkan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Pınar OğUZHAN

Nisan 2011

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM .....</b>	<b>28</b>
3. 1. Materyal .....	28
3. 1. 1. Balık materyali .....	28
3. 1. 2. Odun talaşı materyali .....	28
3. 1. 3. Tütsüleme fırını .....	28
3. 1. 4. Ambalaj materyali .....	28
3. 2. Yöntem .....	29
3. 2. 1. Fileto hazırlanması .....	29
3. 2. 2. Tuzlama.....	29
3. 2. 3. Sıcak tütsüleme .....	29
3. 2. 4. Deneme planı .....	29
3. 2. 5. Vakum-modifiye atmosferde ambalajlama ve depolama.....	30
3. 2. 6. Mikrobiyolojik analizler .....	30
3. 2. 6. a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı .....	30
3. 2. 6. b. Psikrotrofik bakteri sayımı.....	31
3. 2. 6. c. <i>Pseudomonas</i> .....	31
3. 2. 6. d. Laktik asit bakteri sayımı .....	31
3. 2. 6. e. Enterobacteriaceae.....	31
3. 2. 6. f. Maya ve küf sayımı .....	32
3. 2. 7. Kimyasal analizler.....	32
3. 2. 7. a. pH değerinin belirlenmesi .....	32

3. 2. 7. b. Thiobarbutirik asit reaktif substans (TBARS) değerinin belirlenmesi .....	32
3. 2. 7. c. Toplam uçucu baz azotu (TVB-N) miktarının belirlenmesi .....	33
3. 2. 8. İstatistiki analizler .....	33
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....</b>	<b>34</b>
4. 1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları .....	34
4. 1. 1. Toplam aerobik mezofilik bakteri .....	34
4. 1. 2. Psikrotrofik bakteri .....	37
4. 1. 3. <i>Pseudomonas</i> .....	39
4. 1. 4. Laktik asit bakterileri. ....	42
4. 1. 5. Enterobacteriaceae .....	44
4. 1. 6. Maya ve kuf .....	45
4. 2. Kimyasal Analiz Sonuçları .....	47
4. 2. 1. pH.....	47
4. 2. 2. Thiobarbutirik asit reaktif substans (TBARS).....	52
4. 2. 3. c. Toplam uçucu baz azotu (TVB-N).....	58
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>65</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>69</b>
<b>ÖZGEĘMİŐ</b>	



## SİMGELER DİZİNİ

CFU	Colony Forming Unit
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
ml	Mililitre
mg	Miligram
SD	Standart Deviation (Standart Sapma)
TBA	Thiobarbutirik Asit
TBARS	Thiobarbutirik Asit Reaktif Substans
TMA-N	Trimetil Amin Azotu
TVB-N	Toplam Uçucu Baz Azotu
TVC	Toplam Canlı Sayısı
µmol	Mikromol
°C	Santigrat Derece

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TBARS Değeri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	58
--	----

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayıları (log kob/g) .....	35
Çizelge 4. 2. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayıları (log kob/g) .....	38
Çizelge 4.3. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayıları (log kob/g) .....	41
Çizelge 4. 4. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayıları (log kob/g) .....	43
Çizelge 4.5. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayıları (log kob/g) .....	45
Çizelge 4. 6. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının Maya ve Küf Sayıları (log kob/g) .....	47
Çizelge 4.7. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının pH Değerleri .....	48
Çizelge 4.8. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	49
Çizelge 4.9. Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsüleme Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları .....	51

Çizelge 4.10. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TBARS Değerleri (µmol MA/kg).....	53
Çizelge 4.11. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	54
Çizelge 4.12. Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsüleme Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları .....	55
Çizelge 4.13. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları .....	56
Çizelge 4.14. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TVB-N Değerleri (mg/100 g) .....	59
Çizelge 4.15. Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	60
Çizelge 4.16. Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsüleme Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları .....	61
Çizelge 4.17. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı ( <i>O. mykiss</i> ) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	63

## 1. GİRİŞ

Beslenmede önemli yeri olan hayvansal kaynaklı proteinlerin temininde su ürünleri önemli kaynaklardan biridir. Diğer taraftan su ürünleri kaliteli protein ihtiyacının karşılanmasında ekonomik olması ile de ön plana çıkmaktadır. Su ürünlerinin miktarını artırmak amacı ile genellikle alabalık, sazan gibi tatlı su balıkları, salmon, kalkan, halibut, levrek, çipura gibi deniz balıkları, yengeç, ıstakoz gibi kabuklular, midye ve istiridye gibi yumuşakçalar ve yosun türlerinin kültürü yapılmaktadır (Sökmenler 1988). Su ürünleri içerisinde ise beslenme açısından en önemli yeri balıklar almaktadır (Aras vd 2000). Dünyada ve Türkiye’de yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan balık türü gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’dır (Canyurt 1978, 1983; Emre ve Kürüm 1998).

Su ürünleri yüksek protein içeriğinin yanı sıra iyi bir esansiyel aminoasit kaynağıdır. Ayrıca proteinlerinin biyolojik değerinin yüksek olması nedeni ile insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. Balığın kimyasal kompozisyonu türe, yaşa, cinsiyete, çevresel faktörlere ve mevsime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak proteince zengin bu gıdalar yüksek pH değerleri ve su içerikleri nedeni ile kolay bir şekilde bozulabilmektedir. Balık yakalandıktan itibaren uygun koşullarda muhafaza edilmediğinde birkaç saat içinde bozulabilmektedir. Bu nedenle balıklar da dahil su ürünleri yakalandıktan veya avlandıktan sonra uygun tekniklerle korunmalı, taşınmalı ve işlenmelidir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Metin *et al.* 2002). Balıkların birçok iç ve dış faktörlerin etkisiyle sudan çıkar çıkmaz bozulmaya başlaması, tüketici açısından kaliteyi, satıcı açısından da ürünün kârlılık veya satılabilirliğini etkileyen en önemli unsurdur (Yetim 1996).

Balıklardaki bozulmanın en önemli nedeni, balığın bünyesinde doğal olarak bulunan çeşitli hidrolitik enzimler ve değişik yollarla balığa kontamine olmuş mikroorganizmalardır. Özellikle enzimler, düşük sıcaklıklarda bile aktivitelerini sürdürebildiklerinden balığın kolayca bozularak kalitesinin düşmesine neden

olmaktadır. Su ürünlerinin çok çabuk bir şekilde bozulması ve kalitesinin düşmesinin diğer bir nedeni de doğal mikroflorasıdır (Banks *et al.* 1980; Yetim 1993).

Balıkların mikroflorası, büyük ölçüde yaşadığı çevrenin mikrobiyal florasına bağlı olmakla birlikte, balık derisi üzerinde aerobik, anaerobik, psikrofil veya mezofil karakterdeki değişik türlere ait çok sayıda bakteri bulunabilmektedir. Gerekli önlemler alınmadığında bu flora, balıkların çok hızlı bir şekilde bozulmasına neden olmaktadır (Beru *et al.* 1989).

Balıklarda bozulma esas itibari ile mikrobiyal yolla olmaktadır. Bozulmaya çeşitli mikroorganizmalar sebep olmakla birlikte ana etken bakterilerdir. Canlı veya yeni yakalanmış bir balıkta mikroorganizmalar dış koruyucu tabakada, solungaçlarda ve bağırsaklarda bulunmaktadır (Göktan 1990; Gram 1992; Soyer 1999; Sivertsvik *et al.* 2002; Aktaş ve Kaya 2010). Yapılan araştırmalar *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *C. perfringens*'in su ürünlerinde bulunan önemli patojen bakteriler olduğunu göstermiştir (Pace and Krumbiegel 1973; Hauschild 1989; Pigott and Tucker 1990; Feldhusen 2000).

Balıkların mikroflorası, içinde yaşadıkları akuatik çevrenin mikrobiyal popülasyonunu yansıtmaktadır (Liston 1980; Colby *et al.* 1993; Ashie *et al.* 1996; Gram and Huss 1996). Soğuk sulardan avlanan taze balığın derisinde mikroflorayı genellikle *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Acinetobacter* ve *Alteromonas* gibi Gram (-) bakteriler oluşturmaktadır. Diğer taraftan sıcak sulardan yakalanan balıklar *Micrococcus*, *Bacillus* ve *Corynebacterium* gibi Gram (+) mezofilik bakteriler bulunmaktadır (Stammen *et al.* 1990; Gökoğlu 2002). Ilık sulardan yakalanan balıkların mikroflorasında ise psikrotrofik, aerobik ya da fakültatif anaerobik Gram (-), çubuk şekilli bakteriler ve özellikle *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella putrefaciens*, *Flavobacterium* ve *Aeromonas* cinslerine ait türler bulunmaktadır (Stammen *et al.* 1990; Gram and Huss 1996; Huis In't Weld 1996). Deniz sularında genellikle gelişmeleri için sodyuma ihtiyaç duyan halofilik *Vibrio*, *Photobacterium* ve

*Shewanella putrefaciens* gibi Gram (-) bakteriler baskın olarak bulunurken (Huss 1995), tatlı sularda *Moraxella*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Corynebacterium* cinsi bakteriler baskın durumdadır (Saupe 1996).

Su ürünleri üretiminde dünyadaki 161 ülke arasında 30., Avrupa ülkeleri arasında 6., Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasında 5. ve Akdeniz ülkeleri arasında 3. sırada yer alan ülkemizde gerek denizlerimizden gerekse yetiştiricilikle elde edilen su ürünlerinin %80-85'i taze olarak tüketilirken, %15-20'si işlenerek tüketilmektedir. Son yıllarda hazır donmuş, tütsülenmiş ve kurutulmuş ürün teknolojileri de yavaş yavaş gelişmeye başlamıştır. Buna karşın su ürünleri yetiştiriciliği ve işlenmesi konusunda ileri olan ülkelerde bu durum oldukça farklılık arz etmektedir. Bu ülkelerde avlanarak veya kültür yoluyla üretilen su ürünlerinin %70-80'i işlenerek tüketilme sunulmaktadır. Türkiye su ürünleri tüketimi yönünden de denize kıyıları olan gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında en alt sırada yer almaktadır. Örneğin, Fransa'da kişi başına düşen su ürünleri tüketimi 28,7 kg/yıl, İtalya'da 23,5 kg/yıl, ABD'de 20,3 kg/yıl, İngiltere'de 22,1 kg/yıl, Almanya'da 14,6, Yunanistan'da 26,7 kg/yıl iken, Türkiye'de bu oran 6,9 kg/yıl ile sınırlı kalmaktadır (Ünlüsayın 1999; Aras vd 2000; FAO 2005; Çadırcı ve Göncüoğlu 2008).

Balığın taze olarak tüketilmesinin çeşitli koşullara bağlı olarak zorlaşması, su ürünleri sanayini ürünlerin raf ömrünü uzatmaya yönelik çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir. Su ürünlerinin çok kolay bozulabilir olması muhafaza yöntemlerinin ve işleme teknolojisinin önem kazanmasına neden olmuştur (Babadoğan 1998). Gerek bileşimi gerekse pH değeri nedeni ile balık eti mikroorganizmaların gelişmesi için uygun bir ortam olup mikrobiyal bozulmaya karşı çok duyarlıdır. Bu nedenle avlama, muhafaza ve işleme aşamalarının hijyenik ve teknolojik kurallara uygun olarak yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. Soğutma, dondurma, kurutma, tuzlama ve tütsüleme balık muhafazasında kullanılan önemli tekniklerdir. Ayrıca modifiye atmosferde ambalajlama tekniği balık endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hem taze hem de işlenmiş balık üretiminde hammaddenin tazeliği önemli bir kalite kriteri olup balığın bütün çeşitlerinde aranan bir özelliktir (Aktaş ve Kaya 2010).

Su ürünlerinin işlenerek değerlendirilmesinde dumanlama olarak da bilinen tütsüleme, su ürünlerinin muhafazasında kullanılan en eski yöntemlerden biridir (Røra 1998; Kjhallstrand and Petersson 2001; Stolyhwo and Sikorski 2005). Hemen hemen tüm Avrupa ülkelerinde yaygın olan ve önceleri ürünün daha uzun süre korunabilmesi amacıyla uygulanan bu teknik, günümüzde tüketicinin arzu ettiği lezzetteki yeni ürünlerin geliştirilmesi yolunda ilerlemeler kaydetmiştir. Özellikle Avrupa ülkelerinin yıllardan beri severek tükettikleri bu tip ürünlere olan talep, ülkemizde ne yazık ki, yeterince gelişmemiştir. Bu sorunun temelinde halkımızın bu ürünleri yeterince tanımaması ve tüketim alışkanlığının olmaması gelmektedir (Şengör 1999).

Tütsülenmiş ürün teknolojisi, özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde çok gelişmiş olup bu ülkelerde su ürünleri geniş çapta tütsülenmektedir. En çok tütsülenmiş ürün üreten ülkeler; Hollanda, İngiltere, Norveç, Kanada, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya'dır. Dünyada su ürünlerini tütsüleyen diğer ülkeler; Hindistan, Endonezya, Malezya, Filipinler, Polonya, Tayland, Batı Afrika ve Zambiya'dır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Ülkemizde ise tütsüleme teknolojisi gelişmemiş ve buna bağlı olarak tütsülenmiş ürün tüketimi de sınırlı düzeylerde kalmıştır. Ancak son yıllarda bazı su ürünleri işleme tesislerinin bu teknolojiye ilgileri artmıştır. Bu kapsamda 2003 yılında, ihracat edilen tütsülenmiş balık miktarı 378 211 kg iken 2005 yılında 3,2 kat artarak 1 199 069 kg'a yükselmiştir. Aynı şekilde 2003 yılında 2 319 191 \$ olan ihracat, 2005 yılında yaklaşık 3,9 kat artarak 9 054 424 \$ olmuştur (Anonim 2003, 2005).

Günümüzde tütsüleme, kurutma, tuzlama gibi yöntemler ürünün  $a_w$  (su aktivitesi) değerini düşürülerek bozulma etkeni olan mikroorganizmaların inhibisyonu ve otolitik enzimlerin inaktivasyonu için kullanılan en yaygın yöntemlerdir. Balık eti fiziksel ve kimyasal yapısı nedeniyle mikroorganizmalar için ideal bir besiyeri olarak kabul edilebilmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalar, birkaç tekniğin kombine bir şekilde uygulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Çadircı ve Göncüoğlu 2008). Tütsüleme, tuzlama ve kurutma ile birlikte uygulanmaktadır. Tuzlama, tütsülemeden önce hammaddeye uygulanan ön işlemlerden birisi olup ürüne lezzet vermesinin yanı sıra bakterilerin gelişmesini önleyici bir etkide göstermektedir (Anonymous 1970).



Tütsülemenin amacı değişik tat ve aroma da ürün elde etmek, oksidasyonu yavaşlatmak, iyi bir görünüm elde etmek ve tütsünün antibakteriyel etkisinden faydalanmaktır. Bu etkiler tütsü bileşiminde bulunan yaklaşık 250 bileşik tarafından gerçekleştirilmektedir (Gökalp vd 2004; Aktaş ve Kaya 2010).

Gıdaların tütsülenmesinde değişik yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemleri, gıdaların tütsü kabinlerinde tütsü ile doğrudan teması şeklinde uygulanan geleneksel tütsüleme uygulaması, elektrostatik tütsüleme ve sıvı tütsü kondensatları ile muamele olmak üzere üç grup altında toplamak mümkündür (Doe 1998; Duffes 1999; Hattula 2001; Espe *et al.* 2002).

Sıvı tütsüleme metodunda, genellikle sıvı tütsü pişirmeden hemen önce ürün üzerine püskürtülmektedir. Sıvı tütsüleme maddesi su ile veya çoğunlukla sirke veya sitrik asitle seyreltilmektedir. Uygulamada genellikle %20-30 sıvı tütsü maddesi, %5 sirke veya sitrik asit, %65-75 su karıştırılır ve pişirme işleminden önce ürün yüzeyine püskürtülür. Püskürtmeden başka bu tür tütsülemeyi uygulamanın diğer bir yolu ürünü çözelti içine daldırmaktır. Fakat bu da püskürtme kadar başarılı olmamaktadır (Kundakçı 1979).

Elektrostatik tütsüleme ise çoğunlukla Japonya ve İskandinav ülkelerinde balık ürünlerinin tütsülenmesinde kullanılmaktadır. Tütsüleme ortamı uzun bir tünelden oluşmuş olup başlıca üç kısımdan ibarettir. Tütsü çöktürücüden geçtikten sonra elektrikle yüklü bir ortamdan geçerek (-) yükle yüklenmekte ve (+) yükle yüklenmiş balık eti tarafından tutulmaktadır. Tünelin birinci kısmında ürün 30-40°C'ye ısıtılmakta ve aynı zamanda (+) yükle yüklenmektedir. İkinci bölümün sıcaklığı, birinci bölümün sıcaklığına yakın olup esas tütsüleme burada yapılmaktadır. Üçüncü bölümde ürüne 64-68°C'de asıl işlem uygulanarak renk stabilitesi sağlanmakta ve ürün yarı pişirilmiş olmaktadır. Üçüncü bölümden çıkan ürüne derhal soğutma işlemi uygulanmaktadır (Değirmenci 2002).

Tütsü kabinlerinde ürünün doğrudan tütsü ile temasıyla uygulanan geleneksel tütsüleme işlemi, tütsülenen ürüne göre farklı sıcaklık ve sürede yapılmaktadır. Buna göre geleneksel tütsüleme işleminde klasik 2 metot soğuk ve sıcak tütsüleme (Burges *et al.* 1965; Girard 1992). Soğuk tütsüleme 20-30°C arasında gerçekleştirilmekte ve uygulamada hiçbir zaman sıcaklık 30°C'yi aşmamaktadır. Bu yöntemde tütsüleme süresi birkaç saatten birkaç güne kadar değişebilmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998). Soğuk tütsülemede, tütsünün kurutucu ve konserve edici etkisi tuzlu balığın yüksek oranda tuz ve düşük oranda su içermesi özelliği ile birleşerek ürünün daha uzun süre dayanmasını sağlamaktadır (Doe *et al.* 1998; Gökoğlu 2002). Sıcak tütsüleme işlemi ise 50-80°C arasında yapılmaktadır. Tütsüleme süresi 3-8 saattir. Tuz oranı az, su oranı fazla olduğu için soğukta tütsülenmiş ürünlere göre daha lezzetlidir. Sıcak tütsülemede taze balığın yüksek sıcaklıkta pişirilmesi ve tütsü lezzetini kazanması ön planda gelmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998). Sıcak tütsülemede mikrobiyal florada önemli bir reduksiyonda olmaktadır. Antimikrobiyal özelliğe sahip tütsü bileşenleri de bakteriyostatik veya bakteriyosidal etki göstermektedir. Tütsüleme işleminden önce balıkların salamura içinde bekletilmesi ürüne ayrı bir tat kazandırmaktadır. Sıcak tütsüleme uygulanmış ürünler yüksek oranda su, düşük oranda tuz içeriklerinden dolayı raf ömürleri kısadır (Dillon vd 1994; Bykowski and Dutkiewicz 1996; Horner 1997; Gökoğlu 2002; Aktaş ve Kaya 2010).

Tütsüleme işleminde genellikle geniş yapraklı, kışın yaprağını döken reçinesiz ağaçlardan elde edilen odun ve talaşları kullanılmaktadır. İğne yapraklı reçinesiz ağaçların talaşları tütsüleme işleminde kullanılmamaktadır. Genelde tütsülemede kullanılan ağaç türleri meşe, gürgen, dışbudak, defne, ihlamur, kayın, kavak ve mısır koçanlarıdır (Kundakçı 1979; Çetin ve Fırat 1994; Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Tütsüleme ile ürünün depolama süresi uzamakta ve tütsü bileşenleri değişik tat, koku ve lezzet kazandırmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Tütsülemenin kurutma etkisinin bir sonucu olarak yüzey tekstüründe değişimler meydana gelmekte ve tütsü bileşimindeki pigmentler ve reçineler tütsülenmiş ürünlere has olan tipik parlak rengi oluşturmaktadır. Tat ve aroma üzerinde farklı bileşenlerin etkisi olmakla birlikte en

etkili bileşimin aromatik yapıdaki fenolik bileşiklerin olduğu bildirilmektedir (Gökalp vd 2004; Aktaş ve Kaya 2010).

Su ürünleri gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri, çiğ materyalin mikrobiyal yüküne, depolama sıcaklığına ve ambalajlama (vakum ve/veya modifiye atmosfer) yöntemine oldukça bağlıdır (Reddy *et al.* 1995; Pastoriza *et al.* 1998; Sivertsvik *et al.* 2002, 2003; Muratore and Licciardello 2005).

Modifiye atmosferde ambalajlama (MAP), son yıllarda gıdaların depolama, taşıma ve ambalajlanmasında yaygın olarak kullanılan gıda muhafaza tekniklerinden biridir (Erkan vd 2000). Modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinde ambalajdaki hava, farklı gaz karışımları ile yer değiştirmekte ve bu gaz karışımına muhafaza süresince herhangi bir müdahale yapılmamaktadır (Aktaş ve Kaya 2010). Bu teknik et ve balık ürünlerinin muhafazasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Barnett *et al.* 1982; Reddy *et al.* 1994; Davies 1995; Philips 1996). Modifiye atmosferde uygulanan temel teknik işlem, ambalaj ortamındaki havanın uzaklaştırılarak yerine gaz veya çeşitli gazların karışımı verilerek ambalajın hermetik (hava sızdırmaz) olarak kapatılmasıdır (Erkan vd 2000; Kılınç ve Çaklı 2001).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın, ürünün raf ömrünü %50-400 oranında arttırma, daha uzun raf ömrü nedeniyle ekonomik kayıpları azaltma, ürünün daha uzak mesafelere taşınmasını sağlama, dağıtım masraflarını azaltma, renk, aroma gibi kayıpları en aza indirme ve dayanıklı ürün temin etme gibi pek çok avantajı vardır (Wolfe 1980; Young *et al.* 1988; Farber 1991).

