

**POTASYUM KLORÜR KULLANIMININ
SALAMURA YÖNTEMİ İLE İŞLENEN VE
VAKUM VEYA MODİFİYE ATMOSFERDE
AMBALAJLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ KİMYASAL
VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Simay ANĞİŞ

Doktora Tezi

**Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP**

2011

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

POTASYUM Klorür KULLANIMININ SALAMURA YÖNTEMİ
İLE İŞLENEN VE VAKUM VEYA MODİFİYE ATMOSFERDE
AMBALAJLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus
mykiss*) FİLETOLARININ KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Simay ANGIŞ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2011

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

POTASYUM Klorür kullanımının salamura yöntemi ile işlenen ve vakum veya modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP ve Doç. Dr. Güzin KABAN danışmanlığında, Simay ANGIŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 08/04/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hijran YAVUZCAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza :

Üye : Prof. Dr. Telat YANIK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mevlüt ARAS

İmza :

Üye : Doç. Dr. Güzin KABAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. M. İrfan AKSU

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN

İmza :

Prof. Dr. Ömer AKBULUT
Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü

Bu çalışma 2008/337 nolu BAP ve 106 O 827 nolu Tübitak projeleri kapsamında 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

POTASYUM Klorür KULLANIMININ SALAMURA YÖNTEMİ İLE İŞLENEN VE VAKUM VEYA MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Simay ANGIŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

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

Araştırmada farklı oranlarda potasyum klorür içeren tuz karışımları (%100 NaCl-kontrol, %75 NaCl+%25 KCl, %50 NaCl+%50 KCl) kullanılarak hazırlanan %10'luk salamuralarda işlenen ve vakum veya modifiye atmosferde (%50 CO₂+%50 N₂) ambalajlanıp 4±1°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Filetolar depolamanın belirli günlerinde (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 ve 28. gün) mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ve kimyasal (pH, tiobarbitirik asit reaktif maddeler-TBARS, toplam uçucu baz azotu-TVB-N) analizlere tabi tutulmuştur. Salamura uygulaması alabalık filetolarının *Pseudomonas*, laktik asit bakteri ve Enterobacteriaceae sayıları ile pH değeri üzerinde çok önemli (p<0,01) etkide bulunmuştur. Enterobacteriaceae sayısı KCl oranına bağlı olarak artış göstermiştir. Depolama süresi ilerledikçe mikroorganizma sayısı artmış, TBARS ve TVB-N değerleri yükselmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlama incelenen tüm parametreler açısından vakum ambalajlamaya göre daha iyi sonuçlar vermiştir (p<0,05). Salamura uygulaması x ambalajlama yöntemi interaksyonun örneklerin maya ve küf sayıları üzerinde p<0,05 seviyesinde, diğer bakteri sayıları üzerinde ise p<0,01 seviyesinde etkili olduğu saptanmıştır. Salamura uygulaması x ambalajlama yöntemi interaksyonu pH, TBARS ve TVB-N değerleri üzerinde de p<0,01 düzeyinde etkili olmuştur. Ambalajlama yöntemi x depolama süresi interaksyonunun ise laktik asit bakteri sayısı ile TBARS ve TVB-N değerleri üzerinde çok önemli (p<0,01), psikrotrofik bakteri sayısı ile pH değeri üzerinde önemli (p<0,05) etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

2011, 100 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı Alabalığı, NaCl, KCl, Salamura, MAP, Vakum

ABSTRACT

Ph.D. Dissertation

EFFECTS OF THE USE OF POTASSIUM CHLORIDE ON CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS PREPARED WITH BRINE METHOD AND PACKAGED VACUUM OR MODIFIED ATMOSPHERE

Simay ANGIŞ

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

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

In Research was investigated for chemical and microbiological properties of rainbow trout fillets stored at $4\pm1^{\circ}\text{C}$ and packaged in vacuum or modified atmosphere (50% CO_2 +50% N_2) and prepared in 10% brine by using salt mixtures containing different proportions potassium chloride (100% NaCl, 75% NaCl+25% KCl and 50% NaCl+50% KCl). Fillets were subjected 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, 4, 8, 12, 16, 20, 24 and 28th days) of storage. It was found that brine applications had very significant influence on *Pseudomonas*, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, and pH values of rainbow trout fillets ($p<0,01$). Enterobacteriaceae counts increased depending on the ratio of KCl. Increased the number of microorganisms in the duration of storage, TBARS and TVB-N values increased. Modified atmosphere packaging, in terms investigated of all parameters gave better results than vacuum packaging ($p<0.05$). Brine x packaging interaction had significance at level $p<0,05$ on yeast and mold counts of fillets, at level $p<0,01$ on the other bacteria counts. Brine x packaging interaction have been effective at level $p<0,01$ on pH, TBARS and TVB-N values. It was determined that packaging x storage time interaction had very significant effect on lactic acid bacteria count, TBARS and TVB-N values ($p<0.01$), significant effect on psychrotrophic bacteria count and pH value.

2011, 100 Pages

Keywords: Rainbow trout, NaCl, KCl, Brine, MAP, Vacuum

TEŞEKKÜR

Çalışmamın planlanıp yürütülmesinde bana her türlü desteği sağlayan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'e,

Çalışmam süresince bilgilerinden yararlandığım ve laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Güzin KABAN'a,

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

Tanıştığım günden beri zaman ve koşul tanımadan desteğini hep yanımda bulduğum değerli dostum sevgili arkadaşım Sayın Arş. Gör. Pınar OĞUZHAN'a,

En zor anlarımda hep yanımda olan, eğitimim süresince bana karşı inançlarını sevgilerini maddi ve manevi desteklerinin esirgemeyen Sevgili Annem Sevgi ANGIŞ'e, Babam Halil ANGIŞ'e ve canım kardeşlerim Özlem ve Özcan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Simay ANGIŞ

Nisan 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Balık materyali	23
3.1.2. NaCl ve KCl	23
3.1.3. Ambalaj materyali	23
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Deneme planı.....	24
3.2.2. Fileto hazırlanması	24
3.2.3. Salamura uygulaması	24
3.2.4. Vakum-Modifiye atmosferde ambalajlama ve depolama	25
3.2.5. Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması	25
3.2.6. Mikrobiyolojik analizler.....	25
3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı.....	25
3.2.6.b. Psikrotrofik bakteri sayımı	26
3.2.6.c. Pseudomonas sayımı	26
3.2.6.d. Laktik asit bakteri sayımı	26
3.2.6.e. Enterobacteriaceae sayımı	27
3.2.6.f. Maya ve küf sayımı.....	27
3.2.7. Kimyasal Analizler.....	27
3.2.7.a. pH değerinin belirlenmesi	27
3.2.7.b. Thiobarbituric acid reactive substans (TBARS) değerinin belirlenmesi	27

3.2.7.c. Toplam uçucu baz azotu (TVB-N) miktarının belirlenmesi.....	28
3.2.8. İstatistiki Analizler	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	30
4.1.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri	30
4.1.2. Psikrotrofik bakteri.....	36
4.1.3. <i>Pseudomonas</i>	43
4.1.4. Laktik asit bakterileri	49
4.1.5. Enterobacteriaceae	56
4.1.6. Maya ve küf.....	62
4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	66
4.2.1. pH	66
4.2.2. Thiobarbituric acid reactive substans (TBARS)	73
4.2.3. TVB-N.....	79
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	86
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER DİZİNİ

cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
mg	Miligram
SD	Standart Sapma
TBA	Thiobarbutirik Asit
TBARS	Thiobarbutirik Asit Reaktif Substans
TMA	Trimetil amin
TMA-N	Trimetil amin azotu
TVB-N	Total uçucu baz azotu
μmol	Mikromol
°C	Santigrat Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	35
Şekil 4.2 Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	42
Şekil 4.3. Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	43
Şekil 4.4. <i>Pseudomonas</i> Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	49
Şekil 4.5. Laktik Asit Bakteri Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	55
Şekil 4.6. Laktik Asit Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	56
Şekil 4.7. Enterobacteriaceae Sayıları Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	61
Şekil 4.8. Enterobacteriaceae Sayıları Üzerine Salamura x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	62
Şekil 4.9. Maya ve Küf Sayıları Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	66
Şekil 4.10. pH Değerleri Üzerine Salamura x Ambajlama İnteraksiyonunun Etkisi	71
Şekil 4.11. pH Değerleri Üzerine Salamura x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	72
Şekil 4.12. pH Değerleri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	73
Şekil 4.13. TBARS Değerleri Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi	77
Şekil 4.14. TBARS Değerleri Üzerine Salamura x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	78
Şekil 4.15. TBARS Değerleri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	79

Şekil 4.16. TVB-N Değerleri Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi.....	84
Şekil 4.17. TVB-N Değerleri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayıları (log kob/g).....	31
Çizelge 4.2. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	32
Çizelge 4.3. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	33
Çizelge 4.4. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	34
Çizelge 4.5. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Psikrotrofik Bakteri Sayıları (log kob/g)	37
Çizelge 4.6. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	38
Çizelge 4.7. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	39
Çizelge 4.8. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçlar	40

Çizelge 4. 9. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki <i>Pseudomonas</i> Sayıları (log kob/g)	44
Çizelge 4.10. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	45
Çizelge 4.11. Farklı oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	46
Çizelge 4.12. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	47
Çizelge 4. 13. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	48
Çizelge 4.14. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Laktik Asit Bakteri Sayıları (log kob/g)	50
Çizelge 4.15. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	51
Çizelge 4.16. Farklı oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Çizelge 4.17. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	53

Çizelge 4.18. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	54
Çizelge 4.19. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Enterobacteriaceae Sayıları (log kob/g)	57
Çizelge 4.20. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Varyans Analiz ..	58
Çizelge 4.21. Farklı oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	58
Çizelge 4.22. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	59
Çizelge 4.23. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	60
Çizelge 4.24. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Maya ve Küf Sayıları (log kob/g)	63
Çizelge 4.25. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	64
Çizelge 4.26. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	65

Çizelge 4.27. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	65
Çizelge 4.28. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki pH Değerleri.....	67
Çizelge 4.29. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçlar.....	68
Çizelge 4.30. Farklı oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	69
Çizelge 4.31. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	70
Çizelge 4.32. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	70
Çizelge 4.33. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TBARS Değerleri ($\mu\text{mol MA/kg}$).....	74
Çizelge 4.34. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	75
Çizelge 4.35. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	76
Çizelge 4.36. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	76

Çizelge 4.37. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TVB-N Değerleri (mg/100g)	80
Çizelge 4.38. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının TVB-N Değerlerine (mg/100g) Ait Varyans Analiz Sonuçları	81
Çizelge 4.39. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	82
Çizelge 4.40. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>O. mykiss</i>) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	83

1. GİRİŞ

Hızlı bir şekilde artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyaçlarının karşılanabilmesinin büyük bir sorun haline geldiği günümüzde, insan beslenmesinde önemli bir yeri olan hayvansal kökenli protein kaynaklarının yetersizliğini gidermede yüksek oranda protein ihtiva eden su ürünlerinden yararlanmak her geçen gün önem kazanmaktadır.

Su ürünleri genellikle alabalık, sazan gibi tatlı su balıkları, salmon, kalkan, halibut, levrek, çipura gibi deniz balıkları, yengeç, istakoz gibi kabuklular, midye ve istiridye gibi yumuşakçalar ve yosun türlerinden oluşmaktadır (Sökmenler 1988). Bu ürünler içerisinde ise insan beslenmesi açısından en önemli yeri balıklar almaktadır (Aras vd 2000). Dünyada ve Türkiye’de yetiştiriciliği en yaygın olan balık türü gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’dır. Dünyanın birçok bölgesine yayılan bu türün yetiştiricilikte tercih edilmesinin nedenleri; yüksek adaptasyon ve yemden yararlanma yeteneği, suni yöntemlerle yumurta alımının kolaylığı, kuluçka sürelerinin kısalığı ve hastalıklara karşı dayanıklı olmasıdır (Canyurt 1978, 1983; Emre ve Kürüm 1998).

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 gıda, tütülenmiş ürün, kurutulmuş ürün teknolojileri de yavaş yavaş gelişmeye başlamıştır. Buna karşın balık yetiştiriciliği ve işlenmesi konusunda ileri olan ülkelerde su ürünlerinin %70-80’i işlenerek tüketilmektedir. Denize kıyıları olan gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında, Türkiye’de su ürünlerinin tüketiminin en alt sıralarda yer aldığı gözlemlenmektedir. Örneğin, Fransa’da kişi başına düşen su ürünü 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; Çadircı ve Göncüoğlu 2008).

Balık eti, beslenme değeri ve özellikle protein kalitesi bakımından mükemmel bir gıdadır. Ayrıca enerji değeri düşük olması balık etine diyetetik bir özellik de kazandırmaktadır. Balık etinde bol miktarda yağda eriyen vitaminler de bulunmaktadır. Özellikle A ve D vitaminlerinin en zengin kaynağı balık yağlarıdır. Balık eti proteinlerinin kolay sindirilebilme özelliklerinin yanında, zengin mineral madde içermesiyle de beslenmede büyük önem taşımaktadır. Balık etinde su miktarı genellikle %80-85 civarındadır. Bu oran; balığın türüne, avlandığı mevsime ve değişik vücut parçalarına göre farklılık göstermekte olup beyaz etli balıklarda %80, kırmızı etli balıklarda %70 dolayındadır. Balık eti esansiyel aminoasitlerin önemli bir kaynağıdır. Balık eti, lizin ve metiyonin aminoasitlerince zengindir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

Su ürünleri, zengin besin içeriği ve yüksek pH ve su aktivitesi değerlerine sahip olmaları nedeniyle kolay bozulabilen gıdalar arasında yer almaktadır (Alperden 1995; Huss 1995; Çadırcı ve Göncüoğlu 2008). Balıkların birçok iç ve dış faktörlerin etkisiyle sudan çıkar çıkmaz bozulmaya başlaması, üretici açısından ürünün kârlılık veya satılabilirliğini etkileyen en önemli unsurdur (Yetim 1996).

Balıklarda bozulma kendi bünyesinde doğal olarak bulunan enzimlerin aktiviteleri, lipit oksidasyonu ve balığa kontamine olmuş mikroorganizmaların metabolik faaliyeti sonucu meydana gelmektedir (Ashie *et al.* 1996). Özellikle enzimler düşük sıcaklıklarda bile aktivite gösterdiğinden 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).

Balık eti, diğer su ürünlerinde olduğu gibi içerdiği zengin besin maddeleri nedeniyle çoğu mikroorganizmanın yaşayıp çoğalabileceği uygun bir ortamdır. Balığın mikroflorası içinde bulunduğu çevre şartlarına ve yakalandıktan sonra taşıma ve işleme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Balıklar, hijyenik olmayan koşullarda işlendikleri veya taşındıkları zaman insan sağlığı açısından risk taşıyan bakterilerle

kontamine olabilmektedir (Liston 1980; Hobbs 1983; Tülsner 1994; Feldhausen 2000; Çolakoğlu vd 2006).

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

Yeni yakalanmış bir balığın dış yüzeyinde (solungaç ve deri) ve bağırsaklarında mikroorganizmalar bulunmaktadır (Göktan 1990; Gram 1992; Soyer 1999; Sivertsvik *et al.* 2002). Yapılan araştırmalar *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*'un su ürünlerinde bulunan önemli patojen bakteriler olduğunu göstermiştir (Cann *et al.* 1965; Bott *et al.* 1966; Pace and Krumbiegel 1973).

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 derisindeki mikroflorayı *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Psychrobacter*, *Acinetobacter* gibi Gram (-) bakteriler oluşturmaktadır. Sıcak sulardan yakalanan balıklar genellikle *Micrococcus*, *Bacillus*, *Corynebacterium* gibi Gram (+) mezofilik bakterileri taşır (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*, *Cytophaga*, *Vibrio*, *Photobacterium* ve *Aeromonas* bulunmaktadır (Stammen *et al.* 1990; Gram and Huss 1996; Huis in't Veld 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 hakim florayı oluşturmaktadır (Saupe 1996).

Kolay bozulabilir gıdalar arasında yer alan su ürünlerinde soğutma ve dondurarak muhafaza en yaygın olarak kullanılan muhafaza yöntemleridir. Bunun yanı sıra tuzlama, kurutma, tütsüleme gibi muhafaza yöntemlerine de başvurulmaktadır. Bu yöntemlerden tuzlama, diğer bazı muhafaza yöntemleri (tütsüleme, kurutma, marinasyon) için ön işlem olarak kullanılmaktadır (İsmail and Wootton 1992; Gallart-Jornet *et al.* 2007).

Tütsüleme, kurutma ve tuzlama ürünün su aktivitesi değerini düşürerek bozulma etkeni mikroorganizmaların inhibisyonu ve otolitik enzimlerin inaktivasyonuna neden olmaktadır (Horner 1992; Çadırcı ve Göncüoğlu 2008). Dünyanın birçok ülkesinde popüler olan tuzlanmış balık ürünleri, bin yıldır gelişmiş ülkeler tarafından dahi güvenli olarak gösterilmektedir (Turan *et al.* 2007). Özellikle pek çok ülkenin kendine özgü ürünlerinde, ürüne özel bir lezzet kazandırmak amacıyla tuzlama işlemi uygulanmaktadır (Gökoğlu 2002).

Tuzlama işlemini; uygulanan yöntem, kullanılan tuz miktarı ve kalitesi, tuzlanan ham maddenin özelliği ve tuzlama sıcaklığı gibi faktörler etkilemektedir. Tuzlama işlemi genel olarak iki şekilde yapılmakta olup tuz ya doğrudan (kuru tuzlama) ya da su içerisinde çözülerek salamura (yaş tuzlama) halinde kullanılmaktadır (Varlık vd 2004). Bu iki temel yöntemin yanı sıra; bastırarak tuzlama, enjektörle tuzlama ve vakumla tuzlama işlemleri de kullanılmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Kuru tuzlama, balığın üzerine kuru tuz serpilerek, tuzun ete geçmesi ve suyun dışarı alınması sonucu yoğun tuz çözeltisinde muhafaza yöntemidir. Salamura ile tuzlama ise balığın tuz çözeltisine konularak muhafaza edilmesi yöntemidir (Anonim 1983). Salamura ile tuzlamada tuzun ete geçişi daha yavaş ve miktarı daha az olduğundan daha lezzetli ürün elde edilmektedir. Ancak tuzun ürüne geçişi yavaş olduğundan muhtemel bozulmaları engellemek amacıyla bu işlem özellikle hafif salamura

kullanıldığında soğukta uygulanmaktadır. Tuz miktarı %16'ya kadar olan salamuraya hafif; %25'e kadar olanlara ise kuvvetli salamura denilmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992; Mol ve Özden 2004; Varlık vd 2004).

Tuzlamada asıl amaç ette dehidratasyonu sağlamaktır. Böylece yapıdaki mikroorganizmalar ve diğer kimyasal reaksiyonlar için gerekli su azalmakta, bozulmada etkili faaliyetler ya tamamen ya da kısmen durdurulmaktadır. Tuzlama işleminde kullanılacak olan balığın ve tuzun kaliteli olması son ürünün kalitesi açısından en önemli faktördür. Bu nedenle kaliteli ürün için balığın taze olması gerekmektedir. Balığın taze oluşu tuz girişinin kolaylığı açısından önem arz etmektedir. Tuzlama işleminde kullanılan tuzun iriliğide diğer önemli bir faktördür (Mitsuda *et al.* 1980; Yang *et al.* 1981; Filsinger 1987; Horner 1992; Akçiçek ve Canyurt 1994; Mol ve Özden 2004; Angiş ve Oğuzhan 2007).

Tuzun balık etine geçişi balığın türüne, büyüklüğüne, kas tipine ve ağırlığına bağlı olarak değişmektedir (İsmail and Wootton 1992; Jittinandana *et al.* 2002; Wang *et al.* 2000). Tuzun difüzyonunu etkileyen en önemli faktörlerden biri de balığın yağ oranıdır. Yağ oranı yüksek balıklarda su miktarı düşük olduğundan tuz diffüzyonu yavaş olmaktadır. Aynı şekilde derisi kalın ve pullu balıklarda da tuzun difüzyonu yavaş olmaktadır. Diğer taraftan küçük balıklara nazaran tuz diffüzyonu büyük balıklarda daha yavaş gerçekleşmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Mol ve Özden 2004).

Tuzlamada kullanılan tuzun saflığı oldukça önemlidir. Tuz (sodyum klorür), kalsiyum ve magnezyum sülfatları ile klorürlerini, sodyum sülfat ve karbonat içerebilmektedir. Ayrıca bakır ve demir gibi ağır metaller de tuzda bulunabilmektedir. Tuzun içinde bulunan magnezyum klorür, magnezyum sülfat ve kalsiyum klorür bileşikleri gibi maddeler tuzun ete geçiş hızını olumsuz yönde etkilemektedir. Potasyum klorür ve potasyum bromür gibi maddeler ise bu hızı artırmakta ve ürüne elastikiyet kazandırmaktadır. (Horner 1992; Mol ve Özden 2004).

NaCl, mikrobiyal gelişmeyi engellemede, su aktivitesini düşürmede, belirli proteinlerin çözünürlüğünü kolaylaştırmada, gıda ürünlerinin lezzetini artırarak tipik tuzlu bir tat vermede ve su tutma kapasitesine katkılarından dolayı et ürünlerinin işlenmesinde önemli bir katkı maddesidir. Diğer taraftan NaCl, et ürünlerinde tipik tat ve tekstürün gelişiminde önemli rolü olan bazı kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonları da etkilemektedir (Wirth 1989; Andrés *et al.* 2004; Guàrdia *et al.* 2006; Toldrá 2006; Blesa *et al.* 2008; Armenteros *et al.* 2009).

Su ürünlerinin muhafazası ve işlenmesinde önemli olan NaCl, bazı tüketici gruplarında yüksek miktarlarda alındığında önemli rahatsızlıklara neden olmaktadır. (Gou *et al.* 1996; Guardia *et al.* 2006; Russunen and Puolanne 2005; Armenteros *et al.* 2009). Ancak NaCl oranının azaltılması ürün işlemede bazı olumsuzlukları beraberinde getirmektedir. Düşük NaCl mevcudiyetinde endopeptidaz enziminin aktivitesi artmakta ve böylelikle aşırı bir proteoliz sonucu tekstür bozulmaktadır. Ayrıca düşük NaCl, protein tabiatında olmayan aminoasitlerin gibi maddelerin ve ayrıca peptitler gibi diğer düşük molekül ağırlıklı azotlu bileşiklerin fazla miktarda oluşmasına neden olmaktadır (Martín *et al.* 1998; Toldrá 1998; Toldrá *et al.* 2000). Diğer taraftan düşük tuz içeriği, lipolisizde az da olsa teşvik edici etki göstermektedir (Andrés *et al.* 2005).

Vücuda fazla miktarda alınan tuz ve dolayısıyla yüksek sodyumun, hipertansiyona ve diğer bazı hastalıklara neden olduğu pek çok çalışmada ortaya konulmuştur (He and MacGregor 2003; Obarzanek *et al.* 2003; Armenteros *et al.* 2009). Günümüzde sağlık otoriteleri tarafından günlük tuz alımının 5-6 g/gün olması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle son yıllarda gıda maddelerinde tuz oranının azaltılmasına yönelik araştırmalar yoğunluk kazanmış ve NaCl'ün diğer tuzlarla birlikte kullanılmasının olumlu ve olumsuz yönleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Tuzlama işlemlerinde sodyum içeriğini azaltmak için farklı tuzlar denenmiştir (Terrell 1983; Aliño *et al.* 2010). Bu amaçla en fazla KCl üzerinde araştırmalar yapılmış ve tuzun belirli bir kısmının yerine KCl'ün kullanılabileceği belirtilmiştir (Geleijnse *et al.* 1994; Desmond 2006; Larsen and Elvevoll 2008; Aliño *et al.* 2010). NaCl ile birlikte potasyum klorürün yanı sıra magnezyum klorür veya kalsiyum

klorür gibi tuz kombinasyonlarının da kullanılabileceği bildirilmiştir (Toldrá and Barat 2009; Aliño *et al.* 2010).

Sodyum oranını azaltmak için et ürünlerinde kullanılan KCl'ün belirli bir düzeyde kullanılması gerekmektedir (Gillette 1985; Reddy and Marth 1991). Üretimde kullanılan tuz karışımında KCl oranının %30-40'ın üzerinde olması durumunda üründe acı bir tadın olduğu rapor edilmektedir (Hand *et al.* 1982; Gelabert *et al.* 2003; Larsen and Elvevoll 2008).

Su ürünlerinin muhafazasında vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama (MAP) teknikleride yaygın olarak kullanılmaktadır (Reddy *et al.* 1995; Pastoriza *et al.* 1998; Sivertsvik *et al.* 2002, 2003; Muratore and Licciardello 2005). MAP, son yıllarda taze, dondurulmuş ve soğutulmuş gıdalarda bozulmanın geciktirilmesi ve özellikle taze balıkçılık ürünlerinin raf ömrünün uzatılması açısından popüler bir metod olmuştur (Ashie *et al.* 1996; Erkan vd 2007). Bu yöntem, paketteki havanın uzaklaştırılması ve bu havanın yerine tek gaz veya gaz karışımlarının eklenmesini içeren bir ambalajlama yöntemidir (Parry 1993; Church and Parsons 1995; Özoğul vd 2006). Bu yöntemde en çok kullanılan gazlar CO₂, O₂ ve N₂'dir. Bu gazlar ürüne ve tüketici ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı kombinasyonlarda ve oranlarda kullanılmaktadır. Perakende ürünler için önerilen gaz karışımı, beyaz etli balıklar için 40/30/30: CO₂/N₂/O₂, yağlı (somon, salmon, ringa, uskumru) ve tütsülenmiş balıklar için 60/40: CO₂/N₂'dir (Simith *et al.* 1990; Farber 1991; Lampila 1991; Church 1994; Kılınç ve Çaklı 2004; Özoğul vd 2006).

Karbondiyoksit (CO₂), balığın modifiye atmosferde ambalajlanmasında kullanılan en önemli gazdır. CO₂, bakteriostatik ve fungistatik özelliklere sahiptir (Wolfe 1980; Dixon and Kell 1989; Sivertsvik *et al.* 2002). CO₂'in antimikrobiyal aktivitesinin; karbonik asidi oluşturan gazın gıda yüzeyinde absorbe edilmesi, sonrasında karbonik asidin iyonlaşması ve pH'daki azalmanın bir sonucu olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir (Genigeorgis 1985). CO₂ gazı balıklarda tipik olarak bozulmaya neden olan *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Flavobacterium* ve *Achromobacter*

gibi Gram (-) psikrotrofik aerobik mikroorganizmaların, küflerin ve mayaların gelişmesini önlemektedir (Wolfe 1980; Hobbs 1991; Church 1994).

Gıdadaki CO₂ konsantrasyonu ürünün su, yağ içeriğine ve atmosferdeki CO₂'in kısmi basıncına bağlıdır (Ho *et al.* 1987). CO₂, suda ve yağda çözünür. Çözünürlüğü sıcaklığın azalmasıyla artar (Knoche 1980). Bu nedenle depolama sıcaklığı azaldığında bakteriyel gelişme inhibisyonu artmaktadır. Bu da gazın etkinliğinin her zaman depolama sıcaklığına bağlı olduğunu göstermektedir (Haines 1933; Gill and Tan 1980; Ogrydziak and Brown 1982). Bu nedenle MAP ile ambalajlanmış balıkların mümkün olduğunca soğukta muhafaza edilmesi gerekmektedir (Swiderski *et al.* 1997; Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Kılınç ve Çaklı 2004).

