

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMANIN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ FİZİKSEL,
KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

121351

Şükriye Aras HİSAR

121351

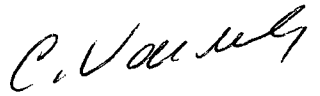
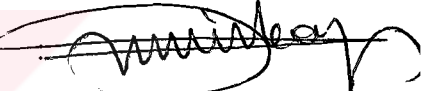
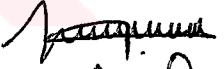
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ERZURUM
2002

Her hakkı saklıdır

Doç.Dr.Telat YANIK ve Prof.Dr.Mükerrem KAYA danışmanlığında Şükriye Aras HİSAR tarafından hazırlanan bu çalışma 13.01.2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof.Dr.Candan VARLIK	İmza	: 
Üye	: Prof.Dr.Mükerrem KAYA	İmza	: 
Üye	: Prof.Dr.Ö.Faruk ALGUR	İmza	: 
Üye	: Prof.Dr.Mete YANAR	İmza	: 
Üye	: Doç.Dr.Telat YANIK	İmza	: 
Üye	: Yrd.Doç.Dr.Özer AYIK	İmza	: 
Üye	: Yrd.Doç.Dr.İrfan AKSU	İmza	: 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)


Prof.Dr.Ümit DEMİR

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Şükriye Aras HİSAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr.Telat YANIK
Ortak Danışman: Prof.Dr.Mükerrem KAYA

Gökkuşağı alabalığı filetolarının mikrobiyolojik (10°C, 25°C ve 37°C’de toplam bakteri sayısı, *Pseudomonas*, laktik asit bakterisi, *Enterobacteriaceae*, maya ve küf sayısı), fiziksel (L, a ve b değerleri), kimyasal (pH, total volatil bazlar (TVB-N), lipid oksidasyonu (TBARS) ve duyu analizleri (genel görünüş ve koku); hava, vakum ve farklı gaz karışımları altında 10 °C ve 4±1°C’de incelendi. %100CO₂, %2.5O₂+%7.5N₂+ %90CO₂ ve %30O₂+%30N₂+%40CO₂ gaz karışımları kullanıldı. Modifiye atmosfer (MAP) duyu kalitedeki düşüşü, bakteriyel çoğalmayı ve TVB-N’deki artışları azalttı. Lipid oksidasyonu hem 10 °C hem de 4±1°C’de vakum ve %100 CO₂’de %40 CO₂’den daha düşük oldu. MAP vakum ve havada ambalajlama ile karşılaştırıldığında 4±1°C’de raf ömrünü belirli sürelerde uzattığı belirlendi.

2003, 109 sayfa

Anahtar kelimeler: Gökkuşağı Alabalığı, MAP, TVB-N, TBARS, Toplam bakteri sayısı

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS

Şükriye Aras HİSAR

Atatürk University
Graduate School of Agriculture Faculty
Department of Fishery Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Telat YANIK
Co-Supervisor : Prof.Dr.Mükerrem KAYA

Microbial (total bacteria count at 10°C, 25°C and 37°C, *Pseudomonas*, lactic acid bacteria, *Enterobacteriaceae*, yeast and mold counts), physical (L, a and b values), chemical analysis [pH, total volatile bases nitrogen (TVB-N), lipid oxidation (TBARS)] and sensory analysis (general appearance and odour) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets under in air (control), vacuum and different gas mixture conditions at 10°C and 4±1°C were determined. The gas mixtures evaluated were 100%CO₂, 2.5%O₂+7.5%N₂+90%CO₂ and 30%O₂+30%N₂+40%CO₂. A demolition in sensory quality deterioration, bacterial growth and increases in TVB-N were reduced by modified atmosphere packaging (MAP). Lipid oxidation was lower in gas packages with vacuum and 100% CO₂ than in those 40% CO₂ both 10°C and 4±1°C. Compared with vacuum and air packaging it was determined that MAP extended the shelf life of fillets by various durations at 4±1°C.

2003, 109 pages

Keywords: Rainbow Trout, MAP, TVB-N, TBARS, Total Bacteria Count

TEŞEKKÜR

Doktora Tezi olarak sunduğum bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Fon Saymanlığı ve DPT tarafından desteklenmiş olup, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü ve Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çalışmamda, her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç.Dr.Telat YANIK ve özellikle, araştırmanın planlanması, yürütülmesi, laboratuvar çalışmaları ve sonuçların yorumlanmasına kadar her konuda yardımlarını esirgemeyen Ziraat Fakültesi Dekanı Sayın Prof.Dr.Mükerrem KAYA hocalarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölüm Başkanı değerli hocam Sayın Prof.Dr.M.Sıtkı ARAS nezdinde tüm öğretim üyelerine ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında özverili yardımlarından dolayı, Sayın Yrd.Doç.Dr.İrfan AKSU'ya, Sayın Okt.Birsen KIRIM'a, Sayın Arş.Gör.Necdet SİRKECİOĞLU'na; istatistiki analizlerdeki yardımlarından dolayı Yrd.Doç.Dr.Ünsal DOĞRU'ya teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında maddi manevi yardım ve desteklerinin yanı sıra göstermiş olduğu sabır ve anlayıştan dolayı değerli eşim Sayın Arş.Gör.Olcay HİSAR'a ve tezin yazımı konusundaki yardımlarından dolayı Sayın Bilsen BİLGİLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şükriye Aras HİSAR

Aralık, 2002

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Denemede Kullanılan Balık Materyali.....	24
3.1.2. Denemede Kullanılan Ambalaj Materyali.....	24
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Deneme Planı	24
3.2.2. Fileto Hazırlanması	25
3.2.3. Filetoların Ambalajlanması ve Depolanması	25
3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler.....	26
3.2.4.1. Total Aerobik Bakteri Sayımı	26
3.2.4.2. Laktik Asit Bakteri Sayımı.....	26
3.2.4.3. <i>Enterobacteriaceae</i> Sayımı	26
3.2.4.4. Maya-Küf Sayımı	27
3.2.4.5. <i>Pseudomonas</i> Sayımı	27
3.2.5. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	27
3.2.5.1. Renk Yoğunluğunun Ölçümü.....	28
3.2.5.2. TVB-N Miktarının Belirlenmesi	28
3.2.5.3. Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerinin Belirlenmesi	29
3.2.5.4. pH Değerinin Belirlenmesi.....	30
3.3. Duyusal Değerlendirme.....	30
3.4. İstatistiki Analizler	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	32
4.1. 10°C'de Depolanan Gökkuşluğu Alabalığı Filetolarına Ait Bulgular.....	32
4.1.1. 10°C'de Depolanan Gökkuşluğu Alabalığı Filetolarına Ait Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	32
4.1.1.1. Toplam Aerobik Bakteri Sayısı.....	32
4.1.1.2. Laktik Asit Bakteri Sayısı	39
4.1.1.3. <i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı.....	40
4.1.1.4. Maya-Küf Sayısı.....	44
4.1.1.5. <i>Pseudomonas</i> Sayısı	45
4.1.2. 10°C'de Depolanan Gökkuşluğu Alabalığı Filetolarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	48
4.1.2.1. Total Volatil Baz Azotu (TVB-N) Sonuçları	48
4.1.2.2. Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS)	51
4.1.2.3. pH Değerleri	54
4.1.2.4. 10°C'de Depolanan Gökkuşluğu Alabalığı Filetolarına Ait Renk Değerleri ..	56

4.2. 4±1°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Bulgular.....	60
4.2.1. 4±1°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	60
4.2.1.1. Toplam Bakteri Sayısı.....	60
4.2.1.2. Laktik Asit Bakteri Sayısı	69
4.2.1.3. <i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı.....	70
4.2.1.4. Maya-Küf Sayısı.....	74
4.2.1.5. <i>Pseudomonas</i> Sayısı	75
4.2.2. 4±1°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	79
4.2.2.1. Total Volatil Baz- Azotu (TVB-N) Sonuçları	79
4.2.2.2. Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerleri	83
4.2.2.3. pH Değerleri.....	86
4.2.2. 4. 4±1°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Renk Değerleri	88
4.2.3.3. 4±1°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları	94
5. SONUÇ	99
KAYNAKLAR	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.4.1.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun <i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı Üzerine Etkisi.....	44
Şekil.4.2.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun <i>Pseudomonas</i> Sayısı Üzerine Etkisi	48
Şekil.4.3.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun TBARS Sayısı Üzerine Etkisi.....	54
Şekil.4.4.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun Toplam Bakteri Sayısına Etkisi.....	67
Şekil.4.5.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun Toplam Bakteri Sayısına Etkisi.....	68
Şekil.4.6.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun Toplam Bakteri Sayısına Etkisi	68
Şekil.4.7.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun <i>Enterobacteriaceae</i> Sayısına Etkileri.....	73
Şekil.4.8.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun <i>Pseudomonas</i> Sayısına Etkileri.....	78
Şekil.4.9.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun TVB-N Değerlerine Etkileri.....	82
Şekil.4.10.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun TBARS Değerlerine Etkileri.....	86
Şekil.4.11.	Depolama Süresi X Atmosfer İnteraksiyonunun +a Değerlerine Etkileri.....	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge.3.1. Farklı Atmosfer Koşullarında Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarının Duyusal Değerlendirmesi İçin Kullanılan Panel Değerlendirme Formu.....	30
Çizelge.4.1.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının toplam aerobik bakteri (10°C’de 7 gün) sayım sonuçları (log cfu/g).....	32
Çizelge.4.1.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının toplam aerobik bakteri (25°C’de 3 gün) sayım sonuçları (log cfu/g).....	33
Çizelge.4.1.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının toplam aerobik bakteri (37°C’de 2 gün) sayım sonuçları (log cfu/g).....	33
Çizelge.4.2.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların toplam aerobik bakteri (10°C’de 7 gün) sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge.4.2.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların toplam aerobik bakteri (25°C’de 3 gün) sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge.4.2.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların toplam aerobik bakteri (37°C’de 2 gün) sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge.4.3.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların toplam aerobik bakteri sayılarına (10°C’de 7 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	36
Çizelge.4.3.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların toplam aerobik bakteri sayılarına (25°C’de 3 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test	

sonuçları.....	37
Çizelge.4.3.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların toplam aerobik bakteri sayılarına (37°C'de 2 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	37
Çizelge.4.4.1. 10°C depolanan alabalık filetolarının toplam aerobik bakteri sayılarına (10°C'de 7 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	38
Çizelge.4.4.2. 10°C depolanan alabalık filetolarının toplam aerobik bakteri sayılarına (25°C'de 3 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	38
Çizelge.4.4.3. 10°C depolanan alabalık filetolarının toplam aerobik bakteri sayılarına (37°C'de 2 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	39
Çizelge.4.5. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetoların laktik asit bakteri sayım sonuçları (log cfu/g).....	40
Çizelge.4.6. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetoların <i>Enterobacteriaceae</i> sayım sonuçları (log cfu/g).....	41
Çizelge.4.7. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayım sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	41
Çizelge.4.8. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan filetoların <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	42
Çizelge.4.9. 10°C'de depolanan alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	43
Çizelge.4.10. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetoların maya-küf sayıları (log cfu/g).....	45

Çizelge.4.11. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> sayıları (log cfu/g).....	45
Çizelge.4.12. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge.4.13. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	46
Çizelge.4.14. 10°C'de depolanan filetoların <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	47
Çizelge.4.15. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N (mg/100g) değerleri.....	49
Çizelge.4.16. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	50
Çizelge.4.17. 10°C'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	51
Çizelge.4.18. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerleri (μmol/kg).....	51
Çizelge.4.19. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge.4.20. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	53

Çizelge.4.21. 10°C’de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	53
Çizelge.4.22. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarına ait pH değerleri.....	55
Çizelge.4.23. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge.4.24. 10°C’de depolanan filetoların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	56
Çizelge.4.25. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının Ldeğerleri.....	56
Çizelge.4.26. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının +a değerleri.....	57
Çizelge.4.27. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının +b değerleri.....	57
Çizelge.4.28. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının L değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge.4.29. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının +a değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge.4.30. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının +b değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge.4.31. 10°C’de depolanan alabalık filetolarının L*değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	59
Çizelge.4.32.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C’de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri (10°C’de 7 gün) sayım sonuçları (log cfu/g).....	60

Çizelge.4.32.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri (25°C 'de 3 gün) sayım sonuçları (log cfu/g).....	61
Çizelge.4.32.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri (37°C 'de 2 gün) sayım sonuçları (log cfu/g).....	61
Çizelge.4.33.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (10°C 'de 7 gün) ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge.4.33.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (25°C 'de 3 gün) ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge.4.33.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (37°C 'de 2 gün) ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.34.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (10°C 'de 7 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	64
Çizelge 4.34.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (25°C 'de 3 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	64
Çizelge 4.34.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (37°C 'de 2 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	65
Çizelge 4.35.1. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (10°C 'de 7 gün) ait ortalamaların (log	

cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	65
Çizelge 4.35.2. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (25°C 'de 3 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	65
Çizelge 4.35.3. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (37°C 'de 2 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	66
Çizelge.4.36. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayım sonuçları (log cfu/g).....	69
Çizelge.4.37. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayım sonuçları (log cfu/g).....	70
Çizelge.4.38. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları..	71
Çizelge.4.39. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	72
Çizelge.4.40. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	72
Çizelge.4.41. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	74
Çizelge.4.42. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> sayıları (log cfu/g).....	75
Çizelge.4.43. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait varyans	

analiz sonuçları.....	76
Çizelge.4.44. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	76
Çizelge.4.45. 4±1°C'de depolanan alabalık filetolarının <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	77
Çizelge.4.46. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N (mg/100 g) değerleri.....	79
Çizelge.4.47. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N (mg/100 g) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	80
Çizelge.4.48. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	80
Çizelge.4.49. 4±1°C'de depolanan filetoların TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	81
Çizelge.4.50. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan filetoların TBARS (µmol/kg) değerleri.....	83
Çizelge.4.51. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan filetoların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	83
Çizelge.4.52. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	84
Çizelge.4.53. 4±1°C'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	85
Çizelge.4.54. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C'de	

depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının pH değerleri.....	87
Çizelge.4.55. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	87
Çizelge.4.56. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	88
Çizelge.4.57. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların Ldeğerleri.....	89
Çizelge.4.58. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların +a değerleri.....	89
Çizelge.4.59. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların +b değerleri.....	90
Çizelge.4.60. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının L*değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	90
Çizelge.4.61. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının +a değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	91
Çizelge.4.62. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının +b değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	91
Çizelge.4.63. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların Ldeğerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	92
Çizelge.4.64. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların +a değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	92
Çizelge.4.65. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların L*değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	93

Çizelge.4.66. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların +a değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	93
Çizelge.4.67. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının duyuşal analiz sonuçları (genel görünüm, koku).....	95
Çizelge.4.68. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetoların genel görünüm puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	96
Çizelge.4.69. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetoların koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	96
Çizelge.4.70. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının duyuşal analizlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (genel görünüm).....	97
Çizelge.4.71. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının duyuşal analizlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (koku).....	97
Çizelge.4.72. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların duyuşal analizlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (genel görünüm).....	97
Çizelge.4.73. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların duyuşal analizlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (koku).....	98

1.GİRİŞ

Su ürünlerinin insan beslenmesindeki yeri son derece önemlidir. Son yıllarda sağlıklı beslenme bilincinin yaygınlaşması sonucu talep eğrilerinde beyaz ete, özellikle balık eti lehine bir kayma gözlenmektedir. Hayvansal protein ihtiyacının büyük oranda su ürünlerinden karşılandığı gelişmekte olan ülkeler için, balık ve diğer su ürünleri üretimi ve özellikle balık yetiştiriciliği, önemli bir döviz kaynağı ve istihdam sahası oluşturmaktadır (Aras vd 1997).

Günümüzde, gıdaların kimyasal bileşimine önemli ölçüde dikkat edilmektedir. İnsanların çoğu yağ, kolesterol ve sodyumun yüksek seviyelerinin sağlığa olan olumsuz etkilerinin farkındadırlar. Doğal, taze ve sağlıklı gıdaları tüketmeye doğru bir eğilim vardır. Bu sebeple doymamış yağlar ve özellikle de ω -3 yağ asitleri ile olan ilgilerinden dolayı balık ve balık ürünlerinin tüketim popülaritesi gün geçtikçe artmaktadır (Regenstein and Regenstein 1991, Ghazala 1994, Sikorski 1990).

Balıklar et kalitelerinin ve besin değerlerinin yüksekliğinden dolayı özellikle son yıllarda oldukça fazla tercih edilen gıdalardır. Ancak, balıklardaki lipidler, proteinler ve protein tabiatında olmayan azotlu bileşikler ölüm sonrası biyokimyasal reaksiyonlara maruz kalırlar. Ayrıca, balık bozulmaya neden olan mikroorganizmalar için çok iyi bir substrat olması nedeniyle çok çabuk bozulabilen bir gıdadır. Normal buzdolabı depolama şartları altında bu ürünlerin raf ömrü; mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bozulmalarla sınırlandırılır (Ashie *et al.* 1996).

Balıkların mikrobiyolojik özellikleri iç ve dış faktörlere bağlıdır. İç faktörler; su aktivitesi (a_w), besin içeriği, pH, oksidasyon/redüksiyon potansiyeli (Eh) gibi faktörlerdir. Balıkların mikrobiyolojik olarak bozulmasında etkili olan önemli iç faktörler balık etinin postmortem pH'sının çok yüksek olması (genellikle $pH > 6$) ve fazla miktarda protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerin mevcudiyetidir. Önemli dış faktörler ise; balıkların canlı iken ve işlenmesi esnasındaki çevreden olan

kontaminasyon ve sıcaklık faktörleridir (Gram and Huss 1996, Ünlütürk ve Turantaş 1999, Koutsomanis and Nychas 2000).

Genel olarak sağlıklı bir balığın eti hemen hemen sterildir, fakat mukus ve sindirim sistemi birçok bakteriyel florayı içerir. Ölümden hemen sonra bu bakteriler gelişmeye başlar ve bu gelişme ile balığın lezzet, koku ve tekstüründe değişiklikler yaparak bozulmaya neden olurlar (Gram1992, Soyer 1999, Svertsvik *et al.* 2002).

Balıklar ile ilişkili olan mikroorganizmalar balıkların yaşadıkları akuatik çevreyi yansıtmaktadır. Ilık sulardan alınan balıkların mikroflorasında psikrotrofik, aerobik ya da fakültatif anaerobik Gram(-) çubuk şekilli bakteriler ve özellikle *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Photobacterium* ve *Aeromonas* bulunur. Sıcak sulardan taze olarak yakalanan balıklar genellikle *Micrococcus*, *Corynebacterium* ve *Bacillus* gibi G(+) mezofilik bakteriler taşırlar. Diğer taraftan soğuk su türlerinde *Moraxella*, *Flavobacterium*, *Vibrio* cinsi psikrofilik G(-) bakteriler dominant florayı oluşturur (Stammen *et al.* 1990). Deniz sularında genellikle gelişmeleri için sodyuma ihtiyaç duyan halofilik *Vibrio*, *Photobacterium* ve *Shewanella putrefaciens* gibi G(-) bakteriler baskın olarak bulunurken, tatlı sularda *Moraxella*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus* ve *Corynebacterium* cinsi bakteriler baskın durumdadır. Ayrıca potansiyel bir patojen olan *Clostridium botulinum* ile *Salmonella*, *Listeria* ve *Shigella* cinsi bakteriler havuzlarda yetiştirilen alabalık ve salmon fingerlingleri üzerinde bulunabilir (Anonymous 1984).

Balık kasları yakalanma anında steril olmalarına rağmen; yüzeyden, bağırsaklardaki bakterilerden ve avlama ve işleme esnasındaki uygulamalardan hızla kontamine olurlar. Depolama ile 1-2 hafta içinde mikroflorada değişiklik meydana gelir. Soğukta muhafazada psikrotrofik *Pseudomonas* ve *Shewanella* dominant hale geçer. Daha yüksek sıcaklıklarda (25°C gibi) bozulmaya neden olan mezofilik *Vibrionaceae* ve özellikle kirli sulardan yakalanmışsa *Enterobacteriaceae* dominant hale geçer. Aerobik olarak depolanan balıklarda bozulma ile ilgili gelişme tipik olarak G(-) psikrotrofik

çubuklardan ibarettir. Bu nedenle aerobik olarak buzda depolamada flora hemen hemen yalnızca *Pseudomonas* ve *S.putrefaciens*'ten oluşur. Modifiye atmosfer ile muhafaza edilen balıklarda bu bakteriler CO₂ tarafından güçlü bir şekilde engellenir. Anaerob şartlarda ise bozulmaya CO₂'ye dayanıklı G(+) neden olmaktadır (Gram 1992).

Su ürünlerinin bozulması ve tazeliğinin kaybı çok büyük oranda mikrobiyal kontaminasyon sonucu oluşan aktivitelerle meydana gelmesine rağmen; bağırsaklardan sızan ve ayrıca kas dokusunda da olan endojen enzimler tarafından kontrol edilen otolitik reaksiyonlar da bozulmada rol oynar (Küçüköner ve Küçüköner 1990). Balıkta ölüm sonrası (post-mortem) durumda metabolik aktivite için önemli ATP'nin tükenmesi ile aktin ve myosin proteinleri arasında oluşan köprüler kırılmaz ve aktomyosin oluşur ve sonuçta rigor-mortis şekillenir. Rigor mortis durumunda ise balık kası elastikiyetini kaybeder, sert-katı durumuna geçer. Post rigor döneminde endojen enzimlerin faaliyeti sonucu dokuda gevşeme başlar, balığın lezzet, renk ve tekstüründe değişiklikler, yumuşamalar meydana gelir (Soyer 1999).

Balıkların bozulmasında otolitik enzimlerden kaynaklanan hidroperoksit oluşumun yanısıra kimyasal bozulma olarak adlandırılan lipid oksidasyonu (oksidatif ransidite) ve enzimatik olmayan esmerleşme olayları da rol oynamaktadır. 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. Kimyasal bozulmanın diğer bir türü de enzimatik olmayan esmerleşmedir. Bu olay otooksidatif lipid reaksiyonu ürünlerinin proteinlerle interaksiyonu sonucu oluşur ve balık etinde istenmeyen renk değişikliğine neden olur. Ayrıca balık kasında ölüm sonrası meydana gelen biyokimyasal olaylar sonucu lipidlerin yanısıra proteinler ve protein olmayan azotlu bileşikler de değişikliğe uğramakta ve bazı uçucu bileşikler oluşarak kalite kaybına neden olmaktadır (Gennari *et al.* 1999, Ashie *et al.* 1996).

Taze balıklar yukarıda da açıklandığı üzere, sahip oldukları biyolojik kompozisyonları (yüksek su aktiviteleri (a_w), yüksek pH'ları ve otolitik enzimleri) nedeni ile çok çabuk bozulabilen gıdalardır. Bu ürünlerin tüketimine olan eğilim yalnızca kalitesine değil güvenilirliğine de olmalıdır. Çünkü su ürünlerindeki potansiyel sağlık riskleri özellikle çok uzun süreli uygun olmayan şartlarda taşınmaları sırasında ortaya çıkmaktadır. Tüketiciler satın almış oldukları ürünleri olabildiğince uzun süre taze olarak muhafaza edebilmek istemekte; bu durum satışa sunulabilme süresini artırdığından satıcı tarafından da tercih edilmektedir (Metin *et al.* 2002). Muhafaza metodları genellikle avlamadan depolama ve tüketime kadar geçen süre içinde, işleme ve dağıtım esnasında tazelik ve kalitenin devamını sağlamak amacına yöneliktir. Balık muhafazasının amacı; balıkların besleyici değeri, duyu kalitesi ve güvenirliliği ile ilgili arzu edilmeyen değişimleri önlemektir. Bu da balıktaki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu önlemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Sikorski 1990).

Çabuk bozulan bu ürünlerin kalitesini sürdürerek uzun süreli raf ömrü elde etmek için, araştırmacılar uzun yıllardan beri çalışmaktadırlar. Bu amaçlarla bazı teknikler geliştirilmiştir. Tütsüleme, kurutma ve tuzlama, genellikle bozulmaya neden olan mikroorganizmaların faaliyetlerini engellemek ve otolitik enzimleri inaktive etmek için su aktivitesini düşürmek amaçları ile yapılır. Ancak bu muhafaza metodları raf ömrünün uzamasını sağlarken, balığın tazeliğini önemli ölçüde değiştirirler. Raf ömrünü uzatmak amacı ile geliştirilen diğer metodlar genellikle taze balıkların karakteristiklerini korumaktadırlar. Bu metodlar geleneksel metodlar ve yeni metodlar olarak iki kısımda incelenebilir. Geleneksel metodlara düşük sıcaklıkta depolama, dondurma ve kimyasal muameleler, yeni metodlara ise düşük dozlu radyasyon, yüksek basınç uygulaması, modifiye atmosferde ambalajlama (MAP) örnek olarak verilebilir. Geleneksel metodlarda en önemli sorun artan enerji maliyetleridir. Dolayısı ile balık işleme endüstrisinde, etkili bir şekilde raf ömrünü uzatan, taze olarak pazarlama sağlayan, koruyucu ve katkı maddesi içermeyen ve aynı zamanda enerji maliyeti düşük bir

muhafaza metodu olan modifiye atmosferde ambalajlama tekniği son yıllarda sıkça kullanılmaktadır (Ghazala 1994, Sorheim *et al.* 1997).

Balık muhafazasında modifiye atmosferde ambalajlama tekniği, balıklarda dayanma süresini uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek amacı ile ambalaj içi gaz atmosferinin değıştirilerek, balığın yapısına uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile balıkların ambalajlanması işlemidir. Modifiye atmosferde uygulanan temel teknik işlem, ambalaj ortamındaki havanın çıkarılarak yerine bir gaz veya gaz karışımı verilerek ambalajın kapatılmasıdır (Farber 1991, Üçüncü 2000, Sverstsvik *et al.* 2002).

Modifiye atmosferde ambalajlamada kullanılan diğer bir teknik ise vakum ambalajlamadır. Vakum ambalajlamada temel prensip havanın ambalajdan alınıp hermetik olarak kapatılmasıdır (Young *et al.* 1988, Keleş 2002).

MAP'de gaz olarak çoğunlukla CO₂, N₂ ve O₂ gazları, nadiren de CO ve Ar gazları kullanılır. Herbir gaz MAP ile ambalajlanan balıklar üzerinde farklı ve spesifik rol oynar (Philips 1996, Topal 1996, Sorheim *et al.* 1997, Church 1998).

Karbondioksit, karışımındaki en önemli gazdır. Ambalajlanan balıktaki mikroorganizmalar üzerinde bakteriostatik ve fungustatik etkiye sahiptir. Balıklarda tipik olarak bozulmaya neden olan *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Flavobacterium* ve *Achromobacter* gibi G(-), psikrotrofik aerobik mikroorganizmaların, küflerin ve mayaların gelişmesini önler. Bakteri hücrelerinin enzim sistemini bozar. Bakterilerin membran potansiyelini değıştirerek yaşamalarını engeller, lag fazını (adaptasyon fazı) uzatır ve logaritmik faz esnasında gelişme oranını düşürerek bakteriostatik etkisini gösterir. Bu gaz pH'yı düşürür, ancak bir süre sonra pH tekrar çıkar. Ortam pH'sının düşmesi ile aside karşı duyarlı organizmaların gelişmesi engellenir ve laktik asit bakterileri gibi nispeten kabul edilebilir mikroorganizmalar gelişebilir (Wolfe 1980, Church 1994).

Karbondioksitin suda ve yağda oldukça yüksek çözünülebilirliği vardır. Sıcaklık arttıkça çözünürlük düşer. Bu yüzden CO₂'den maksimum antimikrobiyal etkiyi alabilmek için MAP ile ambalajlanmış balıklar mümkün olduğunca soğukta muhafaza edilmelidir. CO₂'nin optimal konsantrasyonu balık türüne göre değişir. Ancak genelde kırmızı etlerde görülen myoglobinin oksidasyonu balıklarda görülmediği için maksimum koruma elde etmek amacı ile yüksek konsantrasyonlar tavsiye edilir. CO₂ nispeten balıkta da çözündüğü için ambalajda çökmelere sebep olabilir. Bu nedenle %40-60 CO₂ seviyeleri, balıklar için maksimum antimikrobiyal etkiye ve minimum tekstür bozulmasına neden olur ve renk problemlerini minimuma indirir. Balıklar ayrıca %100 CO₂ şartlarında da ambalajlanabilir. Bu şekilde ambalajlandığında da koruma maksimum olur. Depolama süresinin sonunda ambalaj açıldığında da CO₂'nin bakteriostatik etkisi belirli bir süre daha devam eder. Buna CO₂'nin mikroorganizmayı durdurucu etkisi denir (Ogrydziak and Brown 1982, Daniels *et al.* 1984, Dixon and Kell 1989, Regenstein and Regenstein 1991).