Modifiye atmosferde ambalajlama yönteminde en çok kullanılan gazlar karbondioksit (CO<sub>2</sub>), oksijen (O<sub>2</sub>) ve azot (N<sub>2</sub>) gazlarıdır (Church and Parsons 1995; Giménez *et al.* 2002). Karbondioksit, oksijen ve azot, ürüne, üretici firmaya ve tüketici ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı kombinasyonlarda ve oranlarda kullanılmaktadır. Perakende paketleme için tavsiye edilen gaz karışımı beyaz etli balıklar ve kabuklular için 40/30/30:CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> iken, yağlı ve tütsülenmiş balıklar için 60/40:CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> olarak

önerilmektedir (Farber 1991; Lampila 1991; Reddy *et al.* 1992; Kılınç ve Çaklı 2001, 2004; Özoğul vd 2006).

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), gaz karışımları içerisinde en önemlisi olup hem bakteriostatik hem de fungustatik özelliğe sahiptir (Wolfe 1980; Dixon and Kell 1989; Kılınç ve Çaklı 2001). CO<sub>2</sub> seviyesi artırılmış modifiye atmosfer ambalajlamanın kullanımı ile mikrobiyal gelişme geciktirilerek gıdaların raf ömrü artırılmış olmaktadır (Stiles 1991).

CO<sub>2</sub> tesirli bir gaz olup, mikrobiyal hücrede önemli değişimlere yol açabilmektedir. CO<sub>2</sub>'in gıdaları korumadaki asıl faaliyeti bakteriyel metabolizma için mevcut olan O<sub>2</sub>'nin bir kısmı veya hepsi ile yer değiştirmesi ve böylelikle bakteri gelişimini yavaşlatmasıdır (Daniels *et al.* 1985). CO<sub>2</sub>'in antimikrobiyal aktivesinin, gazın gıda yüzeyinde absorbe edilmesi ve sonrasında karbonik aside dönüşmesi ve neticede pH'nın düşmesinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir (Genigeorgies 1985). CO<sub>2</sub> gazı balıklarda tipik olarak bozulmaya neden olan *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* ve *Achromobacter* gibi Gram (-), psikrotrofik, aerobik mikroorganizmaların, küflerin ve mayaların gelişmesini önlemektedir (Wolfe 1980; Hobbs 1991; Church 1994).

Modifiye atmosferde ambalajlamada en önemli gaz olan CO<sub>2</sub>, hem suda hem de yağda çözünebilen bir gazdır. Sıcaklık arttıkça çözünürlük düşmektedir. Bu nedenle karbondioksitin maksimum antimikrobiyal etkiyi gösterebilmesi için MAP uygulanmış ürünlerin düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmesi gerekmektedir (Knoche 1980; Aktaş ve Kaya 2010). Diğer bir ifade ile depolama sıcaklığı düştükçe gazın etkinliği artmakta, mikrobiyal faaliyet yavaşlamakta ve neticede ürünün raf ömrü uzamaktadır (Haines 1933; Gill and Tan 1980; Ogrydziak and Brown 1982).

Oksijen, aerobik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini artırdığından ve ayrıca ransiditeye neden olduğundan genellikle ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Ancak modifiye atmosferde ambalajlamada kullanılan oksijen seviyesi anaerobik bakterilerin gelişimini inhibe edebilecek seviyede olmalıdır (Aktaş ve Kaya 2010). Bununla birlikte

kırmızı et ve kırmızı etli balıklarda (tuna, sarı kuyruk gibi), etin kırmızı rengini koruması için metmyoglobin oluşumu ile kahverengiye dönüşmesini geciktirdiği ve azalttığı için kullanılmaktadır (Orgydziaik and Brown 1982; Farber 1991; Rosnes *et al.* 1997; Randell *et al.* 1999).

Su ve yağda çözünürlüğü az olan azot (N<sub>2</sub>), tatsız inert bir gaz olup ürün üzerinde antimikrobiyal aktivite göstermemektedir. Modifiye atmosferde ambalajlamada azot, yağlı balıklarda oksijenin yerini alarak oksidatif ransiditeyi ve dolayısı ile ransit tat ve koku oluşumunu ve küf gelişimini engellemekte, aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmekte ve dolgu gazı olarak kullanılmaktadır (Cann *et al.* 1985; Parry 1993; Church and Parsons 1995; Boskou and Debevere 1997; Üçüncü 2000; Farber *et al.* 2003).

Vakum ambalajlama bir tür pasif modifiye atmosfer yöntemidir (Kılınç ve Çaklı 2001). Vakum ambalajlamada temel prensip, havanın ambalajdan alınıp, hermetik (hava sızdırmaz) olarak kapatılmasıdır (Smith *et al.* 1990). Vakum ambalajlama genel olarak Gram (-), aerobik, proteolitik, kokuşmaya neden olan bakterilerin çoğalmasını önlemekte, hava ile ürünün temasını minimuma indirerek yağların otooksidasyonunu ve ransidite oluşumunu minimuma indirmektedir (Gökalp vd 2004). Vakum ambalajlama, alabalık, mezzit, somon filetosu, levrek, ringa, sardalya ve uskumru balıklarında ürün tazeliği ve raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılmaktadır (Çadırcı ve Göncüoğlu 2008).

Tütsülenmiş balık ürünlerinin muhafazası konusunda dünyada pek çok araştırma yapılmasına karşın ülkemizde bu alanda yapılan araştırma sayısı oldukça azdır. Ülkemizde tütsülenmiş ürünlere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Bundan dolayı bu ürünlerin muhafazasına yönelik araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu araştırma, sıcak tütsüleme işlemine tabi tutulmuş gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanarak (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) daha uzun süre muhafaza edilmelerinin sağlanması amacı ile kurulmuş ve yürütülmüştür.

Ambalajlı ürünler soğukta muhafaza ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) edilmiş ve muhafazanın belirli günlerinde mikrobiyolojik ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sardalya filetolarının tütsülenmesi ve soğukta muhafazası üzerine yürütülen bir araştırmada filetolar %26 tuz içeren 20°C'deki salamuraya 5 dakika süre ile daldırılıp, sızdırıldıktan sonra 0°C'de 24 saat bekletilmiş ve 30°C'de 75 dakika soğuk tütsüleme, 82°C'de 32 dakika sıcak tütsüleme işlemi uygulandıktan sonra vakum ambalajlanarak iki farklı sıcaklıkta (0-2°C ve -20°C) depolanmıştır. Örneklerde duyuşal ve mikrobiyolojik analizler ile tuz ve fenol tayinleri yapılmıştır. Örneklerin raf ömrünün 0-2°C'de 4 ay, -20°C'de ise 6 ay olduğu rapor edilmiştir (Senesi *et al.* 1980).

Hamsi (*Anchoa guineensis*) ve sardalya (*Sardinella* sp.) balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada, geleneksel tütsüleme yönteminin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Hamsi balığı doğrudan 60°C'de 2-5 saat süre ile tütsülenmiş, sardalya balığı ise yıkama işleminden sonra 80°C'de 2-5 saat süre ile tütsülenmiş ve daha sonra 60°C'de 1-2 gün kurutulmuştur. Hamsi ve sardalya balıklarında TVB-N değeri işlenmemiş örneklerde sırasıyla 27,2 mg/100 g ve 32,2 mg/100 g, tütsülenmiş örneklerde ise 133,8 mg/100 ve 120,6 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Hamsi ve sardalya balıklarında toplam canlı sayısı ise işlenmemiş örneklerde sırasıyla 5,40-6,41 log kob/g ve 6,33-7,34 log kob/g, tütsülenmiş grupta 2,92-3,84 log kob/g ve 2,20-3,50 log kob/g arasında değişmiştir. İşlenmemiş ve işlenmiş (tütsülenmiş) balık örneklerinde *Salmonella* ve *Staphylococcus* belirlenememiş, ancak işlenmemiş örneklerde koliform grubu bakterilere rastlanmıştır (Plahar *et al.* 1999).

Palamut balığı (*Sarda sarda*) üzerinde yapılan bir araştırmada sıcak tütsüleme yöntemi uygulamasının raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. TVB-N değeri, taze balıkta 11,21 mg/100 g olarak belirlenirken, tütsüleme işleminden sonra depolama süresi ilerledikçe yavaş bir şekilde artmış ve 15. günde 36,33 mg/100 g'a ulaşmıştır. Depolamanın 15. gününde toplam mezofilik bakteri sayısı  $3,8 \times 10^3$  kob/g maya sayısı  $3,5 \times 10^3$  kob/g, küf sayısı ise  $2,1 \times 10^2$  kob/g olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak sıcak tütsüleme işlemine tabi

tutulan palamut balıklarının  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 15 gün süre ile muhafaza edilebileceği kanaatine varılmıştır (Kaya vd 2006).

Hamsi balıkları (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) ile yürütülen bir araştırmada örnekler sıcak tütüleme işlemine tabi tutulduktan sonra  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 11 gün süre ile depolanmış ve depolama süresince duyuşal ve kimyasal yönden incelenmiştir. Tütülenmiş örneklerin depolamanın 4. gününden itibaren duyuşal yönden tüketilebilirlik özelliklerini kaybetmeye başladığı, ancak TVB-N değerine göre 9. günden itibaren sınır değerini aşarak 35,020 mg/100 g'a ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin 3,4 mg MA/1000 g olan TBA değerinin, 11 günlük depolama süresinin sonunda tüketilebilirlik sınırını aşmadığı saptanmıştır (Köse ve Koral 2005).

Alabalık ve alabalık filetoları üzerinde yapılan bir çalışmada örnekler  $72^{\circ}\text{C}$ 'de sıcak tütüleme işleminden sonra vakum ambalajlanarak  $4^{\circ}\text{C}$  veya  $10^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır. Araştırma sonucunda tütülenmiş filetoların  $10^{\circ}\text{C}$ 'de 10 gün,  $4^{\circ}\text{C}$ 'de ise 21 günlük bir raf ömrüne sahip olduğu, bu tütülenmiş filetoların bütün halde tütülenmiş alabalıklara göre daha çabuk bozulduğu belirlenmiştir (Schulze 1985).

Ayas ve Dönmez (2005) Seyhan Baraj Gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarına sıcak tütüleme işlemi uygulamış ve örnekleri *Enterobacteriaceae* familyası yönünden incelemiştir. Vücut dış yüzeyi sterilize edilmeyen taze balıklarda *Escherichia coli* sayısı  $3\times 10^3$  kob/g ve *Proteus* spp. sayısı  $16\times 10^2$  kob/g olarak belirlenmiş; *Klebsiella* spp. ve *Citrobacter* spp.'e ise rastlanmamıştır. Vücut dış yüzeyi sterilize edilen taze balıklarda yapılan analizler sonucunda ise herhangi bir üremenin meydana gelmediği saptanmıştır.

Sıcak tütüleme işlemi uygulanmış kadife balıkları (*Tinca tinca*)  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış ve depolamanın belirli günlerinde (1, 7, 14, 21 ve 28. gün) kimyasal (pH, TVB-N, TBA) ve mikrobiyolojik yönden analiz edilmiştir. Örneklerin TBA ve TVB-N değerleri tütüleme işleminden sonra sırasıyla 0,32 mg MA/kg ve 6,33 mg/100g, 28. gün sonunda ise sırasıyla 3,08 mg MA/kg ve 26,60 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Ayrıca



tütsüleme işleminin mikroorganizma sayısında önemli bir redüksiyona sebep olduğu belirtilmiştir (İzci ve Ertan 2005).

Lu *et al.* (1991) tarafından yapılan bir araştırmada tütsülen ringa balıkları (*Sardinella* spp.) farklı depolama şartları altında 6 ay süre ile depolanmış ve depolama süresince mikrobiyolojik yönden analiz edilmiştir. Polietilen ambalajlarda depolanan balıklarda bozulmanın hızlı bir şekilde olduğu belirlenmiştir.

Martinez *et al.* (2010) tarafından 3 farklı işlem (1. grup tuzlama- sıvı tütsüleme-4°C'de depolama; 2. grup -25°C'de 24 saat dondurma-çözündürme-tuzlama-sıvı tütsüleme-4°C'de depolama; 3. grup tuzlama-sıvı tütsüleme- -25°C'de 24 saat dondurma-18°C'de depolama) uygulandıktan sonra vakum ambalajlanan Atlantik salmonlar (*Salmo salar*) üzerinde yürütülen araştırmada, örnekler duyuşal ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Duyusal değerlendirme sonucunda raf ömrü 1. ve 2. grup örneklerde 30 gün, 3. grup örneklerde ise 45 gün olarak rapor edilmiştir. TBARS değeri ise depolama süresince tüm gruplarda artış gösterirken, pH değerinde önemli bir değışiklik saptanmamıştır.

Leroi *et al.* (2000a) tarafından yapılan bir araştırmada soğuk tütsülen salmon balıkları vakum ambalajlanmış ve 5°C'de 5 hafta süre ile depolanmıştır. Depolama sonunda toplam canlı sayısının, taze salmone kıyasla daha düşük olduğu ve laktik asit bakteri sayısının ise saptanabilir değerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri*) ile yürütülen bir çalışmada balıklar sıcak tütsülenmiş, poliamid/düşük dansiteli polietilen (PA/LPDE) laminasyonlu ambalaj materyali ile vakum ambalajlanmış ve 5-6°C'de depolanmıştır. Depolama süresince örnekler duyuşal ve kimyasal özellikleri açısından incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre alabalıkların 50 gün süreyle depolanabilecekleri belirlenmiştir (Gökoğlu 1991).

Pelroy *et al.* (1982) sodyum nitrit ve sodyum klorür ilave ederek sıcak tütüledikleri gümüş salmonlarda (*Oncorhynchus kisutch*) yapmış oldukları çalışmada, sodyum nitrit ve sodyum klorürün *Clostridium botulinum* tip E ve tip A gelişimini engellediğini bildirmişlerdir.

Yılan balığı filetoları üzerinde yürütülen bir çalışmada, filetolar salamura (20° salinometre, 30 dak.), ön kurutma (güneşte 30-45 dak.), tütüleme (15 dak.) ve son kurutma (5 dak.) işlemlerine tabi tutulmuş ve filetoların raf ömrünün polietilen ambalajlarda oda sıcaklığında 8 ay süre ile muhafaza edilebileceği sonucuna varılmıştır (Solanki *et al.* 1970).

Vishwanath *et al.* (1998) yapmış oldukları bir çalışmada taze ve tütülenmiş çamur yılan balığı (*Monopterus albus*) örneklerini kimyasal (yağ, kül, protein, pH) ve mikrobiyolojik (toplam bakteri, maya, patojen bakteri) yönden analiz etmişlerdir. Taze ve tütülenmiş yılan balıklarında pH değeri sırasıyla 6,90 ve 7,25; maya sayısı  $10^{-2}$  kob/g ve  $10^{-5}$  kob/g ve toplam bakteri sayısı  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  kob/g ve  $10^{-9}$ - $10^{-10}$  kob/g olarak belirlenmiştir. Örneklerin hiçbirinde *Salmonella* ve *Escherichia coli* tespit edilememiştir.

Gómez-Estaca *et al.* (2010) tarafından yunus balığı (*Coryphaena hippurus*) ve farklı yağ içeriklerine sahip (yağlı ve yağsız) sardalya (*Sardina pilchardus*) balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada, balıklar soğuk tütüledikten sonra vakum ambalajlanmış ve -20°C'de depolanmış, depolama süresince örneklerin kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. TBARS değerinin depolama başlangıcında yağlı sardalyalarda, yağsızlara kıyasla oldukça yüksek çıktığı, yunus balıklarında ise daha düşük olduğu belirtilmiştir. TVB-N değerinin ise yunus balığında depolama başlangıcında 15 mg N/100 g olduğu depolama sonunda ise 21 mg N/100 g'a ulaştığı belirlenmiştir. Yağsız ve yağlı sardalya balıklarında ise TVB-N değeri başlangıçta sırasıyla 13,1±0,8 mg N/100 g ve 21,4±2,4 mg N/100 g, depolama sonunda 18,1±0,3 mg N/100 g ve 25,1±0,8 mg N/100 g olarak saptanmıştır. Duyusal analizler sonucunda raf ömrünün yağlı sardalya balıklarında 2 ay, yağsız sardalya balıklarında 4 ay ve yunus balıklarında ise 12 ay olduğu bildirilmiştir.

Kaya (1994) alabalıklar (*O. mykiss*) üzerinde yaptığı bir çalışmada, tütüleme (kontrol, sıcak ve soğuk tütüleme) ve üç farklı muhafaza sıcaklığının (+18°C, +4°C ve -18°C) raf ömrü üzerine etkisini araştırmıştır. Oda sıcaklığında (+18°C) muhafaza edilen kontrol grubu ile soğuk tütüleme uygulanmış grubun 2. günde, sıcak tütüleme uygulanmış grubun ise 4. günde bozulduğu; buzdolabında muhafaza (+4°C) edilen tütülenmemiş örneklerin 5-6. günde, soğuk tütüleme uygulanmış örneklerin 10-13. günde, sıcak tütülenmiş örneklerin ise 13-16. günde bozulduğu tespit edilmiştir. Derin dondurucuda muhafaza edilen tütülenmemiş örneklerin 50 gün, sıcak ve soğuk tütüleme uygulanan örneklerin ise 60 gün süre ile tazeliklerini korudukları da rapor edilmiştir.

Jónsdóttir *et al.* (2008) soğuk tütüleme sıcaklık ve süresi (16-22°C'de 14-18 saat; 22°C'de 5 saat; 28°C'de 12 saat) ile depolama sıcaklığının (5°C ve 10°C) salmon (*Salmo salar*) balıklarının mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. En yüksek mikroorganizma sayısının 28°C'de 12 saat süre ile tütülen ve 10°C'de depolanan örneklerin verdiği, dört günlük depolama sonunda toplam canlı sayısının 10<sup>7</sup> kob/g'dan daha yüksek olduğu, laktik asit bakterilerinin ise örneklerin tamamında dominant florayı oluşturduğu belirtilmiştir.

Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) ve atlantik salmon (*Salmo salar*) filetoları ile yürütülen bir çalışmada, filetolar soğuk tütüleme işleminde sonra vakum ambalajlanmış ve 2±1°C'de depolanmıştır. Örnekler 3 haftalık depolama sırasında kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Örneklerin hiçbirinde *Salmonella*, *Escherichia coli* ve *Listeria monocytogenes* tespit edilmediği, *Staphylococcus aureus* sayısının 4 kob/g'dan daha düşük olduğu, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Brochothrix*, *Aeromonas*, *Bacillus* ve *Vibrio* cinslerine ait türlerin toplam floranın %17'sinden daha az bir kısmını oluşturduğu, alabalık filetolarında salmonlara göre daha fazla maya bulunduğu ve ayrıca örnekler arasında pH değeri açısından önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir (González-Rodríguez *et al.* 2002).

Basti *et al.* (2004) tarafından soğuk tütülenmiş balıklar üzerinde yapılan bir araştırmada örneklerde *Salmonella* spp. ve koliform grubu bakteri saptanamamış, *L. monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus* ve *S. aureus* ise tespit edilmiştir.

Atlantik uskumru (*Scomber scombrus*) balığında yapılan bir araştırmada, örnekler 60°C'yi aşmayan bir sıcaklıkta sıcak tütülemeye tabi tutulmuş ve yapılan duyu analizler neticesinde 2 ve 8°C'de 2 hafta süre ile depolanan örnekler arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmemiştir (Kolodziejaska *et al.* 2002).

Lyhs *et al.* (1998) soğuk tütülenen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarını sodyum nitrit ve potasyum nitrat ilave ederek vakum ambalajladıktan sonra 4 ve 8°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolamışlardır. Nitrat ilave edilen ve 8°C'de depolanan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus*, *Enterobacter amnigenus*; tuz ilave edilen örneklerde ise *Enterobacter sakazakii*; 4°C'de depolanan ve nitrat ilave edilen örneklerde *Micrococcus*, tuz ilave edilen örneklerde ise *Serratia plymuthica* tespit edilmiştir. Ayrıca nitrat ilave edilen filetolarda bakteri sayısının azaldığı rapor edilmiştir.

Göysaya (2005) sıcak tütülenen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarını vakum ambalajlayarak iki farklı sıcaklıkta (4±1°C ve -18±1°C) depoladıktan sonra örneklerin raf ömrünü incelemişlerdir. Sıcak tütüleme sonrası her iki depolama sıcaklığında depolanan örneklerde TVB-N, TBARS ve pH değerlerinde artış olduğu, raf ömrünün 4±1°C'de depolanan örneklerde 60 gün, -18±1°C'de depolanan örneklerde ise 120 gün olduğu belirtilmiştir.

Ünal (1995) iki farklı salamura konsantrasyonuna (%6'lık 16 saat ve %21'lik 1 saat) tabi tutulmuş ve sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) buzdolabı ve derin dondurucuda muhafaza edilmesi sırasında gerçekleşen kalite değişimlerini incelemiştir. Başlangıçta 1,8 mg/100g olan TVB-N değeri salamura gruplarında düşüş göstermiş, tütüleme işleminden sonra ise artmıştır. Mikrobiyolojik analizler sonucunda

her 2 grupta da patojen mikroorganizmaya rastlanılmadığı, buzdolabı koşullarında depolanan balıklarda total bakteri sayısının yüksek olduğu, derin dondurucuda muhafaza edilen balıklarda depolamanın 7. ayında bakteri sayısında önemli derecede düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir.

Dondero *et al.* (2004) soğuk tütülenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanmış salmon (*Salmo salar*) balıklarını farklı depolama sıcaklıklarında (0, 2, 4, 6 ve 8°C) muhafaza etmişler ve tütülenmiş salmonların raf ömürlerini 0, 2, 4, 6 ve 8°C'de sırasıyla 26, 21, 20, 10 ve 7 gün olarak belirlemişlerdir.

Atlantik salmon (*Salmo salar*) balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada, soğuk tütüleme işleminden sonra vakum ambalajlama uygulanan dilimlenmiş ve bütün haldeki balıklar 5°C'de 50 gün süre ile depolanmıştır. Araştırma sonucunda raf ömrünün dilimlenmiş salmonlarda 21-36 gün, bütün haldeki örneklerde ise 32-49 gün arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca *Vibrio* spp., *Photobacterium* spp., laktik asit bakterileri ile Enterobacteriaceae familyası üyelerinin gelişme gösterdiği de belirtilmiştir (Hansen *et al.* 1998).