MAP uygulamasında gaz karışımında kullanılan oksijen oranının düşürülmesi aerobik bakterilerin inhibisyonu açısından oldukça önemlidir. Ancak bazı durumlarda ambalaj içerisindeki az miktardaki oksijenin varlığı anaerobik bozulmanın ve *Clostridium botulinum*'un gelişiminin engellenmesi açısından önem arz etmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 1999; Church 1993, 1998).

İnert bir gaz olan azotun su ve yağdaki çözünürlüğü düşüktür. Modifiye atmosferde ambalajlamada azot gazı kullanımı üç temel fonksiyona sahiptir. Bunlardan birincisi, yağlı balıklarda oksijenin yerini alarak oksidatif acılaşmayı engellemektedir. İkincisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir. Üçüncüsü ise dolgu gazı olmasıdır (Cann *et al.* 1985; Parry 1993; Church and Parsons 1995; Farber *et al.* 2003).

Vakum ambalajlamada ambalaj içerisindeki hava vakumla boşaltılmakta ve kapatılmaktadır. Bu yöntem genellikle et ürünlerinin muhafazasında kullanılmaktadır. Vakum uygulanarak ambalajlanan ürünlerde, ambalaj içerisinde hava kalmadığı için mikroorganizma faaliyeti güçleşir ve ürünün oksitlenmesi önlenmiş olur (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Kılınç ve Çaklı 2001).

Bu alışma, üç farklı tuz karışımı (%100 NaCl-kontrol, %75 NaCl+%25 KCl ve %50 NaCl+%50 KCl) ile salamura edilen ve vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarında soğukta muhafaza sırasında meydana gelen kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin belirlenmesi amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hazar Denizi'nden yakalanan önemli türler arasında yer alan ve 'mahi sefid' olarak da bilinen beyaz balığın raf ömrü üzerine %10 NaCl içeren salamura uygulaması ile %2 ve %4 soğan ekstarktı muamelesinin etkilerinin incelendiği bir araştırmada, kontrol grubu, tuzlama, tuzlama + vakum ambalajlama, tuzlama + %2 soğan ekstraktı + vakum ambalajlama ve tuzlama + %4 soğan ekstraktı + vakum ambalajlama olmak üzere beş muamele grubu oluşturulmuştur. Kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizler neticesinde 4°C'de gerçekleştirilen soğukta muhafazada raf ömrünün kontrol gurubunda 6 gün, tuzlama gurubunda 9 gün, tuzlama + vakum ambalajlama gurubunda 15 gün, tuzlama + %2 soğan ekstraktı + vakum ambalajlama ve tuzlama + %4 soğan ekstraktı+vakum ambalajlama gruplarında ise 18 gün olduğunu tespit edilmiştir (Zolfaghari *et al.* 2010).

Ringa balıkları (*Clupea harengus*) ile yürütölen bir araştırmada, %2'lik NaCl ile salamurada olgunlaştırılarak elde edilen ve maatjes olarak adlandırılan ürünün raf ömrü üzerine modifiye atmosferde ambalajlamanın (%70 N₂+%30 CO₂) etkisi 4 ve 10°C'de incelenmiştir. Araştırma sonunda her iki depolama sıcaklığında MAP uygulamasının kontrol grubuna göre raf ömrünü önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir (Lyhs *et al.* 2007).

Altı farklı modifiye atmosfer (%0 O₂+%70 CO₂+%30 N₂; %20 O₂+%70 CO₂+%10 N₂; %30 O₂+%60 CO₂+%10 N₂; %40 O₂+%60 CO₂+%0 N₂; %30 O₂+%50 CO₂+%20 N₂; %21 O₂+%0 CO₂+%79 N₂) uygulanarak ambalajlanan ve 3°C'de 9 gün süre ile depolanan temizlenmiş levrekler (*Dicentrarchus labrax*) üzerinde yapılan bir çalışmada mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal analizler neticesinde ürünün kalite özelliklerinin korunması açısından en iyi gaz karışımının %30 O₂+%50 CO₂+%20 N₂ olduğu ve balıkların raf ömrünün 7-9 güne kadar uzadığı tespit edilmiştir (Torrieri *et al.* 2006).

Hernández *et al.* (2009) yaptıkları bir araştırmada fileto haline getirilen sarı ağız (*Argyrosomus regius*) balıklarını buz içerisinde 4°C’de 18 gün depolayarak kalite değişimlerini incelemişlerdir. Analizler sonucunda 18. günde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 11,2 log kob/g, toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı 10,8 log kob/g, pH 6,63, TBA 2,55 mg MDA/kg, TVB-N 20 mg N/100mg ve TMA 14,9 20 mg N/100mg olarak belirlenmiştir. Raf ömrünün ise 9 gün olduğu tespit edilmiştir.

Pastoriza *et al.* (1996a) salmon dilimleri (*Salmo salar*) ile yaptıkları çalışmada, CO₂ altında ambalajlamanın balıkların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Bakteri sayısı, pH ve TVB değerlerinin CO₂ altında ambalajlamada kontrol (hava) grubuna göre daha düşük çıktığı ve raf ömrünün CO₂ altında ambalajlanan balıklarda 18 gün olduğu, kontrol grubunda ise 8 gün olduğu tespit edilmiştir.

Dört farklı gaz kompozisyonu ile (%60 CO₂+%10 O₂+%30 N₂; %60 CO₂+%20 O₂+%20 N₂; %60 CO₂+%30 O₂+%10 N₂; %60 CO₂+%40 O₂) ambalajlanan ve 6°C’de depolanan morina balığı filetoları ile yürütölen bir çalışmada modifiye atmosfer ambalajlamanın TVB ve TMA oluşumunu ve mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırdığı, ancak oksijen miktarının yüksek olduğu ambalajlarda TVB ve TMA değerlerinin 4. günden sonra artarak bozulmaya sebebiyet verdiği bulunmuştur (Debevere and Boskou 1996).

Papadopoulos *et al.* (2003) tarafından yapılan bir araştırmada temizlenmiş ve temizlenmemiş (bütün) deniz levrekleri (*Dicentrarchus labrax*) buzla birlikte (buz/balık oranı 3:1) polistiren kutular içerisinde 2±2°C’de depolanmış ve depolama boyunca meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal değişiklikler analiz edilmiştir. *Pseudomonas* ve H₂S üreten bakterilerin hem temizlenmiş hem de temizlenmemiş balıklarda 16 günlük depolama sonrasında dominant bakteriler olduğu, Enterobacteriaceae ve *Brochothrix thermosphacta*’nın *Pseudomonas* ve H₂S üreten bakterilerden daha az olduğu, mezofilik bakteri sayılarının 7 log kob/g’lık sınır değerini temizlenmiş balıkta 9. günde, temizlenmemiş balıkta 15. günde aştığı,

16. günün sonunda temizlenmemiş ve temizlenmiş balıklarda sırasıyla TMA değerinin 0,73 ve 4,39 mg N/100g, TVB-N değerinin 27,7 ve 36,9 mg N/100g, TBA değerinin ise temizlenmemiş balıkta 16. günün sonuna kadar düşük, temizlenmiş balıkta ise değişken olduğu tespit edilmiştir. Duyusal ve mikrobiyolojik analizlere göre raf ömürlerinin temizlenmiş levreğin 8, temizlenmemiş levreğin ise 13 gün olduğu saptanmıştır.

Aerobik şartlarda 0°C’de depolanan deniz salmonları (*Pseudopercis semifasciata*) ile yürütülen bir çalışmada, mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal analizlere göre raf ömrünün 10 günden daha az olduğu ve 10. günde TVB-N değeri 35 mg N/100g, TMA değeri 15,75 mg N/100g, pH değerinin ise 7,2 olduğu tespit edilmiştir (Hozbor *et al.* 2006).

Aras Hisar *et al.* (2004), tarafından yapılan araştırmada gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoları raf ömrü üzerine hava, vakum ve farklı gaz karışımları (%100 CO₂, %30 O₂+%30 N₂+%40 CO₂ ve %2,5 O₂+%7,5 N₂+%90 CO₂) ile depolama sıcaklığının (4±1°C ve 10°C) etkileri incelenmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlamanın bakteriyel çoğalmayı ve TVB-N’deki artışları azalttığı, lipid oksidasyonunun (TBARS) hem 10°C, hem de 4±1°C’de vakum ve %100 CO₂’de daha yavaş olduğu ve 4°C’de hava ve vakum ile karşılaştırıldığında modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrünü uzattığı saptanmıştır.

Rodríguez *et al.* (2009) yaptıkları çalışmada %36 NaCl içeren salamura kullanılarak işlenen yayın balıklarının (*Pseudoplatystoma sp.*) bazı özelliklerine vakum ambalajlama ve depolama sıcaklığının (4°C ve 27°C) etkilerini incelemişlerdir. TBA değerinin depolama boyunca önemli artış gösterdiğini, TVB (total volatil baz) (mg N/100g) değerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığını, su tutma kapasitesi, nem ve tuz içeriği bakımından önemli farklılıkların olduğunu ve en iyi muamelenin vakum ve 4°C kombinasyonunun verdiğini belirtmişlerdir.

Barat *et al.* (2006), morina balığı üzerinde yürüttükleri araştırmada tuzlama, kurutma ve tuzunu gidererek soğukta depolama uygulamalarının balığın duyuşal kalite kriterleri ile mikrobiyal özelliklerine etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda tuzlanmış balıkta taze balığa göre mikrobiyal faaliyetin daha yavaş seyrettiğini ve ayrıca duyuşal analiz sonucunda tuzlanmış balığın daha lezzetli olduğunu belirlemiştir.

NaCl ile salamura edilen kolyoz filetolarının (*Scomber japonicus*) biyokimyasal ve duyuşal değişimlerini belirlemek üzere yapılan bir araştırmada, 120 g/l NaCl ile 8°C'de 2 saat salamura edilen filetolar ile salamura edilmeyen filetolar (kontrol grubu) vakum ambalajlandıktan sonra 2-3°C'de depolanmıştır. Örneklerin başlangıç ve depolama sonundaki değerleri sırasıyla kontrol grubunda pH 6,33 ve 6,78; TVB-N (mg N/100g) 11,15 ve 58,16; TBA (mg MA/kg) 0,26 ve 1,03; salamura grubunda pH 6,17 ve 6,57; TVB-N (mg N/100g) 11,28 ve 40,42; TBA (mg MA/kg) 0,30 ve 1,44 olarak belirlenmiştir. Duyuşal ve kimyasal analiz sonuçlarına göre raf ömrü kontrol grubunda 15-16 gün, muamele grubunda ise 21-22 gün olarak saptanmıştır (Goulas and Kontominas 2005).

Çarbaş (2008), tarafından yürütölen bir araştırmada potasyum sorbat uygulamasının vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂+%30 N₂+%30 O₂) ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus 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 (p<0.01) 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 bulunabileceği rapor edilmiştir.

Pastoriza *et al.* (1997) yaptıkları araştırmada sodyum klorür ve modifiye atmosferde ambalajlamanın berlam balıkları (*Merluccius merluccius*)'nın raf ömrü üzerine etkisini incelemişlerdir. Örnekleri üç gruba ayırdıktan sonra 1. grubu kontrol (hava) grubu olarak değerlendirmişlerdir. İkinci grubu %5'lik NaCl solüsyonuna 5 dakika süreyle daldırdıktan sonra 3. grubu doğrudan modifiye atmosferde ambalajlayıp (%50 CO₂+%45 N₂+%5 O₂) 2°C'de 3 hafta süre ile depolamışlardır. MAP uygulanan balıklarda depolamadan 10 gün sonra, NaCl + MAP uygulamasında ise 6 gün sonra pH değerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu ve depolama süresince NaCl + MAP kombinasyonunun TVB-N değerinin düştüğünü ($p<0,05$) tespit etmişlerdir. Ayrıca TVB-N değerine göre berlam balıklarının raf ömürleri kontrol grubunda 10 gün, MAP grubunda 12 gün, NaCl + MAP grubunda ise 15 gün olduğu, TBA değerleri açısından depolama periyodu boyunca MAP uygulanan her iki grup ile kontrol grubu arasında önemli farklılıkların gözlemlendiği, NaCl + MAP kombinasyonunun kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimleri önemli bir şekilde geciktirdiği, duyuşal analiz sonuçlarına göre raf ömrünü kontrol grubunda 7 gün, MAP grubunda 14 gün, NaCl + MAP grubunda ise 17 gün olduğu belirtilmiştir.

Erdem vd (2005) yaptıkları çalışmada marinasyon (sade ve baharatlı) ve tuzlama (%10 NaCl) yöntemleri ile işlenen ve 4±1°C'de 120 gün muhafaza edilen istavrit (*Trachurus mediterraneus*, S, 1868) balıklarını duyuşal, TVB-N, TBA, TMA ve pH yönünden değerlendirmişler ve raf ömrünü tuzlama+marinasyon (baharatlı) uygulanan ürünlerde 30 gün, sadece marinasyon (baharatlı) işlemi uygulanan ürünlerde ise 60 gün olarak tespit etmişlerdir.

Duyar and Eke (2009) yapmış oldukları çalışmada %10 tuz ve %4 asetik asitten oluşan solüsyonda muamele ettikleri palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) balıklarını 4°C'de depolayarak kalite değişimlerini incelemişlerdir. Analizler sonucunda palamut ve hamsinin pH değeri sırasıyla başlangıçta 6,04 ve 6,18, 170 günlük depolamadan sonra 4,59 ve 4,21; TVB-N (mg/100g) değerleri başlangıçta 8,14 ve 7,47, 170 günlük depolamadan sonra 17,63 ve 18,67 olarak belirlenmiştir. TBA (mg MA/kg) değerleri ise palamutta başlangıçta 2,16 ve 170 günlük depolamadan sonra 13,47 olarak tespit edilmiştir.

Dondurulmuş sardalya (*Sardina pilchardus*) filetoları üzerine yürütülen bir çalışmada, çözündürme işleminden sonra filetolar önce %10'luk NaCl solüsyonda salamura edilmiş daha sonra %14 NaCl ve %7 asetik asitden oluşan solüsyonda 4°C'de 22 gün marine edilmiştir. Analizler sonucunda 0. gün ve 22. günde pH değeri sırasıyla 3,86 ve 4,11, TBA (mg MA/kg) değeri 2,47 ve 2,91, TVB-N (mg/100g) değeri 6,53 ve 11,2 tespit edilmiştir (Kılınç and Çaklı 2004).

Deniz çipuraları (*Sparus aurata*) ile yürütülen bir araştırmada 8°C'de 17 saat süre ile %18 NaCl içeren solüsyonda salamura edildikten sonra vakum ambalajlama ve iyonize radyasyon (1,3 kGy) uygulanan filetolarda 4°C'de gerçekleştirilen depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değışimler incelenmiştir. 42 günlük depolama sonrası en yüksek TVB-N (60,52 mg/100g) ve en düşük TBA (1,01 mg MA/kg) değeri sadece tuzlama işlemi uygulanan filetolarda, en düşük TVB-N (37,21 mg/100g) ve en yüksek TBA (3,26 mg MA/kg) değeri ise ışınlama uygulanan filetolarda belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler (*Pseudomonas* spp., H₂S üreten bakteriler, *Brochothrix thermosphacta*, Enterobacteriaceae, laktik asit bakterileri ve mezofilik aerobik bakteri) sonucunda ışınlanmış örneklerin sadece salamura uygulanan örneklere göre daha düşük sayıları verdiği belirlenmiştir. Duyusal analizler sonucunda ise raf ömrünün %18'lik NaCl ile salamura edilen örneklerde 14 gün, iyonize radyasyon uygulanan örneklerde ise 27-28 gün olduğu sonucuna varılmıştır (Chouliara *et al.* 2004).

Gökoğlu *et al.* (2004) yapmış oldukları bir çalışmada fileto haline getirilen sardalya balıklarını %10 NaCl+%2 asetik asit ve %10 NaCl+%4 asetik asitden oluşan solüsyonlarda 24 saat süre ile marinasyon işlemine tabi tuttuktan sonra 4°C'de muhafaza etmişler ve örnekler muhafaza sırasında değışik parametreler yönünden analiz etmişlerdir. Araştırmacılar TVB-N ve TMA değeri açısından %2 ve %4 asetik asit konsantrasyonları arasında önemli farklılıkların olduğunu, %2 asetik asitli örneklerin TVB-N ve TMA değeri açısından %4 asetik asitli örneklerden daha yüksek çıktığını ve pH değeri açısından her iki konsantrasyon arasında önemli bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

Jeevanandam *et al.* (2001) tarafından yürütülen çalışmada temizlenen *Nemipterus japonicus* balıklarının raf ömrü üzerine tuzlama ve gamma ışının etkisi incelenmiştir. Balıkların bir kısmı çiğ (kontrol), bir kısmı da %10'luk NaCl ile 1 saat süre ile salamura edildikten sonra her iki grupta 3'e ayrılmış ve her bir grup ışınlamaya (1 ve 2 kGy) tabi tutulduktan sonra polietilen poşetlerde 0-2°C'de depolanmıştır. Yapılan analizler sonucunda raf ömrü; kontrol grubunda 8 gün, 1 kGy dozu ile ışınlanmış grupta 12 gün, 2 kGy dozu ile ışınlanmış grupta 22 gün, salamura edilmiş örneklerde 9 gün, 1 kGydoz ile ışınlanmış ve salamura edilmiş örneklerde 14 gün, 2 kGy doz ile ışınlanmış ve salamura edilmiş örneklerde ise 28 gün olarak belirlenmiştir.

Uskumru balıkları üzerinde yürütülen bir çalışmada %11 ve %26'lık NaCl konsantrasyonlarında tuzlanan uskumru balıklarının TVB-N değerinde önemli artış olmadığı, %10 NaCl ile tuzlanan örneklerin 6,18 TVB-N değerine sahip olduğu ve NaCl konsantrasyonunun düşmesi ile TVB-N değerindeki artışın daha fazla olduğu bildirilmiştir. (Gopakumar and Bhattacharyya 1993).

Frangos *et al.* (2010) yapmış oldukları bir çalışmada tuzlama, kekik yağı ve vakum ambalajlamanın 4°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin raf ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Örnekler kontrol (hava), %10'luk NaCl, %10 NaCl+vakum, %10 NaCl+%0,2 kekik yağı+vakum ve %10 NaCl+%0,4 kekik yağı+vakum olmak üzere 5 farklı muamele grubuna ayrılmıştır. Laktik asit bakterisi, H₂S üreten bakteri, *Pseudomonas* spp. ve Enterobacteriaceae'nin en yüksek sayılarını kontrol ve %10'luk NaCl ile tuzlanmış grupların gösterdiği, TVB-N ve TMA-N (trimethylamine nitrogen) değerleri açısından ise %10 NaCl+vakum, %10 NaCl+%0,2 kekik yağı+vakum ve %10 NaCl+%0,4 kekik yağı+vakum gruplarının düşük değerler verdiği tespit edilmiştir.

Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balıkları ile yapılan bir çalışmada %7,5, %10 ve %15 NaCl kullanılarak hazırlanan tuzlanmış balıkların 4°C'de 10 hafta süre ile depolanması sırasında kalite özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Taze örnekte pH 6,22, TBA değeri 0,57 mg/kg ve TMA-N değeri ise 0,87 mg/100g olarak belirlenirilenmiştir. Muhafaza süresince %7,5 tuz kullanılan grupta pH değerinin

5,98-6,27, balık dokusundaki tuz miktarının %5,16-6,63, TBA değerinin 2,14-2,94 mg/kg ve TMA-N değerinin 0,99-19,23 mg/100g; %10 tuz kullanılan grupta pH değerinin 6,03-6,26, balık dokusundaki tuz miktarının %8,19-8,90, TBA değerinin 2,15-2,35 mg/kg ve TMA-N değerinin 0,95-4,23 mg/100g; %15 tuz kullanılan grupta pH değerinin 5,90-6,39, balık dokusundaki tuz miktarının %12,05-13,92, TBA değerinin 2,17-2,32 mg/kg ve TMA-N değerinin 1,01-3,85 mg/100g arasında değiştiği ve artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak balığın kalitesinin daha iyi korunduğu saptanmıştır (Yapar 1999).

Sallam *et al.* (2007) tarafından yapılan bir çalışmada %12'lik NaCl, %2 asetik asit+%12 NaCl ve %3 asetik asit+%12 NaCl uygulamalarının vakum uygulanarak ambalajlanan ve 4°C'de 90 gün süre ile depolanan zargana (*Cololabis saira*) filetolarının kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkileri incelenmiştir. pH, TVB-N ve TMA değerleri ile psikrotrofik bakteri sayısında salamura edilen filetolara göre marine edilen filetolarda önemli azalmalar olduğu, marinasyonun lipid oksidasyonunu geciktirdiği, duyuşal özellikler açısından marine edilen filetoların salamura edilen filetolara göre daha yüksek puanlar aldığı, raf ömrünün salamura edilen örneklerde 60 gün, diğer örneklerde ise 90 günü aştığı tespit edilmiştir.

Gümüş vd (2008) tarafından barbun (*Mullus barbatus* L., 1758) balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada taze ve %20'lik tuz çözeltisi uygulanan balıklar vakum ambalajlanarak 4°C'de depolanmış ve depolama sırasında meydana gelen kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiştir. TBA (mg MA/kg) ve TVB-N (mg/100g) değerlerini sırasıyla başlangıçta taze balıkta 0,59 ve 15,83, tuzlanmış balıkta 0,68 ve 17,08, 11 günlük depolama sonunda taze balıkta 1,48 ve 47,74, tuzlanmış balıkta 1,59 ve 36,36 tespit etmişlerdir. Tuzlanmış örneklerde raf ömrünün yaklaşık olarak 11 gün, taze örneklerde ise 7 gün olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca depolama süresince hem taze hem de tuzlanmış balıkta pH, TBA ve TVB-N değerlerinde önemli değişimlerin olduğu, toplam mezofilik aerob bakteri ve koliform bakteri sayılarının depolama süresince önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir.

Lauzon *et al.* (2009) morina balıklarının raf ömrü üzerine salamura yöntemi (kontrol ve %2,5 NaCl), MAP (kontrol-hava ve %50 CO₂+%45 N₂+%5 O₂) ve depolama sıcaklığının (0°C, -2°C ve -3,6°C) etkilerini incelemişlerdir. En yüksek toplam psikrotrofik bakteri ve H₂S üreten bakteri sayısını hava ile ambalajlanan salamura edilmiş -2 ve -3,6°C’de depolanan balıklarda, bu bakterilerin en düşük sayılarını ise modifiye atmosferde ambalajlanan salamura edilmiş balıklarda tespit etmişlerdir. Duyusal analizlere neticesinde raf ömrünün salamura edilmemiş kontrol grubunda (hava) 0°C’de 11 gün, -2°C’de 14-15 gün, salamura edilmemiş MAP uygulanan örneklerde 0°C’de 14-15 gün, -2°C’de 21 gün, salamura edilmiş kontrol grubunda (hava) -2°C’de 12-15 gün, MAP uygulanan örneklerde -2°C’de 13 gün olduğunu belirlemişlerdir.

Güneşte kurutulup, %5 ve %15 salamura ile tuzlanan ve tekrar güneşte kurutulup, polietilen materyalle ambalajlanan ve 30°C’de 20 hafta süre ile depolanan Endonezya uskumruları (*Rastrelliger kanagurta*)’ı ile yapılan çalışmada salamura konsantrasyonunun artmasıyla TBA değerinde bir artış olduğu bildirilmiştir (Maruf *et al.* 1990).

Tuzlanmış balığın düşük sıcaklıkta depolanması ile meydana gelebilecek kalite değişimleri üzerine yürütülen çalışmada uskumru balıkları (*Scomber japonicus*)’nın bir kısmı çiğ, bir kısmı da %5 ve %15 NaCl ile muamele edilip 0°C ve 10°C’de depolanmıştır. TVB-N değerinin çiğ balıklarda 0°C’de 32. günde, 10°C’de 13. günde, %5 NaCl ile muamele edilen örneklerde 0°C’de 60.günde, 10°C’de 33. günde sınır değeri olan 30mg/100g’ı aşmadığı saptanmıştır. Ayrıca %15 NaCl ile muamele edilen örneklerde ise depolama süresince TVB-N değerinin sınır değeri (30mg/100g) aşmadığı da belirtilmiştir. %5 NaCl ile muamele edilip, 10°C’de depolanan balıklarda TBA değeri çok yüksek bulunmuştur. Diğer örneklerde ise TBA değeri 3 mg/100g’ı aşmadığı görülmüştür. Organoleptik açıdan raf ömürleri 10°C’de depolanan çiğ balıkların 8 gün, 0°C’de depolanan çiğ balıkların 18 gün, %5 NaCl ile muamele edilip 10°C’de depolanan balıkların 34 gün, %5 NaCl ile muamele edilip 0°C’de depolanan balıkların 60 gün olduğu belirlenmiştir (Ishida *et al.* 1976).

Stamatis *et al.* (2008) yaptıkları bir çalışmada %12 NaCl+%3 asetik asit, %12 NaCl+%5 asetik asit ve %12 NaCl+%7 asetik asit solüsyonları ile marine edilen, hava (kontrol) ve vakum ile ambalajlandıktan sonra 6°C’de depolanan *Microcosmus sabatieri* Roule, 1885’ların değişik özelliklerini incelemişlerdir. Her üç marinat grubu arasında duyuşal ve kimyasal özellikler açısından önemli farklılıkların olduğunu ve *Pseudomonas*, laktik asit bakterisi, maya ve küf sayılarının saptanabilir sınırın altında kaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca kontrol (hava) grubu örneklerin raf ömrünün 4 ay, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerin raf ömrünün ise 5 ay olduğunu da ortaya çıkarmışlardır.

Üç farklı tuzlama yöntemi ile işlenen fermente sardalya balıkları (*S. brasiliensis*)’nın incelendiği bir çalışmada balıklar 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta (A), temizlenmemiş sardalyalar ön tuzlama işlemi yapıldıktan sonra plastik kutularda 5-10 gün süre ile tutulmuş ve daha sonra 24° salinometrelik salamurada 25°C’de 90 gün fermente edilmiş ve son aşamada fileto haline getirilen balıklar vakum uygulanarak ambalajlanmıştır. İkinci grupta (B), temizlenmemiş sardalyalara sadece fermentasyon uygulanmıştır. Üçüncü grupta ise (C), ön tuzlama yapılmadan temizlenmiş sardalyalar fermente edilmiştir. Başlangıç TVB-N (mg N/100g) değerleri 1. grupta 23,1, 2. grupta 19,7, 3. grupta 18,6, 90 gün sonunda ise sırasıyla 62,1, 50,8 ve 39,1 olarak tespit edilmiştir. pH değerleri başlangıçta 1. grupta 5,67, 2.grupta 5,54, 3. grupta 5,61, depolama sonunda ise sırasıyla 5,93, 5,84 ve 5,92 olarak saptanmıştır (Pombo *et al.* 2009).

