

**POTASYUM SORBAT UYGULAMASININ VAKUM
VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLANMIŞ
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)
FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ayşegül ÇARBAŞ

**Doktora Tezi
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Prof. Dr. Telat YANIK
2008**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**POTASYUM SORBAT UYGULAMASININ VAKUM VE MODİFİYE
ATMOSFERDE AMBALAJLANMIŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ETKİSİ**

Ayşegül ÇARBAŞ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2008**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

POTASYUM SORBAT UYGULAMASININ VAKUM VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLANMIŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Ayşegül ÇARBAŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK

Ortak Danışman: Prof. Dr. Mükerrrem KAYA

Araştırma, potasyum sorbat (%0, %2, %4) uygulamasının vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂) ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Filetolar 4±1°C’de depolanmış ve depolamanın belirli günlerinde (0, 3, 6, 9, 12 ve 15. gün) mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ve kimyasal (pH, tiobarbituric acid reactive substans-TBARS, toplam uçucu baz azotu-TVB-N) analizlere tabi tutulmuştur. Potasyum sorbatın alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae, maya ve küf sayıları ile TBARS ve TVB-N değerleri üzerinde çok önemli (p<0,01) derecede etkili olduğu, konsantrasyonunun artırılmasıyla antimikrobiyal etkinin arttığı ve bunun sonucunda bakteriyel gelişimin yavaşladığı belirlenmiştir. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama arasında TBARS değeri açısından istatistiki olarak önemli (p>0,05) bir farklılık olmadığı, ancak vakum ambalajlamanın modifiye atmosfere göre daha yüksek TVB-N değeri verdiği tespit edilmiştir (p<0,05). TBARS değeri üzerinde potasyum sorbat x ambalajlama interaksyonu çok önemli (p<0,01) etkide bulunmuş, vakum ambalajlama hem %2 hem de %4 potasyum sorbat seviyesinde modifiye atmosfere göre daha düşük TBARS değerleri vermiştir. Depolama süresinin bakteri sayısı, pH, TBARS ve TVB-N değerlerine önemli (p<0,01) etkileri olmuş, depolama süresinin artmasına paralel olarak bütün değerlerde artış meydana gelmiştir. Filetoların pH değerlerine potasyum sorbat uygulaması ve ambalajlamanın önemli bir etkisi olmamıştır (p>0,05). Potasyum sorbat uygulamasının (özellikle %4 seviyesinin) vakum veya MAP ile ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen filetoların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesini daha uzun süre korumasına katkıda bulunabileceği sonucuna varılmıştır.

2008, 90 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, potasyum sorbat, MAP, vakum, raf ömrü

ABSTRACT

Ph.D. Dissertation

EFFECTS OF POTASSIUM SORBATE APPLICATION ON SHELF LIFE OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS PACKAGED WITH VACUUM AND MODIFIED ATMOSPHERE

Ayşegül ÇARBAŞ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fishery Sciences

Advisor: Prof. Dr. Telat YANIK

Co-Advisor: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

Research was conducted to determine the effects of potassium sorbate applications (%0, %2, %4) on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets packaged with vacuum and modified atmosphere (40 % CO₂ + 30 % O₂ +30% N₂). Fillets kept at 4±1°C were subjected to microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, *Pseudomonas*, lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, yeast and mould) and chemical (pH, thiobarbituric acid reactive substances-TBARS, total volatile base nitrogen-TVB-N) analyzes on certain days (0, 3, 6, 9, 12 and 15th days) of storage.

It was determined that potassium sorbate had effects on total aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae, yeast-mould counts, TBARS and TVB-N values of fillets at very significant (p<0,01) degree, and retarded bacterial growth as antimicrobial effect increased with the increment of its concentrations. No significant (p>0,05) differences were observed with respect to TBARS values at packaging either vacuum or modified atmosphere, however TVB-N values were significantly (p<0,05) higher in vacuum than the modified one. Potassium sorbate x packaging interaction had very significant effect on TBARS values; vacuum packaging gave lower TBARS values at both 2 % and 4% potassium sorbate levels than modified atmosphere. Storage duration had significant (p<0,01) effects on bacteria count, pH, TBARS and TVB-N values, all of which were increased by longer storage. Potassium sorbate application and packaging methods did not effected (p>0,05) pH values of fillets.

It was concluded that application of potassium sorbate especially at 4% level and packaging with vacuum or MAP contributes cold stored fillets to maintain their microbiological and chemical qualities longer.

2008, 90 pages

Keywords: Rainbow trout, potassium sorbate, MAP, vacuum, shelf life

TEŞEKKÜR

Çalışmamın planlanıp yürütülmesinde bana destek olan, bilimsel birikimini ihtiyacım olduğu zamanlarda büyük bir samimiyetle yararına sunan Kıymetli Hocam Sayın Prof. Dr. Telat YANIK'a,

Doktora çalışmamda başından sonuna kadar her koşulda güvenini, özverisini, engin bilgi, birikim ve deneyimini yanımda hissettiren, girdiğim bu yolda beni yüreklendirip, yönlendiren Saygıdeğer Hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya,

Zaman ve koşul tanımadan en zor anlarımda desteğini yanımda bulduğum değerli dostum, sevgili arkadaşım Sayın Yrd. Doç. Dr. Güzin KABAN'a,

İstatistiki analizlerde yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Nurinisa ESENBOĞA'ya,

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardım eden can kardeş Veteriner Hekim Sayın Şükrü ÖNALAN'a,

Bana karşı inançlarını, sevgilerini, maddi ve manevi güçlerini esirgemeyen ve akademik yaşamımın ilk dönemecini başarıyla geçmemde sabır ve sevecenlikleriyle büyük bir özveri örneği sergileyen Sevgili Annem Hayriye ÇARBAŞ'a, Babam Süreyya ÇARBAŞ'a ve canım kardeşim Serdar'a teşekkür ediyorum, en içten şükranlarımı sunuyorum.

Ayşegül ÇARBAŞ

Ocak 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	25
3. 1. Materyal.....	25
3. 1. 1. Balık materyali	25
3. 1. 2. Ambalaj materyali	25
3. 2. Yöntem	25
3. 2. 1. Deneme planı	25
3. 2. 2. Fileto hazırlanması	26
3. 2. 3. Potasyum sorbat uygulanması.....	26
3. 2. 4. Vakum-modifiye atmosferde ambalajlama ve depolama	26
3. 2. 5. Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması	27
3. 2. 6. Mikrobiyolojik analizler	27
3. 2. 6. a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı	27
3. 2. 6. b. Psikrotrofik bakteri sayımı.....	27
3. 2. 6. c. <i>Pseudomonas</i> sayımı.....	28
3. 2. 6. d. Laktik asit bakteri sayımı.....	28
3. 2. 6. e. Enterobacteriaceae sayımı.....	28
3. 2. 6. f. Maya ve küf sayımı	28
3. 2. 7. Kimyasal analizler	29
3. 2. 7. a. pH değerinin belirlenmesi	29
3. 2. 7. b. Thiobarbituric acid reactive substans (TBARS) değerinin belirlenmesi	29
3. 2. 7. c. Toplam uçucu baz azotu (TVB-N) miktarının belirlenmesi	30

3. 2. 8. İstatistiki Analizler	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	31
4. 1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	31
4. 1. 1. Toplam aerobik mezofilik bakteri	31
4. 1. 2. Psikrotrofik bakteri	38
4. 1. 3. Pseudomonas	44
4. 1. 4. Laktik asit bakterileri	50
4. 1. 5. Enterobacteriaceae	53
4. 1. 6. Maya ve küf	58
4. 2. Kimyasal Analiz Sonuçları	63
4. 2. 1. pH	63
4. 2. 2. Thiobarbituric acid reactive substans (TBARS)	68
4. 2. 3. Toplam uçucu baz azotu (TVB-N)	73
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	80
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
CFU	Colony Forming Unit
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
LD	Letal (Öldürücü) Doz
ml	Mililitre
mg	Miligram
mm	Milimetre
SD	Stantard Deviation (Standart Sapma)
sn	Saniye
TBARS	Thiobarbutirik Asit Reaktif Substans
TVB-N	Toplam Uçucu Baz Azotu
μmol	Mikromol

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı Üzerine Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi	36
Şekil 4.2. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	37
Şekil 4.3. Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	43
Şekil 4.4. Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	44
Şekil 4.5. <i>Pseudomonas</i> Sayısı Üzerine Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	49
Şekil 4.6. <i>Pseudomonas</i> Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	50
Şekil 4.7. Enterobacteriaceae Sayısı Üzerinde Potasyum Sorbat x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi.....	57
Şekil 4.8. Enterobacteriaceae Sayısı Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	58
Şekil 4.9. Maya ve Küf Sayısı Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	63
Şekil 4.10. TBARS Değeri Üzerinde Potasyum Sorbat x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi.....	72
Şekil 4.11. TBARS Değeri Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	73
Şekil 4.12. TVB-N Değeri Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi.....	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayıları (log kob/g)....	32
Çizelge 4.2.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	33
Çizelge 4.3.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	34
Çizelge 4.4.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	35
Çizelge 4.5.	Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	36
Çizelge 4.6.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Psikrotrofik Bakteri Sayıları (log kob/g).....	39
Çizelge 4.7.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	40

Çizelge 4.8.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	41
Çizelge 4.9.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	41
Çizelge 4.10.	Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	42
Çizelge 4.11.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki <i>Pseudomonas</i> Sayıları (log kob/g).....	45
Çizelge 4.12.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	46
Çizelge 4.13.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	47
Çizelge 4.14.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	48
Çizelge 4.15.	Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının <i>Pseudomonas</i> Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	48

Çizelge 4.16.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Laktik Asit Bakteri Sayıları (log kob/g).....	52
Çizelge 4.17.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Enterobacteriaceae Sayıları (log kob/g).....	54
Çizelge 4.18.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	55
Çizelge 4.19.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	55
Çizelge 4.20.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	56
Çizelge 4.21.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Maya ve Küf Sayıları (log kob/g).....	59
Çizelge 4.22.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Maya ve Küf Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	60
Çizelge 4.23.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	61

Çizelge 4.24.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	61
Çizelge 4.25.	Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	62
Çizelge 4.26.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki pH Değerleri.....	65
Çizelge 4.27.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	66
Çizelge 4.28.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	67
Çizelge 4.29.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TBARS Değerleri (µmol MA/kg).....	69
Çizelge 4.30.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	70
Çizelge 4.31.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	71
Çizelge 4.32.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	71

Çizelge 4.33.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TVB-N Değerleri (mg/100g).....	74
Çizelge 4.34.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TVB-N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	75
Çizelge 4.35.	Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	76
Çizelge 4.36.	Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	77
Çizelge 4.37.	Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	78

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artışına karşın, hayvansal protein kaynaklarının düzenli bir şekilde artmaması, kişi başına düşen hayvansal protein açığını giderek büyük boyutlara ulaştırmaktadır. Dengeli ve ekonomik beslenmenin önem kazandığı günümüzde, hayvansal protein açığını kapatmada su ürünlerinin önemi fark edilmekte ve bu ürünlere talep giderek artmaktadır (İnanlı 2003).

Ülkemiz, coğrafi yapısı ve iklim koşulları dikkate alındığında, deniz ve iç sularımızda çeşitli su ürünlerinin yetiştirilmesine ve geliştirilmesine imkan verecek kaynaklara sahiptir. Ancak bu kaynaklardan yeterli düzeyde yararlanıldığı söylenemez. Ülkemizde balıkların %90'a varan kısmı taze olarak tüketilirken, bazı ülkelerde ürünlerin %80-90'ı işlenerek piyasaya sunulmaktadır. Taze olarak tüketimin sebebi muhafaza tesisleri ve işleme yetersizliği ile nakliye güçlüğüdür. Ayrıca su ürünlerinin soğuk muhafazası, taşınması ve depolanması yeterli düzeylerde olmadığı için balık tüketimi bazı mevsimlerde ve bazı bölgelerde yoğunlaşmaktadır (Aras vd 2000; Dönmez ve Tatar 2001).

Su ürünlerinin, özellikle balıkların yüksek besleyicilik özellikleriyle gıda maddeleri arasında çok önemli bir yere sahip oldukları bilinmektedir (İnal 1992; Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Turan vd 2006). Bu ürünlerin yüksek oranda protein, mineral maddeler ve vitamin ihtiva etmeleri avcılıklarının yanı sıra kültürünün de hızla gelişmesine yolaçmıştır (Topkaya ve Şen 1993). Besin değeri yüksek ve diğer protein kaynaklarına göre daha ucuz olan balıklar mikrobiyal bozulmaya karşı çok duyarlıdır (Gökten 1990). Balık eti bağ dokudan fakir, sıkı olmayan bir et yapısına sahip olduğu için kolay bozulabilir bir gıda maddesidir (Varlık vd 1993). Bu durum pazarlamada ekonomik kayıplara yol açmakta ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle su ürünleri avlandıktan veya hasat edildikten sonra uygun tekniklerle muhafaza edilmeli, taşınmalı ve işlemeye tabi tutulmalıdır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Tüketicilere sağlıklı balık sağlamak için sadece balığın üretimi, nakli, işlenmesi ve pazarlanmasında gerekli hijyen kurallarına uymak yeterli olmamaktadır. Balığın mikrobiyal yükünün artmasına neden olarak halk sağlığını büyük ölçüde etkileyen üretim alanlarının da denetim altında tutulup gerekli kontrollerin de yapılması gerekmektedir (Morovalı 1979).

Mikroflora, diğer hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da biyolojik denge içerisinde kalite ve kantite bakımından devamlı değişim göstermektedir. Mikroflora balıkların türüne, yaşadıkları sulara, mevsimlere, beslenme durumuna ve gelişim dönemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (İnal 1992). Genel olarak yeni yakalanan sağlıklı bir balığın eti sterildir. Mikroorganizmalar normal olarak dış koruyucu tabakada, solungaçlarda ve balığın bağırsağında bulunur. Yapılan araştırmalar taze balıklarda *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Gaffkya*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Photobacterium*, *Kurthia*, *Serratia* cinslerine ait bakteriler ile bazı mayaların bulunduğunu göstermiştir (Gökten 1990). Bozulmada rol oynayan hakim flora balığın muhafaza edildiği sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Genellikle düşük sıcaklıkta bozulmaya *Pseudomonas* ile *Acinetobacter-Moraxella*, *Alteromonas* ve *Flavobacterium* türleri, daha yüksek sıcaklıklarda ise *Micrococcus* ve *Bacillus* ile *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Sarcina* ve *Clostridium* türleri sebep olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş 1999). Balıkların mikroflorası, içinde yaşadıkları suyun mikroorganizma popülasyonu ile yakından ilişkili olduğundan, yakalandıkları suyun mikroflorasını yansıtmaktadır. Açık denizlerin suyu çok az miktarlarda bakteri içerirken, kıyı bölgelerde kirlenmenin daha fazla olması nedeniyle sayı artmaktadır (Gökoğlu 2002). Araştırmacılar tatlı su balıklarının bakteriyel florasının deniz balıklarından önemli derecede farklı olduğunu tespit etmişlerdir (Saupe 1996; Diler vd 2000; Gökoğlu 2002). Saupe (1996) tatlı su balıklarında *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Achromobacter-Acinetobacter-Moraxella*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus* ve *Bacillus* cinslerine ait türlerin bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca kanalizasyon sularının karışması durumunda tatlı su balıklarında özellikle sindirim sisteminde (mide-bağırsak kanalı) bu bakterilere ilaveten Enterobacteriaceae familyası üyeleri ile *Clostridium perfringens* bulunduğunu, deniz

balıklarında olduğu gibi tatlı su balıklarında da mayaların floraya dahil olduğunu bildirmiştir. Tatlı su balık çiftliklerinin mikroflorasında yaygın bir şekilde rastlanılan bakteriyel gruplar, *Aeromonas hydrophila* türü, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Moraxella* ve *Pseudomonas* cinsleridir. Tatlı su balıklarının yüzeylelerinde bulunan bakteriyel populasyonlar ise *Acinetobacter*, *Aeromonas hydrophila*, *Alcaligenes piechaudii*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Flexibacter spp.*, *Micrococcus luteus*, *Moraxella spp.*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Vibrio fluvialis* türlerini içermektedir (Austin and Austin 1987).

Balıklar yakalandıkları andan itibaren kısa süre içinde birçok değişimlere uğrar ve bunun sonucunda bozulma meydana gelir. Bozulma balıklarda otoliz, oksidasyon, bakteriyel flora ve bu etkenlerin birlikte faaliyetiyle ortaya çıkabilir (Ertaş 1981). Balıklardaki lipidler, proteinler ve protein tabiatında olmayan bileşikler ölüm sonrası oluşan ortam nedeniyle biyokimyasal reaksiyonlara maruz kalmaktadırlar. Balıklardaki temel enerji kaynakları olan adenosin tri fosfat (ATP) ve kas glikojeni, ölüm sonrası sürekli üretimin durması sonucu süratle harcanmaktadır. ATP'nin harcanması ve membran bütünlüğünün bozulması sonucu aktin ve miyosin köprüleri geri dönüşümsüz olarak oluşmaktadır (rigor-mortis). ATP'nin hipoksantine parçalanması, oluşan anaerobik ortamda glikoliz yoluyla kas glikojeninden laktik asit oluşması ortamdaki enzimler ve mikroorganizmaların varlığında ileri düzeyde biyokimyasal reaksiyonlara neden olmaktadır (Soyer 1999).

Balıkların tüketiciye taze ve iyi kalitede iletilebilmesi, bozulma mekanizmasının veya bozulmaya neden olan faktörlerin bilinmesine ve önlemlerin alınmasına bağlıdır. Balık etinin bozulmadan uzun süre muhafaza edilememesi, hemen işlenmesini ya da bir ön işleme tabi tutularak saklanmasını zorunlu kılmaktadır (Huss 1988).

Gıda ürünlerini duyuşal yönden cazip hale getirmek ve uzun süre muhafaza etmek amacıyla bileşimlerine “gıda katkı maddeleri” adı verilen bazı maddeler ilave edilmektedir. Bununla birlikte kullanımda, tüketici sağlığı ve alışkanlıkları, gıdaların duyuşal özellikleri ile besin değeri ve ekonomik faktörler ön planda tutulmaktadır.

Gıdalara bilinçli olarak eklenen veya çeşitli kaynaklardan bulaşan bu maddelerden birisi de koruyucu olarak kullanılan antimikrobiyal maddelerdir (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Antimikrobiyal maddeler, gıdalarda istenmeyen, ancak herhangi bir nedenle bulunabilen bakteri, küf ve mayaları, patojen olan veya olmayan her türlü mikroorganizmayı ortamdan yok etmek, çoğalma veya faaliyetlerini önlemek için gıdalara katılmaktadır. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal maddeler benzoik asit ve tuzları, asetik asit ve asetatlar, propiyonik asit ve tuzları, nisin, sorbik asit ve tuzları, nitrit ve nitrat bileşikleri, kükürt dioksit ve çeşitli sülfidlerdir (Gökalp ve Çakmakçı 1991; Çakmakçı ve Çelik 1994; Küçüköner 2006).

Sorbik asitin ($\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$) antimikrobiyal özellikleri ilk olarak 1940 yılında keşfedilmiştir. Beyaz renkte , kokusuz, kristal toz halinde ve hafif asidik tattadır. Sorbik asidin tuzları, özellikle potasyum tuzu (potasyum sorbat), sudaki yüksek çözünürlüğünden dolayı uygulamalarda çok önemlidir. Düşük su çözünürlüğü sorbik asit için bir dezavantajdır. 25°C’de, suda asidin çözünürlüğü %0,16 iken, potasyum sorbatın çözünürlüğü %50’nin üzerindedir. Sorbatların antimikrobiyal etkisi, uygulanan gıda maddesinin pH’sı, bileşenleri, nemi, diğer katkı maddeleri, işleme, ambalajlama, depolama sıcaklığı, depolama süresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Sorbat, 4,75 olan disosiyasyon sabitine (pKa) yakın pH değerlerinde daha etkilidir. Bu pH değerinde, asidin %50’si disosiyasyon olmayan formda etkilidir. Sonuç olarak, sorbatlar düşük pH değerine sahip gıdalarda daha etkilidir ve aktiviteleri için maksimum pH 6,0-6,5 civarındadır (Sofos and Busta 1981; Çakmakçı ve Çelik 1994). Küf ve maya gelişimini önleyici antimikrobiyaller olarak bilinen ve yaygın bir şekilde kullanılan sorbik asit ve tuzları, patojenler dahil birçok saprofit bakteriler üzerinde de etkilidir. Bu maddeler, bakterilerin gelişmesini, bazı bakterilerde spor ve toksin oluşumunu, depolama boyunca balıkta meydana gelen kimyasal değişiklikleri engellemekte veya geciktirmektedirler (Kıvanç 1991; Thakur and Patel 1994; Yetim 1996).

Gıda koruyucusu olarak sorbatlar, peynir ve peynir ürünleri, yoğurt, ekşi krema gibi süt ürünleri, kek ve kek karışımları, şekerli çörek, şekerli krema gibi pastane ürünleri,

şarap, meşrubat, meyve suyu, reçel, jel, fermente ve salamura sebzeler gibi meyve ve sebze ürünleri ile et ve balık ürünleri, mayonez, margarin ve salata soslarında kullanılmaktadır. Sorbatların uygulanması amacıyla, ürün içerisine doğrudan ilave etme, daldırma, sorbat çözeltisiyle spreyleme, toz şeklinde serpmeye ve ambalajlama materyali ya da ambalaj kağıdı içerisine katma gibi çok çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Sofos and Busta 1981; Kıvanç 1991; Yetim 1996).

Sorbatlar antimikrobiyal özelliklerinin yanında taze balık ve diğer su ürünleri etlerinde, çeşitli kimyasal reaksiyonlarla oluşabilecek istenmeyen kötü tat ve aromaya sebep olan oksidatif ve aminli bileşiklerin oluşumunu da önlemektedir (Yetim 1996). Sorbik asit için LD₅₀ (letal=öldürücü doz) vücut ağırlığının yaklaşık 10 g/kg'dır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gıda koruyucuları arasında sorbatlar için en yüksek kabul edilebilir günlük miktarı (Acceptable Daily Intake-ADI) vücut ağırlığının 25 mg/kg'ı olarak belirlemiştir (Sofos and Busta 1981). Potasyum sorbat (PS) uygulaması, taze balıkların depolama ve taşınması sırasında hem kimyasal hem de mikrobiyal kaliteyi korumada güvenle kullanılabilecek bir yöntemdir (Yapar ve Yetim 2000). Günümüzde gıda koruyucusu olarak önemli ölçüde kullanılan sorbik asit ve potasyum sorbat GRAS (generally recognized as safe) maddelerdir, yani insan ve hayvan sağlığı açısından herhangi bir tehlikesi bulunmamaktadır ve kolayca hazmedilebilecek bir yapıdadır (Robach 1979; Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; İnanlı 2003).

Et, süt, yumurta, balık gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin varlığında; oksijenin kimyasal etkisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimi ve zararlılar nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bu faktörlerin her biri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda arzu edilmeyen değişikliklere neden olurlar. Gıdaların bileşim ve özelliklerindeki istenmeyen değişimlerin sonucu ortaya çıkan bozulmaların önlenmesi ve dayanma sürelerinin uzatılabilmesi için, çeşitli gıda işleme ve koruma yöntemleri geliştirilmiştir. Gıdaların bozulması geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza tekniğidir. Ancak soğukta muhafaza tekniğinin yanında dondurarak muhafaza veya ısıl işlem uygulaması (pastörizasyon, sterilizasyon), su aktivitesini düşürme (kurutma, tuz-şeker ilavesi) ve

ambalajlama tekniklerinin (vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama) kullanılması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan bir uygulama alanı bulmuştur (Üçüncü 2000; Kılınç ve Çaklı 2001, 2004; Evren vd 2006).