Azot, inert bir gazdır ve balıklar üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Kimyasal olarak etkisizdir ve antimikrobiyal özelliklere sahip değildir. Su ve yağda çözünürlüğü azdır. MAP'de esas olarak CO₂'yi absorblayabilen ürünlerde ambalajın çökmesini önlemek için doldurucu gaz olarak kullanılır. Ayrıca fazla yağlı balıklarda O₂ yerine karışıma doldurularak oksidatif ransidite gibi kimyasal bozulmayı, ransit tat ve koku oluşumunu ve küf gelişimini engeller (Church and Parsons 1995, Cann 1985).

Oksijen, ransiditeyi ve bozulmaya neden olan toksin üretici mikroorganizmaların gelişmesini artırdığı için genellikle su ürünlerinde modifiye atmosferde ambalajlama yapılırken uzaklaştırılır. Ancak bazı durumlarda O₂'nin varlığı anaerobik bozulmayı ve *C. botulinum*'dan kaynaklanan botulizmi engellediği için ve kırmızı et ve kırmızı etli balıklarda (tuna, sarı kuyruk gibi) etin kırmızı rengini sürdürmesi için metmyoglobinin oluşumu ile kahverengiye dönüşmesini geciktirdiği ve azalttığı için kullanılır (Ogrydziak and Brown 1982, Boskou and Debevere 1997, Üçüncü 2000).

MAP'de bu gazların yanı sıra çok nadiren Argon ve CO kullanılır. CO, CO₂'ye ilave edilerek istenmeyen renk değişimlerini ve bazı küf ve mayaların gelişimini engeller. Argon ise N₂ gibi inert bir gazdır ancak daha ağırdır. Molekül ağırlığı nedeni ile ambalajın içinde havanın yerine geçmektedir. Ancak, MAP için oldukça pahalı bir gazdır (Wolfe 1980, Sorheim *et al.* 1997).

MAP'de kullanılan gaz kompozisyonu balığın türüne göre değişir. Genel olarak beyaz etli balıklar için %40 CO₂; %30 O₂, %30 N₂ tavsiye edilirken; yağlı balıklar için ise %40-60 CO₂; %40 N₂ oranları tavsiye edilir. Bunun yanında %100 CO₂ kullanımı da balıkların MAP'le ambalajlanması için uygundur (Curch 1994, Farber 1991).

MAP işleminden önce taze balıklar tazyikli su ile iyice yıkanır. Ardından bir ön işlem uygulanarak istenilen şekle göre (fileto, biftek v.s.) balık parçalanır. Balık, ambalaj materyali içine konur. Daha sonra MAP makinesine yerleştirilen ambalajın havası çekilir ve uygun gaz karışımı ile doldurulur ve kapatılır. MAP'de kullanılan ambalaj materyalinin gaz geçirgenliğinin düşük olması gerekmektedir (Cann 1985).

Modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinin, üretici, nakliyecisi, satıcı ve tüketici açısından birçok avantaja sahip olduğu bildirilmiştir. Bu şekilde ambalajlama; raf ömrünü uzatır, ürünün daha uzak mesafelere taşınmasını sağlar ve dağıtım masraflarını azaltır. Nakil aracı, soğutucu ve depo hacmi azalır, ekipman ve saha verimi artar. Ürünün ayrımı kolaylaşır. Koruyucu madde kullanımı azalır. Dağıtım ve perakende seviyesindeki zedelenmeler, işgücü ve temizleme giderleri azalır. Satış noktalarında mağazanın kapanışına kadar taze ve bol ürün bulunması sağlanır, çabuk satılamadığı için bozulma ve geri gönderilme riski önlenir. Renk, aroma gibi kayıplar en aza iner. Bununla birlikte; daha yüksek kalitede ürün, yüksek kalitede sunum ve temiz görünüm sağladığından, müşterinin beğenisini sağlar. Mükemmel marka ve reklam olanağı temin eder. Dayanıklı ürün temin edildiğinden ekonomik kayıplar azalır (Wolfe 1980, Young *et al.* 1988, Farber 1991).

MAP'in bu avantajları yanı sıra, yalnızca taze balık kullanılması, her ürün için ayrı gaz oranlarının belirlenmesi, sıcaklığın dikkatlice kontrol edilmesi, gaz karışımından etkilenmeyen ambalaj materyali kullanılması, ambalajlama, depolama ve dağıtımının soğuk şartlarda yapılması gibi bazı hususların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca, ürünün üzerine özellikle raf ömrünün belirtildiği bir etiket yapıştırılmalı ve tecrübeli elemanlarla çalışılması gerekmektedir (Cann *et al.* 1983, Wolfe 1980, Farber 1991, Varlık ve Metin 2000).

En önemli gıda ambalajlama tekniklerinden biri olan MAP ile ilgili olarak özellikle deniz balıkları üzerine dünyada çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ülkemizde de konunun önemi anlaşılmış, ancak henüz yeterince çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile, bölgemizde üretimi gittikçe artan bir tatlı su balığı türü olan gökkuşağı alabalıklarının (*Onchorynchus mykiss*) modifiye atmosfer yöntemi (MAP) ile ambalajlayarak daha uzun süre muhafaza edilmelerinin sağlanması amaçlanmaktadır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzün en önemli gıda ambalajlama tekniklerinden biri olan modifiye atmosferle ambalajlamanın orjini bu yüzyılın ilk yarısında Kidd ve West'in araştırmalarına dayanmaktadır. Bu iki araştırmacı etin raf ömrü ile ilgili çalışmalarında yüksek CO₂ konsantrasyonunun ortamda mikrobiyolojik faaliyetleri yavaşlattığını ve böylece ürünün raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir. Temel olarak MAP'i destekleyen araştırmalar dağıtım işlemleri ve büyük ölçekli depolamayı gerçekleştirmek amacıyla yönelik olarak, 1950'lerin sonunda gerçekleştirilmeye başlanmış ve 1970'lerin ortasından beri yaygın olarak uygulanmaktadır (Erdoğan ve Acar 1996).

Su ürünlerinin CO₂ ile ambalajlanarak raf ömrünün incelenmesi çalışmaları ilk olarak 1930'ların başında İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya'da bazı bilim adamları (KILLEFER 1930, COYNE 1932, 1933) tarafından gerçekleştirilmiş ve %100 CO₂'li bir atmosferdeki balıkların aynı sıcaklık ve normal atmosfer şartlarındaki kontrol balıklarından 2-3 kat daha uzun süre taze kalabildikleri görülmüştür. Hatta 27°C'deki morina balıklarının %100 CO₂'li atmosferde birkaç gün sonra bile iyi bir kondüsyonda oldukları bildirilmiştir (Finne 1982).

Parkin *et al.* (1981) kayabalığı filetoları ile yaptıkları çalışmada; filetoları iki farklı atmosferde (%80 CO₂+%20 hava karışımı ve normal hava) ambalajlayarak depolamışlardır. Bu şekilde ambalajlanan balıkların mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal değişikliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına dayanılarak normal hava ile karşılaştırıldığında modifiye atmosfer ile ambalajlanan balıkların raf ömrünün uzadığını tespit etmişlerdir. Duyusal analiz sonucunda da modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların depolamanın 13. gününe kadar iyi kalitelerini sürdürdüklerini belirtmişlerdir.

Fey and Regenstein (1982) tarafından kırmızı mezgıt ve salmon balıkları %1'lik potasyum sorbat ile muamele edilerek, %60 CO₂, %20 O₂ ve %20 N₂'li modifiye

atmosfer ile ambalajlanıp 1°C'de depolanmıştır. Araştırma sonunda balıkların potasyum sorbat ile muamele edilerek modifiye atmosferde ambalajlanması ile 1 ay süre ile muhafaza edildikleri ve duyusal olarak bu sürenin sonunda da kabul edilebilir oldukları bildirilmiştir. TBA analizleri neticesinde modifiye atmosferdeki O₂ seviyesinin salmon balıklarında bile ransiditeye neden olmadığı belirlenmiştir.

Cann *et al.* (1983) yapmış oldukları çalışmada beyaz etli morina balığı, siyah etli (yağlı) ringa balığı ve tütsülenmiş uskumru balıkları üzerine yaptıkları bir araştırmada; balıkları %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂ ve %60 CO₂, %40 N₂ ile ambalajlamışlar ve raf ömürlerini araştırılmıştır. Araştırma sonucunda %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂ ile ambalajlanan morinalarda kalite indeksi kullanılarak bu atmosferin raf ömrünü %40-80 arasında uzattığını belirlenmiştir. Hem %40 CO₂, %30 N₂, %30 O₂ hem de %60 CO₂, %40 N₂ ile ambalajlanan ringa balıklarının raf ömürlerinin tespitinin daha belirsiz olduğu; bakteriyolojik ve kimyasal kriterler açısından morina balıklarına benzedikleri bildirilmiştir. Duyusal analizler sonucunda vakum ambalajların kontrol grubundan daha uzun raf ömrü sağlayamadıkları rapor edilmiştir. Ayrıca, %40 CO₂, %30 N₂ ve %30 O₂ atmosferde ambalajlanan morina balıklarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu balıkların duyusal olarak da raf ömürlerinin kontrol grubundan daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı araştırmacılar tarafından yapılan diğer bir çalışmada aynı atmosferlerde ambalajlanan tütsülenmiş uskumru balıklarının raf ömürlerinin kontrol grubundan farklı olmadığı da bildirilmiştir.

Scott *et al.* (1984) yapmış oldukları bir çalışmada snapper balığı filetolarını vakum ve gaz ile ambalajlayarak 30°C'de depolamışlardır. Araştırmacılar modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların, normal havada depolanan balıkların iki katı daha uzun raf ömrüne sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Stenström (1985) tarafından morina balık (*Gadus morhua*) filetoları 6 farklı atmosfer ortamında (normal hava; %50 CO₂-%50 N₂; %50 CO₂-%50 O₂; %90 CO₂-%10 N₂; %100 CO₂ ve %90 CO₂-%10 O₂) ambalajladıktan sonra; 2°C'de depolanmış ve depolama süresince filetolar üzerindeki mikroflorayı incelenmiştir. Normal havada depolamada 6 gün sonra total aerobik bakteri sayısının 5x10⁷ cfu/g'a ulaştığı ve dominant mikroflorayı *A. putrefaciens* 'in oluşturduğu, geri kalan kısmını da *Pseudomonas* türlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 26 ile 34. leri arasında *Lactobacillus* spp. ve *A. putrefaciens* dominant bozulma yapan flora olarak farklı gaz karışımlarında belirlenmiş ve total bakteri sayısı 3x10⁵–2x10⁷ cfu/g olarak belirlenmiştir.

Barnett *et al.* (1987) tarafından yapılan bir diğer modifiye atmosfer ambalajlama çalışmasında gökkuşağı alabalıklarının bir grubu %2.3'lük (w/w) potasyum sorbat ile muamele edildikten sonra modifiye atmosferde (%80 CO₂+%20 O₂) ve diğer bir grup da yalnızca CO₂ ile yüksek ve düşük yoğunlukta yarı geçirgen polietilen ambalaj materyali ile ambalajlanmış ve buzdolabı şartlarında depolanmıştır. Mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal analizler sonucunda modifiye atmosferde ambalajlamanın gökkuşağı alabalıklarının buzdolabındaki raf ömürlerini uzattığını, potasyum sorbat ile muamele edilen grupta bakteriyel gelişmenin biraz daha yavaş olduğu ancak, raf ömürlerinin sadece modifiye atmosferde ambalajlanan balıklarla aynı olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizler sonucunda her iki gruptaki balıkların da 25. güne kadar marjinal olarak kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

Garcia and Genigeorgis (1987) taze salmon doku homojenizatlarına *Clostridium botulinum*'un proteolitik olmayan tiplerini (B, E ve F) 7 farklı seviyede inokule ettikten sonra, 3 farklı atmosferde (vakum, %100 CO₂, %70 CO₂-%30 hava) ambalajlayarak 1, 4, 8, 12, 16 ve 30°C'lerde olmak üzere 6 farklı sıcaklıkta depolamışlardır. Toksin oluşumu 30, 16 ve 12°C'de ilk olarak sırasıyla 1, 2 ve 6. günlerde belirlenmiştir. 8°C'de vakumda 12. günde, gaz ambalajlı örneklerde 9. günde toksin saptanmıştır. 4°C'de vakumlu örneklerde 15. günde de toksin belirlenirken, %100 CO₂ ve %70 CO₂'de 60. günde toksin tespit edilmemiştir.

Silva and White (1994) tarafından yapılan bir araştırmada; normal şartlarda %25 ve %80 CO₂ içeren modifiye atmosfer ortamlarında ambalajlanan ve 2 ile 8°C’de 4 hafta süreyle depolanan kanal kedi balığı filetolarının duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda en iyi uygulamanın yüksek konsantrasyonda CO₂ ile ambalajlama ve 2°C’de depolamanın olduğu belirtilmiştir.

Reddy *et al.* (1994) tarafından yapılan çalışmada tilapia balığı filetoları %75 CO₂-%25 N₂; %50 CO₂-%50 N₂; %25 CO₂- %75 N₂ ile %100 hava şartlarında yüksek bariyerli ambalajlama materyalinde ambalajlandıktan sonra 4°C’de depolanmıştır. Duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler neticesinde %100 hava ile ambalajlanan filetoların 9 gün sonra bozuldukları; modifiye atmosfer ile ambalajlanan balıkların raf ömrünün bu balıklardan 4 ile 21 gün daha uzun olduğu tespit edilmiştir.

Reddy *et al.* (1995) tarafından tilapia balığı filetoları üzerinde yapılan bir çalışmada, filetolar %100 normal atmosfer ve %75 CO₂-%25 N₂ atmosferde ambalajlandıktan sonra buzdolabı sıcaklığında (4°C) ve uygun olmayan sıcaklık şartlarında (8 ve 16°C) depolanmış ve kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlerle bozulma karakteristikleri incelenmiştir. Normal atmosferde (%100 hava) ambalajlanan filetoların raf mr 4°C’de 9 ile 13 gün arasında iken, 16°C ‘de 3 ile 6 güne kadar düştüğü; modifiye atmosferle ambalajlanan filetoların raf ömrünün ise 4°C’de 25 günün üzerinde çıktığı rapor edilmiştir. Ancak yüksek sıcaklıklarda (8 ve 16°C) depolanan modifiye atmosferde ambalajlanmış filetoların raf ömrünün daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

Randell *et al.* (1995) %80 N₂ ve %20 CO₂ kullanarak ambalajlanan marine edilmiş gökkuşağı alabalıklarında ambalajın sızdırmazlığının balıkların duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda balıkların raf ömürlerinin toplam kalite bakımından 20 gün olduğunu; ambalaj materyalinin O₂ geçirgenliğinin yüksek olmasının mikrobiyolojik gelişmeyi hızlandırdığını ve dolayısıyla raf ömrünü az da olsa azalttığını tespit etmişlerdir.

Morina balığı filetoları üzerinde yapılan bir çalışmada 6°C'de yapılan muhafazada dört farklı gaz kompozisyonunun (%60 CO₂-%10 O₂-%30 N₂; %60 CO₂-%20 O₂-%20 N₂; %60 CO₂ -%40 O₂; %60 CO₂- %30 O₂- %10 N₂) etkisi incelenmiştir. Depolamanın 3, 4, 5, 6 ve 7. günlerinde filetolarda bakteriyolojik sayımlar ile total volatil baz-azotu (TVB-N), trimetilamin (TMA) ve pH analizleri yapılmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlama genel olarak mikrobiyal gelişmeyi inhibe etmiş fakat TVB ve TMA oluşumunda sınırlı etki göstermiştir. Depolamanın dördüncü gününden sonra TVB ve TMA değerleri oldukça yüksek çıkmıştır (Debevere and Boskou 1996).

Reddy *et al.* (1996); tilapia filetoları üzerine yapmış oldukları çalışmada taze filetoları %100 hava, %75 CO₂-%25 N₂ ve vakum olmak üzere 3 farklı atmosferde ambalajlamışlar ve buzdolabı sıcaklığında (4°C) ve daha yüksek sıcaklıklarda (8 ve 16°C) depolamışlar ve bu şartlarda balıklar üzerinde *C. botulinum*'ün toksin oluşturma riskini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda 16°C'de depolanan bütün filetolarda toksin oluşumunun duysal bozulma ile aynı zamanda, 8°C'de normal hava ile ambalajlanan filetolarda duysal bozulmadan 7 gün sonra, modifiye atmosferde ambalajlanan filetolarda 23 gün sonra toksin gelişiminin gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Buzdolabı sıcaklığında (4°C) ise modifiye atmosfer ambalajların hiçbirisinde toksin gelişmediğini bildirmişlerdir. Böylece muamelelerin ve sıcaklıkların hiçbirisinde toksin gelişiminin duysal bozulmadan önce olmadığı belirtilmiştir.

Pastoriza *et al.* (1996); mezgıt balıkları (*Merluccius merluccius*) üzerine yaptıkları bir çalışmada; balıkları 5 farklı atmosferde (%40 CO₂-%50 N₂-%10 O₂; %60 CO₂-%30 N₂-%10 O₂; %40 CO₂- %30 N₂- %30 O₂ ve normal hava (kontrol)) ambalajladıktan sonra 2 ± 1°C'deki sıcaklıkta buzda depolamışlardır. Depolamanın belirli günlerinde balıkların pH, TVB, TMA değerleri ile mikrobiyolojik ve duysal (renk ve koku) özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda MAP'nin mezgıt balıklarında raf ömrünü iki katına çıkardığı tespit edilmiştir. MAP ile bakteriyel faaliyetin sınırlandığı ve pH, TMA ve TVB artışının engellendiği ve 21 gün sonra bile balıkların tazeliğini ve kalitesini sürdürdüğünü bildirmişlerdir.

Randell *et al.* (1997); gökkuşağı alabalığı ve ringa balığının filetolarını streç film, vakum ve modifiye atmosfer (%35 CO₂-%32.5 Ar- %32.5 N₂, %35 CO₂-%65 Ar ve %40 CO₂-%60 N₂) uygulayarak ambalajlamışlar ve ambalajlanmış filetoları 2°C'de depolamışlardır. Bu ambalajların karşılaştırılması sonucunda streç filmle ambalajlanan filetolarda mezofilik bakterilerin çok hızlı bir şekilde geliştiği, vakum ve gaz ambalajlamada ise oldukça yavaş bir gelişme seyri gösterdikleri tespit edilmiştir. Koliform grubu bakteriler yönünden yapılan karşılaştırmada ise streç film ve vakum ambalajlamadaki gelişmenin gaz ambalajlamaya oranla çok daha hızlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca gaz ambalajlamanın üç tipindeki alabalık ve ringa filetolarının duyu kalitelerinin oldukça çok benzerlik gösterdiği ve Ar içeren gaz karışımlarının filetoların raf ömürlerini uzatmada etkili olmadığı rapor edilmiştir.

Reddy *et al.* (1997) modifiye atmosfer ve vakum uygulayarak ambalajlanan taze kültür salmon balık filetoları üzerinde yaptıkları çalışmada, *C. botulinum*'un toksin oluşturma özelliği ile filetoların raf ömrünü incelemişlerdir. Kültür şartlarında yetiştirilen taze salmon filetolarının düşük gaz geçirgenliğine sahip ambalaj materyalleri ile %100 hava, %75 CO₂-%25 N₂ ve vakum şartlarında ambalajlandıktan sonra düşük (4°C) ve yüksek (8 ve 16°C) sıcaklıklarda depolamışlardır. Depolamanın belirli günlerinde yapılan kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler sonucunda raf ömrünün depolama sıcaklığının azalması ile orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir. Kimyasal bozulmanın ise sıcaklığın artışı ile birlikte arttığı bildirilmiştir. Toksin oluşumunun modifiye atmosferde ambalajlanan filetolarda 16°C'de duyu bozulmadan önce gerçekleştiği, 8°C'de duyu bozulma ile birlikte olduğu az da olsa modifiye atmosferin bu sıcaklıkta da toksin oluşumunu geciktirdiği ve 4°C'de hiçbir modifiye atmosfer ambalajlı fileto üzerinde toksin gelişmediği, duyu bozulmadan 20 gün sonra bile toksin görülmediği rapor edilmiştir.

Pastoriza *et al.* (1998) yaptıkları bir çalışmada mezgit balıklarının raf ömrü üzerine modifiye atmosferde ambalajlama (%50 CO₂-%45 N₂-%5 O₂) ve sodyum klorür muamelesinin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla balıkların bir grubunu ambalajlamadan önce sodyum klorür (%5'lik NaCl) çözeltisine 5 dakika daldırmışlar ve

depolanmışlardır. Balıklar üzerine uyguladıkları kimyasal ve duyuşal analizler sonucunda modifiye atmosfer ile ambalajlanan balıkların normal atmosferde (kontrol) ambalajlanan balıklara göre 2 gün daha uzun raf ömrüne sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bununla birlikte sodyum klorür çözeltisine daldırıldıktan sonra modifiye atmosferde ambalajlanan (NaCl+MAP) balıkların raf ömürlerinin kontrol grubundan 8 gün daha uzun olduğunu tespit etmişlerdir.

Gobantes *et al.* (1998) astaxanthin ve canthaxanthin içeren yemle beslenen gökkuşığı alabalık filetolarının raf ömrünü ve renk stabilitesini vakum şartlarda 4°C’de incelemişlerdir. Araştırma sonunda kabul edilebilir mikrobiyolojik sınıra depolamanın 5. gününde ulaştığını (10^6 cfu/g) dolayısı ile vakum ambalajlı gökkuşığı alabalığı filetolarının 4°C’de raf ömürlerinin 5 gün olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan TBARS analizleri neticesinde 5. günde astaxanthin ve canthaxanthin konsantrasyonunun azalması ile TBARS değerinde bir artış tespit etmişlerdir. Depolamanın 11. gününde maksimum TBARS değerleri tespit edildiğinde canthaxanthin seviyesinde ikinci bir artış olduğu bildirilmiştir. Ayrıca karotenoid konsantrasyonlarındaki düşüşün renk parametrelerine yansımadağı belirlenmiştir.

Guldager *et al.* (1998) modifiye atmosferde ambalajladıktan sonra -20°C’de iki hafta süreyle muhafaza edilen morina filetoları (*Gadus morhua*) incelemişlerdir. Araştırmacılar donmuş MAP örneklerini çözündürme işlemini müteakip 2°C’de depolamışlar ve elde edilen sonuçları MAP uygulanarak ambalajlanan filetolar ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar modifiye atmosfer ortamında depolanan taze morina filetolarının raf ömürlerini 11-12 gün, donmuş çözünmüş morina filetolarının ise 20 günden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun nedeni olarak dondurma esnasında filetolar üzerindeki özellikle bozulmaya neden olan *Photobacterium phosphoreum*’un inaktif olmasının olduğu bildirilmiştir. Ancak yapılan kimyasal ve duyuşal analizler sonucunda çözünmüş filetolarda mevcut olan trimetilamin oluşumu, amin kokusu ve tadı, taze filetolarda tespit edilmemiştir. Sonuçta, modifiye atmosfer ambalajlamada çiğ balık materyali olarak donmuş balık kullanmanın, üretim ve dağıtımda biraz daha uzun süre kazancıdan başka, kaliteli ve dayanıklı ürün elde edilmesi üzerine hiçbir katkısının

olmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca, çözünmüş balıklarda daha fazla dimetilamin oluşumu, daha yüksek derecede sızıntı suyu ve lezzet kaybı meydana geldiği bildirilmiştir.

Devlieghere *et al.*(1998) modifiye atmosfer ambalajlamada kullanılan CO₂'in mikroorganizmalar üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar CO₂'in su fazında çözünme oranının pH, gaz-ürün oranı, başlangıçtaki %CO₂ seviyesi, depolama sıcaklığı gibi bazı özelliklere bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu özelliklerle ilişkili olarak %CO₂'in modifiye atmosferde bazı bakterilerin gelişiminin engellenmesi üzerine etkili olan esas önemli gaz olduğunu bildirmişlerdir.

Lopez-Galvez *et al.* (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, dil balığı filetoları %20 CO₂-%80 hava ve %40 CO₂-%60 hava ile iki farklı modifiye atmosferde ambalajladıktan sonra 2°C'de depolanmıştır. Duyusal analizler neticesinde %20 CO₂ ile ambalajlanan filetoların raf ömrünün 4 gün, %40 CO₂ ile ambalajlanan filetoların ise 8 gün olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik ve kimyasal analizler sonucunda ise %40 CO₂'in kalitenin korunması ve raf ömrü açılarından daha etkili bir oran olduğu belirlenmiştir.

Amanatidou *et al.* (2000) taze Atlantik salmon balıklarının raf ömürlerini modifiye atmosfer ve yüksek basınç uygulamaları altında incelemişlerdir. Araştırmacılar salmon balıklarının bir grubuna 10 dakika yüksek basınç uygulayarak vakum ambalajlama yapmış ve 5°C'de depolamışlardır. Diğer bir grubu ise basınç uygulamadan %50 O₂-%50 CO₂ şartlarında modifiye atmosfer ambalajlayarak yine 5°C'de depolamışlardır. Araştırma sonucunda yüksek basınç uygulanarak 5°C'de depolanan gruptaki balıklarda yalnızca 2 günlük bir raf ömrü uzaması tespit etmişlerdir. Modifiye atmosferde ambalajlanan ikinci grupta 4 günlük bir raf ömrü artışı olduğunu tespit etmişlerdir. Her iki uygulamanın da yapıldığı üçüncü grupta ise mikrobiyolojik gelişmenin 18. güne kadar bozulma sınırına ulaşmadığını, renkteki değişme ve oksidatif ransiditenin tam olarak gerçekleşmediğini bildirmişlerdir.

Özogul *et al.* (2000) yapmış oldukları çalışmada Atlantik ringa balıklarını buzda, modifiye atmosfer (%60 CO₂+%40 N₂) ve vakum ambalajlama yaparak balıkların kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerini incelemişlerdir. Kimyasal ve mikrobiyolojik analizler neticesinde modifiye atmosfer ve vakum ambalajlama yapılarak $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan balıkların buzda depolananlarla karşılaştırıldığında depolamanın 10. gününde kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir, bununla birlikte duysal analizlerle de raf ömrünün modifiye atmosferde ambalajlanan balıklarda 10 gün, vakum uygulanarak ambalajlanan balıklarda ise 8 gün olduğu rapor edilmiştir.

Ordonez *et al.* (2000) tarafından yapılan çalışmada mezgit balığı (*Merluccius merluccius*) biftekleri iki farklı modifiye atmosferde (%20 CO₂ - %80 normal hava ve %40 CO₂ - %60 normal hava) ambalajlanarak 2°C'de depolanmıştır. Depolamanın belirli günlerinde yapılan mikrobiyolojik, kimyasal ve duysal analizler sonucunda normal hava ile karşılaştırıldığında %20 CO₂ ile 4 gün, %40 CO₂ ile 11 gün raf ömrü uzaması tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik ve kimyasal analizler neticesinde %40 CO₂'li atmosferin mezgit balığı biftekleri için en etkin ambalajlama tipi olduğu bildirilmiştir.