Majumdar and Basu (2009) tarafından Hilsa balığının (*Tenualosa ilisha*) kuru tuzlama işlemine tabi tutulması ve olgunlaştırılmasıyla elde edilen ve Güneydoğu Asya’da Lona-ilish olarak adlandırılan fermente ürün üzerinde yapılan bir çalışmada, temizlenmiş balıklar kuru tuzlama (balık/tuz oranı, 4:1 ve 5:1) işleminden sonra çelik konteynirlarda 24-37°C’de 5 ay süre ile olgunlaştırmaya tabi tutulmuştur. Elde edilen Lona-ilish’ler şeffaf (ışık geçiren) ve şeffaf olmayan (ışık geçirmeyen) poşetlerde azot gazıyla ambalajlandıktan sonra 24-37°C’de 6 ay süre ile depolanmıştır. TVB-N (%mg) ve TBA (mg MA/kg) değerleri başlangıçta sırasıyla 29,4 ve 5,89, 6 aylık depolama sonunda şeffaf olan poşetlerde ambalajlanan örneklerde TVB-N (%mg) ve

TBA (mg MA/kg) değerleri 32,66 ve 27,87, Şeffaf olmayan poşetlerde ambalajlanan örneklerde ise 34,45 ve 5,65 olarak bulunmuştur. Toplam canlı sayısı baőlangıĥta $9,75 \times 10^5$ kob/g olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda (180 gün) ise sayının şeffaf olan poőet ambalajlarda $4,15 \times 10^3$ kob/g'a, şeffaf olmayan poşetlerde ise $4,23 \times 10^3$ kob/g'a olarak düştüğü belirtilmiştir. Duyusal analizler sonucunda raf ömrünün şeffaf olmayan poşetlerde 180 gün, şeffaf poşetlerde ise 60 gün olduğu kannatine varılmıştır.

İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) zerinde yrtlen bir ĥalıőmada, kuru tuzlanmış ve oda sıcaklığında 8-10 ay süre ile depolanan örneklerin pH değerinin 5,78-6,76, TVB-N değerinin 43,6-173,04 mg/100g ve TBA değerinin 3,31-4,49 mg/kg arasında değiştiği saptanmıştır (Kılınĥıeker ve Küçüköner 2003).

Salmo trutta macrostigma Dumeril, 1858'nin tuzlama (kuru tuzlama ve salamura) işlemine uygunluğunun ve tuzlama işleminin kimyasal bileőime etkisinin araştırıldığı bir ĥalıőmada, %20 NaCl ile salamura edilen ve kuru tuzlanan örnekler cam kavanozlarda 4°C'de 180 gün süre ile depolanmıştır. TBA ve TVB-N değerlerinin her iki grupta da depolama günlerine bağlı olarak artış gösterdiği, *S.trutta macrostigma*'nın kuru tuzlama ve salamura iőlemlerine uygun bir materyal olduğu ve örneklerin tamamının 180 gün boyunca tüketilebilir özelliklerini korudukları tespit edilmiőtır (Bilgin vd 2007).

Van Gölü Havzası'nda marketlerden ve evlerden temin edilen kuru tuzlama yöntemi ile hazırlanmış inci kefali (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811) rneklerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi üzerine yrtlen ĥalıőmada, kuru tuzlama yöntemi ile geleneksel olarak hazırlanmış inci kefali balıklarının hem mikrobiyolojik hem de kimyasal kalitelerinin oldukĥa düşük olduğu, özellikle tuz, TVB-N ve pH değerlerinin bu ürünler iĥin önerilen normlara uymadığı belirlenmiőtır (Patır *et al.* 2006).

Balık/tuz oranı (5/1) esas alınarak yapılan bir kuru tuzlama işleminin $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 6 ay depolanan palamutlar (*Sarda sarda*, Bloch 1793)'ın kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Türkiye'de "lakerda" olarak adlandırılan bu üründe tuzlamadan sonra ilk ayda mezofilik bakteri sayısı $4,6\times10^2$ kob/g olarak belirlenmiş, diğer aylarda ise sayı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Taze balıklarda TVB-N değeri 11,21 mg/100g, TMA-N değeri ise 1,19mg/100g olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda ise balıkların TVB-N değerinin 27,67 mg/100g, TMA-N değerinin ise 4,99mg/100g'a ulaştığı belirtilmiş ve bu sonuçlara göre kuru tuzlanıp $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan palamutların 6 ay boyunca güvenle tüketilebilir olduğu vurgulanmıştır (Turan *et al.* 2006).

Sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) ile yapılan çalışmada %15, %20 ve %25 tuz konsantrasyonlarında salamura edilen balıklar buzdolabı şartlarında 120 gün depolanmış ve 15'er günlük periyotlarla fiziksel ve kimyasal, aylık periyotlarda ise duyuşsal analizlere tabi tutulmuştur. Kimyasal analizlerde %15, %20 ve %25 tuz konsantrasyonlarında salamura edilen balıkların işlenmemiş balıklara göre depolama süresince tuz konsantrasyonuna bağlı olarak ham protein ve yağ miktarlarının düştüğü, kuru madde, ham kül ve tuz miktarlarının arttığı, pH değerinde önemli farklılıkların olmadığı, TBA ve TVB-N değerleri üzerinde tuz konsantrasyonunun ve depolama süresinin önemli etkilerinin olduğu ve her iki değerinde de tüketilebilirlik sınırlarını aşmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca duyuşsal olarak her üç grup arasında görünüş, koku, çiğneme özelliği, renk, lezzet ve genel beğeni kriterleri bakımından önemli farklılıkların olmadığı belirtilmiştir (Çelik ve Gerek 2002).

Temizlenen hamsi balıkları (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) ile yürütülen bir araştırmada, örnekler %14, %18, %22 ve %26 tuz içeren salamuralarda iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 22°C) 150 gün süre ile depolanmış ve duyuşsal, mikrobiyolojik ve kimyasal analizlere tabii tutulmuştur. Duyuşsal analizlerde 4°C 'de depolanan örneklerin 22°C 'de depolanan örneklerden daha yüksek puanlar aldığı, depolama süresine bağlı olarak 22°C 'de depolanan örneklerde hem mezofilik hem de psikrotrofik bakteri sayısında önemli bir değişim olduğu, %22 ve %26 salamuralarda

depolanan örnekler hariç mezofilik bakteri sayısında tuz konsantrasyonuna bağlı bir değişim görülmediği, 4°C’de depolanan örneklerde mezofilik bakteri sayısında depolama süresince önemli değişimlerin olduğu, depolama zamanı ve farklı tuz konsantrasyonlarının psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde önemli etki gösterdiği, TVB-N değerinin her iki depolama sıcaklığında da depolama süresince arttığı, tuz konsantrasyonundaki artışa paralel olarak TVB-N değerinin düştüğü, TBA değerinde her iki depolama sıcaklığında da önemli bir değişim olduğu ve en iyi sonucu 4°C’de depolanan %22 ve %26’lık salamura örneklerinin verdiği tespit edilmiştir (Karaçam *et al.* 2002).

Bellagha *et al.* (2007) salamura (%21 NaCl) ve kuru tuzlama yöntemlerinin sardalya balıkları (*Sardinella aurita*)’nın değişik özelliklerine etkilerini araştırmışlar ve mikrobiyal faaliyet açısından örnekler arasında önemli bir farklılığın olmadığını, her iki yöntemde de su aktivitesinin düşmesi neticesinde raf ömrünü artırdığını, salamura yönteminin kuru tuzlama yöntemine göre duyusal değerlendirme açısından daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Park *et al.* (2009) yaptıkları bir çalışmada NaCl ($\leq$ %2) ve KCl (NaCl:KCl, 2:0, 1,5:0,5, 1:1, 0,5:1,5 ve 0:2) ile hazırlanmış salamuralarda işlenen uskumru (*Scomber japonicus*) filetolarında askorbik asit (%0-0,5) kullanımının lipit oksidasyonuna etkisini vakum şartlarda ve iki farklı sıcaklık derecesinde (2°C ve -18°C) araştırmışlardır. Lipit oksidasyonunun geciktirilmesi açısından en iyi sonucu, NaCl: KCl (1:1)+%0,25 askorbik asit ve -18°C kombinasyonun verdiğini tespit etmişlerdir.

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 gram ağırlığındaki 96 gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) elde edilen 192 adet fileto kullanılmıştır.

3.1.2. NaCl ve KCl

Salamura (%10) hazırlamak için kullanılan NaCl ve KCl tuzlar kimyasal madde firmalarından temin edilmiştir.

3.1.3. Ambalajlama materyali

Ambalajlama 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 $cm^3/m^2/gün.atm.23^\circ C$; N_2 geçirgenliği 24 $cm^3/m^2/gün.atm.23^\circ C$; CO_2 geçirgenliği 145 $cm^3/m^2/gün.atm.23^\circ C$ ve su buharı geçirgenliği $<3 g/m^2/gün.atm.23^\circ C$) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Araştırmada, salamura (%10) uygulaması (%100 NaCl-kontrol, %75 NaCl+%25 KCl ve %50 NaCl+%50 KCl), ambalajlama (vakum ve modifiye atmosfer-%50 CO₂+%50 N₂) ve depolama süresi (4±1°C’de, 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 ve 28 gün) faktör olarak alınmış, denemeler 3x2x8 faktöriyel düzende şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür (Yıldız ve Bircan 2010).

3.2.2. Fileto hazırlanması

Fileto çıkarmak amacıyla, taze olarak laboratuvara getirilen balıkların uygun bıçaklar kullanılarak başları kesilip, iç organları temizlenmiştir. Yıkama işleminden sonra balıklardan fileto makinesi (Salmo Filleter 65) kullanılarak derili filetolar elde edilmiştir.

3.2.3. Salamura uygulaması

Balıkların tuzlama işleminde salamura yöntemi kullanılmıştır. Tuzlama işlemi, her bir balık için 100 ml %10’luk salamura kullanımı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Üç gruba ayrılan filetolar NaCl ve KCl (Merck) tuzlarından hazırlanan üç farklı salamurada (%100 NaCl, %75 NaCl+%25 KCl, %50 NaCl+%50 KCl) 8°C’de 1 saat süreyle bekletildikten sonra kurutmak amacı ile filetolar bir gece 4°C’de bekletilmiştir. Daha sonra filetolar, vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmıştır (Jeevanandam *et al.* 2001; Goulas and Kontominas 2005; Frangos *et al.* 2010).

3.2.4. Vakum-Modifiye atmosferde ambalajlama ve depolama

Ambalajlamada, vakum ve modifiye atmosferde (%50 CO₂+%50 N₂, Karbogaz-Linde Gaz A.Ş., İstanbul) ambalajlama olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır (Çaklı *et al.* 2006). Her bir ambalaj materyaline 2 adet fileto yerleştirilerek (MAP ambalajlarda gaz/ürün oranı 2:1 olacak şekilde ayarlanmıştır) Multivac (Multivac A 300/16 Sepp Haggenmuller D 87787 Wolfertschwenden, Germany) ambalajlama makinesinde ambalajlanmış ve 4±1°C'de 28 gün süre ile depolanmıştır.

3.2.5. Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması

Depolama süresinin 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 ve 28. günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için balık örneklerinden steril bistüri ve pens yardımıyla, mikrobiyolojik analizler için steril Stomacher torbalarına, kimyasal analizler için ise cam kavanozlara örnekler alınmıştır.

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 Stomacher'de (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 ise log₁₀ kob/g olarak verilmiştir.

3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar) (Merck 1.05463.0500) besiyeri kullanılmıştır. 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 Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma metoduyla ekim yapıldıktan sonra petri plakları, 10°C’de 7 gün inkubasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda sayım yapılarak psikrotrofik bakteri sayısı tespit edilmiştir (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 testi uygulanmış ve oksidaz (+) koloniler sayılarak, *Pseudomonas* sayısı belirlenmiştir (Gökalp vd 1995).

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 (Aneorocult A, Merck) inkübasyondan sonra, katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı saptanmıştır (Baumgart *et al.* 1986).

3.2.6.e. Enterobacteriaceae sayımı

Uygun dilüsyonlardan VRBD (Violet Red Bile Dextrose) Agar (Merck 1.10275.0500) plaklarına 0,1'er ml aktararak yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları 30°C'de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda çapı 1 mm'nin üzerindeki koloniler sayılarak, Enterobacteriaceae sayısı tespit edilmiştir (Gökalp vd 1995).

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

Balık örneklerinden 10'ar gram tartılıp üzerine 100 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 okunarak belirlenmiştir (Gökalp vd 1995). pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler ile (pH 4,00 ve pH 7,00, Riedel-de Haën 33543-33546) kalibre edilmiştir.

3.2.7.b. Thiobarbituric acid reactive substans (TBARS) değerinin belirlenmesi

Örnekten 2 g alınarak üzerine 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA (Trichloroacetic Acid, Riedel-de Haën 27242), %0,1 EDTA (Ethylenediaminetetraacetic Acid, Riedel-de Haën 34549), %0,1 Propil galat (Propyl Gallate, Fluka 48710-3 mletanolde

çözülür)] ilave edilmiş, 15-20 sn ultra-turraxda homojenize edildikten sonra Whatman 1 (Whatman® Schleicher&Schuell CAT No: 1001 125) filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 3 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış, üzerine 3 ml 0,02 M TBA (Thiobarbituric Acid, Fluka 88481) çözeltisi konulmuş 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 µmol malonaldehit (MA)/kg olarak verilmiştir (Lemon 1975; Kılıç and Richards 2003).

TBARS = ((absorbans/ k (0,06) x 2/1000) x 6,8) x 1000/örnek ağırlığı

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

40 gram balık örneğine 80 ml %7,5’luk TCA çözeltisi ilave edilerek ultra-turrax’da homojenize edilmiştir. Karışım 5 dakika santrifüj (400 x g) edildikten sonra, Whatman 3 (CAT No: 1003 125) filtre kağıdı kullanılarak süzölmüştür. Elde edilen 25 ml filtrata 5 ml %10’luk NaOH (Riedel-de Haën 06203) ilave edilmiş ve distilasyon cihazına (BEHR S1 Steam Distillation Unit Labor-Technik GmbH, Düsseldorf/Germany) yerleştirilmiştir. Distilatın toplanacağı erlen içerisinde 10 ml %4’lük borik asit çözeltisi (H₃BO₃, 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 H₂SO₄ çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiş ve TVB-N değeri titrasyonda harcanan H₂SO₄ çözeltisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Malle and Tao 1987).

TVB-N (mg/100g)= n x 16,8 mg azot

3.2.8. İstatistikî Analizler

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 13.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde saptanabilir sınırın altında bulunan değerler istatistikî analizlerde 2 log kob/g olarak alınmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.1.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri

Farklı oranlarda KCl içeren %10'luk salamuralarda (%100 NaCl-kontrol, %75 NaCl+%25 KCl, %50 NaCl+%50 KCl) işlenen ve vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlandıktan sonra $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı tüm örneklerde depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde 8. günde sayı genellikle 1×10^6 kob/g'ın üzerinde bulunmuştur. Buna karşın MAP örneklerinde sayı 8. günde 1×10^6 kob/g'nın altında saptanmıştır. Depolamanın 12. gününde %75 NaCl+%25 KCl muamele edilen ve MAP uygulamasına tabi tutulan grubun her iki tekerrüründe, diğer MAP uygulanan grupların ise 1. tekerrürlerinde sayı 1×10^6 kob/g'nın altında tespit edilmiştir. Daha sonraki günlerde ise gerek MAP, gerekse vakum gruplarında daha yüksek sayılar belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	3,07	4,33	5,52	5,51	7,66	8,10	9,01	9,22
		II	2,90	4,54	5,69	6,60	7,36	7,85	9,03	9,32
	Vakum	I	4,01	4,54	5,80	6,36	7,83	8,31	9,37	9,67
		II	2,69	4,82	6,26	6,56	8,00	9,03	9,44	9,86
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	3,30	4,35	5,48	5,58	7,69	8,06	9,00	9,23
		II	<2	4,29	4,47	5,17	7,61	8,15	8,92	9,06
	Vakum	I	3,90	4,67	6,67	6,99	8,12	8,33	9,46	10,07
		II	2,60	5,21	6,66	7,70	8,26	8,91	9,29	9,56
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	2,48	4,02	4,98	5,43	6,85	7,84	8,97	9,02
		II	<2	3,94	5,06	6,20	6,84	7,83	8,86	9,06
	Vakum	I	3,11	5,74	7,52	7,94	8,33	9,18	9,49	9,98
		II	<2	5,75	7,06	7,74	8,74	9,58	11,03	11,44

Farklı salamuralar ile muamele edilen vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşuğu alabalığı filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılabacağı üzere filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine salamura, ambalajlama ve depolama süresi çok önemli ($p<0,01$) etki göstermiştir. Salamura x ambalajlama interaksiyonun da toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olduğu bulunmuştur. Buna karşın salamura x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi ve salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları üzerinde önemli etkilerinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.2. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşaağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,317	1,720
Ambalajlama (A)	1	22,166	120,261 **
Depolama Süresi (D)	7	66,721	361,986 **
S x A	2	2,690	14,53 **
S x D	14	0,214	1,160
A x D	7	0,372	2,019
S x A x D	14	0,171	0,928
Blok (B)	1	0,008	0,041
Hata	47	0,184	
Genel	96		

**p< 0,01 seviyesinde önemli

Buna karşın gökkuşaağı alabalığı filetoları üzerinde yürütülen bir araştırmada sodyum asetat, sodyum laktat veya sodyum sitratın toplam mezofilik bakteri sayısında bir inhibisyona neden olduğu saptanmıştır (Kılınç *et al.* 2009). Gümüş vd (2008) taze ve %20'lik salamura ile muamele ettikleri ve vakum ambalajlayarak 4°C'de depoladıkları barbun balıkları (*Mullus barbatus* L., 1758)'nın her iki grubunda da depolama süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısında önemli artışlar tespit etmişlerdir. Kuru tuzlama işlemi uygulandıktan sonra 4±1°C'de 6 ay süre ile depolanan palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada başlangıç mezofilik bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuş (<10¹ kob/g) muhafaza sırasında ise sayı birinci ayda 10² kob/g düzeyine ulaşmış daha sonraki aylarda ise tekrar saptanabilir sınırın altına düşmüştür (Turan *et al.* 2006).

Soğukta muhafaza edilen gökkuşaağı alabalığı filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge

4.3’de verilmiştir. Filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarının depolama süresinin ilerlemesiyle arttığı, 28. günde $9,62 \pm 0,68a$ log kob/g’a ulaştığı, 12. günde ise sınır değer olan 1×10^6 kob/g’ı geçtiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Soğukta Muhafaza ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$2,83 \pm 0,68g$
4	12	$4,68 \pm 0,60f$
8	12	$5,93 \pm 0,92e$
12	12	$6,48 \pm 0,96d$
16	12	$7,77 \pm 0,57c$
20	12	$8,43 \pm 0,59b$
24	12	$9,32 \pm 0,58a$
28	12	$9,62 \pm 0,68a$

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

Seer balıkları (*Scomberomorus commerson*) üzerinde yapılan bir çalışmada toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı başlangıçta 4,78 log kob/g olarak belirlenmiş, 30 günlük depolama sonunda sayının 7,7-8,1 log kob/g’a ulaştığı belirtilmiştir (Mohan *et al.* 2010). Hernández *et al.* (2009) sarı ağız (*Argyrosomus regius*) balığı filetolarının 4°C ’de depolanması sırasında 18. günde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının 11,2 log kob/g düzeyine ulaştığını bildirmiştir. Paleologos *et al.* (2004) ise soğukta muhafaza edilen deniz levreği filetolarını toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının depolamanın 7. gününde, temizlenmemiş levreğin 11. günde, temizlenmiş levreğin ise 9. günde 10^7 kob/g’ı geçtiğini tespit etmişlerdir. Erkan *et al.* (2001) vakum ambalajlanmış kolyoz balıklarının mezofilik aerobik bakteri sayısında depolama boyunca artış olduğunu ve 9 günlük depolamadan sonra 10^6 kob/g değerine ulaştığını rapor etmişlerdir.

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların ortalama değerinin vakum uygulanarak ambalajlanan filetolardan daha düşük olduğu saptanmıştır.

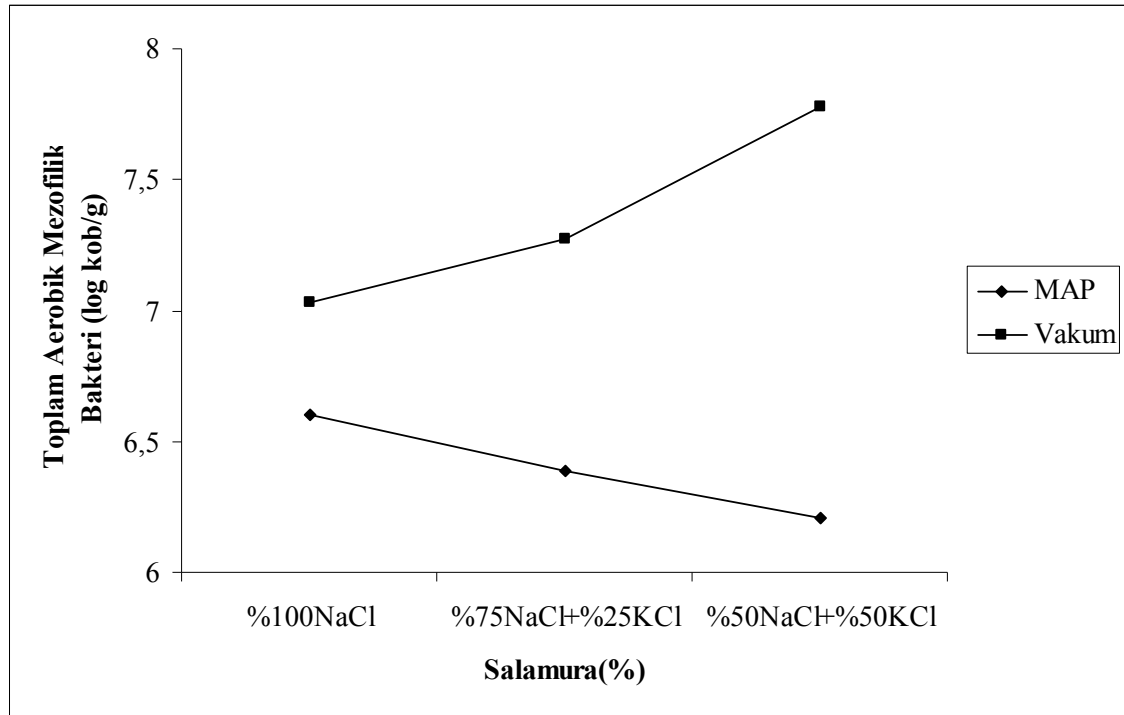
Çizelge 4.4. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm SD$
MAP	48	6,40 $\pm$ 2,23b
Vakum	48	7,36 $\pm$ 2,32a

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

Erkan *et al.* (2007) tarafından yapılan araştırmada vakum ambalajlanan örneklerde toplam aorebik mezofilik bakteri sayısının MAP uygulanarak ambalajlanan örneklerden daha yüksek olduğu belirtilmiş ve toplam aerobik mezofilik bakteri 4°C’de depolanan vakum ambalajlı örneklerde 7. günden sonra, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise 11. gününden sonra 1×10^6 kob/g’ı aştığı tespit edilmiştir. Gökkuşağı alabalığı ile yapılan başka bir çalışmada vakum ve %30 O₂+%30 N₂+%40 CO₂ gaz karışımı uygulanarak gerçekleştirilen ambalajlama arasında toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarında istatistiki açıdan bir farklılığın olmadığı ve %100 CO₂ ile ambalajlanmış örneklerde ise gelişiminin önemli derecede engellendiği bildirilmiştir (Aras Hisar *et al.* 2004). Hava ve iki farklı gaz karışımıyla (%5 O₂+%35 CO₂+%60 N₂; %5 O₂+%70 CO₂+%25 N₂) ambalajlanarak 4°C’de 9 gün süre ile depolanan sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*)’nın toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında en yavaş gelişmenin %5 O₂+%70 CO₂+%25 N₂ ile ambalajlanan örneklerde olduğu ve modifiye atmosfer ambalajlama yönteminin örneklerin raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir (Erkan *et al.* 2006). Diğer bir çalışmada ise 3°C’de depolanan vakum ambalajlanmış sazan balığı örneklerinin mezofilik aerobik bakteri sayısının kontrol grubu (hava) örneklerine göre daha az olduğu belirtilmiştir (Křížek *et al.* 2004).

Farklı oranlarda KCl içeren salamurada işlenen filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine çok önemli derecede ($p<0,01$) etkisinin olduğu saptanan salamura uygulaması x ambalajlama interaksyonuna ait grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış örnekler arasında en yüksek toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı %100 NaCl ile muamele edilmiş filetolarda, en düşük değer %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilmiş filetolarda bulunmuştur. Vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde ise KCl seviyesi arttıkça toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı artmıştır. %50 NaCl+%50 KCl ile salamura edilip modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlamanın alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine inhibe edici etkisinin diğer muamelelere göre daha fazla olduğu ve be nedenle %50 NaCl+%50 KCl /MAP kombinasyonunun en iyi uygulama olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksyonunun Etkisi

4.1.2. Psikrotrofik bakteri

Farklı oranlarda KCl içeren %10'luk salamuralarda işlenen ve vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlandıktan sonra $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının psikrotrofik bakteri sayıları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Psikrotrofik bakteri sayım sonuçları toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları ile paralellik göstermektedir. Depolama başlangıcında örneklerin psikrotrofik bakteri sayıları 10^3 kob/g düzeyinde bulunmuştur. Psikrotrofik bakteri sayısı depolamanın 8. gününde vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde 1×10^6 kob/g ve üzerindedir. Buna karşın aynı günde sayı MAP uygulanan örneklerde 1×10^6 kob/g'ın altındadır. Depolamanın 12. gününde vakum ambalajlı örneklerde 10^6 - 10^7 kob/g, %75 NaCl+%25 KCl ve %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilen ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde 10^5 kob/g, %100 NaCl ile muamele edilip modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise 10^5 - 10^6 kob/g seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki Psikrotrofik Bakteri Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	2,95	4,43	5,47	5,34	7,73	8,11	9,04	9,27
		II	3,07	4,78	5,56	6,43	7,56	7,96	9,05	9,42
	Vakum	I	3,95	5,20	6,08	6,49	7,91	8,37	9,41	9,71
		II	2,85	4,99	6,00	6,39	8,21	8,99	9,26	9,92
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	3,70	4,43	5,56	5,55	7,79	8,03	9,06	9,22
		II	<2	4,18	5,36	5,58	7,73	8,08	9,00	9,31
	Vakum	I	3,96	4,61	6,84	7,59	8,08	8,48	9,49	10,11
		II	<2	4,90	6,34	7,45	8,21	9,19	9,33	9,92
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	2,78	4,28	5,19	5,39	6,81	8,09	9,00	8,98
		II	<2	4,46	5,15	5,65	6,96	8,10	9,07	9,26
	Vakum	I	3,78	5,68	7,61	7,86	8,49	9,29	9,63	10,11
		II	2,30	5,64	7,28	7,74	8,67	9,63	10,98	11,45

Pek çok araştırmacı psikrotrofik bakteri sayısı açısından sınır değeri 10^7 kob/cm² olarak bildirmektedir (Grodner and Novak 1975; Ordóñez *et al.* 2000; Giménez *et al.* 2002).