Modifiye atmosferde ambalajlama (MAP), günümüzün önemli gıda muhafaza tekniklerinden birisidir. Bu teknik oksidatif reaksiyon ve bakteriyel gelişmeyi engelleyerek birçok balıkçılık ürününün raf ömrünü uzatmaktadır. Raf ömrünün uzatılması türlere, balığın yağ içeriğine, başlangıçtaki mikrobiyal popülasyona, gaz karışımına, gaz hacminin ürün hacmine oranına ve en önemlisi depolama sıcaklığına bağlıdır. Modifiye atmosferde ambalajlamanın prensibi, ambalaj ortamındaki havanın yerine gaz veya gaz karışımları verilerek dominant mikrofloranın metabolizmasını yavaşlatmak, ürünün solunum hızını düşürmek, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak ve mikrobiyolojik bozulmaları geciktirmektir (Erdoğan ve Acar 1996; Üçüncü 2000; Sivertsvik *et al.* 2002; Özoğul vd 2006).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın ürünün potansiyel raf ömrünü %50-400 oranında artırma, ekonomik kayıpları azaltma, ürünlerin daha uzak mesafelere daha az dağıtım masraflarıyla ulaşımlarını sağlama ve yüksek kaliteli ürün temin etme gibi avantajları vardır (Farber 1991).

MAP bileşenleri balık, tek gaz veya karma gaz, gaz oranı ve ambalajlama materyalidir. Karbon monoksit, nitröz oksit ve sülfür dioksit gibi iz (eser) gazlar gıdaların modifiye atmosferde ambalajlanması için muhtemel gazlar olarak anılmasına rağmen, ticari olarak oksijen (O₂), azot (N₂) ve karbondioksit (CO₂) üç temel gazdır (Farber 1991; Church and Parsons 1995; Keleş 1998; Özoğul vd 2006).

Karbondioksit (CO₂), bakteriostatik ve fungostatik özelliklerinden dolayı balıkların modifiye atmosferde ambalajlanmasında en önemli gazdır ve bozulmaya neden olan bakterilerin gelişimini engellemektedir. Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun yükselmesiyle bu engelleme artmaktadır. CO₂ su ve yağda büyük ölçüde çözülebilir ve çözünürlük azalan sıcaklıkla artmaktadır. Hücrelerde CO₂, hücre zarı fonksiyonunu ve

proteinlerin fiziko-kimyasal özelliklerini değiştirmekte, doğrudan enzimleri engellemekte ya da enzim reaksiyonlarının hızını düşürmekte ve bakteriyel membranların içine girerek hücre içi pH değişikliklerine yol açmaktadır (Farber 1991; Sivertsvik *et al.* 2002).

Bir kültür ortamında veya gıda sisteminde mikroorganizmalar üzerinde karbondioksitin engelleyici etkisi, kısmi basınç, konsantrasyon, başlangıçtaki gaz hacmi, sıcaklık, asitlik, su aktivitesi, mikroorganizmaların türü, mikrobiyal gelişme evresi ve kullanılan gelişme ortamı gibi birçok faktöre bağlıdır. Maksimum antimikrobiyal etki için, MAP ürününün depolama sıcaklığı mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. Çünkü CO₂ çözünürlüğü sıcaklığın yükselmesiyle çarpıcı bir biçimde azalmaktadır (Farber 1991).

Oksijen (O₂), genellikle aerobik bakterilerin gelişmesini teşvik etmekte ve oksijene hassasiyetlerinde çok geniş bir değişim olmasına rağmen, anaerobik bakterilerin gelişimini engellemektedir. MAP uygulanmış ette, O₂'in temel fonksiyonlarından birisi, oksijenlenmiş formunda (oksimyoglobin) myoglobini korumaktır. Düşük oksijen seviyesi (<%0,5), et ve et ürünlerinde kahve ya da kahve/gri renk değişimine yol açmaktadır. Diğer taraftan, oksijenin yüksek konsantrasyonları, özellikle yağ içeriği fazla olan ürünlerde oksidatif mekanizmadan dolayı ransiditeye sebep olabilmektedir. Bununla birlikte, kırmızı et ve kırmızı etli balıklarda (tuna, sarıkuyruk gibi) etin kırmızı renginin korunması ve metmyoglobinin oluşumuyla meydana gelen kahverengileşmeyi geciktirmek ve azaltmak için oksijen kullanılmalıdır. MAP'de oksijen kullanımı aerobik bozulma bakterilerinin gelişimini engellemek için mümkün olduğu kadar düşük ayarlanmalıdır (Farber 1991; Phillips 1996; Sivertsvik *et al.* 2002).

Azot (N₂), antimikrobiyal aktivitesi olmayan, tatsız, inert bir gazdır. Karbondioksitle karşılaştırıldığında su ve yağdaki düşük çözünürlüğünden dolayı dolgu gazı olarak kullanılmaktadır. Modifiye atmosferde ambalajlanmış bir gıdada azotun (N₂) varlığı, CO₂'nin yüksek konsantrasyonları kullanıldığı zaman meydana gelebilen ambalaj çökmesini önleyebilmektedir. Azot ayrıca ambalajlarda oksijenin yerini alarak, oksidatif

acılaşmayı geciktirmekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (Farber 1991; Phillips 1996; Sivertsvik *et al.* 2002).

Farklı gıdaların ambalajlanmasında farklı konsantrasyonlarda gaz karışımları kullanılmaktadır. Beyaz etli balıklar ve kabuklular için %40 CO₂ + %30 N₂ + %30 O₂; yağlı balıklar için %60 CO₂ + %40 N₂ ya da %40 CO₂ + %60 N₂ gaz karışımları tavsiye edilmektedir (Farber 1991; Church and Parsons 1995; Özoğul vd 2006).

Vakum ambalajlama bir tür pasif modifiye atmosfer yöntemidir. Bu işlemde gıda maddeleri uygun ambalaj materyaline konulduktan sonra, paket içerisindeki hava vakumla boşaltılır ve hermetik (hava sızdırmaz) bir kapatma yapılır. Bu yöntem genellikle et ürünlerinin muhafazasında kullanılmaktadır. Vakum ambalajlamada vakum içerisinde çok az da olsa bir miktar O₂ kalır. Ancak pakette kalan düşük orandaki O₂ kısa sürede aerobik mikroorganizmalarca kullanılır ve CO₂ üretilir. Bu tip ürünlerde, paket içerisinde hava kalmadığı için bakterilerin çoğalması ve ürünlerin oksitlenmesi önlenmiş olur. Bu ürünlerde pH ve su aktivitesi gibi diğer faktörlere de bağlı olarak *Lactobacillus* türleri, anaerobik ve fakültatif türler gelişebilir (Keleş 1998; Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Kılınç ve Çaklı 2001).

Bu araştırmanın amacı, koruyucu olarak kullanılan antimikrobiyal maddelerden potasyum sorbatın farklı konsantrasyonlardaki çözeltileri (%2 ve %4) ile muamele edilerek vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında meydana gelen kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri incelemek, bu maddelerin raf ömrü üzerine etkilerini belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETİ

Tuzlanmış ve potasyum sorbat uygulanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının üretimi ve muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimleri belirlemek amacıyla yürütölen bir araştırmada, filetolar %10 ve %15 oranında kaya tuzu ile tuzlanarak, potasyum sorbatın %1, %5 ve %10'luk çözeltilerinde 1 dakika süreyle bekletilip vakum ambalajlanmış ve +4°C'de muhafaza edilmiştir. Örnekler üretimin belli aşamalarında ve muhafazanın 7, 14, 28, 42, 56, 70 ve 84. günlerinde kimyasal (pH, rutubet, kuru madde, TVB-N, tuz, sorbik asit miktarları ve TBA sayısı), mikrobiyolojik (mezofil aerob bakteri, maya ve küf sayımları) ve duyuşal yönden analiz edilmiştir. Araştırmada, kullanılan tuz miktarının artması ile birlikte potasyum sorbatın antimikrobiyal etkisinin arttığı gözlemlenmiştir. Potasyum sorbatın farklı konsantrasyonlarda uygulanmasıyla üründeki sorbik asit miktarlarının farklı düzeylerde bulunduğu ve sağlık açısından risk taşımadığı, yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre potasyum sorbat uygulanan örneklerin tüketilebilir niteliklerinin uygulanmayan örneklere göre daha iyi olduğu ve bildirilen şekilde teknolojik işleme tabi tutulan alabalık filetolarının uygun muhafaza koşullarında (4±1°C) en az 70 gün bozulmadan saklanabileceği bildirilmiştir (İnanlı ve Patır 2004).

Shalini *et al.* (2001) dondurulmuş *Lethrinus lentjan* (pink ear emperor) filetolarının raf ömrü üzerine vakum ambalajlamanın etkilerini incelemişlerdir. Filetoları potasyum sorbatın (%1, %1,5 ve %2) çeşitli konsantrasyonlarına daldırılıp muamele etmiş, vakum ambalajlamış ve buzdolabı sıcaklığında depolamışlardır. Kontrol ve muameleli filetoları periyodik olarak biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal kalite özellikleri açısından incelemişlerdir. Kontrol grubunun raf ömrünün yaklaşık 7-8 gün olduğu, potasyum sorbatla muamele edilen filetoların ise raf ömrünün 20 gün uzadığı rapor edilmiştir. Ayrıca, yalnız başına vakum ambalajlamanın buzdolabı sıcaklığında filetoların raf ömrünü uzatmadığı, potasyum sorbat muamelesi ve vakum ambalajlamanın mikrobiyal gelişmeyi yavaşlattığı, bozulmayı geciktirdiğı belirtilmiştir.

Taze balık kalitesi üzerine potasyum sorbat (PS) uygulamasının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak avlanan ve taze olarak tüketime sunulan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balıkları, %3'lük PS çözeltisi veya buzu ile muamele edilmiş, 6 gün süreyle depolandıktan sonra bazı kimyasal ve mikrobiyolojik kalite özellikleri incelenmiştir. Taze hamsilerde TVB-N değerinin, kontrol grubunda başlangıçta 7,10 mg/100 g iken, depolama süresince sürekli artarak 6. günde 37,50 mg/100 g'a ulaştığı, sorbatlı gruplarda ise TVB-N değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu; toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının başlangıçta 4,039 log kob/g iken, PS uygulanan örneklerde depolama süresince nispi olarak azaldığı görülmüştür. Maya-küf sayısı ise ilk gün 2,607 log kob/g olarak tespit edilirken, sorbatlı örneklerde maya ve küflerin gelişme göstermediği belirlenmiştir. Sonuç olarak potasyum sorbat uygulamasının, taze hamsilerin depolama ve taşınması sırasında ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin daha uzun süre korunmasına katkıda bulunabileceği saptanmıştır (Yapar ve Yetim 2000).

Berik ve Varlık (1999) yaptıkları araştırmada, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarını içi alüminyum kaplı karton kutulara koyarak strech film ile ambalajlamış ve soğukta ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) depolamışlardır. Duyusal analizler, pH, TVB-N (Toplam Uçucu Baz Azotu), TMA-N (Trimetilamin Azot), histamin ve ağırlık kaybı sonuçlarını değerlendirerek soğukta depolanan derisiz filetoların 12. güne kadar iyi, 14. gün düşük kalitede, fakat tüketilebilir olduklarını ve 16. gün bozulduklarını tespit etmişlerdir.

Kolyoz (*Scomber japonicus*) filetoları ile yürütülen bir araştırmada, filetolar potasyum sorbatın farklı konsantrasyonlarına daldırılmış, vakum ambalajlanmış ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 gün depolanmış ve depolama süresince örneklerin mikrobiyal, kimyasal (pH, TVB-N, TMA-N) ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Potasyum sorbat ile muamele edilmemiş örnekler aynı şartlar altında depolanmış ve kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Potasyum sorbata daldırılmış filetoların daha düşük mikrobiyal yüke sahip olduğu ve kimyasal ve duyusal parametrelerinin kontrol grubuyla karşılaştırıldığı zaman daha az değişiklikler gösterdiği vurgulanmıştır (Erkan vd 2001).

Patır vd (2001) tarafından yürütülen bir araştırmada, potasyum sorbat uygulanmış tuz kürü aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) filetolarının üretimi ve muhafazası sırasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Filetolara farklı oranlarda (%5 ve %10) sodyum klorür ile değişik şekillerde (filetolar %0,5 oranında potasyum sorbat içeren tuzla muamele edilerek ve potasyum sorbatın %5'lik solüsyonuna 1 dakika süreyle daldırarak) potasyum sorbat uygulanmıştır. Kontrol grubu ile birlikte 6 farklı tipte üretilen ve vakum uygulanarak ambalajlanan örnekler 4°C'de muhafazaya alınmıştır. pH değerinin üretimin başlangıcında hızlı, sonraki aşamalarda ise daha yavaş bir seyir göstererek azaldığı; TVB-N seviyesinin örneklerin tamamında üretimin başından muhafazanın 14. gününe kadar önemli bir değişiklik göstermediği, bu günden sonra hızlı bir şekilde artarak muhafazanın sonunda en yüksek değere ulaştığı; potasyum sorbat uygulanmış ve %10 oranında tuzlanmış örneklerde mikroorganizma sayısının nispeten daha az olduğu saptanmıştır. Ayrıca, tuz kürü aynalı sazan filetolarının muhafazası sırasında kimyasal bazı değerlerin 14. günden sonra arzu edilmeyen bir seyir gösterdiği, ürünün tüketilebilirlik niteliğinin azaldığı, daldırma yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği, kullanılan tuz miktarının artması ile birlikte potasyum sorbatın antimikrobiyal etkisinin arttığı belirlenmiştir.

Taze balık etinin muhafazasına yönelik yapılan bir araştırmada, sorbik asit ve sitrik asitin sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus*) raf ömrü üzerine etkileri incelenmiştir. İki tip karışım (1. Grup %1 tuz, %0,3 sitrik asit, %0,06 sorbik asit; 2. Grup %1 tuz, %0,3 sitrik asit) hazırlanarak balıklar bu karışımlarla muamele edilmiş, 15 saat süre ile oda sıcaklığında (21-23°C) bekletilmiş ve kalitelerinde meydana gelen değişim araştırılmıştır. Bekleme süresi sonunda kontrol grubu balıklarının tamamıyla bozulduğu, sorbik asit ve sitrik asit ile muamele edilen balıkların ise tüketilebilirlik özelliklerini korudukları kaydedilmiştir (Çolakoğlu ve Köseoğlu 2006).

Barnett *et al.* (1987) tarafından potasyum sorbat uygulaması ve modifiye atmosferde ambalajlamanın alabalık filetolarının (*Salmo gairdneri*) raf ömrü üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, modifiye atmosfer uygulamasının yarı geçirgen ambalajlama materyali kullanılması durumunda raf ömrünü artırdığı tespit

edilmiştir. Ayrıca modifiye atmosfer uygulamasından önce yapılan potasyum sorbat uygulamasının mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırdığı, ancak raf ömrü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Koruyucu katkı maddeleri uygulanarak balıkların raf ömrünün uzatılmasının amaçlandığı bir çalışmada, Çanakkale ilinde yoğun olarak avcılığı yapılan sardalya (*Sardina pilchardus*) balıkları kullanılmış ve örnekler üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiş, 2. gruba sorbik asit (%0,06) ve 3. gruba ise sorbik (%0,06) ve sitrik (%0,3) asit uygulanmıştır. Soğuk ortamda (7°C) muhafaza edilen balıkların kalitelerinde meydana gelen değişimler, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik incelemelerle tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda 1. grubun 7. günde, 2. grubun 13. günde ve 3. grubun 15. günde bozulduğu, uygulanan katkı maddelerinin bakteri gelişimini inhibe ettiği, enzimatik faaliyetleri azalttığı ve bu şekilde balıkların kontrol grubuna nazaran uzun süre tazeliklerini muhafaza etmelerini sağladıkları ve dolayısıyla sitrik ve sorbik asitin raf ömrünü olumlu yönde etkileyen katkı maddeleri olduğu belirlenmiştir (Altın 2006).

Segovia *et al.* (2003) tuzu giderilmiş, tüketime hazır morina (*Gadus morhua*) üzerinde yaptıkları çalışmada, sitrik asit, tuz ve potasyum sorbatın etkisini normal ve vakum ambalajlanmış örneklerde incelemişlerdir. *Pseudomonas* gelişiminin sınırlandırıldığı, ancak maya ve küf, psikrotrofik ve mezofilik bakteri gelişimlerini engellemek için, potasyum sorbat ve sitrik asit muamelelerinin de gerekli olduğu belirlenmiştir.

Tüketime hazır morina (*Gadus morhua*) filetolarının kalitelerinin korunması üzerinde yapılan bir çalışmada, potasyum sorbat, sitrik asit ve modifiye atmosferde ambalajlamanın (MAP) etkileri incelenmiştir. Mikrobiyal gelişmenin normal paketlerde daha hızlı olduğu, modifiye atmosfer uygulamasının bu gelişmeyi önemli oranda azalttığı, ayrıca sitrik asit ve sorbat ya da sitrik asit-sorbat solüsyonu ile işlem görmüş filetolarda modifiye atmosferin daha etkin olduğu belirlenmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrünü 6-10 günden 18-24 güne, MAP ve sitrik asit kullanımının

24-28 güne, MAP ve sorbat kullanımının 33 güne çıkardığı tespit edilmiştir (Magnússon *et al.* 2006).

Bremner and Statham (1983) vakum ambalajlama ve potasyum sorbat muamelesinin tarakların (*Pecten alba*) mikrobiyal gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Ağırlıklı olarak *Vibrio*'lardan oluşan başlangıç florasının 4°C'de 6 günlük depolamadan sonra aerob şartlarda depolanmış örneklerde 10^8 CFU/g, vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde 10^7 CFU/g düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir. Sorbat ile muamele edilmiş örneklerde ise 4°C'de 6 günlük depolama sonunda düşük olduğu (10^3 CFU/g), 22 gün sonra 10^5 CFU/g'a ulaştığı belirlenmiştir.

Çipura (*Sparus aurata*) filetolarının mikrobiyal gelişimine potasyum sorbat, sodyum glukonat ve modifiye atmosferde ambalajlamanın (%40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂) etkisini belirlemek üzere yürütülen bir araştırmada, sorbat ve glukonat uygulamasının sorbatın tek başına kullanımından daha etkili olduğu, glukonatin Gram pozitif mikroorganizmaların gelişimi üzerinde pozitif bir etki gösterdiği tespit edilmiştir (Drosinos *et al.* 1997).

Statham *et al.* (1985) morwong (*Nemadactylus macropterus*, jackassfish) filetoları (pH 6,75) üzerinde koruyucuların etkilerini belirlemek için, filetoları potasyum sorbat ve polifosfat kombinasyonları ile muamele ederek, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlayıp 4°C'de depolamışlardır. Vakum ambalajlanmış balıklardaki potasyum sorbatın %100 CO₂ atmosferinden daha etkili olduğunu, polifosfatın tek başına ve potasyum sorbatla beraber kullanımının bakteriyel gelişmeyi etkilemezken, sorbat ve CO₂'nin birlikte kullanımının bakteriler üzerinde engelleyici etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, en etkin kombinasyonun potasyum sorbat, polifosfat ve %100 CO₂ olduğunu belirtmişlerdir.

Taze lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) filetoları üzerinde yapılan bir araştırmada, potasyum sorbat uygulamasının (%0, %2,5, %5), düşük, orta veya yüksek bariyerli ambalajlama materyali kullanılarak modifiye atmosferde (%100 CO₂)

ambalajlanan filetoların raf ömrü üzerine etkisi incelenmiş, filetolar 3°C'den daha düşük sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak %5 potasyum sorbat uygulamasının filetoların raf ömrünü önemli ölçüde artırdığı kaydedilmiştir (Sharp *et al.* 1986).

Gelman *et al.* (2001) tarafından yürütülen bir çalışmada, 25 günlük soğuk depolama boyunca, havuzda yetiştirilen silver perch (*Bidyanus bidyanus*) balığının duysal ve mikrobiyolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Her biri ortalama 400 g ağırlığında olan balıklar üç farklı uygulamaya (0-2°C, 5°C ve potasyum sorbat (%2,5) + 5°C) tabi tutulmuştur. Duysal ve hipoksantin analizleri neticesinde potasyum sorbatla muamele edilen ve 5°C'de muhafaza edilen filetolarda bozulmanın yaklaşık 5 gün geciktirilebileceği, özellikle ilk 15 gün süresince, potasyum sorbat uygulamasının bakteri sayısındaki artışı önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

Vakum uygulanarak ambalajlanan kaya balığı (*Sebastes spp*) filetoları üzerinde yapılan bir araştırmada, tetrasodyumetilendiamintetraasetat/klortetrasiklin ve potasyum sorbat/klortetrasiklin uygulamalarının filetoların kimyasal, duysal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Potasyum sorbat/klortetrasiklin uygulanan filetoların tetrasodyumetilendiamintetraasetat/klortetrasiklin uygulanan filetolara göre 2°C'de 14 günlük depolama sonucunda duysal özelliklerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir (Miller and Brown 1984).

Lynch and Potter (1982) morina kıymaları üzerinde yaptıkları çalışmada, %0,5 oranında potasyum sorbat içeren kıymaların 7°C'de yapılan depolama sırasında toplam aerobik bakteri sayısının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilen kıymalarda potasyum sorbat ilavesinin (%0,5) 7°C'lik depolama süresince *S. aureus* gelişimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Pastörize kıymalar üzerinde yürütülen denemede ise 15°C'de gerçekleştirilen depolama sırasında *S. aureus*'un gelişimi açısından kontrol grubuyla potasyum sorbat içeren grup arasında önemli farklılıklar olduğu, potasyum sorbat içeren grupta bakteri sayısının 2,5-3 günde 10^7 - 10^8 kob/g'a ulaştığı, potasyum

sorbatlı grupta ise bu sayıya ulaşmak için 7 günden daha fazla bir süreye ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.

Soğukta muhafaza edilen kedi balığı filetolarında Gram negatif bakterilerin inhibisyonu üzerine sodyum asetat (SA), potasyum sorbat (PS) ve laktik asit kültür (LC) kullanımının etkilerini belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, hem %0,50 SA/ %2,50 LC/%0,25 PS kombinasyonun ve hem de %0,50 SA veya %1,00 SA kullanımının 4°C’de 6 günden daha fazla bir süre Gram negatif bakteri gelişimini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Kim and Hearnberger 1994).

Pseudomonas fluorescens’ın iki suşunun triptik soya sıvı besiyerinde (trypticase soy broth, TSB, pH 5,5 ve 6,0) gelişimi üzerine potasyum sorbatın etkisini belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, potasyum sorbatın pH 5,5’de her iki suşun gelişimini de pH 6,0’a göre daha iyi inhibe ettiği, %0,05 potasyum sorbat ilavesinin pH 5,5’de her iki suşun gelişimini de inhibe ettiği, %0,2 potasyum sorbat seviyesinin ise pH 6,0’da gelişmeyi geciktirdiği saptanmıştır (Robach 1978). *Pseudomonas putrefaciens* üzerinde yapılan bir araştırmada ise, TSB’ye %0,2 potasyum sorbat ilavesinin (pH 6,0) kullanılan suşlardan birini inaktive ettiği, kullanılan diğer suşun ise 24°C’de 6 günlük bir inkübasyon sonucunda 3 logaritmik birimlik bir redüksiyona uğradığı belirlenmiştir (Robach 1979).

Fey and Regenstein (1982) tarafından taze red hake ve salmon balıklarının raf ömürleri üzerine modifiye atmosfer (%60 CO₂ + %20 O₂ + %20 N₂) ve potasyum sorbatlı buz kullanımının etkilerini belirlemek üzere yürütülen araştırmada, MAP ve potasyum sorbat kullanımının taze balıkların raf ömrünü artırdığı belirtilmiştir.