Metin *et al.* (2000) gökkuşağı alabalığından balık salamı yaparak, modifiye atmosferin balık salamı üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında; balık salamlarını üç gruba ayırmışlardır. Birinci grubu normal havada ambalajlayarak kontrol grubu oluşturmuşlar, ikinci grubu %5 O₂-%35 CO₂-%60 N₂ atmosfer ile ambalajlamışlar, üçüncü grubu ise %30 CO₂ ve %70 N₂ gaz karışımı ile ambalajlama yapmışlardır. Tüm gruplardaki balık salamlarında yaptıkları kimyasal, mikrobiyolojik ve renk analizleri sonucunda normal hava ile ambalajlanan kontrol grubu balık salamlarının depolamanın 30. gününde bozulduğunu, modifiye atmosfer ile ambalajlama yapılan balık salamlarında ise 45 günden önce bozulma gerçekleşmediğini; dolayısı ile modifiye atmosfer ile ambalajlamanın balık ve balık ürünlerinin raf ömürlerinin uzatılması için kullanılabilecek çok yararlı bir teknoloji olduğunu bildirmişlerdir.

Gibson *et al.* (2000) yaptıkları bir çalışmada proteolitik olmayan *Clostridium botulinum* tip B ve E'yi 5°C ve 10°C'de izole ederek NaCl (%0.5-4.5, w/v), pH (5.5-6.5) ve modifiye atmosferin (%10 H₂+%90 N₂, %5 CO₂+%10 H₂+%85 N₂ ve %100 CO₂) kombine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarında tüm atmosferlerde NaCl seviyesi arttıkça ve pH seviyesi 6'nın altına düştükçe *C. botulinum* gelişmesinin yavaşladığı tespit edilmiştir. Atmosferlerin karşılaştırılması sonucunda %100 CO₂'in *C. botulinum*'un gelişmesini daha fazla engellediği ve bu etkinin inkübasyon sıcaklığı 5°C olduğunda daha da arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre düşük sıcaklıklarda CO₂'nin *C. botulinum* gelişmesini engellediği ve ayrıca NaCl konsantrasyonu ve ortamın pH'sının da etkili olduğu bildirilmiştir.

Dufresne *et al.* (2000) modifiye atmosfer ambalajlanan gökkuşağı alabalıkları üzerine yaptıkları bir çalışmada, ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliğinin ve ambalaj içindeki oksijen oranının *Clostridium botulinum* tip E'nin toksin üretimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, farklı O₂ geçirgenliğine sahip filmlerle ve farklı O₂ oranları ile gökkuşağı alabalığı filetolarını modifiye atmosferde ambalajlamışlar ve 12°C'de depolamışlardır. İnceledikleri grupların tümünde alabalıklar üzerinde 5 gün içinde; ambalajın içindeki başlangıç O₂ seviyesinden etkilenmeksizin toksik etki göstermişlerdir. Bununla birlikte bozulmanın toksin oluşumundan önce meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar çok düşük gaz geçirgenliğine sahip gaz bariyerli filmlerle ambalajlanan filetolarda 4-5 gün içinde toksik etki görülmüştür. Aynı filetolarda toksik etki bozulmanın hemen ardından gerçekleşmiştir.

Erkan vd (2000) yaptıkları bir çalışmada paneli alabalık marinatu hazırlayarak modifiye atmosferde ambalajlama teknolojisinin raf ömrü üzerine etkisini incelemişlerdir. Örnekler üç farklı atmosferde (kontrol grubu (hava), %5 O₂-%35 CO₂-%60 N₂ ve %30 CO₂-%70 N₂) ambalajlanarak depolanmışlardır. Duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin depolamanın 90. gününden itibaren, modifiye atmosfer ile ambalajlanan grupların ise 120. günde bozuldukları tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda modifiye atmosferde ambalajlamanın bu ürünün raf ömrünü uzatmada etkili olduğu bildirilmiştir.

De la Hoz *et al.* (2000) tarafından yapılan araştırmada, normal hava (kontrol) ve CO₂ oranı artırılmış (CO₂/ hava; %20/80 ve %40/60, v/v) atmosfer ile ambalajlanan ve 2°C’de depolanan alabalık bifteklerinde depolanma süresince meydana gelen mikrobiyolojik, biyokimyasal ve duyusal değişiklikler incelenmiştir. Duyusal analizler neticesinde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %40 oranında CO₂ içeren ambalajlar 15 gün, %20 CO₂ içeren ambalajların ise 6 gün daha fazla raf ömrüne sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, 2°C’de muhafaza edilen alabalıklara ait mikrobiyolojik ve biyokimyasal sonuçlara göre %40 CO₂ ile zenginleştirilmiş modifiye ambalajlamanın en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir.

Lyhs *et al.* (2001); yapmış oldukları bir çalışmada; vakum ambalajlanarak 3 ve 8°C’lerde depolanan şeker ve tuz ilave edilerek hazırlanmış gökkuşağı alabalık ürününün mikrobiyolojik kalitesini, duyusal özelliklerini ve raf ömrünü araştırmışlardır. Mikrobiyolojik analizler sonucunda 3°C’de depolanan vakum ambalajlı balıklarda 27 gün sonra hem mezofilik hem de psikrotrofik bakterilerin 10⁶-10⁷ cfu/g seviyesine; 8°C’de depolanan balıklarda ise 10⁷-10⁸ cfu/g seviyesine ulaştığı bildirilmiştir. Ayrıca, 10⁶-10⁷ cfu/g seviyesinin sınır değer olduğu bildirilmiştir. Diğer bakterilerin sayılarının ise bu sayılardan daha az olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analizler neticesinde her iki sıcaklıkta da bozulmanın kötü koku ya da tipik amonyak kokusu ve rengin koyulaşması ile karakterize edildiği rapor edilmiştir. Araştırmacılar, mikrobiyolojik ve duyusal analizlere dayanarak bu tip ürünün vakum ambalajlanarak 3°C depolanması ile raf ömrünün 20 gün; 8°C’de depolanması ile 18 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Ruiz Capillas ve Moral (2001a) tarafından yürütülen bir çalışmada, dört farklı kontrollü atmosferde (%60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂; %40 CO₂-%40 O₂-%20 N₂; %60 CO₂-%40 O₂ ve %40 CO₂-%60 O₂) muhafaza edilen mezigit balıklarının (*Merluccius merluccius L.*) depolama süresi boyunca biyogenik amin seviyeleri incelenmiştir. Potansiyel olarak mezigit balıklarında oldukça toksik bir amin olan histamin miktarının depolama boyunca oldukça düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Depolama boyunca en yüksek seviyede oluşan aminin kadaverin olduğu gözlenmiştir. Spermidin ve putresin seviyelerinin depolamanın başında oldukça yüksek olduğu; ancak agmatin ve triamin

aminlerinin ham materyal kaynağında bulunamadığı bildirilmiştir. Seviyesi daha önce artmaya başlayan agmatin hariç biyojenik aminlerdeki artışın depolamanın 12. gününden itibaren gözlemlendiği rapor edilmiştir. Kadaverin ve agmatinin depolama süresince göstermiş oldukları davranışlarından dolayı kontrol indeksi olarak kullanılabilecekleri bildirilmiştir. Değişik atmosferlerdeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının spermidin üretimini etkilemediği gözlenmiştir. Araştırma sonucunda %60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂ içeren kontrollü atmosferdeki CO₂'in biyojenik aminlerin oluşumunda etkili olmadığı, fakat O₂'in yüksek konsantrasyonunun biyojenik aminleri inhibe ettiği tespit edilmiştir

López-Caballero *et al.* (2001) farklı gaz karışımlarının (%60 CO₂-%40 O₂; %60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂; %40 CO₂-%60 O₂ ve %40 CO₂-%40 O₂-%20 N₂) *Shewanella putrefaciens*'in gelişmesi ve metabolik aktivitesine etkilerini model sistemde incelemişlerdir. Araştırmalarında bozulmuş mezgit balıklarından izole edilen TMA, kötü koku ve biyojenik amin üretimine yol açan *S. putrefaciens* suşunu, dört farklı gaz kompozisyonu ve normal hava altında kültüre alarak incelemişlerdir. Üç haftalık bir inkübasyondan sonra kontrol grubu olan normal hava şartlarındaki grupta 15. günde en yüksek mikrobiyal gelişim ve en yüksek TMA konsantrasyonu ve çok şiddetli kötü koku oluşumu, yüksek miktarda putresin ve kadaverin, az miktarda da histamin oluşumu tespit edilmiştir. Kontrollü atmosferde ise TMA, kötü koku ve biyojenik amin oluşumunun azaldığı görülmüştür. %40 CO₂-%60 O₂ karışımının bakteriyel gelişmeye önemli derecede etkili olduğu; %60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂ karışımında ise etkinin daha az olduğu tespit edilmiştir. En az putresin ve histamin oluşumunun da %40 CO₂- %60 O₂ ortamında olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte en yüksek histamin oluşturan grubun %40 CO₂-%40 O₂ ve %20 N₂ gaz karışımı olduğu rapor edilmiştir.

Ruiz-Capillas ve Moral (2001b) tarafından yapılan çalışmada; 4 farklı kontrollü atmosferde (%60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂; %40 CO₂-%40 O₂-%20 N₂; %60 CO₂-%40 O₂ ve %40 CO₂-%60 O₂) 33 gün depolanan mezgit balıklarının (*Merluccius merluccius* L.) depolama süresince serbest amino asitleri incelenmiştir. Mezgit balığının kaslarında treonin, glutamik asit, glisin, alanin, β-alanin, triptofan, 1- metil histidin ile anserinin

fazla miktarlarda bulunduđu bildirilmiřtir. Anserin, bařlangıřta en ylık konsantrasyonda tespit edilmiřtir. Depolama suresi ilerledikçe; anserin konsantrasyonunun dűřtűđű, en az dűřűřűn %60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂ karıřımını iřeren kontrollű atmosferde saklanan balıklarda olduđu gűrűlműřtir. Depolamanın sonunda anserinin en dűřűk seviyesinin en ylık O₂ seviyesini iřeren atmosferde (%40 CO₂-%60 O₂) olduđu rapor edilmiřtir. Diđer gruplardaki dűřűř seviyesinin hemen hemen aynı olduđu tespit edilmiřtir. Anserin, 1-metil histidin ve beta alanindeki dűřűřle birlikte mezgit balıđının depolanması suresince kaslardaki triptofan aminoasitinde bir ylık gelme gűzlenmiřtir. Buradan anserin ve triptofanın her ikisinin de dondurulmű mezgit balıklarında kalite kontrol indeksi olarak kullanılabileceđi sonucuna varılmıřtır.

Ruiz Capillas ve Moral (2001c) tarafından yapılan diđer bir ęalıřmada ise; 12 gűn sureyle űç farklı gaz karıřımı (%60 CO₂-%15 O₂-%25 N₂; %80 CO₂-%20 O₂ ve %40 CO₂-%40 O₂-%20 N₂) ve iki farklı atmosfer (modifiye ve kontrollű) kořullarında muhafaza edilen ve daha sonra (30. gűne kadar) buzda geleneksel olarak saklanan mezgit balıkları (*Merluccius merluccius*) űzerinde CO₂'in kalıntı etkisini fiziksel, kimyasal ve duysal analizler ile incelemiřlerdir. Raf űmrűnűn uzatılmasında kontrollű atmosferin modifiye atmosfere oranla daha etkili olduđu tespit edilmiřtir. En dűřűk TMA-N, TVB-N seviyeleri ylık CO₂ konsantrasyonunda belirlenmiřtir. Ancak, bu űrneklerin duysal analizlerde en dűřűk puanları aldıkları saptanmıřtır. Duysal analizlerde en ylık puan %60 ve %40 CO₂ gaz karıřımında tespit edilmiřtir. Ayrıca %40 O₂ iřeren atmosferde muhafaza edilen űrneklerde oksidatif ransiditenin problem oluřturmadıđı rapor edilmiřtir.

Modifiye atmosferde ambalajlamanın alabalık burgerlerinin raf űműrleri űzerine etkisinin incelediđi bir ęalıřmada; alabalık burgerleri atmosferik hava (kontrol); A grubu (%5 O₂-%35 CO₂-%60 N₂) ve B grubu (%30 CO₂-%70 N₂) řeklinde űç farklı atmosferde ambalajlanmıřtır. Ambalajlanan tűm gruplar 4±1°C'de depolanmıřtır. Burgerlerde yapılan mikrobiyolojik, kimyasal ve duysal analizler sonucunda normal hava ile ambalajlanan kontrol grubu burgerlerin raf űműrlerinin 21 gűn, modifiye atmosferde ambalajlanan diđer grupların raf űműrlerinin ise 35 gűn olduđu tespit

edilmiştir. Ancak, toplam bakteri yükünün yüksekliği nedeni ile, ürünün bu kadar uzun sürelerde tüketilmesinin riskli olduğu, bu nedenle antimikrobiyal madde kullanılmasının tavsiye edilebileceği bildirilmiştir (Metin 2002).

Giménez *et al.* (2002) yapmış oldukları bir çalışmada gökkuşağı alabalığı filetoalarını farklı gaz oranlarında (%10 O₂-%50 CO₂-%40 N₂; %10 O₂-%50 CO₂-%40 Ar; %20 O₂-%50 CO₂-%30 N₂; %20 O₂-%50 CO₂-%30 Ar; %30 O₂-%50 CO₂-%20 N₂; %30 O₂-%50 CO₂-%20 Ar), vakum ve normal hava ile ambalajlayarak 1±°C'de depolamışlardır. Depolamanın belirli günlerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal analizler neticesinde modifiye atmosferde ambalajlamanın vakum ve normal hava ile ambalajlananlarla karşılaştırıldığında önemli bir raf ömrü uzaması sağladığı tespit edilmiştir. Modifiye atmosferde N₂ ve Ar gazları arasında önemli bir fark olmadığı, en iyi gaz karışımının %10 O₂-%50 CO₂-%40 N₂ / Ar olduğu bildirilmiştir.

Lyhs *et al.* (2002) vakum uygulanarak ambalajladıktan sonra 3 veya 8°C'de depolanan şeker ve tuz ilave edilerek hazırlanan gökkuşağı alabalıklarından, bozulmayı müteakiben laktik asit bakterilerini izole etmişlerdir. Araştırmacılar bozulmaya uğramış vakum ambalajlı örneklerden toplam 296 laktik asit bakterisi suşu izole etmiş ve moleküler bir yöntem kullanarak karakterize ve tanımlamışlardır. *Lactobacillus sakei*, *L. curvatus*, ve *Carnobacterium piscicola* türleri üç önemli tür olarak tanımlanmıştır. Sadece bir izolat *C. divergens* olarak belirlenmiştir. En fazla *Carnobacterium* cinsi bakteriler 3°C'de depolanan örneklerde belirlenmiştir. *L. sakei* türleri ise en fazla 8°C'de depolanan bozulmuş örneklerde tespit edilmiştir.

Metin *et al.* (2002) gökkuşağı alabalığı salatasını modifiye atmosferde (O₂: CO₂: N₂ = 1:7:12 ve CO₂: N₂= 3:7) ambalajladıktan sonra normal hava ile ambalajlanan kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırmışlardır. Ambalajlanan alabalık salataları 4°C'de 14 gün süre ile depolanmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlanan grubun duyuşsal özelliklerinin kontrol grubu salatalara oranla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Uygulanan mikrobiyolojik ve kimyasal analizler neticesinde; kontrol grubunun kabul edilebilirlik

sınırına 7 günde ulaştığı, modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerin ise 14. gününe kadar kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre modifiye atmosfer ambalajlamanın mikrobiyal aktivite ve duyuşal değışiklikleri azalttığı ayrıca, örneklerin raf ömürlerini yaklaşık %50 oranında uzattığı rapor edilmiştir.

Emborg *et al.* (2002) modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan ve 2°C’de depolanan taze ve donmuş-çözünmüş salmon balıklarının mikrobiyal bozulma ve biyojenik amin yönünden incelemişlerdir. Mikrobiyolojik analizler neticesinde taze balıklarda bozulmaya neden olarak raf ömrünü sınırlayan bakteri türünün *Photobacterium phosphoreum* olduğu, bozulmaya yakın bu bakterinin 10⁶ cfu/g’dan daha fazla olduğu ve raf ömrünün 14-21 günle sınırlı olduğu, ancak *P. phosphoreum*’un yüksek seviyesine rağmen, histamin seviyesinin duyuşal bozulmanın gerçekleşmeden önce 20 mg/kg’dan daha az olduğu belirlenmiştir. Dondurulduktan sonra çözündürülerek modifiye atmosferde ambalajlanan ikinci grup salmonlarda ise raf ömrünün 1-2 hafta daha uzun olduğu, bozulmaya neden olan dominant mikroflorada *Carnobacterium piscicola* bakterisinin baskın olduğu ve raf ömrünün sonunda tyramin seviyesinin 40 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre modifiye atmosferde ambalajlanan taze salmon balıklarında bozulmaya neden olan *P. phosphoreum* bakterisinin dominant olduğu ve az miktarda biyojenik amin oluşturduğu, dondurulan balıklarda ise bu bakteri gelişiminin engellendiğı belirtilmiştir.

Lopez-Caballero *et al.* (2002) yaptıkları bir çalışmada modifiye atmosfer ambalajlarındaki CO₂/O₂ içeriğinin pembe karidesler (*Parapenaeus longirostris*) üzerine etkisini incelemişlerdir. Karidesleri iki farklı gaz karışımı (%40 CO₂-%30 O₂-%30 N₂ ve %45 CO₂-%5 O₂-%50 N₂) ile ambalajlayarak, depolamanın belirli günlerinde mikrobiyolojik ve kimyasal analizlere tabi tutmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre modifiye atmosferde ambalajlanan karideslerin; normal atmosferde ambalajlanan ve buzda depolanan karideslerle karşılaştırıldığında mikrobiyolojik ve kimyasal bakımdan daha iyi durumda oldukları bildirilmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede Kullanılan Balık Materyali

Araştırmada balık materyali olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Yavru Alabalık Araştırma ve Üretim Tesislerinden temin edilen ortalama 200 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır.

3.1.2. Denemede Kullanılan Ambalaj Materyali

Araştırmada ambalajlama materyali olarak UPM (UPM-Kymmene Corporation Walki Films, Finland) firmasından temin edilen, 15x25 cm boyutlarında OPA/EVOH PE'den (Oriented Poliamid EVOH Polietilen) 15 mikron, polietilen 50 mikron, toplam 65 mikron müteşekkil materyal (O_2 geçirgenliği $5 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 / \text{gün.atm.} 23^\circ\text{C}$; N_2 geçirgenliği $1 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 / \text{gün atm.} 23^\circ\text{C}$, CO_2 geçirgenliği $23 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 / \text{gün.atm. } 23^\circ\text{C}$ ve su buharı geçirgenliği $15 \text{ g/m}^2 / \text{gün.atm. } 38^\circ\text{C}$) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Planı

Araştırmada iki farklı deneme kurulmuştur. Depolama sıcaklığı birinci denemede 10°C , ikinci denemede 4°C olarak alınmıştır. Birinci deneme 5 farklı atmosferde ambalajlama (Hava, vakum, %100 CO_2 , %2,5 O_2 - %7.5 N_2 -%90 CO_2 , %30 O_2 -%30 N_2 -%40 CO_2) ve 5 farklı depolama süresi (0, 1, 2, 3, 4. gün) esas alınarak 5x5 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. İkinci

denemede de aynı plan uygulanmış ancak 8 farklı depolama süresi (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14. gün) esas alınmıştır (5x8 faktöriyel düzen) (Yıldız ve Bircan 1994).

3.2.2. Fileto Hazırlanması

Fileto hazırlamak için yakalanan gökkuşağı alabalıkları laboratuvara alınarak iç organları temizlenmiştir. Laboratuvar tezgahları üzerine yan olarak yerleştirilen balıkların solungaç kapaklarının altından kuyruk yüzgeçlerine kadar olan dorsal ve abdominal kasları içine alan blok şeklindeki et kısmı keskin bistüriler vasıtasıyla ayrılmıştır. Balık ters çevrilerek aynı işlem uygulanmış ve kılçıklar, kuyruk ve solungaçlarla birlikte baş kısımları ayırt edilerek derili filetolar elde edilmiştir (Sikorski 1990).

3.2.3. Filetoların Ambalajlanması ve Depolanması

Filetoların ambalajlanması işleminde Multivac (Multivac A 300/16, Sepp Haggenmüller, D 87787 Wolfertschwenden, Germany) gaz ambalajlama makinesi kullanılmıştır. Filetolar 5 gruba ayrılmıştır. Birinci grup normal hava şartlarında ambalajlanarak kontrol grubunu oluşturmuştur. İkinci grup filetolara vakum ambalajlama uygulanmıştır. Üçüncü grup filetolar %100 CO₂ ile ambalajlanmıştır. Dördüncü grup %2,5 O₂- %7.5 N₂-%90 CO₂ gaz karışımı ile ambalajlanmıştır. Beşinci gruptaki filetolar ise %30 O₂-%30 N₂-%40 CO₂ verilerek ambalajlanmıştır.

Birinci denemede filetolar ambalajlandıktan sonra 10 ±1°C'de 4 gün, ikinci denemede 4 ±1°C'de 14 gün süreyle depolanmışlardır.

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için 25 g örnek alınmış ve üzerine 225 ml steril fizyolojik su (%0.85'lik NaCl) ilave edilerek Stomacher (Lab Stomacher Blander 400-BA7021, Sewardmedical)'de homojenize edilmiştir. Bu homojenizattan 1 ml alınarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Araştırmada bütün ekimler iki paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar $\log_{10}$ cfu/g olarak verilmiştir.

3.2.4.1. Total Aerobik Bakteri Sayımı

Total aerobik bakteri sayımı için üç farklı inkübasyon sıcaklığı seçilmiştir. Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları 10°C'de 7 gün (Lyhs *et al.*, 2001) 25°C'de 3 gün ve 37°C'de 2 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda 20-300 arasında koloni ihtiva eden petri kutuları sayılarak total aerobik bakteri sayıları belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993).

3.2.4.2. Laktik Asit Bakteri Sayımı

Besiyeri olarak De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS, pH 5.7, Merck)'in kullanıldığı laktik asit bakteri sayımında da yüzeye yayma yöntemi uygulanmıştır. Uygun dilüsyonlardan ekim yapılan petri kutuları 30°C'de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen kolonilere katalaz testi uygulanmış ve katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993).

3.2.4.3. Enterobacteriaceae Sayımı

Enterobacteriaceae sayımında besiyeri olarak Violet Red Bile Dekstrose Agar (VRBD, Merck) kullanılmıştır. Yüzeye yayma metoduna göre ekimi yapılan petri kutuları

30°C’de 2 gün anaerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda çapı 1 mm’nin üzerinde olan koloniler sayılarak *Enterobacteriaceae* sayısı tespit edilmiştir (Amanatidou *et al.* 1993).

3.2.4.4. Maya-Küf Sayımı

Maya-küf sayımı için sterilizasyondan sonra pH’sı %10’luk tartarik asit ile 3.5’e ayarlanmış Potato Dextrose Agar (PDA, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapıldıktan sonra petri kutuları 25°C’de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda sayım yapılarak örneklerdeki maya-küf sayısı belirlenmiştir (Anon 1992).

3.2.4.5. *Pseudomonas* Sayımı

Pseudomonas sayımında besiyeri olarak Ceftrimid-Fusidin-Cephaloridin Agar (CFC, Oxoid) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma metoduna göre ekim yapılmıştır. Petri kutuları 25°C’de 2 gün aerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen kolonilere oksidaz testi uygulanmış ve oksidaz (+) olan koloniler *Pseudomonas* olarak değerlendirilmiştir (Lyhs *et al.* 2001).

3.2.5. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Filetoların renk değerlerinin belirlenmesi için doğrudan balık kasında ölçüm yapılmıştır. Diğer analizlerde ise örneklerin aseptik şartlarda bistüri vasıtasıyla ince ince parçalanmalarından sonra analiz numunesi alınmıştır.

3.2.5.1. Renk Yoğunluğunun Ölçümü

Örneklerin renk yoğunluklarının ölçümünde Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japon) kolorimetre cihazı kullanılarak L^* , a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir. L^* , a^* ve b^* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l'Eclairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Buna göre; L^* : $L^*=0$, siyah; $L^*=100$, beyaz (koyuluk/açıklık); a^* ; $+a^*=$ kırmızı, $-a^*=$ yeşil ve b^* ; $+b^*=$ sarı, $-b^*=$ mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Amanatidou *et al.* 2000, Gobantes *et al.* 1998).

3.2.5.2. TVB-N Miktarının Belirlenmesi

Balıkların total volatil baz-azot miktarı Anon (1988) tarafından verilen yöntemle göre belirlenmiştir. Buna göre, küçük parçalar haline getirilen örneklerden paralelli olarak 10'ar g ($10g \pm 0.1g$) alınarak, üzerlerine 90 ml 0,1 N perklorik asit çözeltisi ilave edilmiş, karışım Ultra Turrax'ta (IKA Werk Tp 18-10 20.000 rpm) 1-2 dakika homojenize edildikten sonra, filtre kağıdı (Faltenfilter Ø150 mm, hızlı filtre edebilen) ile filtre edilmiştir. Elde edilen ekstraktten 50 ml alınarak üzerine 1-2 damla fenol fitalein (1g/100ml etanol, %96'lık) ve birkaç damla köpük kırıcı (Silicone Antifoam, Emulsion; 30% in Water, Fluka) ve 6.5 ml %20'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi (20g/100ml) ilave edildikten sonra su buharı distilasyonuna geçilmiştir.

Distilat erlenine 100 ml borik asit çözeltisi (3g/1000ml, çözelti günlük olarak kaynatılıp soğutulmuş saf sudan hazırlanmıştır) ve 3-5 damla indikatör (2g metil kırmızısı ve 1g metilen mavisi; 1000ml etanol; %96) damlatılmıştır.

Su buharı distilasyon sistemi 10 dakikada 100 ml distilat toplanacak şekilde ayarlanmış ve elde edilen distilat 0.1 N HCl çözeltisi ile gri renk oluncaya kadar titre edilmiştir.

Balıklardaki total volatil baz-azot miktarı, titrasyonda harcanan HCl çözeltisi dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Total volatil baz-azot miktarı (mg/100 g)} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0.1 \times 14 \times 200 \times f}{m}$$

V_1 : Titrasyonda harcanan HCl (ml)

V_0 : Kör için harcanan HCl (ml)

m : Örnek miktarı (g)

f : 0.1 N HCl çözeltisinin faktörü

3.2.5.3. Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerinin Belirlenmesi

Thiobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem takip edilmiştir. Bu yöntemle göre; küçük parça haline getirilen örneklerden paralelli olarak 1'er gram doku alınmış üzerine 6 ml TCA solüsyonu (%7.5 TCA, %0.1 EDTA, %0.1 propil gallat, 1-propil gallat 3 ml etanolde çözündürülmüştür) eklenmiştir. Karışım 15-30 sn homojenize edildikten sonra Whatman 1 filtre kağıdından geçirilmiştir.

Elde edilen filtrattan bir tüp içine 1 ml alınarak üzerine 1 ml 0.02M TBA çözeltisi (2.338g/lTBA) ilave edilmiştir. Bu karışımlar su banyosunda 100°C'de 40 dakika tutulmuştur. Su banyosundan alındıktan sonra 5 dakika çeşme suyu altında soğutulmuştur. Soğutulan karışım santrifüj tüplerine aktarıldıktan sonra 2000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminde elde edilen süpernatant alınarak absorbansı spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda (Shimadzu, UV 160) ölçülmüştür. Kör için 1ml TCA ekstraktına 1ml TBA çözeltisi ilave edilmiş ve örnek için uygulanan aşamalar aynı şekilde yapılmıştır. Köre karşı okunan absorbans değerleri ile TEP (1,1,3,3, tetraetoksipropan) ile hazırlanan standart eğriden elde edilen değer

aşağıdaki formüle uygulanarak TBARS değeri (μmol Malonaldehit/kg doku) hesaplanmıştır.

$$\text{TBARS} = \left(\frac{(\text{abs/k}) \times 2}{1000} \right) \times 6.8 \times 1000$$

Örnek miktarı (m)

k: Standart eğriden elde edilen değer

m: Örnek miktarı

abs: Örnek için okunan absorbans değeri

3.2.5.4. pH Değerinin Belirlenmesi

Küçük parçalar haline getirilmiş örneklerden paralelli olarak 10'ar gram alınarak üzerine 100'er ml saf su ilave edilmiş, karışım Ultra Turrax'ta 1dakika homojenize edildikten sonra pH metre (SCHOTT, Lab Star pH) ile pH değerleri ölçülmüştür. pH metre ölçüm yapılmadan önce 4.00 ve 7.00'lık tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Gökalp vd 2001).