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlendikten sonra vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmesi esnasındaki psikrotrofik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından salamura, ambalajlama ve depolama süresinin filetoların psikrotrofik bakteri sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Salamura x ambalajlama ve ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının da örneklerin psikrotrofik bakteri sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olduğu, salamura x depolama

süresi, salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının ise önemli etkilerinin olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.6. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

VaryasyonKaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,426	2,406
Ambalajlama (A)	1	20,113	113,522**
Depolama Süresi (D)	7	66,627	376,066**
S x A	2	2,411	13,606**
S x D	14	0,206	1,163
A x D	7	0,473	2,669*
S x A x D	14	0,122	0,688
Blok(B)	1	0,012	0,066
Hata	47	0,177	
Genel	96		

**p < 0,01 seviyesinde önemli

Lauzon *et al.* (2009) morina balıkları (*Gadus morhua*) üzerinde yürüttükleri çalışmada %2,5 NaCl ile salamura edildikten sonra -2 ve -3,6°C’de depolanan balıklarda modifiye atmosferde ambalajlamanın kontrol grubuna(hava) göre daha düşük psikrotrofik bakteri sayısı verdiğini tespit etmişlerdir. Sodyum asetat, sodyum laktat veya sodyum sitratın %2,5’luk solüsyonlarıyla muamele edilen gökkuşığı alabalığı filetolarının psikrotrofik bakteri sayısı kontrol grubunda 6. günde, sodyum asetat, sodyum laktat veya sodyum sitrat ile muamele edilen örneklerde ise 9. günde 10^7 kob/g olduğu bulunmuştur (Kılınç *et al.* 2009). Dondurulmuş sardalya (*Sardina pilchardus*) filetoları üzerine yürütülen bir çalışmada marinasyon (%14 NaCl ve %7 asetik asit) işleminin psikrotrofik bakteri sayısında çok önemli redüksiyona neden olduğu tespit edilmiştir (Kılınç and Çaklı 2004). Diğer taraftan kuru tuzlama (5:1) yöntemi kullanılarak işlenen ve $4\pm1^\circ\text{C}$ ’de 6 ay depolanan palamutlar (*Sarda sarda*, Bloch 1793) üzerinde yapılan bir çalışmada

psikrotrofik bakterilerin gelişmediği belirlenmiştir (Turan *et al.* 2006). Hamsi balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada da salamura konsantrasyonunun (%14, %18, %22 ve %26 NaCl) ve depolama süresinin (150 gün) 4°C’de depolanan örneklerde psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır (Karaçam *et al.* 2002).

Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı filetolarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre örneklerin 4. günde $4,80 \pm 0,50$ log kob/g olan psikrotrofik bakteri sayıları depolama süresinin ilerlemesiyle artmış ve en yüksek ortalama değere ($9,72 \pm 0,66$ log kob/g) 28. günde ulaştığı tespit edilmiştir. Depolamanın 8. günde ise sayının 1×10^6 kob/g’ı geçtiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Soğukta Muhafaza ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm SD$
0	12	$2,90 \pm 0,72h$
4	12	$4,80 \pm 0,50g$
8	12	$6,03 \pm 0,82f$
12	12	$6,45 \pm 0,98e$
16	12	$7,84 \pm 0,55d$
20	12	$8,52 \pm 0,58c$
24	12	$9,36 \pm 0,55b$
28	12	$9,72 \pm 0,66a$

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

Hernández *et al.* (2009) tarafından yapılan araştırmada da 4°C’de depolanan sarı ağız balığı filetolarında psikrofilik bakteri sayısının hızlı bir şekilde arttığı ve sayının 18. günde $10,8$ log kob/g düzeyine ulaştığı bildirilmiştir. Farklı sıcaklıklarda (4, 8 ve 12°C) muhafaza edilen ve hava, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan morina balıkları üzerinde yürütülen bir çalışmada da farklı depolama sıcaklığının psikrotrofik bakteri sayısında önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir (Corbo *et al.* 2005). Seer balıkları ile

yürütülen çalışmada ise psikrotrofik bakteri sayısı başlangıçta 4,70 log kob/g, 30 günlük depolamadan sonra 7,1-7,9 log kob/g olarak rapor edilmiştir (Mohan *et al.* 2010).

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların ortalama değerinin vakum uygulanarak ambalajlanan filetolardan daha düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm SD$
MAP	48	6,49 $\pm$ 2,21b
Vakum	48	7,41 $\pm$ 2,34a

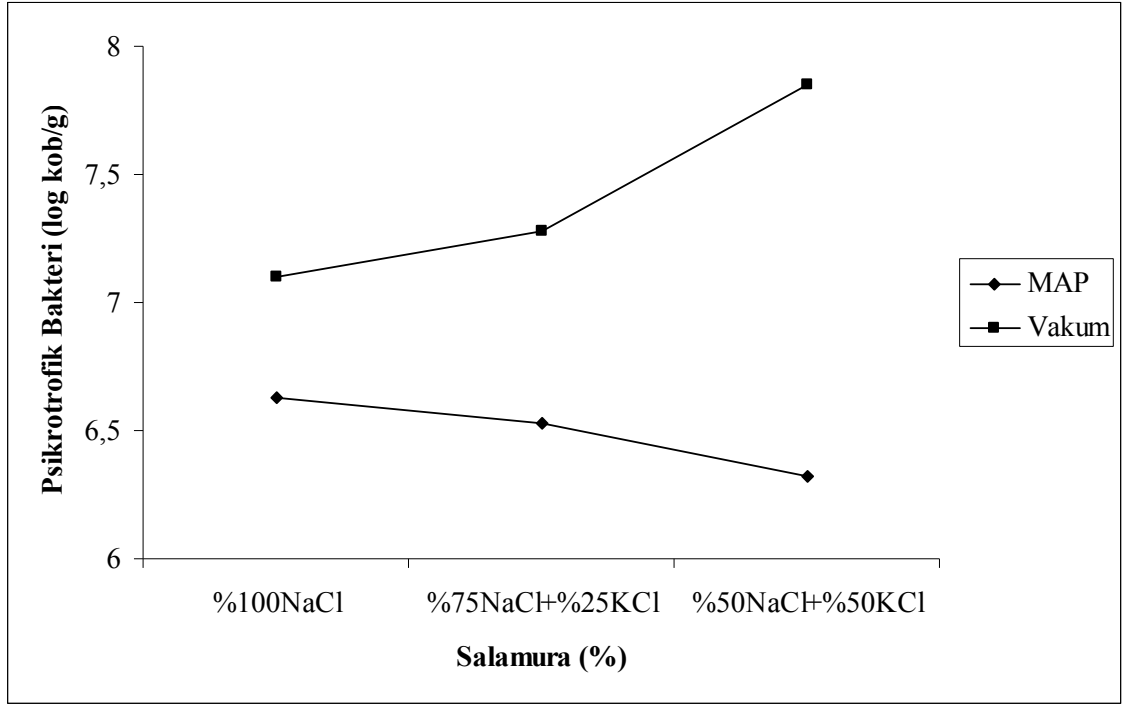
Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

CO₂’in psikrotrofik, aerobik ve Gram negatif bakterilerin gelişmesini inhibe ederek su ürünlerinin bozulmasını geciktirdiği pek çok araştırmacı tarafından da rapor edilmiştir (Banks *et al.* 1980; Brown *et al.* 1980; Finne 1982; Layrisse and Matches 1984; Özoğul *et al.* 2000).

Gökkuşağı alabalığı ile yapılan bir çalışmada psikrotrofik bakteri sayısının vakum ambalajlı örneklerde 10 gün sonra 10⁷ kob/g sınırını aştığı, modifiye atmosferde ambalajlanan filetolarda ise 14-17 gün sonra bile bu değere ulaşılmadığı bildirilmiştir (Gimenez *et al.* 2002). Erkan *et al.* (2007) hava (kontrol), vakum ve modifiye atmosfer ambalajlı kolyoz filetolarda psikrotrofik bakteri sayısını depolama başlangıcında <10³ kob/g olarak tespit etmişler, kontrol grubu ve vakum uygulanan örneklerde depolamanın 7. gününden sonra, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise depolamanın 9. gününden sonra sayının 10⁶ kob/g’ı aştığını tespit etmişlerdir. Villemure *et al.* (1986) ise modifiye atmosfer (%25 CO₂+%75 N₂) uygulanarak ambalajlanan morina balığında 0°C’de gerçekleştirilen depolama süresince psikrotrofik bakteri sayısının kontrol (hava)

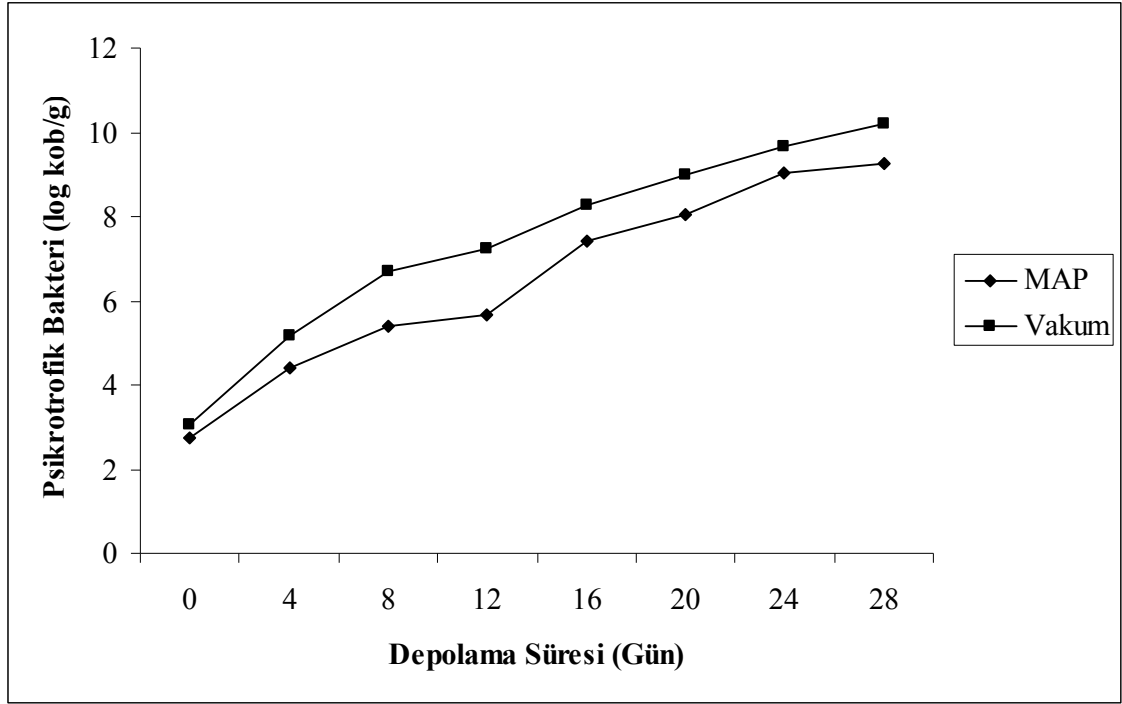
grubu balıklara göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde Křízek *et al.* (2004)'da 3°C'de depolanan vakum ambalajlanmış sazan balığının psikrotrofik bakteri sayısının vakum ambalajlanmamış örneklerle göre daha düşük olduğunu saptamışlardır. Diğer bir çalışmada da taze *Etroplus suratensis* Bloch balıklarında %60 CO₂+%40 O₂'den oluşan gaz karışımı uygulamasının psikrotrofik bakteri gelişimini yavaşlattığı ve raf ömrünü artırdığı tespit edilmiştir (Sankar *et al.* 2008).

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen filetoların psikrotrofik bakteri sayısı üzerine çok önemli derecede ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenen salamura x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.2'de verilmiştir. Bu interaksiyon toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçlarına ait salamura x ambalajlama interaksiyonuna (Şekil 4.1) paralellik göstermektedir. Modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış örnekler arasında en yüksek sayıyı %100 NaCl ile muamele edilmiş filetolar, en düşük sayıyı ise %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilmiş filetolar vermiştir. Buna karşın vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde ise sayı KCl oranındaki artışa paralel olarak artmıştır. Bu sonuçlara göre toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında olduğu gibi psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde de en iyi sonucu %50 NaCl+%50 KCl/MAP kombinasyonu vermiştir.



Şekil 4.2 Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Salamura x Ambajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta muhafaza (4°C) edilen alabalık filetolarının psikrotrofik bakteri sayısı üzerine $p < 0,01$ seviyesinde etkisi belirlenen ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.3’de verilmiştir. Depolamanın 8. gününde modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan örneklerin psikrotrofik bakteri sayısı 10^6 kob/g’ın altındadır. Vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde ise sayısı aynı günde ise 10^7 kob/g düzeyindedir. Depolamanın diğer günlerinde ise vakum ve MAP gruplarının psikrotrofik bakteri sayıları benzer bir seyir takip etmişlerdir. Yukarıda da belirtildiği gibi MAP uygulaması vakum ambalajlamaya göre bakteriyel gelişmeyi az da olsa geciktirmekte ve özellikle de bu etkisini depolamanın ilk haftasında göstermektedir.



Şekil 4.3. Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Ambajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.3. *Pseudomonas*

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen ve vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlandıktan sonra $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayımlarına ait sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir. Depolama başlangıcında bütün örneklerde *Pseudomonas* bakteri sayısı $<10^2$ - 10^3 kob/g arasında değişmiştir. *Pseudomonas* sayısı, toplam aerobik mezofilik bakteri ve psikrotrofik bakteri sayılarına göre daha yavaş bir artış göstermiştir. Depolamanın 8. gününde MAP uygulanan örneklerde sayı genellikle 10^5 kob/g'ın altındadır. Vakum uygulanarak ambalajlanan örnekler arasında ise %50 NaCl+%50 KCl uygulamasında sayı 8. günde 10^6 kob/g seviyesine kadar artmıştır. Aynı günde MAP uygulanan örneklerde *Pseudomonas* sayısı genellikle 10^4 kob/g düzeyindedir. Depolamanın 12. gününde %100 NaCl içeren karışım içeren salamura ile işlenen örneklerde hem vakum hem de MAP koşullarında *Pseudomonas* sayısı 10^5 kob/g civarında bulunmuştur. KCl

kullanımında ise yine aynı günde vakum ambalajlı örneklerde *Pseudomonas* sayısı 1×10^6 kob/g'ın üzerinde bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) Sırasındaki *Pseudomonas* Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	3,14	3,98	4,42	5,07	6,75	7,69	7,92	8,19
		II	2,47	3,91	4,38	5,19	6,38	7,50	8,04	8,33
	Vakum	I	3,62	4,17	4,83	5,57	6,94	8,04	8,34	9,56
		II	<2	4,41	4,90	5,73	7,22	7,68	7,97	8,98
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	3,45	4,14	4,65	5,13	6,86	7,73	7,75	8,19
		II	<2	3,20	4,61	5,43	6,72	7,68	8,26	8,79
	Vakum	I	3,99	4	5,22	6,25	7,04	7,99	8,26	9,56
		II	<2	4,28	5,42	6,13	7,11	8,25	8,98	9,26
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	<2	3,5	4,50	5,09	6,20	7,58	7,81	8,01
		II	<2	3,84	5,23	5,26	6,50	7,69	8,03	8,41
	Vakum	I	2,90	5,31	6,29	6,75	7,84	8,26	8,86	9,27
		II	<2	5,48	6,12	7,13	8,26	9,25	10,55	10,88

*Pseudomonas*lar, Gram (-), hareketli, obligat aerob bakteriler olup ekseriyetle düşük sıcaklıklara toleranslıdırlar (Alperden 1995). *Pseudomonas spp.* and *Shewanella putrefaciens* diğer gıdalarda olduğu gibi çeşitli deniz ve tatlı su balığı türlerinde bozulmaya neden olan önemli mikroorganizmalar olarak bilinmektedir (Castell and Greenough 1957; Macdonell and Colwell 1985; Reynisson *et al.* 2009).

Farklı oranda KCl içeren salamurada işlenen ve vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmesi esnasındaki *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından salamura, ambalajlama ve depolama süresinin filetoların *Pseudomonas* sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Salamura x ambalajlama interaksyonunun da örneklerin *Pseudomonas* sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olduğu, salamura x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi, salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının ise önemli etkilerinin olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.10. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	1,451	6,452**
Ambalajlama (A)	1	16,048	71,364**
Depolama Süresi (D)	7	58,985	262,310**
S x A	2	2,594	11,535**
S x D	14	0,260	1,157
A x D	7	0,276	1,226
S x A x D	14	0,057	0,254
Blok	1	0,016	0,070
Hata	47	0,225	
Genel	96		

**p < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı oranda KCl içeren salamuralarda işlenen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Üç farklı salamura ile muamele edilen filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait en yüksek ortalama değer %50 NaCl+%50 KCl ile muamele

edilen filetolarda, en düşük ortalama değer ise %100 NaCl ile muamele edilen filetolarda tespit edilmiştir. Ancak %100 NaCl grubuna ait ortalama değer, %75 NaCl+%25 KCl grubuna ait ortalama değerden istatistiki olarak farksız ($p>0,05$) bulunmuştur. Benzer sonuçlar toplam aerobik mezofilik bakteri ve psikrotrofik bakteri sayımlarında da görülmüştür.

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda işlenen Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Ait Ortalamaların Duncan oklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Salamura	N	$\bar{X} \pm SD$
%100 NaCl	32	6,04 $\pm$ 2,04b
%75 NaCl + %25 KCl	32	6,19 $\pm$ 2,13b
%50 NaCl + %50 KCl	32	6,46 $\pm$ 2,40a

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

Frangos *et al.* (2010) %10'luk NaCl ile salamura edilip hava ve vakum ambalajlandıktan sonra 4°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı (*O.mykiss*)'nın *Pseudomonas* sayısı üzerinde vakum ambalajlamanın önemli bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Chouliara *et al.* (2004) %18 NaCl içeren salamurada işlenen ve iyonize radyasyon uygulandıktan sonra vakum uygulanarak ambalajlanan deniz ipuralarının *Pseudomonas* sayısını 4°C'de 32 günlük bir depolama sonunda 7 log kob/g düzeyine ulaştığını rapor etmişlerdir. Stamatis *et al.* (2008) ise yaptıkları çalışmada marinasyon (%12 NaCl+%3 asetik asit, %12 NaCl+%5 asetik asit ve %12 NaCl+%7 asetik asit) işleminin hem vakum hem de normal şartlarda 6°C'de gerçekleştirilen muhafazası sırasında *Pseudomonas* sayısında önemli bir redüksiyona neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.12'de verilen soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları göre 4. günde 4,19 $\pm$ 0,50 log kob/g olan *Pseudomonas* sayısı depolama

süresinin ilerlemesiyle artmış ve 16. günde 1×10^6 kob/g seviyesinin üzerinde bir değere ulaşmıştır. En yüksek ortalama değer depolama sonunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Soğukta Muhafaza ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) Edilen Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$2,63 \pm 0,75\text{h}$
4	12	$4,19 \pm 0,65\text{g}$
8	12	$5,05 \pm 0,64\text{f}$
12	12	$5,73 \pm 0,69\text{e}$
16	12	$6,99 \pm 0,59\text{d}$
20	12	$7,95 \pm 0,48\text{c}$
24	12	$8,40 \pm 0,78\text{b}$
28	12	$8,95 \pm 0,82\text{a}$

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

Hava ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlandıktan sonra 4°C 'de muhafaza edilen sardalya balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada depolamanın 9. gününde modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde *Pseudomonas* sayısı < 3 log kob/g, hava ile ambalajlanan örneklerde ise 4,11 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Erkan *et al.* 2006). Seer balıkları (*Scomberomorus commerson*) ile yürütülen çalışmada ise başlangıçta 1,3 log kob/g düzeyinde olan *Pseudomonas* sayısının 30 günlük depolama sonucunda 2,6-3,8 log kob/g düzeyine ulaştığı rapor edilmiştir (Mohan *et al.* 2010).

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.13'de verilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların *Pseudomonas* sayıları vakum uygulanarak ambalajlanan filetoların *Pseudomonas* sayılarından daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

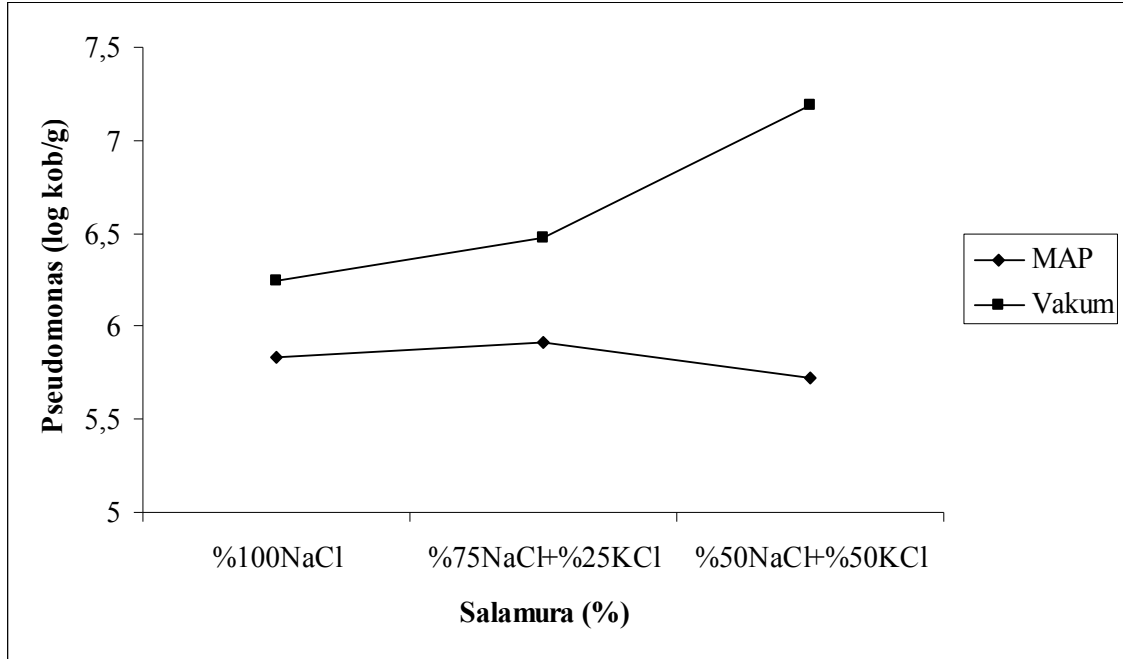
Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm SD$
MAP	48	5,82 $\pm$ 2,03b
Vakum	48	6,64 $\pm$ 2,27a

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

Deniz levreği üzerinde yapılan bir çalışmada da modifiye atmosfer uygulamasının (%40 CO₂+%40 N₂+%20 O₂ veya %60 CO₂+%35 N₂+%5 O₂) soğukta muhafaza sırasında kontrol grubuna göre daha düşük *Pseudomonas* sayısı verdiği tespit edilmiştir (Reale *et al.* 2008). Soğukta muhafaza edilen (0-2°C) taze *Etroplus suratensis* balıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada da %60 CO₂+%40 O₂'den oluşan gaz karışımıyla ambalajlanan örneklerde pseudomonasların daha yavaş bir gelişme gösterdiği ve gaz uygulamasının raf ömrünü artırdığı tespit edilmiştir (Sankar *et al.* 2008). Yılan balıkları ile yürütülen bir çalışmada ise *Pseudomonas* sayısı normal şartlarda (hava) ambalajlanan örneklerde depolamanın 18. gününde 7,3 log kob/g, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde 31. günde 5,9 log kob/g, MAP uygulanan örneklerde ise 37. günde 4,2 log kob/g olarak rapor edilmiştir (Arkoudelos *et al.* 2007). Kalyoz balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada da modifiye atmosfer (%50 CO₂+%50 N₂) uygulanan örneklerde *Pseudomonas* sayısının vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerle göre daha yavaş bir şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Stamatis and Arkoudelos 2007a). Benzer sonuçlar sardalya balığı (Stamatis and Arkoudelos 2007b) ve Akdeniz kılıçbalığı (Pantazi *et al.* 2008) üzerinde yapılan araştırmalarda da tespit edilmiştir. Mevcut bu araştırmada elde edilen sonuçlar yukarıda verilen literatürlerle uyum göstermektedir.

Farklı oranda KCl içeren salamuralarda işlenen filetoların *Pseudomonas* sayısı üzerine p<0,01 seviyesinde öneme sahip olan salamura x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.4'de verilmiştir. %100 NaCl, %75 NaCl+%25 KCl ve %50 NaCl+%50 KCl uygulamaları modifiye atmosferde ambalajlamada benzer sonuçlar verirken vakum şartlarda KCl oranı arttıkça *Pseudomonas* sayısı artmaktadır. Buna göre KCl oranının

%50 düzeyine çıkarılması *Pseudomonas* sayısında vakum şartlarda %25 KCl oranına göre yaklaşık 2 logaritmik birimlik bir artışa neden olmaktadır.



Şekil 4.4. *Pseudomonas* Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.4. Laktik asit bakterileri

Farklı oranda KCl içeren salamuralar ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının laktik asit bakteri sayım sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.14'de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0. gün) laktik asit bakteri sayısı örneklerde $<10^2$ kob/g ile $<10^3$ kob/g arasında değişmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere depolamanın 8. gününde vakum koşullarında laktik asit bakterileri daha iyi bir gelişme göstermiştir. Daha sonraki günlerde sayıdaki artışlar devam etmiş ve 16. günde KCl içeren vakum ambalajlı örneklerde sayı 1×10^6 kob/g seviyesinin üzerine çıkmıştır. Depolamanın 20. gününde ise vakum ambalajlı örneklerin tümünde sayı oldukça artmıştır. Aynı günde MAP uygulanan örneklerde ise sayı yine 1×10^6 kob/g altında

bulunmuştur. Depolamanın 24 ve 28. günlerinde ise özellikle vakum ambalajlı örneklerde çok daha yüksek sayılar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki Laktik Asit Bakteri Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	<2	3,07	4,37	4,48	5,39	5,58	6,70	7,45
		II	<2	4,04	4,43	5,37	5,58	5,81	6,85	8,20
	Vakum	I	2,30	3,96	4,30	4,92	5,61	6,90	7,57	8,06
		II	2,69	4,19	5,33	5,30	5,90	6,77	7,89	8,51
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	2,47	2,85	4,19	4,64	5,41	5,61	6,81	7,68
		II	<2	3,34	4,07	4,82	5,17	5,83	6,78	7,46
	Vakum	I	2,95	4,36	5,54	5,94	6,58	7,40	7,79	7,96
		II	2,30	3,17	5,14	5,61	7	7,86	9,01	9,32
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	<2	2,69	4	4,37	5,13	5,47	6,50	7,53
		II	<2	3	4,29	5,35	5,38	5,62	6,78	7,93
	Vakum	I	2,85	4,32	5,25	6,25	6,66	7,74	8,06	8,75
		II	<2	4,38	5,43	6,48	7,89	8,28	9,02	10,64

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralar ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının laktik asit bakteri sayısı üzerinde salamura uygulamasının $p<0,05$ seviyesinde, ambalajlama, depolama süresi ve salamura x ambalajlama interaksiyonunun ise $p<0,01$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Salamura x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi ve salamura x ambalajlama x depolama süresi interkasiyonlarının ise laktik asit bakteri sayısı üzerine önemli etkilerinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,865	5,307**
Ambalajlama (A)	1	29,971	183,783**
Depolama Süresi (D)	7	47,292	289,995**
S x A	2	2,299	14,097**
S x D	14	0,162	0,994
A x D	7	0,542	3,324**
S x A x D	14	0,100	0,612
Blok	1	1,984	12,164
Hata	47	0,163	
Genel	96		

**p< 0,01 seviyesinde önemli

Kontrol grubu (%100 NaCl) ve KCl içeren salamura ile muamele edilen gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.16’da verilmiştir. En yüksek ortalama değer %50 NaCl+%50 KCl grubunda belirlenmiştir. Ancak bu ortalama değer %75 NaCl+%25 KCl grubuna ait ortalama değerden istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir. Kontrol (%100 NaCl) grubu ile %75 NaCl+%25 KCl grubuna ait ortalama değerler arasında da istatistiki olarak bir farklılık söz konusu olmamıştır.