Havuzda yetiştirilen sazan balığı (*Cyprinus carpio*) üzerinde yapılan bir çalışmada, farklı depolama sıcaklıklarının (0-2°C, 5-6°C ve 26-29°C) sazanların raf ömrü üzerine etkileri ve kalitedeki değişimler duyu, mikrobiyal, fiziksel ve kimyasal analizlerle belirlenmiştir. Temizlenmiş balığın raf ömrü 0-2°C’de, iyot/nişasta ve potasyum sorbat muamelelerinin etkileri ise temizlenmemiş balıklarda hem 0-2°C’de hem de 5-6°C’de

araştırılmıştır. Duyusal analizler neticesinde temizlenmemiş balıkların 0-2°C’de 24-25 günlük maksimum bir raf ömrüne sahip olduğu, 5-6°C’nin ise raf ömrünü önemli derecede düşürdüğü tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıkta (26-29°C’de) bozulmanın 13 saat sonra gerçekleştiği, iyot muamelesinin hem 0-2°C hem de 5-6°C’de örneklerin raf ömrünü artırmadığı, sorbat ilavesinin raf ömrünü artırdığı belirlenmiştir (Gelman *et al.* 1990).

Manju *et al.* (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, sodyum asetat (%2) ve potasyum sorbat (%2) ile muamele edilerek vakum ambalajlanmış black pomfret (*Parastromateus niger*) ve pearlspace (*Etroplus suratensis*) balıklarında kalite değişimleri soğuk depolama süresince belirlenmiştir. Havada ve vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde raf ömrünün sırasıyla 8 ve 10 gün olduğu, sodyum asetat ve potasyum sorbatla muamele edilen vakum ambalajlanmış black pomfret balığı örneklerinde bu sürenin 16 gün, aynı uygulamaların yapıldığı pearlspace balık örneklerinde ise 15 gün olduğu rapor edilmiştir.

Statham and Bremner (1983) tarafından dondurulmuş ve çözündürülmüş blue grenadier (whiptail hake, blue hake, *Macruronus novaezelandiae*) filetoları (pH 6,7) üzerinde yapılan bir araştırmada, iki farklı ambalajlama yöntemiyle (hava ve vakum) potasyum sorbat uygulamasının etkileri incelenmiştir. Sorbatla muamele edilen balıklarda toplam floranın %90’dan fazlasını pseudomonasların oluşturduğu tespit edilmiştir. Vakum ambalajlanmış örneklerde *Vibrio* ssp. (%85), aerobik olarak ambalajlanan filetolarda ise *Moraxella* spp. (%70) predominant olarak belirlenmiştir.

Abosrea (2007) tarafından Bolti fish (*Oreochromis niloticus*) üzerinde yürütülen bir araştırmada, *Bifidobacterium* ve potasyum sorbat kullanımının taze ve dondurulmuş filetoların kaliteleri üzerine etkileri fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizlerle tespit edilmiştir. Potasyum sorbat/ *Bifidobacterium* kombinasyonunu uygulanan filetoların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini -18°C’de 24 hafta, 4°C’de ise 12 gün koruduğu tespit edilmiştir.

Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) ile yürütülen bir araştırmada, sodyum laktat ve potasyum sorbat ilavesinin $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen midye etinin raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Sodyum laktat kullanımının (%1 veya %2) midye eti örneklerinin aerobik mezofilik, psikrotrofik ve laktik asit bakteri sayıları, TVB-N ve TBA değerleri ile raf ömrü üzerinde önemli etkisinin olmadığı, ancak depolamanın sonunda pH değerini artırdığı tespit edilmiştir. Buna karşın potasyum sorbat ilavesinin (%0,35) aerobik mezofilik, psikrotrofik ve özellikle laktik asit bakterilerinin gelişimini önemli ölçüde yavaşlattığı, pH değerini çok az etkilediği ve TVB-N ve TBA değerlerinde ise önemli bir azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kontrol grubunda raf ömrünün 6 gün, potasyum sorbat içeren örneklerde ise 8 gün olduğu rapor edilmiştir (Vasakou *et al.* 2003).

Regenstein (1982) tarafından mezgit balığının raf ömrü üzerine ambalajlama yöntemi (hava, vakum ve %60 CO₂ + %20 O₂ + %20 N₂ gaz karışımı) ve potasyum sorbat uygulamasının etkileri incelenmiştir. Hava ve vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerle karşılaştırıldığında, gaz karışımı ve gaz karışımı + potasyum sorbat uygulanmış örneklerin duyusal özelliklerinin daha iyi olduğu saptanmıştır.

Harrison and Heinsz (1989) tarafından karidesin (*Penaeus aztecus*) raf ömrü üzerinde potasyum sorbatın etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, potasyum sorbatlı buz kullanımının raf ömrünü artırdığı ve bozulmaya sebep olan bakterilerin lag fazını (adaptasyon fazını) uzattığı rapor edilmiştir.

Tuzu giderilmiş morina balıklarında bozulmaya neden olan floranın (*Pseudomonas fluorescens*-*Pseudomonas putida*-*Shewanella putrefaciens*) inhibisyonu üzerine sitrik asit/potasyum sorbat kombinasyonunun (%0,15 sitrik asit ve %0,1 potasyum sorbat) etkisini sıvı besiyerinde belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, sitrik asit/ potasyum sorbat kombinasyonunun, izolatlar üzerinde farklı derecede inhibisyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir (Pedro *et al.* 2004).

Kara salyangozu (*Helix lucorum*) ile yürütülen bir araştırmada, potasyum sorbat (%0,5 ve %1) ve sodyum laktat (%1 ve %2) uygulamalarının -18°C’de muhafaza edilen kara salyangozunun kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Sodyum laktat uygulamasının potasyum sorbat uygulamasına göre toplam aerobik mezofilik, koliform, fekal koliform ve *S. aureus* bakteri sayılarını daha fazla düşürdüğü, ancak kullanılan konsantrasyonların istatistiksel bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca kara salyangozu etine sodyum laktat ve potasyum sorbat uygulamalarının örneklerin TVB-N ve pH değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı, TBA değerleri üzerinde ise depolamanın ilk periyotlarında etkili olduğu, depolama süresi ilerledikçe sodyum laktatın etkisinin devam ettiği, potasyum sorbat uygulamasının ise etkisinin kaybolduğu tespit edilmiştir (Özöğretmen 2006).

Aras Hisar (2002) tarafından yürütülen bir araştırmada, hava, vakum ve farklı gaz karışımları (%100 CO₂, %2,5 O₂ + %7,5 N₂ + %90 CO₂ ve %30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) kullanılarak ambalajlanan ve iki ayrı depolama sıcaklığında (10°C ve 4±1°C) muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Modifiye atmosferde (MAP) ambalajlamanın duyusal kalitedeki düşüşü, bakteriyel çoğalmayı ve TVB-N’deki artışları azalttığı, lipid oksidasyonunun (TBARS) vakum ve %100 CO₂’de daha yavaş olduğu ve 4°C’de hava ve vakum ile karşılaştırıldığında modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir.

İzgi (1995) tarafından gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde yapılan bir araştırmada, modifiye atmosferde ambalajlamanın (kontrol, %100 CO₂, %50 CO₂ + %50 N₂, %50 CO₂ + %45 N₂ + %5 O₂) 4°C’de muhafaza edilen balıkların raf ömrü üzerine etkisi duyusal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizlerle tespit edilmiştir. pH değerinde kontrol grubunda önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Gaz karışımlarının ise pH değeri üzerinde etkili olduğu, ancak belirlenen değerlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan TVB-N değerinin hem kontrol grubunda, hem de gaz karışımlarına ait gruplarda sınır değerini aşmadığı, raf ömrünün kontrol grubunda 7 gün, %50 CO₂ + %50 N₂ gaz karışımında 9 gün, %50

CO₂ + %45 N₂ + %5 O₂ ile %100 CO₂ gruplarına ait örneklerde ise 12 gün olduğu ve en iyi sonucu %50 CO₂ + %45 N₂ + %5 O₂ gaz karışımının verdiği bildirilmiştir.

Gökkuşığı alabalığı (*Salmo gairdneri*) ve Baltık ringa balığı (*Clupea harengus membras*) filetoları ile yürütülen bir çalışmada, over-wrap (polystyren veya wood fiber), vakum ve gaz (%35 CO₂ + %32,5 Ar + %32,5 N₂, %35 CO₂ + %65 Ar veya %40 CO₂ + %60 N₂) ambalajlamanın 2°C’de depolanan filetoların kaliteleri üzerine etkileri incelenmiştir. Mezofilik bakterilerin vakum ve gaz ambalajlamalarda, koliform grubu bakterilerin ise gaz ambalajlamada daha yavaş geliştiği, hem gökkuşığı hem de ringa balığının duyuşal özelliklerinin kullanılan her üç gaz karışımında da oldukça benzer olduğu, argonun filetoların raf ömrünü artırmadığı tespit edilmiştir (Randell *et al.* 1997).

Özoğul vd (2004) vakum ve modifiye atmosferde (%60 CO₂ + %40 N₂) ambalajlamanın 4°C’de muhafaza edilen sardalya (*Sardina pilchardus*) balıklarının kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini belirlemek üzere yürüttükleri araştırmada, sardalyanın raf ömrünün modifiye atmosferde 12, vakum ambalajlamada 9 ve havada 3 gün olduğunu, bakteri gelişiminin modifiye atmosferde oldukça yavaş seyrettiğini, en düşük trimetil amin değerini modifiye atmosferde depolanan örneklerin verdiğini, depolama süresi ilerledikçe TVB-N değerinde artış olduğunu belirlemişlerdir.

Hava, vakum ve modifiye atmosferde (%5 O₂ + %70 CO₂ + %25 N₂) ambalajlanan ve 4°C’de depolanan kolyoz (*Scomber japonicus*) filetolarının raf ömrü ve kalite değişimlerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler neticesinde incelenen parametrelerin tamamı dikkate alındığında raf ömrünün hava ile ambalajlanan örneklerde 9, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise sırasıyla 10 ve 12 gün olduğu belirtilmiştir (Erkan vd 2007).

Giménez *et al.* (2002) tarafından gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde yürütülen araştırmada, over-wrap, vakum ve modifiye atmosferde (%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 ve %30 O₂ + %50 CO₂ + %20 Ar) ambalajlama yöntemlerinin 1±1°C'de depolanan filetoların kimyasal, duysal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlamanın, raf ömrünü önemli ölçüde uzattığı, en düşük TBARS değerini vakum uygulanarak ambalajlanmış filetoların gösterdiği, azot veya argon içeren ambalajlar arasında önemli farklılıkların olmadığı, en iyi sonuçları %10 O₂ + %50 CO₂ + %40 N₂/Ar gaz karışımının verdiği tespit edilmiştir.

Atmosferik hava, vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂ + %30 N₂ + %30 O₂) ambalajlamanın yılan balığının (*Anguilla anguilla*) raf ömrü üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, mikrobiyal parametreler dikkate alındığında raf ömrünün hava, vakum ve modifiye atmosferde sırasıyla 18, 28, 34 günden daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır (Arkoudelos *et al.* 2007).

Salgado *et al.* (2006) tarafından hava ve modifiye atmosferde ambalajlamanın (%100 CO₂, %100 N₂ ve %50 CO₂ + %50 N₂) fangri balığının (*Pagrus pagrus*) mikrobiyolojik, kimyasal ve duysal özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, duysal bozulma (koku ve renk) ve bakteriyel gelişim en fazla hava, en az %100 CO₂ ile ambalajlanmış örneklerde belirlenmiştir. Hava ile ambalajlanmış örneklerde depolamanın 8. gününde (pH 7,07), %100 N₂ ile ambalajlanmış örneklerde ise 16. gününde (pH 7,49) en yüksek pH değerleri tespit edilmiştir. En iyi sonucu %100 CO₂ uygulamasının verdiği bildirilmiştir.

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanarak 0°C'de depolanmış morina balığı filetolarıyla yapılan bir çalışmada, duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler belirlenmiştir. Vakum ambalajlama ile karşılaştırıldığında modifiye atmosferde %100 CO₂ kullanımının raf ömrünü 2-3 gün, %48 CO₂ kullanımının ise 6-7 gün uzattığı kaydedilmiştir (Dalgaard *et al.* 1993).

Erkan vd (2002) tarafından tuzlanmış gökkuşuğu alabalığı üzerinde yapılan bir araştırmada, modifiye atmosferde (kontrol, %5 O₂ + %35 CO₂ + %60 N₂ ve %30 CO₂ + %70 N₂) ambalajlamanın balıkların raf ömrü üzerine etkisi duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerinin 45 gün sonra bozulduğu, tuzlanmış alabalığın raf ömrünün %5 O₂ + %35 CO₂ + %60 N₂ gaz karışımında 60 gün, %30 CO₂ + %70 N₂ gaz karışımında ise 75 gün olduğu tespit edilmiştir.

Parkin *et al.* (1981) kaya balığı (*Sebastes spp*) filetoları ile yaptıkları çalışmada, hava ve modifiye atmosferde (%80 CO₂ + %20 O₂) ambalajlamanın filetoların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Aerobik bakteri sayısı ile trimetil amin ve pH değerlerinin modifiye atmosferde ambalajlamada hava ile ambalajlamadan daha düşük çıktığını, modifiye atmosferde ambalajlanan filetoların en az 13 gün iyi kalitelerini koruduklarını belirlemişlerdir.

Tilapia filetoları üzerinde yapılan bir araştırmada, filetolar yüksek bariyerli ambalajlama materyalinde hava ve modifiye atmosfer (%75 CO₂ + %25 N₂, %50 CO₂ + %50 N₂ ve %25 CO₂ + %75 N₂) uygulanarak ambalajlanmış ve 4°C’de depolanmıştır. Duyusal parametreler dikkate alındığında, raf ömrünün hava ile ambalajlanan filetolarda 9 gün, %25 N₂, %50 CO₂ gaz karışımında 13 gün, %50 CO₂ + %50 N₂ gaz karışımında 23 gün ve %25 CO₂ + %75 N₂ gaz karışımında ise 30 gün olduğu saptanmıştır (Reddy *et al.* 1994).

Debevere and Boskou (1996) tarafından yürütölen bir çalışmada, 4 farklı gaz karışımı (%60 CO₂ + %10 O₂ + %30 N₂, %60 CO₂ + %20 O₂ + %20 N₂, %60 CO₂ + %30 O₂ + %10 N₂ ve %60 CO₂ + %40 O₂) kullanılarak ambalajlanan ve 6°C’de muhafaza edilen morina (*Gadus morhua*) filetolarının depolamanın çeşitli günlerinde (3, 4, 5, 6 ve 7) mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlamanın mikrobiyal gelişmeyi sınırlayıcı bir etkiye sahip olduğu ve TVB ve TMA değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir.

López-Gálvez *et al.* (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, dil balığı (*Solea solea*) filetoları modifiye atmosferde (%20 CO₂ + %80 O₂ ve %40 CO₂ + %60 O₂) ambalajlanmış, 2°C'de depolanmış ve depolama süresince mikrobiyolojik, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir. % 20 CO₂ ile ambalajlanan balıklarda raf ömrünün 4 gün, %40 CO₂ ile ambalajlanan balıklarda ise 8 gün olduğu ve en iyi sonucu %40 CO₂ + %60 O₂ gaz karışımının verdiği belirlenmiştir.

Atlantik ringa balığı (*Clupea harengus*) üzerinde yapılan bir çalışmada, buzda depolama ile vakum ve modifiye atmosferde (%60 CO₂ + %40 N₂) ambalajlamanın kalite üzerine etkileri çeşitli analizlerle belirlenmiştir. Mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal parametreler dikkate alındığında, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlamanın buzda depolamaya göre raf ömrünü uzattığı, raf ömrünün vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde 8 gün, modifiye atmosferde 10 gün olduğu bildirilmiştir (Özoğul vd 2000).

Chytiri *et al.* (2004) tarafından temizlenmemiş (bütün) ve fileto yapılmış gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri 18 günlük buzda depolama süresince araştırılmıştır. Her iki örnek grubunda da *Pseudomonas*, H₂S üreten bakteri ve *Brochothrix thermosphacta* dominant bakteriler olarak belirlenirken, Enterobacteriaceae daha az sayıda bulunmuştur. Balığın, filetolar ile karşılaştırıldığında bakteri sayısı ile TVB-N ve TBA değerleri daha düşük seviyelerde saptanmıştır. Ayrıca raf ömrü bütün alabalık için 15-16 gün, fileto yapılmış alabalık için 10-12 gün olarak rapor edilmiştir.

Taze pearlspot (*Etroplus suratensis*) balığının (bütün ve temizlenmiş) mikrobiyolojik, duyuşal, kimyasal özellikleri ile raf ömrü üzerine hava ve modifiye atmosferde (%40 CO₂ + %60 O₂, %50 CO₂ + %50 O₂, %60 CO₂ + %40 O₂, %70 CO₂ + %30 O₂ ve %40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂) ambalajlamanın etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, mikrobiyal değişim hava ve %40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂ gaz karışımında ambalajlanan örneklerde benzer bulunmuştur. TVB-N değerinin hem hava, hem de gaz karışımlarına ait gruplarda sınır değerini (25 mg/100 g) aşmadığı, duyuşal özellikler dikkate alındığında raf ömrünün hava ve %40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂ gruplarına ait

örneklerde 12-14 gün, %40 CO₂ + %60 O₂ ve %50 CO₂ + %50 O₂, %70 CO₂ + %30 O₂ gaz karışımlarında 19 gün ve %60 CO₂ + %40 O₂ ile ambalajlanmış örneklerde ise 21 gün olduğu kaydedilmiştir (Lalitha *et al.* 2005).

Corbo *et al.* (2005) taze morina (*Gadus morhua*) filetoları ile yaptıkları çalışmada, hava, vakum ve modifiye atmosfer (%65 N₂ + %30 CO₂ + %5 O₂ ve %20 CO₂ + %80 O₂) uygulanarak ambalajlama ve çeşitli sıcaklık değerlerinde (4°C, 8°C, 12°C) depolamanın filetoların mikrobiyolojik özellikleri ve raf ömrü üzerine etkileri incelenmiştir. Vakum ve %65 N₂ + %30 CO₂ + %5 O₂ gaz karışımı uygulanarak ambalajlanmış ve 4°C’de depolanmış örneklerin raf ömrünün daha uzun olduğu ve depolama sıcaklığı düştükçe bakteriyel gelişme oranının azaldığı ve lag fazının uzadığı tespit edilmiştir.

Sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*) ile yürütülen bir çalışmada, hava, vakum ve modifiye atmosferde (%50 CO₂ + %50 N₂) ambalajlamanın 3±0,5°C’de muhafaza edilen filetoların mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Mikrobiyal floranın *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas*, *Brochothrix thermosphacta*, Enterobacteriaceae ve laktik asit bakterilerinden oluştuğu, bakteri gelişiminin hava ile ambalajlamada hızlı, modifiye atmosferde yavaş seyrettiği saptanmıştır (Stamatis and Arkoudelos 2007).

Erkan vd (2006) tarafından sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*) üzerinde yapılan bir araştırmada, modifiye atmosferde (%5 O₂ + %35 CO₂ + %60 N₂ ve %5 O₂ + %70 CO₂ + %25 N₂) ambalajlamanın 4±1°C’de muhafaza edilen balıkların kaliteleri üzerine etkisi duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle tespit edilmiştir. Kimyasal ve mikrobiyolojik analiz parametrelere göre, hava ile karşılaştırıldığında modifiye atmosferde ambalajlamanın sardalyanın raf ömrünü uzattığı, duyuşal parametreler dikkate alındığında ise raf ömrünün %5 O₂ + %70 CO₂ + %25 N₂ gaz karışımında 8 gün, hava ve %5 O₂ + %35 CO₂ + %60 N₂ gruplarına ait örneklerde ise 6 gün olduğu bildirilmiştir.

Kolyoz (*Scomber japonicus*) balığı filetolarının raf ömrü üzerine vakum ve modifiye atmosferde (MAP 1-%70 CO₂ + %30 N₂ ve MAP 2-%50 CO₂ + %30 N₂ + %20 O₂) ambalajlamanın etkilerinin incelendiği bir araştırmada, TVB-N ve trimetil amin nitrojen (TMA-N) değerlerinde en fazla artışın sırasıyla hava, vakum, MAP 2 ve MAP 1 gruplarında meydana geldiği, hava ve modifiye atmosferde ambalajlanan filetolarda, vakum uygulanarak ambalajlanan filetolarla karşılaştırıldığında TBA değerinde artış olduğu, en iyi sonucu %70 CO₂ + %30 N₂ gaz karışımının verdiği tespit edilmiştir (Goulas and Kontominas 2007).

Pantazi *et al.* (2008) hava, vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂ + %30 N₂ + %30 O₂) ambalajlamanın 4°C'de muhafaza edilen kılıç balığının raf ömrü üzerine etkilerini belirlemek üzere yürüttükleri araştırmada, hava ile ambalajlanmış örneklerde *Pseudomonas* spp. ve H₂S üreten bakterilerin dominant bakteriler olduğunu, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlamanın bu bakterilerin gelişimini kısmen inhibe ettiğini, Enterobacteriaceae ve laktik asit bakterilerinin de mikrobiyal florada bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca TBA değerinin kılıç balığı örneklerinde farklılık gösterdiğini, TVB-N değerinin havada 7-8 gün, vakum ambalajlamada 10 gün, modifiye atmosferde ambalajlamada 11-12 sonra sınır değerini (25 mg/100 g) aştığını, duyu analizi sonuçlarına göre raf ömrünün hava ile ambalajlanan örneklerde 7 gün, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde ise sırasıyla 9 ve 11-12 gün olduğunu saptamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Balık materyali

Araştırmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Yavru Alabalık Araştırma ve Üretim Tesislerinde yetiştirilen ortalama 350 gram ağırlığındaki 72 gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) elde edilen 144 adet fileto kullanılmıştır.

3.1.2. Ambalaj materyali

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

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Araştırmada potasyum sorbat (%0, %2 ve %4), ambalajlama (vakum ve modifiye atmosfer-%40 CO_2 + %30 O_2 + %30 N_2) ve depolama süresi ($4\pm1^\circ\text{C}$ 'de, 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 gün) faktör olarak alınmış, denemeler $3\times 2\times 6$ faktöriyel düzende şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür (Yıldız ve Bircan 1994).

3.2.2. Fileto hazırlanması

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

3.2.3. Potasyum sorbat uygulanması

Fileto haline getirilen balıklar üç gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır. Diğer gruplar için steril %2 ve %4'lük potasyum sorbat ($C_6H_7KO_2$) Fluka 85520) solüsyonları (w/w) hazırlanmış ve pH değerleri oda sıcaklığında sırasıyla 8,71 ve 9,14 olarak ölçülmüştür. Çözeltilerin pH değerleri, balık etinin pH değerine yaklaşık bir değer elde etmek amacıyla 0,1 N HCl çözeltisi ile 6,2'ye ayarlanmıştır. Filetolar çözeltilere 1 dakika süreyle daldırılmış ve daha sonra 2 dakika sızdırma işlemi uygulanmıştır. Daldırma solüsyonları 12 filetoda bir değiştirilmiştir. Potasyum sorbat uygulanmasından sonra, üç grubun örnekleri ambalaj materyallerine yerleştirilerek ambalajlanmıştır.