Göktepe and Moody (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, tütülenmiş kedi balıkları (*Ictalurus punctatus*) *Listeria ivanovii* ile inokule edildikten sonra modifiye atmosferde (%80 CO<sub>2</sub>+%20 N<sub>2</sub> ve %40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub>) ambalajlanmış ve iki farklı sıcaklıkta (2 ve 8°C) depolanmıştır. Depolama süresince örnekler kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. %80 CO<sub>2</sub>+%20 N<sub>2</sub> gaz karışımı ile ambalajlanan örneklerde her iki depolama sıcaklığında da depolama sonunda *L. ivanovii* ve aerobik bakteri sayısında önemli bir azalmanın olduğu, ancak *L. ivanovii* sayısının %40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub> gaz karışımı ile ambalajlanan örneklerde hızlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Sıcak tütülenen palamut balığının (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) oda (17±3°C) sıcaklığı ve buzdolabı (4°C) koşullarında depolanması sırasında kimyasal (TVB-N, TBA ve

TMA-N) ve duyuşal kalite değişimleri araştırılmış ve işlenmemiş örneklerle karşılaştırılmıştır. TVB-N değeri kriter alındığında taze olarak oda koşullarında saklanan örneklerin 3. günde; tuzlanıp tütüslendikten sonra oda koşullarında depolanan örneklerin 4. günde; taze olarak buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin 5. günde ve tuzlanıp tütüslendikten sonra buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin ise 11. günde 35 mg/100 g değerini aşarak bozuldukları tespit edilmiştir. TMA-N ve TBA değerlerinin ise bütün gruplarda depolama süresince limit değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Duyusal analizler açısından tuzlanıp tütüslendikten sonra oda koşullarında depolanan örneklerin 4. günde, tuzlanıp tütüslendikten sonra buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin ise 10. günde tüketilemez duruma geldikleri bildirilmiştir (Koral vd 2009).

Muratore and Licciardello (2005), tarafından sıvı tütüslenmiş kılıç balığı (*Xiphias gladius*) dilimleri üzerinde yapılan bir araştırmada, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlamanın (%5 O<sub>2</sub>+%45 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) 4°C'de muhafaza edilen balıkların raf ömrü üzerine etkisi duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle tespit edilmiştir. Toplam mezofilik bakteri sayısında depolama süresince önemli bir farklılığın olmadığı, TVB-N değerinin başlangıçta 20,1 mg N/100 g iken depolama süresince sürekli artarak vakum ambalajlanan örneklerde 35,4 mg N/100 g'a, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise 34,7 mg N/100 g'a ulaştığı saptanmıştır. Duyusal parametreler dikkate alındığında ise raf ömrünün vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde sırasıyla 42 ve 12 gün olduğu bildirilmiştir.

Duyar *et al.* (2008), tarafından yürütölen bir çalışmada 2 farklı odun talaşı (A grubu meşe+kayın+kavak ağacı karışımı; B grubu elma ağacı) kullanılarak sıcak tütüslenen, vakum ambalajlanan ve 4°C'de depolanan Atlantik palamutu (*Sarda sarda*)'nun kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda pH, TVB-N ve TBA değerleri 60 günlük depolama sonunda sırasıyla A grubu örneklerde 6,84, 39,67 mg/100 g ve 8,32 mg MA/kg; B grubu örneklerde ise 6,85, 37,23 mg/100 g ve 8,47 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede ise en yüksek puanı A grubu örneklerin aldığı rapor edilmiştir.

Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetoları ile yürütülen bir çalışmada, filetolar sıcak tütsülenmiş, vakum veya modifiye atmosferde (%60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub> ve %50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ambalajlanmış ve raf ömrünün vakum ambalajlanmış örneklerde 33, %60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub> grubu örneklerde 47 ve %50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub> grubu örneklerde ise 40 gün olduğu, aerobik ve psikrotrofilik bakteri sayısının 40 günlük depolama sonunda modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde kontrol grubu örneklere göre daha düşük çıktığı, TVB-N değerinin ise 54 gün sonra kontrol ve %60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub> grubu örneklerde sınır değerini (25 mg/100 g) aştığı tespit edilmiştir (Çaklı *et al.* 2006).

Paludan-Müller *et al.* (1998) soğuk tütsülenmiş atlantik salmon (*Salmo salar*) balıkları üzerinde yaptıkları bir çalışmada örnekleri vakum ve modifiye atmosferde ambalajlayarak (%60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>) 5°C'de depolamış ve raf ömürlerini belirlemişlerdir. Vakum ambalajlanan örneklerin raf ömrü 4 hafta, MAP uygulanmış örneklerin ise 5 ile 6 hafta arasında değiştiği bildirilmiştir. Vakum ambalajlanan örneklerde Gram (-) florada *Vibrio* sp., *V. marinus*, Enterobacteriaceae, *Aeromonas hydrophila*; MAP uygulanan örneklerde ise *Carnobacterium piscicola* türlerinin baskın olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca MAP uygulamasının Gram (-) bakteri gelişimini engellendiği de bildirilmiştir.

Leroi *et al.* (1998) tarafından yürütülen bir çalışmada soğuk tütsülenen, vakum ambalajlanan ve 8°C'de 5 hafta süre ile depolanan atlantik salmon (*Salmo salar*) balıklarının kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. İlk iki haftalık depolama süresince başta *Photobacterium phosphoreum* ve *S. putrefaciens* olmak üzere Gram (-) bakterilerin, daha sonra ise Gram (+) bakterilerin baskın olduğu kaydedilmiştir. *Carnobacterium piscicola* türü bakteriler yaygın bir şekilde gözlenmiştir. Ayrıca depolama sonunda *Lactobacillus farciminis*, *L. sake* ve *L. alimentarius* türü bakteriler de belirlenmiştir. Aerobik bakteri sayısının ise başlangıçta 3x10<sup>3</sup> kob/g, 6 günlük depolama sonunda ise 3x10<sup>6</sup> kob/g düzeyinde olduğu rapor edilmiştir. TVB-N değerinin başlangıçta 15,5 mg N/100 g olduğu, 2 haftalık depolama sonunda ise 52,8 mg N/100 g'a ulaştığı bildirilmiştir.

Günlü (2007) tarafından deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) üzerinde yürütülen bir çalışmada örnekler 5 gruba (1. grup taze balık, 2. grup salamurada 30 dak.+sıcak tütsüleme, 3. grup sıcak tütsüleme, 4. grup salamurada 60 dak.+soğuk tütsüleme, 5. grup soğuk tütsüleme) ayrılmış, daha sonra vakum ambalajlanarak 4°C’de depolanmış ve çeşitli analizlere tabi tutulmuştur. Örneklerin pH değerleri tüm deneme gruplarında depolamaya bağlı olarak önemli bir şekilde azalma, TBA, TMA ve TVB-N değerlerinde ise artma gözlenmiştir. Sıcak tütsülenen örneklerin soğuk tütsülenen örneklere göre duyusal olarak daha çok beğenildiği rapor edilmiştir.

Kışla *et al.* (2007) yaptıkları çalışmada sıcak tütsülenmiş gökkuşuğu alabalıklarını (*O. mykiss*) vakum ambalajlayarak -18 ile -20°C arasında depolamışlardır. Depolama sonucunda örneklerde *L. monocytogenes* gelişiminin engellendiği tespit edilmiştir.

Declerch and Vynche (1972) soğuk tütsülenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanmış salmonlarda yapmış oldukları çalışmada, 0°C’de depolanan örneklerin raf ömürlerinin 2 hafta, -18°C’de depolananların ise 3 ay olduğunu tespit etmişlerdir.

Bruenner and Spreekens (1990) dilimlenmiş soğuk tütsülenmiş salmon, sıcak tütsülenmiş uskumru ve yılan balığı filetoalarını 7°C’de vakum ve %80 CO<sub>2</sub>+%20 N<sub>2</sub> içeren gaz karışımıyla ambalajladıktan sonra raf ömrünü belirlemişlerdir. MAP ambalajlamanın her üç grupta da raf ömrünü önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir.

Sıcak ve soğuk tütsülemenin birlikte kullanıldığı bir işlemde balıklar 30°C’de iki saat süre ile soğuk tütsülemeye ve ardından 75°C’de 45 dakika süre ile sıcak tütsülemeye tabi tutulmuş ve farklı tütsüleme yöntemlerinin mikrobiyal florada önemli değişimlere neden olduğu saptamıştır (Beltran *et al.* 1989).

Deng *et al.* (1974) yaptıkları bir araştırmada tütsünün koruyucu etkisinin tütsüleme boyunca ortaya çıkan dehidrasyon ile tütsünün antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.



Antonia da Silva *et al.* (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, 5 farklı işlem (1.Grup: %25 NaCl+%1 askorbik asit 1 saat; 2. Grup: %25 NaCl+%1 askorbik asit 30 dak; 3. Grup: %3 sodyum laktat 30 dak; 4. Grup: %3 sodyum laktat+%5 biberiye ekstraktı 30 dak; 5. Grup: %5 sorbik asit 30 dak) uygulandıktan sonra tütülen ve polietilen poşetlerde ambalajlanıp oda sıcaklığında (26-33°C) 6 hafta süre ile depolanan mavi kedi balığı (*Ictalurus furcatus*) bifteklerinin mikrobiyolojik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Depolama sonunda 1, 2, 3, 4 ve 5. grupta toplam bakteri sayısının sırasıyla 3,35, 3,12, 2,87, 3,27 ve 3,34 log kob/g; pH değerinin 6,3, 6,55, 6,5, 6,6 ve 6,3; TBARS (mg MA/kg) değerinin ise 0,022, 0,012, 0,011, 0,026 ve 0,01 olduğu rapor edilmiştir.

Kolyoz (*Scomber japonicus*) balıkları ile yürütülen bir araştırmada, balıklar %12'lik tuz konsantrasyonunda 2 saat bekletildikten sonra sıcak tütüleme işlemi uygulanmış ve vakum ambalajlandıktan sonra  $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 30 gün süre ile depolanmıştır. TVB-N değerinin hem kontrol (sadece tuzlama) hem de tütüleme işlemi uygulanmış grupta başlangıçta 10,93 mg N/100 g olduğu, depolama süresince sürekli artarak 30. günde sırasıyla 40,42 ve 21,95 mg N/100 g'a ulaştığı; pH değerinin başlangıçta 6,12 olduğu, kontrol grubunda artarak 6,57'ye ulaştığı, tütülenen grupta ise depolama süresince nispi olarak azaldığı tespit edilmiştir. Her iki grupta TBA değerinin başlangıçta 0,23 mg MA/kg iken depolama sonunda sırasıyla 1,44 ve 0,83 değerlerine ulaştığı belirlenmiştir (Goulas ve Kontaminas 2005).

Farklı tuz konsantrasyonlarında (%5, %10 ve %15) salamurala edilerek sıcak tütülen ve  $4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarının kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, TVB-N içerikleri başlangıçta 5,86-6,32 mg /100 g; %5, %10 ve %15'lik salamuralı örneklerde ise sırasıyla 38,89, 36,80 ve 34,80 mg/100 g olduğu bulunmuştur. TBA değerinin ise bütün gruplarda düzenli bir şekilde arttığı, en yüksek değerin ise %15'lik salamuralı örneklerde (2,90 mg MA/kg) olduğu belirtilmiştir (Yanar *et al.* 2006).

Beyaz balık (*Coregenus* sp.) ve kızılğöz (*Rutilus rutilus*) balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada sıcak tütüleme metodu uygulanmış ve tütüleme sonrası örneklerin mikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Beyaz balıkta toplam aerob ve *Pseudomonas* sayısı taze örneklerde sırasıyla  $2,8 \times 10^4$  kob/g ve  $2,9 \times 10^3$  kob/g, tütülenmiş grupta ise  $8,3 \times 10^1$  kob/g ve  $2,4 \times 10^1$  kob/g olarak tespit edilmiştir. Kızılğöz balıklarında ise toplam aerob ve *Pseudomonas* sayısı taze örneklerde sırasıyla  $1,9 \times 10^5$  kob/g ve  $1,8 \times 10^5$  kob/g, tütüleme uygulanmış örneklerde ise  $9,2 \times 10^1$  kob/g ve  $<10^1$  kob/g olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak tütüleme işlemi uygulanmış balığın mikroflorasının taze balığın mikroflorası ile kıyaslandığında uygulanan işleme tekniğinin bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir (Çolakoğlu 2004).

Hansen and Huss (1998), tarafından yürütülen bir çalışmada 3 farklı işlem uygulanan (1. Grup 18-24°C'de 5 saat süreyle hem kuru tuzlama hem salamura uygulaması; 2. Grup 20-28°C'de 5 saat süre ile sadece salamura uygulaması; 3. Grup 20-25°C'de 7 saat süreyle salamura uygulaması) örnekler soğuk tütülenmiş ve vakum ambalajlandıktan sonra 5 °C'de depolanmıştır. Toplam canlı sayısı 1., 2. ve 3. grup örneklerde sırasıyla 7,08 log kob/g, 7,11 log kob/g, 6,94 log kob/g; toplam psikrotrofik sayısı 7,21 log kob/g, 7,07 log kob/g, 6,60 log kob/g ve Enterobacteriaceae sayısı ise 6,78 log kob/g, 6,32 log kob/g ve 5,52 log kob/g olarak rapor edilmiştir. Duyusal parametreler dikkate alındığında raf ömrünün 1. grupta 42 gün, 2. grupta 28 gün ve 3. grupta ise 24 gün olduğu bildirilmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) soğuk ve sıcak tütülenen gökkuşağı alabalıkları (*O. mykiss*)'nı vakum ambalajlayarak iki farklı sıcaklıkta ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$  ve  $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ ) depolamışlardır. Soğuk tütülemenden sonra  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerde laktik asit bakteri ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları ile total volatil baz azotu değerinde hızlı bir şekilde artış olduğu, pH değerinin ise 16. günde 6,00'ya düştüğü tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede her iki depolama sıcaklığında da sıcak tütülenmiş örneklerin soğuk tütülenmiş örneklere göre daha yüksek puan aldığı, soğuk ve sıcak tütülenerek  $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerin 6 ay süre ile tüketim özelliğini koruduğu,  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerde soğuk tütüleme grubunun 16. günde bozulduğu, sıcak

tütsüleme grubunun ise 44. günde tadında ekşime hissedildiği ve 48. günde tamamen tüketim özelliğini yitirmiş oldukları belirtilmiştir.

Espe *et al.* (2001) tarafından yürütülen bir araştırmada farklı tuzlama yöntemi (kuru ve salamura) ile soğuk tütsüleme uygulamasının (20 ve 30°C) atlantik salmonun (*Salmo salar*) kimyasal özelliklerine etkileri incelenmiştir. pH değerlerinin hem kuru tuzlama hem de salamura uygulanarak tütsülen örneklerde 6,3 ve 6,1, TBARS değerinin kuru tuzlanarak 20°C ve 30°C’de tütsülen örneklerde sırasıyla 7,6 µmol/kg ve 6,0 µmol/kg, salamura uygulanan örneklerde ise 14,7 µmol/kg ve 7,4 µmol/kg olduğu rapor edilmiştir.

Farklı iki tuz konsantrasyonunda (%5 ve %10) salamura edilerek tütsülen, vakumlu ve vakumsuz ambalajlanarak oda (20±2°C) ve buzdolabı (4±1°C) sıcaklığında muhafaza edilen aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) filetoalarının üretimi ve muhafazası sırasında oluşan kimyasal ve duyu kalite değişimlerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, sazanın raf ömrünün %5’lik salamuralı vakumsuz örneklerde oda sıcaklığında 14 gün, buzdolabı sıcaklığında 42 gün, %10’luk örneklerde ise oda sıcaklığında 28 gün, buzdolabı sıcaklığında 56 gün olduğu belirtilmiştir. Buna karşın vakum uygulanarak hazırlanan, oda ve buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen örneklerin ise 70 güne kadar tüketilebilir özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir. Başlangıçta 6,36 olan pH değeri, salamura işleminden sonra her iki tuz konsantrasyonunda (%5 ve %10) da azalarak 5,97’ye, tütsülemeyle birlikte %5’lik salamura grubunda 5,55’e, %10’luk salamura grubunda ise 5,31 değerine düştüğü belirlenmiştir. Diğer taraftan başlangıçta 12,50 mg/100 g düzeyinde belirlenen TVB-N değeri, %5’lik salamura uygulanan örneklerde 9,16 mg/100 g ve %10’luk salamura uygulanan örneklerde 7,54 mg/100 g, tütsüleme işlemi uygulanan örneklerde %5’lik salamura grubunda 13,13 mg/100 g ve %10’luk salamura grubunda ise 16,92 mg/100 g olarak saptanmıştır. Ayrıca balık filetosunda ortalama 0,85 mg MA/1000 g değerinde bulunan TBA değeri, %5 ve %10’luk salamura işlemi sonrasında ortalama olarak sırasıyla 0,68 ile 0,80 mg MA/1000 g düzeyinde saptanmış, bu değerler tütsülemeden sonra azalarak %5’lik salamura uygulanan örneklerde 0,61 mg MA/1000 g ve %10’luk

salamura uygulananlarda ise 0,43 mg MA/1000 g olarak tespit edilmiştir. TBA sayısında tüm gruplarda zamana bağlı bir artış olduğu ve hem %5 hem de %10'luk salamura uygulanarak tütsülenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerdeki TBA sayısının vakum uygulanmamış örneklere göre daha düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir (Duman ve Patır 2007).

Siskos *et al.* (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada 3 farklı sürede (30, 45 ve 60 dak.) sıvı tütsülenen, polietilen poşetlerde ambalajlanan ve 4°C'de depolanan alabalık (*Salmo gairdnerii*) filetoalarının kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Toplam canlı sayısının 48 günlük depolama sonunda 30 dak. süre ile tütsülenen örneklerde  $7 \times 10^6$  kob/g, 45 dak. tütsülenen örneklerde  $5,1 \times 10^6$  kob/g ve 60 dak. tütsülenen örneklerde ise  $1,4 \times 10^6$  kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Sıcak tütsülenmiş ve tütsülenmemiş salmon (*Salmo salar* L. 1758) balıkları ile yürütülen bir araştırmada örnekler domates sosu ve zeytinyağı kullanılarak konserve edildikten sonra 8 ay süre ile depolanmış ve depolama süresince kalite değişimleri incelenmiştir. TVB-N değerinin tütsülenmemiş balıktan elde edilen konservelede tütsülenmiş balıktan elde edilen konservelede oranla daha fazla olduğu, TVB-N değerinin tütsülenmiş balıktan elde edilen yağlı konservelede en az (23,39 mg/100 g), tütsülenmemiş balıktan elde edilen soslu konservelede ise en yüksek (26,40 mg/100 g) düzeyde olduğu vurgulanmıştır. TBA değerinin ise tütsülenmiş balıktan elde edilen soslu konservelede en az (1,31 mg/kg), tütsülenmemiş balıktan elde edilen yağlı konservelede ise en yüksek (1,88 mg/kg) düzeyde olduğu bildirilmiştir (Kaba ve Erkoyuncu 2003).

Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss* Walbaum 1792) ile yürütülen bir çalışmada sıcak tütsülenen örnekler vakum ambalajlandıktan sonra buzdolabı (4°C) koşullarında depolanmış ve depolama süresince kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda TBA değerinin başlangıçta kontrol grubunda 0,90 mg/kg, tütsülenen grupta 1,04 mg/kg olduğu ve depolama süresince sürekli artarak 28. gün 8,14 mg/kg'a ulaştığı; pH değerinin ise başlangıçta kontrol grubunda 6,62, tütsülenen grupta

ise 6,37 olduğu ve depolamanın 14. gününde 6,57 değerine yükseldiği tespit edilmiştir (nlsayın 1999).

Espe *et al.* (2002), tarafından yürütülen bir araştırmada 2 farklı tütsüleme yöntemiyle (soğuk ve elektrostatik) tütsülenen atlantik salmonunun (*Salmo salar*) kimyasal özellikleri incelenmiştir. TBARS değerinin 20°C ve 30°C'de soğuk tütsülenen gruplarda ve elektrostatik tütsüleme uygulanan grupta sırasıyla 7,6 µmol/kg, 6,0 µmol/kg ve 4,6 µmol/kg; pH değerinin ise yine sırasıyla 6,3, 6,1 ve 6,3 olduğu bildirilmiştir.

Leroi *et al.* (2000b) tarafından yürütülen bir çalışmada soğuk tütsülenen, vakum ambalajlanan salmon balıkları 5°C'de 6 hafta boyunca depolanmış ve yapılan analizler sonucunda pH ve TVB-N değerlerinin depolama periyodu sonunda taze salmona göre daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Fletcher *et al.* (1988) soğuk tütsülenmiş uskumru (*Trachurus declivir*) balıklarını vakum ambalajladıktan sonra 0°C'de depolamışlar ve yaptıkları analizler sonucunda uskumruda depolamanın ikinci ayından itibaren bozulmanın meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Cann *et al.* (1983) beyaz etli morina balığı, siyah etli ringa balığı ve tütsülenmiş uskumru balıklarıyla yaptıkları çalışmada, modifiye atmosferde (%40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub> ve %60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>) ambalajlamanın balıkların raf ömürleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda %40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub> ile ambalajlamanın morina balıklarının raf ömrünü %40-80 arasında uzattığını saptamışlardır. Ayrıca %40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub> gaz karışımı ile ambalajlanan tütsülenmiş uskumru balıklarının raf mrlерinin de kontrol grubundan farklı olmadığını bildirmişlerdir. Her iki MAP uygulamasının (%40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub> ve %60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>) da ringa balıklarının raf mrlерini benzer şekilde etkilediğini rapor etmişlerdir.