Çizelge 4.16. Farklı oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Salamura	N	$\bar{X} \pm SD$
%100 NaCl	32	5,36 $\pm$ 1,82b
%75 NaCl + %25 KCl	32	5,53 $\pm$ 2,00ab
%50 NaCl + %50 KCl	32	5,68 $\pm$ 2,23a

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

Frangos *et al.* (2010) tarafından %10 NaCl’de işlenen ve 4°C’de depolanan gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan araştırmada ise vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde laktik asit bakteri sayısının kontrol grubuna göre daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Kılınç and Çaklı (2004) ise sardalya (*Sardina pilchardus*) filetolarına uygulanan marinasyon işleminin (%14 NaCl ve %7 asetik asit, 4°C’de 22 gün) laktik asit bakteri sayısında önemli bir reduksiyona neden olduğunu belirtmişlerdir. Marinasyonun işleminin benzer bir etkisi Stamatis *et al.* (2008) tarafından yürütülen bir araştırmada da ortaya konulmuştur.

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı filetolarının laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere sayı depolamanın 4. gününde 3,61 $\pm$ 0,65 log kob/g, 20. gününde 6,57 $\pm$ 1,04 log kob/g ve depolamanın sonunda ise 8,29 $\pm$ 0,93 log kob/g düzeyine ulaşmıştır.

Çizelge 4.17. Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$2,29 \pm 0,36\text{h}$
4	12	$3,61 \pm 0,65\text{g}$
8	12	$4,70 \pm 0,59\text{f}$
12	12	$5,29 \pm 0,68\text{e}$
16	12	$5,98 \pm 0,86\text{d}$
20	12	$6,57 \pm 1,04\text{c}$
24	12	$7,48 \pm 0,89\text{b}$
28	12	$8,29 \pm 0,93\text{a}$

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

Soğukta muhafaza edilen morina balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada normal şartlarda (hava) ve %20 CO₂+%80 O₂ gaz karışımı ile ambalajlanan örneklerde laktik asit bakteri sayısının depolamanın 6. gününde 6 log kob/g seviyesinin geçtiği, vakum ambalajlama ile %65 N₂+%30 CO₂+%5 O₂ gaz karışımı uygulamalarının laktik asit bakteri gelişimini inhibe ettiği rapor edilmiştir (Corbo *et al.* 2005). Akdeniz kılıçbalığı üzerine yürütülen çalışmada ise hava, vakum ve modifiye atmosfer (%40 CO₂+%30 N₂+%30 O₂) uygulamalarının laktik asit bakteri sayısı üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda hava ve vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde sayının 12 gün sonra 7 log kob/g düzeyini aştığı, 16. günün sonunda ise uygulamalar arasında önemli bir farklılığın olmadığı rapor edilmiştir (Pantazi *et al.* 2008).

Vakum veya modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. MAP uygulaması vakum ambalajlamaya göre daha düşük ortalama değer vermiştir.

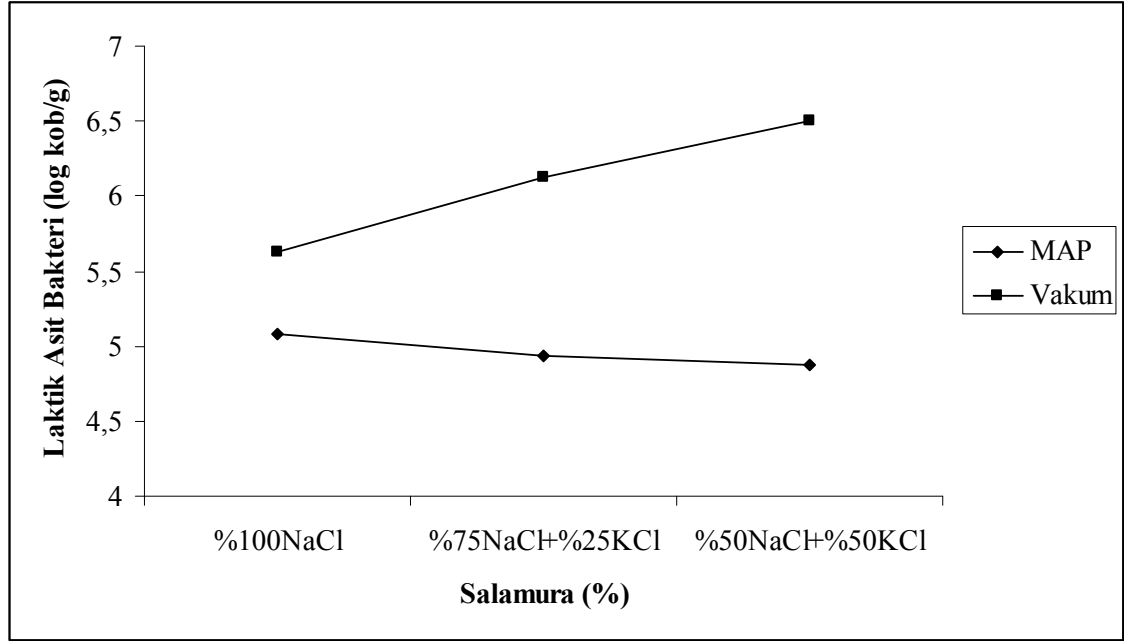
Çizelge 4.18. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm SD$
MAP	48	4,96 $\pm$ 1,74b
Vakum	48	6,08 $\pm$ 2,11a

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

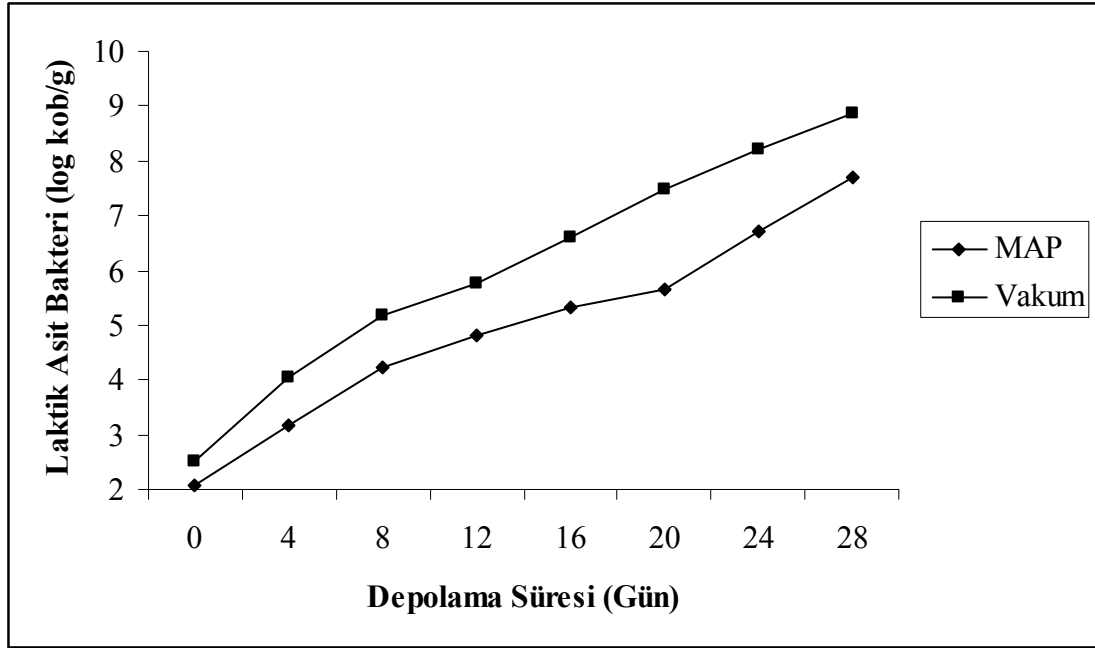
Deniz levreği üzerinde yapılan bir çalışmada ise MAP uygulamalarının (%40 CO₂+%40 N₂+%20 O₂ ve %60 CO₂+%35 N₂+%5 O₂) kontrole göre soğukta muhafazanın 10. gününde daha yüksek laktik asit bakteri sayısı verdiği belirtilmiştir (Reale *et al.* 2008). Yılan balıkları üzerine yapılan bir çalışmada da ambalajlama yönteminin laktik asit bakteri sayısında önemli etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Arkoudelos *et al.* 2007). Benzer sonuçlar Wang *et al.* (2008) ve Stamatis and Arkoudelos (2007b) tarafından da tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda KCl ile salamura edilen filetoların laktik asit bakteri sayısı üzerinde çok önemli derecede ($p < 0,01$) etkiye sahip olan salamura x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.5’de verilmiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilmiş filetoların laktik asit bakteri sayısı %100 NaCl ile muamele edilmiş filetoların laktik asit bakteri sayısından 1 logaritmik birim daha yüksektir. %100 NaCl, %75 NaCl+%25 KCl ve %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilmiş ve modifiye atmosferde ambalajlanmış filetolara ait değerler ise birbirine yakın çıkmıştır.



Şekil 4.5. Laktik Asit Bakteri Sayısı Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta muhafaza (4°C) edilen alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayısı üzerine $p < 0,01$ seviyesinde etkisi belirlenen ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.6’da verilmiştir. Depolama süresinin ilerlemesiyle her iki ambalajlama grubunda artan bakteri sayısı 20. günde modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlananların 10^6 kob/g’ın altında iken, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerin bakteri sayısı 10^7 kob/g’ın üzerindedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere MAP uygulamasının vakum ambalajlamaya göre laktik asit bakterisi üzerine daha fazla inhibe edici etkiye sahip olduğu ve depolama boyunca aralarında 1-2 logaritmik birim fark olduğu görülmektedir.



Şekil 4.6. Laktik Asit Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.5. Enterobacteriaceae

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayıları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Depolamanın başlangıcında genellikle $<10^2$ kob/g düzeyinde olan Enterobacteriaceae sayısı süre ilerledikçe artış göstermiştir. Ancak Enterobacteriaceae sayısındaki artışlar diğer bakteri gruplarına göre daha yavaş olmuştur. Burada başlangıç mikroorganizma sayısının düşük olmasının da önemli bir etkisi söz konusudur. Depolamanın 8. gününde %50 NaCl+%50 KCl uygulanan ve vakum şartlarda ambalajlanan örneklerde diğer gruplara göre daha yüksek Enterobacteriaceae sayısı tespit edilmiştir. Bu grup diğer günlerde de daha yüksek sayılar vermiştir. Depolama sırasında en düşük sayılar %100 NaCl/MAP kombinasyonunda görülmüştür. Enterobacteriaceae familyası üyeleri Gram (-), hareketli ve fakültatif anaerob mikroorganizmalar olup gıda mikrobiyolojisinde önemli bir yere sahiptirler (Alperden 1995).

Çizelge 4.19. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşaağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki Enterobacteriaceae Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	<2	2,65	2,9	3,25	4,31	4,63	5,33	5,39
		II	<2	2,95	3,69	3,73	4,41	5,17	5,38	5,44
	Vakum	I	<2	3,20	2,95	3,66	4,43	5,11	5,41	5,65
		II	<2	3,38	3,69	4,10	4,53	5,24	5,92	6,41
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	2,30	2,90	2,90	3,69	3,90	4,65	5,43	5,72
		II	<2	2,48	3,08	4,09	5,22	5,22	5,57	6,27
	Vakum	I	<2	3,85	3,79	4,20	4,49	5,31	5,57	6,55
		II	<2	3,20	4	4,39	4,95	5,49	6,26	6,51
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	<2	3,11	3,18	3,62	4,34	4,49	4,74	5,50
		II	<2	2,30	3,69	4,14	4,41	4,58	5,58	6,40
	Vakum	I	<2	3,90	4,51	5,39	6,41	6,64	6,94	7,60
		II	<2	3,34	4,58	5,58	6,60	6,69	7,41	7,62

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşaağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Buna göre salamura, ambalajlama, depolama süresi ana varyasyon kaynakları ile salamura x depolama süresi interaksyonunun Enterobacteriaceae sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkileri söz konusudur. Salamura x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi ve salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının ise Enterobacteriaceae sayısı üzerine önemli bir etkisi ($p>0,05$) söz konusu değildir.

Çizelge 4.20. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Varyans Analiz

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	3,346	40,966**
Ambalajlama (A)	1	12,557	153,728**
Depolama Süresi (D)	7	24,644	301,696**
S x A	2	3,187	39,013**
S x D	14	0,182	2,233*
A x D	7	0,321	3,929
S x A x D	14	0,194	2,377*
Blok (B)	1	1,307	15,997**
Hata	47	0,082	
Genel	96		

**p < 0,01 seviyesinde önemli *p < 0,05 seviyesinde önemli

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralar ile muamele edilen gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılabacağı üzere Enterobacteriaceae sayısı üzerinde en fazla etkiyi %100 NaCl (kontrol), en az etkiyi ise %50 NaCl+%50 KCl grubu göstermiştir. Bu sonucun KCl’ nin NaCl’ye göre su aktivitesini daha az düşürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Farklı oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Salamura	N	$\bar{X} \pm SD$
%100 NaCl	32	4,09 $\pm$ 1,27c
%75 NaCl + %25 KCl	32	4,31 $\pm$ 1,38b
%50 NaCl + %50 KCl	32	4,72 $\pm$ 1,74a

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

Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Depolamanın 4. gününde $3,11 \pm 0,49$ log kob/g olan Enterobacteriaceae sayısı, 16. gününde $4,83 \pm 0,85$ log kob/g, 28. gününde ise $6,26 \pm 0,77$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Akdeniz kılıçbalığı üzerinde yürütülen çalışmada da depolama süresi ilerledikçe Enterobacteriaceae sayısının arttığı tespit edilmiştir (Pantazi *et al.* 2008). Benzer sonuç Hernández *et al.* (2009) tarafından sarı ağız balığı filetoları üzerinde yapılan çalışmada da belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Soğukta Muhafaza ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$2,02 \pm 0,08\text{h}$
4	12	$3,11 \pm 0,49\text{g}$
8	12	$3,58 \pm 0,59\text{f}$
12	12	$4,15 \pm 0,70\text{e}$
16	12	$4,83 \pm 0,85\text{d}$
20	12	$5,27 \pm 0,73\text{c}$
24	12	$5,80 \pm 0,74\text{b}$
28	12	$6,26 \pm 0,77\text{a}$

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

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Vakum ambalajlanmış örneklerin Enterobacteriaceae sayılarının modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan örneklerin Enterobacteriaceae sayılarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun MAP’de kullanılan CO_2 ’in antibakteriyel etkisinden kaynaklanmaktadır (Aras Hisar *et al.* 2004) Akdeniz kılıç balığı üzerinde yapılan bir çalışmada da benzer sonuç elde edilmiş ve modifiye atmosferde ($\%40 \text{CO}_2 + \%30 \text{N}_2 + \%30 \text{O}_2$) ambalajlanan örneklerin kontrol (hava) ve vakum uygulanarak ambalajlanan örneklere göre daha düşük

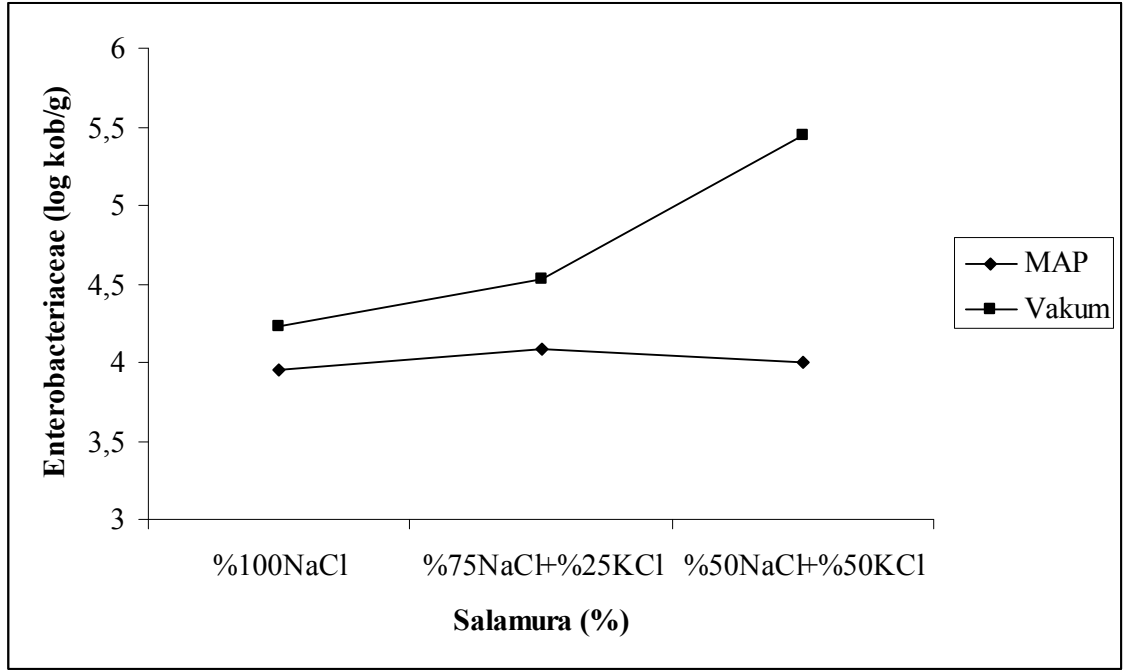
Enterobacteriaceae sayısı verdiği bildirilmiştir (Pantazi *et al.* 2008). Yılan balığı (Arkoudelos *et al.* 2007), sardalya (Stamatis and Arkoudelos 2007b) ve deniz levreği (Reale *et al.* 2008) üzerinde yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Diğer taraftan salamura yöntemi (%10 NaCl) ile işlenen ve soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı üzerinde yürütülen bir çalışmada vakum ambalajlamanın Enterobacteriaceae gelişimini yavaşlattığı bildirmiştir (Frangos *et al.* 2010). Sankar *et al.* (2008) ise MAP (%60 CO₂+%40 O₂) uygulamasının taze *Etroplus suratensis* balıklarında Enterobacteriaceae geliş ve bu uygulamanın raf ömrünü artırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.23. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm SD$
MAP	48	4,01 $\pm$ 1,26b
Vakum	48	4,73 $\pm$ 1,61a

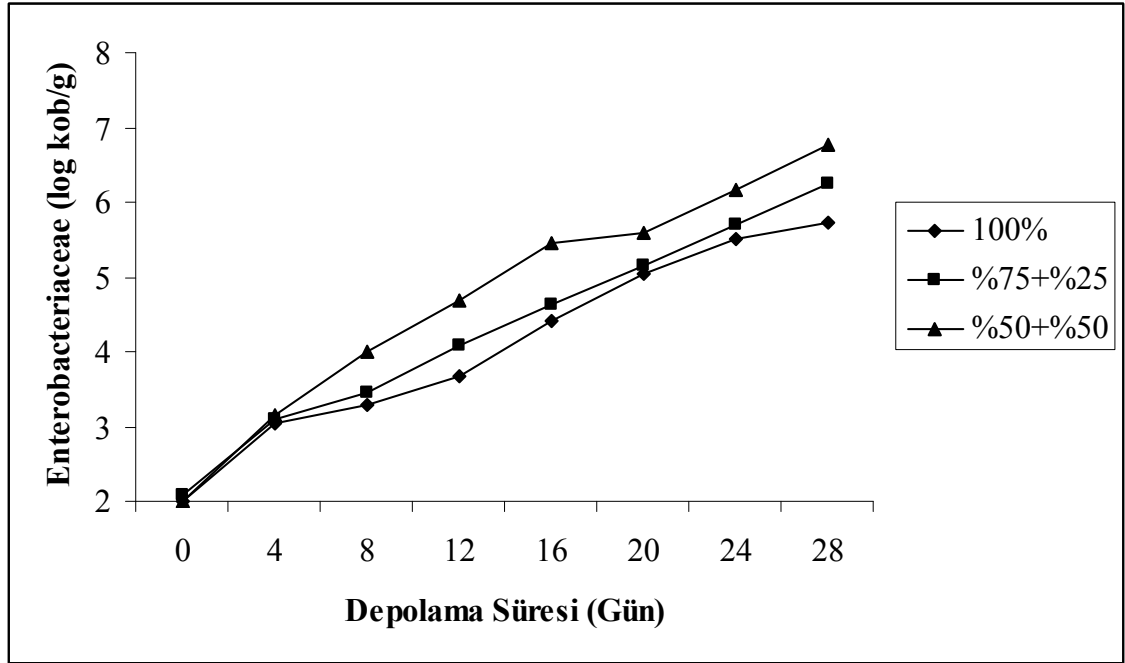
Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Şekil 4.7’de verilen Enterobacteriaceae sayısı üzerine çok önemli derecede (p<0,01) etkisi olan salamura x ambalajlama interaksyonuna ait grafikten de görüldüğü üzere %100 NaCl, %75 NaCl+%25 KCl ve %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilmiş ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış filetoların Enterobacteriaceae sayıları arasında önemli bir farklılık söz konusu değildir. Buna karşın vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde %50 NaCl+%50 KCl muamelesi kontrol (%100 NaCl) grubuna göre Enterobacteriaceae sayısında 1,5 logaritmik birim civarında bir artışa neden olmaktadır. Bu sonuçlara göre de sodyum oranı düşürülmüş ürünlerde MAP uygulaması Enterobacteriaceae familyası üyelerinin gelişimini vakum ambalajlamaya göre daha iyi inhibe edebilmektedir.



Şekil 4.7. Enterobacteriaceae Sayıları Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Gökkuşağı alabalık filetolarının Enterobacteriaceae sayısı üzerinde önemli ($p < 0,05$) etkisi olan salamura x depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.8’de verilmiştir. Depolamanın ilk dört gününde muamele gruplarında Enterobacteriaceae sayısında hemen hemen benzer bir artış olurken daha sonraki günlerde %50 NaCl+%50 KCl grubu daha yüksek sonuçlar vermiştir. Buna göre salamurada %50 NaCl+%50 KCl kullanılması durumunda Enterobacteriaceae sayısı daha hızlı artış göstermektedir.



Şekil 4.8. Enterobacteriaceae Sayıları Üzerine Salmura x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.6. Maya ve Küf

Farklı oranda KCl içeren salamuralarda işlenen, vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının maya ve küf sayımlarına ait sonuçlar Çizelge 4.24'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere örneklerdeki maya ve küf sayısı depolamanın 0. gününde $<10^2$ kob/g ile 10^2 kob/g arasında değişmiş, 16. günde ise sayı 10^4 kob/g düzeyine ulaşmıştır. Depolamanın 20. gününde vakum ambalajlı örnekler arasında KCl içeren gruplar kontrol (%100 NaCl) grubuna göre daha yüksek değerler vermiştir. Depolamanın son gününde ise bütün örneklerin maya ve küf sayıları 10^4 - 10^5 kob/g değişmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki Maya ve Küf Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	<2	2,65	2,9	3,64	4,01	4,28	4,39	4,61
		II	<2	<2	2,84	3,76	4,06	4,39	4,59	5,43
	Vakum	I	2,30	3	3,47	3,76	4,16	4,38	3,92	4,63
		II	2,60	2,90	3,78	4,04	4,17	4,79	4,77	4,73
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	<2	2,30	3,38	3,43	4,16	4,20	4,38	4,68
		II	<2	<2	2,48	3,78	3,90	4,18	5,21	5,17
	Vakum	I	<2	2,85	3,15	3,48	4,40	4,49	4,64	4,65
		II	<2	2,60	3,30	4,01	4,63	5,59	5,50	5,76
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	2	2,30	2,30	3,11	4,04	4,20	4,39	4,60
		II	<2	<2	3	3,46	4,07	4,41	4,55	5,43
	Vakum	I	<2	2,90	3,39	3,86	4,43	5,28	5,55	5,75
		II	<2	2,48	3,90	3,97	4,60	4,72	5,49	5,58

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının maya ve küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından ambalajlama ve depolama süresinin filetoların maya ve küf sayıları üzerinde çok önemli derecede etkili olduğu ($p<0,01$), salamuranın ise önemli bir etkiye sahip olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Salamura x ambalajlama interaksyonu maya ve küf sayıları üzerinde $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Salamura x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi ve salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının ise önemli etkileri olmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.25. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,062	0,657
Ambalajlama (A)	1	4,039	42,957**
Depolama Süresi (D)	7	14,528	154,530**
S x A	2	0,313	3,329*
S x D	14	0,123	1,309
A x D	7	0,112	1,193
S x A x D	14	0,101	1,076
Blok (B)	1	0,706	7,505**
Hata	47	0,094	
Genel	96		

**p< 0,01 seviyesinde önemli *p< 0,05 seviyesinde önemli

Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının maya ve küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Depolamanın 0 ve 4. günlerinde <2 log kob/g, 8. gününde 3,16±0,48 log kob/g olan maya ve küf sayısı depolamanın sonunda 5,08±0,48 log kob/g’ e ulaşmıştır. Buna karşın yapılan bir çalışmada marinasyon işleminin hem kontrol (hava) grubunda hemde vakum uygulanmış gruplarda depolama sırasında maya ve küf sayısında düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir (Stamatis *et al.* 2008). Kılınç and Çaklı (2004) ise salamura işleminden sonra uygulanan marinasyonun sardalya filetolarında maya-küf sayısının düştüğünü belirtmişlerdir. Gümüş vd (2008) ise daha konsantre salamurada (%20’lik NaCl) işlenen ve vakum ambalajlanarak 4°C’de depolanan barbun balıklarında maya ve küf sayısını saptanabilir sınırın altında olduğunu belirtmişlerdir. Turan *et al.* (2006) da kuru tuzlama (balık tuz oranı 5:1) işlemine tabi tutulan ve 4±1°C’de 6 ay süre ile depolanan palamutlarda maya ve küf sayısının saptanabilir sınırın altında olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.26. Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$2,07 \pm 0,18\text{g}$
4	12	$2,49 \pm 0,37\text{f}$
8	12	$3,16 \pm 0,48\text{e}$
12	12	$3,69 \pm 0,28\text{d}$
16	12	$4,22 \pm 0,24\text{c}$
20	12	$4,58 \pm 0,45\text{b}$
24	12	$4,78 \pm 0,53\text{b}$
28	12	$5,08 \pm 0,48\text{a}$

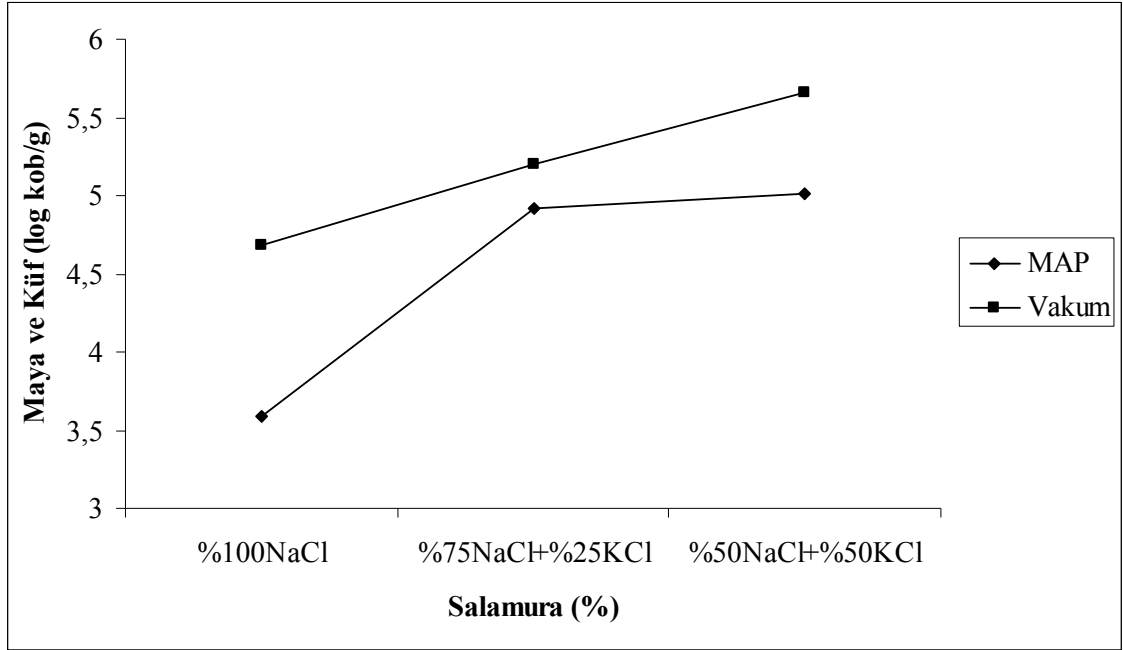
Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının maya ve küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Buna göre MAP uygulaması vakum ambalajlamaya göre daha düşük değer vermiştir. Bu sonuç muhtemelen karbondioksitin antifungal etkisinden ileri gelmektedir. Yılan balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Arkoudelos *et al.* 2007)

Çizelge 4.27. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
MAP	48	$3,55 \pm 1,07\text{b}$
Vakum	48	$3,96 \pm 1,09\text{a}$

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



Şekil 4.9. Maya ve Küf Sayıları Üzerine Salamura x Ambajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Farklı KCl içeren salamuralarda işlenen filetoların maya ve küf sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan salamura x ambajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.9’da verilmiştir. MAP uygulamasında %75 NaCl+%25 KCl grubu ile %50 NaCl+%50 KCl grubu arasında önemli bir farklılık söz konusu değildir. Buna karşın vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde bu iki grup arasında önemli bir farklılık söz konusu olup en yüksek sayı %50 NaCl+%50 KCl grubu filetolarda belirlenmiştir.