3.2.4. Vakum-Modifiye atmosferde ambalajlama ve depolama

Ambalajlamada vakum ve %40 CO_2 + %30 O_2 + %30 N_2 gaz karışımı (Karbogaz-Linde Gaz A.Ş., İstanbul) iki grup kullanılmıştır. Her bir ambalaj materyaline 1 adet fileto yerleştirilerek Multivac (Multivac A 300/16 Sepp Haggenmuller D 87787 Wolfertschwenden, Germany) ambalajlama makinesinde ambalajlanmış ve $4\pm1^\circ C$ 'de 15 gün depolanmıştır. Depolama süresinin 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

3.2.5. Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması

Balık örneklerinden steril bistüri ve pens yardımıyla, mikrobiyolojik analizler için steril stomacher torbalarına, diğer analizler için ise cam kavanozlara örnekler alınmıştır.

3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

Balık örneğinden 25 g steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225 ml steril serum fizyolojik (%0,85 NaCl, Riedel-de Haën 13423) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher Blender 400-BA 7021 Sewardmedical, England) homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojenizattan steril serum fizyolojik kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve aşağıda belirtilen sayımlar yapılmıştır. Sonuçlar ise log₁₀ kob/g olarak verilmiştir.

3.2.6.a. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar) (Merck 1.05463.0500) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekimi yapılan petri kutuları, 30°C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda petri kutuları sayılarak, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1986).

3.2.6.b. Psikrotrofik bakteri sayımı

Psikrotrofik bakteri sayımında besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Belirlenen dilüsyonlardan yüzeye yayma metoduyla ekimi yapılan petri kutuları, 10°C'de 7 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra sayım yapılmıştır (Anonymous 1992).

3.2.6.c. *Pseudomonas* sayımı

Uygun dilüsyonlardan CFC Agar (Pseudomonas Agar Base-Oxoid CM0559 + CFC Selective Agar Supplement-Oxoid SR0103) besiyerini içeren petri kutularına yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve 25°C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oksidaz testi uygulanmış ve oksidaz (+) koloniler sayılarak, *Pseudomonas* sayısı belirlenmiştir (Gökalp vd 1995).

3.2.6.d. Laktik asit bakteri sayımı

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

3.2.6.e. Enterobacteriaceae sayımı

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

3.2.6.f. Maya ve küf sayımı

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

3.2.7. Kimyasal Analizler

3.2.7.a. pH değerinin belirlenmesi

Balık örneklerinden 10'ar gram tartılıp üzerine 100 ml saf su ilave edilerek Ultra – Turrax (IKA Werke T 25 , Germany) ile 1 dakika homojenize edildikten sonra pH değerleri pH–metre (Schott LabStar pH,Germany) ile okunarak belirlenmiştir (Gökalp vd 1995). pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler ile (pH 4,00 ve pH 7,00, Riedel-de Haën 33543-33546) kalibre edilmiştir.

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

Örnekten 2 g alınarak üzerine 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA (Trichloroacetic Acid, Riedel-de Haën 27242), %0,1 EDTA (Ethylenediaminetetraacetic Acid, Riedel-de Haën 34549), %0,1 Propil galat (Propyl Gallate, Fluka 48710-3 ml etanolde çözülür)] ilave edilmiş, 15-20 sn ultra- turrax'da homojenize edildikten sonra Whatman 1 (Whatman® Schleicher&Schuell CAT No: 1001 125) filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 3 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış, üzerine 3 ml 0,02 M TBA (Thiobarbituric Acid, Fluka 88481) çözeltisi konulmuş ve karıştırılmıştır. Deney tüpleri 100°C'de 40 dakika su banyosunda bekletildikten sonra 5 dakika soğuk su içerisinde soğutulmuştur. 2000 rpm'de 5 dakika santrifüj (Hermle ZK 380, Germany) işleminden sonra, spektrofotometrede (Shimadzu Corporation, Japan) 530 nm dalga boyunda absorbans okunmuştur. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3-tetraetoksipropan) kullanılmış ve k (standart) değeri 0,06 olarak hesaplanmıştır. Sonuç µmol malonaldehit (MA)/kg olarak verilmiştir (Lemon 1975; Kılıç and Richards 2003).

$$TBARS = ((\text{absorbans} / k (0,06) \times 2/1000) \times 6,8) \times 1000 / \text{örnek ağırlığı}$$

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

40 gram balık örneğine 80 ml %7,5'luk TCA çözeltisi ilave edilerek ultra-turrax'da homojenize edilmiştir. Karışım 5 dakika santrifüj (400 x g) edildikten sonra, Whatman 3 (CAT No: 1003 125) filtre kağıdı kullanılarak süzölmüştür. Elde edilen 25 ml filtrata 5 ml %10'luk NaOH (Riedel-de Haën 06203) ilave edilmiş ve distilasyon cihazına (BEHR S1 Steam Distillation Unit Labor-Technik GmbH, Düsseldorf/Germany) yerleştirilmiştir. Distilatın toplanacağı erlen içersine 10 ml %4'lük borik asit çözeltisi (H_3BO_3 , Merck 1.00165.1000) ve 0,04 ml indikatör (0,1 g metil kırmızısı (Merck 1.06076.0025) + 0,1 g brom kresol yeşili (Merck 1.08121.0005) + 100 ml etanol) ilave edilmiş ve distilasyon ünitesine bağlandıktan sonra 50 ml distilat toplanıncaya kadar distilasyona devam edilmiştir. Elde edilen distilat 0,1 N H_2SO_4 çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiş ve TVB-N değeri titrasyonda harcanan H_2SO_4 çözeltisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Malle and Tao 1987).

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

3.2.8. İstatistiki Analizler

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 15.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.1.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) süresince toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarında görülen değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Başlangıçta 10^3 kob/g seviyesinde olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı süre ilerledikçe artış göstermiştir. Kontrol grubunda hem vakum ambalajlanarak muhafaza edilen örneklerde, hem de modifiye atmosfer ($\%30 \text{ O}_2 + \%30 \text{ N}_2 + \%40 \text{ CO}_2$) uygulanarak ambalajlanan örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 9. günde 1×10^6 kob/g seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Potasyum sorbat uygulanan örneklerde özellikle de $\%4$ seviyesinde aynı günde sayı kontrole göre daha düşük bulunmuştur. Çizelge 4.1’den de görüldüğü üzere $\%4$ potasyum sorbat uygulanan vakum ambalajlı örneklerde toplam aerobik bakteri sayısı 15. günde dahi 1×10^6 kob/g’ın altındadır.

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Potasyum sorbat x depolama süresi ile ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının da filetoların toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Potasyum sorbat x ambalajlama interaksyonunun ise önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0,05$). Diğer taraftan potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi interaksyonunun da toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde önemli bir etkisi söz konusu değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.1. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayıları (log kob/g)

		Depolama Süresi (Gün)						
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbat								
Kontrol	Vakum	I	3,36	3,48	4,61	6,34	7,18	7,43
			3,30	3,60	4,57	6,00	7,00	7,51
		II	2,70	2,26	5,30	6,52	6,95	7,48
			3,00	4,23	5,08	6,78	7,88	7,20
	MAP	I	3,11	3,74	5,15	6,66	7,58	7,92
			3,00	3,78	5,40	6,57	7,40	7,94
		II	2,85	3,68	5,45	6,65	6,90	8,28
			3,26	3,84	4,36	6,49	7,40	7,73
2%	Vakum	I	2,85	3,28	3,48	4,88	5,81	7,04
			3,00	3,30	3,60	4,58	5,60	6,85
		II	3,20	3,38	4,67	5,23	6,51	7,46
			3,43	3,40	4,62	5,20	6,83	7,23
	MAP	I	3,18	3,51	4,15	5,64	7,48	8,28
			3,00	3,30	4,20	5,61	7,15	8,18
		II	3,49	4,08	3,79	4,57	5,76	7,79
			3,00	4,04	3,71	4,23	6,26	7,85
4%	Vakum	I	3,40	3,57	3,78	4,43	5,34	5,30
			3,30	3,48	3,60	4,40	5,30	5,65
		II	2,85	3,23	3,83	4,67	5,66	5,85
			2,70	2,48	2,60	4,64	4,90	5,64
	MAP	I	3,23	3,15	3,77	4,28	5,65	6,61
			3,18	3,48	3,60	4,34	5,63	6,90
		II	2,85	3,56	4,40	5,40	5,30	6,64
			2,85	3,40	4,15	5,53	5,78	5,95

Çizelge 4.2. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	15,567	180,011**
Ambalajlama (A)	1	3,130	36,194**
Depolama Süresi (D)	5	62,903	727,396**
PS x A	2	0,07	0,814
PS x D	10	1,790	20,697**
A x D	5	0,424	4,903**
PS x A x D	10	0,08	0,874
Blok (B)	1	0,006	0,066
Hata	72	0,09	
Genel	144		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı konsantrasyonlardaki potasyum sorbat solüsyonuna daldırılan gökkuşığı alabalığı filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Buna göre en düşük ortalama değer %4 seviyesinde tespit edilmiştir. %2 seviyesine ait ortalama değer de kontrol grubuna ait ortalama değerden daha düşük bulunmuştur. Konu ile ilgili diğer bir araştırmada da potasyum sorbat ile muamele edilerek vakum ambalajlanan ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı filetolarında potasyum sorbat konsantrasyonunun (%1, %5, %10) artırılmasıyla antimikrobiyal etkinin de arttığı ve bunun sonucunda toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında azalma olduğu belirtilmiştir (İnanlı 2003). Havuzda yetiştirilen sazan balığı (*Cyprinus carpio*) üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı; $0-2^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilen temizlenmiş balıkta başlangıçta 10^2 kob/g ve 33 günlük depolama periyodu sonunda 10^7 kob/g, potasyum sorbat ile muamele edilerek $0-2^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilen temizlenmemiş balıklarda başlangıçta hem kontrol grubunda, hem de potasyum sorbat muameleli grupta

10^4 kob/g, 37 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 10^5 kob/g, potasyum sorbatlı grupta 10^6 kob/g, potasyum sorbat ile muamele edilerek 5-6°C'de muhafaza edilen temizlenmemiş balıklarda başlangıçta kontrol ve potasyum sorbatlı gruplarda 10^3 kob/g, 15 günlük depolama sonrası kontrol grubunda 10^7 kob/g, potasyum sorbatlı örneklerde ise 10^8 kob/g olarak tespit edilmiştir (Gelman *et al.* 1990).

Çizelge 4.3. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	48	5,52±1,83c
%2	48	4,95±1,67b
%4	48	4,38±1,20a

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

Soğukta muhafaza edilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe toplam bakteri sayısında artış olmuştur. En yüksek ortalama değer 15. günde saptanmıştır. Depolamanın 9. gününde ortalama değer 1×10^6 kob/g'ın altındadır. Depolamanın 12. gününde ise sayı bu sınır değerinin üzerindedir. Aras Hisar (2002) gökkuşuğu alabalığı filetolarında soğukta muhafaza sırasında 14. günde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının 1×10^6 kob/g'ın üzerinde olduğunu tespit etmiştir. Altın (2006) tarafından yürütülen araştırmada ise, sardalya balıklarında başlangıçta 10^2 kob/g olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının, kontrol, sorbik asitli grup ve sorbik-sitrik asit grubunda sırasıyla 7, 13 ve 15. günde 10^6 kob/g düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. Gökkuşuğu alabalığı üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada ise, temizlenmemiş (bütün) ve fileto yapılmış örneklerde başlangıç toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı sırasıyla 10^2 kob/g ve 10^3 kob/g, temizlenmemiş balıkta 18 gün sonra, filetolarda ise 10 gün sonra 10^7 kob/g olarak saptanmıştır (Chytiri *et al.* 2004).

Çizelge 4.4. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	3,09±0,23a
3	24	3,47±0,44b
6	24	4,24±0,71c
9	24	5,40±0,90d
12	24	6,39±0,89e
15	24	7,11±0,89f

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

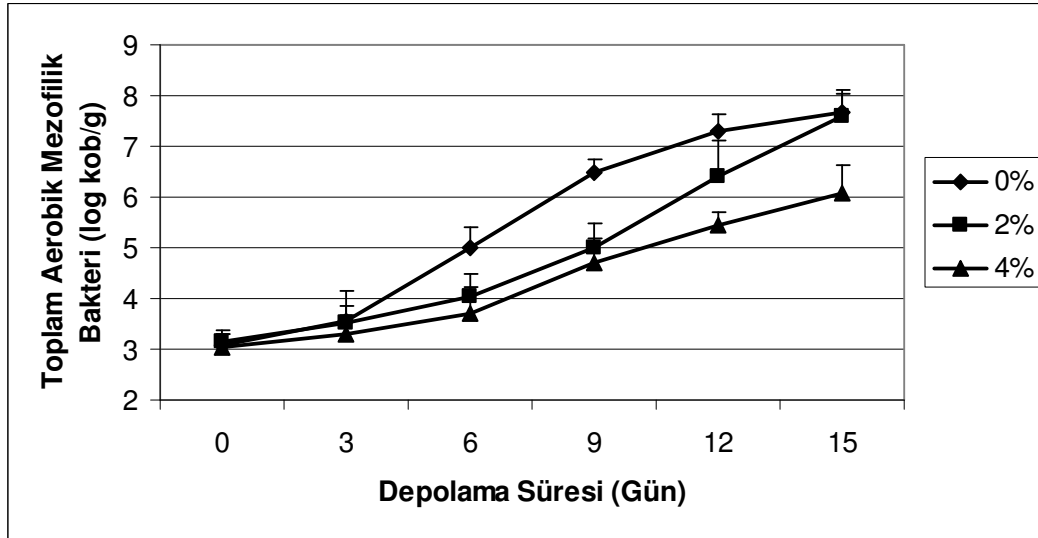
Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere vakum uygulanarak ambalajlanan örnekler ait ortalama değer modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler ait ortalama değerden daha düşüktür. Aras Hisar (2002) tarafından gökkuşağı alabalığı üzerinde yürütülen araştırmada, vakum ve modifiye atmosfer (%30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) arasında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (37°C’de 2 gün) açısından istatistiki bir farklılığın (p>0,05) olmadığı, %100 CO₂ uygulamasının sayıyı önemli derecede düşürdüğü tespit edilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlamanın gökkuşağı alabalığının raf ömrü üzerine etkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada, modifiye atmosfer (%100 CO₂, %50 CO₂ + %50 N₂, %50 CO₂ + %45 N₂ + %5 O₂) uygulamalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde farklı etkilerinin olduğu belirtilmiştir (İzgi 1995).

Çizelge 4.5. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	72	5,10±1,71b
Vakum	72	4,80±1,57a

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

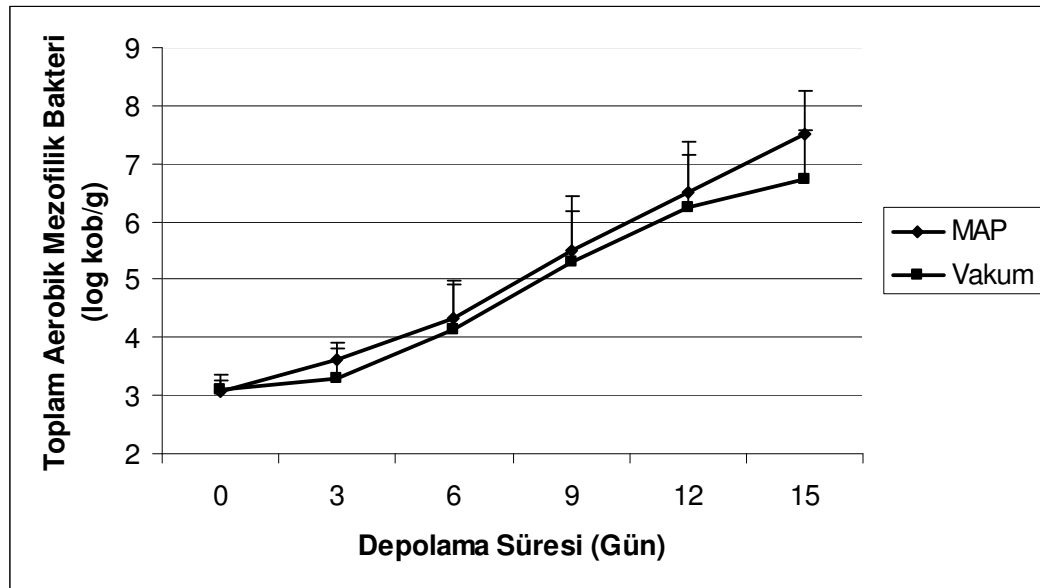
Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Grafikten de anlaşıldığı üzere kontrol grubunda sayıda artış daha hızlı olmuş ve 9. günde 1×10^6 kob/g’ın üzerine çıkmıştır. Potasyum sorbat uygulamasında %2 seviyesinde 12. günde, %4 seviyesinde ise 15. günde sayı 1×10^6 kob/g’ın üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, potasyum sorbat uygulaması özellikle % 4 seviyesi soğukta muhafaza edilen filetoların raf ömrünü önemli derecede artırmaktadır. Buna göre soğukta saklanan filetolarda %2 potasyum uygulaması 3 gün, %4 uygulaması ise 6 günlük bir raf ömrü artışına sebep olmaktadır.



Şekil 4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı Üzerine Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

Barnett *et al.* (1987) tarafından yürütölen bir araştırmada, 1,67°C’de (35 °F) potasyum sorbat uygulaması (%2,3)-modifiye atmosferde (%80 CO₂ + %20 N₂) ambalajlama kombinasyonunun havada veya modifiye atmosferde ambalajlamaya göre raf ömrünü çok önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç muhtemelen CO₂ konsantrasyonunun yüksek olmasından ve ayrıca depolama sıcaklığının 1,67°C’de (35 °F) tutulmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan CO₂’in sıcaklık düştükçe çözünürlüğü arttığından antimikrobiyal etkisi de artmaktadır (Farber 1991; Ashie *et al.* 1996; Aras Hisar 2002; Yılmaz 2004).

Soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli (p<0,01) etkisi saptanan ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna ait grafikten de görüldüğü üzere depolamanın 12. gününe kadar vakum ve modifiye atmosfer örneklerine ait sayılar benzer bir seyir takip etmiş, ancak 15. günde modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan örneklerde sayıda daha hızlı bir artış olmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.2. Psikrotrofik bakteri

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki psikrotrofik bakteri sayım sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) hem kontrol grubu hem de potasyum sorbat içeren örneklerde psikrotrofik bakteri sayıları 10^3 kob/g düzeyindedir. Depolama süresinin 9. gününde sayı, kontrol grubunda 10^6 kob/g, %2 potasyum sorbat seviyesinde hem vakum hem de modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde 10^4 - 10^5 kob/g, %4 potasyum sorbat seviyesinde ise vakum ambalajlanan örneklerde 10^4 kob/g, modifiye atmosferde (%30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) ambalajlanan örneklerde 10^4 - 10^5 kob/g seviyesindedir. Depolamanın 15. gününde ise psikrotrofik bakteri sayısı kontrol ve %2 potasyum sorbat uygulanan gruplarda 10^7 - 10^8 kob/g iken, %4 potasyum sorbat içeren gruplarda vakum ambalajlamada 10^5 kob/g, modifiye atmosferde ambalajlamada 10^5 - 10^7 kob/g düzeyine ulaşmıştır. Çizelgeden de görüldüğü üzere %4 potasyum sorbat solüsyonuna daldırılan örneklerde değerler diğer gruplara nazaran daha düşüktür. Alabalık filetolarının psikrotrofik bakteri sayım sonuçları toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçlarına (Çizelge 4.1) paralellik göstermektedir.

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki psikrotrofik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresi psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkide bulunmuştur. Ayrıca potasyum sorbat x depolama süresi ve ambalajlama x depolama süresi etkileşimlerinin filetoların psikrotrofik bakteri sayıları üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak potasyum sorbat x ambalajlama ile potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi etkileşimlerinin ise önemli etkileri olmamıştır ($p>0,05$). Psikrotrofik bakteri grubuna *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*,

Psychobacter, *Brochothrix* ve *Shewanella* gibi cinsler girmektedir (Temiz 1999; Ayhan 1999).

Çizelge 4.6. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Psikrotrofik Bakteri Sayıları (log kob/g)

		Depolama Süresi (Gün)						
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbat								
Kontrol	Vakum	I	3,30	3,70	4,48	5,91	7,04	7,60
			3,30	3,30	4,61	6,15	7,00	7,56
		II	3,18	3,34	5,20	6,49	6,70	7,40
			3,08	4,18	4,88	6,89	7,88	7,23
	MAP	I	3,20	3,96	5,32	6,65	7,41	8,11
			3,30	3,60	5,51	6,64	7,65	8,15
		II	3,08	3,80	5,26	6,54	7,11	8,26
			2,90	3,66	4,75	6,20	7,40	7,76
2%	Vakum	I	3,00	3,23	3,49	4,66	5,83	6,94
			3,48	3,60	3,60	4,72	6,04	6,90
		II	2,70	3,58	4,67	5,77	6,73	7,41
			3,34	3,62	4,43	5,08	6,59	7,41
	MAP	I	3,34	3,45	4,26	5,68	7,04	8,11
			3,00	3,78	4,32	5,62	7,20	8,08
		II	3,54	4,18	3,69	4,49	5,83	7,45
			3,11	3,57	3,77	4,51	6,26	7,04
4%	Vakum	I	3,23	3,60	3,69	4,38	5,38	5,70
			3,30	3,70	3,60	4,58	5,36	5,60
		II	2,70	3,23	2,95	4,85	5,64	5,70
			2,90	2,70	2,70	4,73	4,85	6,36
	MAP	I	2,90	3,08	3,48	4,43	5,79	7,04
			3,30	3,00	3,30	4,23	5,79	7,23
		II	2,78	3,63	3,70	5,81	5,30	5,48
			2,85	3,23	4,08	5,45	5,60	6,48

Çizelge 4.7. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	17,059	257,581**
Ambalajlama (A)	1	1,972	29,772**
Depolama Süresi (D)	5	62,657	946,099**
PS x A	2	0,02	0,334
PS x D	10	1,297	19,583**
A x D	5	0,281	4,242**
PS x A x D	10	0,05	0,812
Blok (B)	1	0,06	0,864
Hata	72	0,07	
Genel	144	17,059	

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre %4 potasyum sorbat ile muamele edilen örneklerde $4,36 \pm 1,29$ log kob/g düzeyinde olan ortalama değer, kontrol grubunda ($5,56 \pm 1,78$ log kob/g) bir logaritmik birim civarında daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.8). Benzer sonuç toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı açısından da tespit edilmiştir. Havuzda yetiştirilen sazan balığı (*Cyprinus carpio*) üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, psikrotrofik bakteri sayısı; 0-2°C’de muhafaza edilen temizlenmiş balıkta başlangıçta $<10^2$ kob/g ve 33 günlük depolama periyodu sonunda 10^6 kob/g, potasyum sorbat ile muamele edilerek 0-2°C’de muhafaza edilen temizlenmemiş balıklarda başlangıçta hem kontrol grubunda, hem de potasyum sorbat muameleli grupta 10^1 kob/g, 37 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 10^5 kob/g, potasyum sorbatlı grupta 10^5 kob/g, potasyum sorbat ile muamele edilerek 5-6°C’de muhafaza edilen temizlenmemiş balıklarda başlangıçta kontrol ve potasyum sorbatlı gruplarda 10^2 kob/g, 15 günlük depolama sonrası kontrol grubunda 10^6 kob/g, potasyum sorbatlı örneklerde ise 10^8 kob/g olarak tespit edilmiştir (Gelman *et al.* 1990).

Çizelge 4.8. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	48	5,56±1,78c
%2	48	4,96±1,60b
%4	48	4,36±1,29a

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

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Başlangıçta (0. gün) 3,11±0,24 log kob/g olan psikrotrofik bakteri sayısı, 9. günde 5,44±0,86 log kob/g, 12. günde 6,39±0,86 log kob/g ve depolamanın son gününde 7,12±0,85 log kob/g seviyesine ulaşmıştır.