3.3. Duyusal Değerlendirme

Beş farklı atmosferde ambalajlanarak $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetoalarının duyusal değerlendirmesi 6 panelist tarafından yapılmıştır. Pannelde hedonik tip skala (1-5) kullanılmış (Barnett *et al.* 1987) ve kullanılan panel formu çizelge. 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge.3.1. Farklı Atmosfer Koşullarında Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarının Duyusal Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Panel Değerlendirme Formu.

Panelistin Adı ve Soyadı:					Tarih
Örnek No:					
Alabalık Filetosu Panel Değerlendirme Formu (Hedonik Tip Skala Sistemi, 1-5)					
Genel Görünüş					
Koku					
1: Çok Kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok İyi Not: Genel görünüşün değerlendirilmesinde renk ve yapıyı da dikkate alınız.					

3.4. İstatistikî Analizler

Araştırma verileri, Minitab paket program kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1980).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. 10°C'de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Bulgular

4.1.1. 10°C'de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.1.1.1. Toplam Aerobik Bakteri Sayısı

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının toplam aerobik bakteri sayım sonuçları (10°C'de 7 gün, 25°C'de 3 gün ve 37°C'de 2 gün) sırasıyla çizelge 4.1.1., 4.1.2. ve 4.1.3.'te verilmiştir.

Çizelge.4.1.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının toplam aerobik bakteri (10°C) sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	3.4	3.8	3.8	3.7	3.5	3.4	3.7	3.5	3.6	3.6
1	4.4	5.3	4.4	4.3	3.9	3.3	3.5	3.6	3.5	4.6
2	6.2	5.8	6.3	5.6	4.6	4.1	5.5	4.9	5.2	5.2
3	8.0	7.4	7.7	6.7	6.3	5.3	6.0	6.1	6.6	6.9
4	8.1	8.2	7.8	7.1	6.9	5.6	6.9	5.0	7.9	6.6

Çizelge.4.1.2. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetoalarının toplam aerobik bakteri (25°C) sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	3.4	3.2	3.2	3.4	3.3	3.0	3.2	3.2	3.1	3.3
1	5.4	5.2	4.3	4.1	3.5	3.0	3.5	3.3	3.3	4.2
2	6.3	5.8	5.4	5.8	4.4	3.9	5.5	4.9	5.2	4.7
3	7.9	7.0	7.9	6.9	4.4	3.9	6.2	6.7	6.3	7.4
4	8.2	8.1	7.7	7.1	7.0	5.5	6.8	5.7	7.9	6.7

Çizelge.4.1.3. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetoalarının toplam aerobik bakteri (37°C) sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.3	2.5	2.0	2.3	2.2	2.6	2.1	2.7	2.4	2.8
1	3.1	4.6	3.5	3.7	3.2	3.0	2.4	3.0	2.3	3.8
2	5.1	5.5	4.7	5.6	3.6	3.3	4.8	3.9	4.1	4.5
3	6.9	7.5	7.1	6.6	5.1	4.1	4.5	6.5	5.6	5.8
4	7.2	8.1	7.0	6.3	6.5	4.3	6.0	5.3	7.1	6.4

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10 °C'de depolanan gökkuşağı alabalığı toplam aerobik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.2.1, 4.2.2. ve 4.2.3.'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre; farklı atmosfer koşullarında ambalajlama gökkuşağı alabalığı filetoalarında toplam aerobik bakteri sayıları (log cfu/g) üzerinde çok önemli etkiye sahiptir ($p<0.01$). Ana varyasyon kaynaklarından depolama süresi de

filetoların toplam bakteri sayıları üzerine çok önemli ($p<0.01$) derecede etkili olmuştur. Ancak her üç inkübasyon sıcaklığında tespit edilen verilere ait varyans analiz sonuçlarına göre depolama sıcaklığı x atmosfer interaksyonu istatistiki bakımdan önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır (çizelge 4.2.1., 4.2.2., 4.2.3.)

Çizelge.4.2.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların toplam aerobik bakteri (10°C’de 7 gün) sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	23.13	83.64**
Atmosfer (A)	4	3.31	11.95**
DxA	16	0.27	0.98
Hata	25	0.28	

** $p<0.01$

Çizelge.4.2.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların toplam aerobik bakteri (25°C’de 3 gün) sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	28.60	118.65**
Atmosfer (A)	4	3.53	14.64**
DxA	16	0.30	1.23
Hata	25	0.24	

** $p<0.01$

Çizelge.4.2.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların toplam aerobik bakteri (37°C’de 2 gün) sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama süresi (D)	4	29.59	72.00**
Atmosfer (A)	4	3.50	8.52**
DxA	16	0.49	1.20
Hata	25	0.41	

**p<0.01

Farklı atmosfer koşullarında (vakum, %100 CO₂, %2.5 O₂+%7.5 N₂+%90 CO₂, %30 O₂+%30 N₂+%40 CO₂) ambalajlanan filetolar ile kontrol grubu filetoların 10°C’de 7 gün süreyle yapılan inkübasyon sonunda belirlenen toplam aerobik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.3.1.’te verilmiştir. çizelge 4.3.1.’den de görüldüğü üzere en yüksek ortalama psikrotrofik bakteri sayısı kontrol grubu filetolarda tespit edilmiştir. Ancak bu ortalama vakum uygulanarak ambalajlanan filetolara ait ortalamadan istatistiki olarak farksız bulunmuştur (p>0.05). Başlangıç karbondioksit oranı %100 olan ambalajlarda 4.69±1.25 log cfu/g, karbondioksit oranı %90 olan ambalajlarda da 4.87±1.25 log cfu/g’lık bir ortalama belirlenmiştir. Karbondioksit oranının %40’a düşürülmesi halinde daha yüksek bir ortalama (5.37±1.57 log cfu/g) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar karbondioksit oranının bakteri sayısı üzerinde etkili olduğunu ve bakterilerin gelişimini sınırladığını göstermektedir. Ancak CO₂’nin etkinliğinin düşük sıcaklıklarda daha fazla olduğu bilinmektedir. Konu ile ilgili diğer araştırmalarda da modifiye atmosfer ambalajlamada antimikrobiyal özelliği nedeni ile CO₂’nin önemli bir gaz olduğu belirlenmiştir (Church 1994, Reddy *et al.* 1997).

Gimenez *et al.* (2002) 1±1°C’de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarında yaptığı çalışmada styrofoam tabaklara konulan ve üzerleri düşük yoğunlukta polietilen sarılan

kontrol grubu filetolarda vakum ve gaz ambalajlamaya göre psikrotrofik bakteri sayısının daha hızlı artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

25°C'de 3 günlük inkübasyon sonunda belirlenen toplam bakteri sayısına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.3.2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar 10°C'de 7 günlük inkübasyonda belirlenen verilere paralellik göstermiştir. Başlangıç CO₂ seviyesi %100 ve %90 olan örneklerle ait ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksız bulunmuştur (p>0.05). Kontrol grubu ile vakum arasındaki fark da istatistiki olarak önemsizdir (p>0.05).

İnkübasyon şartları 37°C'de 2 gün olan sayım sonuçlarında diğer iki inkübasyon sıcaklığına göre bazı farklılıklar olmuştur. 37°C'deki sayım sonuçları mezofilik karakterdeki bakterileri kapsadığından sayı daha düşük çıkmıştır. Filetolar 10°C'de depolandığından daha çok psikrotrofik flora baskın duruma geçmiştir. Başlangıç CO₂ konsantrasyonu %100 ile %90 olan filetolar arasındaki fark önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.3.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların toplam aerobik bakteri sayılarına (10°C'de 7 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	10	6.06±1.82 a
Vakum	10	5.74±1.59 ab
%100 CO ₂	10	4.69±1.28 c
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	10	4.87±1.25 c
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	10	5.37 ±1.57 b

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

SD: Standart Deviation

Çizelge 4.3.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların toplam aerobik bakteri sayılarına (25°C'de 3 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	10	6.05±1.81 a
Vakum	10	5.63±1.77 ab
%100 CO ₂	10	4.54±1.45 d
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	10	4.90±1.48 cd
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	10	5.21±1.77 bc

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.3.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların toplam aerobik bakteri sayılarına (37°C'de 2 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	10	5.28±2.13 a
Vakum	10	4.88±1.92 ab
%100 CO ₂	10	3.79±1.27 d
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	10	4.12±1.55 cd
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	10	4.48±1.70 bc

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

10°C'de depolanan alabalık filetolarında depolama süresince belirlenen psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.4.1'de verilmiştir. Buna göre depolama başlangıcında 3.60±0.15 log cfu/g düzeyinde olan psikrotrofik flora 2. günde 5.34±0.69 log cfu/g, 4. günde 7.01±1.07 log cfu/g düzeyine çıkmıştır. 25°C'lik inkübasyon sıcaklığında da benzer sonuçlar alınmış 4. günde 7.07±0.94 log cfu/g seviyesinde bakteri belirlenmiştir. Üçüncü gün ile dördüncü gün arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (çizelge 4.4.2). Mezofilik bakteri sayım sonuçlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.4.3'de verilmiştir. Depolamanın 4. gününde 6.42±1.06 log cfu/g düzeyinde mezofilik bakteri belirlenmiştir. Mezofilik bakteri sayısı, 10°C ve 25°C'lik inkübasyon

sıcaklıklarında belirlenen sayılardan 1 logaritmik birim daha düşük çıkmıştır. Gobantes *et al.* (1998) ketokarotenoidler ile beslenen gökkuşağı alabalığı filetoları üzerinde yaptıkları çalışmada, vakum uygulanarak ambalajlanan filetoların 4°C'lik depoda mezofilik bakteri sayısını 5. günde $5.5 \pm 1.1 \log \text{cfu/g}$, 7. günde $6.5 \pm 1.0 \log \text{cfu/g}$ olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kabul edilebilir sınırı 10^6 mikroorganizma/g olarak almışlar ve filetoların 4°C'de raf ömrünü 5 gün olarak belirlemişlerdir. Bu araştırmamızda her üç inkübasyon sıcaklığında tespit edilen bakteri sayım sonuçları filetoların 3. günde $10^6/\text{g}$ veya daha fazla mikroorganizma içerdiğini göstermektedir. Buna göre 10°C'de filetoların raf ömrü 2 gündür.

Çizelge 4.4.1. 10°C depolanan alabalık filetolarının toplam aerobik bakteri sayılarına (10°C'de 7 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	$3.60 \pm 0.15 \text{ c}$
1	10	$4.08 \pm 0.62 \text{ c}$
2	10	$5.34 \pm 0.69 \text{ b}$
3	10	$6.70 \pm 0.83 \text{ a}$
4	10	$7.01 \pm 1.07 \text{ a}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.4.2. 10°C depolanan alabalık filetolarının toplam aerobik bakteri sayılarına (25°C'de 3 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	$3.23 \pm 0.12 \text{ d}$
1	10	$3.98 \pm 0.82 \text{ c}$
2	10	$5.24 \pm 0.76 \text{ b}$
3	10	$6.81 \pm 0.78 \text{ a}$
4	10	$7.07 \pm 0.94 \text{ a}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.4.3. 10°C depolanan alabalık filetolarının toplam aerobik bakteri sayılarına (37°C’de 2 gün) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	2.39 $\pm$ 0.26 d
1	10	3.26 $\pm$ 0.68 c
2	10	4.51 $\pm$ 0.78 b
3	10	5.97 $\pm$ 1.06 a
4	10	6.42 $\pm$ 1.06 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.1.1.2. Laktik Asit Bakteri Sayısı

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayım sonuçları (log cfu/g) çizelge 4.5.’te verilmiştir. Laktik asit bakteri sayısı başlangıçta her iki denemede (tekerrür I ve II) saptanabilir sınırın altında ($< 2 \log \text{ cfu/g}$) bulunmuştur. Depolamanın 3. gününde sayı 10^2 - 10^5 cfu/g arasında değişmiştir. Çizelge 4.5.’den de görüldüğü gibi 4. günde bir örnek hariç sayılar birbirine yakın çıkmıştır. Lòpez-Gálvez *et al.* (1998) tarafından dil balıkları üzerinde yapılan çalışmada toplam bakteriler içerisinde laktik asit bakterilerinin oranının kontrol grubuna göre %20 CO₂ içeren ambalajlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Stenström (1985) ise %90 ve %100 CO₂ ortamlarında morina balığı filetolarında bozulmaya neden olan floranın önemli bir kısmının (%62–85) homofermentatif *Lactobacillus* cinsi bakterilerin oluşturduğunu belirtmiştir. Ordóñez *et al.* (2000) ise kontrol grubu ile %20 CO₂+%80 hava karışımında ambalajlanan mezgit balığı filetolarında laktik asit bakterilerinin 2°C’lik depolama sıcaklığında oldukça benzer bir gelişme seyri gösterdiklerinin tespit etmişlerdir.

Çizelge.4.5. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetoların laktik asit bakteri sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1	2.0	<2	2.0	<2	<2	<2	<2	<2	2.0	<2
2	<2	3.6	2.0	3.9	<2	2.5	<2	2.9	2.3	3.1
3	4.6	4.1	3.5	4.3	3.1	5.0	2.5	4.1	4.3	4.4
4	4.5	5.1	4.1	4.8	4.6	5.4	3.3	5.1	4.7	4.6

4.1.1.3. *Enterobacteriaceae* Sayısı

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetolara ait *Enterobacteriaceae* sayıları (log cfu/g) çizelge. 4.6.'da verilmiştir. Taze filetolarda (0. gün) 10² cfu/g seviyesinde belirlenen *Enterobacteriaceae* familyasının üyeleri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Kontrol grubu örneklerde çok yüksek sayılar (10⁷ cfu/g) tespit edilmiştir.

Çizelge.4.6. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların *Enterobacteriaceae* sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.0	2.4	2.2	2.3	2.1	2.0	2.0	2.2	2.3	2.1
1	3.0	3.1	3.1	3.2	2.3	2.0	2.0	2.3	2.5	2.3
2	5.2	5.1	4.5	5.1	2.2	2.9	3.5	3.4	3.2	3.6
3	6.8	6.4	6.3	5.9	3.7	4.2	3.6	5.5	5.0	4.0
4	7.3	7.0	6.0	5.0	4.4	4.3	4.0	5.8	5.7	5.8

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.7’de verilmiştir. Filetoların *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde hem depolama süresinin hem de atmosfer şartlarının çok önemli ($p<0.01$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge.4.7. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayım sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	22.39	101.22 ^{**}
Atmosfer (A)	4	5.36	24.21 ^{**}
DxA	16	0.57	2.60 [*]
Hata	25	0.22	

^{**} $p<0.01$

^{*} $p<0.05$

Değişik atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.8’de

verilmiştir. En yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı kontrol grubu filetolarda belirlenmiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanan filetolar kontrol grubuna yakın ortalama değer vermesine rağmen farklılık istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Gaz ambalajlama yapılan filetolarda ise sayılar 10^3 cfu/g civarında tespit edilmiştir. Başlangıç CO_2 seviyesi %100 olan filetolarda 3.01 ± 1.03 log cfu/g, %90 olan filetolarda 3.43 ± 1.38 log cfu/g, %40 olan filetolarda ise 3.65 ± 1.42 log cfu/g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar $10^\circ C$ 'lik depolama sıcaklığında dahi CO_2 'in az da olsa antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ordönez *et al.* (2000) kontrol grubu (hava) ile ambalajlanan mezgit balığı filetolarında *Enterobacteriaceae* sayısının gaz ambalajlı örneklerle göre daha düşük olduğunu, başlangıç CO_2 oranının %20'den %40'a çıkarılması durumunda *Enterobacteriaceae* familyası üyelerinin daha iyi inhibe edildiğini belirlemişlerdir.

$10^\circ C$ 'de depolanan alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.9.'da verilmiştir. Buna göre depolamanın ilk üç gününde *Enterobacteriaceae* sayısında 3 logaritmik birimlik artış olmuştur. Depolamanın 3. ve 4. günlerine ait değerler istatistiki olarak farksız bulunmuştur ($P>0.05$, çizelge 4.9.)

Çizelge 4.8. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan filetoların *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	10	4.83 ± 2.04 a
Vakum	10	4.36 ± 1.55 b
%100 CO_2	10	3.01 ± 1.03 d
%2,5 O_2 %7.5 N_2 %90 CO_2	10	3.43 ± 1.38 cd
%30 O_2 %30 N_2 %40 CO_2	10	3.65 ± 1.42 c

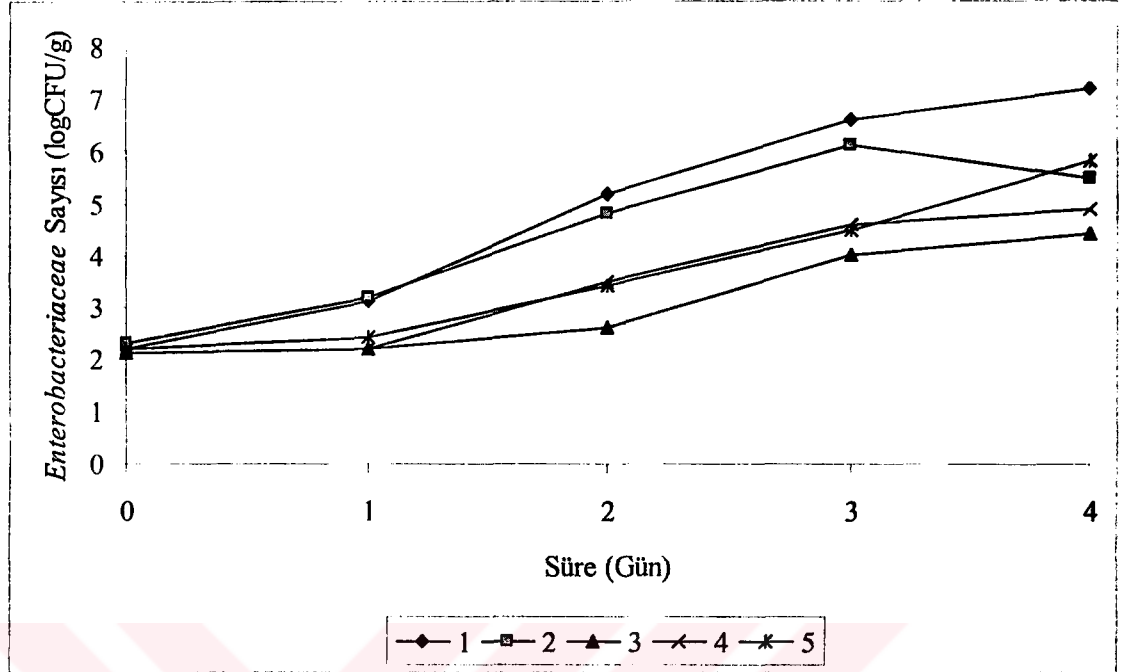
Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.9. 10°C’de depolanan alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	2.16 $\pm$ 0.14 c
1	10	2.58 $\pm$ 0.47 c
2	10	3.87 $\pm$ 1.04 b
3	10	5.14 $\pm$ 1.20 a
4	10	5.53 $\pm$ 1.11 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Enterobacteriaceae sayıları üzerinde çok önemli ($p < 0.01$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre, gaz ambalajlı örneklerde 2. günde 10^2 - 10^3 cfu/g seviyesinde *Enterobacteriaceae* belirlenirken, aynı günde kontrol ve vakumlu örneklerde sayı 10^5 cfu/g düzeyindedir. Depolamanın 3. gününde %100 CO₂’li ambalajlarda sayı oldukça farklı çıkmıştır. Kontrol grubunda ise sayı hızlı bir şekilde artmış, 3. günde 10^6 cfu/g, 4. günde 10^7 cfu/g seviyesinde çıkmıştır. *Enterobacteriaceae* için 10^5 cfu/g seviyesi limit olarak alındığında kontrol grubu ile vakum ambalajlı filetolarda 2. günde, %40 CO₂ ortamında ise 4. günde bu sayıya ulaşılmaktadır. Başlangıç CO₂ oranı %100 olan ambalajlar ise depolamanın 2, 3 ve 4. günlerinde en düşük *Enterobacteriaceae* sayısını vermişlerdir. Bu sonuç CO₂ oranı arttıkça *Enterobacteriaceae*’nın daha iyi inhibe olduğunu göstermektedir. *Enterobacteriaceae* familyası üyeleri Gram (-), çubuk şekilli bakterilerdir. Bu familyaya *Escherichia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Yersinia* gibi cinsler girmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 1999).



Şekil. 4.1. Depolama süresi x atmosfer etkisinin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.1.1.4. Maya-Küf Sayısı

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetoalarının maya-küf sayıları (log cfu/g) çizelge 4.10.'da verilmiştir. Taze alabalık filetoalarında (0. gün) <2 log cfu/g olarak belirlenen maya ve küf sayısı kontrol grubu örneklerde 10⁵ cfu/g seviyesine ulaşmıştır. Başlangıç O₂ seviyesi %30 olan ambalajlarda da 10⁴-10⁵ cfu/g seviyesinde maya-küf belirlenmiştir. Vakum, %100 CO₂ ve %90 CO₂ ortamlarında ise sayı genellikle düşük bulunmuştur. Karbondioksit, küflerin ve aerobik bakterilerin gelişmesini geciktiren veya önleyen bir gazdır. Mayalar üzerindeki etkisi ise oldukça azdır (Erdoğan ve Acar 1996).

Çizelge.4.10. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetoların maya-küf sayıları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1	3.2	3.3	2.3	2.6	2.3	2.3	2.8	2.0	2.9	3.1
2	4.1	3.2	2.5	2.3	2.0	2.3	2.8	2.8	3.3	2.9
3	5.3	5.0	2.9	2.0	2.8	3.7	<2	<2	3.5	4.3
4	5.5	4.9	3.0	<2	2.3	2.5	2.6	2.0	5.1	4.0

4.1.1.5. *Pseudomonas* Sayısı

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan filetolara ait *Pseudomonas* sayıları (log cfu/g) çizelge. 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge.4.11. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayıları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.5	2.4	2.3	2.5	2.2	2.2	2.4	2.3	2.5	2.6
1	3.6	4.4	4.4	3.1	2.6	2.0	2.3	2.3	2.6	3.2
2	5.4	5.1	5.4	4.7	3.1	2.7	4.2	3.4	3.7	3.8
3	6.9	7.1	6.6	6.1	4.5	3.7	4.5	4.3	5.4	4.5
4	6.7	6.1	6.9	6.3	4.6	4.6	5.1	5.0	6.7	5.6

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarında belirlenen *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.12'de verilmiştir. Buna

göre, ana varyasyon kaynakları (depolama süresi, atmosfer şartları) filetoların *Pseudomonas* sayıları üzerinde çok önemli ($P<0.01$) derecede etkili olmaktadır.

Çizelge.4.12. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	20.91	127.03**
Atmosfer (A)	4	6.04	36.71**
DxA	16	0.48	2.92**
Hata	25	0.16	

** $p<0.01$

Farklı atmosferlerde ambalajlanan filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.13’te verilmiştir. çizelge 4.13’den de izlenebildiği gibi %100 CO₂ ve %90 CO₂ ortamında sayı oldukça düşüktür. Kontrole ait ortalama değer ile karşılaştırıldığında gazlı ambalajlarda sayıda 1-2 logaritmik bir fark söz konusu olmaktadır. Filetoların depolama sürelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.14’te verilmiştir. Depolama süresi arttıkça sayı artmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.13. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muameleler	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	10	5.02 $\pm$ 1.75 a
Vakum	10	4.83 $\pm$ 1.71 a
%100 CO ₂	10	3.22 $\pm$ 1.05 c
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	10	3.58 $\pm$ 1.17 c
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	10	4.06 $\pm$ 1.45 b

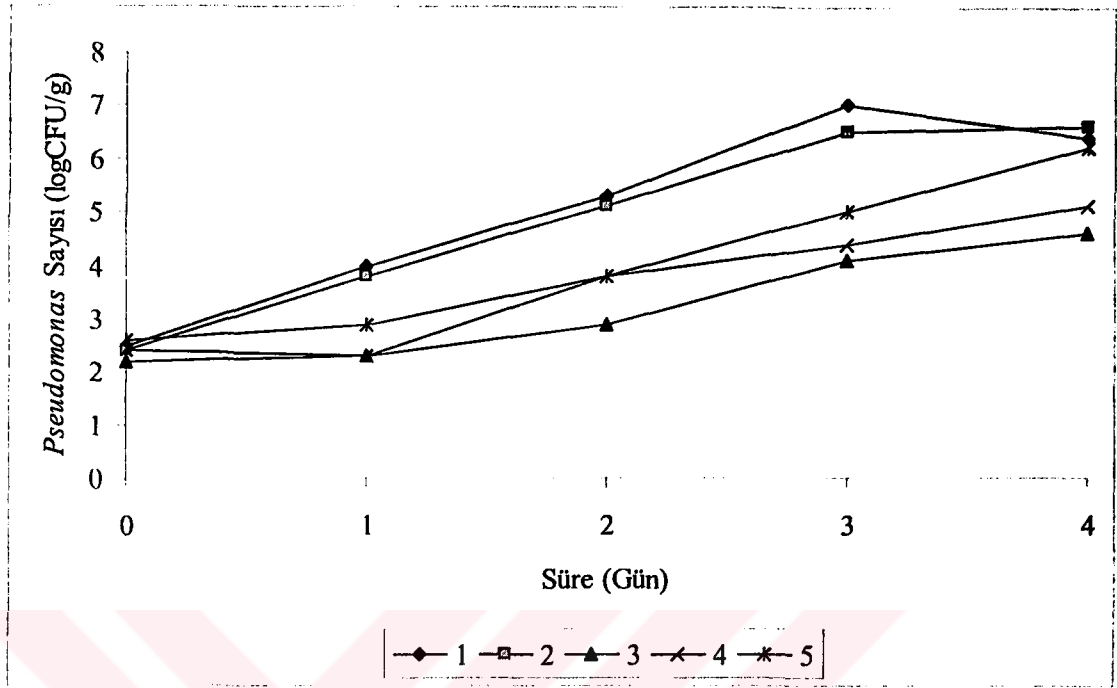
Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.14. 10°C’de depolanan filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	2.39 $\pm$ 0.13 e
1	10	3.05 $\pm$ 0.85 d
2	10	4.15 $\pm$ 0.96 c
3	10	5.36 $\pm$ 1.22 b
4	10	5.76 $\pm$ 0.89 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Filetoların *Pseudomonas* sayıları üzerinde çok önemli ($p < 0.01$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil.4.2’de verilmiştir. Buna göre kontrol grubu ile vakum ambalajlı örneklerde sayı hızlı bir artış göstermiştir. Başlangıç CO₂ seviyesi %100 olan filetolar ise depolamanın 2, 3 ve 4. günlerinde en düşük sayıları vermiştir. Lopez-Galvez *et al.* (1998) *Pseudomonas* cinsi bakterilerin %20 veya daha fazla CO₂ seviyelerinde kuvvetli bir şekilde inhibe olduğunu bildirmiştir.



Şekil.4.2. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun *Pseudomonas* sayısı üzerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.1.2. 10°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.2.1.Total Volatil Baz Azotu (TVB-N) Sonuçları

Farklı atmosferlerde ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarına ait total volatil baz azotu (TVB-N) sonuçları çizelge. 4.15.’te verilmiştir. Taze balıklarda TVB-N değeri 11.2-13.8 mg/100g arasında değişmiştir. Depolama süresi ilerledikçe TVB-N değeri artış göstermiştir.