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. pH

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen vakum veya modifiye atmosferde ambalajlandıktan sonra $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH değerleri Çizelge 4.28’de verilmiştir. Depolamanın 0. gününde 6,21 –

6,41 arasında değişmiştir. Depolamanın son gününde (28. gün) ise en düşük pH değeri 6,27, en yüksek pH değeri 6,61 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşluğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki pH Değerleri

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	6,25	6,23	6,37	6,43	6,31	6,53	6,48	6,61
		II	6,29	6,27	6,28	6,42	6,40	6,42	6,51	6,51
	Vakum	I	6,26	6,30	6,36	6,42	6,34	6,34	6,37	6,23
		II	6,28	6,34	6,29	6,39	6,37	6,43	6,38	6,34
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	6,32	6,35	6,41	6,37	6,35	6,36	6,43	6,38
		II	6,28	6,37	6,28	6,29	6,41	6,32	6,39	6,34
	Vakum	I	6,37	6,39	6,41	6,41	6,37	6,23	6,47	6,55
		II	6,41	6,42	6,36	6,35	6,42	6,46	6,42	6,48
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	6,24	6,27	6,29	6,34	6,08	6,15	6,17	6,32
		II	6,21	6,23	6,33	6,30	6,19	6,22	6,18	6,27
	Vakum	I	6,35	6,43	6,40	6,40	6,46	6,32	6,30	6,29
		II	6,38	6,45	6,38	6,43	6,47	6,43	6,35	6,40

Balık etlerinin pH değeri genellikle 5.7-6.6 arasında değişmektedir. Taze balıklarda nötre yakın olan pH, ölüm sonrası oluşan laktik asitle önce düşmekte daha sonra bozulmayla birlikte tekrar artmaktadır (Varlık vd 1993; Işıklı 2000; Bilgin 2003). Bozulma durumunda bu değer 7'ye ve hatta daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu nedenle pH değeri balığın tazeliği hakkında bilgi veren önemli bir kriter olmaktadır. Proteinlerin bazik karakterdeki bileşiklere parçalanması, ayrıca Na ve Ca iyonlarının serbest hale geçmesi sonucu pH değeri yükselmektedir (Aksu 2001).

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen ve vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanıp $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre salamura, ambalajlama, depolama süresi ile salamura x ambalajlama, salamura x depolama süresi ve salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksyonları $p<0,01$ seviyesinde, ambalajlama x depolama süresi interaksyonu ise $p<0,05$ seviyesinde önemlidir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,040	16,491**
Ambalajlama (A)	1	0,063	25,662**
Depolama Süresi (D)	7	0,009	3,805**
S x A	2	0,086	35,370**
S x D	14	0,010	4,205**
A x D	7	0,006	2,493*
S x A x D	14	0,008	3,133**
Blok(B)	1	0,001	0,466
Hata	47	0,002	
Genel	96		

** $p<0,01$ seviyesinde önemli * $p<0,05$ seviyesinde önemli

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarla muamele edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre en düşük ortalama pH değerini %50 NaCl+%50 KCl ile muamele edilen örnekler vermiştir (Çizelge 4.30). Kontrol (%100 NaCl) grubuna ait ortalama değer ile %75 NaCl+%25 KCl grubuna ait ortalama değer arasındaki fark ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 4.30). Bu sonuçlar KCl kullanımının pH değerini artırıcı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.30. Farklı oranlarda KCl İçeren Salmuralarda İşlenen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Salamura	N	$\bar{X} \pm SD$
%100 NaCl	32	6,36 $\pm$ 0,092a
%75 NaCl + %25 KCl	32	6,38 $\pm$ 0,064a
%50 NaCl + %50 KCl	32	6,31 $\pm$ 0,10b

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

Sudak ile yapılan çalışmada %15, %20 ve %25 tuz konsantrasyonlarında salamura edilen örneklerin pH değerlerinin taze örneklerle göre önemli bir farklılık göstermediğini belirtmişler (Çelik ve Gerek 2002).

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 0. günde 6,30 olan pH değeri, depolamanın 4. gününde 6,34, depolamanın sonunda ise 6,39 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.31). Hiçbir örnekte pH değeri 6,5'in üzerine çıkmamıştır. İstavrit balıkları ile yapılan bir çalışmada taze balığın pH değerini 6,08, %10 oranında tuz çözeltisinde salamura edilen ve $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerde 30. günde 6,20 ve 60. günde ise 7,18 olarak tespit edilmiştir (Erdem vd 2005). Goulas and Kontominas (2005) ise %12'lik NaCl solüsyonunda salamura edilip vakum paketlenen kolyoz filetolarının pH değerini depolamanın 1. gününde 6,17, 30. gününde ise 6,57 olarak saptamışlardır. Sarı ağız balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada ise başlangıçta 6,49 olan pH değerinin 4°C 'de gerçekleştirilen 18. günlük bir depolama sonunda 6,63'e ulaştığını belirlemişlerdir (Hernández *et al.* 2009). Benzer sonuç gökkuşığı alabalığı filetolarında da tespit edilmiştir. (Chytiri *et al.* 2004).

Çizelge 4.31. Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$6,30 \pm 0,06\text{c}$
4	12	$6,34 \pm 0,08\text{bc}$
8	12	$6,35 \pm 0,05\text{b}$
12	12	$6,38 \pm 0,05\text{ab}$
16	12	$6,34 \pm 0,11\text{b}$
20	12	$6,35 \pm 0,11\text{ab}$
24	12	$6,37 \pm 0,10\text{ab}$
28	12	$6,39 \pm 0,12\text{a}$

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

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi MAP uygulanarak ambalajlanan örneklerin pH değeri vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerin pH değerinden daha düşüktür. Bu sonuç muhafaza sırasında karbondioksitin karbonik aside dönüşmesinden ileri gelmektedir. Salmon ve merlam balığı üzerinde yapılan araştırmalarda da gaz (CO_2) ambalajlama uygulanan örneklerde kontrol grubu (hava) örneklerine göre pH değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Pastoriza *et al.* 1996a, 1996b).

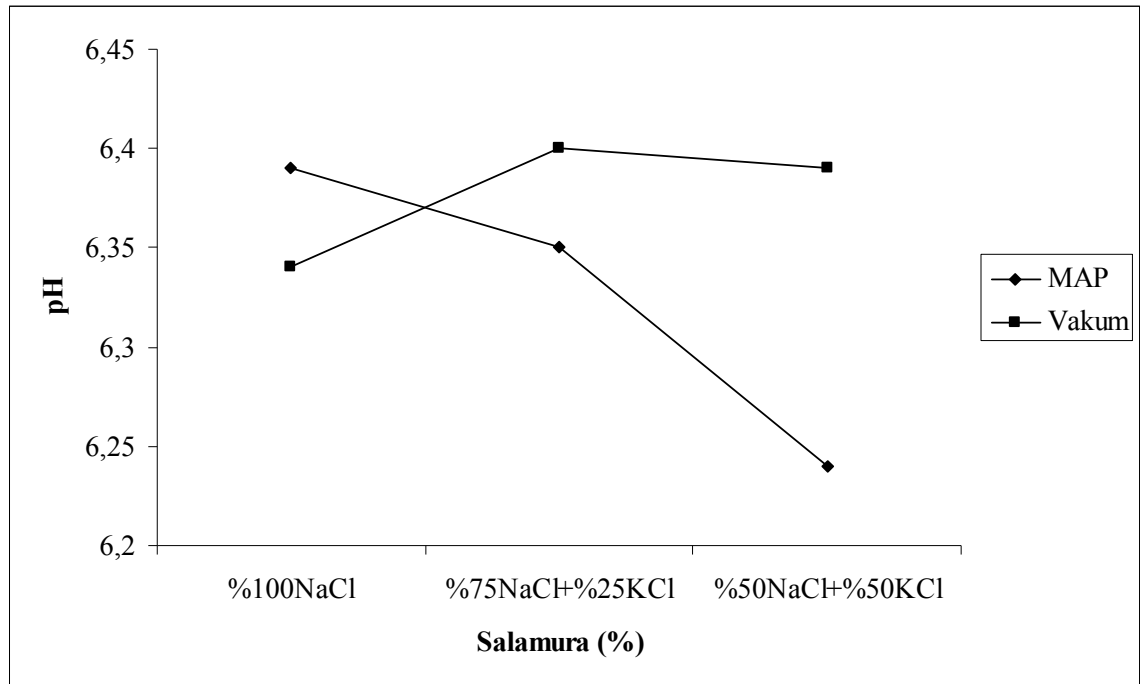
Çizelge 4.32. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
MAP	48	$6,33 \pm 0,11\text{b}$
Vakum	48	$6,38 \pm 0,07\text{a}$

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

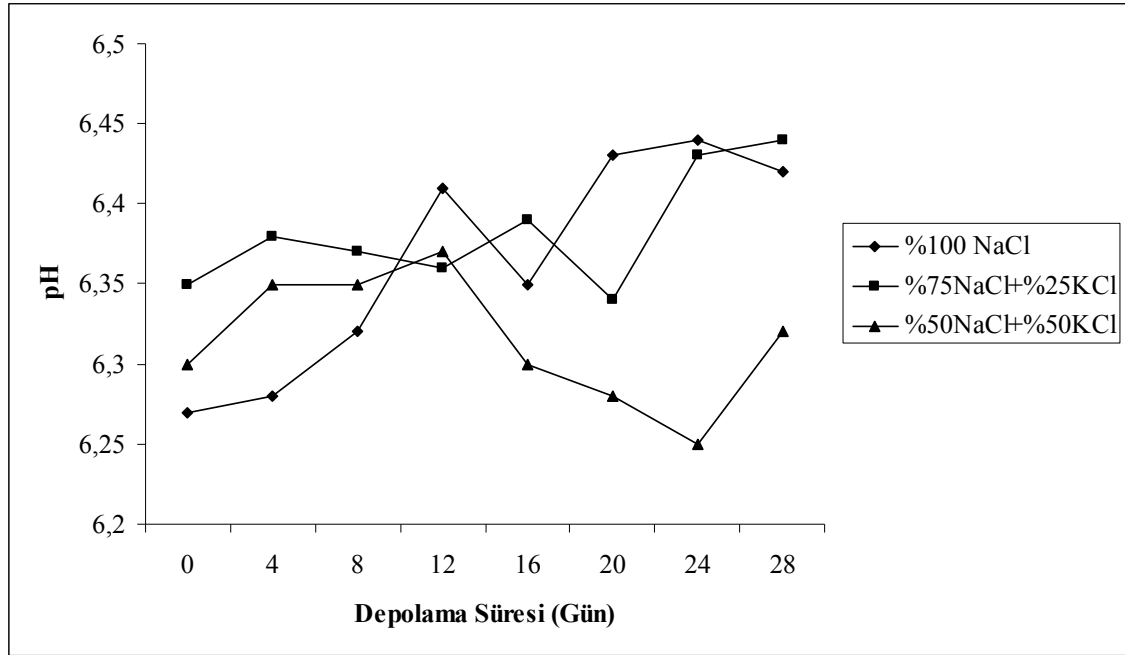
Diğer tarafan Pantazi *et al.* (2008) tarafından Akdeniz kılıçbalığı üzerinde yürütülen bir çalışmada hava (kontrol), vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂+%30 N₂+%30 O₂) ambalajlanan ve 4°C’de 16 gün süre ile depolanan örnekler arasında pH değeri açısından istatistiki bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*) balıkları üzerinde yürütülen bir çalışmada ise depolama sırasında (3°C’de 15 gün) kontrol grubu örneklerde pH değerinin arttığı, vakum ve modifiye atmosfer (%50 CO₂+%50 N₂) uygulanarak ambalajlanan örneklerin ise kontrol grubuna göre daha düşük değerler verdiği belirlenmiştir (Stamatis and Arkoudelos 2007b).

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen filetoların pH değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi belirlenen salamura x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.10’da verilmiştir. Grafiğe göre modifiye atmosfer ile ambalajlanmış örnekler arasında en yüksek pH değerini %100 NaCl ile salamura edilmiş örnekler, en düşük pH değerini ise %50 NaCl+%50 KCl ile salamura edilmiş örnekler; vakum ile ambalajlanmış örnekler arasında ise en yüksek pH değerini %75 NaCl+%25 KCl ile salamura edilmiş örnekler, en düşük pH değerini ise %100 NaCl ile salamura edilmiş örnekler vermiştir.



Şekil 4.10. pH Değerleri Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

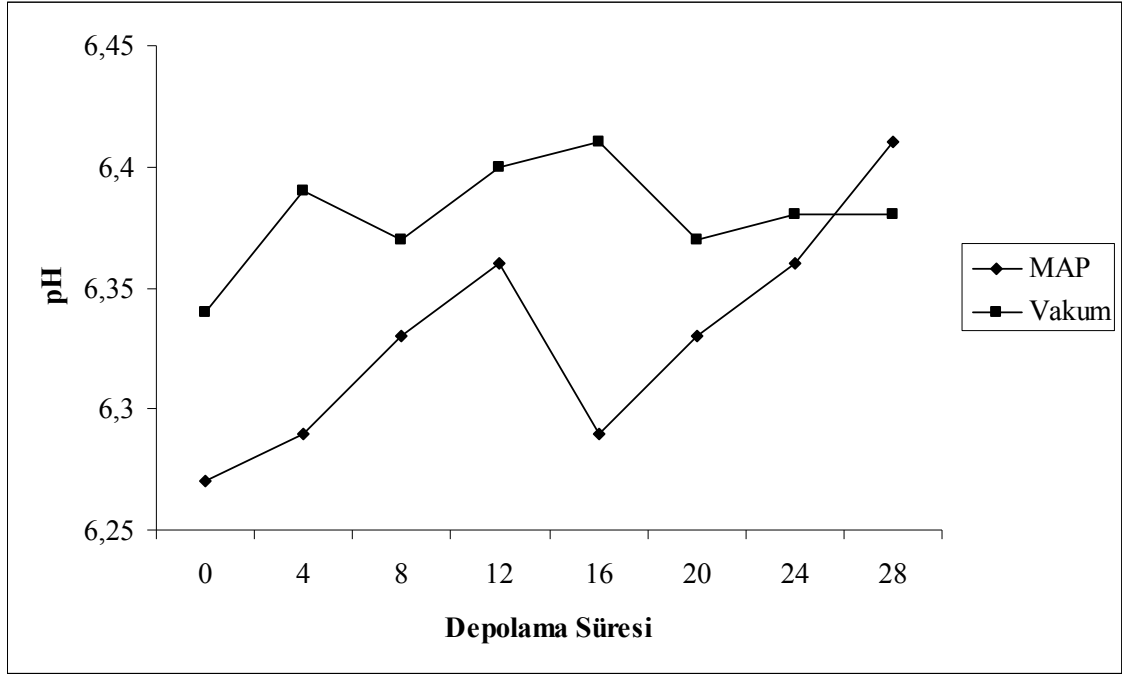
Alabalık filetolarının pH değeri üzerinde $p<0,01$ önem seviyesinde etkisi belirlenen salamura x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.11’de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0. gün) en yüksek pH değerini %75 NaCl+%25 KCl ile salamura edilmiş örneklerde, en düşük pH değerini %100 NaCl ile salamura edilmiş örnekler vermiştir. Depolamanın 12. gününe kadar artış gösteren %100 NaCl ile salamura edilmiş örneklerde bu analiz gününde diğer örnekler göre daha yüksek pH değeri dah tespit edilmiştir. Depolamanın 12. gününden sonra %50 NaCl+%50 KCl grubu ile salamura edilmiş örneklerde pH değeri düşüş göstermiş, depolamanın son periyodunda ise tekrar yükselmiştir.



Şekil 4.11. pH Değerleri Üzerine Salamura x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının pH değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) seviyede etkisi olan ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.12’de verilmiştir. Depolamanın 24. gününe kadar vakum ambalajlı filetoların pH değeri, modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların pH değerinden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın son periyodunda ise MAP grubunda pH değeri artış göstermiştir. Bu sonuçlara göre depolama süresinin önemli bir kısmında MAP

uygulanan örnekler karbondioksitin etkisi ile vakumlu örneklere göre daha düşük pH değerleri vermiştir.



Şekil 4.12. pH Değerleri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.2.2. Thiobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS)

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlandıktan sonra $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait değerler Çizelge 4.33'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere TBARS değeri depolamanın 0. gününde 1,03-1,51 $\mu\text{mol MA/kg}$, 28. gününde ise 8,87-10,98 $\mu\text{mol MA/kg}$ arasında değişmiştir. Oksidatif ransidite, balıkların bozulmasındaki en önemli nedenlerden biridir. Balıklar, fosfolipidleri ve çoklu doymamış yağ asitlerini fazla miktarda içerdiklerinden bu bozulma türüne oldukça çok maruz kalmaktadırlar (Aras Hisar vd 2004).

Çizelge 4.33. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki TBARS Değerleri ($\mu\text{mol MA/kg}$)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	1,12	1,45	2,12	1,79	3,66	4,32	5,41	8,87
		II	1,11	1,52	2,26	2,68	4,12	4,93	6,14	9,11
	Vakum	I	1,51	2,36	2,91	2,77	4,32	4,96	5,96	9,96
		II	1,32	2,54	3,12	4,26	4,77	5,78	7,11	9,96
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	1,26	1,90	2,53	2,92	3,32	4,5	5,12	8,15
		II	1,24	2,16	2,44	3,56	4,02	5,07	5,84	7,97
	Vakum	I	1,51	2,36	3,19	2,06	4,66	5,30	6,39	8,79
		II	1,42	2,62	3,32	4,72	5,03	5,62	6,65	9,24
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	1,03	1,24	1,42	1,59	2,02	2,97	3,92	5,97
		II	1,05	1,28	1,51	2,09	2,48	3,24	4,11	6,65
	Vakum	I	1,23	3,20	3,32	4,81	5,62	7,62	8,91	10,52
		II	1,16	3,12	4,07	5,06	7,06	8,11	9,48	10,98

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarla muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanıp $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından olan ambalajlama ve depolama süresinin, filetoların TBARS değerleri üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğu ($p<0,01$), salamuranın ise önemli bir etkiye sahip olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Salamura x ambalajlama, ambalajlama x depolama süresi ve salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının ise örneklerin TBARS değerleri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkide bulunurken, salamura x depolama süresi interaksyonunun önemli bir etkisi olmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.34. Farklı Oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,054	0,416
Ambalajlama (A)	1	59,299	458,507**
Depolama Süresi (D)	7	73,724	570,041**
S x A	2	16,552	127,983**
S x D	14	0,337	2,604**
A x D	7	1,481	11,452**
S x A x D	14	0,847	6,549**
Blok(B)	1	4,221	32,637**
Hata	47	0,129	
Genel	96		

**p< 0,01 seviyesinde önemli

Soğukta muhafaza edilen gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir. Depolamanın 0. gününde $1,26 \pm 0,16$ $\mu\text{mol MA/kg}$ ve 4. gününde $2,15 \pm 0,67$ $\mu\text{mol MA/kg}$ olan TBARS değerleri depolama süresinin ilerlemesiyle artarak 24. günde $6,25 \pm 1,67$ $\mu\text{mol MA/kg}$ ve 28. günde ise $8,84 \pm 1,48$ $\mu\text{mol MA/kg}$ ’a ulaşmıştır. Rodríguez *et al.* (2009) yaptıkları çalışmada %36 NaCl ile salamura edilen vakum ve normal ambalajlama yapılan yayın balıklarında depolama süresi ilerledikçe TBA değerinin artış gösterdiği tespit etmişlerdir. Salamurada işlenen kalyoz balıkları (Goulas and Kontominas 2005), istavrit balıkları (Erdem vd 2005), deniz çipurası (Goulas and Kontominas 2007), hamsi (Yapar 1999) ve barbun balıklarında (Gümüş vd 2008) da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sudak ile yapılan bir çalışmada ise farklı tuz konsantrasyonlarının (%15, %20 ve %25) salamura örneklerin TBA değerleri üzerinde önemli etkisinin olduğu ve 120 günlük depolama süresince TBA değerinin kabul edilebilir sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir (Çelik ve Gerek 2002).

Çizelge 4.35. Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	$1,26 \pm 0,16\text{h}$
4	12	$2,15 \pm 0,67\text{g}$
8	12	$2,68 \pm 0,78\text{f}$
12	12	$3,19 \pm 1,25\text{e}$
16	12	$4,25 \pm 1,35\text{d}$
20	12	$5,20 \pm 1,50\text{c}$
24	12	$6,25 \pm 1,67\text{b}$
28	12	$8,84 \pm 1,48\text{a}$

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

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış filetoların TBARS değeri vakum uygulanarak ambalajlanmış filetoların TBARS değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

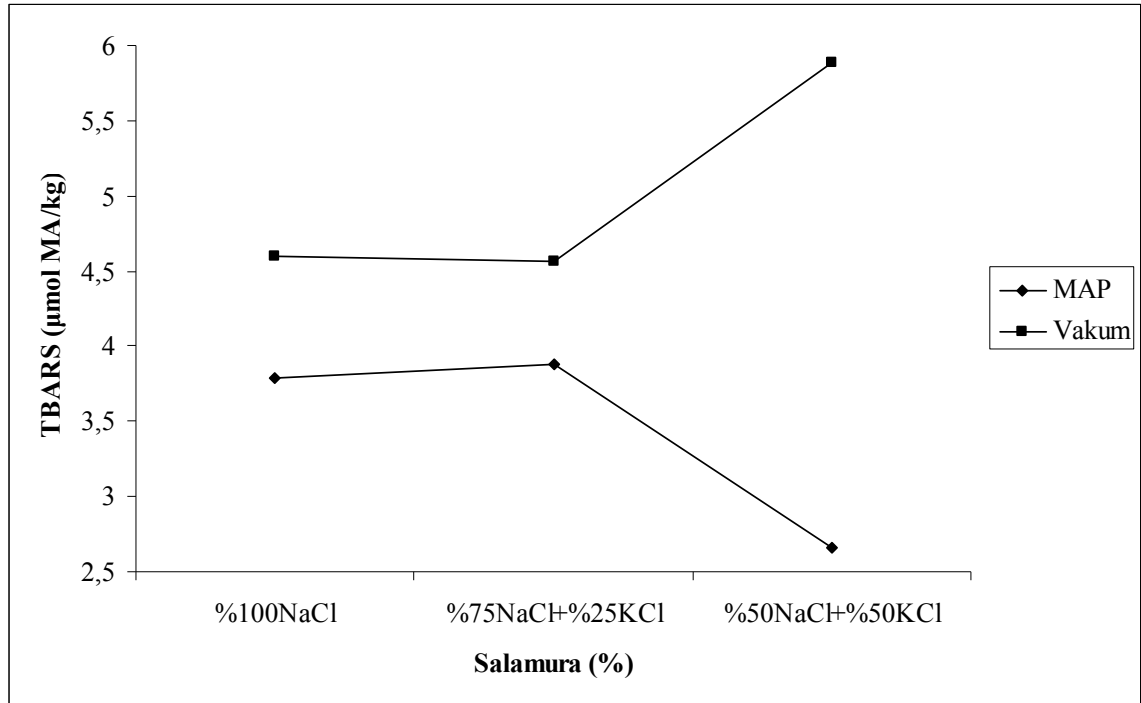
Ambalajlama	N	$\bar{X} \pm \text{SD}$
MAP	48	$3,44 \pm 2,19\text{b}$
Vakum	48	$5,01 \pm 2,77\text{a}$

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

Buna karşın Giménez *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada vakum, over-wrap ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı filetolarında en düşük TBARS değerini vakum ambalajlı filetolarla tespit etmişlerdir. Benzer sonuç kalyoz filetolarında da tespit edilmiştir (Erkan *et al.* 2007).

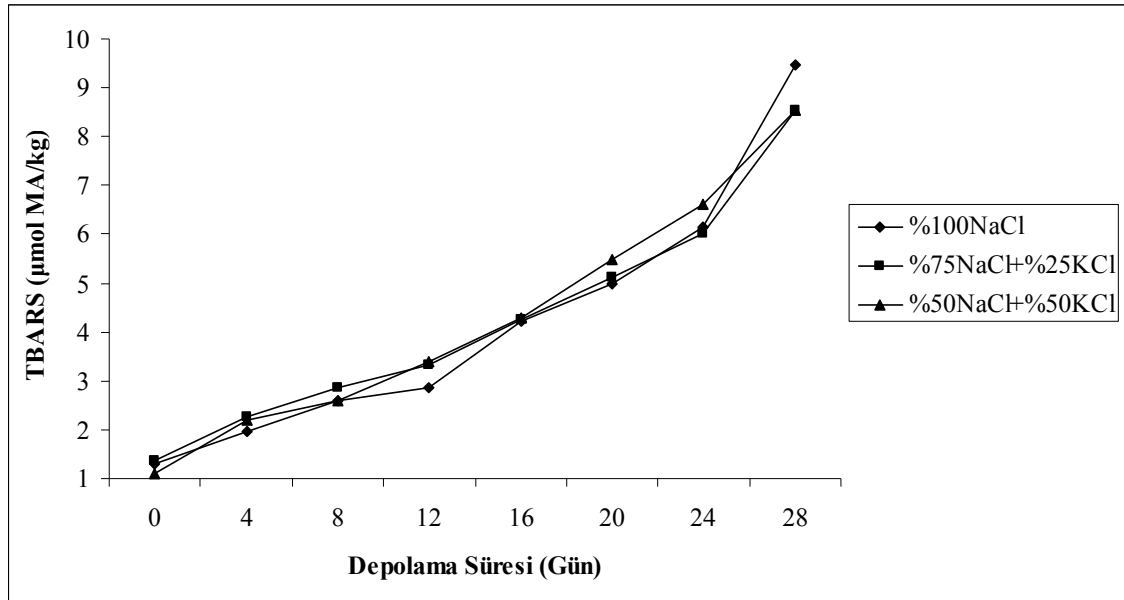
Sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*) ile yürütülen bir çalışmada ise iki farklı gaz karışımının (%5 O₂+%35 CO₂+%60 N₂; %5 O₂+%70 CO₂+%25 N₂) TBA değeri üzerindeki etkisi araştırılmış ve %35 CO₂ içeren karışımın %70 CO₂ içeren karışıma göre daha düşük değer verdiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada kontrol grubu ile %70 CO₂ içeren gruba ait TBA değerleri birbirine yakın olduğu belirtilmiştir (Erkan *et al.* 2006).