Çizelge 4.9. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	3,11±0,24a
3	24	3,53±0,35b
6	24	4,16±0,77c
9	24	5,44±0,86d
12	24	6,39±0,86e
15	24	7,12±0,85f

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

Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Modifiye atmosferde (%30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) ambalajlanan filetolardaki psikrotrofik

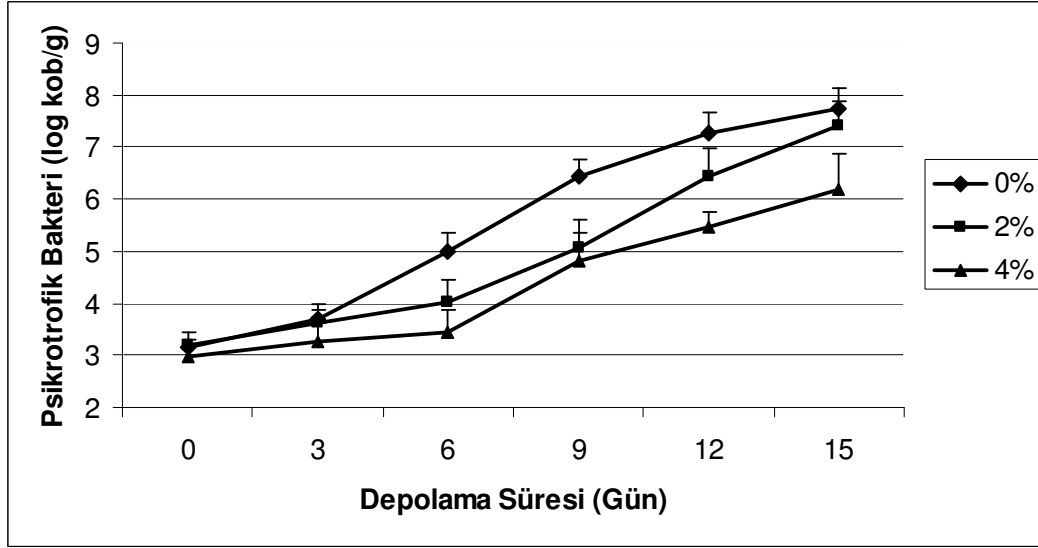
bakteri sayılarına ait ortalamalarda vakum ambalajlanan filetolardan daha yüksek değerler elde edilmiş ve iki grup arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Aras Hisar (2002) gökkuşağı alabalığı filetoları ile yaptığı çalışmada, vakum ve modifiye atmosferde (%30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) ambalajlama arasında psikrotrofik bakteri sayısı açısından istatistiki bir farklılığın ($p>0,05$) olmadığı sonucuna varmıştır. Aynı şekilde Segovia *et al.* (2007) tarafından morina balığı (*Gadus morhua*) ile yürütülen araştırmada da, psikrotrofik bakteri sayısı açısından vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama arasında bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Mevcut bu araştırmada da vakum ve MAP örneklerine ait ortalama değerler arasındaki fark 0,5 log kob/g'dan düşüktür.

Çizelge 4.10. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Psikrotrofik Bakteri Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	72	5,08±1,71b
Vakum	72	4,84±1,55a

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

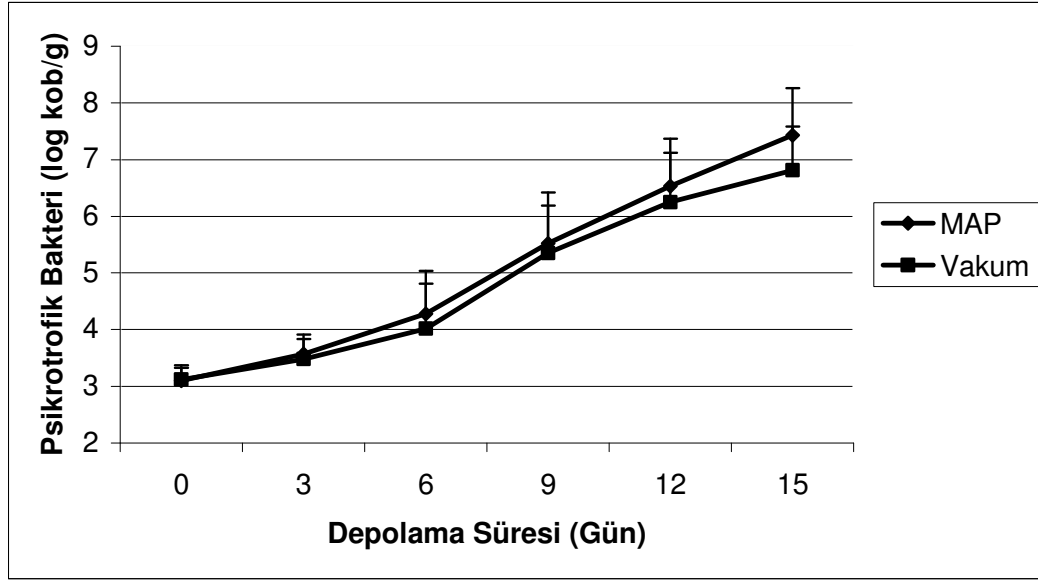
Psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.3'de verilmiştir. Örneklerde başlangıçtaki psikrotrofik bakteri sayısı 10³ kob/g seviyesindedir. Kontrol grubu filetolarında depolamanın 6. gününde 10⁵ kob/g, 12. günde 10⁷ kob/g seviyesinde psikrotrofik bakteri belirlenmiştir. Aynı depolama günlerinde %2 potasyum sorbat seviyesinde değerler sırasıyla 10⁴ kob/g ve 10⁶ kob/g'dır. %4 potasyum sorbat seviyesinde ise kontrole göre 6. günden itibaren 1-2 logaritmik birimlik daha düşük değerler tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre %4 potasyum sorbat solüsyonuna daldırma işlemi filetolarda psikrotrofik bakteri sayısını kontrol ve %2 potasyum sorbat seviyesine nazaran önemli ölçüde düşürmüştür.



Şekil 4.3. Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Potasyum Sorbat x Depolama süresi İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı filetolarının psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde $p < 0,01$ seviyesinde etkili olan ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.4’de verilmiştir. Psikrotrofik bakteri sayısı 0. günde hem vakum ve hem de $\%30 O_2 + \%30 N_2 + \%40 CO_2$ gaz ambalajlı filetolarda 10^3 kob/g düzeyindedir.

Depolama süresi ilerledikçe her iki grupta bakteri sayısı benzer bir seyir takip etmiş, ancak 15. günde vakum ambalajlanmış örneklerde daha fazla artış olmuştur. Mevcut bu interaksiyonun seyri toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçlarına ait ambalajlama x depolama süresi interaksiyonuna (Şekil 4.2) benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.4 Psikrotrofik Bakteri Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.3. *Pseudomonas*

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki *Pseudomonas* sayıları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Başlangıçta 10^2 kob/g seviyesinde olan *Pseudomonas* sayısı depolama süresi arttıkça yükselmiştir. *Pseudomonas* sayısında 10^4 - 10^5 kob/g seviyeleri, kontrol grubunda modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan örneklerde 9. günde, diğer gruplarda (vakum ambalajlanan kontrol grubu ile %2 ve %4 potasyum sorbat içeren filetolar) 12. günde belirlenmiştir. Soğukta muhafazanın 15. gününde ise 12. güne göre genellikle önemli farklılıklar görülmemiştir (Çizelge 4.14).

Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı filetolarında *Pseudomonas* sayıları psikrotrofik bakteri sayılarından daha düşük çıkmıştır. *Pseudomonas*lar Gram negatif, hareketli, mutlak aerob, çubuk şekilli bakterilerdir. Bu bakteriler soğukta saklanan

balıklarda hızlı şekilde çoğalarak bozulmaya neden olurlar (Krämer 1997; Özçelik 1998; Ünlütürk ve Turantaş 1999).

Çizelge 4.11. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki *Pseudomonas* Sayıları (log kob/g)

			Depolama Süresi (Gün)					
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbat								
Kontrol	Vakum	I	2,00	2,70	3,88	3,78	4,54	4,53
			2,30	2,60	3,60	3,70	4,11	4,36
		II	2,00	2,40	4,04	4,83	5,48	4,89
			2,30	3,70	4,36	4,72	5,00	5,46
	MAP	I	2,70	2,95	3,79	5,15	5,52	5,04
			2,48	3,00	4,08	4,75	5,30	5,00
		II	2,30	3,04	4,34	5,78	5,62	5,99
			2,48	3,04	4,26	4,43	5,78	5,49
2%	Vakum	I	2,00	2,00	2,90	3,58	4,30	4,15
			2,30	2,60	2,85	3,60	4,36	4,15
		II	2,00	2,48	4,73	4,75	5,18	4,34
			2,30	3,00	4,30	4,66	5,11	5,30
	MAP	I	2,00	3,08	3,45	4,82	5,57	5,11
			2,60	3,00	3,41	4,15	5,53	4,85
		II	2,00	3,66	3,36	3,92	5,18	6,23
			2,30	3,00	3,15	3,77	5,76	5,88
4%	Vakum	I	2,00	2,30	2,70	3,43	4,18	4,43
			2,48	2,48	2,30	3,00	4,18	4,34
		II	2,00	2,30	2,48	4,20	5,04	5,26
			2,00	2,48	2,48	4,40	4,40	4,74
	MAP	I	2,00	2,00	3,11	3,52	5,00	5,23
			2,70	2,85	3,00	3,30	4,81	5,15
		II	2,00	2,70	3,86	4,86	4,90	5,56
			2,30	2,78	3,65	4,86	5,51	5,26

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynakları potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresi *Pseudomonas* sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkide bulunmuştur. Potasyum sorbat x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi ve potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi etkileşimlerinin çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın potasyum sorbat x ambalajlama etkileşiminin da önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.12. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki *Pseudomonas* Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	2,778	32,022**
Ambalajlama (A)	1	6,751	77,836**
Depolama Süresi (D)	5	32,797	378,118**
PS x A	2	0,04	0,439
PS x D	10	0,317	3,656**
A x D	5	0,342	3,948**
PS x A x D	10	0,282	3,253**
Blok (B)	1	6,002	69,203**
Hata	72	0,09	
Genel	144		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Potasyum sorbat ile muamele edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. En yüksek ortalama değer kontrol grubunda, en düşük ortalama değer %4 potasyum sorbat seviyeli örneklerde elde edilmiştir. Sardalya balığı üzerinde yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Altın 2006).

Çizelge 4.13. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	48	4,03±1,18c
%2	48	3,81±1,21b
%4	48	3,55±1,19a

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

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde başlangıçta (0.gün) 2,23±0,25 log kob/g düzeyinde olan ortalama değer depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş ve 15. günde 5,03±0,58 log kob/g'a ulaşmıştır (Çizelge 4.14). *Pseudomonas* sayıları toplam aerobik mezofilik bakteri (Çizelge 4.4) ve psikrotrofik bakterilerden (Çizelge 4.9) daha düşük ortalama değerlere sahiptir. Aras Hisar (2002) tarafından yürütülen çalışmada 4°C'de depolanan alabalık filetolarında *Pseudomonas* sayılarına ait ortalama değerler depolamanın 0. gününde 2,42±0,18 log kob/g ve 14. gününde 7,03±1,31 log kob/g olarak belirlenmiştir. Bremner and Statham (1983) tarafından vakum ambalajlama ve potasyum sorbat muamelesinin tarakların (*Pecten alba*) mikrobiyal gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği diğer bir çalışmada ise, depolamanın 6. gününe kadar %100 *Vibrio*'lardan oluşan başlangıç florasının, 13. günde %25 *Vibrio* spp., %25 *Aeromonas* spp ve %35 pseudomonaslardan oluştuğu bildirilmiştir. Statham and Bremner (1983) tarafından blue grenadier filetoları üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada, depolamadan 11 gün sonra potasyum sorbatla muamele edilen balıklarda floranın neredeyse tamamını pseudomonasların oluşturduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	2,23±0,25a
3	24	2,76±0,43b
6	24	3,50±0,68c
9	24	4,25±0,69d
12	24	5,02±0,54e
15	24	5,03±0,58e

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

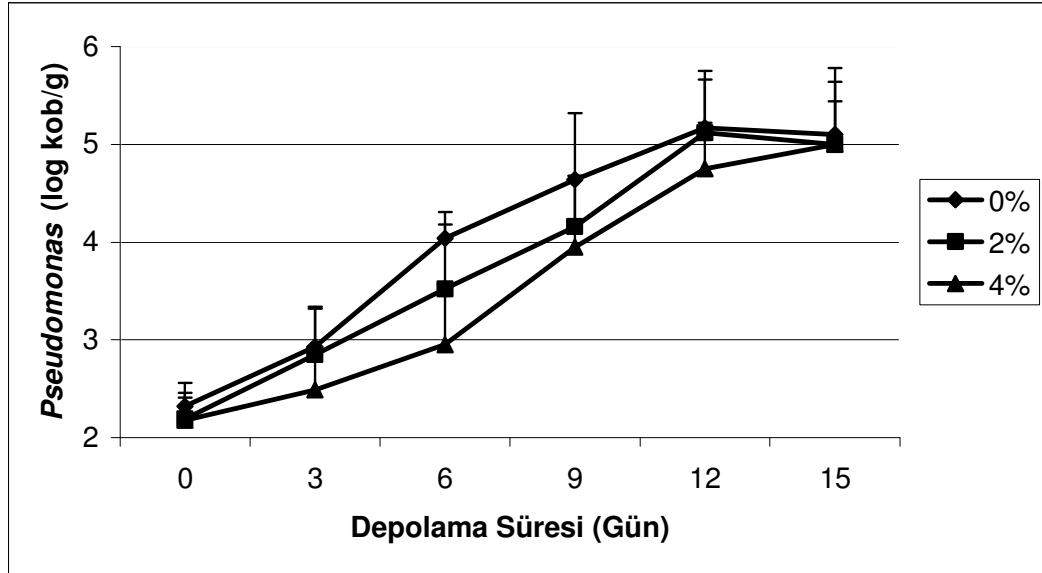
Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde ortalama değer modifiye atmosferde elde edilen değerden daha düşüktür. Aras Hisar (2002) tarafından gökkuşığı alabalığı ile yapılan çalışmada, *Pseudomonas* sayısı vakum ambalajlamada 5,57±2,02 log kob/g, %30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂ gaz karışımında 5,31±1,89 log kob/g olarak tespit edilmiş, %100 CO₂ uygulamasının ise sayıyı yaklaşık 2 logaritmik birim (3,48±0,97 log kob/g) düşürdüğü belirtilmiştir. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama ile karşılaştırıldığında, en yüksek *Pseudomonas* sayısının hava ile ambalajlanmış morina filetolarında olduğu diğer bir çalışmada da tespit edilmiştir (Segovia *et al.* 2007).

Çizelge 4.15. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının *Pseudomonas* Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	72	4,01±1,25b
Vakum	72	3,58±1,11a

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

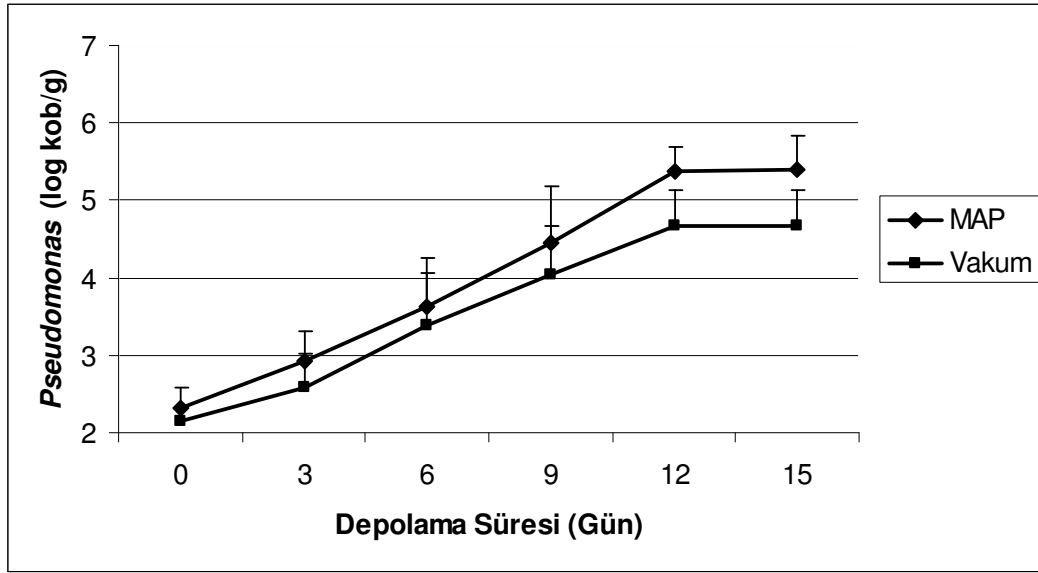
Pseudomonas sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olan potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi örneklerde depolamanın 0 ve 3. günlerinde 10^2 kob/g olan sayılar, 6. günde kontrol grubunda ve %2 potasyum sorbat seviyeli filetolarda yükselmiş (10^3 - 10^4 kob/g) ve %4 potasyum sorbat içeren örneklerde değişmemiştir. 9. ve 12. günde örneklerde sayılar 1’er logaritmik birim artış göstermiştir. Depolamanın son gününde (15. gün) bütün gruplarda değer 10^5 kob/g olarak saptanmıştır. Sardalya balığı üzerinde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, 7°C’de muhafaza edilen balıklarda *Pseudomonas* sayısı depolamanın ilk gününde (1. gün) kontrol ve sorbik asitli grup ile sorbik-sitrik asit uygulamalı grup balıklarında 10^2 kob/g olarak belirlenmiştir. *Pseudomonas* sayısının gruplarda 10^6 kob/g düzeyine sırasıyla 7, 13 ve 15. günde ulaştığı belirtilmiştir (Altın 2006).



Şekil 4.5. *Pseudomonas* Sayısı Üzerine Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksyonunun Etkisi

Pseudomonas sayısı üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkide bulunan ambalajlama x depolama süresi interaksyonuna ait grafikte de görüldüğü üzere depolama süresinin 9. gününe kadar vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde değerler benzer bir seyir takip etmiştir. 12. günde modifiye atmosfer uygulanmış örneklerde 1

logaritmik birimlik artış gözlemlenirken, 15. günde değer değişmemiştir (Şekil 4.6). *Pseudomonas*, toplam aerobik mezofilik bakteri (Şekil 4.2) ve psikrotrofik bakterilere ait (Şekil 4.4) ambalajlama x depolama süresi interaksyonları incelendiğinde bakteri gelişiminin vakum ambalajlamada modifiye atmosferde ambalajlamaya nazaran daha yavaş olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.6. *Pseudomonas* Sayısı Üzerine Ambalajlama x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.4. Laktik asit bakterileri

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara istatistiki analiz uygulanmamıştır. Taze filetolarda (0. gün) laktik asit bakteri sayısı saptanabilir sınırın (<100 kob/g) altındadır. Depolamanın 3. ve 6. günlerinde $<100 \cdot 10^2$ kob/g, 9. günde $<100 \cdot 10^4$ kob/g arasında değişen laktik asit bakteri sayıları, 15. günde artış göstererek 10^4 - 10^5 kob/g seviyelerine ulaşmıştır.

Aras Hisar (2002) laktik asit bakteri sayılarını taze alabalık filetolarında (0. gün) $<10^2$ - 10^2 kob/g, depolamanın son gününde (14. günde) kontrol grubunda 10^5 kob/g, vakum ambalajlanmış örneklerde 10^5 - 10^6 kob/g ve modifiye atmosferde ambalajlanmış (%30 O_2 + %30 N_2 + %40 CO_2) örneklerde 10^6 - 10^7 kob/g olarak belirlemiştir. Yılmaz (2004) laktik asit bakteri sayılarını gökkuşağı alabalığı filetolarında deneme başında (0. gün) saptanabilir sınırın (<100 kob/g) altında, 18 günlük depolama sonucu kontrol grubunda 10^2 - 10^5 kob/g, vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde 10^2 - 10^3 kob/g olarak tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarımız belirtilen bu literatür sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Çoğu mezofilik olan laktik asit bakterileri çeşitli gıdalardaki faaliyetleri sonucu karbonhidratlardan laktik asit üretme yeteneğine sahip mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadırlar (Ünlütürk ve Turantaş 1999). Tüketime hazır morina (*Gadus morhua*) filetolarının kalitelerinin korunması üzerinde potasyum sorbat, sitrik asit ve modifiye atmosferde ambalajlamanın etkilerinin incelendiği bir araştırmada, modifiye atmosfer ve potasyum sorbat kombinasyonunun laktik asit bakterilerinin inhibisyonu üzerinde daha etkili olduğu bildirilmiştir (Magnússon *et al.* 2006).

Çizelge 4.16. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Laktik Asit Bakteri Sayıları (log kob/g)

		Depolama Süresi (Gün)						
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbit								
Kontrol	Vakum	I	<2,00	<2,00	2,00	2,30	3,72	4,52
			<2,00	<2,00	2,00	2,00	3,75	4,83
		II	<2,00	<2,00	<2,00	2,26	2,00	5,26
			<2,00	<2,00	<2,00	2,48	3,90	5,28
	MAP	I	<2,00	2,00	2,48	3,89	4,53	5,08
			<2,00	2,30	2,78	3,74	4,53	4,96
		II	<2,00	<2,00	2,32	3,36	3,69	4,18
			<2,00	<2,00	2,30	3,53	3,58	4,23
2%	Vakum	I	<2,00	<2,00	<2,00	2,70	3,54	4,66
			<2,00	<2,00	<2,00	2,00	3,28	4,68
		II	<2,00	<2,00	2,00	<2,00	4,28	4,53
			<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	4,04	4,15
	MAP	I	<2,00	<2,00	2,30	4,45	4,95	5,64
			<2,00	<2,00	2,70	4,20	4,70	5,70
		II	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	3,95	4,62
			<2,00	<2,00	4,08	<2,00	3,26	4,91
4%	Vakum	I	<2,00	2,30	2,00	3,08	3,00	4,28
			<2,00	2,00	2,00	2,30	2,48	4,28
		II	<2,00	<2,00	<2,00	2,30	4,20	3,85
			<2,00	<2,00	2,48	2,30	4,18	5,15
	MAP	I	<2,00	<2,00	2,00	3,28	4,15	4,66
			<2,00	<2,00	2,60	3,59	4,18	4,48
		II	<2,00	<2,00	<2,00	2,48	4,23	4,04
			<2,00	<2,00	<2,00	2,48	2,30	2,30

4.1.4. Enterobacteriaceae

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki Enterobacteriaceae sayıları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere örneklerde Enterobacteriaceae sayıları, depolamanın 0. gününde $<100-10^2$ kob/g, 3. gününde 10^2 kob/g düzeyinde bulunmuş ve depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. En fazla artış kontrol ve %2 potasyum sorbat içeren modifiye atmosfer gruplarında, en yavaş artış ise %4 potasyum sorbat seviyeli modifiye atmosferde ambalajlanmış örneklerde elde edilmiştir. Altın (2006) tarafından sardalya balıkları ile yapılan çalışmada, sorbik asit-sitrik asit kombinasyonunun Enterobacteriaceae sayısı üzerinde daha fazla inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edilmiş ve Enterobacteriaceae sayısı kontrol grubunda 7. günde 10^5 kob/g, sorbik asit muameleli grupta 13. günde 10^6 kob/g ve sorbik- sitrik asit ilaveli grupta ise 15. günde 10^6 kob/g olarak bulunmuştur.

Enterobacteriaceae familyasının üyeleri Gram negatif, çoğunlukla fakültatif anaerob, çubuk şekilli bakterilerdir. Bu familyaya *Escherichia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Yersinia* gibi cinsler girmektedir (Özçelik 1998; Müller ve Weber 1996).