Erkan vd (2007) hava, vakum ve modifiye atmosferde (%70 CO<sub>2</sub>+%25 N<sub>2</sub>+%5 O<sub>2</sub>) ambalajlanarak 4°C'de muhafaza edilen kolyoz (*Scomber japonicus*) balıklarının kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, raf ömrünün hava, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde sırasıyla 9, 10 ve 12 gün olduğunu, en düşük TBA değerini vakum ambalajlanan örneklerin verdiğini, TVB-N değerinin (başlangıçta 7,29 mg/100g) ise 9 günlük depolama sonunda hem hava hem de vakum ile ambalajlanan örneklerde arttığını (20,02-21,42 mg/100 g), MAP uygulanan grupta TVB-N değerinin 11 günlük depolama sonunda 27,85 mg/100 g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Ayrıca toplam aerobik bakteri sayısının 13 günlük depolama sonunda hava, vakum ve MAP ambalajlanan örneklerde sırasıyla 6,65, 6,37 ve 6,41 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Aras Hisar *et al.* (2004) tarafından yapılan araştırmada gökkuşuğı alabalığı (*O. mykiss*) filetoları hava (kontrol), vakum ve farklı gaz karışımları (%100 CO<sub>2</sub>, %30 O<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%40 CO<sub>2</sub> ve %2,5 O<sub>2</sub>+%7,5 N<sub>2</sub>+%90 CO<sub>2</sub>) kullanılarak ambalajlanmış ve iki farklı depolama sıcaklığında (4±1°C ve 10°C'de) depolanmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlamanın bakteriyel çoğalmayı ve TVB-N değerindeki artışı azalttığı, lipid oksidasyonunun hem 10°C, hem de 4±1°C'de vakum ve %100 CO<sub>2</sub> ile ambalajlanan örneklerde yavaş olduğu, 4°C'de hava ve vakum ile karşılaştırıldığında modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrünü uzattığı saptanmıştır.

Çarbaş (2008) tarafından yürütölen bir araştırmada potasyum sorbat uygulamasının vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%30 O<sub>2</sub>) ambalajlanan gökkuşuğı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri incelenmiştir. Potasyum sorbatın alabalık filetolarını toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae, maya-küf sayıları ile TBARS ve TVB-N değerleri üzerinde çok önemli derecede etkili olduğu, konsantrasyonun artırılmasıyla antimikrobiyal etkinin arttığı ve bakteriyel gelişimin yavaşladığı saptanmıştır. Potasyum sorbat uygulamasının vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen filetoların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesini daha uzun süre korumasına katkıda bulunabileceğini rapor etmiştir.

Giménez *et al.* (2002) tarafından gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) üzerinde yapılan bir araştırmada örnekler, hava (kontrol), vakum ve 6 farklı gaz karışımı (%10 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>; %10 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%40 Ar; %20 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>; %20 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%30 Ar; %30 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%20 N<sub>2</sub>; %30 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%20 Ar) kullanılarak ambalajlanmış ve 1±1°C'de depolanmıştır. Depolamanın belirli günlerinde yapılan mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal analizler neticesinde modifiye atmosferde ambalajlamanın, vakum ve hava ile ambalajlanan örneklere göre raf ömrü üzerinde daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca modifiye atmosferde N<sub>2</sub> ve Ar gazları arasında önemli bir fark olmadığı ve en iyi gaz karışımının %10 O<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>/Ar olduğu bildirilmiştir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Balık materyali**

Araştırmada Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Yavru Alabalık Araştırma ve Üretim Tesislerinde yetiştirilen ortalama 350 g ağırlığındaki 40 gökkuşağı alabalığından (*O. mykiss*) elde edilen 80 adet fileto kullanılmıştır.

##### **3.1.2. Odun talaşı materyali**

Tütsüleme işleminde kavak ağacı talaşı kullanılmıştır.

##### **3.1.3. Tütsüleme fırını**

Tütsüleme fırını (AquaTech R 137/12) 100x57x47 cm ebatlarında paslanmaz çelikten imal edilmiş olup, 220 volt elektrikle çalışmaktadır. Fırın ısıtma helezonları ile donatılmış olup, tütsü üretimi fırın içerisinde yapılmaktadır. Tütsüleme fırını termostatlı olup, kapağa monte edilebilen bir termometre ile fırın içi sıcaklığı kontrol edilebilmektedir.

##### **3.1.4. Ambalaj materyali**

Ambalaj materyali olarak Südpack Verpackungen GmbH+Co (Germany) firmasından temin edilen, 15x25 cm boyutlarında PA/PE'den (Poliamid/Polietilen) müteşekkil (3-seal bags GB 70) materyal ( $O_2$  geçirgenliği  $40 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{gün.atm.23}^\circ\text{C}$ ;  $N_2$  geçirgenliği  $24 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{gün.atm.23}^\circ\text{C}$ ;  $CO_2$  geçirgenliği  $145 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{gün.atm.23}^\circ\text{C}$  ve su buharı geçirgenliği  $<3 \text{ g}/\text{m}^2/\text{gün.atm.23}^\circ\text{C}$ ) kullanılmıştır.



## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Fileto hazırlanması**

Fileto çıkarmak amacıyla taze olarak laboratuara getirilen balıkların uygun bıçaklar kullanılarak başları kesilip, iç organları temizlenmiştir. Bol temiz suyla yıkama işleminden sonra fileto makinesi (Salmo Fileter 65) kullanılarak derili filetolar elde edilmiştir.

### **3.2.2. Tuzlama**

Tuzlama işlemi için önce %20 oranında NaCl içeren salamura hazırlanmış ve filetolar bir saat süreyle bu salamurada bekletilmiştir. Daha sonra salamuradan çıkarılan balıklar askılara asılarak sızdırma işlemine tabi tutulmuş ve yüzeylerini kurutmak amacı ile 30°C’de 30 dak. bekletilmiştir (Köse ve Koral 2005; Günlü 2007).

### **3.2.3. Sıcak tütsüleme**

Salamura yöntemi ile işlenen ve yüzeyleri kurutulan filetolar 50, 60, 70 ve 80 °C’lerde 30’ar dakika olmak üzere toplam 2 saat süre ile tütsüleme fırınında sıcak tütsüleme işlemine tabi tutulmuştur (Ünal 1995; Ünlüsayın 1999).

### **3.2.4. Deneme planı**

Araştırmada, ambalajlama (vakum ve modifiye atmosfer-%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ve depolama süresi (4±1°C’de, 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 ve 60 gün) faktör olarak alınmış, denemeler 2x10 faktöriyel düzende şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür (Yıldız ve Bircan 2010).

### 3.2.5. Vakum- Modifiye atmosferde ambalajlama ve depolama

Ambalajlamada vakum ve modifiye atmosferde (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>, Karbogaz-Linde Gaz A.Ş., İstanbul) ambalajlama olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır (Çaklı *et al.* 2006). Tütsüleme işlemine tabi tutulmuş filetolar iki gruba ayrılmış, birinci grup vakum şartlarda, ikinci grup ise modifiye atmosferde ambalajlanmıştır. Her bir ambalaj materyaline 1 adet fileto yerleştirerek Multivac (Multivac A 300/16 Sepp Haggemuller D 87787 Wolfertschwenden, Germany) ambalajlama makinesinde ambalajlanmış ve 4±1°C'de 60 gün süre ile depolanmıştır. Depolama süresinin 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 ve 60. gününde alınan örnekler kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur.

### 3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

Balık örneğinden 25 g steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225 ml steril serum fizyolojik (%0.85 NaCl, Riedel-de Haën 13423) ilave edilerek Stomacherde (Lab Stomacher Blender 400-BA 7021 Sewardmedical, England) homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojenizattan steril serum fizyolojik kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve aşağıda belirtilen sayımlar yapılmıştır. Sonuçlar log<sub>10</sub> kob/g olarak verilmiştir.

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

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar) (Oxoid CM0325) besiyeri hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekimi yapılan petri plakları, 30°C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda sayım yapılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1986).

### **3.2.6.b. Psikrotrofik bakteri sayımı**

Psikrotrofik bakteri sayımında besiyeri olarak PCA (Plate Count Agar) kullanılmıştır. Belirlenen dilüsyonlardan yüzeye yayma metoduyla ekimi yapılan petri plakları, 10°C’de 7 gün inkübasyona tabi tutulmuş ve daha sonra sayım yapılmıştır (Anonymous 1992).

### **3.2.6.c. *Pseudomonas* sayımı**

Uygun dilüsyonlardan CFC agar (*Pseudomonas* Agar Base-Oxoid CM0559+CFC Selective Agar+Supplement Oxoid SR0103) besiyerini içeren petri plaklarına yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve 25°C’de 48 saat aerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oksidaz (+) koloniler sayılarak, *Pseudomonas* sayısı belirlenmiştir (Gökalp vd 1999).

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

Balık örneklerinde laktik asit bakteri sayımı için MRS (de Man, Rogosa Sharpe) Agar (Oxoid CM0361) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş, MRS Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. 30°C’de 2 günlük anaerobik şartlarda (Aneorocult A, Merck) inkübasyondan sonra katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1986).

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

Uygun dilüsyonlardan VRBD (Violet Red Glucose) Agar (Oxoid CM0485) plaklarına 0,1’er ml aktararak yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları 30°C’de anaerobik şartlarda 2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda çapı 1 mm’nin üzerindeki koloniler sayılarak, Enterobacteriaceae sayısı tespit edilmiştir (Gökalp vd 1999).

### **3.2.6.f. Maya ve küf sayımı**

Maya ve küf sayımı için RBC (Rose Bengal Chloramphenicol) Agar (Merck 1.00467.0500) besiyeri kullanılmıştır. Belirlenen dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekimler yapılmış ve 25°C’de 5 günlük inkübasyondan sonra sayım yapılarak maya ve küf sayısı belirlenmiştir (Halkman 2005).

### **3.2.7. Kimyasal Analizler**

#### **3.2.7.a. pH değerinin belirlenmesi**

Örneklerden 10’ar gram tartılıp üzerine 100’er ml saf su ilave edilerek Ultra-Turrax (IKA Werke T 25, Germany) ile 1 dakika homojenize edildikten sonra pH değerleri pH-metre (Schott Labstar pH, Germany) ile belirlenmiştir (Gökalp vd 1999). pH-metre kullanılmadan önce tampon çözeltiler ile (pH 4,00 ve pH 7,00, Riedel-de Haën 33543-33546) kalibre edilmiştir.

#### **3.2.7.b. TBARS (Thiobarbitürik asit reaktif maddeler) değerinin belirlenmesi**

İki gram örnek alınarak üzerine 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA (Trichloroacetic Acid, Riedel-de Haën 27242) %0,1 EDTA (Ethylendiaminetetra-acetic Acid, Riedel-de Haën 34549), %0,1 Propil galat (Propyl Gallate, Fluka 48710-3 ml etanolde çözülür)] ilave edilmiş, 15-20 sn ultra-turrax’da homojenize edildikten sonra Whatman 1 (Whatman® Schleicher&Schuell CAT No:1001 125) filtre kağıdından süzümüştür. Süzüntüden 3 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış, üzerine 3 ml 0,02 M TBA (Thiobarbituric acid, Fluka 88481) çözeltisi ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Deney tüpleri 100°C’de 40 dakika su banyosunda bekletildikten sonra 5 dakika soğuk su içerisinde soğutulmuştur. 2000 g’de 5 dakika santrifüj (Hermle ZK 380, Germany) işleminden sonra spektrofotometrede (Shimadzu Corporation, Japan) 530 nm dalga boyunda absorbans okunmuştur. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3-tetraetoksipropan) kullanılmış ve k (standart)

değeri 0,06 olarak hesaplanmıştır. Sonuç  $\mu\text{mol}$  malonaldehit (MA)/kg olarak verilmiştir. (Lemon 1975; Kılıç and Richards 2003).

$$\text{TBARS} = ((\text{absorbans} / k (0,006) \times 2 / 1000 \times 6,8) \times 1000 / \text{örnek ağırlığı})$$

### 3.2.7.c. TVB-N (Toplam uçucu baz azotu) değerinin belirlenmesi

Kırk gram balık örneğine 80 ml %7,5'lük TCA çözeltisi ilave edilerek ultra-turrax'da homojenize edilmiştir. Karışım 5 dakika santrifüj (400xg) edildikten sonra Whatman 3 (CAT No:1001 125) filtre kağıdı kullanılarak süzümüştür. Elde edilen 25 ml filtrata 5 ml %10'lük NaOH (Riedel-de Haën 06203) ilave edilmiş ve distilasyon cihazına (BEHR S1 Steam Distillation Unit Labor-Technik GmbH, Dusseldorf/Germany) yerleştirilmiştir Distalatın toplanacağı erlen içerisine 10 ml %4'lük borik asit çözeltisi ( $\text{H}_3\text{BO}_3$  Merck 1.00165.1000) ve 0,04 ml indikatör (0,1 g metil kırmızısı Merck 1.06076.0025)+0,1 g brom kresol yeşili (Merck 1.08121.0005)+100 ml etanol) ilave edilmiş ve distilasyon ünitesine bağlandıktan sonra 50 ml distilat toplanıncaya kadar distilasyona devam edilmiştir. Elde edilen distilat 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiş ve TVB-N değeri titrasyonda harcanan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Malle and Tao 1987).

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

### 3.2.9. İstatistikî analizler

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 18.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 1999).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

#### 4.1.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) edilen sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0. gün) her iki grupta toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı saptanabilir sınırın altındadır. Bu sonuç alabalık filetolarına uygulanan tuzlama, kurutma ve sıcak tütüleme işlemlerinin etkisi ile gerçekleşen mikrobiyal redüksiyondan kaynaklanmaktadır. Burada özellikle sıcak tütülemelerde  $80^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ulaşan sıcaklık derecesinin çok önemli etkisi söz konusudur. Ayrıca bu mikrobiyal redüksiyonda bazı tütü bileşiklerinin antimikrobiyal aktivitesinin de önemli etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı depolamanın 5, 10, 15 ve 20. günlerinde de saptanabilir sınırın altında ( $<10^2$  kob/g) bulunmuştur. Bu örneklerde depolamanın 25. gününde  $10^3$  kob/g düzeyinde aerobik mezofilik bakteri sayısı tespit edilmiştir. Depolamanın ilerleyen günlerinde ise sayıda artış devam etmiş ve 40. günde  $1\times 10^6$  kob/g değerini aşmıştır. Vakum uygulanarak ambalajlanan bu örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 50. günde  $10^7$  kob/g, 60. günde ise  $10^8$  kob/g düzeyine ulaşmıştır. Sıcak tütülenen gökkuşağı alabalığı filetoları üzerinde yapılan bir araştırmada da başlangıçta 60 günlük depolama süresi sonunda toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 8,13 log kob/g olarak belirlenmiş ve mikrobiyal redüksiyonda tütü bileşikleri ve uygulanan sıcaklığının etkili olduğu bildirilmiştir (Özkaya 1995).

Modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) uygulanarak ambalajlanan örneklerde ise bakteri gelişimi daha yavaş seyretmiş ve depolamanın 40. gününde bile sayı 10<sup>2</sup> kob/g'in altında kalmıştır. Bu örneklerde sayı 50. günde 10<sup>3</sup> kob/g ve 60. günde ise 10<sup>4</sup> kob/g seviyesine ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre modifiye atmosferde ambalajlama, kullanılan karbondioksitin etkisi ile vakum ambalajlamaya göre bakteriyel gelişimi daha iyi baskılamıştır.

**Çizelge 4.1.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza (4±1°C) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
5	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
10	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
15	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
20	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
25	I	3,50	<2,00
	II	3,53	<2,00
30	I	4,39	<2,00
	II	4,67	<2,00
40	I	6,63	<2,00
	II	6,87	<2,00
50	I	7,26	3,90
	II	7,37	3,92
60	I	8,46	4,22
	II	8,58	4,41

Kaya vd (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada ise sıcak tütsülen palamut balığında 15 günlük depolama periyodu sonunda toplam mezofilik bakteri sayısının 3,8x10<sup>3</sup> kob/g düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Diğer bir çalışmada ise marketten

satın alınan tütülenmiş balıkların başlangıçta (0. gün)  $10^5$  kob/g'in altında olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının  $4^\circ\text{C}$ 'de 30 günlük depolama periyodu sonunda  $10^7$  kob/g'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Dodds *et al.* 1992). Beyaz balık ve kızılöz balıkları ile yürütülen bir çalışmada, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının taze balıkta sırasıyla  $2,8 \times 10^4$  kob/g ve  $1,9 \times 10^5$  kob/g, sıcak tütülenen grupta ise  $8,3 \times 10^1$  kob/g ve  $9,2 \times 10^1$  kob/g olduğu rapor edilmiştir (Çolakoğlu 2004). Göktepe and Moody (1998) tarafından kendi balığı ile yürütülen araştırmada, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının tütülenen ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde  $2^\circ\text{C}$ 'de 2 ve 3 haftalık depolama sonunda sırasıyla 4,98 log kob/g ve 5,72 log kob/g,  $8^\circ\text{C}$ 'de 3 haftalık depolama sonunda ise 6,89 log kob/g düzeyine ulaştığı rapor edilmiştir. Fletcher *et al.* (1998) tarafından marketten satın alınan sıcak tütülenmiş-vakum ambalajlanmış balık türleri üzerinde yürütülen bir çalışmada, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı başlangıçta 4,09 log kob/g,  $20^\circ\text{C}$ 'de 2 günlük depolama süresi sonunda ise 7,04 log kob/g olarak bulunmuştur.

Soğuk tütüleme üzerinde yapılan araştırmalarda sıcak tütülemeye göre daha farklı sonuçlar elde edilmiştir. Dondero *et al.* (2004) vakum uygulandıktan sonra soğuk tütüleme işlemine alınan salmon balıklarında başlangıçta  $150-174 \times 10^3$  kob/g olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını,  $4^\circ\text{C}$ 'de 20 günlük depolama sonunda  $450 \times 10^4$  kob/g,  $0^\circ\text{C}$ 'de 26 günlük depolamada  $185 \times 10^4$  kob/g ve  $8^\circ\text{C}$ 'de 7 günlük depolama periyodu sonunda ise  $760 \times 10^3$  kob/g olarak belirlemişlerdir. González-Rodríguez *et al.* (2002) ise soğuk tütüledikten sonra vakum ambalajlanarak 3 hafta süre ile soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarında  $10^5$  kob/g düzeyinde toplam aerobik mezofilik bakteri belirlemişlerdir. Leroi *et al.* (1998) tarafından yürütülen çalışmada, soğuk tütülenen ve vakum ambalajlanan salmonlarda başlangıçta  $3 \times 10^3$  kob/g olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının 6 günlük depolama süresi sonunda  $3 \times 10^6$  kob/g düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir.



#### 4.1.2. Psikrotrofik Bakteri

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) edilen sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının psikrotrofik bakteri sayıları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Psikrotrofik bakteri sayısı, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısına benzerlik göstermiş ve depolamanın başlangıcından (0. gün) 20. güne kadar hem vakum hemde modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde psikrotrofik bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında kalmıştır. Kaya vd (2006) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve sıcak tütülenen palamut balığında 15 günlük depolama sonunda psikrotrofik bakteri sayısının  $<10$  kob/g düzeyinde olduğu belirtilmiştir.

Vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde psikrotrofik bakteri sayısı depolamanın 25. gününde  $10^3$  kob/g düzeyinde belirlenmiştir. Depolamanın ilerleyen günlerinde sayı artmaya devam etmiş ve 40. günde  $1 \times 10^6$  kob/g değerini aşmıştır. Depolamanın 50. ve 60. günlerinde ise psikrotrofik bakteri sayısı sırası ile  $10^7$  kob/g ve  $10^8$  kob/g seviyelerine ulaşmıştır. Sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığı üzerinde yapılan bir çalışmada da depolama süresinin ilerlemesi ile psikrotrofik bakteri sayısının arttığı ve depolamanın 60. gününde örneklerde  $10^5$  kob/g düzeyinde psikrotrofik bakteri bulunduğu belirtilmiştir (Özkaya 1995).

Modifiye atmosfer ( $\%50 \text{CO}_2 + \%50 \text{N}_2$ ) uygulanarak ambalajlanan örneklerde 40 günlük depolama süresi boyunca psikrotrofik bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında belirlenmiştir. Depolamanın 50. günde sayı yaklaşık  $10^4$  kob/g düzeyine ulaşmış ve depolamanın son gününde (60. gün) de sayı aynı seviyede kalmıştır.

Buna karşın Çizelge 4.2’de de görüldüğü üzere vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde psikrotrofik bakteri sayısı  $10^6$ - $10^7$  kob/g düzeyindedir. Bu sonuçlara göre vakum ambalajlanan örnekler yaygın olarak kabul gören  $1 \times 10^6$  kob/g seviyesini depolanmanın 40. gününde aşmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler ise 60. günde dahi bu sınır değerinin altında bir sayı ( $10^4$  kob/g) vermiştir. Bu sonuç MAP

uygulanmasında kullanılan karbondioksitin etkisi ile bakteri gelişiminin vakum ambalajlamaya göre daha yavaş olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

**Çizelge 4.2.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
5	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
10	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
15	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
20	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
25	I	3,42	<2,00
	II	3,62	<2,00
30	I	4,39	<2,00
	II	4,44	<2,00
40	I	6,87	<2,00
	II	7,02	<2,00
50	I	7,38	3,89
	II	7,39	4,11
60	I	8,49	4,19
	II	8,59	4,48

Mevcut bu çalışmadan farklı olarak Çaklı *et al.* (2006) tarafından sıcak tütsüleme işlemi uygulanan gökkuşığı alabalığı ile yürütülen bir çalışmada ise vakum ve modifiye atmosferde (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ambalajlanmış örneklerde psikrotrofik bakteri sayısı depolama başlangıcında sırasıyla 1,9 log kob/g ve 2,4 log kob/g, 40 günlük depolama sonunda ise 7,0 log kob/g ve 6,0 log kob/g olarak rapor edilmiştir. Vakum ve modifiye atmosferde muhafaza sıcaklığı önemli bir faktördür. MAP de sıcaklık düşüğe karbondioksitin etkinliği arttığından ürünün raf ömründe artmaktadır. Fletcher *et al.*

(1998) tarafından sıcak tütülenmiş ve vakum ambalajlanmış farklı balık türleri üzerinde yapılan bir çalışmada 20°C'de 2 günlük depolama sonunda yüksek sayılar ( $10^7$  kob/g) elde edilmiştir.