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen filetoların TBARS değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olan salamura x ambalajlama interaksyonuna ait grafik Şekil 4.13’de verilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlı örneklerin TBARS değeri vakum ambalajlı örneklerin TBARS değerinden daha düşük bulunmuştur. %50 NaCl+%50 KCl ile salamura edilmiş filetoların vakum ambalajlılarının TBARS değeri modifiye atmosferde ambalajlı olanların TBARS değerinden yaklaşık 3 $\mu\text{mol MA/kg}$ daha yüksek olduğu grafikten anlaşılmaktadır.



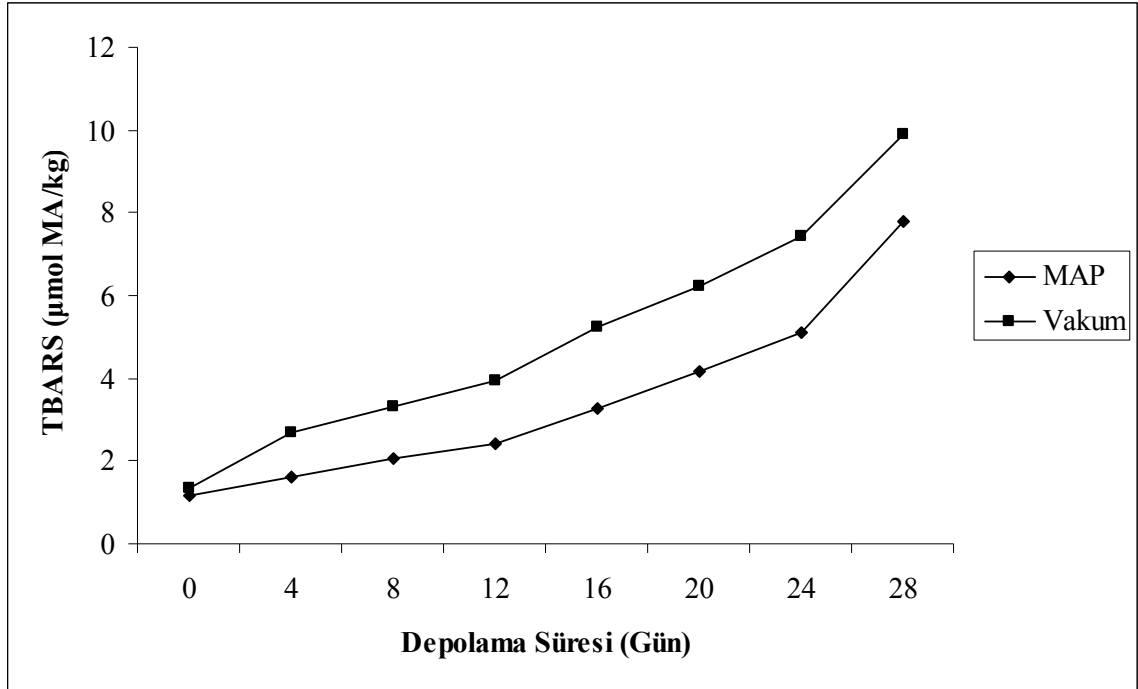
Şekil 4.13. TBARS Değerleri Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Filetoların TBARS değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisi belirlenen salamura x depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.14’de verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere her üç salamura uygulamasında da süre ilerledikçe TBARS değeri artış göstermiştir. Depolama süresince genellikle değerler birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Ancak depolamanın sonunda %100 NaCl uygulaması diğer iki uygulamadan daha yüksek ortalama değer vermiştir. Depolama süresince TBARS değerinin artış gösterdiği diğer araştırmalarda da belirlenmiştir (Yapar 1999; Erdem vd 2005; Goulas and Kontominas 2005, 2007). Depolamanın 24. gününde dahi örneklerin TBARS değeri 0,5 mg MA/kg’ın altındadır. Diğer bir ifade ile tuzlamanın bu ürünlerde gerek vakumda gerekse MAP’de oksidasyon düzeyi kabul edilebilir seviyededir. Balıkların oksidasyon düzeyi balık türüne, yağ içeriklerine, depolama koşullarına ve balığın sahip olduğu kimyasal özelliklere bağlı olarak değişebilmektedir. Balığın depolama ömrünü sınırlayan faktörlerden biri balık yağlarının hidroliz ve oksidasyon sonucu bozulmalarıdır. Yağlardaki ransidite (acılaşma) parametrelerinden birinin tiyobarbiturik asit (TBA) değeri olduğu bildirilmiştir (Bligh *et al.* 1988; Ünal 1995; Bilgin 2003).



Şekil 4.14. TBARS Değerleri Üzerine Salamura x Depolama Süresi İnteraksyonunun Etkisi

Şekil 4.15’de soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının pH değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) seviyede etkisi olan ambalajlama x depolama süresi interaksyonuna ait grafik verilmiştir. Depolamanın başlangıcında vakum ambalajlı filetoların TBARS değeri ile modifiye atmosfer ambalajlı filetoların TBARS değeri arasında fazla fark olmamakla birlikte depolama süresinin ilerlemesiyle aradaki fark artarak 2-3 $\mu\text{mol MA/kg}$ ’a kadar ulaşmıştır. Buna göre modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış filetoların TBARS değeri vakum ambalajlı filetoların TBARS değerinden daha düşük olmasından dolayı modifiye atmosferde ambalajlamanın(%50 CO_2 +%50 N_2) vakumdan daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.15. TBARS Değerleri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.2.3. Totaol Volatil Baz Azotu (TVB-N)

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlandıktan sonra $4\pm1^\circ\text{C}$ ’de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Tablodan da görüldüğü üzere örneklerin TVB-N değerleri depolamanın 0. gününde 11,31-12,48 mg/100g, depolamanın 28. gününde ise 25,63-36,12 mg/100g arasında değişmektedir. Balık ve balık ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan TVB-N değeri, depolama süresine bağlı olarak artış göstermektedir. Ancak balığın türü, avlanma mevsimi, avlanma bölgesi, avlanma derinliği, balığın beslenme durumu, cinsiyeti ve yaşı gibi faktörler TVB-N değerini etkilenmektedir (Köse ve Koral 2005).

Çizelge 4.37. Farklı oranlarda KCl içeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Sırasındaki TVB-N Değerleri (mg/100g)

			Depolama Süresi (Gün)							
Muamele	Ambalajlama	Tekerrür	0	4	8	12	16	20	24	28
%100 NaCl	MAP	I	12,14	12,48	14,30	15,54	16,25	18,85	23,54	28,05
		II	11,86	12,24	14,46	16,08	16,48	19,65	24,32	28,83
	Vakum	I	12,43	14,81	16,27	17,25	18,20	21,77	26,78	32,73
		II	12,30	15,12	16,54	18,07	17,56	22,76	28,06	33,61
%75 NaCl+%25 KCl	MAP	I	12,05	13,32	14,85	15,65	16,20	19,22	24,85	29,18
		II	12,24	13,56	14,09	16,17	18,32	20,36	23,89	31,06
	Vakum	I	12,25	15,03	16,05	16,74	17,77	21,20	25,47	31,65
		II	12,48	15,36	16,51	17,84	19,65	23,78	26,95	34,95
%50 NaCl+%50 KCl	MAP	I	11,75	12,32	12,96	13,53	14,12	18,36	21,83	25,63
		II	11,31	12,38	13,27	13,08	14,98	17,62	22,84	27,35
	Vakum	I	12,16	15,86	16,79	18,52	20,06	25,08	30,05	34,08
		II	12,15	15,99	17,08	18,92	24,12	27,06	30,43	36,12

Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarla muamele edilen vakum veya modifiye atmosferde ambalajlanarak $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından ambalajlama ve depolama süresinin örneklerin TVB-N değerleri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkileri olmuştur. Salamuranın etkisi

ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Uskumru balıkları üzerinde yürütülen bir çalışmada da %11 ve %26'lık salamura konsantrasyonlarında işlenen uskumru balıklarının TVB-N değerinde önemli artış olmadığı, %10 salamura ile muamele edilen örneklerin 6,18 mg/100g TVB-N değerine sahip olduğu, ayrıca %5-7 salamura kullanıldığında ise TVB-N değerinde daha belirgin bir artış olduğu bildirilmiştir (Gopakumar and Bhattacharyya 1993). Salamura x ambalajlama ve ambalajlama x depolama süresi interaksyonları örneklerin TVB-N değerleri üzerinde çok önemli ($p<0,01$), salamura x ambalajlama x depolama süresi interaksyonu ise önemli ($p<0,05$) derecede etkiye sahiptir. Salamura x depolama süresi interaksyonunun ise önemli ($p>0,05$) bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.38. Farklı Oranlarda KCl İçeren Salamuralarda İşlenen ve Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine (mg/100g) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Salamura (S)	2	0,834	1,572
Ambalajlama (A)	1	263,344	496,188**
Depolama Süresi (D)	7	499,160	940,509**
S x A	2	34,958	65,868**
S x D	14	0,847	1,596
A x D	7	7,451	14,038**
S x A x D	14	1,572	2,962*
Blok(B)	1	11,957	22,529*
Hata	47	0,531	
Genel	96		

** $p<0,01$ seviyesinde önemli * $p<0,05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.39'da verilen soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 0. günde $12,09\pm0,32$ mg/100g olan TVB-N değeri depolama süresinin ilerlemesine paralel olarak artmış ve 28. günde $31,10\pm3,30$ mg/100g'a ulaşmıştır. TVB-

N için sınır değeri olarak 25mg/100g esas alındığında (Pantazi *et al.* 2008) örneklerin TVB-N değeri 24. günde bu sınır değeri aşmaktadır. Diğer taraftan bazı araştırmacılara (Huss 1988; Varlık vd 1993) göre 25 mg/100g’a kadar TVB-N içeren balıklar “çok iyi”, 30 mg/100g’a kadar olan balıklar “iyi”, 35 mg/100g’a kadar olan balıklar “pazarlanabilir” ve 35 mg/100g’dan yüksek değere sahip olan balıklar ise “bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir

Çizelge 4.39. Soğukta Muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	12	12,09 $\pm$ 0,32h
4	12	14,03 $\pm$ 1,46g
8	12	15,26 $\pm$ 1,44f
12	12	16,45 $\pm$ 1,83e
16	12	17,80 $\pm$ 2,65d
20	12	21,31 $\pm$ 2,89c
24	12	25,75 $\pm$ 2,75b
28	12	31,10 $\pm$ 3,30a

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

Depolama süresince TVB-N değerinin arttığı deniz levreği (Papadopoulos *et al.* 2003), kolyoz (Goulas and Kontominas 2005), istavrit (Erdem vd 2005), palamut (Turan *et al.* 2006), barbun (Gümüş vd 2008) ve sarı ağız (Hernández *et al.* 2009) balıkları üzerinde yapılan diğer araştırmalarda da belirlenmiştir. Sudak üzerinde farklı tuz konsantrasyonlarının (%15, %20 ve %25 NaCl) etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise 120 günlük depolama süresince TVB-N değerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı saptanmıştır (Çelik ve Gerek 2002).

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.40’da verilmiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanan filetoların

TVB-N değerinin modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan filetoların TVB-N değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.40). Kolyoz balığı (Erkan *et al.* 2007) Akdeniz kılıç balığı (Pantazi *et al.* 2008) ve sardalya (Özoğul *et al.* 2004) balığı üzerinde yapılan araştırmalarda da MAP uygulamasının vakum ambalajlamaya göre daha düşük TVB-N değeri verdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

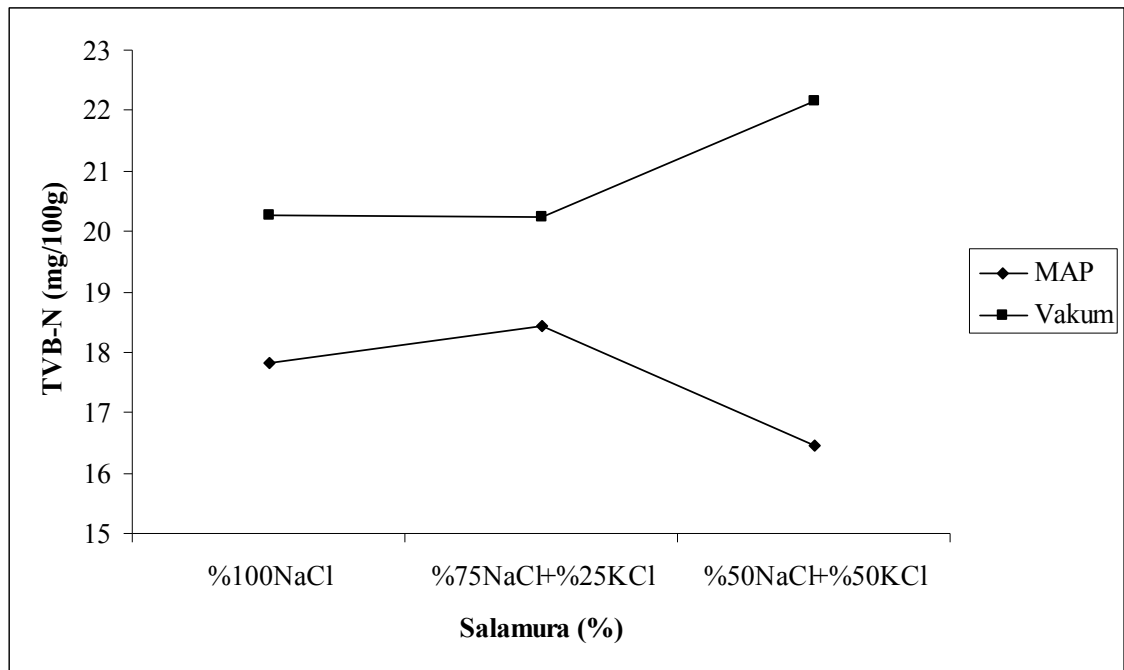
Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	48	17,57 $\pm$ 5,53b
Vakum	48	20,88 $\pm$ 6,92a

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

Pastoriza *et al.* (1996) CO₂ altında ambalajlanan ve depolanan salmon filetolarının TVB-N değerinin, kontrol (hava) grubu örneklerden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Pastoriza *et al.* (1996) tarafından merlam balığı üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerin TVB-N değerinin depolamadan 10 gün sonra önemli bir şekilde azaldığı belirtilmiştir. Yılan balıkları üzerine yapılan ve hava, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlamanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada depolama süresince TVB-N değerinde önemli farklılıklar olmadığı belirtilmiştir (Arkoudelos *et al.* 2007). Diğer taraftan salamura (100g/l NaCl) yöntemi ile işlenen deniz çipurası üzerinde yapılan bir araştırmada TVB-N değerinin kontrol (hava) grubu ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde depolama (4°C’de 28 gün) sonunda sırasıyla 45,3 ve 36,6 mg N/100g olarak saptanmıştır (Goulas and Kontominas 2007).

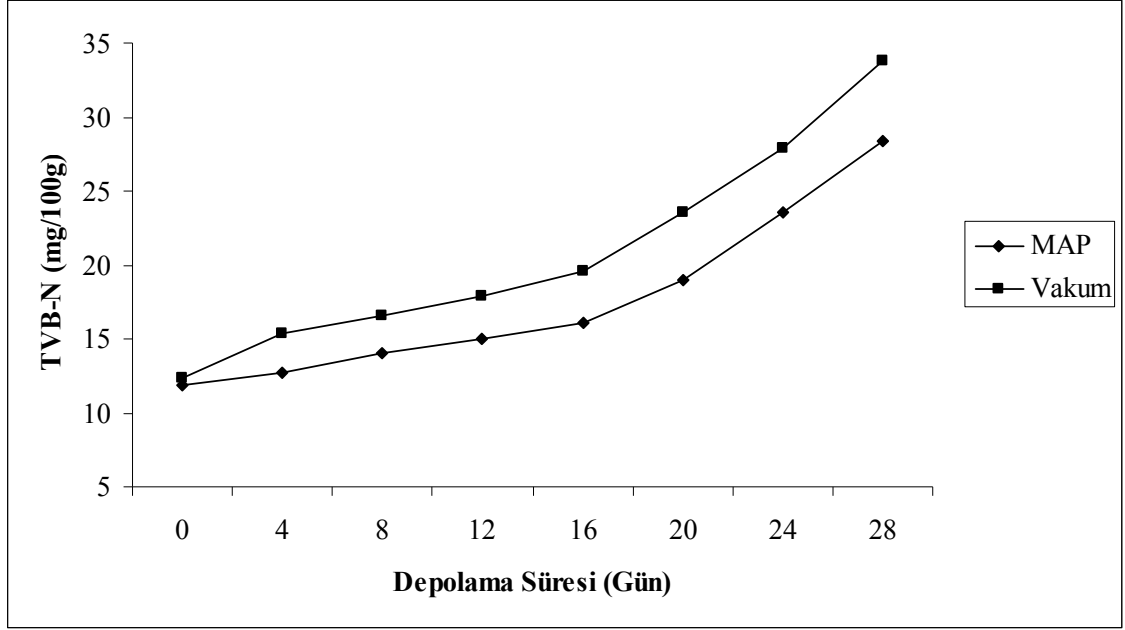
Farklı oranlarda KCl içeren salamuralarda işlenen filetoların TVB-N değeri üzerinde p<0,01 seviyesinde önemli bulunan salamura x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.16’da verilmiştir. Grafiğe göre vakum ambalajlı örneklerin TVB-N değeri modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerin TVB-N değerinden daha yüksektir. Modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde %50 NaCl+%50 KCl uygulaması TVB-

N değeri üzerinde daha fazla etkili olmuş ve bu örnekler arasında en düşük ortalama değer bu uygulama grubunda görülmüştür. MAP grubunda %75 NaCl+%25 KCl uygulaması ise ortalama TVB-N değerini az da olsa artırmıştır. Vakum ambalajlı örneklerde ise %50 NaCl+%50 KCl uygulaması TVB-N değerini artırmış, %75 NaCl+%25 KCl uygulamasının ise önemli bir etkisi olmamıştır. Buna göre en etkili uygulama %50 NaCl+%50 KCl /MAP kombinasyonudur.



Şekil 4.16. TVB-N Değerleri Üzerine Salamura x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının TVB-N değeri üzerinde çok önemli ($p < 0,01$) etkisi olan ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.17’de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların TVB-N değerleri hemen hemen aynı iken depolamanın daha sonraki günlerinde vakum uygulanan örnekler daha yüksek değerler vermiştir. Depolamanın 20. günde hem MAP uygulamasında hem de vakum uygulamasında TVB-N değeri 25 mg/100g’ın altındadır. Depolamanın 24. gününde ise MAP uygulamasında değer 25 mg/100g’ı aşmamıştır. Buna karşın aynı günde vakum ambalajlı örnekler için ortalama değer bu sınır değerinin üzerindedir.



Şekil 4.17. TVB-N Değerleri Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada farklı oranlarda potasyum klorür içeren tuz karışımları (%100 NaCl-kontrol, %75 NaCl+%25 KCl, %50 NaCl+%50 KCl) kullanılarak hazırlanan %10'luk salamuralarda işlenen ve vakum veya modifiye atmosferde (%50 CO₂+%50 N₂) ambalajlanıp 4±1°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Filetolar depolamanın belirli günlerinde (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 ve 28. gün) mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ve kimyasal (pH, tiobarbitirik asit reaktif maddeler- TBARS, toplam uçucu baz azotu-TVB-N) analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan analizlerin neticesinde elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle aşağıdaki genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

- Filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde ambalajlama ve depolama süresi çok önemli etkide bulunmuştur. Depolama süresi arttıkça toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı artmış ve 12. günde vakum ambalajlanan örneklerde 10⁶ kob/g'dan daha yüksek bir ortalama değer belirlenmiştir. MAP uygulaması ise vakum ambalajlamaya göre yaklaşık 1 logaritmik birim daha düşük bir ortalama değer vermiştir. Ayrıca vakum ambalajlanan örneklerde KCl oranı arttıkça toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı artmıştır. Bu sonuçlara göre salamurada KCl kullanılması durumunda MAP (%50 CO₂+%50 N₂) uygulaması vakum ambalajlamaya göre daha iyi sonuç vermektedir. Psikrotrofik bakteri sayım sonuçları ise total aerobik mezofilik bakteri sonuçlarına paralellik göstermiştir. Salamura yöntemi ile işlenen ve soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayısı ise gerek MAP uygulamasında gerekse vakum ambalajlamada toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakterilere göre daha yavaş bir gelişme göstermiş, MAP uygulaması vakuma göre daha düşük bir ortalama değer vermiştir.

- Gökkuşağı alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayısı depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş ancak vakum şartlarda MAP uygulamasına göre gelişme daha hızlı

olmuştur. Ayrıca vakum şartlarda salamurada kullanılan KCl oranının laktik asit bakterilerinin daha iyi bir gelişme göstermesine neden olmuştur.

- Örneklerin Enterobacteriaceae sayısında diğer bakteri gruplarında olduğu gibi süre ilerledikçe artmıştır. Depolamanın 8. gününde ortalama Enterobacteriaceae sayısı 10^4 kob/g'dan düşüktür. Sayı 12. günde 10^4 kob/g düzeyine, 16. günde ise yaklaşık 10^5 kob/g'a ulaşmıştır. Laktik asit bakterilerinde olduğu gibi KCl kullanımı Enterobacteriaceae'nin gelişimini artırmış, MAP uygulaması ise düşürmüştür.

- Modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler, vakum ambalajlanan örneklerle göre daha düşük maya ve küf sayısı vermiş, her iki grupta da süre ilerledikçe maya ve küf sayısı artmıştır. Vakum ambalajlanan örneklerde KCl oranına bağlı olarak maya ve küf sayısı artmıştır. MAP uygulamasında ise KCl içeren örnekler, kontrol grubuna göre daha yüksek maya-küf sayısı vermiş, KCl oranının %25'den %50'ye çıkarılmasının önemli bir etkisi olmamıştır.

- Gökkuşuğu alabalık filetoalarının pH değerlerinde gerek vakum ambalajlamada gerekse MAP uygulamasında 28 günlük depolamanın sonunda dahi 6,5'in üzerine çıkmamıştır. MAP uygulanan örnekler, vakum ambalajlı örneklerle göre daha düşük bir ortalama değer vermiştir. Vakum şartlarda KCl kullanımı pH'yı artırırken, MAP uygulamasında KCl oranındaki artışa bağlı olarak pH değerinde düşüşler gözlenmiştir.

- Lipit oksidasyonunun bir ölçüsü olan TBARS değeri üzerinde hem ambalajlama yöntemi hem de depolama süresi çok önemli etkide bulunmuştur. Depolama süresi ilerledikçe TBARS değeri artmış, ancak bütün değerler kabul edilebilir sınır içerisinde kalmıştır. Depolama sonunda 10umol/kg'ın altında bir ortalama TBARS değeri belirlenmiştir. MAP uygulamasında TBARS değerini önemli ölçüde düşürmüştür. Ancak salamura x ambalajlama interaksyonu değerlendirildiğinde daha farklı sonuçlara erişilmiştir. %75 NaCl+%25 KCl uygulaması hem vakum hemde MAP şartlarında TBARS değerinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Buna karşın %50 NaCl+%50

KCl uygulaması TBARS deęerini vakum řartlarda artırmıř, MAP uygulamasında ise dūřürmüřtür.

- Balıklarda önemli bir kalite kriteri olan TVB-N deęeri depolama süresi ilerledikçe artmıř, 20. günde 25 mg/100g'dan daha dūřük bir TVB-N deęeri belirlenmiřtir. Depolamanın 24. gününde de ortalama TVB-N deęeri 25 mg/100g'a ulařmıřtır. Ambalajlama faktöründe TVB-N üzerinde çok önemli derecede etkili olmuř ve MAP uygulaması vakum ambalajlamaya göre daha dūřük deęerler vermiřtir. TBARS sonuçlarında olduęu gibi %50 NaCl+%50 KCl uygulaması vakum řartlarda TVB-N deęerini artırmıř, MAP ortamında ise dūřürmüřtür.

Sonuç olarak, salamura hazırlamada kullanılan NaCl'ün oranı azaltılarak %75 NaCl+%25 KCl'den oluşan bir karışımın kullanılabileceği ve bu karışım kullanılarak işlenen filetoların vakum veya modifiye atmosferde ambalajlanarak soğukta muhafaza edilebileceği, KCl oranının artırılması durumunda (%50 NaCl+%50 KCl) ise ambalajlamada mutlaka modifiye atmosferde (%50 CO₂+%50 N₂) ambalajlama yönteminin kullanılması gerektiği kanaatine varılmıştır. Ancak KCl kullanımının alabalık filetolarının duyuşal özelliklerine etkisini belirlemeye yönelik araştırmalara da ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Akçiçek, E. ve Canyurt, A., 1994. Tuzlanmış ve tütülenmiş balık tüketiminin insan sağlığı üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 4: 243-241.
- Aksu, İ., 2001. Et ve Su Ürünleri Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Gıda Mühendisliği Bölümü. Erzurum. (Yayınlanmamış).
- Aliño, M., Grau, R., Toldrá, F., Blesa, E., Pagána, J. and Barat, J. M., 2010. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. Meat Science, 1-43.
- Alperden, İ., 1995. Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü. Yayın No: 124. s 101-120. Gebze Kocaeli.
- Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E. and Ruiz, J., 2004. Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured hams with different salt contents and processing conditions. Food Chemistry, 84: 375–381.
- Andrés, A. I., Cava, R., Martín, D., Ventanas, J. and Ruiz, J., 2005. Lipolysis in dry-cured ham: Influence of salt content and processing conditions. Food Chemistry, 90: 523-533.
- Angiş, S. ve Oğuzhan, P., 2007. Tuzlanmış Su Ürünleri Teknolojisi. Hasad Gıda, 270: 38-41.
- Anonim, 1983. Türk Standartları. UDK 639.382. Resmi Gazete TS 3908/ Mart. s 7.
- Anonymous, 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3 th Ed. by Vanderzant, C. and Splittstoesser, D. F. American Public Health Association, Washington D. C. USA.
- Aras, N. M., Kocaman, E. M. and 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. ve Yanık T., 2004. Balıklarda Mikrobiyolojik, Enzimatik ve Kimyasal Bozulmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (3-4): 261-265.
- 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: 209–214.
- Arkoudelos, J., Stamatis, N. and Samaras, F., 2007. Quality attributes of farmed eel (*Anguilla anguilla*) stored under air, vacuum and modified atmosphere packaging at 0°C. Food Microbiology, 24: 728-735.
- Armenteros, M., Aristoy, M. C., Barat, J. M. and Toldrá, F., 2009. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. Food Chemistry, 117: 627–633.
- Ashie, I. N. A., Smith, J. P. and Simpson, B. K., 1996. Spoilage and Shelf-Life Extension of Fresh Fish and Shelf- Fish. Critical Reviews in Food Science and Technology, 36: 87-121.