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki Enterobacteriaceae sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Enterobacteriaceae sayısı üzerinde hem potasyum sorbat, hem de depolama süresi çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olmuştur. Ayrıca potasyum sorbat x ambalajlama ve potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonlarının etkilerinin de çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir. Ambalajlama Enterobacteriaceae sayısı üzerinde önemli bir etkide bulunmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca, ambalajlama x depolama süresi ve potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının da önemli etkileri olmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.17. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Enterobacteriaceae Sayıları (log kob/g)

		Depolama Süresi (Gün)						
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbit								
Kontrol	Vakum	I	2,00	2,00	3,04	4,75	6,26	6,74
			<2,00	2,85	3,32	4,52	6,26	6,95
		II	<2,00	2,48	4,04	5,62	6,15	6,28
			<2,00	2,70	3,56	5,67	7,57	6,26
	MAP	I	2,60	2,95	4,15	5,72	6,64	7,23
			<2,00	2,30	3,98	5,36	6,77	7,34
		II	<2,00	2,30	3,48	5,18	5,60	7,66
			<2,00	2,78	3,23	5,38	6,36	6,00
2%	Vakum	I	2,48	2,00	2,00	3,83	5,15	6,38
			2,00	2,30	2,30	3,94	5,11	6,34
		II	<2,00	2,30	2,70	4,18	6,23	6,60
			<2,00	2,00	2,85	4,26	6,18	6,66
	MAP	I	2,00	2,48	3,63	5,18	6,61	7,66
			2,00	2,78	3,56	5,04	6,65	7,69
		II	<2,00	2,78	2,00	2,78	4,36	6,51
			<2,00	2,00	2,30	3,30	4,77	6,43
4%	Vakum	I	2,00	2,85	2,95	3,97	4,77	5,28
			<2,00	2,00	3,20	3,78	4,76	5,00
		II	<2,00	2,00	2,00	3,38	4,81	5,40
			<2,00	2,30	2,00	3,18	4,18	6,15
	MAP	I	<2,00	2,00	2,78	3,76	4,75	4,98
			<2,00	2,00	2,60	3,30	4,76	4,85
		II	<2,00	2,30	2,30	4,36	3,08	4,32
			<2,00	2,30	2,60	3,56	4,54	4,41

Çizelge 4.18. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları*

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	18,186	153,986**
Ambalajlama (A)	1	0,146	1,233
Depolama Süresi (D)	4	64,349	544,851**
PS x A	2	0,652	5,520**
PS x D	8	1,625	13,756**
A x D	4	0,165	1,399
PS x A x D	8	0,211	1,784
Blok (B)	1	1,987	16,821**
Hata	60	0,118	
Genel	120		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

* 0. güne ait sonuçlar istatistiki analizlere dahil edilmemiştir.

Potasyum sorbat ile muamele edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde kontrol ve %2 potasyum sorbat seviyeli örneklerde değerler birbirine yakın çıkmıştır. %4 potasyum sorbat içeren filetolarda ise diğer gruplara göre Enterobacteriaceae sayısı daha düşük seviyededir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	40	4,94±1,72c
%2	40	4,30±1,84b
%4	40	3,59±1,18a

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

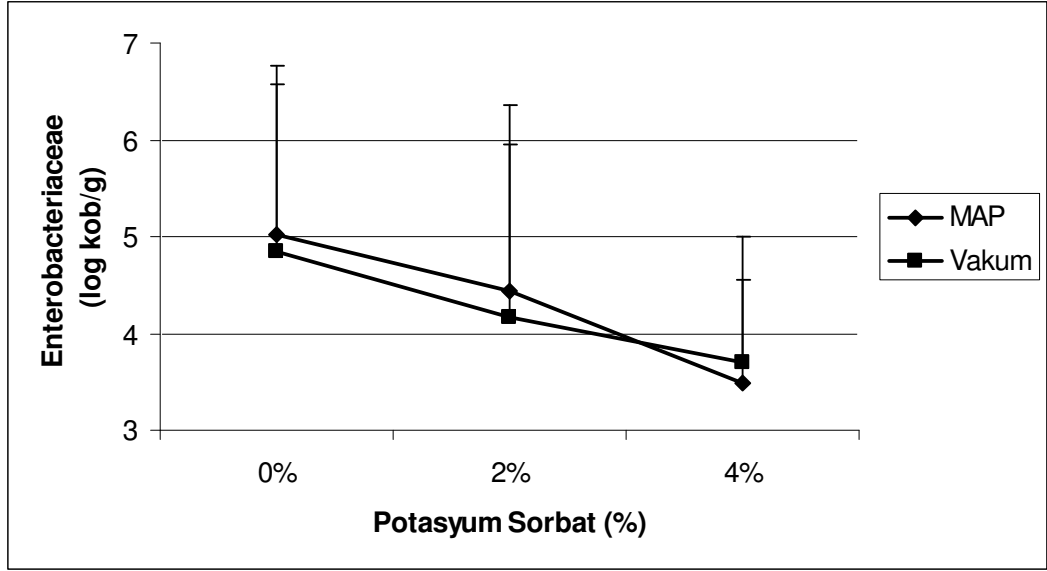
Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının Enterobacteriaceae sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Depolama süresi arttıkça Enterobacteriaceae sayısı yükselmiştir. Başlangıçta (0. günde) <2,00 log kob/g, depolamanın 3. ve 6. günlerinde sırasıyla 2,36±0,33 log kob/g ve 2,94±0,68 log kob/g olan Enterobacteriaceae sayısı, 9. günde yaklaşık 2 logaritmik birim artış göstermiş ve 15. günde 6,21±1,01 log kob/g’a ulaşmıştır. Yılmaz (2004) tarafından 4°C’de muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı filetoları ile yürütülen araştırmada, Enterobacteriaceae sayısı depolamanın 0. gününde 2,55±0,49 log kob/g, 18. gününde 7,18±0,77 log kob/g olarak belirlenmiştir. Gökkuşağı alabalığı üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise, başlangıçta (0. gün) 2,04±0,06 log kob/g olan Enterobacteriaceae sayısı 14 günlük depolama süresi sonunda 6,82±1,17 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Aras Hisar 2002).

Çizelge 4.20. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Enterobacteriaceae Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
3	24	2,36±0,33a
6	24	2,94±0,68b
9	24	4,33±0,89c
12	24	5,51±1,07d
15	24	6,21±1,01e

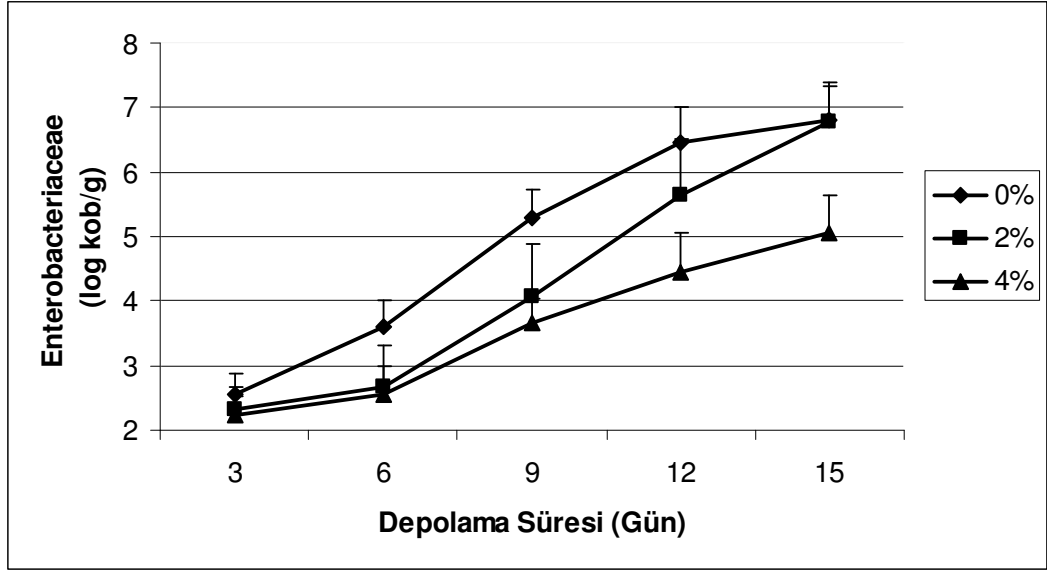
Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Gökkuşağı alabalığı filetolarının Enterobacteriaceae sayısı üzerinde çok önemli (p<0,01) etkileri belirlenen potasyum sorbat x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.7’de verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere %4 seviyesi modifiye atmosferde daha düşük değerler vermiştir. Buna göre Enterobacteriaceae’nın inhibisyonu açısından %4 potasyum sorbat uygulaması-modifiye atmosfer kombinasyonu daha iyi sonuç vermektedir.



Şekil 4.7. Enterobacteriaceae Sayısı Üzerinde Potasyum Sorbat x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta depolanan alabalık filetolarında Enterobacteriaceae sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisi saptanan potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.8’de verilmiştir. Depolamanın 3. gününde değerler 10^2 kob/g seviyesindedir. Depolama süresi arttıkça kontrol grubunda artış daha hızlı olmuş ve 9. günde 10^5 kob/g, 15. günde 10^6 kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enterobacteriaceae sayısı 15. günde %2 potasyum sorbat uygulamasında yaklaşık 10^7 kob/g düzeyindeyken, %4 potasyum sorbat seviyesinde (10^5 kob/g) düşüş göstermiştir. Buna göre %2 potasyum sorbat uygulamasının depolamanın son günlerinde etkinliğinin azaldığı, %4 potasyum sorbat uygulamasının ise Enterobacteriaceae familyası üyelerinin inhibisyonu açısından daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Şekil 4.8’den de görüldüğü üzere %2 potasyum sorbat seviyesinde 9. günden itibaren sayıda hızlı bir artış olmuştur. Buna karşın %4 potasyum sorbat seviyesi 15. günde kontrole ve %2 potasyum sorbat seviyesine göre 2 logaritmik birimlik daha az bir sayı göstermiştir.



Şekil 4.8. Enterobacteriaceae Sayısı Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.1.5. Maya ve küf

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki maya ve küf sayıları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Depolamanın 0 ve 3. günlerinde maya ve küf sayısı her üç grup (kontrol, %2 ve %4) için 10^2 kob/g olarak belirlenmiştir. 6. günde değerler %4 potasyum sorbat uygulanarak vakum ambalajlanmış örnekler (10^2 kob/g) hariç 1 logaritmik birim artış göstermiştir. 9. günde kontrol ve %2 potasyum sorbat seviyeli gruplarda sayılar 10^3 - 10^4 kob/g, %4 potasyum sorbat seviyesinde ise 10^2 - 10^3 kob/g arasında değişmektedir. Depolamanın son gününde (15. günde) ise maya ve küf sayısı örneklerde 10^4 - 10^5 kob/g değerlerine yükselmiştir. Patır vd (2001) tarafından sazan filetolarıyla yürütülen bir çalışmada ise, maya ve küf sayılarının taze filetolarda ortalama 10^4 kob/g olduğu ve %10 oranında tuzlanmış ve potasyum sorbat uygulanmış örneklerde ise bu sayının muhafazanın ilk günlerinde azaldığı ve depolamanın son gününde (56. gün) 10^5 - 10^6 kob/g seviyelerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Maya ve Küf Sayıları (log kob/g)

		Depolama Süresi (Gün)						
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbat								
Kontrol	Vakum	I	2,60	2,00	3,34	4,48	4,34	4,00
			2,48	2,00	3,32	4,54	4,41	4,32
		II	2,60	2,00	3,43	4,20	4,23	5,11
			2,00	2,78	3,52	3,73	4,73	5,04
	MAP	I	2,30	2,48	3,59	4,38	5,26	4,87
			2,30	2,30	3,45	4,45	5,40	4,75
		II	2,30	2,30	3,84	4,41	4,34	5,38
			2,30	2,48	3,34	4,00	4,43	4,89
2%	Vakum	I	2,30	2,00	2,00	3,63	4,49	4,28
			2,30	2,48	2,30	3,34	4,59	4,28
		II	2,00	2,00	3,45	4,15	4,84	5,82
			2,30	2,00	3,46	3,45	4,40	5,20
	MAP	I	2,00	2,30	3,28	4,18	5,20	5,26
			2,00	2,48	3,41	4,40	5,51	5,34
		II	2,48	3,20	3,20	3,85	4,15	5,40
			2,00	2,00	3,08	3,28	4,48	5,57
4%	Vakum	I	2,30	2,00	2,30	3,08	4,49	4,04
			2,00	2,00	2,60	2,70	4,46	4,30
		II	2,30	2,48	2,48	3,41	3,76	3,85
			2,60	2,00	2,60	3,38	3,53	5,04
	MAP	I	2,60	2,00	2,85	3,11	4,30	4,54
			2,00	2,30	2,48	3,28	4,45	4,59
		II	2,30	2,78	3,51	4,48	3,94	5,04
			2,85	2,30	3,30	3,71	4,52	4,04

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki maya ve küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresinin çok önemli ($p<0,01$) etkileri olmuştur. Potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonu da maya ve küf sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahiptir. Ancak potasyum sorbat x ambalajlama, ambalajlama x depolama süresi ve potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının önemli bir etkisi söz konusu olmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.22. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki Maya ve Küf Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	2,161	26,756**
Ambalajlama (A)	1	2,481	30,708**
Depolama Süresi (D)	5	28,222	349,364**
PS x A	2	0,06	0,765
PS x D	10	0,445	5,515**
A x D	5	0,134	1,660
PS x A x D	10	0,05	0,560
Blok (B)	1	0,429	5,311*
Hata	72	0,08	
Genel	144		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

*P < 0,05 seviyesinde önemli

Potasyum sorbat ile muamele edilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının maya ve küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. En yüksek ortalama değer kontrol grubunda ($3,64\pm1,07$ log kob/g), en düşük ortalama değer ise %4 potasyum sorbat içeren

örneklerde ($3,23 \pm 0,94$ log kob/g) elde edilmiştir. İnanlı (2003) tarafından gökkuşağı alabalığı ile yapılan çalışmada, filetoların başlangıç maya ve küf sayısı $1,19 \pm 0,23$ log kob/g olarak saptanmış, depolama süresi ilerledikçe maya ve küf sayısının artan tuz ve potasyum sorbat miktarına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	48	$3,64 \pm 1,07c$
%2	48	$3,52 \pm 1,22b$
%4	48	$3,23 \pm 0,94a$

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

Soğukta muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının maya ve küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. 0 ve 3. günlerde değerler (10^2 kob/g) arasında istatistiki olarak farklılık ($p > 0,05$) tespit edilmemiştir. Maya ve küf sayısı 6. ve 9. günlerde 10^3 kob/g, 12 ve 15. günlerde 10^4 kob/g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	$2,30 \pm 0,24a$
3	24	$2,28 \pm 0,32a$
6	24	$3,09 \pm 0,50b$
9	24	$3,82 \pm 0,55c$
12	24	$4,51 \pm 0,48d$
15	24	$4,79 \pm 0,56e$

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

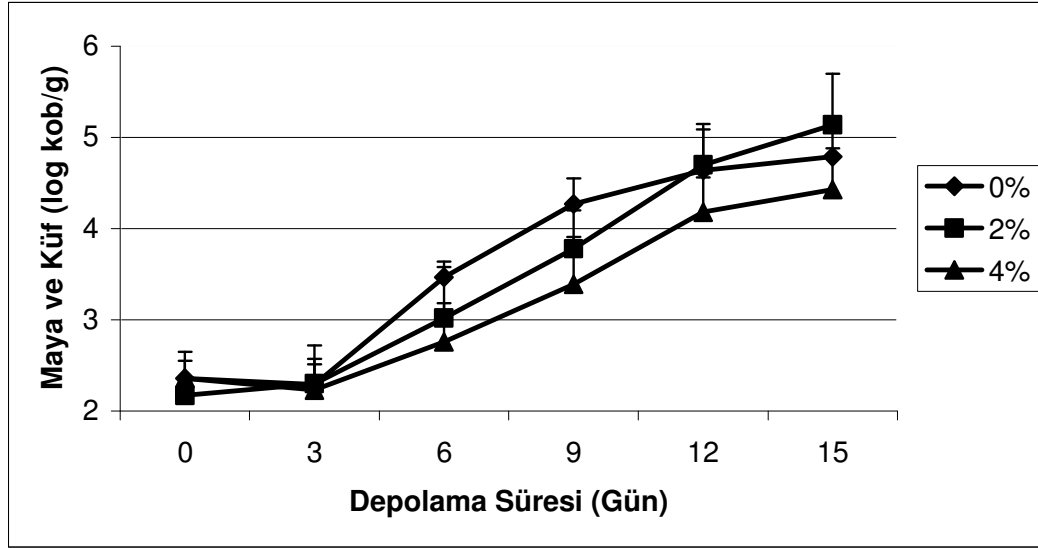
Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının maya ve küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, vakum uygulanarak ambalajlanan filetolarda sayının modifiye atmosferde ambalajlanmış filetolardan daha düşük değerde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.25). Aras Hisar (2002) tarafından alabalık filetolarıyla yapılan araştırmada benzer sonuçlar elde edilmiş, %30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂ gaz karışımının özellikle %100 CO₂ ve %2,5 O₂ + %7,5 N₂ + %90 CO₂ gaz karışımına göre hem 10°C'lik hem de 4°C'lik muhafaza sıcaklığında, daha yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Maya ve Küf Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	72	3,60±1,12b
Vakum	72	3,33±1,06a

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

Maya ve küf sayısı üzerinde çok önemli (p<0,01) etkiye sahip potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.9'da verilmiştir. Örneklerde maya ve küf sayısı depolamanın 0. ve 3. günlerinde 10² kob/g seviyesindedir. 9. günde kontrol grubunda 10⁴ kob/g, %2 ve %4 potasyum sorbat seviyeli gruplarda ise 10³ kob/g'a ulaşmıştır. 15. günde kontrol ve %4 potasyum sorbat seviyesinde 10⁴ kob/g, %2 potasyum sorbat seviyesinde ise 10⁵ kob/g değerleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre %4 potasyum sorbat seviyesinin maya ve küfleri daha iyi inhibe etmektedir. Ambalajlama x potasyum sorbat interaksyonunun önemli olmadığı dikkate alındığında %4 potasyum sorbat uygulamasının hem vakum, hem de modifiye atmosferde en etkin potasyum sorbat seviyesi olduğu kanaatine varılabilir.



Şekil 4.9. Maya ve Küf Sayısı Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. pH

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki pH değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0.gün) en düşük pH değeri 6,00, en yüksek pH değeri 6,30 olarak belirlenirken, depolamanın son gününde (15. gün) en düşük değer 6,17 ve en yüksek değer 6,52 olarak tespit edilmiştir. İzgi (1995) modifiye atmosferde ambalajlamanın gökkuşağı alabalığının raf ömrü üzerine etkilerini belirlemek üzere yapmış olduğu çalışmada, pH değerini kontrol grubunda depolama başlangıcında (0. gün) 6,42, depolama sonunda (7. gün) 6,41 olarak tespit etmiştir. Altın (2006) tarafından sardalya balıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada ise, kontrol grubunda pH değeri başlangıçta (1. gün) 6,3, depolamanın son gününde ise (15. gün) hem kontrol grubunda, hem de sorbik asit muameleli grupta 7,1 olarak belirlenmiştir. Taze balık için pH değeri 6,0-6,5 arasındadır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 6,8-7,0'dır. Ancak pH değeri tek başına

kesin bir kriter olmayıp duyusal ve kimyasal analizlerle tamamlanması gerekmektedir (Varlık vd 1993).

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Depolama süresi pH değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olmuştur. Potasyum sorbat ve ambalajlamanın ise pH değeri üzerinde önemli etkileri olmamıştır ($p>0,05$). Potasyum sorbat x ambalajlama, potasyum sorbat x depolama süresi, ambalajlama x depolama süresi ve potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının da önemli etkileri görülmemiştir ($p>0,05$). İnanlı (2003) tarafından gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan çalışmada, taze filetolarda pH değeri ortalama $6,80\pm0,20$ olarak belirlenmiştir. Tuz ve potasyum sorbat muamelesinden sonra ise pH değerinin düştüğü (6,51-6,45), potasyum sorbat seviyeleri arasında (%1, %5 ve %10) pH açısından önemli farklılıkların ($p>0,05$) olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki pH Değerleri

Depolama Süresi (Gün)								
Potasyum Sorbat	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Kontrol	Vakum	I	6,21	6,12	6,18	6,39	6,42	6,17
			6,20	6,13	6,14	6,30	6,36	6,39
		II	6,00	6,28	6,05	6,10	6,37	6,20
			6,18	6,06	6,09	6,37	6,27	6,25
	MAP	I	6,22	6,17	6,17	6,44	6,48	6,46
			6,18	6,20	6,38	6,20	6,23	6,21
		II	6,20	6,07	6,13	6,23	6,21	6,30
			6,06	6,06	6,23	6,20	6,20	6,21
2%	Vakum	I	6,25	6,18	6,14	6,28	6,31	6,29
			6,25	6,18	6,24	6,28	6,17	6,33
		II	6,06	6,11	6,17	6,24	6,18	6,19
			6,05	6,17	6,17	6,19	6,20	6,20
	MAP	I	6,25	6,15	6,14	6,18	6,49	6,52
			6,24	6,17	6,22	6,17	6,34	6,21
		II	6,00	6,19	6,19	6,22	6,29	6,30
			6,07	6,24	6,29	6,11	6,19	6,20
4%	Vakum	I	6,30	6,25	6,22	6,23	6,30	6,38
			6,24	6,28	6,34	6,29	6,24	6,25
		II	6,01	6,28	6,25	6,30	6,29	6,25
			6,04	6,24	6,06	6,27	6,20	6,20
	MAP	I	6,24	6,17	6,18	6,27	6,35	6,32
			6,26	6,17	6,24	6,16	6,21	6,18
		II	6,03	6,25	6,20	6,18	6,24	6,22
			6,21	6,24	6,12	6,14	6,28	6,27

Çizelge 4.27. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	0,002	0,365
Ambalajlama (A)	1	0,0002	0,032
Depolama Süresi (D)	5	0,07	10,366**
PS x A	2	0,007	1,100
PS x D	10	0,008	1,225
A x D	5	0,008	1,242
PS x A x D	10	0,006	1,013
Blok (B)	1	0,180	28,669**
Hata	72	0,006	
Genel	144		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Başlangıçta (0.gün) $6,16 \pm 0,10$ olan pH değeri, depolamanın 9. gününde $6,24 \pm 0,08$ seviyesine ulaşmıştır. Depolama süresinin 0, 3 ve 6. günlerine ait ortalama değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu değildir ($p > 0,05$). Depolamanın son üç analiz gününe (9, 12, 15) ait ortalamalar arasında da istatistiki açıdan önemli bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Aras Hisar (2002) tarafından alabalık filetoları ile yürütülen araştırmada, depolamanın başlangıcında (0. gün) $6,32 \pm 0,05$ olan pH değerinin, depolamanın 12. gününde $6,47 \pm 0,09$ değerine yükseldiği ve 14. günde tekrar düştüğü ($6,36 \pm 0,10$) tespit edilmiştir. Barnett *et al.* (1987) tarafından morina üzerinde yürütülen çalışmada ise, depolama boyunca kontrol grubunda pH değerinde çok az artış görüldüğü, modifiye atmosferde ambalajlanmış örneklerin pH değerinin biraz düştüğü, ancak değerler arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0,05$) olduğu belirlenmiştir. CO₂’nin karbonik aside dönüşümünden

dolayı pH değeri düşmektedir (Parkin *et al.* 1981; Barnett *et al.* 1987; Pastoriza *et al.* 1996).