Balık işleme teknolojisinde soğuk tütülemeye yaygın olarak kullanılan bir tütüleme yöntemidir. Bu tip ürünlerde sıcaklığın düşük olması nedeni ile mikroorganizma faaliyeti sıcak tütülemeye göre oldukça farklıdır. Üç farklı işlem uygulanarak (1. grup: kuru tuzlama+salamura, 18-24 °C'de 5 saat; 2. grup: salamura, 20-28°C'de 5 saat; 3. grup salamura, 20-25°C'de 7 saat) soğuk tütülenen salmon balıkları ile yapılan bir çalışmada, toplam psikrotrofik bakteri sayısını sırasıyla 7,21 log kob/g, 7,07 log kob/g ve 6.60 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Hansen and Huss 1998). Hansen *et al.* (1998) ise soğuk tütülenen ve vakum ambalajlanan salmonlarda 50 günlük depolama periyodu sonunda toplam psikrotrofik bakteri sayısının  $10^8$  kob/g düzeyine ulaştığını bildirmiştir. Vakum ve modifiye atmosfer ile ambalajlanan ve 5°C'de 4 hafta süre ile muhafaza edilen soğuk tütülenmiş salmonlarda ise psikrotrofik bakteri sayısı depolama sonunda vakum ambalajlamada  $10^6$ - $10^7$  log kob/g ve MAP uygulamasında  $10^5$ - $10^6$  log kob/g olarak belirlenmiştir (Paludan-Müller *et al.* 1998). Soğuk tütülenen ve vakum ambalajlandıktan sonra farklı sıcaklık ve günlerde (1. Grup: -2°C'de 14 gün, 4°C'de 10 gün ve 8°C'de 18 gün; 2. Grup: -2°C'de 28 gün, 4°C'de 10 gün ve 8°C'de 18 gün) depolanan salmon balıkları ile yürütülen diğer bir çalışmada, toplam psikrotrofik bakteri sayısının 1. grup örneklerde 2,30 log kob/g, 2. grup örneklerde ise 2,24 log kob/g olduğu kaydedilmiştir (Beaufort *et al.* 2009).

#### 4.1.3. *Pseudomonas*

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında soğukta muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) sırasında belirlenen *Pseudomonas* sayıları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Sıcak tütülenen alabalık filetolarında hem vakum hem de modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) uygulaması ile ambalajlanan örneklerde *Pseudomonas* sayısı depolamanın başlangıcında (0. gün)  $<10^2$  kob/g seviyesinde bulunmuştur. Bu sonucun sıcak tütülemeye kaynaklandığı

düşünülmektedir. Pseudomonaslar depolamanın diğer günlerinde hem vakum hem de modifiye atmosfer koşullarında gelişme gösterememiş ve depolama sonunda örneklerin tümünde sayı yine saptanabilir sınırın altında bulunmuştur.

Pseudomonaslar, Gram (-), hareketli, obligat aerob bakterilerdir. Bu bakteriler ekseriyetle soğuğa toleranslıdırlar ve 5,9-6,4 aralığında gelişirler (Alperden 1995). Pseudomonaslar diğer gıdalarda olduğu gibi çeşitli su ürünlerinde de proteolitik aktiviteleri nedeni ile bozulmada önemli rol oynamaktadır (Castell and Greenough 1957; Macdonell and Colwell 1985; Reynisson *et al.* 2009).

Balık etinde tuz, bakteri hücre yapısını bozarak ve osmotik basıncı yükselterek ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca su aktivitesinin düşmesini sağlayarak bakteri gelişimini inhibe etmektedir. Tuz çözeltisinde oksijen çözünürlüğü çok az olduğundan aerobik bakterilerin gelişme riski de düşük olmaktadır. Balık bozulmasından sorumlu olan pseudomonaslar gibi birçok bakteri halofobik olup, %5'i geçen tuz konsantrasyonlarında gelişmemektedir (Uğur vd 1999; Mol ve Özden 2004; Varlık vd 2004).

**Çizelge 4.3.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
5	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
10	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
15	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
20	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
25	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
30	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
40	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
50	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
60	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00

Sıcak tütsüleme uygulanan beyaz ve kızılöz balıklarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çolakoğlu 2004). Gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan bir araştırmada ise *Pseudomonas* sayısı vakum ambalajlamada  $5,57\pm 2,02$  log kob/g, %30 O<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+%40 CO<sub>2</sub> gaz karışımında ise  $5,31\pm 1,89$  log kob/g olarak belirlenmiştir (Aras Hisar *et al.* 2004).

#### 4.1.4. Laktik asit bakterileri

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra sıcak tütülenmiş gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının soğukta muhafazası ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) sırasında laktik asit bakteri sayılarında gözlenen değişim Çizelge 4.4'de verilmiştir. Toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayılarında olduğu gibi laktik asit bakteri sayısında da benzer bir sonuçla karşılaşılmıştır. Depolamanın ilk 20 gününde laktik asit bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında belirlenirken, depolamanın 25. günde sadece vakum uygulanan grupta sayı belirlenebilir bir düzeye erişmiştir.

Sıcak tütüldükten sonra vakum ambalajlanarak muhafaza edilen örneklerde laktik asit bakteri sayısı 20 günlük depolama periyodu boyunca  $<10^2$  kob/g seviyesinde, 40. gün  $10^5$  kob/g, 50. günde artış göstererek  $10^7$  kob/g seviyelerine ulaşmıştır. Son günde ise  $10^7$ - $10^8$  kob/g düzeyinde sayılar belirlenmiştir. Özkaya (1995) tarafından yapılan çalışmada da sıcak tütülen gökkuşuğu alabalığında 60 günlük muhafaza sonunda  $10^8$  kob/g düzeyinde laktik asit bakterisi tespit edilmiştir.

Laktik asit bakteri sayısı modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan örneklerde 40 günlük depolama süresi boyunca saptanabilir sınırın altında kalmıştır. Depolamanın 50 ve 60. günlerde  $10^3$  kob/g düzeyine ulaşmıştır. Çaklı *et al.* (2006) tarafından gökkuşuğu alabalığı ile yürütülen bir çalışmada ise, sıcak tütülenerek, vakum ve modifiye atmosferde (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ambalajlanmış örneklerde laktik asit bakteri sayısı 40 günlük depolama sonunda sırasıyla 4,8 log kob/g ve 3,9 log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde vakum ambalajlamaya göre daha düşük laktik asit bakteri sayısı tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre vakum şartlarda ambalajlanan örneklerde laktik asit bakterileri modifiye atmosferde ambalajlamaya göre daha iyi bir gelişme göstermiştir. Depolamanın son günlerinde modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde vakum ambalajlanan örneklere göre yaklaşık 4 logaritmik birimlik daha düşük bir sayı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
5	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
10	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
15	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
20	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
25	I	3,63	<2,00
	II	3,66	<2,00
30	I	4,06	<2,00
	II	4,10	<2,00
40	I	5,30	<2,00
	II	5,22	<2,00
50	I	7,27	3,38
	II	7,28	3,43
60	I	7,96	3,53
	II	8,04	3,74

Soğuk tütsülenen alabalık filetolarında da laktik asit bakterileri floranın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. González-Rodríguez *et al.* (2002) üç haftalık depolama periyodu sonunda yaklaşık  $10^5$  kob/g düzeyinde laktik asit bakteri sayısı tespit etmişlerdir. Diğer taraftan soğuk tütsüleme işlemi uygulanmış salmon balıklarında laktik asit bakteri sayısının 50 günlük depolama periyodu sonunda  $10^3$  log kob/g düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Hansen *et al.* 1998). Paludan-Müller *et al.* (1998) ise soğuk tütsülenen, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra  $5^\circ\text{C}$ 'de 4 hafta süre ile depolanan salmonlarda laktik asit bakteri sayısını sırasıyla  $10^6$ - $10^7$  log kob/g ve  $10^5$ - $10^6$  log kob/g olarak belirlemişlerdir. Yılmaz (2004) ise gökkuşığı alabalık filetolarında 18 günlük bir soğukta muhafaza sonunda kontrol grubu örneklerde  $10^2$ - $10^5$

kob/g, vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde ise  $10^2$ - $10^3$  kob/g düzeyinde laktik asit bakterisi tespit etmiştir. Buna karşın Aras Hisar *et al.* (2004) laktik asit bakteri sayısını taze alabalık filetolarında (0. gün)  $<10^2$ - $10^2$  kob/g, depolamanın son gününde (14. günde) kontrol grubunda  $10^5$  kob/g, vakum ambalajlanmış örneklerde  $10^5$ - $10^6$  kob/g ve modifiye atmosferde ambalajlanmış örneklerde ise  $10^6$ - $10^7$  kob/g olarak belirlemiştir.

#### 4.1.5. Enterobacteriaceae

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) edilen sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayıları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Alabalık filetolarında sıcak tütüleme sonunda Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında belirlenmiştir. Çolakoğlu (2004) tarafından beyaz balık ve kızılöz balığı üzerinde yapılan araştırmada da benzer sonuçlar ( $1,1 \times 10^1$  kob/g ve  $<10^1$  kob/g) elde edilmiştir.

Enterobacteriaceae familyası üyeleri hem vakum hem de modifiye atmosfer ( $\%50 \text{CO}_2 + \%50 \text{N}_2$ ) koşullarında depolama süresince gelişme göstermemiş ve sayı  $<10^2$  kob/g seviyesinde kalmıştır. Pseudomonaslar gibi Gram (-) olan Enterobacteriaceae familyası üyeleri soğuk tütülemeye daha farklı bir davranış göstermektedir. Hansen and Huss (1998) farklı işlemler uygulanarak soğuk tütülen salmon balıklarında  $10^5$ - $10^6$  kob/g düzeyinde Enterobacteriaceae tespit etmişlerdir. Soğuk tütülen salmonlar ile yapılan diğer bir çalışmada ise Enterobacteriaceae sayısı 4 haftalık depolama süresi sonunda vakum ambalajlanan örneklerde  $10^5$ - $10^6$  kob/g ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde  $10^3$ - $10^4$  kob/g olarak kaydedilmiştir (Paludan- Müller *et al.* 1998). Soğuk tütülen, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan alabalık filetoları ile yürütülen çalışmada ise 3 haftalık depolama periyodu sonunda Enterobacteriaceae sayısının oldukça düşük olduğu bildirilmiştir (Gonzalez-Rodriguez *et al.* 2002). Hansen *et al.* (1998) ise soğuk tütülen salmon balıklarında 50 günlük depolama periyodu sonunda Enterobacteriaceae sayısını  $10^6$  kob/g düzeyinde saptamışlardır.



**Çizelge 4.5.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
5	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
10	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
15	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
20	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
25	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
30	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
40	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
50	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
60	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00

#### 4.1.6. Maya ve Küf

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra sıcak tütsülenmiş gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında soğukta muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) sırasında belirlenen maya ve küf sayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Vakum ambalajlanan filetolarda 25 günlük depolama periyodu boyunca  $<10^2$  kob/g'ın altında olan maya ve küf sayısı, depolamanın 40. gününde  $10^3$  kob/g, depolamanın son gününde (60. gün) ise  $10^4$  kob/g seviyesine ulaşmıştır. Modifiye atmosfer (%50  $\text{CO}_2$ +%50  $\text{N}_2$ ) uygulanarak ambalajlanan örneklerde ise 50 günlük depolama süresi boyunca maya ve küf sayısı  $<10^2$  kob/g'ın altında, depolamanın son gününde (60. gün) ise  $10^3$  kob/g düzeyinde bulunmuştur.

Tütsülenmiş ringa balıkları üzerinde yapılan çalışmada, depolamanın ilk ayında  $10^2$  kob/g, polietilen poşetlerde 3 aylık depolama periyodu sonunda  $10^5$ - $10^6$  kob/g ve  $-20$  °C'de 6 aylık depolama süresi sonunda ise  $10^2$  kob/g düzeyinde maya ve küf saptanmıştır (Plahar *et al.* 1991). Ticari çamur yılan balığı üzerinde yapılan bir araştırmada taze örneklerde  $10^2$  kob/g tütsülenmiş örneklerde ise  $10^5$  kob/g maya sayısı belirlenmiştir (Vishwanath *et al.* 1998). Lu *et al.* (1991) tarafından ringa balığı ile yürütülen çalışmada ise tütsülenen ve polietilen ile ambalajlanan örneklerde maya ve küf sayısı,  $25$ - $28$ °C'de 1 aylık depolama sonunda  $10^6$  kob/g,  $-14$ °C'de 6 aylık depolama süresi sonunda ise  $10^4$  kob/g olarak saptanmıştır. Kaya vd (2006) ise sıcak tütsülenen palamut balığı üzerinde yürüttükleri araştırmada 15 günlük depolama periyodu sonunda maya sayısını  $3,5 \times 10^3$  kob/g, küf sayısını ise  $2,1 \times 10^2$  kob/g olarak belirlemişlerdir. Soğuk tütsülendikten sonra vakum uygulanarak ambalajlanan alabalık filetoları ile yürütülen diğer bir araştırmada 3 haftalık depolama periyodu sonunda maya sayısı  $2,84 \pm 0,73$  kob/g olarak belirlenmiştir (González-Rodríguez *et al.* 2002).

**Çizelge 4.6.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
5	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
10	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
15	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
20	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
25	I	<2,00	<2,00
	II	<2,00	<2,00
30	I	3,17	<2,00
	II	3,25	<2,00
40	I	3,58	<2,00
	II	3,66	<2,00
50	I	4,49	<2,00
	II	4,55	<2,00
60	I	4,83	3,39
	II	4,82	3,81

## 4.2 Kimyasal Analiz Sonuçları

### 4.2.1.pH

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütsülenmiş gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında pH değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0. gün) en düşük pH değeri 6,26, en yüksek pH değeri 6,41, depolamanın 60. gününde en düşük değer 6,18, en yüksek değer ise 6,27 olarak tespit edilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere pH değeri hem vakum hem de modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

Balık etinde pH değeri genellikle 5,7-6,6 aralığında değişkenlik göstermektedir. Bozulma durumunda bu değer 7'ye ve hatta daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu nedenle pH değeri balığın tazeliği hakkında bilgi veren önemli bir kriter olarak görülmektedir (Aksu 2001). Sıcak tütüleme uygulanan gökkuşağı alabalığı ile yürütülen bir çalışmada da depolama başlangıcında (0. gün) pH değeri 6,37 olduğu, depolamanın 14. gününde pH değerinde bir artışın (6,51) gözlemlendiği ve 28. günde pH'nın tekrar düştüğü (6,12) belirtilmiştir (Ünlüsayın 1999).

**Çizelge 4.7.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütülenmiş Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerleri

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	6,26	6,33
	II	6,32	6,41
5	I	6,03	6,04
	II	6,15	6,16
10	I	6,07	6,00
	II	6,15	6,14
15	I	6,09	6,18
	II	6,16	6,13
20	I	6,26	6,19
	II	6,21	6,24
25	I	6,17	6,10
	II	6,24	6,14
30	I	6,09	6,13
	II	6,15	6,14
40	I	6,11	6,10
	II	6,15	6,17
50	I	6,14	6,08
	II	6,18	6,17
60	I	6,23	6,18
	II	6,27	6,21

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütüleme işlemi uygulanmış gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH

değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından olan depolama süresi pH değeri üzerinde çok önemli ( $p<0,01$ ) düzeyde etkili olmuştur. Ambalajlama ile ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının ise önemli etkileri olmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Çizelge 4.8.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama	1	0,001	0,771
Depolama Süresi (Gün)	9	0,021	18,305**
A x D	9	0,002	1,919
Blok (B)	1	0,031	26,306**
Hata	19	0,001	
Genel	40		

\*\* $p<0,01$  seviyesinde çok önemli

Soğukta muhafaza edilen sıcak tütsüleme uygulanmış gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Başlangıçta (0. gün)  $6,33\pm 0,06$  olan pH değeri, 20. günde  $6,22\pm 0,03$ , 40. günde  $6,13\pm 0,03$  ve depolamanın son gününde (60. gün)  $6,22\pm 0,03$  olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin (5, 10, 15, 30, 40 ve 50) günlerine ait ortalama değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu değildir ( $p>0,05$ ). Ayrıca depolamanın (20 ve 60) günlerine ait ortalamalar arasında da istatistiki açıdan önemli bir farklılık saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). En belirgin farklılık depolamanın başlangıç (0. gün) ve sonuna (60. gün) ait ortalamalar arasında görülmüştür. Sıcak tütsülemenin kadife balığı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada da pH değerinde çok önemli bir değişim görülmemiş, tütsüleme sonrası  $6,51\pm 0,03$  olan pH değerinin 28 günlük depolama periyodu sonunda  $6,62\pm 0,06$  değerine ulaştığı kaydedilmiştir (İzci ve Ertan 2005). Diğer taraftan Zorn *et al.* (1993) sıcak tütsülenmiş vakum ambaljanmış alabalık filetolarında pH değerinin depolama sıcaklığına bağlı olmadığını ve pH değerinin 6,0-6,7 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Lyhs *et al.* (2001) tütsülenmiş ve

vakum uygulanarak ambalajlanmış alabalık filetolarında 3 ve 8°C’de, 18 ve 20 gün süreyle muhafaza edilen örneklerin 6,49 olan başlangıç pH değerinin muhafaza sırasında 6,29 ve 6,37’ye düştüğünü bildirmişlerdir. Goulas and Kontominas (2005) ise sıcak tütülenmiş kolyoz balıklarında 30 günlük bir soğukta muhafaza sırasında pH değerinde çok az bir değişimin olduğunu bildirmişlerdir.

İki farklı konsantrasyonda (%6 ve %21) NaCl içeren salamurada işlendikten sonra tütülen ve vakum şartlarda ambalajlanan gökkuşığı alabalıkları ile yürütülen bir çalışmada, pH değeri sırasıyla depolama başlangıcında (0. gün) sırasıyla 6,01 ve 6,05 iken, depolamanın sonunda (87. gün) 6,23 ve 6,26 olarak saptanmıştır. Diğer taraftan salamuranın ve tütülenmenin etkisiyle pH değerinin sabit kaldığı bildirilmiştir (Ünal 1995). Özkaya (1995) tarafından gökkuşığı alabalığı üzerinde yürütülen diğer bir çalışmada ise kontrol grubunda 6,12 olan pH değerinin, sıcak tütülen örneklerde depolamanın başlangıcında (1. gün) 6,45, 4. gününde ise önemli düzeyde artarak 6,56 değerine yükseldiği, daha sonraki periyotlarda ise önemli olmayan değişimler görüldüğü ve 48 günlük depolama süresi sonunda 6,47 olduğu tespit edilmiştir. Kaya vd. (2006) tarafından sıcak tütülenmiş palamut balığı ile yürütülen araştırmada ise depolama başlangıcında (0. gün) 5,71 olan pH değerinin, depolamanın sonunda (15. gün) 5,97 değerine yükseldiği rapor edilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	4	6,33 $\pm$ 0,06a
5	4	6,09 $\pm$ 0,07d
10	4	6,09 $\pm$ 0,07d
15	4	6,14 $\pm$ 0,04dc
20	4	6,22 $\pm$ 0,03b
25	4	6,16 $\pm$ 0,06c
30	4	6,12 $\pm$ 0,02dc
40	4	6,13 $\pm$ 0,03dc
50	4	6,14 $\pm$ 0,04dc
60	4	6,22 $\pm$ 0,03b

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ )

Sıcak tütsüledikten sonra ambalajlanarak soğukta muhafaza edilen balıklarda muhafaza sırasında pH değerinde çok az bir değişimin olduğu diğer araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Kolodziejska *et al.* 2002; Çaklı *et al.* 2006). Kolodziejska *et al.* (2002) pH değerinin sıcak tütsülenen uskumruda 21 günlük depolama süresince 6,13 ve 6,22 arasında değiştiğini, Çaklı *et al.* (2006) ise sıcak tütsüleme işlemi uygulandıktan sonra vakum veya modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşığı alabalık örneklerinde her iki grupta da başlangıç pH değerinin 6,4, depolama sonunda (40. gün) ise 6,3 - 6,4 olduğunu ve pH değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Şengör vd (2009) ise taze mersin balığında pH değerinin 5,88, sıcak tütsüleme uygulanan örneklerde ise 5,78 olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan iki farklı odun talaşı kullanılarak (meşe-kayın-kavak, elma ağacı) sıcak tütsülenen vakum ambalajlanmış atlantik palamuttun da pH değeri depolama başlangıcında (0. gün) sırasıyla 5,60 ve 5,99, 60 günlük depolama süresi sonunda ise 6,84 ve 6,85 olarak tespit edilmiştir (Duyar *et al.* 2008).

Soğuk tütülenmiş salmonlarda 5°C’de 6 haftalık depolama sonunda pH değeri kontrol grubuna (6,41-6,53) göre tütüleme uygulanan örneklerde daha düşük (5,97-6,05) bulunmuştur (Leroi *et al.* 2000b). Duman ve Patır (2007) ise aynalı sazan balıkları üzerinde yürüttükleri araştırmalarında pH değerini kontrol grubunda deneme başlangıcında (1. gün)  $6,36 \pm 0,12$ , %10 salamuralı grupta  $5,97 \pm 0,07$ , tütüleme sonrası 1. günde  $5,31 \pm 0,59$ , 7. günde  $5,51 \pm 0,20$  ve depolamanın son gününde (84. gün)  $5,45 \pm 0,22$  olarak tespit etmişlerdir. Antonia da Silva *et al.* (2008) tarafından tütülenmiş mavi kedi balığı ile yürütülen araştırmada da pH değerinde düşüş olmuş, depolamanın başlangıcında (0. gün) pH değeri 6,85, depolamanın 6. haftasında ise 6,30 olarak belirlenmiştir. Soğuk tütülenen ve vakum ambalajnana alabalıklar üzerinde yapılan bir çalışmada ise pH değerinin 5,71-6,11 arasında değiştiği belirtilmiştir (González-Rodríguez *et al.* 2002).