- Banks, H., Nickelson, R. and Finne, G., 1980. Shelf-life studies on carbondioxid packaged fin-fish from the gulf of Mexico. *Journal Food Science*, 45: 157-162.
- Barat, J.M., Gallart-Jornet, L., Andres, A., Akse, L., Carlehog, M. and Skjerdal, O.T., 2006. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *Journal of Food Engineering*, 73 (1):9-19.
- Baumgart, J., Firnhaber, J. and Spicher, G., 1986. *Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln*. Behr's Verlag, Hamburg-Germany.
- Bellagha, S., Sahli, A., Farhat, A., Kechaou, N. and Glenza, A., 2007. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*): Experimental kinetics and modeling. *Journal of Food Engineering*, 78: 947-952.
- Beri, H. K., James, M. A. and Solanki, K. K., 1989. Bacterial Flora of Same Fishes of Maharashtra, Saurashtra Coast India. *Journal Food Technology*, 26: 318-321.
- Bilgin, Ş., 2003. Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, DUMERİL 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö. O. ve Günlü, A., 2007. Farklı Tuzlama Tekniklerinin *Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858'nin Kimyasal Bileşimine Etkileri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (3-4): 225-232.
- Blesa, E., Aliño, M., Barat, J. M., Grau, R., Toldrá, F. and Pagán, M. J., 2008. Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*, 78: 135-142.
- Bligh, E. G., Shaw, S. J. and Woyewoda, A. D., 1988. Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish. *Fish Smoking and Drying*. (Burt, J.R.- eds.), 41-53 pp, Elsevier Applied Science Publishers LTD., London and New York.
- Bott, T. L., Deffner, J. S., McCoy, E. and Foster, E. M., 1966. *Clostridium botulinum* type E in Fish from the Great Lakes. *J. Bacteriology*, 91 (3): 919-924.
- Brown, W. D., Albright, M., Watts, D. A., Heyer, B., Spruce, B. and Price, R. J., 1980. Modified atmosphere storage of rockfish, (*Sebastes miniatur*) and silver salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Journal of Food Science*, 45- 93.
- Cann, D. C., Wilson, B. B., Hobbs, G. and Shewan, J. M., 1965. The growth and toxin production of *Clostridium botulinum* Type E in certain Vacuum packed Fish. *J. Applied Bacteriology*, 28: 431-436.
- Cann, D. C., Houston, N. C., Taylor, L. Y., Stroud, G., Early, J. C. 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.
- Chouliara, I., Savvaidis, I. N., Panagiotakis, N. and Kontominas, M. G., 2004. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *Food Microbiology*, 21: 351-359.

- Church, N., 1993. Meat and Meat Products. In: Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food (edited R. T. Parry). Glasgow, UK: Blackie. Pp. 170-187.
- Church, N., 1994. Developments in modified-atmosphere packaging and related Technologies. Trends in Food Science and Technology, 5 (11): 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 (2): 143-152.
- Church, N., 1998. Map fish and crustaceans–sensory enhancement. Food Science and Technology Today, 12 (2): 73-83.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I. N. and Kontominas, M. G., 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. Food Microbiology, 21: 157-165.
- Colby, J. W., Enriquez-Ibarra, L. and Flick, G. J., 1993. Shelf life of fish and shellfish. In: Shelf Life Studies of Foods and Beverages- Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects (edited by G. Charalambous). Pp. 85-143. Amsterdam: Elsevier.
- Corbo, M. R., Altieri, C., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D'Amato, D. and Sinigaglia, M., 2005. Estimating packaging atmosphere-temperature effects on the shelf life of cod fillets. Eur. Food Res. Technol., 220: 509-513.
- Çadırcı, Ö. ve Göncüoğlu, M., 2008. Balıkların Raf Ömürlerinin Uzatılmasında Uygulanan Teknikler. Vet. Hekim Der. Derg., 79 (4): 23-28.
- Çarbaş, A., 2008. Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum Ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- 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*). Eur. Food Res. Tecnology, 224: 19-26.
- Çelik, M. ve Gerek, A., 2002. Sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) Salamurasının Buzdolabı Şartlarındaki Kalite Değişimleri. Turk J. Vet. Anim. Sci., 26: 865-869.
- Çolakoğlu, F. A., Ova, G. ve Köseoğlu, B., 2006. Taze ve İşlenmiş Gümüş Balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Mikrobiyolojik Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23 (1-3): 393-395.
- Debevere, J. and Boskou, G., 1996. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA-producing microflora of cod fillets. International Journal of Food Microbiology, 31 (1-3): 221-229.
- Desmond, E., 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. Meat Science, 74 (1): 188-196.
- Dixon, N. M. and Kell, D. B., 1989. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of micro-organisms. J. Appl. Bacteriol., 67 (2): 109-36.
- Duyar, H. A. ve Eke, E., 2009. Production and Quality Determination of Marinade from Different Fish Species. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (2): 270-275.
- Emre, Y. ve Kürüm, V., 1998. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği Teknikleri. Ankara, 231 s.

- Erdem, E. M., Bilgin, S. ve Çağlak, E., 2005. Tuzlama Ve Marinasyon Yöntemleri İle İşlenmiş İstavrit Balığı'nın (*Trachurus mediterraneus*, STEİNDACHNER, 1868) Muhafazası Sırasındaki Kalite Değişimleri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20 (3): 1-6.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C. and Özden, O., 2001. Die Einfluss Kalium sorbat zur Verbesserung der Qualität von Filets vom Mittelmeermakrele. Deutsche Lebensmittel Rundschau, 97 (10): 427-431.
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakavuk, D. Ü., Yıldırım, Ş. Y. and İnuğur, M., 2006. Spoilage and Shelf Life of Sardines (*Sardina pilchardus*) Packed in Modified Atmosphere. Eur. Food Res. Technol. 222: 667-673.
- Erkan, N., Özden, Ö. and İnuğur, M., 2007. The effects of modified atmosphere and vacuum packaging on quality of chub mackerel. International Journal of Food Science and Technology, 42: 1297-1304.
- FAO 2005. Food Balance Sheet. Erişim: <http://apps.fao.org/lim500/FoodBalanceSheet>.
- Farber, J. M., 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology-a review. J. Food Prot. Ames, Iowa: International Association of Milk, Food, and Environmental Sanitarians, 54 (1): 58-70.
- Farber, J. N., Harris, 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 atmosphere and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2: 142-160.
- Feldhausen, P., 2000. Steuerberater Handbuch Verfahrensrecht.
- Filsinger, B.E., 1987. Effect of pressure on the salting and ripening process of anchovies (*Engraulis anchoita*). Journal of Food Science, 52 (4): 919-921.
- Finne, G., 1982. Modified and controlled atmosphere storage of muscle foods. Food Technology, 36 (2): 128-133.
- Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A. and Savvaidis, I. N., 2010. Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. Food Microbiology, 27: 115-121.
- Gallart-Jornet, L., Barat, J.M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I. and Fito, P., 2007. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. Journal of Food Engineering, 80 (1): 267-275.
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L. and Arnau, J., 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. Meat Science, 65 (2): 833-839.
- Geleijnse, J. M., Witteman, J. C., Bak, A. A., den Breeijen, J. H. and Grobbee, D. E., 1994. Reduction in blood pressure with a low sodium, high potassium, high magnesium salt in older subjects with mild to moderate hypertension. British Medical Journal, 309: 436-40.
- 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 of Food Microbiology, 1 (5): 237-251.
- Gill, C. O. and Tan, K. H., 1980. Effect of Carbon Dioxide on Growth of Meat Spoilage Bacteria. Applied and environmental microbiology, 39 (2): 317-319.
- Gillette, M., 1985. Flavor effects of sodium chloride. Food Technology, 39 (6): 47.

- Giménez, B., Roncalés, P. and Beltrán, J. A., 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1154-1159.
- Gopakumar, K. and Bhattacharyya, S. K., 1993. Measurement of water Activity as a Index of Optimising Salt Concentration in Brine Used for the Wet Curing of Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Indian Council of Agricultural Research*, 682 (29): 257-260.
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J. and Arnau, J., 1996. Potassium Chloride, Potassium Lactate and Glycine as Sodium Chloride Substitutes in Fermented Sausages and in Dry-Cured Pork Loin. *Meat Science*, 42: 37-48.
- Goulas, A. E. and Kontominas, M. G., 2005. Effect of Salting and Smoking-Method on the Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. *Food Chemistry*, 93: 511-520.
- Goulas, A. E. and Kontominas, M. G., 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100: 287-296.
- Göğüş, A. K. ve Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358. Ankara.
- Gökalp, H. Y., Tülek, Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 1995. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 268 s, Erzurum.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, s 115, Antalya.
- Gökoğlu, N., Cengiz, E. and Yerlikaya, P., 2004. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. *Food Control*, 15: 1-4.
- Göktan, D., 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Cilt 1. Ege Üniversitesi basımevi, Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 21, Bornova İzmir.
- 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 products. *International Journal of Food Microbiology*, 33: 121-137.
- Grodner, R. and Novak, A., 1975. Microbiological Guidelines for Freshwater Crawfish (*Procambaris clarkii* Girard), in Symposium on Freshwater Crawfish, Ed by Avault JW, Division of Continuing Education, Baton Rouge, LA.
- Guàrdia, M. D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P. and Arnau, J., 2006. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*, 73: 484-490.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğridir Su Ürünleri Fakültesi. Isparta.
- Gümüş, B., İkiz, R., Ünlüsayın, M. ve Gülyavuz, H., 2008. Quality Changes of Salted Red Mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) During Vacuum Packaged Stored at +4°C. *E. Ü. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25 (2): 101-104.
- Haines, R. B., 1933. The influence of carbon dioxide on the rate of multiplication of certain bacteria, as judged by viable counts. *Journal of the Society of Industrial Chemistry*, 52: 13T-17T.

- Halkman, A. K., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd.Şti, 358 s, Ankara.
- Hand, L. W., Terrell, R. N. and Smith, G. C., 1982. Effects of chloride salts on physical, chemical and sensory properties of frankfurters. *Journal of Food Science*, 47 (6): 1800-1802.
- He, F. J., and MacGregor, G. A., 2003. How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42, 1093–1099.
- Hernández, M. D., López, M. B., Álvarez, A., Ferrandini, E., García García, B., and Garrido, M. D., 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 114: 237-245.
- Ho, C. S., Smith, M. D., and Shanahan, J. F., 1987. Carbon dioxide transfer in biochemical reactors. *Adv Biochem Eng.*, 35: 83-125.
- Hobbs, G., 1983. Microbial Spoilage of Fish, In *Food Microbiology: Advances and Prospects*. Eds., Roberts, T. A, and Skinner, Academic Press., F.A., New York, 217.
- Hobbs, G., 1991. Fish: microbiological spoilage and safety. *Food Sci. Technol. Today*, 5: 166-173.
- Horner, B., 1992. Fish smoking: ancient and modern. *Food Sci. Technol Today*, 6 (3): 166.
- Hozbor, M. C., Saiz, A. I., Yeannes, M. I., and Fritz, R., 2006. Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *LWT*, 39: 99-104.
- Huis in't Veld, J. H. J., 1996. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 1-18.
- Huss, 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.
- Ishida, Y., Fujii, T., and Kadota, H., 1976. Microbiological Studies on Salted Fish Stored at Low Temperature-I Chemical and Microbial Changes of Salted Fish during Storage. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 42 (3): 351-358.
- Ismail, N. and Wootton, M., 1992. Fish salting and drying a review ASEAN . *Food Journal*, 7(4): 175-183.
- Işıklı, B. I., 2000. Farklı Tuzlama Tekniklerinin Eğrez Balıklarının (*Vimba vimba tenella*, Nordman 1840) Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Jeevanandam, K., Kakatkar, A., Doke, S. N., Bongirwar, D. R., and Venugopal, V., 2001. Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice. *Food Research International*, 34: 739-746.
- Jittinandana, S., Kenney, P.B., Slider, S.D., and Kiser, R.A., 2002. Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout filet. *Journal of Food Science*, 67(6): 2095–2099.
- Karaçam, H., Kutlu, S., and Köse, S., 2002. Effect of salt Concentrations and Temperature on the Quality and Shelf-Life of Brined Anchovies. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 19-28.

- Kılınç, B., ve Çaklı, Ş., 2001. Packaging technics, the effects on microbial flora of fish and shellfish. (In Turkish). E.Ü. Journal of Fisheries&Aquatic Sciences, 18 (1/2) : 279-291.
- Kılınç, 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., 2004. Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21 (3-4): 349-353.
- Kilinc, B., Cakli, S., Dincer, T., and Tolasa, S., 2009. Microbiological, Chemical, Sensory, Color, and Textural Changes of Rainbow Trout Fillets Treated with Sodium Acetate, Sodium Lactate, Sodium Citrate, and Stored at 4°C. Journal of Aquatic Food Product Technology, 18: 3-17.
- Kılınççeker, O., ve Küçüköner, E., 2003. Tuzlanmış İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*) Balığında Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Değişimlerin Saptanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 13 (1): 55-59.
- Knoche, W., 1980. Chemical reactions of CO₂ in water. In: Biophysics and Physiology of Carbon Dioxide (edited by C. Bauer, G. Gros and H. Bartels). Berlin: Springer-Verlag, pp. 3-11.
- 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.
- Křížek, M., Vácha, F., Vorlová, L., and Lukášová, S., 2004. Biogenic Amines in Vacuum-Packaged and Non Vacuum-Packaged Flesh of Carp (*Cyprinus carpio*) Stored at Different Temperatures. Food Chemistry, 88: 185-191.
- Lampila, L. E., 1991. Modified Atmosphere packaging. In: Ward D.R. and Hackney C. Microbiology of Marine Food Products. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold NewYork. p. 373-393.
- Larsen, R., and Elvevol, E. O., 2008. Water uptake, drip losses and retention of free amino acids and minerals in cod (*Gadus morhua*) fillet immersed in NaCl or KCl. Food Chemistry, 107: 369-376.
- Lauzon, H. L., Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Gudjónsdóttir, M., and Martinsdóttir, E., 2009. Effect of Brining, Modified Atmosphere Packaging, and Superchilling on the Shelf Life of Cod (*Gadus morhua*) Loins. Food Microbiology and Safety, Journal of Food Science, 74 (6): 258-267.
- Layrisse, M. E., and Matches, J. R., 1984. Microbiological and chemical changes of spotted shrimp (*Pandalus platyceros*) stored under modified atmosphere. Journal of Food Protection, 47, 453.
- Lemon, D. W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity. New Series Circular, May 8, No:51, Halifax Laboratory, Halifax Nova.
- Liston, J., 1980. Microbiology in Fisheries Science. In: Advances in Fish Science and Technology (edited by J. J. Connell). Farnham, Surrey: Fishing News Books. Pp. 138-157.
- Lyhs, U., Lahtinenb, J., and Schelvis-Smit, R., 2007. Microbiological quality of maatjes herring stored in air and under modified atmosphere at 4 and 10°C. Food Microbiology, 24: 508-516.

- 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.
- Majumdar, R. K., and Basu, S., 2009. Evaluation of the influence of inert atmosphere packaging on the quality of salt-fermented Indian shad. International Journal of Food Science and Technology, 44: 2554-2560.
- Malle, P. and Tao, S. H., 1987. Rapid Quantitative Determination of Trimethylamine Using Steam Distillation. Journal of Food Protection, 50 (9): 756-760.
- Martín, L., Córdoba, J. J., Antequera, T., Timón, M. L., and Ventanas, J., 1998. Effects of Salt and Temperature on Proteolysis during Ripening of Iberian Ham. Meat Science, 49 (2): 145-153.
- Maruf, F. W., Ledward, D. A. Neale, R. J., and Poulter, R. G., 1990. Chemical and nutritional quality of Indonesian dried-salted mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). International Journal of Food Science and Technology, 25: 66-77.
- Mitsuda, H., Nakajima, K., Mizuno, H and Kawai, F., 1980. Use of sodium chloride solution and carbondioxide for extending shelf-life of fish fillets. Journal of Food Science, 45: 661-666.
- Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Srinivasa Gopal, T. K., Lalitha, K. V., and Asok Kumar, K., 2010. Effect of reduced oxygen atmosphere and sodium acetate treatment on the microbial quality changes of seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks stored in ice. Food Microbiology xxx 1-9. Article in pres.
- Mol, S. ve Özden, Ö., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi: Tuzlama. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465. İstanbul. 182-202.
- Muratore, G. and Licciardello, F., 2005. Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life of Liquid-Smoked Swordfish (*Xiphias gladius*) Slices. Food Chemistry and Technology, 70: 359-363.
- Obarzanek, E., Proscham, M. A., Vollmer, W. M., Moore, T. J., Sacks, F. M., Appel, L. J., Svetkey, L. P., Most-Windhauser, M. M., and Cutler, J. A., 2003. Individual blood pressure responses to changes in salt intake: Results from the DASH-sodium trial. Hypertension, 42: 459-467.
- Ogrydziak, D. M., and Brown, W. D., 1982. Temperature effects in modified-atmosphere storage of seafoods. Food Technol., 36: 86-96.
- Ordóñez J. A., López-Gálvez, D. E., Fernández, M., Hierro, E., and Dela Hoz, L., 2000. Microbial and Physicochemical Modifications of Hake (*Merluccius merluccius*) Steaks Storad under Carbon Dioxide Enriched Atmospheres. Journal Sci. Food Agric., 80: 1831-1840.
- Özogul, F., Taylor, K. D. A., Quantick, P., and Özogul, Y., 2000. Chemical, Microbiological and Sensory Evaluation of Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored in Ice, Modified Atmosphere and Vacuum Pack. Food Chemistry, 71, 267-273.
- Özoğul, F., Polat, A., and Özoğul, Y., 2004. The Effects of Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging on Chemical, Sensory and Microbiological Changes of Sardines (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 85: 49-57.
- 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 Milk Food Technology*, 36: 42-49.
- Paleologos, E. K., Savvaidis, I. N., and Kontominas, M. G., 2004. Biogenic amines formation and its relation to microbiological and sensory attributes in ice-stored whole, gutted and filleted Mediterranean Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Food Microbiology*, 21: 549-557.
- Pantazi, D., Papavergou, A., Pournis, N., Kontominas, M. G., and Savvaidis, I. N., 2008. Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: Microbiological, biochemical and sensory attributes. *Food Microbiology*, 25 (1): 136-143.
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I. N., and Kontominas, M. G., 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology* 20: 411-420.
- Park, J. N., Hwang, K. T., Kim, S. B., and Kim, S. Z., 2009. Partial replacement of NaCl by KCl in salted mackerel (*Scomber japonicus*) fillet products: effect on sensory acceptance and lipid oxidation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1572-1578.
- Parry, R. T., 1993. Introduction. In R. T. Parry (Ed.), *Principles and Application of Modified Atmosphere Packaging of Food*. Glasgow: Blackie Academic and Professional. Pp. 1-17.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J., and Cabo, M. L., 1996a. Effect of Carbon Dioxid Atmosphere on Microbial Growth and Quality of Salmon Slices. *J. Sci. Food Agric.*, 72: 348-352.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J., and Cabo, M. L., 1996b. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Shelf-Life of Iced Fresh Hake Slices. *J. Sci. Food Agric.*, 71: 541-547.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J., and Cabo, M. L., 1997. Influence of Sodium Chloride and Modified Atmosphere Packaging on Microbiological, Chemical and Sensorial Properties in Ice Storage of Slices of Hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, 61 (1-2): 23-28.
- 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.
- Patır, B., Inanlı, A. G., Oksuztepe, G., and Ilhak, O. I., 2006. Microbiological and Chemical Qualities of Salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811). *International Journal of Science & Technology*, 1 (2): 91-98.
- Pombo, C. R., Mársico, E. T., Franco, R. M., Guimarães, C. F. M., Paschoal da Cruz, A. M., and Pardi, H. S., 2009. Salted and fermented fish processes evaluation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 2100-2105.
- Reale, A., Sorrentino, E., Iaffaldano, N., Rosato, M. P., Ragni, P., Coppola, R., Capitani, D., Sobolev, A. P., Tremonte, P., Succi, M., and Mannina, L., 2008. Effects of ionizing radiation and modified atmosphere packaging on the shelf life of aqua-cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *World J. Microbiol Biotechnol.*, 24: 2757-2765.

- Reddy, K. A., and Marth, E. H., 1991. Reducing the Sodium Content of Foods. A Review. *Journal of Food Protection*, 54 (2): 138-150.
- Reddy, N. R., Villanueva, M., and Kautter, D. A., 1995. Shelf life of modified-atmosphere-packaged fresh tilapia fillets stored under refrigeration and temperatures-abuse conditions. *J. Food Prot.*, 58 (8): 908-914.
- Reynisson, E., Lauzon, H. L., Magnússon, H., Jónsdóttir, R., Ólafsdóttir, G., Marteinsson, 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.
- Rodríguez, D., Barrero, M. and Kodaira, M., 2009. Evaluación física y química de filetes de bagre (*Pseudoplatystoma sp.*) salados en salmuera empacados al vacío y almacenados en refrigeración. *Archivos Latinoamericanos De Nutricion, Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 59 (2): 206-213.
- Russunen, M., and Puolanne, E., 2005. Reducing Sodium Intake from Meat Products. *Meat Science*, 70: 531-541.
- Sallam, Kh. I., Ahmed, A. M., Elgazzar, M. M., and Eldaly, E. A., 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. *Food Chemistry*, 102: 1061-1070.
- Sankar, C. N. R., Lalitha, K. V., Leema Jose, L., Manju, S., and Gopal, T. K. S., 2008. Effect of packaging atmosphere on the microbial attributes of pearlspot (*Etroplus suratensis* Bloch) stored at 0-2°C. *Food Microbiology*, 25: 518-528.
- Saupe, C. K. R., 1996. *Microbiologie der fische und Fleischwaren*. In: *Microbiologie der Lebensmittel Fleisch und Fleischwaren*. H. Weber (Hrsg.), Behr's Verlage, Hamburg.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K. and Rosnes, T., 2002. A Review of Modified Atmosphere Packaging of Fish and Fishery Products-Significance of Microbial Growth, Activities and Safety. *Int. J. 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. *Food Microbiology and Safety*. 68 (4): 1467-1472.
- Smith, J. P., Ramaswamy, H. S., and Simpson, B. K., 1990. Developments in food packaging technology. Part II. Storage aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 1: 111-118.
- 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.
- Stamatis, N. and Arkoudelos, J., 2007a. Quality assessment of *Scomber colias japonicus* under modified atmosphere and vacuum packaging. *Food Control*, 18: 292-300.
- Stamatis, N. and Arkoudelos, J. S., 2007b. Effect of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbial, Chemical and Sensory Quality Indicators of Fresh, Filleted *Sardina pilchardus* at 3°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 1164-1171.
- Stamatis, N., Arkoudelos, J., and Vafidis, D., 2008. Differences in chemical, microbial and sensory quality parameters of the marinated ascidia *Microcosmus sabatieri*

- Roule, 1885 during storage at 6°C under vacuum conditions. International Journal of Food Science and Technology, 43: 1705-1713.
- Stammen, K., Gerdes, D. and Caporaso, F., 1990. Modified atmosphere packaging of seafood. Critical Reviews in Food Science and Technology, 29: 301-331.
- Swiderski, F., Russel, S., Waszkiewicz-Robak, B., and Cholewinska, E., 1997. Evaluation of vacuum-packaged poultry meat and its products. J. Sci. Food Agric., 48: 193-200.
- Terrell, R. N., 1983. Reducing the sodium content of processed meats. Food Technology, 37: 66-71.
- Toldrá, F., 1998. Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-Cured Meat Products. Meat Science, 49 (1): S101-S110.
- Toldrá, F., Aristoy, M. C., and Flores, M., 2000. Contribution of Muscle Aminopeptidases to Flavour Development in Dry-Cured Ham. Food Research International, 33: 181-185.
- Toldrá, F., 2006. The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions. Trends in Food Science and Technology, 17: 164-168.
- Toldrá, F., and Barat, J. M., 2009. Recent patents for sodium reduction in foods. Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture., 1: 80-86.
- Torrieri, E., Cavella, S., Villani, F., and Masi, P., 2006. Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass (*Dicentrarchus labrax*). Journal of Food Engineering, 77: 1078-1086.
- Turan, H., Kaya, Y., Erkoyuncu, İ., and Sönmez, G., 2006. Chemical and Microbiological Qualities of Dry-Salted (Lakerda) Bonito (*Sarda Sarda*, Bloch 1793). Journal of Food Quality, 29: 470-478.
- Turan, H., Sönmez, G., Çelik, M. Y. and Yalçın, M., 2007. Effects of Different Salting Process on The Storage Quality of Mediterranean Muscle (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819). Journal of Muscle Foods, 18: 380-390.
- Tülsner, M., 1994. Fischverarbeitung, Band I, Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse.
- Ünal, G., 1995. Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ünlüsayın, M., 1999. Yılana Balığı (*Anguilla anguilla*, L. 1766), Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.1792) ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758)'nın Sıcak Dumanlama Sonrası Lipid ve Protein Bileşimleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 57 s. Eğirdir. Isparta.
- Ünlütürk, A. ve Turantas, F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi (İkinci Baskı). Ege Üniversitesi Mengi Tan Basımevi, 598 s, Çınarlı İzmir.
- 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.
- Villemure, G. Simard, R. E., Picard, G., 1986. Bulk storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbon dioxide atmosphere. J. Food Sci., 51: 317-320.

- Wang, D., Tang, J., and Correia, L.R., 2000. Salt diffusivities and salt diffusion in farmed Atlantic salmon muscle as influenced by rigor motris. *Journal of Food Engineering*, 43: 115–123.
- Wang, T., Sveinsdóttir, K., Magnússon, H., Martinsdóttir, E., 2008. Combined Application of Modified Atmosphere Packaging and Superchilled Storage to Extend the Shelf Life of Fresh Cod (*Gadus morhua*) Loins. *Institute of Food Technologists, Journal of Food Science*, 73 (1): 11-19.
- Wirth, F., 1989. Salting and curing of kochwurst and cooked cured products. *Fleischwirtsch*, 69 (10): 1568-1572.
- Wolfe, S. K., 1980. Use of CO and CO₂ Enriched Atmospheres for Meats, Fish and Produce. *Food Technology*, 34 (3): 55-58.
- Yang, C.T., Jhaveri, S.N. and Constantinides, S.M., 1981. Preservation of grayfish (*Squalus acanthias*) by salting. *Journal of Food Science*, 46: 1646-1649.
- Yapar, A., 1999. Farklı Tuz Konsantrasyonu Kullanılarak Hazırlanan Tuzlanmış Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)’lerde Kalite Değişimi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23 (3): 441-445.
- Yetim, H., 1993. Biochemical and Structural Alterations of Restructured Fish Muscle as Influenced by Egg White, Trumbling and Storage Time. PhD. Dissertation. The Ohio State Univ. Columbus. OH. pp 222.
- Yetim, H., 1996. Sorbik 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.
- Zolfaghari, M., Shabanpour, B., and Fallahzadeh, S., 2010. Quality preservation of salted, vacuum packaged and refrigerated mahi sefid (*Rutilus frisii kutum*) fillets using an onion (*Allium cepa*) extract. *Aquaculture Research*, 41: 1123-1132.

ÖZGEÇMİŞ

Gönen’de 1979 yılında doğdu. İlkokul Balıkesir, ortaokul İstanbul ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1997 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü’nden 2001 yılında mezun oldu. 2001-2004 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl doktora öğrenimine başladı.

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’ nda 2005 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.