Çizelge 4.28. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	6,16±0,10a
3	24	6,18±0,07a
6	24	6,19±0,08a
9	24	6,24±0,08b
12	24	6,28±0,09b
15	24	6,27±0,09b

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

Statham and Bremner (1983) tarafından blue grenadier filetoları ile yürütülen araştırmada, pH değerinin başlangıçta (0. gün) 6,7 olduğu, aerob şartlarda ambalajlanan ve potasyum sorbat ilave edilerek aerob şartlarda ambalajlanan ve 4°C’de muhafaza edilen filetolarda depolamadan 7 gün sonra önemli (p<0,05) artışların meydana geldiği belirtilmiştir. Buna karşın, Pantazi *et al.* (2008) tarafından yürütülen çalışmada ise, hava, vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan kılıç balığı örnekleri arasında pH değeri açısından bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Yapar ve Yetim (2000) tarafından yapılan araştırmada ise, taze hamsi örneklerinin pH değeri 6,49, depolamanın 6. gününde; kontrol grubunda 6,78, potasyum sorbatla 30 saniye muamele edilen örneklerde 6,66, 60 saniye muamele edilen örneklerde 6,64, potasyum sorbat buzu uygulanan örneklerde ise 6,60 olarak belirtilmiştir. En fazla pH artışının kontrol grubunda, en az artışın ise potasyum sorbat-buz uygulanan grupta olduğu rapor edilmiştir.

4.2.2. Thiobarbituric acid reactive substans (TBARS)

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki TBARS değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) 1,36-3,06 $\mu\text{mol MA/kg}$ arasında değişen TBARS değerleri, depolama sonunda (15. gün) 5,09-8,05 $\mu\text{mol MA/kg}$ değerlerine ulaşmıştır.

Otooksidasyon su ürünlerinde önemli bir kalite kriteridir. Otooksidasyon sonucu oluşan primer metabolitlerin (peroksitler) parçalanması sonucu asitler, ketonlar, aldehitler oluşur. Bunun sonucunda ürünün tat, koku, renk ve besin değerinde değişiklikler olur ve ürün kalitesi bozulur. Oksidasyon reaksiyonunun oluşumunda oksijen önemli rol oynar. Otooksidasyonun hızı yüksek sıcaklık, ışık, nem, balıktaki yağ oranı gibi farklı faktörlere bağlıdır (Özden ve Gökoğlu 1997; Varlık vd 1993; Gökoğlu 2002).

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Potasyum sorbat ve depolama süresi filetoların TBARS değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkide bulunmuştur. Ayrıca potasyum sorbat x ambalajlama ve potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonları da $p<0,01$ seviyesinde etkili olmuştur. Ambalajlama gökkuşığı alabalıklarının TBARS değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir ($p>0,05$). Ayrıca ambalajlama x depolama süresi ve potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının da önemli etkileri belirlenmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.29. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TBARS Değerleri (µmol MA/kg)

		Depolama Süresi (Gün)						
Potasyum	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Sorbit								
Kontrol	Vakum	I	2,72	3,17	4,30	5,21	6,22	7,02
			3,06	3,40	3,96	4,75	5,65	8,05
		II	2,15	2,61	3,40	4,19	4,76	5,77
			2,61	2,83	3,96	4,76	5,43	7,25
	MAP	I	1,59	1,93	2,72	4,31	5,32	6,57
			1,36	2,04	3,28	4,19	5,66	6,78
		II	2,27	2,60	3,06	4,30	5,20	7,02
			1,92	2,72	3,62	4,41	5,31	6,68
2%	Vakum	I	1,81	2,26	3,05	3,62	4,18	5,09
			2,38	2,61	3,39	3,85	4,52	5,77
		II	2,49	3,05	3,63	3,85	4,31	5,31
			2,15	2,72	3,51	4,18	4,53	5,99
	MAP	I	2,60	2,83	3,40	3,84	4,53	5,54
			3,06	3,17	3,96	4,08	4,87	6,33
		II	2,38	2,72	3,17	3,74	4,42	5,44
			2,71	3,39	3,84	4,07	4,76	6,22
4%	Vakum	I	1,70	2,15	3,05	3,51	4,64	5,88
			2,15	2,72	3,17	3,74	4,98	7,14
		II	1,92	2,60	3,28	3,74	4,52	5,99
			2,38	2,83	3,17	3,96	4,52	5,55
	MAP	I	2,60	2,94	3,39	3,85	5,09	6,91
			2,72	3,06	3,74	4,07	5,31	7,82
		II	2,04	2,38	3,17	3,50	4,41	5,31
			2,49	2,83	3,62	3,96	4,75	6,33

Çizelge 4.30. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	2,188	17,736**
Ambalajlama (A)	1	0,01	0,118
Depolama Süresi (D)	5	52,888	428,811**
PS x A	2	2,582	20,931**
PS x D	10	0,794	6,437**
A x D	5	0,07	0,551
PS x A x D	10	0,08	0,688
Blok (B)	1	0,649	5,265*
Hata	72	0,123	
Genel	144		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

*P < 0,05 seviyesinde önemli

Potasyum sorbat ile muamele edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. En yüksek ortalama değer ($4,21 \pm 1,70$ $\mu\text{mol MA/kg}$) kontrol grubunda tespit edilmiştir. %2 ve %4 potasyum sorbat uygulanan örneklerde ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Potasyum sorbat seviyeleri arasında farkın olmaması lipid oksidasyonu açısından %2 seviyesinin yeterli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.31. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	48	4,21±1,70b
%2	48	3,82±1,14a
%4	48	3,87±1,45a

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

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe TBARS değerinde artış olmuştur. En yüksek ortalama değer (6,32±0,81 $\mu\text{mol MA/kg}$) 15. günde belirlenmiştir. Aras Hisar (2002) gökkuşığı alabalığı filetolarında TBARS değerini depolamanın 0. gününde 2,13±0,39 $\mu\text{mol MA/kg}$ ve 15. gününde 15,90±9,44 $\mu\text{mol MA/kg}$ olarak tespit etmiştir. Lipid oksidasyonu açısından önemli bir faktör olan süre arttıkça oksidasyon düzeyi artmaktadır (Aras Hisar 2002).

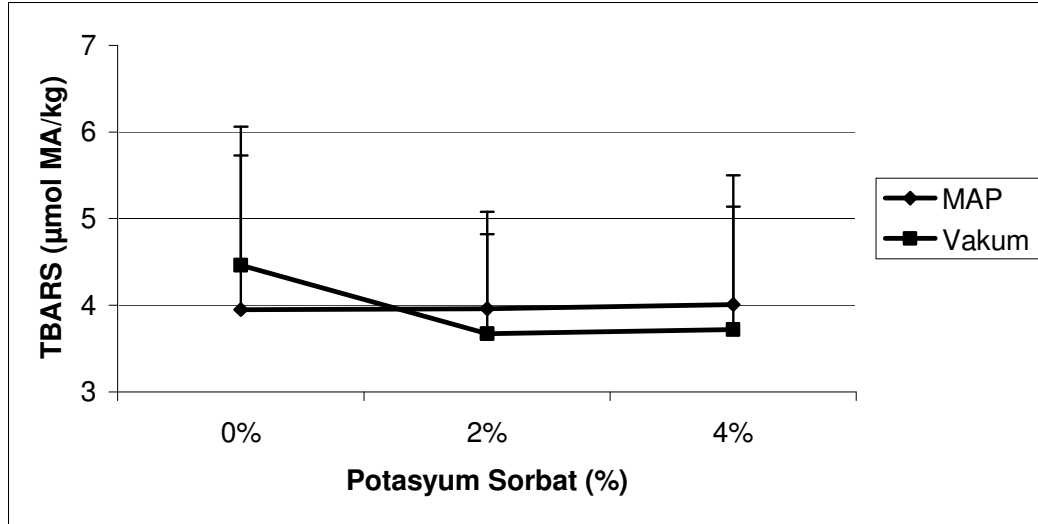
Çizelge 4.32. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	2,30±0,44a
3	24	2,73±0,39b
6	24	3,45±0,37c
9	24	4,07±0,41d
12	24	4,91±0,51e
15	24	6,32±0,81f

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

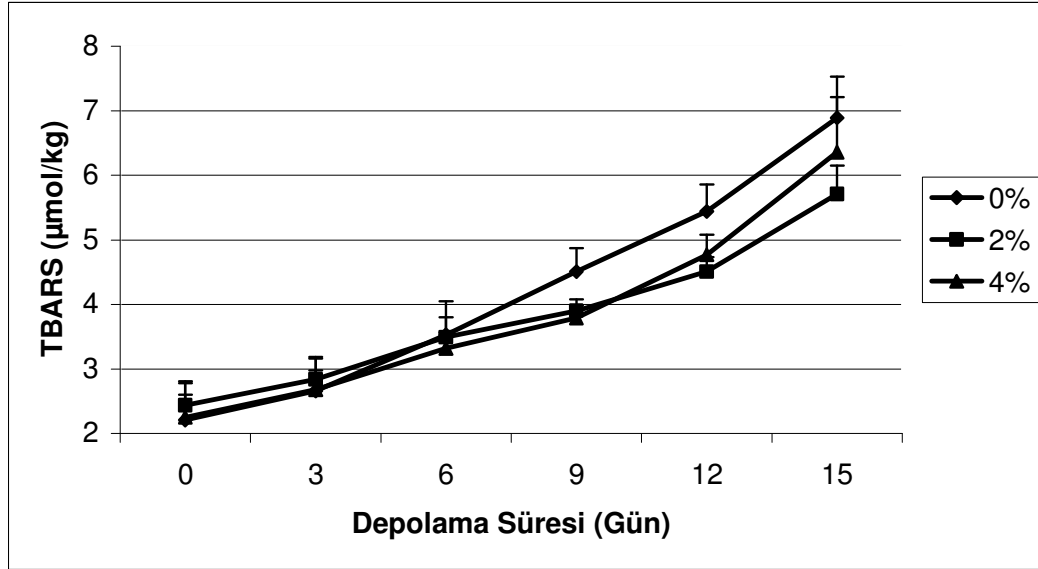
Soğukta muhafaza edilen (4°C) sardalya balıklarıyla yürütülen bir araştırmada, TBA değerinin depolama başlangıcında (0. gün) 1,39 mg/kg MA, depolama sonunda (11. gün) 6,44 mg/kg MA olduğu bildirilmiştir (Özden ve Gökoğlu 1997).

Gökkuşığı alabalığı filetolarının TBARS değerine ait potasyum sorbat x ambalajlama interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.10'da verilmiştir. TBARS değeri kontrol grubunda modifiye atmosferde, %2 ve %4 potasyum sorbat seviyelerinde ise vakum ambalajlama daha düşük çıkmıştır. Vakum ambalajlamanın modifiye atmosfere (%30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) göre daha düşük değer verdiği Aras Hisar vd (2004) tarafından da belirlenmiştir.



Şekil 4.10. TBARS Değeri Üzerinde Potasyum Sorbat x Ambalajlama İnteraksiyonunun Etkisi

Soğukta muhafaza edilen alabalık filetolarının TBARS değeri üzerinde $p < 0,01$ seviyesinde etkili olan potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonuna ait grafikten de anlaşıldığı üzere kontrol grubunda TBARS değerinde daha hızlı artış olmuştur. TBARS değeri, depolamanın son iki analiz gününde (12 ve 15) %4 potasyum sorbat seviyesinde, %2 potasyum sorbat seviyesine göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. TBARS Değeri Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

4.2.3. Toplam uçucu baz azotu (TVB-N)

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki TVB-N değerleri Çizelge 4.33’de verilmiştir. Taze filetolarla 12,43-15,79 mg/100 g düzeyinde tespit edilen TVB-N değerleri, depolama süresi ilerledikçe yükselmiş ve depolama sonunda 15,12-22,68 mg/100 g değerleri elde edilmiştir.

Potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34’de verilmiştir. TVB-N değeri üzerinde potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresi çok önemli ($p<0,01$) etkilerde bulunmuştur. Ayrıca potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonunun da TVB-N değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkisi belirlenmiştir. Potasyum sorbat x ambalajlama, ambalajlama x depolama süresi ve

potasyum sorbat x ambalajlama x depolama süresi interaksiyonlarının önemli etkileri olmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.33. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TVB-N Değerleri (mg/100 g)

			Depolama Süresi (Gün)					
Potasyum Sorbat	Ambalajlama	Blok	0	3	6	9	12	15
Kontrol	Vakum	I	15,46	15,46	16,30	17,81	18,48	21,84
			15,12	15,79	15,79	17,64	18,98	22,68
		II	13,10	13,44	14,11	15,12	16,13	18,14
			13,44	13,78	14,45	15,46	16,46	19,49
	MAP	I	14,45	14,95	15,62	16,80	17,64	19,82
			14,78	15,29	16,13	17,47	18,31	20,83
		II	13,61	13,78	14,28	15,29	16,46	18,48
			14,11	14,11	14,78	15,62	17,30	20,16
2%	Vakum	I	14,62	15,79	15,46	16,63	16,80	17,47
			15,12	16,13	16,46	17,47	17,81	18,14
		II	13,78	14,11	14,62	14,95	15,46	16,13
			13,94	14,45	14,78	15,12	15,79	16,63
	MAP	I	15,12	15,79	16,13	16,63	17,98	19,32
			15,46	16,13	15,79	16,30	17,30	19,15
		II	13,27	13,78	14,11	14,45	15,12	15,96
			13,44	14,11	14,45	14,62	15,12	16,30
4%	Vakum	I	15,12	15,79	15,46	16,13	16,80	17,14
			14,95	16,13	15,79	16,46	17,47	17,98
		II	12,77	13,27	13,44	14,11	14,78	15,46
			13,44	13,78	14,11	14,62	14,95	15,79
	MAP	I	15,29	15,79	15,29	15,96	16,80	17,30
			15,79	16,13	15,12	15,79	17,14	17,64
		II	12,43	12,77	13,27	13,78	14,45	15,12
			12,60	13,10	13,61	14,11	14,78	15,29

Çizelge 4.34. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Vakum veya Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Soğukta Muhafaza Sırasındaki TVB-N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Potasyum Sorbat (PS)	2	18,420	131,453**
Ambalajlama (A)	1	1,106	7,893**
Depolama Süresi (D)	5	47,059	335,830**
PS x A	2	0,109	0,777
PS x D	10	4,388	31,318**
A x D	5	0,08	0,594
PS x A x D	10	0,189	1,347
Blok (B)	1	136,656	975,235**
Hata	72	0,140	
Genel	144		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Potasyum sorbat ile muamele edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir. En düşük TVB-N değeri %4 potasyum sorbat seviyesinde belirlenmiştir. %2 potasyum sorbat seviyeli örneklerde ise ortalama değer kontrol grubundan daha düşük seviyede tespit edilmiştir. Bu sonuç muameleli örneklerde bakteri popülasyonunun azalmasından kaynaklanmaktadır (Manju *et al.* 2007). İnanlı (2003) tarafından gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan çalışmada ise, taze filetoda TVB-N miktarı ortalama olarak 8,82±1,06 mg/100 g olarak belirlenmiş, tuz ve potasyum sorbat (%1, %5, %10) uygulanan vakum ambalajlanmış örneklerde TVB-N değerinin depolama süresi ilerledikçe tüm gruplarda artış gösterdiği ve artan tuz ve potasyum sorbat miktarına bağlı olarak TVB-N miktarındaki artışın daha yavaş düzeyde olduğu bildirilmiştir. Altın (2006) tarafından sardalya balıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada ise, TVB-N değeri, kontrol grubunda deneme başlangıcında (1. gün) 12,55 mg/100 g, 7. günde 40,31 mg/100g; sorbik asitli grupta 1. günde 13,01 mg/100 g, 13. günde 37,25 mg/100 g; sorbik ve sitrik asit ilaveli grupta ise 1. günde 12,67 mg/100 g

ve bozulduğu 15. günde 36,68 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Çolakoğlu ve Köseoğlu (2006) ise sorbik asit-tuz-sitrik asit karışımıyla muamele edilerek 15 saat bekletilen sardalya balıklarında TVB-N miktarını 17,45 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Sodyum asetat + vakum ambalajlama veya potasyum sorbat + vakum ambalajlama kombinasyonunun TVB-N değerini düşürdüğü, potasyum sorbatın sodyum asetatın Gram negatif bakteriler üzerinde inhibisyon etkisinin fazla olmasından dolayı daha etkili olduğu diğer bir araştırmada belirlenmiştir (Manju *et al.* 2007).

Çizelge 4.35. Potasyum Sorbat ile Muamele Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Potasyum Sorbat	n	$\bar{X} \pm SD$
%0	48	16,34±2,30c
%2	48	15,70±1,43b
%4	48	15,11±1,45a

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

Potasyum sorbat ile muamele edilen hamsi balıklarının kalitelerini belirlemek amacıyla yapılan diğer bir çalışmada da, 7,10 mg/100 g olan başlangıç TVB-N değerinin, depolama süresine bağlı olarak sürekli artış gösterdiği, en fazla artışın kontrol grubunda olduğu (37,50 mg/100 g) belirlenmiştir. Potasyum sorbat muameleli (30 veya 60 saniye) örneklerde ise TVB-N değeri depolama sonunda (6. gün) sırasıyla 26,60 mg/100g ve 22,05 mg/100 g olarak saptanmıştır. Elde edilen değerlere göre potasyum sorbat ile 60 saniye muamele edilen örneklerin, diğerlerine kıyasla kaliteyi korumada daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır (Yapar ve Yetim 2000).

Soğukta muhafaza edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Depolamanın başlangıcında (0. gün) 14,22±1,01 mg/100 g olan TVB-N değeri depolama süresine paralel olarak artmış ve depolamanın son gününde (15. gün) 18,01±2,08 mg/100 g değerine ulaşmıştır. Aras Hisar (2002) gökkuşığı

alabalığı ile yaptığı çalışmada, TVB-N değerini 0. günde 12.16 ± 0.80 mg/100 g, 14. günde 38.68 ± 2.46 mg/100 g olarak belirlemiştir. Yılmaz (2004) tarafından alabalık filetoları üzerinde yürütülen çalışmada ise, TVB-N değeri başlangıçta (0. gün) 8.95 ± 0.58 mg/100 g, son günde (18. gün) 35.56 ± 9.87 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Sazan filetoları ile yapılan diğer bir çalışmada, taze filetolarda ortalama 11.67 mg/100 g olarak tespit edilen TVB-N miktarının, tüm tiplerde (tuz ve potasyum sorbat ile muameleler) kurutma sonunda azaldığı (6.58 - 8.73 mg/100 g), muhafazanın ilk iki haftasında (7 ve 14. gün) fazla bir artış göstermediği (8.33 - 9.31 mg/100 g) ve 14. günden sonra hızlı bir şekilde arttığı, 28. günde değerlerin iki katına çıktığı (17.9 - 20.07 mg/100 g) tespit edilmiştir (Patır vd 2001).

Çizelge 4.36. Soğukta Muhafaza Edilen Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	$\bar{X} \pm SD$
0	24	$14.22 \pm 1.01a$
3	24	$14.74 \pm 1.13b$
6	24	$14.97 \pm 0.94c$
9	24	$15.76 \pm 1.19d$
12	24	$16.60 \pm 1.31e$
15	24	$18.01 \pm 2.08f$

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Manju *et al.* (2007) tarafından black pomfret ve pearlspot balıkları ile yürütülen araştırmada, TVB-N değerinde hem kontrol grubunda (hava ve vakum ambalajlama), hem de muameleli örneklerde (sodyum asetat + vakum ambalajlama ve potasyum sorbat + vakum ambalajlama) depolama süresi ilerledikçe artış meydana geldiği saptanmıştır. Erkan vd (2001) tarafından kolyoz filetoları ile yürütülen bir çalışmada, TVB-N değeri taze filetolarda 9.96 mg/100 g olarak belirlenmiş, 12 günlük depolama süresi sonunda ise kontrol, %2 potasyum sorbat ve %4 potasyum sorbat seviyeli gruplarda sırasıyla 50.29 mg/100 g, 15.63 mg/100 g ve 20.59 mg/100 g seviyelerine ulaştığı bildirilmiştir.

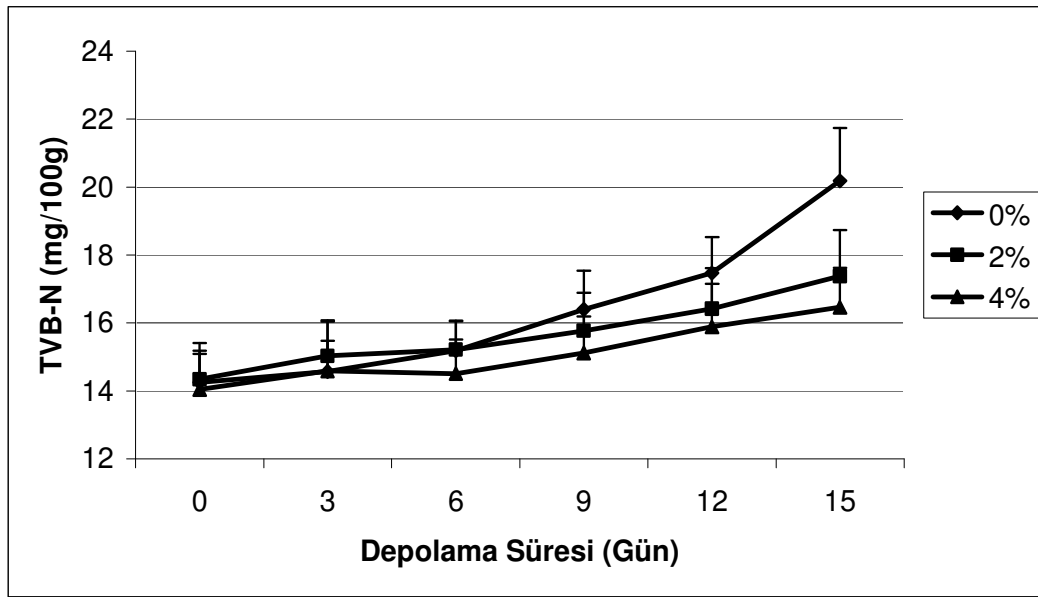
Vakum ve modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının TVB-N değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler ait ortalama değer vakum ambalajlanmış örnekler ait ortalama değerden daha düşük çıkmıştır. Yılmaz (2004) yaptığı çalışmada, alabalık filetolarının TVB-N değerini kontrol grubunda 25,83±15,22 mg/100 g ve vakum ambalajlamada 21,19±9,75 mg/100 g olarak belirlemiştir. Aras Hisar (2002) tarafından alabalık filetoları ile yapılan araştırmada, TVB-N değeri kontrol grubunda 21,52±9,62 mg/100 g, vakum ambalajlamada 22,31±8,15 mg/100 g ve modifiye atmosferde (%30 O₂ + %30 N₂ + %40 CO₂) 21,56±8,42 mg/100 g olarak saptanmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlamanın balıklarda raf ömrünü artırdığı, mikrobiyal gelişmeyi sınırlayıcı bir etkiye sahip olduğu, pH ve TVB-N seviyelerinde meydana gelen artışı azalttığı pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Pastoriza *et al.* 1996; Aras Hisar vd 2004; Segovia *et al.* 2007). Gökkuşağı alabalığı üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada ise, TVB-N değeri kontrol grubunda ve %100 CO₂ içeren modifiye atmosferde depolama başlangıcı olan 0. günde 17,97 mg/100 g, depolamanın son gününde kontrol grubunda 28,02 mg/100 g (7. gün), modifiye atmosferde ambalajlanmış grupta 23,65 mg/100 g (12. gün) olarak belirlenmiştir (İzgi 1995). Kılıç balıklarıyla yapılan bir çalışmada, örneklerde TVB-N değeri başlangıçta 16,1 mg/100 g, depolamanın son gününde (16. gün) ise modifiye atmosfer, vakum ve hava ile ambalajlanan örneklerde sırasıyla 33,6 mg/100 g, 38,0 mg/100 g ve 42,0 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Pantazi *et al.* 2008).