Soğuk tütülenen salmonlar ile yürütülen bir çalışmada, pH değeri başlangıçta 6,2, 4 haftalık depolama süresi sonunda 6,0-6,1 olarak belirlenmiştir (Paludan-Müller *et al.* 1998). Atlantik salmon balığına uygulanan elektrostatik tütülemenin soğuk tütülemeye göre pH değerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı da diğer bir araştırmada ortaya konulmuştur (Espe *et al.* 2002). Diğer taraftan hem kuru tuzlama hem de salamura uygulandıktan sonra iki farklı sıcaklıkta (20 ve 30°C) tütülenen Atlantik salmon balıklarının pH değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı da bildirilmiştir (Espe *et al.* 2001).

#### **4.2.2. Thiobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS)**

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütülenmiş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında soğukta muhafaza sırasında belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) TBARS değeri 2,32-2,78  $\mu\text{mol MA/kg}$  arasında değişmiştir. Balıkta lipid oksidasyonunun bir ölçüsü olarak kullanılan TBARS değeri, depolama süresinin ilerlemesine paralel olarak artış göstermiş ve depolamanın sonunda vakum



ambalajlanan örneklerde 8,92-8,94  $\mu\text{mol MA/kg}$ , modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise 6,79-6,40  $\mu\text{mol MA/kg}$  değerlerine ulaşmıştır.

Balık etinde oksidasyon düzeyi türe, yağ içeriğine, diğer kimyasal özelliklere, uygulanan işleme teknolojisine ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Balık yağlarının fazla doymamış yağ asiti içermeleri oksidasyonu artıran en önemli faktördür. Doymamış yağ asitlerinin oksijen ile reaksiyonu neticesinde ilk kademelerde hidroperoksitler oluşmaktadır. Hidroperoksitler daha sonra aldehitler, ketonlar ve alkoller gibi çeşitli bileşiklere parçalanmakta ve neticede ransidite yani acılaşıma ortaya çıkmaktadır (Aktaş ve Kaya 2010). TBARS değeri, lipit oksidasyonunun derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan önemli bir kalite kriteridir (Günlü 2007).

**Çizelge 4.10.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerleri ( $\mu\text{mol MA/kg}$ )

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	2,32	2,62
	II	2,78	2,55
5	I	4,96	2,94
	II	5,33	2,68
10	I	5,64	3,00
	II	5,66	2,77
15	I	5,79	3,25
	II	6,01	2,59
20	I	6,04	3,60
	II	6,08	3,50
25	I	6,31	3,88
	II	6,18	3,52
30	I	6,39	4,88
	II	6,67	4,43
40	I	7,85	6,46
	II	8,19	6,08
50	I	8,54	6,54
	II	8,70	6,46
60	I	8,92	6,79
	II	8,94	6,40

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütüleme işlemi uygulanmış gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. TBARS değeri üzerine ambalajlama, depolama süresi ve ambalajlama x depolama süresi interaksyonunun çok önemli ( $p<0,01$ ) derecede etkileri olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.11.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama	1	44,859	963,189**
Depolama Süresi (Gün)	9	11,594	248,941**
A x D	9	0,714	15,320**
Blok (B)	1	0.036	0,773
Hata	19	0,047	
Genel	40		

\*\* $p<0,01$  seviyesinde çok önemli

Soğukta muhafaza edilen sıcak tütüleme uygulanmış gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde başlangıçta (0. gün)  $2,56\pm0,19$   $\mu\text{mol MA/kg}$  olan TBARS değeri, depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş ve depolamanın son gününde (60. gün)  $7,76\pm1,35$   $\mu\text{mol MA/kg}$  seviyesine ulaşmıştır. Bu sonuçlardan da görüldüğü üzere depolamanın 60. gününde bile ortalama TBARS değeri 8  $\mu\text{mol MA/kg}$  seviyesini aşmamıştır.

TBARS değerinin depolama süresine bağlı olarak arttığı yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir (Kaya 1994; Ünlüsayın 1999; İzci ve Ertan 2005; Duman ve Patır 2007). Kaya (1994) tütülenmiş alabalık örneklerinde TBA değerini depolamanın 5. gününde 0,86 mg/kg, depolamanın 30. gününde ise 2,56 mg/kg olarak tespit etmiştir. Aynalı

sazan balıklarına uygulanan tütsüleme işlemi ile TBA değerinin arttığı belirtilmiş ve TBA değerinin kontrol grubunda başlangıçta (1. gün)  $0,65 \pm 0,65$  mg MA/1000g, %10 salamuralı grupta  $0,80 \pm 0,70$  mg MA/1000 g, tütsüleme işleminden sonra 1. günde  $0,43 \pm 0,05$  mg MA/1000 g, 7. günde  $0,62 \pm 0,21$  mg MA/1000 g ve depolamanın son gününde (84. gün)  $2,70 \pm 0,19$  mg MA/1000 g olduğu bildirilmiştir (Duman ve Patır 2007). Gökkuşluğu alabalığı üzerinde yürütülen bir çalışmada ise TBA değeri kontrol grubunda  $0,90$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada tütsülenen örneklerde ise TBA değerinin depolama başlangıcında (1. gün)  $1,04$  mg/kg, depolamanın 28. gününde ise  $8,14$  mg/kg düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir (Ünlüsayın 1999). Sıcak tütsülenen kadife balığı örneklerinde TBA değerinin tütsüleme sonrası  $0,322 \pm 0,05$  mg MA/kg, 28 günlük depolama süresi sonunda ise  $3,080 \pm 0,010$  mg MA/kg değerine ulaştığı saptanmıştır (İzci ve Ertan 2005). Aras Hisar *et al.* (2004) ise gökkuşluğu alabalığı filetolarında TBARS değerini depolamanın 0. gününde  $2,13 \pm 0,39$   $\mu$ mol MA/kg ve 15. gününde  $15,90 \pm 9,44$   $\mu$ mol MA/kg olarak tespit etmiştir.

**Çizelge 4.12.** Soğukta Muhafaza ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme Uygulanmış Gökkuşluğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	4	$2,56 \pm 0,19\text{g}$
5	4	$3,97 \pm 1,36\text{f}$
10	4	$4,26 \pm 1,60\text{ef}$
15	4	$4,41 \pm 1,74\text{e}$
20	4	$4,80 \pm 1,44\text{d}$
25	4	$4,97 \pm 1,47\text{d}$
30	4	$5,59 \pm 1,10\text{c}$
40	4	$7,14 \pm 1,03\text{b}$
50	4	$7,56 \pm 1,22\text{a}$
60	4	$7,76 \pm 1,35\text{a}$

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ )

Cuppett *et al.* (1989) iki farklı tütsüleme tekniği (sıvı ve geleneksel) uygulanan beyaz göl balıkları üzerinde yürüttükleri çalışmada, TBA değerinin depolama başlangıcında (0. gün) sırasıyla 1,29 mg MA/kg ve 0,75 mg MA/kg, depolama sonunda (22. gün) 3,22 mg MA/kg ve 1,00 mg MA/kg olduğunu belirtmişlerdir. Antonia da Silva *et al.* (2008) tarafından tütsülenmiş mavi kedi balığı ile yürütülen araştırmada, depolamanın 0. gününde kuru madde üzerinden 0,04 mg MA/kg olan TBARS değerinin, 6 haftalık depolama süresi sonunda 0,22 mg MA/kg değerine ulaştığı rapor edilmiştir. Sıcak tütsülenmiş hamsi balığı üzerinde yapılan bir çalışmada da başlangıcında (0. gün) 1,357 mg MA/1000 g TBA değerinin depolama sonunda (11. gün) 3,4 mg MA/1000g'a yükseldiği tespit edilmiştir (Köse ve Koral 2005).

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere modifiye atmosferde ambalajlanan örneklere ait ortalama TBARS değeri ile vakum ambalajlanmış örneklere ait ortalama değer arasında yaklaşık 2  $\mu$ mol MA/kg'lık bir fark belirlenmiştir. Benzer sonuç Çaklı *et al.* (2006) tarafından da belirlenmiştir. Araştırmacılar sıcak tütsüleme işlemine tabi tutulduktan sonra vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanmış gökkuşuğu alabalığı örneklerinde TBA değerini depolama başlangıcında (1. gün) sırasıyla 1,4 mg MA/kg ve 0,8 mg MA/kg, 40 günlük depolama süresi sonunda ise 2,1 mg MA/kg ve 0,7 mg MA/kg olarak belirlemişlerdir (Çaklı *et al.* 2006).

**Çizelge 4.13.** Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	20	4,24 $\pm$ 1,60b
Vakum	20	6,36 $\pm$ 1,81a

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

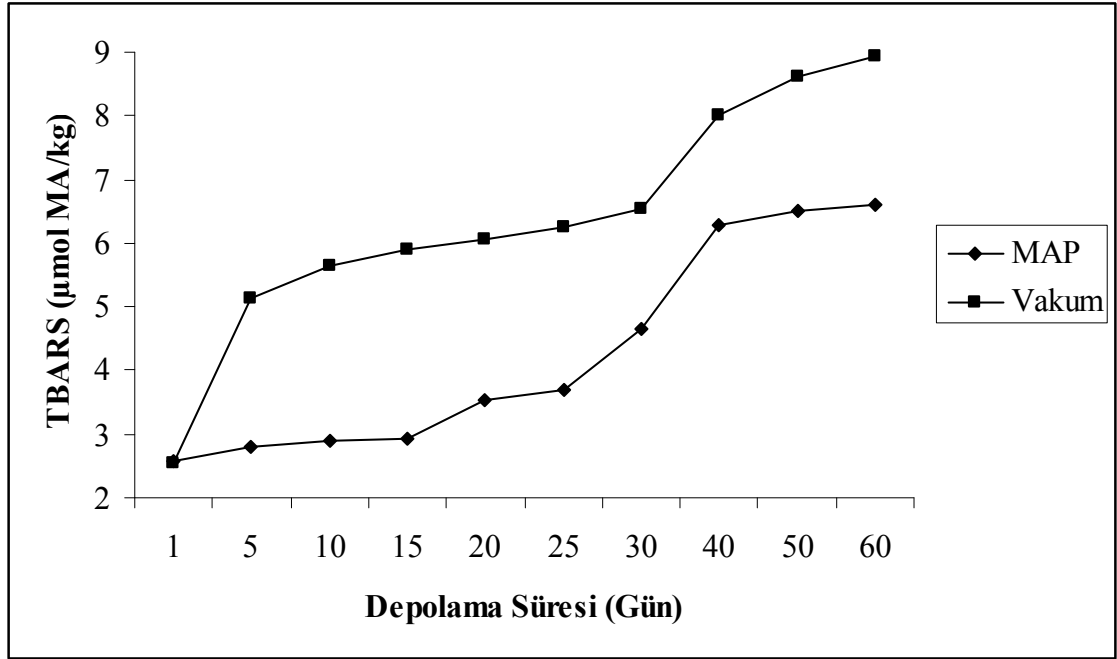
Kolyoz balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada tarafından, TBA değeri başlangıçta (0. gün) %12 salamuralı grupta 0,23 $\pm$ 0,05 mg MA/kg, 30. günde 1,44 $\pm$ 0,20 mg MA/kg,

sıcak tütülenen grupta ise 0. gün  $0,23\pm 0,05$  mg MA/kg ve 30. günde  $0,83\pm 0,09$  mg MA/kg olarak saptanmıştır (Goulas and Kontominas 2005).

Kedi balığı üzerinde yapılan bir araştırmada ise tütülenmiş ve modifiye atmosferde ambalajlanmış örneklerin 2°C'lik ( $1,188$  mg TBARS/kg) muhafaza sıcaklığında 8°C'ye ( $1,489$  mg TBARS/kg) göre daha düşük TBARS değeri verdiği belirtilmiştir (Göktepe and Moddy 1998). Atlantik salmon üzerinde yapılan çalışmada ise elektrostatik tütülenmenin soğuk tütülenmeye (20 ve 30°C) göre daha düşük TBARS değeri verdiği belirlenmiştir (Espe *et al.* 2002). Atlantik salmon ile yürütülen diğer bir çalışmada ise kuru tuzlama ile salamura yöntemleri karşılaştırılmış ve kuru tuzlama-soğuk tütülenme (20 ve 30°C) işlemi uygulanan örneklerin, salamura-soğuk tütülenme uygulanan örneklere göre daha düşük TBARS değerleri verdiği rapor edilmiştir (Espe *et al.* 2001).

Duyar *et al.* (2008) tarafından farklı odun talaşı kullanılarak (meşe-kayın-kavak, elma ağacı) sıcak tütülenmiş ve vakum ambalajlanmış atlantik palamutlar üzerinde yapılan bir çalışmada depolama başlangıcında 1mg MA/kg'dan daha az olan TBA değerinin, 60 günlük depolama süresi sonunda  $8,32\pm 0,21$  mg MA/kg ve  $8,47\pm 0,18$  mg MA/kg seviyelerine ulaştığı bildirilmiştir. Ünal (1995) ise %6 ve %21 salamurada işlendikten sonra tütülenme ve vakum ambalajlamaya tabi tutulan gökkuşağı alabalık örneklerinde TBA değerini başlangıçta sırasıyla  $0,33 \mu\text{mol/kg}^{-1}$  ve  $0,30 \mu\text{mol/kg}$ , 87 günlük depolama sonunda ise  $0,38 \mu\text{mol/kg}^{-1}$  ve  $0,35 \mu\text{mol/kg}^{-1}$  olarak saptamıştır.

Sıcak tütülenen gökkuşağı alabalığı filetoalarının TBARS değerine ait ambalajlama x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere TBARS değeri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Depolamanın 5. gününde vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler arasında yaklaşık  $2,5 \mu\text{mol MA/kg}$  fark gözlenmiş ve bu fark depolamanın 30. gününe kadar devam etmiştir. Depolamanın son günlerinde (40-60. günler) MAP uygulamasında TBARS değerinde önemli bir değişim olmazken vakum ambalajlanan örneklerde artış devam etmiştir. TBARS değeri modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde depolama süresince vakum ambalajlanan örneklerden daha düşük çıkmıştır.



**Şekil 4.1.** Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değeri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

#### 4.2.3. Toplam Uçucu Baz Azotu (TVB-N)

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütsülenmiş gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında TVB-N değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) 16,29-18,73 mg/100 g arasında değişen TVB-N değeri, depolama sonunda vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde 35,53 ve 36,62 mg/100 g, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise 32,25 ve 33,51 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Buna göre depolama süre ilerledikçe her iki grupta da TVB-N değeri artış göstermiştir.

Balık ve balık ürünlerinde tazeliğin belirlenmesinde önemli bir kriter olan TVB-N değeri, bozulmaya paralel olarak artış göstermektedir. Ancak TVB-N değeri üzerinde balığın türü, avlanma mevsimi, avlanma bölgesi, avlanma derinliği, balığın beslenme durumu, cinsiyeti ve yaşı gibi çeşitli faktörler etkili olmaktadır (Köse ve Koral 2005). Ayrıca balığın muhafaza edildiği koşullar da TVB-N üzerinde rol oynamaktadır.

**Çizelge 4.14.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerleri (mg/100 g)

Depolama Süresi (Gün)	Blok	Ambalajlama	
		Vakum	MAP
0	I	18,73	16,96
	II	18,47	16,29
5	I	20,83	18,22
	II	20,53	17,55
10	I	22,25	18,64
	II	22,67	18,22
15	I	24,27	19,74
	II	23,94	19,57
20	I	24,52	22,67
	II	27,97	22,84
25	I	26,79	24,61
	II	29,56	24,19
30	I	28,81	26,29
	II	32,67	25,53
40	I	32,00	27,88
	II	33,59	28,30
50	I	33,43	30,90
	II	34,60	32,00
60	I	35,53	32,25
	II	36,62	33,51

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütsüleme işlemi uygulanmış gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. TVB-N değeri üzerine ambalajlama ve depolama süresi çok önemli ( $p<0,01$ ) etkilerde bulunmuştur. Ambalajlama x depolama süresi interaksyonunun ise önemli etkisi olmamıştır ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 4.15.** Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlandıktan Sonra Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^\circ\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme İşlemi Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama	1	128,415	135,834**
Depolama Süresi (Gün)	9	136,092	143,955**
A x D	9	0,907	0,960
Blok (B)	2	4,456	4,713*
Hata	19	0,945	
Genel	40		

\*\*p<0,01 seviyesinde çok önemli

\*p<0.05 seviyesinde önemli

Soğukta muhafaza edilen sıcak tütsüleme uygulanmış gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0. gün)  $17,61\pm 1,17$  mg/100 g olan TVB-N değeri depolama süresine paralel olarak artmış ve depolamanın son gününde (60. gün)  $34,47\pm 1,96$  mg/100 g seviyesine ulaşmıştır. Bu ortalama değer tütsülenmiş ürünler için ön görülen sınır değer (35 mg/100 g) altındadır (Goulas and Kontominas 2005). Soğukta muhafaza sırasında TVB-N değerinin arttığı diğer araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Schulze 1985; Gökoğlu ve Varlık 1992; Özkaya 1995; Köse ve Koral 2005; İzci ve Ertan 2005; Kaya vd 2006; Yanar *et al.* 2006; Duman ve Patır 2007).

Schulze (1985) sıcak tütsüledikten sonra 4 ve  $10^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen alabalık filetolarında TVB-N değerini 21 günlük depolama sonunda  $4^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerde 30,3 mg/100 g ve  $10^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerde 31,8 mg/100 g olarak tespit etmiştir. Gökoğlu ve Varlık (1992) ise tütsülenmiş gökkuşığı alabalığı örneklerinde başlangıç 17 mg/100 g olan TVB-N değerinin depolamanın 45. gününde 35 mg/100 g, 50. gününde ise 43 mg/100 g düzeyine ulaştığını bildirmişlerdir.



**Çizelge 4.16.** Soğukta Muhafaza ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) Edilen Sıcak Tütsüleme Uygulanmış Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
1	4	17,61 $\pm$ 1,17i
5	4	19,29 $\pm$ 1,65h
10	4	20,44 $\pm$ 2,33gh
15	4	21,88 $\pm$ 2,57g
20	4	24,50 $\pm$ 2,45f
25	4	26,28 $\pm$ 2,46e
30	4	28,32 $\pm$ 3,21d
40	4	30,44 $\pm$ 2,79c
50	4	32,73 $\pm$ 1,61b
60	4	34,47 $\pm$ 1,96a

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ )

İzci ve Ertan (2005) sıcak tütsülenen kadife balıkları üzerinde çalışmışlar ve tütsüleme işleminden sonra  $16,333\pm 0,466$  mg N/100 g olan TVB-N değerinin 28 günlük depolama periyodu sonunda  $26,600\pm 0,808$  mg N/100 g'a ulaştığını belirtmişlerdir. *Sardinella* sp. ve hamsi balıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada ise TVB-N değeri sırasıyla kontrol grubunda 32,2 mg N/100 g ve 27,2 mg N/100 g, tütsülenen örneklerde ise 120,6 mg N/100 g ve 133,8 mg N/100 g olarak tespit edilmiştir (Plahar *et al.* 1999). Hamsi balığı üzerinde yürütülen diğer bir çalışmada ise kontrol grubunda 3,502 mg/100 g olan TVB-N değerinin, sıcak tütsülenen grupta depolamanın başlangıcında (0. gün) 9,805 mg/100 g olduğunu, depolamanın 11. gününde ise artarak 42,024 mg/100 g değerine yükseldiği belirtilmiştir (Köse ve Koral 2005). Kaya vd. (2006) sıcak tütsülenen palamut balıklarında depolama başlangıcında (0. gün) TVB-N değerini 11,21 mg/100 g, depolama sonunda (15. gün) ise 36,33 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Sıcak tütsülenmiş gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan çalışmada ise TVB-N değeri deneme başlangıcında (1. gün) 18,55 mg/100 g, depolamanın 48. gününde 32,50 mg/100 g ve

bozulmanın gerçekleştiği 60. günde ise 34,94 mg/100 g olarak saptanmıştır (Özkaya 1995).

Duman ve Patır (2007) tarafından aynalı sazan balıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada, TVB-N değeri kontrol grubunda deneme başlangıcında (1. gün) 12,50±2,18 mg/100 g, %10 salamuralı grupta 7,54±1,18 mg/100 g, tütsüleme sonrası 1. günde 16,92±1,65 mg/100 g, 7. günde 18,07±1,42 mg/100 g ve depolamanın son gününde (84. gün) 31,80±1,37 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Şengör vd (2009) ise mersin balığında 21,27 mg/100 g olan TVB-N değerini sıcak tütsüleme sonunda 22,89 mg/100 g'a yükseldiğini belirtmişlerdir.

Salmonlarda %5 NaCl muamelesi ile soğuk tütsülemenin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 6 haftalık depolama sonunda TVB-N değeri kontrol grubunda 62,5 mg N/100 g, %5 NaCl ile muamele edilen örneklerde 49,5 mg N/100 g ve soğuk tütsülenen örneklerde ise 22,7 mg N/100 g olarak tespit edilmiştir (Leroi *et al.* 2000b). Plahar *et al.* (1991) tarafından tütsülenmiş ringa balıkları ile yürütülen çalışmada ise TVB-N değeri, depolamanın ilk ayında 1,39 g/kg, 6. ayında ise 1,57 g/kg olarak kaydedilmiştir.