Çizelge.4.15. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının TVB-N (mg/100g) değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	12.2	11.2	13.8	12.8	12.2	13.2	13.2	13.8	12.8	12.2
1	18.0	19.6	18.4	19.6	17.8	19.4	18.2	19.6	18.0	19.6
2	16.8	16.8	16.8	22.4	18.2	16.8	19.6	19.6	22.4	16.8
3	19.6	19.6	19.6	22.4	19.6	16.8	16.8	19.8	16.8	16.8
4	28.4	29.4	25.4	25.4	22.4	22.4	25.4	22.4	25.4	25.4

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.16’da verilmiştir. Buna göre alabalık filetolarının TVB-N değerleri üzerinde atmosfer şartları önemsiz ($p>0.05$) bulunurken depolama süresi çok önemli ($p< 0.01$) derecede etkili olmuştur. Depolama süresi x atmosfer interaksyonu ise istatistiki bakımdan önemli bir etkide bulunmamıştır ($p>0.05$) (çizelge 4.16). Atmosfer şartlarının TVB-N değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkilerinin olmaması vakum ve gaz ambalajlamanın 10°C’lik depolama sıcaklığında bazik karakterdeki uçucu bileşiklerin oluşumu üzerinde etkili olmadığını göstermektedir. Bu araştırma sonuçları da MAP uygulanarak ambalajlanan balıkların soğukta muhafaza edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çizelge.4.16. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	194.28	85.09**
Atmosfer (A)	4	4.36	1.91
DxA	16	4.28	1.87
Hata	25	2.28	

**p<0.01

Avrupa Birliği Direktifinde (EC/95/149) alabalıklar için herhangi bir sınır TVB-N değeri verilmemiştir (Gimenez *et al.* 2002). Ancak Gimenez *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada 25 mg/100g değerini sınır değer olarak kabul etmişlerdir. Mevcut bu çalışma sonuçları 25 mg/100g seviyesinin yüksek olduğunu bu nedenle 20 mg/100g değerinin limit olarak alınabileceğini göstermektedir.

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan filetoların depolama sürelerine bağlı TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.17’de verilmiştir. En yüksek TVB-N değeri 4. günde belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. 10°C’de depolanan alabalık filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	12.74 $\pm$ 0.81 c
1	10	18.82 $\pm$ 0.79 b
2	10	18.62 $\pm$ 2.29 b
3	10	18.78 $\pm$ 1.90 b
4	10	25.20 $\pm$ 2.39 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.1.2.2. Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS)

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) sonuçları çizelge. 4.18.’de verilmiştir. Başlangıçta taze balıklarda (0. gün) TBARS değeri 2.4-2.7 $\mu\text{mol/kg}$ arasında değişmiştir. Depolama süresi ilerledikçe özellikle %30 O₂ içeren ambalajlarda yüksek değerler tespit edilmiştir.

Çizelge.4.18. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerleri ($\mu\text{mol/kg}$)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.4	2.7	2.5	2.4	2.7	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7
1	3.7	2.9	3.4	2.8	3.5	3.0	4.7	3.6	4.4	4.8
2	5.3	4.7	5.2	3.4	4.1	3.5	4.2	4.2	5.9	6.7
3	5.9	5.6	3.3	2.6	3.1	3.8	4.4	4.7	7.4	7.5
4	6.6	6.1	2.6	4.0	3.4	4.2	5.7	6.9	10.2	11.2

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.19’da verilmiştir. Varyasyon

kaynakları depolama süresi ve atmosfer şartları TBARS üzerinde çok önemli derecede etkili olmuştur ($p<0.01$).

Çizelge.4.19. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	17.61	63.81**
Atmosfer (A)	4	15.53	56.28**
DxA	16	2.77	10.05**
Hata	25	0.28	

** $p<0.01$

Farklı ortamlarda ambalajlanan filetoların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, vakum ve %100 CO₂’e ait ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır. En yüksek TBARS değeri ise %30 O₂ içeren gaz karışımında belirlenmiştir. Kontrol ile %2.5 O₂ içeren ambalajlar arasında ise farklılık olmamıştır. Bu sonuçlar vakum ve yüksek CO₂ seviyelerinde lipid oksidasyonunun yavaşladığı oksijenin mevcudiyetinde oksidasyonun hızlandığını göstermektedir. Gimenez *et al.* (2002) farklı gaz karışımları kullanarak ambalajladıkları gökkuşağı alabalık filetolarında TBARS değerinin %20 ve %30 O₂ içeren karışımlarda daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Lipid oksidasyonu açısından önemli bir faktör olan süre arttıkça oksidasyon düzeyi artmaktadır. Çizelge 4.21’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüldüğü gibi en yüksek TBARS değeri 4. günde belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	10	4.59 $\pm$ 1.54 b
Vakum	10	3.22 $\pm$ 0.87 c
%100 CO ₂	10	3.39 $\pm$ 0.55 c
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	10	4.34 $\pm$ 1.33 b
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	10	6.34 $\pm$ 2.88 a

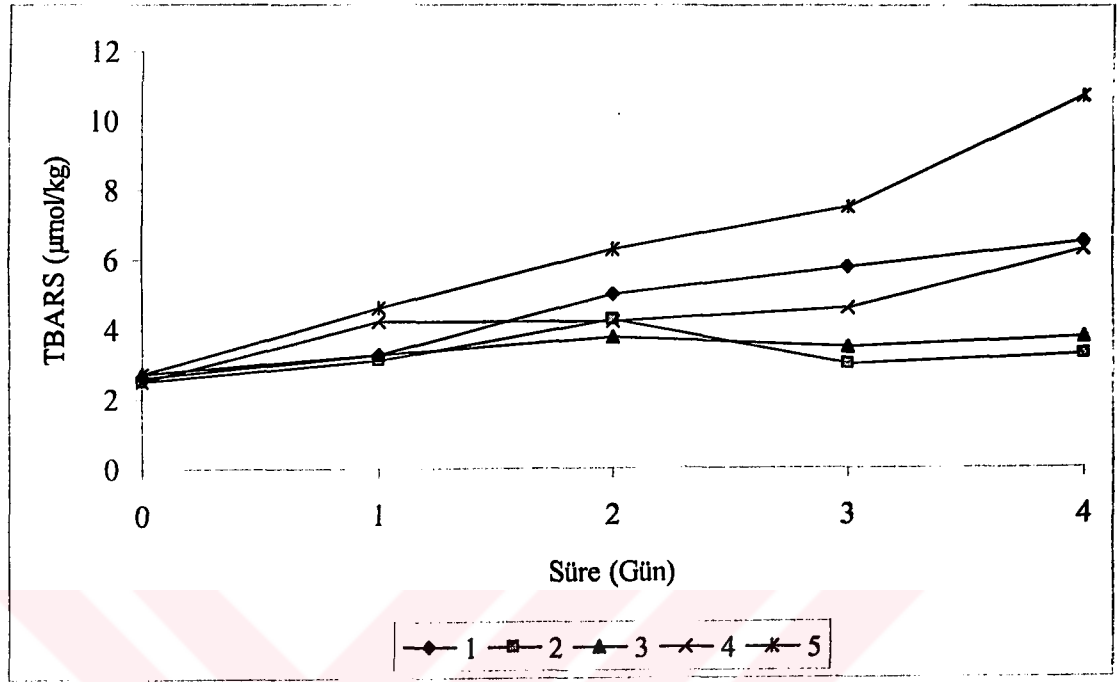
Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.21. 10°C'de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	2.56 $\pm$ 0.12 d
1	10	3.68 $\pm$ 0.73 c
2	10	4.72 $\pm$ 1.06 b
3	10	4.83 $\pm$ 1.73 b
4	10	6.09 $\pm$ 2.82 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

TBARS değerleri üzerinde çok önemli (p<0.01) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil.4.3'de verilmiştir. Vakum ile %100 CO₂ seviyesine ait filetolara ait değerler depolama süresince birbirine yakın çıkarken, %30 O₂ içeren gaz karışımında hızlı bir artış olmuştur. Lopez-Galvez *et al.* (1998)'de benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil.4.3. Depolama süresi x atmosfer interaksiyonunun TBARS değerlerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.1.2.3. pH Değerleri

Değişik atmosferlerde ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarına ait pH değerleri çizelge. 4.22'de verilmiştir. Taze balıklarda pH değeri 6.33-6.45 arasında değişmiştir.

Çizelge.4.22. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarına ait pH değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	6.33	6.45	6.34	6.38	6.35	6.42	6.45	6.44	6.38	6.35
1	6.42	6.43	6.52	6.45	6.35	6.31	6.45	6.29	6.30	6.43
2	6.38	6.29	6.39	6.31	6.42	6.16	6.34	6.22	6.41	6.27
3	6.36	6.34	6.52	6.37	6.25	6.24	6.28	6.24	6.35	6.37
4	6.28	6.18	6.24	6.26	6.28	6.20	6.35	6.17	6.31	6.20

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.23’te verilmiştir. Buna göre filetoların pH değeri üzerinde depolama süresi çok önemli ($p<0.01$) derecede etkili olmuştur. Atmosfer ve depolama süresi x atmosfer interaksyonu ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge.4.23. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan filetoların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	0.04	6.64**
Atmosfer (A)	4	0.01	1.59
DxA	16	0.00	0.76
Hata	25	0.01	

** $p<0.01$

Farklı atmosferde ambalajlanan filetoların depolama sürelerine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.24’te verilmiştir. En düşük ortalama değer 4. günde belirlenmiştir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar Gimenez *et al.* (2002)’in belirttiği sonuçlardan oldukça farklıdır. Gimenez *et al.* (2002)

depolama süresi ilerledikçe kontrol grubu örneklerde pH değerinde önemli artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. 10°C’de depolanan filetoların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	6.39 $\pm$ 0.05 ab
1	10	6.40 $\pm$ 0.07 a
2	10	6.32 $\pm$ 0.08 b
3	10	6.33 $\pm$ 0.08 ab
4	10	6.25 $\pm$ 0.06 c

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.1.2.4. 10°C’de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Renk Değerleri

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının L, +a ve +b değerleri sırasıyla çizelge. 4.25, 4.26 ve 4.27’de verilmiştir.

Çizelge.4.25. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının L*değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	52.44	43.99	47.44	44.66	43.44	44.48	44.59	42.92	43.11	41.67
1	47.55	47.86	62.37	48.01	46.54	47.01	50.97	49.68	47.10	46.96
2	48.23	46.63	50.33	46.60	43.00	48.02	49.49	41.81	47.32	50.43
3	53.57	47.73	54.27	51.42	50.11	50.58	51.50	50.18	45.19	52.27
4	47.73	49.60	51.42	46.28	52.59	52.91	51.73	47.99	50.02	40.25

Çizelge.4.26. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının +a değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	3.05	1.71	4.44	1.43	1.44	2.08	1.63	1.54	1.10	1.70
1	3.84	1.49	3.42	2.01	2.18	1.79	3.54	1.24	4.17	1.89
2	3.74	0.62	4.82	2.73	0.46	1.14	2.81	0.89	1.89	0.36
3	3.50	2.08	6.20	1.84	1.18	2.03	1.18	1.39	4.37	1.96
4	2.90	2.14	3.19	1.50	5.16	1.43	4.04	2.03	1.24	2.46

Çizelge.4.27. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan alabalık filetolarının +b değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	11.02	7.35	9.96	7.73	7.02	3.99	9.99	10.02	10.02	7.09
1	8.73	8.15	13.41	3.22	9.06	8.47	11.49	7.50	11.74	8.10
2	11.10	8.62	8.69	9.79	5.09	9.68	10.35	10.96	7.14	4.83
3	11.71	4.52	12.76	10.67	10.32	8.85	8.74	9.45	12.22	4.82
4	12.23	10.22	11.22	2.38	7.53	5.80	11.58	12.67	7.99	5.86

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 10°C'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının L,+a ve +b değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.28, 4.29 ve 4.30'da verilmiştir. Filetoların L*değeri üzerinde depolama süresi çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunmuştur. Atmosfer şartlarının ve depolama süresi x atmosfer interaksyonunun L*değerine etkisi olmamıştır (çizelge.4.28). Filetoların +a ve +b değerlerine ise ana varyasyon kaynaklarının önemli bir etkisi olmamıştır (çizelge.4.29 ve 4.30).

Çizelge.4.28. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının L*değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	50.91	3.99**
Atmosfer (A)	4	19.15	1.50
DxA	16	10.04	0.79
Hata	25	12.75	

**p<0.01

Çizelge.4.29. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının +a değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	1.20	0.61
Atmosfer (A)	4	2.71	1.37
DxA	16	1.09	0.55
Hata	25	1.98	

Çizelge.4.30. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 10°C’de depolanan alabalık filetolarının +b değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	4	1.46	0.18
Atmosfer (A)	4	11.64	1.43
DxA	16	5.24	0.64
Hata	25	8.17	

Farklı atmosferlerde ambalajlanan filetoların L*değerlerinin depolama sürelerine ait ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.31'de verilmiştir. Parlaklığın ölçüsü olan L*değeri en yüksek 3. günde belirlenmiştir. Ancak bu değer 0. güne ait değer hariç diğer ortalamalardan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.31. 10°C'de depolanan alabalık filetolarının L*değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	44.87 $\pm$ 3.06 b
1	10	49.39 $\pm$ 4.75 a
2	10	47.19 $\pm$ 2.88 ab
3	10	50.68 $\pm$ 2.67 a
4	10	49.05 $\pm$ 3.79 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.2. 4±1°C'de Depolanan Gökkuşuğu Alabalığı Filetolarına Ait Bulgular

4.2.1. 4±1°C'de Depolanan Gökkuşuğu Alabalığı Filetolarına Ait Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1.1. Toplam Bakteri Sayısı

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan filetoların toplam bakteri sayım sonuçları (10°C'de 7 gün, 25°C 3 gün, 37°C'de 2 gün) çizelge 4.32.1., 4.32.2. ve 4.32.3.'te verilmiştir.

Çizelge.4.32.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri (10°C'de 7 gün) sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	3.1	3.4	3.0	3.2	3.3	3.0	3.2	3.5	3.6	3.2
2	4.7	5.2	4.4	4.5	3.3	3.8	4.4	4.3	3.6	5.3
4	5.6	5.5	5.4	6.0	4.1	4.1	7.2	5.9	5.4	5.3
6	7.5	8.1	6.9	7.5	5.3	5.1	6.0	6.5	6.4	7.1
8	8.0	7.7	8.0	8.2	6.1	5.8	7.0	7.0	7.3	6.9
10	7.5	7.9	7.8	7.0	6.9	7.0	6.7	7.6	8.8	7.8
12	8.5	8.7	8.2	8.3	7.8	7.1	7.7	7.2	8.4	7.3
14	8.3	8.3	7.5	8.0	7.8	7.7	7.5	7.9	8.3	8.1

Başlangıçta 10³ cfu/g seviyesinde olan psikrotrofik flora (10°C'de 7 gün) her iki denemede de yüksek sayılara ulaşmıştır. Kontrol grubunda sayı daha hızlı artmıştır. Depolamanın 8.gününde kontrol grubu ile vakum ambalajlı örneklerde 10⁸ cfu/g, %100 CO₂ ortamında ise 10⁶ cfu/g civarındadır. 25°C' de 3 günlük inkübasyon sonunda elde edilen sayılar (Çizelge 4.32.1) ise 10°C'de 7 günlük inkübasyon sonucu elde edilen sayılara yakın değerler vermiştir. Mezofilik bakteriler (37°C'de 2 gün) ise daha yavaş bir gelişme göstermiştir. En düşük sayılar başlangıç CO₂ oranı %100 olan ambalajlarda tespit edilmiştir.

Çizelge.4.32.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri (25°C 'de 3 gün)sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.0	2.9	2.1	2.3	2.0	2.2	2.5	2.2	2.0	2.1
2	4.7	4.7	4.2	4.1	2.7	2.7	3.0	4.2	4.2	4.5
4	5.9	6.4	5.3	6.1	4.0	4.1	5.0	6.2	5.5	5.5
6	7.6	8.1	6.9	7.4	5.4	4.8	5.8	6.2	7.0	7.1
8	7.8	8.0	8.0	8.3	6.1	5.7	6.9	7.1	7.5	6.9
10	7.3	7.5	7.8	8.1	6.9	6.9	6.7	7.3	8.1	7.9
12	8.4	7.8	8.0	8.2	7.7	7.9	7.6	8.2	7.6	7.6
14	8.5	8.3	7.8	7.8	7.6	7.8	7.6	7.4	8.3	8.0

Çizelge.4.32.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri (37°C 'de 2 gün) sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.0	2.3	2.1	2.4	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	2.4
2	3.5	3.9	2.5	3.0	2.3	2.5	2.7	2.8	3.1	2.8
4	4.5	5.4	4.3	5.1	2.8	2.6	2.9	4.4	4.0	4.4
6	6.0	6.6	5.3	4.9	4.4	4.1	5.5	4.3	4.5	4.9
8	6.4	6.0	6.3	5.9	4.5	4.8	4.9	5.1	6.4	5.8
10	6.0	6.0	6.8	6.8	4.0	4.3	4.9	4.9	6.6	6.6
12	5.6	5.5	5.3	5.3	5.5	4.3	5.1	5.5	5.3	5.5
14	7.0	6.4	6.2	5.9	5.0	5.5	6.6	6.5	7.1	7.3

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının toplam bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.33.1., 4.33.2. ve 4.33.3.'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre; gökkuşağı alabalığı filetolarının her üç inkübasyon sıcaklığında (10°C 'de 7 gün, 25°C 'de 3 gün, 37°C 'de 2 gün) belirlenen

toplam bakteri sayıları üzerinde depolama süresi, atmosfer ve depolama süresi x atmosfer interaksiyonunun çok önemli ($p<0.01$) etkileri söz konusudur.

Çizelge.4.33.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (10°C 'de 7 gün) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	30.72	190.37**
Atmosfer (A)	4	3.52	21.80**
DxA	28	0.45	2.82**
Hata	40	0.16	

** $p<0.01$

Çizelge.4.33.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (25°C 'de 3 gün) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	43.14	424.54**
Atmosfer (A)	4	4.40	43.30**
DxA	28	0.42	4.09**
Hata	40	0.10	

** $p<0.01$

Çizelge.4.33.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (37°C 'de 2 gün) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	20.48	158.32**
Atmosfer (A)	4	4.87	37.66**
DxA	28	0.47	3.67**
Hata	40	0.13	

**p<0.01

Modifiye atmosferde ambalajlanan filetolar ile kontrol grubu filetoların toplam bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.34.1., 4.34.2. ve 4.34.3.'te verilmiştir. 10°C 'lik inkübasyon sıcaklığında belirlenen toplam bakteri (psikrotrofik bakteri) sayısı %100 CO_2 kullanımında önemli ($p<0.05$) ölçüde düşmüştür. Kontrol ile vakum arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). %90 CO_2 ile %40 CO_2 içeren gaz karışımlarına ait ortalama değerlerde istatistiki olarak birbirinden farksızdır (çizelge 4.34.1). Psikrotrofik flora balıkların bozulmasında etkin olan önemli bir gruptur. Bu mikroorganizmalar soğuk şartlarda kısa bir generasyon süresine sahip olan mezofilik karakterdeki organizmalardır (Baumgart *et al.* 1993). 25°C 'lik inkübasyon sıcaklığında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (çizelge 4.34.2). 37°C 'lik üreme sıcaklığında mezofilik karakterdeki bakteriler geliştiğinden sayılar oldukça düşük bulunmuştur. Bu nedenle 37°C 'lik inkübasyonda elde edilen sonuçlar balığın toplam canlı sayısını tam olarak göstermemektedir. Çizelge 4.34.1, 4.34.2, ve 4.34.3'de verilen sonuçlardan anlaşıldığı gibi başlangıç CO_2 seviyesi %100 CO_2 olan ambalajlarda bakteriyel gelişme daha iyi inhibe edilebilmektedir. Modifiye atmosfer ambalajlamada önemli bir gaz olan CO_2 'nin konsantrasyonu arttıkça inhibüsyon etkisi artmaktadır. Ayrıca sıcaklık düştükçe çözünürlük artmakta ve dolayısıyla inhibüsyon seviyesi yükselmektedir (Dixon and Kell 1989, Stammen *et al.* 1990).

4±1°C'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları çizelge 4.35.1, 4.35.2 ve 4.35.3'de verilmiştir. Psitrotrofik bakteri sayısı başlangıçta (0.gün) ortalama 3.25±0.20 log cfu/g olarak belirlenmiştir. Depolama süresi ilerledikçe sayı artmış, 8. günde 7.20±0.81 log cfu/g seviyesine çıkmıştır. Depolamanın 12. ve 14. günlerinde ise yaklaşık 8 log cfu/g'lık değerlere ulaşılmıştır. 25°C'lik inkübasyon sıcaklığında da 10°C'lik inkübasyondan elde edilen sonuçlara benzer değerler tespit edilmiştir. Ancak 37°C'de elde edilen sayılar, 10°C ve 25°C'ye göre daha düşüktür.

Çizelge 4.34.1. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (10°C'de 7 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	6.75 ±1.86 a
Vakum	16	6.49 ±1.84 ab
%100 CO ₂	16	5.51 ±1.74 c
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	6.23 ±1.54 b
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	6.43 ±1.82 b

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.34.2. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (25°C'de 3 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	6.62 ±2.02 a
Vakum	16	6.40 ±2.14 ab
%100 CO ₂	16	5.28 ±2.11 d
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	5.87 ±1.93 c
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	6.24 ±2.06 b

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.34.3. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (37°C'de 2 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	5.19 $\pm$ 1.52 a
Vakum	16	4.89 $\pm$ 1.57 b
%100 CO ₂	16	3.80 $\pm$ 1.20 d
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	4.44 $\pm$ 1.38 c
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	4.97 $\pm$ 1.62 ab

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.35.1. 4 $\pm$ 1°C'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (10°C'de 7 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	3.25 $\pm$ 0.20 f
2	10	4.35 $\pm$ 0.64 e
4	10	5.45 $\pm$ 0.89 d
6	10	6.64 $\pm$ 0.97 c
8	10	7.20 $\pm$ 0.81 b
10	10	7.50 $\pm$ 0.63 b
12	10	7.92 $\pm$ 0.58 a
14	10	7.94 $\pm$ 0.31 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.35.2. 4 $\pm$ 1°C'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (25 °C'de 3 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	2.23 $\pm$ 0.28 f
2	10	3.90 $\pm$ 0.79 e
4	10	5.40 $\pm$ 0.83 d
6	10	6.63 $\pm$ 1.05 c
8	10	7.23 $\pm$ 0.86 b
10	10	7.45 $\pm$ 0.51 b
12	10	7.90 $\pm$ 0.29 a
14	10	7.91 $\pm$ 0.36 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.35.3. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının toplam bakteri sayılarına (37°C 'de 2 gün) ait ortalamaların (log cfu/g) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

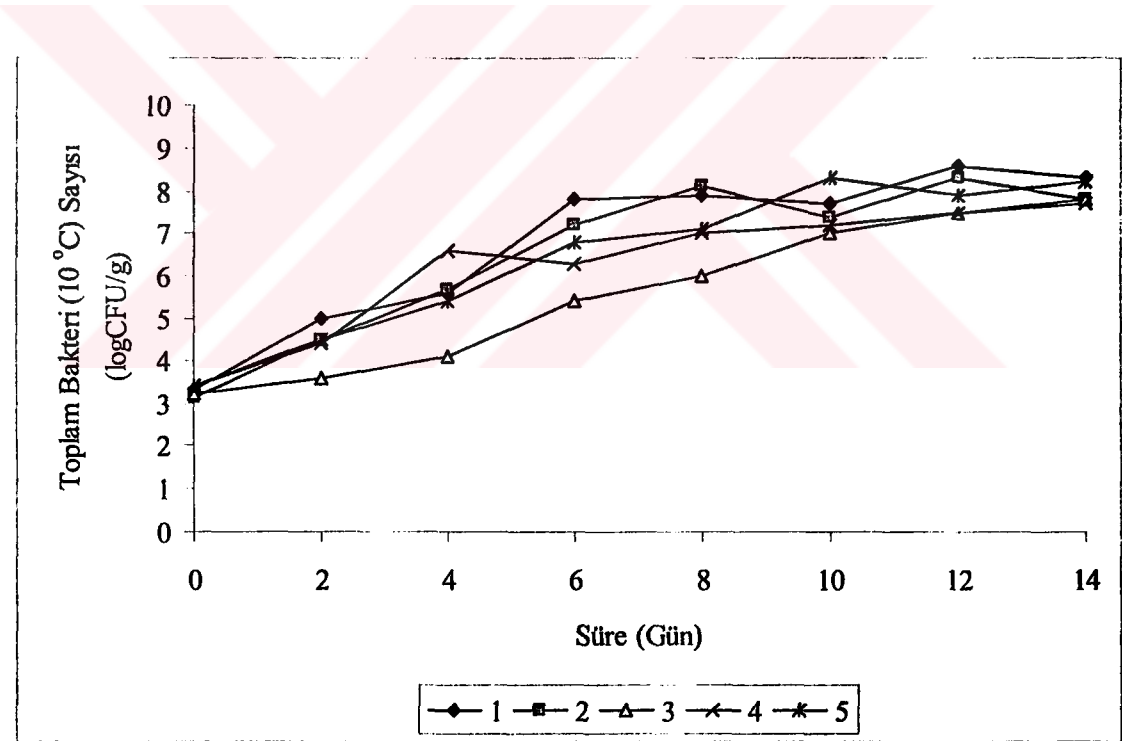
Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	$2.31 \pm 0.25 \text{ g}$
2	10	$2.91 \pm 0.49 \text{ f}$
4	10	$4.04 \pm 0.97 \text{ e}$
6	10	$5.05 \pm 0.80 \text{ d}$
8	10	$5.61 \pm 0.7 \text{ bc}$
10	10	$5.69 \pm 1.07 \text{ b}$
12	10	$5.29 \pm 0.37 \text{ cd}$
14	10	$6.35 \pm 0.72 \text{ a}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Üç farklı inkübasyon sıcaklığında belirlenen toplam bakteri sayıları atmosfer interaksyonları (10 , 25 ve 37°C) sayıları üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonları şekil 4.4, 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.4'de verilen grafikten de anlaşıldığı üzere depolamanın 10. gününe kadar %100 CO_2 'li filetolar daha düşük değerler vermiştir. 25°C 'lik inkübasyon sıcaklığında belirlenen toplam bakteri sayısına ait depolama süresi x atmosfer interaksyonunda da benzer sonuçlar söz konusudur. Kontrol grubu filetolarda depolamanın 4. gününde 10^6 cfu/g, 6. gününde ise 10^8 cfu/g seviyesinde toplam bakteri belirlenmiştir. Aynı depolama günlerinde başlangıç CO_2 seviyesi %100 olan ambalajlarda ise sırasıyla 10^4 cfu/g ve 10^5 cfu/g'dır. 37°C 'lik inkübasyon sıcaklığına ait interaksyon grafiğinde (şekil 4.6) de benzer sonuçlar alınmış, ancak sayılar 10 ve 25°C 'lik inkübasyonlara göre 1-2 logaritmik birim daha düşüktür. Toplam bakteri sayısı için sınır değer 1×10^7 cfu/g olarak kabul edildiğinde kontrol grubu ile vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerin raf ömürlerinin dört gün olduğu sonucuna varılabilir. Başlangıç CO_2 oranı %100 olan örneklerde raf ömrü 10 gün %90 CO_2 ortamında 8 gün %40 ortamında ise 6 gündür.