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetoalarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Vakum ambalajlama uygulanan örneklerin TVB-N değerine ait ortalama, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerin TVB-N değerine ait ortalamadan daha yüksektir. Benzer sonuç sıvı tütsüleme uygulanmış kılıç balığı üzerinde yapılan araştırmada da belirlenmiştir. başlangıçta 20,1 mg N/100 g olan TVB-N değerinin, depolama süresince sürekli artarak vakum ambalajlanan örneklerde 35,4 mg N/100 g'a, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise 34,7 mg N/100 g'a ulaştığı saptanmıştır (Muratore and Licciardello 2005). Buna karşın Çaklı *et al.* (2006) tarafından sıcak tütsülenmiş gökkuşağı alabalığı üzerinde yapılan çalışmada ise 40 günlük depolama sonunda vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerin TVB-N değerleri arasında farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.17.** Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	20	23,80±5,60b
Vakum	20	27,89±5,88a

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ )

Salamura yöntemi ile işlenen (%6 ve %21 NaCl) tütülenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanmış gökkuşığı alabalıkları üzerinde yapılan çalışmada, TVB-N değerinin depolama başlangıcında (0. gün) sırasıyla 23,8 mg/100 g ve 20,3 mg/100 g, depolama sonunda (87. gün) 35 mg/100 g ve 39,2 mg/100 g değerine yükseldiği saptanmış ve ayrıca TVB-N değeri üzerinde uygulanan işlemlerin (sıcak tütüleme ve salamura) önemli etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Ünal 1995). Tütülenmiş ve vakum uygulanarak ambalajlanmış alabalık filetolarında yapılan diğer bir çalışmada 12-18 mg/100 g düzeyinde olan başlangıç TVB-N değerinin 20 °C'lik depolamada 23,3-45 mg/100 g' a kadar arttığı tespit edilmiştir (Zorn *et al.* 1993). Kolyoz balıkları üzerinde yürütülen araştırmada TVB-N değeri, %12 salamura ile işlenen grupta başlangıçta (0. gün) 10,93±0,36 mg/100 g, 30. günde 40,42±0,38 mg/100 g, sıcak tütüleme uygulanan grupta ise 0. günde 10,93±0,36 mg/100 g ve 30. günde 21,95±0,60 mg/100 g olarak saptanmıştır (Goulas and Kontominas 2005). Leroi *et al.* (1998) ise soğuk tütülenmiş ve vakum ambalajlanmış salmonlarda başlangıçta 15,5±0,3 mg N/100 g olan TVB-N değerinin, 2 haftalık depolama süresi sonunda 52,8±2,2 mg N/100 g' a yükseldiğini bildirmişlerdir. Farklı odun talaşları (meşe-kayın-kavak, elma ağacı) ile sıcak tütülemenin vakum ambalajlanmış atlantik palamutunun değişik özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise TVB-N değerinin depolamanın 0. gününde meşe-kayın-kavak talaşları ile tütülenen örneklerde 11,67±0,47 mg/100g ve elma ağacı talaşı ile tütülenen örneklerde 11,96±0,56 mg/100g olduğu, 60 günlük depolama periyodu sonunda ise TVB-N değerinin sırasıyla 39,67±0,93 mg/100g ve 37,23±0,43 mg/100g' a yükseldiği tespit edilmiştir (Duyar *et al.* 2008).

Soğuk tütüleme işlemi uygulanarak vakum ambalajlanmış salmon balıklarında, TVB-N değerinin başlangıçta 22,1-25,8 mg TVB-N/100 g, 4°C’de 20 günlük depolama süresi sonunda 29,8 mg TVB-N/100 g ve 0°C’de 26 günlük depolama sonunda da 31,8 mg TVB-N/100 g olduğu kaydedilmiştir (Dondero *et al.* 2004).

Karnop (1976) tarafından balıklarda TVB-N için sınır değerinin 40 mg/100 g olarak verilmiştir. Varlık vd (1993) ise genel olarak 25 mg/100 g TVB-N içeren örneklerin çok iyi, 30 mg/100 g TVB-N içeren örneklerin iyi, 30-35 mg/100 g TVB-N içeren örneklerin pazarlanabilir, 35 mg/100 g’den fazla TVB-N içeren örneklerin ise bozulmuş olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Huss (1988) balık kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan TVB-N değerinin 30-35 mg/100g’ı geçmemesi gerektiğini bildirmiştir. Giménez *et al.* (2002) TVB-N değerini gökkuşuğu alabalığı için 25 mg/100 g olarak vermiştir. Avrupa Birliği Direktifinde (95/149/EC) ise tütülenmiş ürünler için 35 mg N/100 g TVB-N değeri kabul edilebilir sınır değer olarak belirlenmiştir (Goulas and Kontominas 2005).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sıcak tütülenen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetoları üzerine modifiye atmosferde ambalajlamanın etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Filetolar salamura yöntemi ile işlendikten sonra sıcak tütüleme işlemine tabi tutulmuş ve iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubu olarak alınmış ve vakum ambalajlamaya tabi tutulmuştur. İkinci grup ise modifiye atmosferde (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ambalajlanmıştır. Ambalajlanan filetolar 4±1°C’de depolanmış ve depolamanın belirli günlerinde (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 ve 60. gün) mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ve kimyasal (pH, TBARS, TVB-N) analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi neticesinde aşağıdaki genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Vakum uygulanarak ambalajlanan sıcak tütülenmiş örneklerde 20 günlük depolama periyodu boyunca <math>10^2</math> kob/g’ın altında olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 25. günde  $10^3</math> kob/g, 40. günde  $10^6</math> kob/g değerlerine yükselmiştir. Modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) uygulanarak ambalajlanan örneklerde ise 40 günlük depolama süresi boyunca toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı <math>10^2</math> kob/g’ın altında, 50. günde  $10^3</math> kob/g ve depolamanın son gününde (60. gün)  $10^4</math> kob/g seviyelerine ulaşmıştır. Psikrotrofik bakteri sayımında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Filetolara uygulanan tuzlama, yüzey kurutma ve sıcak tütüleme işlemleri neticesinde örneklerin bakteri yükünde önemli bir redüksiyon olmuştur. Sıcak tütülemeye erişilen 70-80°C’e gibi yüksek sıcaklıkların mikroorganizma inaktivasyonunda önemli etkisi olmuştur. Bu nedenle örneklerin başlangıç mikroorganizma sayısı saptanabilir sınırın altında kalmıştır. Mikrobiyal redüksiyonda bazı tütü bileşenlerinin antimikrobiyal özelliğinin de az da olsa etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ürün yüzeyindeki tütü bileşenleri bu etkisini muhtemelen depolama sırasında da sürdürmüştür. Diğer taraftan MAP uygulanan örneklerde karbondioksitin antimikrobiyal etkisi ile bakteriyel gelişme daha yavaş olmuştur.$$$$

2. *Pseudomonas* sayısı tütsülenmiş alabalık filetolarında hem vakum hemde modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) koşullarında depolama süresince <10<sup>2</sup> kob/g seviyesinde bulunmuştur. Uygulanan işlemler neticesinde başlangıçta *Pseudomonas* sayısı saptanabilir sınırın altına düşmüştür. Mutlak aerob olan bu bakteriler, proteolitik özellikleri ile pek çok gıdanın bozulmasında önemli rol oynamaktadırlar. Mevcut bu çalışmada her iki ambalajlama yönteminde de pseudomonaslar gelişme gösterememiştir.

3. Vakum ambalajlanarak ambalajlanan sıcak tütsülenmiş örneklerde laktik asit bakteri sayısı 20 günlük depolama periyodu boyunca <10<sup>2</sup> kob/g seviyesinde, 40. gün 10<sup>5</sup> kob/g, 50. günde ise artış göstererek 10<sup>7</sup> kob/g seviyelerine ulaşmıştır. Modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan örneklerde ise 40 günlük depolama süresi boyunca laktik asit bakteri sayısı 10<sup>2</sup> kob/g'ın altında kalmıştır. Aynı örneklerde depolamanın 50 ve 60. günlerinde ise 10<sup>3</sup> kob/g düzeyinde laktik asit bakterileri belirlenmiştir. Diğer bakteri gruplarında olduğu gibi uygulanan işlemler neticesinde sıcak tütsülenmiş filetolarda başlangıç laktik asit bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Laktik asit bakterileri MAP ortamında biraz daha uzun olmak üzere belirli bir süreden sonra saptanabilir sayılara ulaşmıştır. Laktik asit bakterileri MAP'e kıyasla vakum uygulamasında daha iyi bir gelişme göstermiştir.

4. Hem vakum hemde modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) uygulanarak ambalajlanan filetolarda Enterobacteriaceae sayısı depolama süresince <10<sup>2</sup> kob/g seviyesinde bulunmuştur. Tütsülenmiş filetoların başlangıç Enterobacteriaceae sayısının düşük olması (<10<sup>2</sup> kob/g) başta sıcak tütsüleme olmak üzere uygulanan işlemlerden kaynaklanmaktadır. Düşük başlangıç sayısına sahip Enterobacteriaceae familyası üyeleri her iki ambalajlama yönteminde de depolama sırasında gelişme gösterememişler ve sayıları saptanabilir bir düzeye erişememiştir.

5. Vakum ambalajlı örneklerde 25 günlük depolama periyodu boyunca saptanabilir sınırın altında belirlenen maya ve küf sayısı, depolamanın 40. günde 10<sup>3</sup> kob/g, depolamanın son gününde (60. gün) ise 10<sup>4</sup> kob/g olarak belirlenmiştir. Modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) uygulanarak ambalajlanan örneklerde 50 günlük depolama süresince maya ve küf sayısı 10<sup>2</sup> kob/g'ın altında bulunmuştur. MAP

uygulanan bu örneklerde sayı depolamanın son gününde (60. gün)  $10^3$  kob/g düzeyine erişmiştir. Uygulanan işlemlerden dolayı başlangıç maya ve küf sayısı saptanabilir sınırın altında kalmıştır. Depolama sırasında ise MAP uygulaması vakum ambalajlamaya göre daha etkin olmuştur. Maya ve küf sayımlarda petri plaklarında genellikle mayalar bulunduğundan maya ve küf sayısının çok önemli bir kısmının mayalardan oluştuğu düşünülmektedir.

6. Sıcak tütülenmiş filetoların pH değeri üzerinde depolama süresinin çok önemli ( $p<0,01$ ) derecede etkisi olmuştur. Sıcak tütülenen örneklerin pH değerleri üzerinde ambalajlama faktörü ile ambalajlama x depolama süresi interaksyonunun ise önemli bir etkisi görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Depolama sırasında pH değerinde görülen değişiklikler kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır. Hiçbir örnekte bozulma göstergesi olabilecek bir pH değeri ile karşılaşılmasıdır.

7. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütülenmiş gökkuşığı alabalık filetolarının TBARS değeri üzerinde her 3 faktörün (ambalajlama, depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi interaksyonu) de çok önemli ( $p<0,01$ ) etkileri olmuştur. Depolama süresi ilerledikçe her 2 grupta da TBARS değeri artış göstermiştir. Ancak modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler vakum ambalajlanan örneklere göre daha düşük TBARS değerleri vermiştir. Hiçbir örnekte TBARS değeri  $10 \mu\text{mol MA/kg}$ 'ın üzerine çıkmamıştır. Diğer bir ifade ile örneklerde herhangi bir acılaşıma söz konusu değildir. Depolama sırasında her iki ambalajlama yönteminde de TBARS değerinde çok hızlı bir artış görülmemesinde tütü bileşenlerinin antioksidan özelliklerinin de etkili olduğu düşünülmektedir.

8. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilen sıcak tütülenmiş gökkuşığı alabalık filetolarının TVB-N değeri üzerinde ambalajlama ve depolama süresinin çok önemli ( $p<0,01$ ) derecede etkili olduğu bulunmuştur. Ambalajlama x depolama süresi interaksyonunun ise TVB-N değeri üzerinde önemli bir etkisi söz konusu değildir ( $p>0,05$ ). Depolama süresi ilerledikçe her iki grupta da

TVB-N değeri artmış ve ambalajlama yöntemleri açısından en düşük ortalama değer modifiye atmosferde belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilerin genel bir değerlendirilmesi yapıldığında, sıcak tütülemenin hem vakum, hem de modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşuğı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarında bakteriyel gelişmeyi sınırladığı, pH üzerine etkisinin olmadığı, TVB-N oluşumunu geciktirdiğı ve lipit oksidasyonunun engellenmesi açısından modifiye atmosfer ambalajlamanın, vakum ambalajlamaya göre daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak sıcak tütüleme işleminin alabalık filetolarının duyuşal ve fiziksel özelliklerine etkisini belirlemeye yönelik araştırmalara da ihtiyaç vardır.



## KAYNAKLAR

- Aksu, İ., 2001. Et ve Su Ürünleri Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Gıda Mühendisliği Bölümü. Erzurum. (Yayınlanmamış).
- Aktaş, N. ve Kaya, M., 2010. Balıkların Bileşimi, Kalite Kriterleri ve İşlenmesi. Et ve et Ürünlerinin Kalite Kontrolü. Ed. M. Kıvanç. Anadolu Üniversitesi Yayınları, ISBN 978-975-06-0763-9, Eskişehir.
- Alperden, İ., 1995. Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. Tubitak Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü. Yayın No:124, 101-120 s. Gebze- Kocaeli.
- Anonim, 2003. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2005. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonymous, 1970. Smoke Curing of Fish. FAO Fisheries Reports, 88.
- Anonymous, 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination Foods. 3 th Ed. By Vanderzant, C. And Splittstoesser, D.F. American Public Health Association, Washington D.C. USA.
- Antonia da Silva, L.V., Prinyawiwatkul, W., King, J. M., Kyoon No, H., Bankston Jr, J. D. and Ge, B., 2008. Effect of Preservatives on Microbial Safety and Quality of Smoked Blue Catfish (*Ictalurus furcatus*) Steaks During Room-Temperature Storage. Food Microbiology, 25, 958-963.
- Aras, N. M., Kocaman, E. M., Aras, M. S., 2000. Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığının Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 216. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Aras Hisar Ş., Hisar, O., Kaya, M. and Yanık, T., 2004. Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbiological and Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. International Journal of Food Microbiology, 97 (2), 209-214.
- Ashie, I. N. A., Smith, J. P and Simpson, B. K., 1996. Spoilage and shellife extension of fresh fish and shellfish. Critical Reviews in Food Science and Technology, 36 (182), 87-121.
- Ayas, D. ve Dönmez, E., 2005. Seyhan Baraj Gölü Pullu Sazan (*Cyprinus carpio*)'ların Sıcak Tütsüleme Öncesi ve Sonrası Enterobacteriaceae Familyası Yönünden Araştırılması. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (1-4 Eylül), Çanakkale.
- Babadoğan, G., 1998. Su Ürünleri Sektör Araştırması. İGEME, 124 s, Ankara.
- Banks, H., Nickelson, R. and Finne, G., 1980. Shelf-life studies on CO<sub>2</sub> Packaged Fin-Fish from the Gulf of Mexico. Journal of Food Science 45, 157-162.
- Barnett, H. J., Nelson, R. W., Hunter, P. J., Stone, F. E., Roberts, G. C. and Kwok, J., 1982. A Study on the Use of a High Concentration of CO<sub>2</sub> in a Modified Atmosphere to Preserve Fresh Salmon. Marine Fisheries Review, 44 (3), 7-11.
- Basti, A. A., Misaghi, A., Salehi, T. Z. and Kamkar, A., 2004. Bacterial Pathogens in Fresh, Smoked and Salted Iranian Fish. Food Control, 17 (3), 183-188.
- Baumgart. J., Firnhaber, J. und Spicher, G., 1986. Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Behr's Verlag, Hamburg-Germany.
- Beaufort, A., Cardinal, M., Le- Bail, A. and Midelet-Bourdin, G., 2009. The Effects of Superchilled Storage at -2°C on the Microbiological and Organoleptic Properties

- of Cold-Smoked Salmon Before Retail Display. *International Journal of Refrigeration*, 32, 1850-1857.
- Beri, H. K., James, M. A. and Solanki, K. K., 1989. Bacterial Flora of Some Fishes of Maharashtra, Saurashtra Coas (India). *Journal of Food Technology*, 26, 318-321.
- Beltran, A., Pelaez, C. and Moral, A., 1989. Keeping Quality of Vacuum Packed Smoked Sardine Fillets: Microbiological Aspects. *Z. Lebensmittel Unters Forsch*, 188, 232-236.
- Boskou, G. and Debevere, J., 1997. Reduction of Trimethylamin Oxide by *Shewanella* spp. Under Modified Atmospheres in Vitro. *Food Microbiology*, 14, 543-553.
- Breunner, K. K. and Spreekens, K. J. A., 1990. Shelf Life of Gas Packaged Smoked Fish Products. *Voildings Middelnen Technologie*, 23 (4), 24-26.
- Burges, G. H. O., Cutting, C. L., Lovern, J. A. and Waterman, J. J., 1965. *Fish Handling&Processing*. Her Majesty's Stationary Office, p. 389, Edinburg.
- Bykowski, P. and Dutkiewicz, D., 1996. Freshwater Fish Processing and Equipment in Small Plants. *FAO Fisheries Circular*, No 905, 59 p, Rome.
- Cann, D. C., Smith, G. L. and Houston, N. C., 1983. Further Studies of the Packaging of Marine Fish Products Under Modified Atmospheres. Torry Research Station. Aberdeen, U. K.
- Cann, D. C., Houston, N. C., Taylor, L. Y., Stroud, J. C., Early, G. L. and Smith, G. L., 1985. Studies of Shellfish Packed and Stored Under a Modified Atmosphere. Torry Research Station. Aberdeen, U. K.
- Canyurt, M. A., 1978. Alabalık Üretimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Derneği Yayını, 6, Bornova, 66 s.
- Canyurt, M. A., 1983. Alabalık Yetiştiriciliği. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 2 (2), 37-42.
- Castell, C. H. and Greenough, M. F., 1957. The Action of Pseudomonas on Fish Muscle: I. Organisms Responsible for Odour Produced During Incipient Spoilage of Chilled Fish Muscle. *Journal of Fisheries Research Board Canada*, 16, 13-19.
- Church, N., 1994. Developments in Modified Atmosphere Packaging and Related Technologies. *Trends in Food Science and Technology*, 5, 345-352.
- Church, I. J. and Parsons, A. L., 1995. Modified Atmosphere Packaging Technology: A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67, 143-152.
- Colby, J. W., Enriquez-Ibarra, L. and Flick, G. J. Jr., 1993. Shelflife of Fish and Shellfish. In: *Shelflife Studies of Foods and Beverages-Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects* (Edited by G. Charalambous). Pp. 85-143. Amsterdam: Elsevier.
- Cuppett, S. L., Gray, J. I., Booren, A. M., Price, J. F. and Stachiw, M. A., 1989. Effect of Processing Variables on Lipid Stability in Smoked Great Lakes Whitefish. *Journal of Food Science*, 54 (1), 52-54.
- Çadircı, Ö. ve Göncüoğlu, M., 2008. Balıkların Raf Ömrünün Uzatılmasında Uygulanan Teknikler. *Vet Hekim Der Dergisi*, 79 (4), 23-28.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T. and Tolasa, Ş., 2006. Comparison of the Shelf Lives of Map and Vacuum Packaged Hot Smoked Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *European Food Research Technology*, 224, 19-26.

- Çolakoğlu, F., 2004. Farklı İşleme Teknolojilerinin Kızılgöz (*Rutilus rutilus*) ve Beyaz Balık (*Coregonus* sp.) Mikroflorası Üzerine Etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28, 239-247.
- Çarbaş, A., 2008. Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çetin, M. ve Fırat, G., 1994. Tütsülemenin Uygulama Amaçları ve Oluşturduğu Toksikolojik Etkileri. Ege Üniversitesi. İzmir.
- Daniels, J. A., Krishnamurth, R. and Rizvi, S. S. H., 1985. A Review of Effects of CO<sub>2</sub> on Microbial Growth and Food Quality. Journal of Food Protection, 48, 532-537.
- Davies, A. R., 1995. Fate of Food Borne Pathogens on Modified- Atmosphere Packaged Meat and Fish. Int. Biodeterioration&Biodegradation. 407-410.
- Değirmenci, M., 2002. Et Ürünlerinde Tütsüleme Teknolojisi. Bitirme Projesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum.
- Declerch., D. and Vynche, W., 1972. Effect of Freezing Times and Temperatures on Vacuum Packed Smoked Salmon. Revue-de-1' Agriculture, 23 (3), 481-491.
- Deng, J., Toledo, R. T. and Lillard, D., 1974. Effect of Smoking Temperatures on Acceptability and Storage Stability of Smoked Spanish Mackarel. Journal of Food Science, 39, 596-601.
- Dillon, R., Patel, T. R. and Martin, A. M., 1994. Mikrobiological Control for Fish Smoking Operations. In: Fisheries Processing (Martin, A.M.,-ed.). Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, Pp 51-80, London, UK
- Dixon, N. M. and Kell, D. B., 1989. The Inhibition by CO<sub>2</sub> of the Growth and Metabolism of Microorganisms. Journal Applied Bacteriology, 67, 109-136.
- Dodds, K. L., Brodsky, M. H. and Warburton, D. W., 1992. A Retail Survey of Smoked Ready-to-eat Fish to Determine Their Microbiological Quality. Journal of Food Protection, 55 (3), 208-210.
- Doe, P. E., 1998. Fish Drying and Smoking Production and Quality. Technomic Publishing Co., Inc. Lancaster, Pennsylvania.
- Dondero, M., Cisternas, F., Carvaja, L. and Simpson, R., 2004. Changes in Quality of Vacuum-Packed Cold- Smoked Salmon (*Salmo salar*) as a Function of Storage Temperature. Food Chemistry, 83, 543-550.
- Duffes, F., 1999. Improving the Control of *Listeria monocytogenes* in Cold Smoked Salmon. Trends in Food Science and Technology, 10, 211-216.
- Duman, M. ve Patır, B., 2007. Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Bazı Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (4), 463-472.
- Duyar, H. A., Erdem, M. E., Samsun, S. and Kalaycı, F., 2008. The effects of the different woods on hot-smoking vacuum packed Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) stored at 4°C. Journal of Animal and Veterinary Advances, 7 (9), 1117-1122.
- Emre, Y. ve Kürüm, V., 1998. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği Teknikleri. Ankara, 231 s.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Gün, H. ve Kalafatoğlu, H., 2000. Modifiye Atmosferle Paketlenen (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının

- Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 585-591.
- Erkan, N., Özden, Ö. and Inuğur, M., 2007. The Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Quality of Chub Mackarel. International Journal of Food Science and Technology, 42, 1297-1304.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Ø. & Hafsteinson, H., 2001. Atlantic Salmon (*Salmo salar*) as Raw Material for the Smoking Industry. I: Effect of Different Salting Methods on the Oxidation of Lipids. Food Chemistry, 75, 41-46.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Ø. & Hafsteinson, H., 2002. Atlantic Salmon (*Salmo salar*, L.) as Raw Material for the Smoking Industry. II. Effect of Different Salting Methods on Losses of Nutrients and on the Oxidation of Lipids. Food Chemistry, 77, 41-46.
- FAO, 2005. Food Balance Sheet. Erişim: <http://apps.fao.org/lim> 500/Food Balance Sheet (01161251.csv), 07.03.2005.
- Farber, J. M., 1991. Microbiological Aspects of Modified Atmosphere Packaging Technology-A Review. Journal of Food Protection, 54 (1), 58-70.
- Farber, J. N., Haris, L. J., Parish, M. E., Beuchat, L. R., Suslow, T. V., Gorney, J. R., Garrett, E. H. and Busta, F. F., 2003. Microbiological Safety of Controlled Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-Cut Produce. Food Science and Food Safety, 2, 142-160.
- Feldhusen, F., 2000. The Role of Seafood in Bacterial Foodborne Diseases. Microbes and Infection, 2, 1651-1660.
- Fletcher, G. C., Wong, R. J., Charles, L. C., Hogg-Stec, M. G. and Temple, S. M., 1988. The Storage of Cold-Smoked New Zealand Mackarel. Fish Proc. Bull. No:11. DSIR, Auckland, New Zealand.
- Fletcher, G. C., Summers, G. and Van Veghel, P. W. C., 1998. Levels of Histamine and Histamine-Producing Bacteria in Smoked Fish from New Zealand Markets. Journal of Food Protection, 61 (8), 1064-1070.
- Genigeorgis, C. A., 1985. Microbial and Safety Implications of the Use of Modified Atmospheres to Extend the Storage Life of Fresh Meat and Fish. International Journal Food Microbiology, 1, 237-251.
- Gill, C. O. and Tan, K. H., 1980. Effect of Carbondioxide on Growth of Meat Spoilage Bacteria. Applied and Enviromental Microbiology, 37, 317-319.
- Giménez, B., Roncalès, P. and Beltrán, J. A., 2002. Modified Atmosphere Packaging of Filleted Rainbow Trout. Journal of the Science Food and Agriculture, 82, 1154-1159.
- Girard, J. P., 1992. Technology of Meat and Meat Products. Printed and Bound in Great Britain by Redwood Press. 272 p. Meksham.
- González- Rodríguez, M. N., José-Javier, S., Santos, J. A., Otero, A. and García- López, M. A., 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. and Kontominas, M. G., 2005. Effect of Salting and Smoking-Method on the Keeping Quality of Chub Mackarel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. Food Chemistry, 93, 511-550.