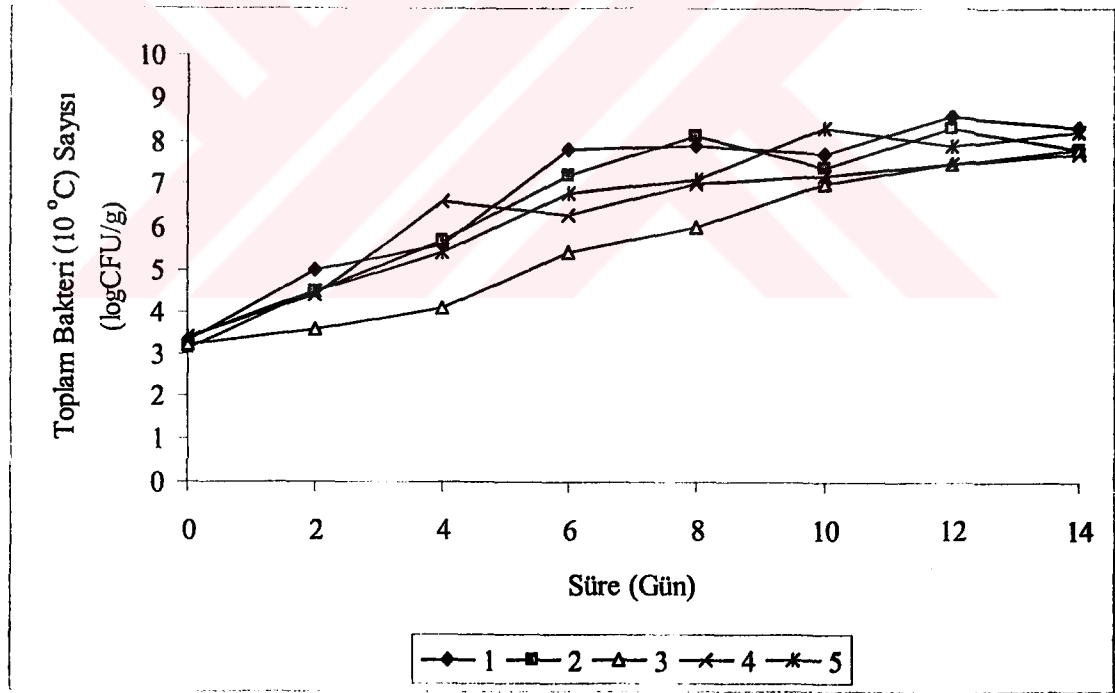
Cann *et al.* (1983) ringa balığı filetolarını %40 CO_2 +%30 N_2 +%30 O_2 ve %60 CO_2 +%40 N_2 'li atmosferde ambalajlamışlar ve modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların bakteriyolojik kriterler açısından kontrol grubundan %40-80 daha uzun raf

ömrüne sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Gökkuşluğu alabalık filetoları üzerinde araştırma yapan Gimenez *et al.* (2002) ise aynı şekilde modifiye atmosfer ambalajlamanın bakteriyel gelişmeyi geciktirdiğini bildirmişlerdir. Ordóñez *et al.* (2002) tarafından mezgit (*Merluccius merluccius*) üzerinde yaptıkları çalışmada kontrol grubu örneklerde başlangıçta 10^4 cfu/cm² seviyesinde olan total canlı sayısının hızlı bir artış göstererek 7 gün sonunda 10^7 cfu/cm²'nin üzerine çıktığını, %20 CO₂ ortamında raf ömrünün 4 gün, %40 CO₂ ortamında ise 11 gün daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Gobantes *et al.* (1998) ise vakum uygulanarak ambalajlanan gökkuşluğu alabalık filetolarında total canlı sayısının 4°C'de 5 günlük depolama sonunda (30°C'de 3 gün) 5.5 ± 1.1 log cfu/g, 7 günlük depolama sonunda da 6.5 ± 1.0 log cfu/g olarak tespit etmişlerdir.

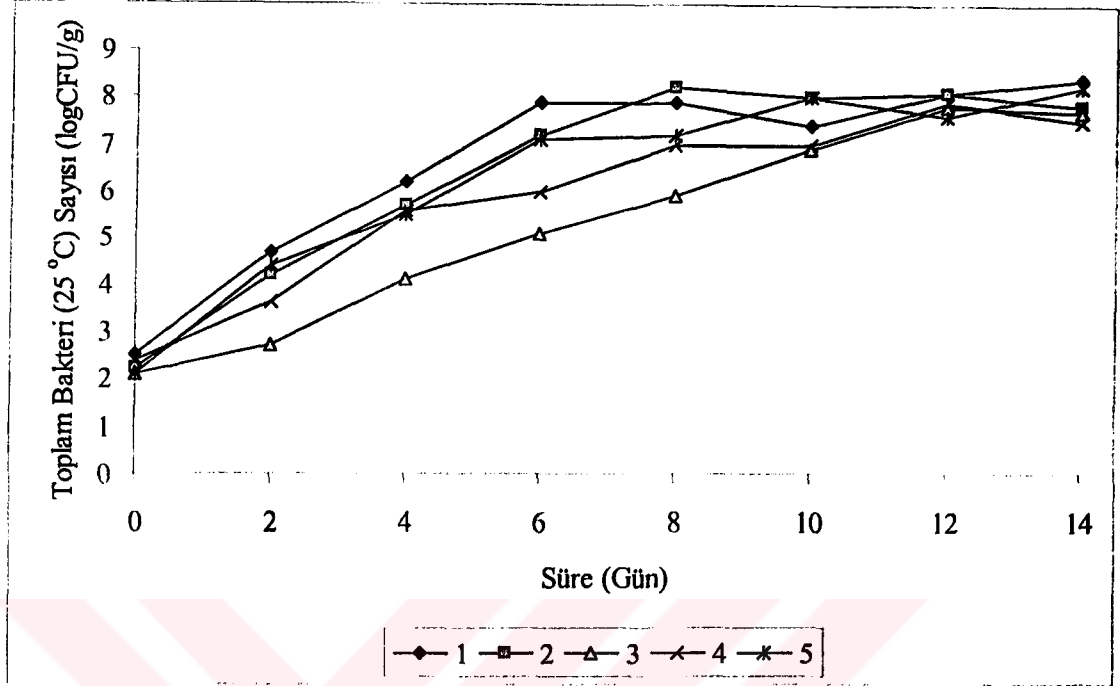


Şekil 4.4. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun toplam bakteri (10°C) sayısına etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

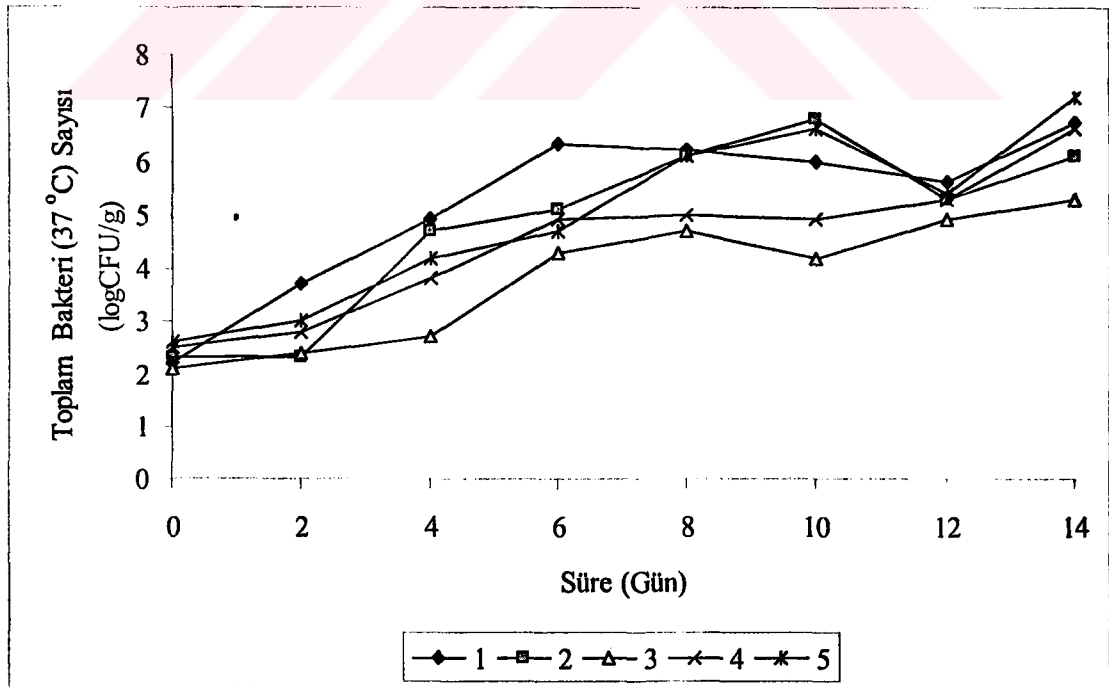
ömrüne sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Gökkuşığı alabalık filetoları üzerinde araştırma yapan Gimenez *et al.* (2002) ise aynı şekilde modifiye atmosfer ambalajlamanın bakteriyel gelişmeyi geciktirdiğini bildirmişlerdir. Ordóñez *et al.* (2002) tarafından mezgit (*Merluccius merluccius*) üzerinde yaptıkları araştırmada kontrol grubu örneklerde başlangıçta 10^4 cfu/cm² seviyesinde olan total canlı sayısının hızlı bir artış göstererek 7 gün sonunda 10^7 cfu/cm²'nin üzerine çıktığını, %20 CO₂ ortamında raf ömrünün 4 gün, %40 CO₂ ortamında ise 11 gün daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Gobantes *et al.* (1998) ise vakum uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalık filetolarında total canlı sayısının 4°C'de 5 günlük depolama sonunda (30°C'de 3 gün) 5.5 ± 1.1 log cfu/g, 7 günlük depolama sonunda da 6.5 ± 1.0 log cfu/g olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 4.4. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun toplam bakteri (10°C) sayısına etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)



Şekil 4.5. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun toplam bakteri (25°C) sayısına etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)



Şekil 4.6. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun toplam bakteri (37°C) sayısına etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.2.1.2. Laktik Asit Bakteri Sayısı

Farklı atmosferlerde ambalajlanan ve 4 ± 1 ° C'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayıları (log cfu/g) çizelge 4.36.'da verilmiştir. Taze filetolarda (0. gün) $<10^2 - 10^2$ cfu/g arasında değişen laktik asit bakteri sayısı süre ilerledikçe artış göstermiştir. Depolamanın son günlerinde CO₂ içeren ambalajlarda laktik asit bakteri sayısı biraz daha yüksek bulunmuştur. Özellikle %30 O₂+%30 N₂+%40 CO₂ karışımında 14. günde 10^7 cfu/g civarında sayılar tespit edilmiştir.

Çizelge.4.36. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve 4 ± 1 °C'de depolanan alabalık filetolarının laktik asit bakteri sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ - %90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ - %40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	<2	2.0	<2	2.0	<2	2.0	<2	2.0	<2	2.0
2	2.0	2.7	<2	<2	2.7	<2	<2	2.3	<2	2.0
4	<2	3.1	3.0	<2	2.0	<2	2.0	3.4	2.7	3.0
6	4.7	4.1	4.2	2.9	3.9	4.1	3.2	4.0	4.2	4.0
8	5.2	3.8	4.3	4.4	4.1	4.5	4.4	6.1	5.4	5.6
10	5.0	5.5	5.4	5.9	4.9	5.2	6.3	5.9	6.1	6.1
12	6.4	5.0	5.8	5.9	5.9	5.9	6.5	5.4	6.1	6.7
14	5.0	5.5	6.3	5.9	6.1	6.6	6.4	6.1	7.1	6.6

Stenström (1985) 2°C'de depolanan morina filetoları ile yürüttükleri araştırmada, %90 ve %100 CO₂ ortamlarında bozulmada dominant florayı laktobasillerin (%62-85) oluşturduğu, bu bakterilerin %50 ve %90 CO₂ ortamlarında %100 CO₂'e göre daha iyi geliştiği belirlenmiştir. Weber and Laux (1992) ise alabalık üzerinde yaptıkları çalışmada başlangıç CO₂ seviyesi %100 olan ambalajlarda gelişmenin geciktirildiğini ve bunun yüksek CO₂ seviyesinde gelişmenin yavaş veya lak fazının uzun olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu araştırmamızda %90 ve %100 CO₂ ortamlarında 6. günden itibaren dominant florayı laktik asit bakterilerinin oluşturduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca yüksek CO₂ seviyelerinde Gram (-) floranın Gram (+) bakterilere göre daha iyi inhibe olduğu söylenebilir. Finne (1982)'de modifiye atmosfer ile

ambalajlanan kurbağa üzerinde yapılan bir araştırmanın sonucuna dayanarak floranın depolama süresi ilerledikçe Gram (+) bakterilere doğru kaydığını belirtmiştir.

4.2.1.3. *Enterobacteriaceae* Sayısı

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^\circ\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayıları (log cfu/g) çizelge. 4.37.'de verilmiştir. Gökkuşağı alabalık filetolarının başlangıç *Enterobacteriaceae* sayısı her iki denemede 10^2 cfu/g düzeyinde bulunmuştur. Depolama süresi ilerledikçe atmosfer koşullarına bağlı olarak artış göstermiştir. En fazla artış kontrol ile vakumlu örneklerde olmuştur.

Çizelge.4.37. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^\circ\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayım sonuçları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0
2	2.9	3.7	2.4	3.0	2.0	2.7	3.2	2.6	3.7	3.2
4	3.8	4.3	3.0	3.9	2.5	2.3	3.0	3.9	3.8	3.3
6	5.9	6.0	5.6	5.4	3.6	2.9	3.5	3.3	4.4	4.5
8	6.5	6.3	6.7	6.9	2.9	3.0	3.5	3.9	5.0	5.7
10	6.8	6.8	6.7	7.5	4.1	4.0	4.8	4.3	5.7	6.0
12	6.7	7.6	6.7	7.1	4.2	4.6	5.3	5.8	6.6	5.7
14	8.1	8.0	7.0	7.8	4.7	6.6	6.5	5.0	7.5	7.0

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetoları ile kontrol grubu filetoların *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.38'de verilmiştir. Filetoların *Enterobacteriaceae* sayıları üzerinde hem depolama süresi hem de atmosfer şartları çok önemli derecede ($p<0.01$) etkili olmuştur.

Çizelge.4.38. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	27.29	140.38**
Atmosfer (A)	4	12.53	64.46**
DxA	28	0.78	4.03**
Hata	40	0.19	

**p<0.01

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.39'da verilmiştir. *Enterobacteriaceae* sayısı, kontrol ve vakum ambalajlı örneklerde birbirine yakın çıkmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlamada ise daha düşük ortalama sayılar belirlenmiştir. Başlangıç CO_2 seviyesi %100 olan ambalajlara ait ortalama değer kontrole göre 2 logaritmik birimlik bir düşüş göstermiştir. %90 CO_2 oranında da sayı düşük çıkmıştır. Karbondioksit oranının %40 olduğu ambalajlarda ortalama sayı kontrol ve vakumdan düşük, yüksek CO_2 oranlarından ise yüksektir. Bu sonuçlar CO_2 'in bakterileri inhibe ettiğini göstermektedir. López-Galvez *et al.* (1998) dil balığı filetolarında, Ordóñez *et al.* (2000) mezgitleerde, de la Hoz *et al.* (2000) ise Salmonlarda 2°C 'lik depolama sıcaklığında %20 ve %40 CO_2 seviyelerinde konsantrasyona bağlı olarak *Enterobacteriaceae* familyası üyelerinin inhibe edildiğini belirtmişlerdir. Karbondioksit bakteriyostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle modifiye atmosfer ambalajlamada kullanılan önemli bir gazdır. Suda ve yağda iyi çözünür. Sıcaklık düştükçe çözünürlüğü arttığından antimikrobiyal etkisi artmaktadır (Stammen *et al.* 1990, Ashie *et al.* 1996). Ayrıca CO_2 , mikroorganizma gelişmesinin lag fazını uzatır ve çoğalmanın olduğu logaritmik fazda generasyon zamanını artırır (Phillips 1996).

Çizelge 4.39. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	5.47 $\pm$ 2.04 a
Vakum	16	5.24 $\pm$ 2.11 a
%100 CO ₂	16	3.38 $\pm$ 1.26 d
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	3.92 $\pm$ 1.29 c
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	4.76 $\pm$ 1.67 b

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

4 $\pm$ 1°C'de belirli sürelerde depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları çizelge.4.40'da verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe sayı artış göstermiş, 8. günde 5.04 $\pm$ 1.59 log cfu/g'lık bir değere ulaşmıştır. Depolamanın 14. gününde ise 6.82 $\pm$ 1.17 log cfu/g'lık bir ortalama *Enterobacteriaceae* sayısı tespit edilmiştir.

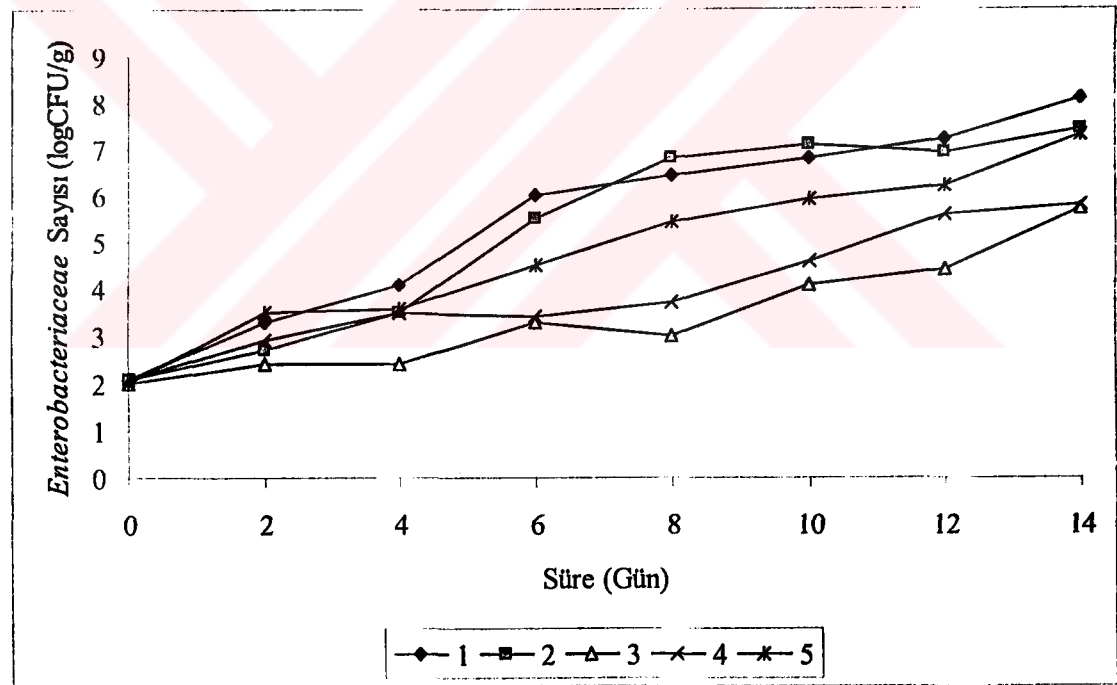
Çizelge 4.40. 4 $\pm$ 1°C'de depolanan alabalık filetolarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	10	2.04 $\pm$ 0.06 g
2	10	2.94 $\pm$ 0.54 f
4	10	3.38 $\pm$ 0.66 e
6	10	4.51 $\pm$ 1.16 d
8	10	5.04 $\pm$ 1.59 c
10	10	5.67 $\pm$ 1.28 b
12	10	6.03 $\pm$ 1.10 b
14	10	6.82 $\pm$ 1.17 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Enterobacteriaceae sayıları üzerinde çok önemli (p<0.01) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil 4.7'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi %100 CO₂ ve %90 CO₂ içeren ambalajlarda sayı 8. günde 1x10⁴ cfu/g'dan daha az düzeydedir. Kontrol ve vakum ambalaj örneklerde daha erken bir zamanda (6. gün)

Enterobacteriaceae sayısı 10^5 - 10^6 cfu/g düzeyine ulaşmıştır. Gobantes *et al.* (1998) vakum uygulanarak ambalajlanan gökkuşuğu alabalık filetolarında 4°C'lik muhafazada toplam koliform sayısının 5. günde 5.6 ± 0.4 log cfu/g düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir. Stenström (1985) MAP uygulanarak ambalajlanan ve 2°C'de depolanan morina filetoları üzerinde yürüttükleri araştırmada CO₂ konsantrasyonunun önemli bir faktör olduğunu ve *Enterobacteriaceae*'nin %100 CO₂ seviyesinde daha iyi inhibe olduğunu tespit etmişlerdir. *Enterobacteriaceae* familyası içinde laktozu fermente eden (koliform bakteriler) ve fermente edemeyen enterik bakterilerle birlikte doğa orjinli diğer bazı bakteriler yer almaktadır (Ünlütürk ve Turantaş 1999).



Şekil 4.7. Depolama süresi x atmosfer interaksiyonunun *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.2.1.4. Maya-Küf Sayısı

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının maya-küf sayıları (log cfu/g) çizelge 4.41.'de verilmiştir. Filetoların maya-küf sayısı %100 ve %90 CO_2 içeren ambalajlarda başlangıç seviyesine göre önemli bir değişim göstermemiştir. Ancak, %30 O_2 içeren ambalajlarda depolamanın son günlerinde 10^4 cfu/g düzeyinde sayılar tespit edilmiştir. Atmosferde %21 konsantrasyonunda bulunan ve yaşam için gerekli olan oksijenin ambalaj ortamında bulunması genelde arzu edilmemektedir. Aerobik mikroorganizmaların gelişimini sağlamaktadır. Ancak balık ve diğer bazı gıdaların ambalajlanmasında çok düşük miktarlarda O_2 kullanılması zorunludur. Ortamda bulunan oksijen anaerobik mikroorganizmalar üzerinde toksik etki yapmamaktadır (Erdoğan ve Acar 1996). Bu araştırma sonuçlarına göre yağsız balıklar için önerilen %30 O_2 +%30 N_2 +%40 CO_2 gaz karışımındaki O_2 seviyesi oldukça yüksektir, küf gelişimini teşvik etmektedir. Karbondioksit seviyesi %90 ve %100 olan ambalajlarda %40 CO_2 oranına göre daha iyi bir inhibüsyon gerçekleşmiştir. Küfler üzerinde etkili olan karbondioksitin mayalar üzerindeki etkisi oldukça azdır (Erdoğan ve Acar 1996).

Çizelge.4.41. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının maya-küf sayıları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO_2		%2.5 O_2 -%7.5 N_2 - %90 CO_2		%30 O_2 -%30 N_2 - %40 CO_2	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2	2.0	2.5	<2	<2	2.0	<2	2.3	2.0	2.3	<2
4	<2	2.9	<2	2.3	<2	2.0	2.4	2.8	2.6	2.3
6	3.4	2.6	2.3	<2	<2	<2	2.3	<2	2.0	2.8
8	4.2	3.0	2.0	<2	<2	2.0	<2	<2	3.1	2.7
10	<2	2.5	2.3	2.0	<2	<2	2.6	<2	4.0	4.3
12	3.0	3.6	2.3	2.0	<2	2.5	<2	2.0	3.8	3.5
14	3.1	3.8	2.0	2.3	<2	<2	<2	<2	4.2	4.0

4.2.1.5. *Pseudomonas* Sayısı

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetolara ait *Pseudomonas* sayıları (log cfu/g) çizelge 4.42.'de verilmiştir.

Çizelge.4.42. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayıları (log cfu/g)

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	2.4	2.6	2.3	2.4	2.2	2.5	2.1	2.6	2.5	2.6
2	4.1	4.2	2.9	2.6	2.0	2.9	2.6	3.0	3.3	3.9
4	5.4	6.1	4.8	4.5	2.3	2.5	4.0	5.3	4.7	4.0
6	6.7	6.8	5.6	6.0	3.3	3.3	3.6	3.9	4.6	4.9
8	7.8	7.3	7.1	7.3	3.9	4.0	4.9	4.9	6.0	5.3
10	7.2	7.6	7.0	6.9	4.4	4.3	5.1	4.9	7.0	7.5
12	8.4	8.5	7.3	7.5	4.1	4.5	6.3	6.5	7.3	7.0
14	8.5	8.3	7.3	7.6	4.9	4.6	6.9	6.9	7.6	7.7

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.43'de verilmiştir. Buna göre depolama süresi ve atmosfer şartları alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayıları üzerinde çok önemli ($p<0.01$) derecede etkili olmuştur.

Çizelge.4.43. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	28.77	348.22**
Atmosfer (A)	4	18.97	229.57**
DxA	28	0.88	10.71**
Hata	40	0.083	

**p<0.01

Modifiye atmosferde ambalajlanan filetolar ile kontrol grubu filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.44'de verilmiştir. Başlangıç CO_2 seviyesi %100 olan ambalajlarda *Pseudomonas* sayısı ortalama 3.48 ± 0.97 log cfu/g olarak belirlenmiştir. Bu değer kontrol ile kıyaslandığında yaklaşık 3 logaritmik birimlik redüksiyon söz konusu olmaktadır. Diğer bir ifade ile %100 oranındaki CO_2 *Pseudomonas*'ların gelişimini önemli ölçüde inhibe etmektedir. *Pseudomonas* cinsi bakteriler Gram (-) bakteriler olup, taze balıkların bozulmasına sebep olurlar (Gram and Huss, 1996). CO_2 , bakterilerin lag fazını uzatarak etkili olur (Varlık ve Metin, 2000). *Pseudomonas* sayısı depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş ve 14. günde 10^7 cfu/g düzeyine erişmiştir (çizelge 4.45).

Çizelge 4.44. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
Kontrol	16	6.37 ± 2.05 a
Vakum	16	5.57 ± 2.02 b
%100 CO_2	16	3.48 ± 0.97 e
%2.5 O_2 %7.5 N_2 %90 CO_2	16	4.59 ± 1.56 d
%30 O_2 %30 N_2 %40 CO_2	16	5.31 ± 1.89 c

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.45. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

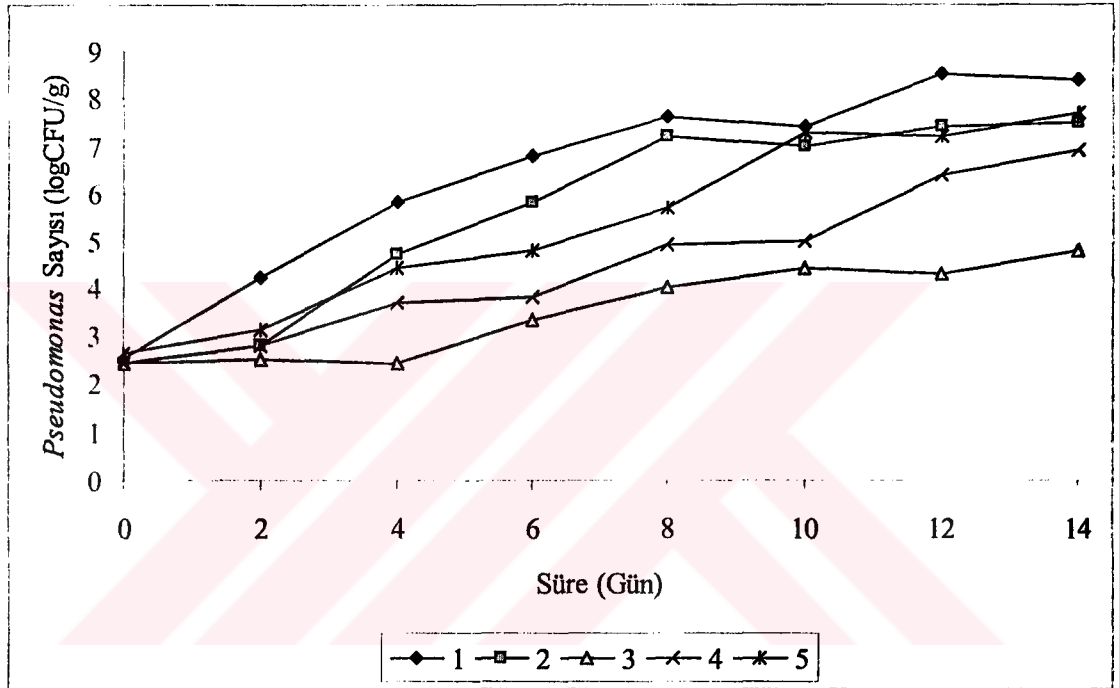
Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	$2.42 \pm 0.18 \text{ h}$
2	10	$3.05 \pm 0.67 \text{ g}$
4	10	$4.36 \pm 1.21 \text{ f}$
6	10	$4.87 \pm 1.35 \text{ e}$
8	10	$5.85 \pm 1.45 \text{ d}$
10	10	$6.19 \pm 1.34 \text{ c}$
12	10	$6.74 \pm 1.46 \text{ b}$
14	10	$7.03 \pm 1.31 \text{ a}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Pseudomonas sayıları üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil 4.8'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi %100 CO_2 'li ambalajlarda sayı depolama süresince düşük bulunmuştur. Depolamanın 6. gününde *Pseudomonas* sayısı kontrol grubunda 1×10^6 cfu/g'dan daha fazladır. Aynı günde vakum uygulanarak ambalajlanan filetolarda sayı yaklaşık 1 logaritmik birimlik daha düşüktür. Gaz ambalajlı örneklerde ise *Pseudomonas* gelişimi önemli ölçüde azaltılmıştır. Ancak süre ilerledikçe %100 CO_2 seviyesinde önemli bir gelişme olmazken %90 CO_2 ve özellikle de %40 CO_2 düzeyinde sayıda önemli artışlar olmuştur. Kontrol grubu filetolarda *Pseudomonas* cinsi bakteriler dominant florayı oluşturmuştur. Depolamanın son günlerinde 1×10^8 cfu/g'dan daha yüksek sayılar tespit edilmiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanan filetolarda ise *Pseudomonas*'lar ile *Enterobacteriaceae* familyasının üyeleri birbirlerine yakın sayılar vermiştir. Gaz ambalajlamada ise gerek *Enterobacteriaceae* gerekse *Pseudomonas* açısından en iyi inhibisyon %100 CO_2 ortamında gerçekleşmiştir.

Aerobik şartlarda buzdolabında saklanan balık filetoları Gram (-) psiktrotrofik organizmaların faaliyetleri sonucu bozulmaktadırlar. *Pseudomonas* spp ve *Shewanella* spp. dominant durumdadırlar. *Pseudomonas* %20 veya daha yüksek CO_2 seviyelerinde inhibe olmaktadır. *Shewanella* ise CO_2 'e dirençli olup gelişimi daha yüksek

konsantrasyonlarda (%40 CO₂) inhibe olmaktadır (Ordenez *et al.* 2000, de la Hoz, *et al.* 2000). Mevcut bu araştırmada %40 ve %90 CO₂ oranlarında Gram (-) floranın gelişiminin ancak belirli bir süre geciktirilmesi gaz : ürün oranının 1:2 olarak seçilmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca depolama sıcaklığının 4°C yerine 2°C alınması halinde daha etkin bir inhibisyon olacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.8. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun *Pseudomonas* sayıları üzerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.2.2. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de Depolanan Gökkuşığı Alabalığı Filetolarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.2.1. Total Volatil Baz- Azotu (TVB-N) Sonuçları

Farklı atmosferlerde ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının Total Volatil Baz- Azotu (TVB-N) sonuçları çizelge. 4.46.'da verilmiştir. Taze filetolar da 11.2-13.8 mg/100 g düzeyinde olan TVB-N değeri depolama süresindeki artışa ve atmosfer koşullarına bağlı olarak artış göstermiştir.

Çizelge.4.46. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N (mg/100 g) değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	11.2	12.0	12.0	13.8	11.2	12.2	13.2	12.2	12.0	11.8
2	16.1	15.6	16.4	17.0	14.0	14.4	15.6	16.4	14.7	15.6
4	16.2	16.4	18.8	18.1	16.0	16.4	17.8	17.5	17.0	17.8
6	16.0	16.4	17.3	17.6	16.1	15.6	16.6	17.0	17.6	18.4
8	17.4	18.3	19.4	18.9	15.9	16.0	15.9	16.8	18.9	18.9
10	25.0	20.2	26.7	26.5	19.2	20.3	19.2	23.5	24.4	25.5
12	29.6	30.1	28.0	28.8	22.6	26.1	24.8	24.9	26.1	27.2
14	40.4	43.4	38.2	39.4	35.3	34.8	38.4	37.9	39.6	39.4

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşığı alabalığı filetoları ile kontrol grubu filetoların TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.47'de verilmiştir. Buna göre, depolama süresi ve atmosfer şartları filetoların TVB-N değerleri üzerinde çok önemli ($p<0.01$) farklılıklara neden olmuştur.

Çizelge.4.47. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^\circ\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının TVB-N (mg/100 g) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	715.78	697.73**
Atmosfer (A)	4	24.18	23.57**
DxA	28	3.44	3.36**
Hata	40	1.03	

**p<0.01

Modifiye atmosferde ambalajlanan ve kontrol grubu filetolarda belirlenen TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.48'de verilmiştir. Başlangıç CO_2 seviyesi %100 olan ambalajlarda TVB-N değeri en düşük düzeydedir. Kontrol grubu ile %30 O_2 içeren ambalajlara ait değerler ise istatistiki olarak birbirinden farksızdır (çizelge.4.48). Depolama süresi faktörü de çok önemli derecede etkili olmuş ve süre arttıkça TVB-N değeri artmıştır (çizelge 4.49).

Çizelge 4.48. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
Kontrol	16	21.52 ± 9.62 b
Vakum	16	22.31 ± 8.15 a
%100 CO_2	16	19.13 ± 7.25 d
%2.5 O_2 %7.5 N_2 %90 CO_2	16	20.48 ± 7.80 c
%30 O_2 %30 N_2 %40 CO_2	16	21.56 ± 8.42 b

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

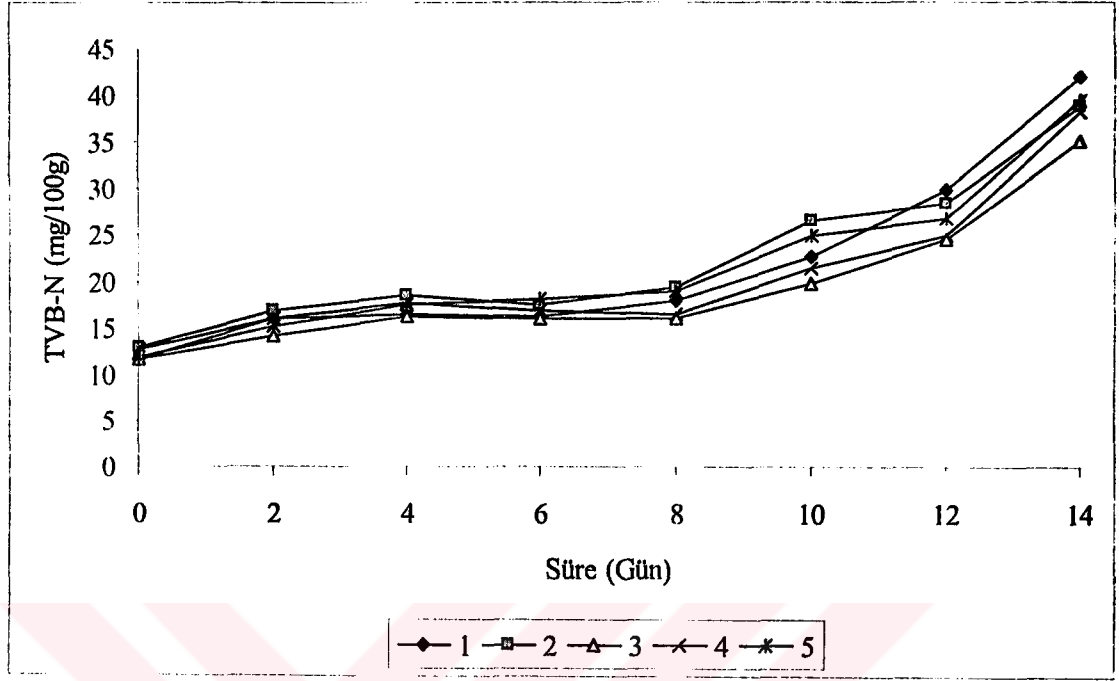
Çizelge 4.49. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	12.16 ± 0.80 f
2	10	15.58 ± 0.96 e
4	10	17.20 ± 0.94 d
6	10	16.86 ± 0.87 d
8	10	17.64 ± 1.41 d
10	10	23.05 ± 3.03 c
12	10	26.82 ± 2.37 b
14	10	38.68 ± 2.46 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

TVB-N değeri üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil 4.9'da verilmiştir. Depolamanın altıncı gününde %30 O_2 içeren gaz karışımı en yüksek değeri verirken, en düşük değer %100 CO_2 li ortamda belirlenmiştir. Depolamanın 10. gününde %100 CO_2 hariç diğer gruplarda TVB-N değeri 20 mg/100 g'ın üzerindedir. 12. günde yüksek CO_2 'li (%100 ve %90) örnekler hariç TVB-N değeri diğer ambalajlarda 25 mg/100 g'dan daha fazladır. Depolamanın sonunda (14. gün) ise örneklerin tümünde değer 35 mg/100 g'ın üzerindedir.

Balıklarda TVB-N değeri tazeliğin önemli bir göstergesidir. Ancak sonuçların duyu analizlerle birlikte değerlendirilmesi sıklıkla önerilmektedir. Avrupa Birliği Direktifinde (95/EC/149) gökkuşağı alabalığı için bir limit verilmemiştir. Gimenez *et al.* (2002) gökkuşağı alabalığı için kabul edilebilir sınırı 25 mg/100 g olarak belirtmiştir. Bu çalışmamızda gerek 10°C 'de gerekse 4°C 'deki sonuçlara göre sınır değer olarak 20 mg/100 g alınabilir. Morina balığı filetolarının dört farklı atmosferde ambalajlanarak $+6^{\circ}\text{C}$ 'de depolandığı bir çalışmada kontrol ve MAP'li örneklerin TVB-N değerlerinin yaklaşık olarak aynı olduğu bildirilmiştir (Devere and Boskou 1996). Metin *et al.* (2002), gökkuşağı alabalığı salamları ile yaptıkları çalışmada kontrol grubu TVB-N değerinin modifiye atmosfer ambalajlı gruptan yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4.9. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun TVB-N üzerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.2.2.2.Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerleri

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) sonuçları çizelge. 4.50.'de verilmiştir.

Çizelge.4.50. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	1.4	2.1	2.3	2.5	2.1	1.8	2.6	1.8	2.1	2.6
2	3.3	3.0	2.1	2.4	3.1	3.0	2.3	1.9	2.5	2.4
4	7.8	6.3	6.5	7.2	5.2	5.6	7.2	7.8	8.6	7.9
6	4.7	4.6	2.9	3.7	2.5	2.5	8.4	6.5	7.7	9.6
8	4.3	4.3	3.5	3.8	5.3	5.7	7.6	5.7	16.6	21.1
10	9.0	9.3	8.2	8.0	10.3	9.3	10.8	15.8	22.8	24.7
12	11.7	23.1	10.9	9.5	8.4	4.5	13.1	14.3	25.2	25.3
14	12.1	22.6	8.4	7.3	5.0	6.4	16.1	24.7	29.5	27.8

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetoları ile kontrol grubu filetolarda belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.51'de verilmiştir.

Çizelge.4.51. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	286.07	56.34**
Atmosfer (A)	4	241.88	47.64**
DxA	28	31.02	6.11**
Hata	40	5.08	

**p<0.01

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.52’de verilmiştir. Filetoların depolama sürelerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.53’de verilmiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanan filetolar ile %100 CO₂ atmosferinde ambalajlanan filetolara ait ortalama değerler diğer gruplara ait ortalama değerlerden istatistiki olarak daha düşük çıkmıştır (çizelge.4.52). En yüksek değer ise oksijen oranı %30 olan gaz karışımında tespit edilmiştir. Gimenez *et al.* (2002) tarafından modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetoları üzerinde yapılan çalışmada en yüksek TBARS değeri en fazla O₂ içeren grupta, en düşük değer ise vakumlu örneklerde belirlenmiştir. Filetoların TBARS değeri süre ilerledikçe artmıştır (çizelge. 4.53).

Çizelge 4.52. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C’de depolanan alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	8.10 ± 6.60 b
Vakum	16	5.58 ± 2.96 c
%100 CO ₂	16	5.04 ± 2.58 c
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	9.16 ± 6.34 b
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	14.78 ± 10.29 a

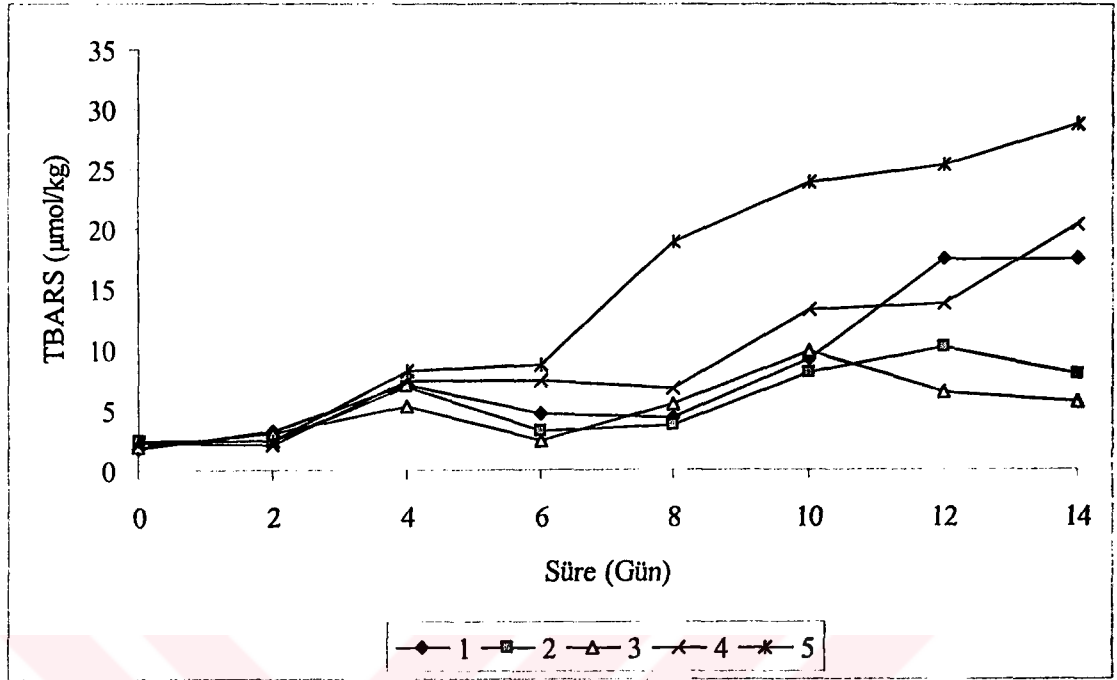
Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.53. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	$2.13 \pm 0.39 \text{ e}$
2	10	$2.60 \pm 0.47 \text{ e}$
4	10	$7.01 \pm 1.09 \text{ cd}$
6	10	$5.31 \pm 2.59 \text{ d}$
8	10	$7.79 \pm 6.04 \text{ c}$
10	10	$12.8 \pm 6.18 \text{ b}$
12	10	$14.6 \pm 7.38 \text{ ab}$
14	10	$15.9 \pm 9.44 \text{ a}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

TBARS değeri üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer interaksyonu şekil 4.10'da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi 6. günden sonra %30 O_2 içeren ambalajlarda TBARS değeri hızlı bir artış göstermiştir. Oksijen oksidasyon sonucu tat-koku maddeleri, pigmentler ve yağlardan meydana gelen parçalanımlarda kötü tat-koku oluşumu, renkte bozulma gibi arzu edilmeyen olaylara sebep olmaktadır (Erdoğan ve Acar 1996). MAP uygulamalarında normalden fazla O_2 kullanımı oksidatif ransidite problemine neden olmaktadır (Finne 1982). Stammen *et al.* (1990) bazı balıklarda MAP'deki oksijenin çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna, dolayısıyla ransiditeye sebep olduğunu ve gaz karışımlarında oksijen seviyesinin önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.10. Depolama süresi x atmosfer interaksyonunun TBARS üzerine etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.2.2.3. pH Değerleri

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının pH değerleri çizelge. 4.54'de verilmiştir. Depolamanın ikinci gününde her iki denemede de başlangıç CO₂ oranı %100 olan filetolarda pH değeri düşmüştür. Bu sonuç CO₂'in karbonik aside dönüşmesinden ileri gelmektedir (Ashie *et al.* 1996). Aynı depolama gününde vakum ve kontrol grubu filetolarda pH değeri artarken %40 ve %90 CO₂'de önemli farklılıklar olmamıştır.

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetoları ile kontrol grubu filetolarda belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.55'de verilmiştir. Depolama süresi pH değeri üzerinde çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkili olmuştur. Atmosfer faktörü ise pH üzerinde istatistiki olarak etkili olmamıştır ($p>0.05$).

Silva and White (1994) kanal kedi balığı ile yürüttükleri araştırmada da modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler ile kontrol grubu örnekleri pH değerleri arasında önemli fark gözlenmediğini belirtmişlerdir.

Çizelge.4.54. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının pH değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	6.22	6.32	6.36	6.34	6.35	6.33	6.34	6.22	6.33	6.35
2	6.41	6.52	6.44	6.52	6.28	6.22	6.33	6.30	6.37	6.34
4	6.44	6.45	6.35	6.33	6.28	6.14	6.39	6.19	6.26	6.29
6	6.33	6.43	6.42	6.41	6.28	6.30	6.26	6.32	6.36	6.33
8	6.38	6.40	6.37	6.35	6.40	6.34	6.36	6.38	6.40	6.49
10	6.42	6.19	6.32	6.37	6.41	6.34	6.31	6.33	6.33	6.30
12	6.60	6.50	6.52	6.35	6.49	6.50	6.35	6.46	6.53	6.36
14	6.30	6.21	6.34	6.52	6.39	6.44	6.39	6.38	6.44	6.18

Çizelge.4.55. Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	0.02	5.09**
Atmosfer (A)	4	0.01	2.29
DxA	28	0.01	1.58
Hata	40	0.00	

**p<0.01

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların depolama sürelerine ait pH değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.56'da verilmiştir.

Depolamanın 12. gününde en yüksek ortalama pH değeri belirlenmiş ancak, 14. günde pH tekrar düşmüştür. Filetoların pH değeri üzerinde depolama süresi x atmosfer interaksyonunun ise önemli bir etkisi olmamıştır (çizelge 4.55) ($p>0.05$). Reddy *et al.* (1995) modifiye atmosferde ambalajladıkları tilapia balıklarında yapmış oldukları pH analizinde modifiye atmosferde ambalajlanan balıkların pH seviyelerinin depolamanın ilk üç gününde düşüş gösterdiğini ancak daha sonra artarak kontrol grubu ile aynı seviyeye geldiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.56. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalık filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	6.32 ± 0.05 bc
2	10	6.37 ± 0.01 bc
4	10	6.31 ± 0.10 c
6	10	6.34 ± 0.06 bc
8	10	6.39 ± 0.04 b
10	10	6.33 ± 0.06 bc
12	10	6.47 ± 0.09 a
14	10	6.36 ± 0.10 bc

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.2.2. 4. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de Depolanan Gökkuşağı Alabalığı Filetolarına Ait Renk Değerleri

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarının L, +a ve +b değerleri sırasıyla çizelge. 4.57, 4.58 ve 4.59'da verilmiştir. Filetoların L* değeri 41.30-53.2, +a değeri 0.11-5.26, +b değeri ise 2.53-12.7 arasında değişmiştir.

Çizelge.4.57. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların L^* değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	43.60	43.85	41.34	44.67	43.97	44.76	44.62	43.97	44.85	41.34
2	44.88	44.25	46.64	45.87	44.85	45.13	46.40	46.89	48.86	45.44
4	43.21	43.89	44.35	45.82	49.01	50.25	47.11	47.14	48.12	45.69
6	47.59	45.01	45.73	45.00	47.32	48.46	47.46	49.49	45.436	47.33
8	45.07	44.83	44.59	48.88	48.76	49.33	47.87	48.56	46.51	45.55
10	46.66	48.58	46.97	47.21	46.09	48.61	49.54	48.66	47.54	48.49
12	49.64	49.27	46.44	48.56	50.89	49.07	52.45	50.65	49.63	51.01
14	50.66	48.40	46.20	48.23	47.48	50.18	53.20	49.97	49.42	52.78

Çizelge.4.58. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların $+a$ değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	0.11	0.22	0.80	0.54	2.37	2.03	0.22	0.37	0.32	0.80
2	1.49	0.96	1.41	1.98	1.02	1.76	0.06	3.80	0.59	1.89
4	2.84	3.07	2.40	2.22	2.68	2.06	1.91	1.09	3.72	1.61
6	3.50	3.09	2.49	2.34	1.69	1.79	1.69	2.09	2.35	2.01
8	2.10	1.51	3.92	1.85	2.20	1.52	2.26	2.34	2.81	1.55
10	1.25	1.77	2.94	2.31	0.92	5.26	3.43	1.29	1.38	1.93
12	3.06	4.86	3.72	4.84	3.27	2.94	1.51	3.06	0.87	0.01
14	4.82	4.78	3.72	3.04	2.04	2.88	1.94	1.82	1.32	0.67

Çizelge.4.59. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların +b değerleri

Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
	Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
	Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	12.66	5.83	3.18	3.89	9.24	5.76	3.80	3.22	6.59	9.24
2	2.78	8.21	6.59	5.90	3.50	4.48	8.84	6.89	9.44	10.1
4	7.76	5.32	3.65	4.35	7.23	9.12	2.53	5.09	6.48	9.34
6	6.91	11.1	7.40	2.74	8.97	3.95	5.10	6.54	6.64	11.6
8	7.29	4.05	4.12	9.77	9.66	7.84	13.2	7.78	9.52	7.41
10	9.36	6.23	10.3	6.59	6.77	4.18	7.77	7.46	4.78	11.6
12	4.27	3.84	5.04	5.31	6.17	7.99	4.15	11.1	9.54	11.7
14	7.03	5.20	11.3	8.27	5.29	8.86	7.07	8.51	6.82	6.9

Farklı atmosfer şartlarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının L,+a ve +b değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.60, 4.61 ve 4.62'de verilmiştir. Depolama süresinin hem L*değeri hem de +a değeri üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Atmosfer şartlarının da her iki değer üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkileri görülmüştür. Filetoların +b değeri üzerinde ise her iki uygulamanın da önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge.4.60. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının L*değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	39.35	22.04**
Atmosfer (A)	4	16.50	9.24**
DxA	28	2.56	1.44
Hata	40	1.79	

** $p<0.01$

Çizelge.4.61. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının +a değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	4.47	5.60**
Atmosfer (A)	4	3.24	4.06**
DxA	28	1.41	1.77*
Hata	40	0.80	

**p<0.01

*p<0.05

Çizelge.4.62. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının +b değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	4.37	0.76
Atmosfer (A)	4	13.87	2.42
DxA	28	7.43	1.30
Hata	40	5.74	

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetolarda ölçülen L*değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.63'de, +a değerlerine ait sonuçlar çizelge 4.64'de verilmiştir. Parlaklığın ölçüsü olan L*değeri kontrol grubu ve vakum ambalajlı örneklerde istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. En yüksek değerler gaz ambalajlı örneklerde belirlenmiş ancak bu örneklerden sadece başlangıç CO_2 oranı %90 ile %40 olan ambalajlar arasındaki farklılık istatistiki olarak farklı bulunmuştur (çizelge.4.63.). Kırmızılığı ifade eden +a değeri en yüksek ortalamayı vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde vermiştir. Ancak bu ortalama kontrol ve

%100 CO₂' ye ait ortalamalardan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir (çizelge 4.64). Metin *et al.* (2002), alabalık burgerleri ile yapmış oldukları modifiye atmosfer ambalajlama çalışmaları sonucunda, L, +a ve +b değerlerinde artış olduğunu tespit ederek kırmızı ve sarı rengin artış gösterdiğini kaydetmişlerdir. Amanatidou *et al.* (2000) modifiye atmosferle ambalajlamanın balıkların renk değerleri üzerinde olumsuz etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Silva and White (1994) modifiye atmosferle ambalajlanan kanal kedi balıklarının Hunter-L* değerlerinin depolama süresince arttığını ve modifiye atmosferle ambalajlanan balıkların renginin beyazlaştığını bildirmişlerdir. Hunter-a değerlerinin depolama süresince azaldığını ve balık etinin CO₂'i absorbe etmesi nedeniyle rengin yeşile dönüştüğünü bununla birlikte Hunter-b değerlerinin uygulamalar arasında herhangi bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Filetoların L* ve +a değerlerinin depolama sürelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.65 ve çizelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.63. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	46.21 $\pm$ 2.46 c
Vakum	16	46.00 $\pm$ 1.82 c
%100 CO ₂	16	47.75 $\pm$ 2.18 ab
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	48.37 $\pm$ 2.51 a
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	47.37 $\pm$ 2.75 b

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.64. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetoların +a değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm SD$
Kontrol	16	2.46 $\pm$ 1.54 ab
Vakum	16	2.53 $\pm$ 1.14 a
%100 CO ₂	16	2.28 $\pm$ 1.03 ab
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	16	1.81 $\pm$ 1.07 bc
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	16	1.49 $\pm$ 0.97 c

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.65. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların L değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	43.70 ± 1.31 d
2	10	45.91 ± 1.35 c
4	10	46.46 ± 2.29 c
6	10	46.88 ± 1.54 bc
8	10	46.95 ± 1.83 bc
10	10	47.84 ± 1.09 b
12	10	49.75 ± 1.63 a
14	10	49.65 ± 2.21 a

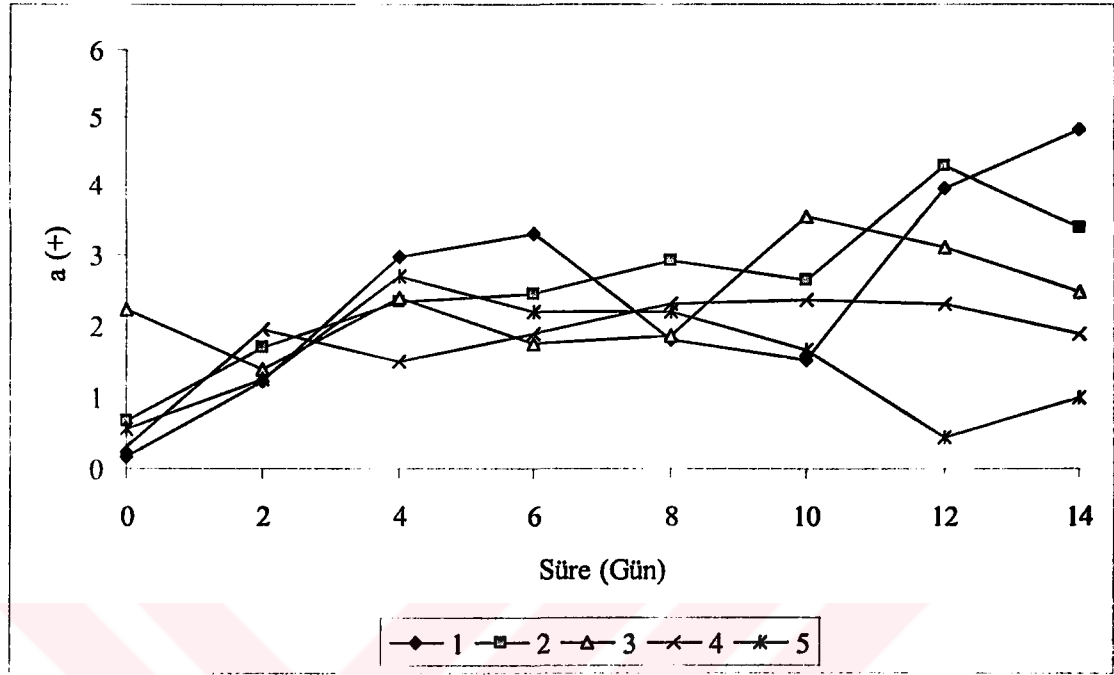
Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.66. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların +a değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	10	0.78 ± 0.79 c
2	10	1.49 ± 1.01 bc
4	10	2.36 ± 0.76 ab
6	10	2.30 ± 0.60 ab
8	10	2.21 ± 0.73 ab
10	10	2.25 ± 1.32 ab
12	10	2.81 ± 1.59 a
14	10	2.70 ± 1.41 a

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Filetoların +a değeri üzerinde önemli ($p<0.05$) etkisi saptanan depolama süresi x atmosfer etkileşimi şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Depolama süresi x atmosfer interaksyonun a (+) değerine olan etkisi (1: Kontrol, 2: Vakum, 3: %100 CO₂, 4: %2.5O₂-%7.5N₂-%90CO₂, 5: %30O₂-%30N₂-%40CO₂)

4.2.3.3. 4±1°C’de Depolanan Gökkuşaağı Alabalığı Filetolarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve 4±1°C depolanan gökkuşaağı alabalığı filetolarının duyusal analiz sonuçları 4.67’de verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe duyusal puanlar azalmıştır. Depolamanın 10. gününden itibaren puanlarda önemli düşüşler olmuş, muameleler arasında bazı farklılıklar görülmüştür.