- Gómez-Estaca, J., Giménez, B., Gómez-Guillén, C. and Montero, P., 2010. Influence of Frozen Storage on Aptitude of Sardine and Dolphinfish for Cold-smoking Process. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 1246-1252.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Zorba, Ö. ve Tülek, Y., 1999. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitabı: 69. Erzurum.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi No: 70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 561 s, Erzurum.
- Gökoğlu, N., 1991. Alabalığın (*Salmo gairdnerii* Richardson 1836) Dumanlanması ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gökoğlu, N. ve Varlık, C., 1992. Dumanlanmış Gökkuşluğu Alabalığının (*Salmo gairdneri* R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma. *Gıda*, 17(1), 61-65.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, 115 s, Antalya.
- Göktaş, D., 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Cilt 1. Ege Üniversitesi Basımevi, Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 21, Bornova, İzmir.
- Göktepe, I. and Moody, M. W., 1998. Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Smoked Catfish. *Journal of Muscle Foods*, 9, 375-389.
- Göysaya, E., 2005. Sıcak Tütsülenmiş ve Vakum Paketlenmiş Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Kimyasal Özellikleri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gram, L., 1992. Evaluation of The Bacteriological Quality of Seafood. *International Journal of Food Microbiology*. 16, 25-39.
- Gram, L. and Huss, H. H., 1996. Microbiological Spoilage of Fish and Fish Product. *International Journal of Food Microbiology*, 33,121-137.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, 359 s, Isparta.
- Günlü, A., 2007. Yetiştiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) Dumanlama Sonrası Bazı Besin Bileşenlerindeki Değişimler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Eğirdir-Isparta.
- Haines, R. B., 1933. The Influence of Carbondioxide on the Rate of Multiplication of Certain Bacteria, as Judged by Viable Counts. *Journal of the Society of Chemical Industry*. 52, 13-17.
- Halkman, A. K., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., 358 s. Ankara.
- Hansen, T. L. and Huss, H. H., 1998. Comparison of the Microflora Isolated from Spoiled Cold-Smoked Salmon from Three Smoke Houses. *Food Research International*, 31 (10), 703-711.
- Hansen, L. T., Rontved, S. D. and Huss, H. H., 1998. Microbiological Quality and Shelflife of Cold Smoked Salmon from Three Different Processing Plants. *Food Microbiology*, 15, 137-150.
- Hattula, T., Elfving, K., Mroueh, U. M., Luoma, T., 2001. Use of Liquid Smoke Flavouring as an Alternative to Traditional Flue Gas Smoking of Rainbow Trout

- Fillets (*Oncorhynchus mykiss*). Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 34, 521-525.
- Hauschild, A. H. W., 1989. *Clostridium botulinum* in M.P. Doyle (ed), Foodborne Bacterial Pathogens, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Hobbs, G., 1991. Fish: Microbiological Spoilage and Safety. Food Science Technology Today, 5 (3), 166-173.
- Horner, W. F. M., 1997. Preservation of Fish by Curing (Drying, Salting and Smoking). In: Fish Processing Technology. (Hall, G.M.,-eds.), Blackie Academic and Professional, an Imprint of Chapman & Hall, Pp 32-73, London.
- Huss, H. H., 1988. Fresh fish quality and Quality Changes. FAO Fisheries Series, No: 29, Danish International Development Agency, 132 pp, Rome.
- Huss, H. H., 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Fisheries Technical Paper no:348. Rome-Italy:FAO.
- Huis In't Weld, H. J., 1996. Microbial and Biochemical Spoilage of Foods: an overview. International Journal of Microbiology, 33, 1-8.
- İzci, L. ve Ertan, Ö. O., 2005. Sıcak Dumanlamanın Kadife Balığının (*Tinca tinca* L., 1758) Besinsel Niteliğine Etkisi. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (1-4 Eylül), Çanakkale.
- Jónsdóttir, R., Ólafsdóttir, G., Chanie, E. and Haugen, J. E., 2008. Volatile Compounds Suitable for Rapid Detection as Quality Indicators of Cold Smoked Salmon (*Salmo salar*). Food Chemistry, 109, 184-195.
- Kaba, N. ve Erkoyuncu, İ., 2003. Salmon Balığının (*Salmo salar* L. 1758) Konserve Olarak İşlenme Olanaklarının Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 15, 37-45.
- Karnop, G., 1976. Die Lokale Verteilung Fluechtiger Basen (TVB-N) im Gewebe von Ganfischen Waehrend der Eislagerung. Arch. Fuer Fischereiwissenschaft, 27(2), 159-169.
- Kaya, Y., 1994. Balık Dumanlama Teknolojisinde Çeşitli Faktörlerin Kalite ve Dayanma Sürelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- Kaya, Y., Turan, H., Erkoyuncu, İ. ve Sönmez, G., 2006. Sıcak Dumanlanmış Palamut (*Sarda sarda*, Bloch,1793) Balığının Buzdolabı Koşullarında Muhafazası. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3), 457-460.
- Kılıç, B. and Richards, M.P., 2003. Lipid Oxidation in Poultry Döner Kebabi. Pro-Oxidative and Anti-Oxidative Factors. Journal of Food Science, 68 (2), 690-696.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2001. Paketleme Tekniklerinin Balık ve Kabuklu Su Ürünleri Mikrobiyal Florası Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1-2), 279-291.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2004. Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21 (3-4), 349-353.
- Kışla, D., Üzgün, Y. and Demirhisar, M. A., 2007. Incidence and Sources of *Listeria monocytogenes* in Traditional Hot-Smoked Rainbow Trout Processing Plant in Turkey. International Journal of Food Science and Technology, 42, 1376-1381.
- Kjalhallstrand, J. and Petersson, G., 2001. Phenolic Antioxidants in Wood Smoke. The Science of the Total Environment, 27, 69-75.

- Knoche, W., 1980. Chemical Reactions of CO<sub>2</sub> in Water. In: Biophysics and Physiology of Carbondioxide (Edited by C. Bauer, G. Gros & H. Bartels). Pp. 3-11. Berlin: Springer-Verlag.
- Kolodziejska, I., Niecikowska, C., Januszewska, E. and Sikorski, Z. E., 2002. The Microbial and Sensory Quality of Mackarel Hot Smoked in Mild Conditions. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35, 87-92.
- Kolsarıcı, N. ve Özkaya, Ö., 1998. Gökkuşluğu Alabalığı (*Salmo gairneri*)'nın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 273-284.
- Koral, S., Köse, S. ve Tufan, B., 2009. Tütsülenmiş Palamut (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) Balığının Oda ve Buzdolabı Koşullarındaki Kalite Değişimlerinin İşlenmemiş Örneklerle Karşılaştırılması. 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildiri Özetleri (1-4 Temmuz), Rize.
- Köse, S. ve Koral, S., 2005. Tütsülenmiş Hamsinin Buzdolabı Koşullarında (4±1°C) Depolanması Esnasında Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi, XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (1-4 Eylül), Çanakkale.
- Kundakçı, A., 1979. Et Teknolojisinde Tütsüleme. *Gıda Dergisi*, 4 (1), 17-24.
- Lampila, L. E., 1991. Modified Atmosphere Packaging. p. 373-393. In: Ward D. R. and Hackney C. *Microbiology of Marine Food Products*. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold New York.
- Lemon, D. W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity. *New Series Circular*, May 8, No:51, Halifax Laboratory, Halifax Nova.
- Leroi, F., Joffraud, J. J., Chevalier, F. and Cardinal, M., 1998. Study of the Microbial Ecology of Cold-Smoked Salmon During Storage of 8°C. *International Journal of Food Microbiology*, 39, 111-121.
- Leroi, F., Joffraud, J. J. and Chevalier, F., 2000a. Effect of Salt and Smoke on the Microbiological Quality of Cold-Smoked Salmon during Storage at 5°C as Estimated by the Factorial Design Method. *Journal of Food Protection*, 63 (4), 502-508.
- Leroi, F. and Joffraud, J. J., 2000b. Salt and Smoke Simultaneously Affect Chemical and Sensory Quality of Cold-Smoked Salmon during 5°C Storage Predicted Using Factorial Design. *Journal of Food Protection*, 63 (9), 1222-1227.
- Liston, J., 1980. Microbiology in fisheries science. In: *Advances in Fish Science and Technology* (Edited by J.J. Connell). Pp.138-157. Farnham, Surrey: Fishing News Books.
- Lu, Y. J., Pace, R. D. and Plahar, D. W., 1991. Storage Conditions and Microbial Quality of Smoked Dry Herring in Ghana. *Journal of Food Protection*, 54 (7), 557-559.
- Lyhs, U., Björkroth, J., Hyytia, E. and Korkeala, H., 1998. The Spoilage Flora of Vacuum-Packaged, Sodium Nitrite or Potassium Nitrate Treated, Cold-Smoked Rainbow Trout Stored at 4°C or 8°C. *Int. J. of Food Microbiology*, 45 (2), 135-142.
- Lyhs, U., Lahtine, J., Fredriksson-Ahomaa, M., Hyytia-Trees, E., Elfing, K. and Korkeala, H., 2001. Microbiological Quality and Shelf-life of Vacuum-Packaged 'Gravad' Rainbow Trout Stored at 3 and 8°C. *International Journal of Food Microbiology*, 70, 221-230.

- Macdonell, M. T. and Colwell, R. R., 1985. Phylogeny of the Vibrionaceae and Recommendation for Two New Genera, *Listonella* and *Shewanella*. *Systematic and Applied Microbiology*, 6, 171-182.
- Malle, P. and Tao, S. H., 1987. Rapid Quantitative Determination of Trimethylamine Using Steam Distillation. *Journal of Food Protection*, 50 (9), 756-760.
- Martinez, O., Salerón, J., Guillén, M. D. and Casas, C., 2010. Effect of Freezing on the Physicochemical, Textural and Sensorial Characteristics of Salmon (*Salmo salar*) Smoked with a Liquid Smoke Flavouring. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 910-918.
- Metin, S., Erkan, N., Baygar, T. and Özden, Ö., 2002. Modified Atmosphere Packaging of Fish-Salad. *Fisheries Science*, 68, 204-209.
- Mol, S. ve Özden, Ö., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi: Tuzlama. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465. İstanbul, 182-202.
- Muratore, G. and Licciardella, F., 2005. Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life Liquid Smoked Swordfish (*Xiphias gladius*). *Food Chemistry and Toxicology*, 70, 359-363.
- Ogrydziak, D. M. and Brown, W. D., 1982. Temperature Effects in Modified Atmosphere Storage of Seafoods. *Food Technology*, 36 (5), 86-96.
- Özkaya, Ö., 1995. Alabalığın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemlerinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. ve Küley, E., 2006. Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketlemenin Balık ve Balık Ürünlerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 193-200.
- Pace, P. J. and Krumbiegel, E. R., 1973. *Clostridium botulinum* and smoked fish production: *Journal of Milk Food Technology*, 36, 42-49.
- Paludan-Müller, C., Dalgaard, P., Huss, H. H. and Gram, L., 1998. Evaluation of the Role of *Carnobacterium piscicola* in Spoilage of Vacuum and Modified Atmosphere Packed Cold Smoked Salmon Stored at 5°C. *International Journal of Food Microbiology*, 39, 155-166.
- Parry, R. T., 1993. Introduction. In: Parry RT, editor. *Principles and Applications of MAP of Foods*. Blackie Academic and Professional. Pp. 1-18, New York, USA.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J. and Cabo, M. L., 1998. Influence of Sodium Chloride and Modified Atmosphere Packaging on Microbiological, Chemical and Sensorial Properties in Ice Storage of Hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, 61, 23-28.
- Pelroy, G. A., Eklund, M. W., Paranjpye, R. N., Suzuki, E. M. and Peterson, M. E., 1982. Inhibition of *Clostridium botulinum* Types A and E Toxin Formation by Sodium Nitrite and Sodium Chloride in Hot- Process (Smoked) Salmon. *Journal of Food Protection*, 45(9), 833-841.
- Philips, C. A., 1996. Review: Modified Atmosphere Packaging and its Effects on the Microbiological Quality and Safety of Produce. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 463-479.
- Pigott, G. M. and Tucker, G. W., 1990. *Seafood: Effects of Technology on Nutrition*. Marcel Dekker, Inc., New York.



- Plahar, W. A., Pace, D. P. and Lu, Y. J., 1991. Effect of Storage Conditions on the Quality of Smoke-Dried Herring (*Sardinella eba*). *Journal Science Food Agriculture*, 57, 597-610.
- Plahar, W. A., Nerquaye-Tetteh, G. A. and Annan, N. T., 1999. Development of an Integrated Quality Assurance System for the Traditional *Sardinella* sp. and Anchovy Fish Smoking Industry in Ghana. *Food Research Institute. Accra. Ghana. Food Control*, 10, 15-25.
- Randell, K., Hattula, T., Skyttä, E., Sivertsvik, M. and Bergslien, H., 1999. Quality of Filleted Salmon In Various Retail Packages. *Journal of Food Quality*, 22, 483-497.
- Reddy, N. R., Armstrong, D. J., Rhodehamel, E. J. and Kautter, D. A., 1992. Shelf Life Extension and Safety Concerns About Fresh Fishery Products, Packaged Under Modified Atmospheres. A review. *Journal of Food Safety*, 12, 87-118.
- Reddy, N. R., Schrebier, C. L., Buzard, K. S., Skinner, G. E. and Armstrong, D. J., 1994. Shelf Life of Fresh Tilapia Fillets Packaged in High Barrier Film with Modified Atmospheres. *Journal of Food Science*, 59 (2), 260-264.
- Reddy, N. R., Villanueva, M. and Kauter, D. A., 1995. Shelf Life of Modified Atmosphere Packaged Fresh Tilapia Fillets Stored Under Refrigeration and Temperature Abuse Conditions. *Journal of Food Protection*, 58, 908-914.
- Reynisson, E., Lauzon, H. L., Magnússon, H., Jónsdóttir, R., Ólafsdóttir, G., Marteinson, V. and Hreggviðsson, G. Ó., 2009. Bacterial Composition and Succession During Storage of North-Atlantic Cod (*Gadus morhua*) at Superchilled Temperatures. *BMC Microbiology*, 9, 1-12.
- Røra, A. M. B., Kvåle, A., Mørkøre, T., Rørvik, K. A., Steien, S. H. and Thomassen, M. S., 1998. Process Yield, Colour and Sensory Quality of Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Relation to Raw Material Characteristics. *Food Research International*, 31 (8), 601-609.
- Rosnes, J. T., Sivertsvik, M. and Bergslien, H., 1997. Distribution of Modified Atmosphere Packaged Salmon (*Salmo salar*) Products. In: *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality*. Pp. 211-220, Amsterdam: Elsevier.
- Saupe, C. K., 1996. Mikrobiologie der Fische und Flesichwaren. In: *Mikrobiologie der Lebensmittel Flesich und Flesichwaren*. H.Weber (Hrsg.), Behr's Verlag, Hamburg.
- Schulze, K., 1985. Untersuchungen Zur Mikrobiologie, Haltbarkeit und Zusammensetzungvan Eaucetforellen aus Einer Aquaculture Archiv für Lebensmittelhygiene, 36 (4), 82-85.
- Senesi, E., Bertolo, G., Torreggiani, D., Cesare, L. and Caserio, G., 1980. The Utilization of Mediterranean Sardines by means of Smoking. *Advances in Fish Science and Technology*, 290-293.
- Siskos, I., Zotos, A., Melidou, S. and Tsikritzi, R., 2007. The Effect of Liquid Smoking of Fillets of Trout (*Salmo gairdnerii*) on Sensory, Microbiological and Chemical Changes During Chilled Storage. *Food Chemistry*, 101, 458-464.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K. and Rosnes, J. T., 2002. A Review of Modified Atmosphere Packaging of Fish and Fishery Products-Significance of Microbial Growth, Activities and Safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37 (2), 107-127.

- Sivertsvik, M., Rosnes, J. T. and Kleiberg, G. H., 2003. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Superchilled Storage on the Microbial and Sensory Quality of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) fillets. *Journal of Food Science*, 68 (4), 1467-1472.
- Smith, J., Ramaswamy, H. and Simpson, B., 1990. Developments in Food Packaging Technology. Part 2: Storage Aspects. *Trends Food Science Technology*. Nov 111-118.
- Solanki, K. K., Kandoran, M. K. and Venkataraman, R., 1970. Studies on Smoking of Eel Fillets. *Fishery Technology*, 7, 169-176.
- Soyer, A., 1999. Balıkta Avlama Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişimler. *Gıda*, 1, 33-39.
- Sökmenler, S., 1988. Türkiye’de Kültür Balıkçılığı Su Ürünleri Semineri. İstanbul Ticaret Odası, 21, 95-107.
- SPSS, 1999. SPSS for Windows Release 10.0, SPSS Inc. Chicago.
- Stammen, K., Gedes, D. and Coporosa, F., 1990. Modified Atmosphere Packaging of Seafood. *CRC Critical Review Food Science Nutrition*, 29, 301-331.
- Stiles, M. E., 1991. Scientific Principles of Controlled/Modified Atmosphere Packaging. In: *Modified Atmosphere Packaging of Food*. Pp. 18-25, London: Ellis Horwood.
- Stolyhwo, A. and Sikorski, Z. E., 2005. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoked Fish- A Critical Review. *Food Chemistry*, 91, 303-311.
- Şengör, G. F., 1999. Tütsülenmenin Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum)’nın Amino Asit ve Kimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. II. Uluslararası Su Ürünleri Sempozyumu. İstanbul.
- Şengör, G. F., Alakavuk, D., Tosun, Y. ve Ulusoy, Ş., 2009. Mersin Balığının Tütsülenmesi, Besin Bileşimi, Duyusal ve Kimyasal Kalite Parametreleri: Vaka Analizi. 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (1-4 Temmuz), Rize.
- Uğur, M., Nazlı, B. ve Bostan, K., 1999. Gıda Hijyeni. İstanbul Teknik Yayınları.
- Üçüncü, M., 2000. Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Ünal, G. F., 1995. Gökkuşluğu Alabalığı’nın (*Oncorhynchus mykiss*, W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.
- Ünlüsayın, M., 1999. Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*, L. 1766), Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.1792) ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758)’nin Sıcak Dumanlama Sonrası Lipid ve Protein Bileşimleri. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Eğirdir-Isparta.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. No: 17, İstanbul.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., 2004. Su ürünleri işleme teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465. İstanbul.
- Vishwanath, W., Lilabati, H. and Bijen, M., 1998. Biochemical, Nutritional and Microbiological Quality of Fresh and Smoked Mud Eel Fish *Monopterus albus*-a comparative Study. *Food Chemistry*, 61 (1/2), 153-156.

- Wolfe, S. K., 1980. Use of CO and CO<sub>2</sub> Enriched Atmospheres for Meats, Fish and Produce Food Technology, 34 (3), 55-58.
- Yanar, Y., Çelik, M. and Akamca, E., 2006. Effects of Brine Concentration on Shelf-Life of Hot Smoked Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Stored at 4°C. Food Chemistry, 97, 244-247.
- Yetim, H., 1993. Biochemical and Structural Alterations of Restructured Fish Muscle as Influenced by Egg White, Tumbling and Storage Time. PhD. Dissertation. The Ohio State University, Columbus, OH. 222p.
- Yetim, H., 1996. Sobik Asit ve Taze Balık Muhafazasında Kullanım İmkanları. Gıda, 21 (3), 205-213.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 2010. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697, Ziraat Fakültesi No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 266 s, Erzurum.
- Yılmaz, M., 2004. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosunda *Listeria monocytogenes*'in Gelişimi Üzerine Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Young, L. L., Reviere, R. D. and Cole, A. B., 1988. Fresh Red Meats: A Place to Apply Modified Atmospheres. Food Technology, 42 (9), 65-69.
- Zorn, V. W., Greul, E. and Kramez, J., 1993. Beurteilung des Hygienestatus Geraucherter, Vakuumverpackter Forellenfilets. Archiv für Lebensmittelhygiene, 44, 81-104.

## ÖZGEÇMİŐ

Erzurum'da 1979 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1997 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü'nden 2001 yılında birincilikle mezun oldu. 2002 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2001-2004 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl doktora öğrenimine başladı.