Çizelge 4.67. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının duyuşal analiz sonuçları (genel görünüm, koku)

Duyuşal özellik	Depolama Süresi (gün)	Atmosfer Şartları									
		Kontrol		Vakum		%100 CO ₂		%2.5O ₂ -%7.5N ₂ -%90CO ₂		%30O ₂ -%30N ₂ -%40CO ₂	
		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme		Deneme	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Genel Görünüm	0	4.9	4.7	5.0	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	2	4.2	4.0	4.5	4.3	4.9	4.7	4.3	4.7	4.5	5.0
	4	3.5	4.5	4.5	3.3	4.5	3.5	3.5	3.8	4.8	3.8
	6	3.3	3.8	3.8	3.3	3.8	3.5	3.8	4.2	3.5	3.7
	8	3.3	3.8	3.5	3.0	3.5	3.8	3.3	3.2	4.2	3.5
	10	3.0	1.5	3.2	2.8	2.5	3.0	3.5	2.0	3.7	2.2
	12	2.5	1.5	2.5	2.8	2.8	2.3	2.2	2.0	2.5	2.5
	14	1.5	1.8	1.7	2.0	2.0	2.2	1.8	2.2	1.8	2.0
Koku	0	5.0	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	2	4.2	3.7	4.7	4.5	4.8	4.7	4.5	4.8	5.0	4.5
	4	3.7	4.3	4.3	4.8	4.3	4.5	3.8	3.8	4.8	3.8
	6	3.8	3.5	3.5	3.7	4.2	4.0	4.0	4.2	4.2	4.0
	8	3.2	3.0	3.2	3.0	3.0	3.5	3.0	3.2	2.7	3.5
	10	2.8	1.5	2.5	2.7	2.3	2.7	3.0	2.5	2.5	2.5
	12	2.0	1.3	2.0	2.3	2.5	2.7	1.8	1.8	2.0	2.2
	14	1.5	1.2	1.7	1.3	2.0	1.7	2.0	2.0	2.0	1.8

Duyuşal analizler, Hedonik tip skala kullanılarak 6 kişi tarafından yapılmış, varyans analizinde her iki denemede de panelistler tarafından verilen puanlar ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre depolama süresi ve atmosfer faktörleri hem genel görünüm hem de koku üzerinde çok önemli ($p<0.01$) etkiye sahiptir. Depolama süresi x atmosfer interaksyonu ise her iki duyuşal özellik üzerinde etkili olmamıştır ($p>0.05$) (çizelge 4.68). Özogul *et al.* (2000) yapmış oldukları bir çalışmada Atlantik ringa balıklarını modifiye ve vakum ambalajlayarak karşılaştırma yapmışlar ve duyuşal analizler neticesinde raf ömrünün modifiye atmosfer ambalajlanan balıklarda 10 gün, vakum ambalajlı gruplarda ise 8 gün olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 4.68. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetoların genel görünüm puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	72.74	174.90**
Atmosfer (A)	4	2.48	5.97**
DxA	28	0.59	1.42
Hata	440	0.42	

**p<0.01

Çizelge 4.69. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetoların koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama Süresi (D)	7	92.17	241.52**
Atmosfer (A)	4	3.85	10.09**
DxA	28	0.42	1.10
Hata	440	0.38	

**p<0.01

Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan filetolar üzerine uygulanan duyuşsal analizlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.70'te ve çizelge 4.71'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalamalar başlangıç CO_2 oranı %100 olan atmosferde, en düşük ortalamalar ise kontrol grubundan elde edilmiştir. Filetoların duyuşsal analizlerinin depolama sürelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge 4.72 ve çizelge 4.73'te verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe puanlarda düşüşler görülmüştür.

Çizelge 4.70. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının duyuşal analizlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (genel görünüm)

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
Kontrol	96	$3.20 \pm 1.28\text{c}$
Vakum	96	$3.38 \pm 1.18\text{ b}$
%100 CO ₂	96	$3.65 \pm 1.09\text{ a}$
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	96	$3.40 \pm 1.20\text{ b}$
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	96	$3.46 \pm 1.34\text{ b}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.71. Farklı atmosfer koşullarında ambalajlanan ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalık filetolarının duyuşal analizlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (koku)

Atmosfer Şartları	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
Kontrol	96	$3.02 \pm 1.41\text{ c}$
Vakum	96	$3.32 \pm 1.27\text{ b}$
%100 CO ₂	96	$3.56 \pm 1.25\text{ a}$
%2.5O ₂ %7.5N ₂ %90CO ₂	96	$3.41 \pm 1.24\text{ ab}$
%30O ₂ %30N ₂ %40CO ₂	96	$3.41 \pm 1.41\text{ ab}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.72. $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların duyuşal analizlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (genel görünüm)

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	60	$4.93 \pm 0.25\text{ a}$
2	60	$4.50 \pm 0.57\text{ b}$
4	60	$3.98 \pm 0.75\text{ c}$
6	60	$3.68 \pm 0.65\text{ d}$
8	60	$3.47 \pm 0.72\text{ d}$
10	60	$2.82 \pm 0.83\text{ e}$
12	60	$2.20 \pm 0.71\text{ f}$
14	60	$1.75 \pm 0.68\text{ g}$

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.73. $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan filetoların duyusal analizlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (koku)

Depolama Süresi (gün)	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$
0	60	4.93 ± 0.25 a
2	60	4.53 ± 0.68 b
4	60	4.17 ± 0.62 c
6	60	3.88 ± 0.80 d
8	60	3.18 ± 0.75 e
10	60	2.53 ± 0.70 f
12	60	2.02 ± 0.60 g
14	60	1.50 ± 0.60 h

Farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

5. SONUÇ

Araştırmada balık materyali olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü'nden temin edilen ortalama 150 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Araştırmada iki farklı deneme kurulmuştur. Depolama sıcaklığı olarak 10°C, ve 4°C seçilmiştir. Depolama sıcaklığının 10°C olarak seçildiği araştırma 5 farklı atmosferde ambalajlama (hava, vakum, %100 CO₂, %2,5 O₂- %7.5 N₂-%90 CO₂, %30 O₂-%30 N₂-%40 CO₂) ve 5 farklı depolama süresi (0, 1, 2, 3, 4. gün) esas alınarak 5x5 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. 4°C'de de aynı plan uygulanmış ancak 8 farklı depolama süresi (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14. gün) esas alınmıştır (5x8 faktöriyel düzen). Filetolar üzerine depolamanın belirli günlerinde mikrobiyolojik analizler; total aerobik bakteri (10°C'de 7 gün, 25°C'de 3 gün ve 37°C'de 2 gün), laktik asit bakteri, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* sayımları yapılmıştır. Fiziksel ve kimyasal analizlerde renk (L, +a ve +b değerleri), TVB-N , TBARS ve pH değerleri belirlenmiştir. Duyusal analizlerde de filetoların depolama süresince genel görünüm ve kokuları değerlendirilmiştir.

Araştırma verilerinin istatistiki olarak değerlendirilmesi neticesinde elde edilen bazı temel sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1. Psikrotrofik bakteri sayısı hem 4°C ve hem de 10°C'lik depolama sıcaklığında başlangıç CO₂ seviyesi %90 ve %100 olan ambalajlarda daha düşük bulunmuştur. 25°C'de 3 günlük inkübasyon sonunda elde edilen sonuçlar ise psikrotrofik bakteri sayım sonuçlarına paralellik göstermiştir. Mezofilik bakteri sayıları ise psikrotrofik bakteri sayılarından 1-2 logaritmik birim daha düşük çıkmıştır. Depolama süresi arttıkça total bakteri sayısında artışlar olmuştur. 10°C'lik depolama sıcaklığında depolama süresi x atmosfer interaksyonunun total bakteri sayısı üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir. Buna karşın 4°C'de bu interaksyon çok önemli bulunmuş ve %90 ve %100 CO₂ seviyelerinde depolama süresince daha düşük sayılar tespit edilmiştir.

CO₂'nin 4°C derecelik depolama sıcaklığında bakteriyel gelişmeyi geciktirdiği sonucuna varılmıştır.

2. Taze filetolarda (0. gün) $< 10^2$ - 10^2 cfu/g arasında değişen laktik asit bakteri sayısı süre ilerledikçe artış göstermiştir. Laktik asit bakteri sayısı 10°C'de 4. günde 10^2 - 10^5 cfu/g arasında değişmiştir. 4°C'lik depolama sıcaklığında ise gaz ambalajlı örneklerde de %40 CO₂ içeren gaz karışımında depolama sonunda daha yüksek sayılar belirlenmiştir. Bu sonuç CO₂'nin laktik asit bakterilerinin gelişimini engellemediğini, hatta az da olsa sitümüle ettiğini göstermektedir.

3. *Enterobacteriaceae* sayısı gaz ambalajlı örneklerde daha düşük çıkmıştır. 10°C'de gaz ambalajlı örneklere ait sayılar birbirine yakın çıkarken, 4°C'de belirgin farklılıklar görülmüştür. Bu sonuca göre Gram (-) bakteriler CO₂ oranı arttıkça daha iyi inhibe olmaktadır.

4. Maya ve küf sayısı, %30 O₂ içeren gaz karışımında 10^4 - 10^5 cfu/g seviyesine ulaşmıştır. Vakum, %100 CO₂ ve %90 CO₂ ortamlarında ise sayı genellikle düşüktür.

5. *Pseudomonas*'lar üzerine CO₂'nin antibakteriyel etkisi 10°C'ye göre 4°C'de daha fazla olmuştur. 4°C'lik depolama sıcaklığında kontrole göre %100 CO₂ seviyesinde yaklaşık 3 logaritmik birimlik redüksiyon gerçekleşmiştir. *Pseudomonas*'lar balıkların bozulmasında etkin olan bakterilerdir. Araştırmamızda CO₂'nin varlığında bu organizmaların gelişmesi belirli bir süre geciktirilmiş, ancak sonra sayıda artışlar olmuştur. 4°C'de depolama süresince başlangıç CO₂ seviyesi %100 olan örnekler daima daha düşük *Pseudomonas* sayısı vermişlerdir.

6. 10°C'lik depolama sıcaklığında vakum ve MAP filetoların TVB-N değeri üzerinde etkili olmamıştır. 4°C'lik depolama sıcaklığında ise karbondioksit total volatil baz oluşumunu bakteriyel gelişmeyi sınırlandırarak geciktirmiştir. Depolamanın 10. gününde %100 CO₂ hariç diğer gruplarda TVB-N değeri 20 mg/100 g'ın üzerindedir. 14. günde ise örneklerin tümünde 35 mg/100 g'dan daha fazla TVB-N belirlenmiştir.

TVB-N analizinin alabalıklarda bozulmanın belirlenmesi için tek başına bir kriter olamayacağı sonucuna da varılmıştır.

7. Lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri %30 O₂ içeren gaz karışımı ile ambalajlanan örneklerde oldukça yüksek çıkmıştır. Vakum ve %100 CO₂'de TBARS'taki artış daha yavaş olmuştur. Bu sonuçlara göre yağsız balıklar için öngörülen %30 O₂+%30N₂+%40 CO₂ karışımı 4°C'de depolanan alabalıklar için uygun değildir. Depolama sıcaklığı düşürülerek bu gaz karışımı ile ilgili yeni araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmüştür.

8. Gökkuşuğu alabalık filetolarının pH değeri üzerinde vakum ve MAP uygulamalarının önemli bir etkisi olmamıştır. Depolama süresince ise bazı farklılıklar belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre bozulmanın tespitinde pH'nın bir kriter olarak değerlendirilmesi pek mümkün görülmemektedir.

9. Filetoların renk değerlerinde de bazı farklılıklar görülmüştür. 10°C'de L değeri üzerinde sadece depolama süresi etkili olmuştur. 4°C'de ise kırmızılığı ifade eden +a değeri en yüksek ortalamayı vakum uygulanarak ambalajlanan örnekler vermiştir. Ancak bu ortalama kontrol ve %100 CO₂'ye ait ortalamalardan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir.

10. Duyusal analizlerde en yüksek ortalamalar başlangıç CO₂ oranı %100 olan atmosferde, en düşük ortalamalar ise kontrol grubundan elde edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe puanlarda düşüşler görülmüştür.

Elde edilen sonuçlardan modifiye atmosferde ambalajlamada yağsız balıklar için en uygun olduğu bildirilen %30 O₂ - %30 N₂ - %40 CO₂ oranının, lipid oksidasyonunun bir ölçütü olan TBARS değerlerinin yüksekliği ve diğer analizlere dayanarak 4°C'lik depolama sıcaklığında gökkuşuğu alabalığı filetoları için çok uygun olmadığı,

ambalajlamada önemli bir faktör olan gaz/ürün oranı ve 2°C gibi daha düşük depolama sıcaklıkları ile ilgili çalışmaların yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Amanatidou, A., Schlüter, O., Lemkau, K., Gorris, L.G.M., Smid, E.J., Knorr, D., 2000, Effect of combined application of high pressure treatment and modified atmospheres on the shelf life of fresh Atlantic Salmon. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1, 87-98.
- Anonymous, 1984, *Microorganisms in foods. Microbial Ecology of Food Commodities*. Blackie Academic and Professional an Imprint of Thomson Science, 2-6 Boundary Row, London, U.K., p.160.
- Anonymous, 1988, *Untersuchung Von Lebensmitteln Bestimmung des Gehaltes Von Flüchtigen Stickstoffhaltigen Basen (TVB-N) in Fischen und Fischerzeugnissen Referenzerfahren. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach 35 LMBG*, p.2.
- Anonymous, 1992, *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 3 th ed. By Vonderzant, Cand Splittstoesser, D.F. American Public Health Association, Washington D.C., USA.
- Aras, M.S., Bircan, R., Aras, N.M., 1997, *Genel Su Ürünleri ve Balık Üretimi Esasları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, s.13.
- Ashie, I.N.A., Smith, J.P., and Simpson B.K., 1996, Spoilage and Shelf-Life Extension of Fresh Fish and Shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36 (182):87:121.
- Barnett, H.J., Conrad, J.W., and Nelson, R.W., 1987. Use of Laminated High and Low Density Polyethylene Flexible Packaging to Store Trout (*Salmo gairdneri*) in a Modified Atmosphere. *Journal of Food Protection*, 50 (8) 645-651.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., und Spcher G., 1993. *Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln*, Behr's Verlag, Hamburg, Germany.
- Boskou, G., and Debevere, J., 1997. Reduction of trimethylamin oxide by *Shewanella* spp. under modified atmospheres in vitro. *Food Microbiology* 14, 543-553.
- Cann, D.C., 1985. Packing fish in a modified atmosphere. Torry Advisory Note No.88. Torry Research Station. Aberdeen, U.K.
- Cann, D.C., Smith, G.L., and Houston, N.C., 1983, *Further Studies of The Packaging of Marine Fish Products Under Modified Atmospheres*. Torry Research Station. Aberdeen, U.K.
- Christopher, Z.L., Vanderzant, C., Carpenter, Z.L., Smith, G.C., 1979, Microbiology of pork packaged in various gas atmospheres. *Journal of Food Protection*. 42, 324-327.
- Church, J., and Parsons, A.L., 1995, Modified atmosphere packaging technology, a review. *Journal of The Science of Food Agriculture*, 67, 143-152.
- Church, N., 1994, Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. *Trends in Food Science and Technology*. 5-343-352.
- Church, N., 1998, MAP fish and crustaceans-sensory enhancement. *Food Science and Technology Today* 12 (2), 73-80.
- Daniels, J., A., Krishnamurthi, R., and Rizvi S.S.H., 1984, A Review of Effects of Carbon Dioxide on Microbial Growth and Food Quality. *Journal of Food Protection*, 48 (6) 532-537.

- De La Hoz, L., Lopez, Galvez, D.E., Fernandez, M., Hierro, E., Ordonez, J.A., 2000, Use of Carbon dioxide enriched atmospheres in the refrigerated storage (2°C) of salmon (*Salmo salar*) steaks. *European Food Research Technology*, 210, 179-188.
- 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, 221-229.
- Devlieghere, F., Debevere, J., Vanimpe, J., 1998, Concentration of carbon dioxide in the water-phase as a parameter to model the effect of a modified atmosphere on microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 43, 105-113.
- Dixon, N.M. and Kell, B.D., 1989. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of micro-organisms. *Journal of Applied Bacteriology*, 67, 109-136.
- Dufresne, I., Smith, J.P., Liu, J.N., Tarte, I., Blanchfield, B., Austin, J.W., 2000, Effect of headspace oxygen and films of different oxygen transmission rate on toxin production by *Clostridium botulinum* type E in rainbow trout fillets stored under modified atmospheres. *Journal of Food Safety*, 20 (3): 157-175.
- Emborg, J., Laursen, B.G., Rethjen, T., Dalgaard, P., 2002, Microbial spoilage and formation of biogenic amines in fresh and thawed modified atmosphere packed salmon (*salmo salar*) at 2 degrees C. *Journal of Applied Microbiology*, 92 (4): 790-799.
- Erdinç, B., ve Acar, J., 1996, Gıda Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP). *Gıda* 21 (1) 17-21.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., 2000, Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Merinatlارının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 24, 585-591.
- Farber, J.M., 1991, Microbial Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology- A Review. *Journal of Food Protection*, 54 (1) 58-70.
- Fey, M.S. and Regenstein, S.M., 1982, Extending Shelf-Life of Fresh Wet Red Hake and Salmon Using CO₂-O₂ Modified Atmosphere and Potassium Sorbate Ice at 1°C. *Journal of Food Science*. 47/1048-1054.
- Finne, G., 1982, Modified and Controlled-Atmosphere Storage of Muscle Foods. *Food Technology*, 36 (2), 128-133.
- Garcia, G., and Genigeorgis, C., 1987, Quantitative Evaluation of *Clostridium botulinum* Nonproteolytic Types B, E, and F Growth Risk in Fresh Salmon tissue Homogenates Stored Under Modified Atmospheres. *Journal of Food Protection*, 50 (5) 390-397.
- Gennari, M., Tomaselli, S., and Catrona, V., 1999, The microflora of fresh and spoiled sardines (*sardina pilchardus*) caught in Adriatic (Mediterranean) Sea and stored in ice. *Food Microbiology*, 16, 15-28.
- Ghazala, S., 1994, New packaging technology for seafood preservation-shelf life extension and pathogen control. *Fisheries Processing. Biotechnological applications* published by Chapman and Hall, London, p.96.
- Gibson, A.M., Ellis-Brownlee, R.C.L., Cahill, M.E., Szabo, E.A., Fletcher, G., Bremer P.J., 2000. The Effect of 100% CO₂ on the growth of nonproteolytic *Clostridium botulinum* at chill temperatures. *International Journal of Food Microbiology*, 54, 39-48.

- Gimenez, B., Roncales, P., Beltran, J.A., 2002, Modified Atmosphere Packaging of Filleted Rainbow Trout. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 82 (10): 1154-1159.
- Gobantes, I., Choubert, G. and Gomez, R., 1998, Quality of Pigmented (Astaxanthin and Canthaxanthin) Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets Stored Under Vacuum Packaging During Chilled Storage. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 46, 4358-4362.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. Ve Zorba, Ö., 2001, Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu (4. Baskı). Atatürk Üniv. Yayın No:751, Zir. Fak. Yay. No:318, Ders Kitapları Serisi No:69, Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum
- Gram, L., 1992, Evaluation of the bacteriological quality of seafood. *International Journal of Food Microbiology*. 16, 25-39.
- Gram, L., Huss, H.H., 1996, Microbial spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology* 33.121-137.
- Guldager, H.S., Boknaes, N., Osterberg, C., Nielsen, J. and Dalgaard, P., 1998, Thawed Cod Fillets Spoil Less Rapidly Than Unfrozen Fillets When Stored Under Modified Atmosphere at 2°C. *Journal of Food Protection*, 61 (9) 1129-1136.
- Jensen, C., Birk, E., Jokumsen, A., Skibsted, L.H., Bertelsen, G., 1998, Effect of dietary levels of fat, α tokopherol and astaxanthin on colour and lipid oxidation during storage of frozen rainbow trout (*O.mykiss*) and during chill storage of smoked trout. *Lebensmittel Unters Forsch A* 207: 189-196.
- Keleş, F., 2002, Gıda Ambalajlama İlkeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:189, Erzurum.
- Koutsoumonis, K., Nychas G.J.E., 2000, Application of a systematic experimental procedure to develop a microbial model for rapid fish shelf life predictions. *International Journal of Food Microbiology*, 60, 171-181.
- Küçüköner, E., Küçüköner, Z., 1990, Balık Mikroflorası ve Balıklarda Meydana Gelen Mikrobiyal Değişmeler. *Gıda*, 15 (6) 339-341.
- Lemon, D.W., 1975, An improved TBA test for rancidity New Series Circular. No: 51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lopez, Caballero, M.E., Goncalves, A., Nunes, M.L., 2002, Effect of CO₂/O₂ containing deepwater pink shrimp modified atmospheres on packed (*Parapenaeus longirostris*). *European Food Research and Technology*, 214 (3): 192-197.
- Lopez-Caballero, M.E., Sanchez-Fernandez, J.A., Moral, A., 2001, Growth and metabolic activity of *Shewanella putrefaciens* maintained under different CO₂ and O₂ concentrations. *International Journal of Food Microbiology*, 64, 277-287.
- Lopez-Galvez, D.E., Dela, Hoz, L., Blanco, M. and Ordonez, A., 1998, Refrigerated Storage (2°C) of Sole (*Soela solea*) Fillets Under CO₂. Enriched Atmospheres. *Journal of Agriculture of Food Chemistry*, 46, 1143-1149.
- Lyhs, U., Korkeala, H., Björkroth, J., 2002, Identification of lactic acid bacteria from spoiled, vacuum-packaged (gravad) rainbow trout using ribotyping. *International Journal of Food Microbiology*, 72, 147-153.
- Lyhs, V., Lahtinen, J., Fredriksson-Ahomaa, M., Hyytiä-Trees, E., Elfing, K., Korkeala, H., 2001, Microbiological Quality and shelf-life of vacuum packaged (gravad)

- rainbow trout stored at 3 and 8°C. *International Journal of Food Microbiology* 70, 221-230.
- Metin, S., 2002, Modifiye Atmosferde Paketlemenin Alabalık Burgerlerinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi, *Gıda*, 27 (3): 209-217.
- Metin, S., Erkan, N., Baygar, T. and Özden, Ö., 2002, Modified atmosphere packaging of fish-salad. *Fisheries Science* 68, 204-209.
- Metin, S., Erkan, N., Varlık, C., Özden, Ö., Baygar, T., Kalafatoğlu, H., Gün, H., 2000, Modified Atmosphere Packaging on Shelf Life of Fish Salami. *Fleishwirtschaft International*, 4, 49-51.
- Ogrydziak, D.M. and Brown W.D., 1982, Temperature Effects in Modified. Atmosphere Storage of Seafoods. *Food Technology* 36 (5) 86-96.
- Ordenez, J.A., Lopez-Galvez, D.E., Fernandez, M., Hierro, E., De La Hoz, L., 2000, Microbial and physicochemical modifications of hake (*Merluccius merluccius*) steaks stored under carbon dioxide enriched atmospheres. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 80 (13) 1831-1840.
- Özoğul, F., Taylor, K.D., Quantick, P., Özogul, Y., 2000, Chemical, microbiological and sensory evolution of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. *Food Chemistry* 71, 267-273.
- Parkin, K.L., Wells, J.M., and Brown, W.D., 1981, Modified Atmosphere Storage of Rockfish fillets. *Journal of Food Science* 47, 181-185.
- 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 slices of hake (*Merluccius merluccius*), *Food Chemistry*, 61 (112) 23-28.
- Pastoriza, L., Sampedro, G.J., Herrera, J.J., Cabo, M.L., 1996, Effect of modified atmosphere packaging on shelf life of iced fresh hake slices. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 71 (4) 541-547.
- Philips, O.C.A., 1996, Review, Modified Atmosphere Packaging and its effects on the microbilological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 463-479.
- Randell, K., Ahvenainen, R.J., Latva-Kala, K., Hurme, E., Mattila-Sandholm, T., and Hyvönen, L., 1995, Modified Atmosphere-Packed Marinated Chicken Breast and Rainbow Trout Quality as Affected by Package Leakage. *Journal of Food Science*, 60 (4) 667-672.
- Randell, K., Hattula, T., Ahveneinen, R., 1997, Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and Baltic herring fillets. *Food Science and Tchnology-Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 30 (1) 56-61.
- Reddy, N.R., Parodis, M.G., Roman, M.G., Solomon, H.M. and Rhodehamel, E.J., 1996, Toxin Development by *Clostridium botulinum* in Modified Atmosphere-Packaged Fresh Tilapia Fillets During Storage. *Journal of Food Science*, 61 (3), 632-635.
- Reddy, N.R., Shreiber, C.L., Buzard, K.S., Skinner, G.E. and Armstong DJ., 1994, Shelf Life of Fresh Tilapia Fillets Packaged in High Barrier Film With Modified Atmospheres. *Journal of Food Science*, 59 (2) 260-264.
- Reddy, N.R., Solomon, H.Y., Roman, G. and Rhodehamel, J., 1997, Shelf Life and Toxin Development by *Clostridium botulinum* During Storage of Modified-

- Atmosphere-Packaged Fresh Aquacultured Salmon Fillets. *Journal of Food Protection*, 60 (9) 1055-1063.
- Reddy, N.R., Villanueva M. and Kautter, D.A., 1995, Shelf Life of Modified-Atmosphere- Packaged Fresh Tilapia Fillets Stored Under Refrigeration And Temperature-Abuse Condition. *Journal of Food Protection*. 58 (8) 908-914.
- Regenstein, J.M., Regenstein, C.E., 1991, *Introduction to Fish Technology*. An Osprey Book Published by Van Nostrand Reinhold. New York, p.79.
- Ruiz-Capillas, C., Horner, W.F.A., Gillyon, C.M., 2001, Effect of packaging on the spoilage of king scallop (*Pecten maximus*) during chilled storage. *European Food Research Technology*, 213, 95-98.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2001a, Changes in free amino acids during chilled storage of hake (*Merluccius merluccius* L.) in controlled atmospheres and their use as a quality control index. *European Food Research Technology*, 212, 302-307.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2001b, Effect of controlled atmospheres enriched with O₂ in formation of biogenic amines in chilled hake (*Merluccius merluccius* L.). *European Food Research Technology*, 212, 546-550.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2001c, Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research Technology*, 212, 413-420.
- Scott, D.N., Fletcher, G.C., and Summers, G., 1984, MAP and vacuum packaging of snapper fillets, *Food Technology*, Australia, 36-330.
- Sikorski, Z.E., 1990, *Seafood; Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, p.102.
- Silva, J.L. and White, T.D., 1994, Bacteriological and Color Changes in Modified Atmosphere-Packaged Refrigerated Channel Catfish. *Journal of Food Protection*, 57 (8) 715-719.
- Snedecor, G.W., and Cochran, W.G., 1980, *Statistical Methods*, S.XVII. 507. The Iowa State Univ. Press. Ames.
- Sorheim, O., Aune, T., and Nesbakken, T., 1997, Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified-atmosphere packaging of meat. *Trends in Food Science and Technology*, 8, 307-312.
- Soyer, A., 1999, Balıkta Avlanma Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişmeler. *Gıda*, 1.33-39.
- Stammen, K., Gerdes, D., and Caporaso, F., 1990, Modified Atmosphere Packaging of Seafood. *Food Science and Nutrition*, 29 (5) 301-331.
- Stenström, I., M., 1985, Microbial Flora of Cod Fillets (*Gadus morhua*) Stored at 2°C in Different Mixtures of Carbon Dioxide and Nitrogen/Oxygen. *Journal of Food Protection*, 48 (7), 585-589.
- Sverstvik, M., Jeksrud, W.K., and Rosnes, M.J.T., 2002, A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 107-127.
- Topal, Ş., 1996, Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri, Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi Matbaası-Gebze, Kocaeli.
- Üçüncü, M., 2000, Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, s.612.

- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1999, Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, s.53.
- Varlık, C., Metin, S., 2000, Su Ürünlerinde Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamaları. Dünya Gıda Dergisi, 10 (6) 68-72.
- Weber, H. and Laux, P., 1992, Haltbarkeitsverlängerung durch Schutzgaslaperung bei rotfleishigen Foreden. Fleischwirtschaft, 72 (9) 1206-1215.
- Wolfe, S.K., 1980, Use of CO- and CO₂- Enriched atmospheres for meats, fish, and produce. Food Technology 34 (3) 55-58.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1994, Araştırma ve Deneme Metodları, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 697, 266, Erzurum.
- Young, L.L, Reviere, R., D., and Cole, A.B., 1988, Fresh Red Meats: A Place to Apply Modified Atmospheres, Food Technology, 42 (9) 65-68.



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1993 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü’nden fakülte birincisi olarak mezun oldu. 1998-2000 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2000 Ekim döneminde aynı Anabilim Dalı’nda doktora öğrenimine başladı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü’nde 1998 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olup, evli ve bir çocuk annesidir.