Çizelge 4.37. Vakum ve Modifiye Atmosfer Uygulanarak Ambalajlanan Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının TVB-N Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Ambalajlama	n	$\bar{X} \pm SD$
MAP	72	15,63±1,81a
Vakum	72	15,80±1,86b

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

TVB-N değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisi belirlenen potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.12’de verilmiştir. Balıklarda tazeliğin önemli bir göstergesi olan TVB-N değeri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. En fazla artış depolamanın son iki gününde (12 ve 15) kontrol grubunda olmuştur. Buna göre hem %2 hem de %4 potasyum sorbat seviyesinde TVB-N değeri 20 mg/100 g’ın altındadır.



Şekil 4.12. TVB-N Değeri Üzerinde Potasyum Sorbat x Depolama Süresi İnteraksiyonunun Etkisi

Avrupa Birliği Direktifinde (EC/95/149) alabalıklar için herhangi bir TVB-N sınır değeri verilmemiştir (Giménez *et al.* 2002). Giménez *et al.* (2002) tarafından yapılan çalışmada gökkuşağı alabalığı için 25 mg/100 g TVB-N değeri kabul edilebilir sınır değer olarak belirlenmiştir. Aras Hisar vd (2004) ise gökkuşağı alabalığı filetoları için TVB-N sınır değerinin 20 mg/100 g olarak alınabileceğini tespit etmiştir. Gökalp vd (1995) tarafından da balıklarda 20 mg/100 g TVB-N değerinin sınır değer olarak alınabileceği bildirilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada, günümüzde gıda koruyucusu olarak önemli ölçüde kullanılan potasyum sorbatın, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkilerini ve kalitelerinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla, potasyum sorbat (%0, %2 ve %4), ambalajlama (vakum ve modifiye atmosfer-%40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂) ve depolama süresi (4±1°C'de, 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 gün) faktör olarak alınmış, denemeler 3x2x6 faktöriyel düzende şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Balık materyali olarak gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) elde edilen filetolar kullanılmıştır. Filetolar potasyum sorbatın farklı konsantrasyonları (%0, %2 ve %4) ile muamele edilerek vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂ + %30 O₂ + %30 N₂) ambalajlanmış ve 4±1°C'de depolanmıştır. Depolamanın 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerinde mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ve kimyasal (pH, TVB-N, TBARS) analizler yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi neticesinde aşağıdaki genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresi faktörlerinin hem toplam aerobik mezofilik bakteri, hem de psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde çok önemli (p<0,01) derecede etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Potasyum sorbat x depolama süresi ile ambalajlama x depolama süresi interaksyonlarının da her iki bakteri grubu üzerinde etkilerinin çok önemli (p<0,01) olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre potasyum sorbat uygulaması bakteri gelişimini yavaşlatmış, özellikle %4 seviyesi daha etkili olmuştur. Depolama süresince kontrol grubunda sayıda artış daha hızlı olmuş ve 9. günde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 1x10⁶ kob/g'ın üzerine çıkmıştır. Potasyum sorbat uygulamasında %2 seviyesinde sayı 12. günde, %4 seviyesinde ise sayı 15. günde 1x10⁶ kob/g'ın üzerinde bulunmuştur. Psikrotrofik bakteri sayısı açısından da benzer sonuçlar bulunmuştur. Diğer taraftan depolama sırasında modifiye atmosfer vakuma göre biraz daha yüksek değerler vermiştir. Potasyum sorbat x ambalajlama interaksyonu ise önemli (p>0,05) bulunmamıştır.

2. Su ürünlerinin bozulmasında önemli etkileri olan *Pseudomonas* cinsi bakteriler floranın önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Bu bakteri grubu üzerinde de her üç faktörün (potasyum sorbat, depolama, ambalajlama) çok önemli ($p<0,01$) etkileri olmuştur. Depolama süresi ilerledikçe *Pseudomonas* sayısı artış göstermiştir. Potasyum sorbat uygulamasında en düşük değer %4 seviyesinde tespit edilmiştir. Diğer taraftan pseudomonaslar vakum ambalajlamaya göre modifiye atmosferde daha iyi gelişmiştir. Ancak ambalajlama ve potasyum sorbat kombinasyonunun etkili olmadığı, depolama sonunda ise potasyum sorbat seviyelerine ait sayıların birbirlerine oldukça yakın olduğu (10^5 kob/g) görülmüştür. Bu sonuç hem vakum, hem de MAP uygulamasının pseudomonasların gelişimini sınırlandırdığını göstermektedir. Mutlak aerob olan bu bakterilerin normal ambalajlamada (hava) çok yüksek sayılara ulaştığı pekçok araştırmada belirlenmiştir.

3. Taze filetolarda (0. gün) laktik asit bakteri sayısı saptanabilir sınırın (<100 kob/g) altındadır. Depolamanın 3. ve 6. günlerinde $<100-10^2$ kob/g, 9. günde $<100-10^4$ kob/g arasında değişen laktik asit bakteri sayıları, 15. günde artış göstererek 10^4-10^5 kob/g seviyelerine ulaşmıştır.

4. Enterobacteriaceae sayısı üzerinde hem potasyum sorbat hem de depolama süresi çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olmuştur. Ayrıca potasyum sorbat x ambalajlama ve potasyum sorbat x depolama süresi interaksiyonlarının etkilerinin de çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir. Ambalajlama faktörü ile ambalajlama x depolama süresi interaksiyonunun ise Enterobacteriaceae sayısı üzerinde önemli etkileri olmamıştır ($p>0,05$). Potasyum sorbatın %4 seviyesi Enterobacteriaceae sayısını önemli ölçüde düşürmüştür, depolamada ise süre ilerledikçe sayı artış göstermiştir. Depolama sırasında kontrol grubunda artış daha hızlı olmuş ve 9. günde 10^5 kob/g, 15. günde 10^6 kob/g düzeyine ulaşmıştır. Enterobacteriaceae sayısı 15. günde %2 potasyum sorbat uygulamasında 10^6 kob/g düzeyindeyken, %4 potasyum sorbat seviyesinde (10^5 kob/g) düşüş göstermiştir. Enterobacteriaceae familyası üyelerinin inhibisyonu açısından en iyi sonucu ise %4 potasyum sorbat-modifiye atmosfer kombinasyonu vermiştir.

5. Maya ve küf sayısı üzerinde potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresinin çok önemli ($p<0,01$) etkileri olmuştur. Potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonu da maya ve küf sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahiptir. Depolamanın 0. ve 3. günlerinde 10^2 kob/g seviyesinde olan maya ve küf sayısı, 9. günde kontrol grubunda 10^4 kob/g, %2 ve %4 potasyum sorbat seviyeli gruplarda ise 10^3 kob/g'a ulaşmıştır. 15. günde kontrol ve %4 potasyum sorbat seviyesinde 10^4 kob/g, %2 potasyum sorbat seviyesinde ise 10^5 kob/g değerleri tespit edilmiştir. Buna göre maya ve küf gelişiminin inhibisyonu açısından en etkin konsantrasyon %4'dür. Potasyum sorbat x ambalajlama interaksyonunun ise önemli ($p>0,05$) bir etkisi söz konusu değildir.

6. Filetoların pH değeri üzerinde sadece depolama süresinin çok önemli ($p<0,01$) derecede etkisi olmuştur. Potasyum sorbat uygulaması ile ambalajlamanın ise önemli bir etkisi görülmemiştir ($p>0,05$).

7. Potasyum sorbat ve depolama süresi filetoların TBARS değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkide bulunmuştur. %2 ve %4 potasyum sorbat seviyeleri arasında TBARS değeri açısından istatistiki bir farklılık ($p>0,05$) görülmemiştir. Ambalajlama ise gökkuşağı alabalıklarının TBARS değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($p>0,05$). Ancak potasyum sorbat x ambalajlama interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) bulunmuş, TBARS değeri kontrol grubunda modifiye atmosferde, %2 ve %4 potasyum sorbat seviyelerinde ise vakum ambalajlama daha düşük çıkmıştır.

8. TVB-N değeri üzerinde potasyum sorbat, ambalajlama ve depolama süresi çok önemli ($p<0,01$) etkilerde bulunmuştur. En düşük ortalama TVB-N değerini %4 seviyesi göstermiştir. Depolamada en yüksek ortalama değer ($18,01\pm2,08$ mg/100 g) 15. günde belirlenmiştir. Ambalajlama yöntemleri açısından ise en düşük ortalama değer modifiye atmosferde belirlenmiştir. Ayrıca potasyum sorbat x depolama süresi interaksyonunun da TVB-N değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkisi belirlenmiştir. Balıklarda tazeliğin önemli bir göstergesi olan TVB-N değeri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. En fazla artış depolamanın son iki gününde (12 ve 15) kontrol grubunda olmuştur. %2 ve %4 seviyelerinde TVB-N değeri 20 mg/100 g

olarak belirlenen sınır değerinin altında kalmıştır. Buna göre potasyum sorbat uygulaması TVB-N oluşumunu önemli ölçüde engellemektedir.

Araştırmadan elde edilen verilerin genel bir değerlendirilmesi yapıldığında, potasyum sorbat uygulamasının hem vakum, hem de modifiye atmosferde ambalajlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında bakteriyel gelişmeyi sınırlandırdığı, %4 potasyum sorbat seviyesinin %2'ye göre daha etkin olduğu, Enterobacteriaceae'nın inhibisyonu açısından %4 potasyum sorbat seviyesi-MAP kombinasyonunun daha etkili olduğu, potasyum sorbat uygulamasının pH üzerinde etkisinin olmadığı ve ayrıca TVB-N oluşumunun potasyum sorbat uygulamasıyla geciktirildiği ve lipid oksidasyonun engellenmesi açısından potasyum sorbat-vakum ambalajlamanın daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abosrea, N. A., 2007. Efficiency of Bifidobacterium with/or Salts of Sorbic Acid on the Quality of Chilled and Frozen Fish Fillet. Assiut Veterinary Medical Journal, 53 (112), 78-105.
- Altın, A., 2006. Sorbik Asit ve Sitrik Asitin Taze Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus*) Raf Ömrüne Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Anonymous, 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3 th Ed. by Vanderzant, C. and Splittstoesser, D. F. American Public Health Association, Washington D. C. USA.
- Aras, M. S., Kocaman, E. M. ve Aras, N. M., 2000. Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığının Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 206, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Aras Hisar, Ş., 2002. Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aras Hisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M. and Yanık, T., 2004. Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbiological and Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. International Journal of Food Microbiology, 97 (2), 209-214.
- Arkoudelos, J., Stamatis, N. and Samaras, F., 2007. Quality Attributes of Farmed Eel (*Anguilla anguilla*) Stored Under Air, Vacuum and Modified Atmosphere Packaging at 0 °C. Food Microbiology, 24 (7-8), 728-735.
- Ashie, I. N. A., Smith, J. M. 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.
- Austin, B. and Austin, D. A., 1987. Bacterial Fish Pathogens: Disease in Farmed and Wild Fish. Ellis Horwood Lmt., Publishers, New York.
- Ayhan, K., 1999. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Armoni Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- 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 Spicher, G., 1986. Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Behr's Verlag, Hamburg-Germany.
- Berik, N. ve Varlık, C., 1999. Kültür Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosunun Soğukta Depolanması. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 23, Ek Sayı 2, 285-290.
- Bremner, H. A. and Statham, J. A., 1983. Effects of Potassium Sorbate on Refrigerated Storage of Vacuum Packed Scallops. Journal of Food Science, 48, 1042-1047.
- Church, I. J. and Parsons, A. L., 1995. Modified Atmosphere Packaging Technology: A Review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 67 (2), 143-152.

- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I. N. and Kontominas, M. G., 2004. Microbiological, Chemical and Sensory Assessment of Iced Whole and Filleted Aquacultured Rainbow Trout. *Food Microbiology*, 21, 157-165.
- Corbo, M. R., Altieri, C., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D'Amato, D. and Sinigaglia, M., 2005. Estimating Packaging Atmosphere-Temperature Effects on the Shelf Life Cod Fillets. *European Food Research and Technology*, 220, 509-513.
- Çakmakçı, S. ve Çelik, İ., 1994. Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 164, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 249 s, Erzurum.
- Çolakoglu, F. A. ve Köseoğlu, B., 2006. Sorbik Asit ve Sitrik Asitin Sardalya Balıklarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Hasad Gıda Dergisi*, 21 (248),28-31.
- Dalgaard, P., Gram, L. Huss, H. H., 1993. Spoilage and Shelf-Life of Cod Fillets Packed in Vacuum or Modified Atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 19 (4), 283-294.
- 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.
- Diler, Ö., Altun, S., Diler, A., Işıklı, B. I. ve Gürcan, Ö. C., 2000. Bazı Balık Çiftliklerindeki Gökkuşığı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Mikroflorasının Tespiti ve Kontrolü Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (1), 58 – 69.
- Dönmez, M. ve Tatar, O., 2001. Fileto ve Bütün Olarak Dondurulmuş Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Muhafazası Süresince Yağ Asitleri Bileşimlerindeki Değişmelerin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2) 125-134.
- Drosinos, E. H., Lambropoulou, K., Mitre, E. and Nychas J. E., 1997. Attributes of Fresh Gilt-Head Seabream (*Sparus aurata*) Fillets Treated with Potassium Sorbate, Sodium Gluconate and Stored Under A Modified Atmosphere at 0±1 °C. *Journal of Applied Microbiology*, 83, 569-575.
- Erdinç, B. ve Acar, J., 1996. Gıda Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP). *Gıda*, 21 (1), 17-21.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C. ve Özden, O., 2001. Die Einfluss Kalium sorbat zur Verbesserung der Qualität von Filets vom Mittelmeermakrele. *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, 97 (10), 427-431.
- Erkan, N., Mol, S., Varlık, C., Özden, Ö. and Baygar, T., 2002. The Effect of the Modified Atmosphere Packaging on the Shelf-Life of the Salted Trout. *Fleischwirtschaft*, 82 (12), 89-92.
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakavuk, D. Ü., Yıldırım, Ş. Y. and İnuğur, M., 2006. Spoilage and Shelf Life of Sardines (*Sardina pilchardus*) Packed in Modified Atmosphere. *European Food Research and Technology*, 222, 667-673.
- Erkan, N., Özden, Ö. and İnuğur, M., 2007. The Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Quality of Chub Mackerel. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1297-1304.
- Ertas, H., 1981. Balık Mikroflorası ve Kutu Konserve Balıklarda Bozulmaya Neden Olan Bakteriler. *Gıda*, 6 (4), 7-9.

- Evren, M., Albayram, C. ve Apan, M., 2006. Laktik Asit Bakterilerinin Oluşturduğu Antimikrobiyal Maddeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi (24-26 Mayıs), Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 33, 977-980, Bolu.
- Farber, J. M., 1991. Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology-A Review. Journal of Food Protection, 54 (1), 58-70.
- Fey, M. S. and Regenstein, J. 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.
- Gelman, A., Pasteur, R. and Rave, M., 1990. Quality Changes and Storage of Common Carp (*Cyprinus carpio*) at Various Storage Temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture, 52, 231-247.
- Gelman, A., Glatman, L., Drabkin, V. and Harpaz, S., 2001. Effects of Storage Temperature and Preservative Treatment on Shelf Life of the Pond-Raised Freshwater Fish, Silver Perch (*Bidyanus bidyanus*). Journal of Food Protection, 64 (10), 1584-1591.
- Giménez, B., Roncalés, P. and Beltrán, J. A., 2002. Modified Atmosphere Packaging of Filleted Rainbow Trout. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 1154-1159.
- Goulas, A. E. and Kontominas, M. G., 2007. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging on the Shelf-Life Refrigerated Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. European Food Research and Technology, 224, 545-553.
- Gökalp, H. Y. ve Çakmakçı, S., 1991. Gıda Sanayinde Antimikrobiyal Maddeler ve Kullanımları. Araştırma Aylık Bilim ve Teknolojisi Dergisi, 3 (33), 27-32.
- Gökalp, H. Y., Tülek, Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 1995. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 268 s, Erzurum.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Gökten, D., 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi Cilt 1. Ege Üniversitesi Basımevi, Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 21, Bornova-İzmir.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, 359 s, Isparta.
- Halkman, A. K., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti, 358 s, Ankara.
- Harrison, M. A. and Heinsz, L. J., 1989. Shelf-Life Extension of Raw Brown Shrimp (*Penaeus aztecus*) with Potassium Sorbate in Ices and Dips. Journal of Food Quality, 12 (3), 243-248.
- Huss, H. H., 1988. Fresh Fish Quality and Quality Changes. FAO Fisheries Series No: 29, Training Manual Prepared for the FAO/ DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control, Rome.
- İnal, T., 1992. Besin Hijyeni. Final Ofset, İstanbul.
- İnanlı, A. G., 2003. Tuzlanmış ve Potasyum Sorbat Uygulanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü ile Sorbat Kalıntılarının İncelenmesi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- İnanlı, A. G. ve Patır, B., 2004. Tuzlanmış ve Potasyum Sorbat Uygulanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü ile Sorbat Kalıntılarının İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 20 (3),23-34.
- İzgi, Ş., 1995. Modifiye Atmosfer Altında Paketlenen Alabalığın Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Keleş, F., 1998. Gıda Ambalajlama İlkeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 156 s, Erzurum.
- Kılıç, B. and Richards, M. P., 2003. Lipid Oxidation in Poultry Döner Kebabi. Pro-Oxidative and Anti-Oxidative Factors. Journal of Food Science, 68 (2), 690-696.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2001. Paketleme Tekniklerinin Balık ve Kabuklu Su Ürünleri Mikrobiyal Florası Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1-2), 279-291.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2004. Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21 (3-4), 349-353.
- Kıvanç, M., 1991. Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları: III. Bakterilere Etkisi. Gıda, 16 (1), 39-45.
- Kim, C. R. and Hearnberger, J. O., 1994. Gram Negative Bacteria Inhibition by Lactic Acid Culture and Food Preservatives on Catfish Fillets During Refrigerated Storage. Journal of Food Science, 59 (3), 513-516.
- Krämer, J., 1997. Lebensmittel-Mikrobiologie 3. Auflage, Eugen Ulmer GmbH& Co., Stuttgart.
- Küçüköner, E., 2006. Yeni Ürün Geliştirmede Gıda Katkı Maddelerinin Fonksiyonları ve Önemi. Gıda, 31 (3), 175-181.
- Lalitha, K. V., Sonaji, E. R., Manju, S., Jose, L., Gopal, T. K. S. and Ravisankar, C. N., 2005. Microbiological and Biochemical Changes in Pearl Spot (*Etroplus suratensis*) Stored Under Modified Atmospheres. Journal of Applied Microbiology, 99, 1222-1228.
- Lemon, D. W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity. New Series Circular, May 8, No:51, Halifax Laboratory, Halifax Nova.
- López-Gálvez, D. E., Hoz, L., Blanco, M. and Ordóñez, J. A., 1998. Refrigerated Storage (2 °C) of Sole (*Solea solea*) Fillets Under CO₂-Enriched Atmospheres. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 46, 1143-1149.
- Lynch, D. J. and Potter, N. N., 1982. Effects of Potassium Sorbate on Normal Flora and on *Staphylococcus aureus* Added to Minced Cod. Journal of Food Protection, 45 (9), 824-828.
- Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Lauzon, H. L., Thorkelsdóttir, A. and Martinsdóttir, E., 2006. Keeping Quality of Desalted Cod Fillets in Consumer Packs. Journal of Food Science, 71 (2), 69-76.
- Malle, P. and Tao, S. H., 1987. Rapid Quantitative Determination of Trimethylamine Using Steam Distillation. Journal of Food Protection, 50 (9), 756-760.
- Manju, S., Srinivasa Gopal, T. K., Jose, L., Ravishankar, C. N. and Ashok Kumar, K., 2007. Nucleotide Degradation of Sodium Acetate and Potassium Sorbate Dip Treated and Vacuum Packed Black Pomfret (*Parastromateus niger*) and Pearlsport (*Etroplus suratensis*) During Chill Storage. Food Chemistry, 102, 699-706.

- Miller, S. A. and Brown, W. D., 1984. Effectiveness of Chlortetracycline in Combination with Potassium Sorbate (K-Sorbate) or Tetrasodium Ethylenediaminetetraacetate for Preservation of Vacuum Packed Rockfish Fillets. *Journal of Food Science*, 49 (1), 188-191.
- Morovalı, E. H., 1979. Balık Hijyeni. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 2 (2), 209-218.
- Müller, G. Ve Weber, H., 1996. *Mikrobiologie der Lebensmittel Grundlagen*. Behr's Verlag, 8.Auflage, Hamburg.
- Özçelik, S., 1998. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Süleyman Demirel Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 6, Ders Kitapları No: 6, Isparta.
- Özden, Ö. ve Gökoğlu, N., 1997. Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus*) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi. *Gıda*, 22 (4), 309-313.
- Özoğul, F., Taylor, K. D. A., Quantick, P. and Özoğul, Y., 2000. Chemical, Microbiological and Sensory Evaluation of Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored in Ice, Modified Atmosphere and Vacuum Pack. *Food Chemistry*, 71, 267-273.
- Özoğul, F., Polat, A. and Özoğul, Y., 2004. The Effects of Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging on Chemical, Sensory and Microbiological Changes of Sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, 85, 49-57.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. ve Küley, E., 2006. Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketlemenin Balık ve Balık Ürünlerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 193-200.
- Özöğretmen, E. D., 2006. Potasyum Sorbat ve Sodyum Laktat'ın Kara Salyangozlarında Kalite Değişimlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pantazi, D., Papavergou, A., Pournis, N., Kontominas, M. G. and Savvaiddis, I. N., 2008. Shelf Life of Chilled Fresh Mediterranean Swordfish (*Xiphias gladius*) Stored Under Various Packaging Conditions: Microbiological, Biochemical and Sensory Attributes. *Food Microbiology*, 25, 136-143.
- Parkin, K. L., Wells, M. J. and Brown, D., 1981. Modified Atmosphere Storage of Rockfish Fillets. *Journal of Food Science*, 47, 181-184.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J. and Cabo, M. L., 1996. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Shelf-Life Iced Fresh Hake Slices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71, 541-547.
- Patır, B., Gürel, A., Ateş, G. ve Dinçoğlu, A. H., 2001. Potasyum Sorbat Uygulanmış Tuz Kürü Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*) Filetolarının Üretimi ve Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Kimyasal Değişimler Üzerine Araştırmalar. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 17 (2), 31-44.
- Pedro, S., Batista, I., Nunes, M. L. and Bernardo, M. F., 2004. Desalted Cod Spoilage Flora Inhibition by Citric Acid and Potassium Sorbate Combination. *Journal of Food Product Technology*, 13 (3), 25-37.
- Phillips, C. A., 1996. Review: Modified Atmosphere Packaging and Its Effects on the Microbiological Quality and Safety of Produce. *International Journal of Food Science and Technology*, 31 (6), 463-479.

- Randell, K., Hattula, T. and Ahvenainen, R., 1997. Effect of Packaging Method on the Quality of Rainbow Trout and Baltic Herring Fillets. *LWT- Food Science and Technology*, 30 (1), 56-61.
- Reddy, N. R., Schreiber, C. L., Buzard, K. S., Skinner, G. E. and Armstrong, D. J., 1994. Shelf Life of Fresh Tilapia Fillets Packaged in High Barrier Film with Modified Atmospheres. *Journal of Food Science*, 59 (2), 260-264.
- Regenstein, J. M., 1982. The Shelf-Life Extension of Haddock in Carbon Dioxide-Oxygen Atmospheres with and without Potassium Sorbate. *Journal of Food Quality*, 5 (4), 285-300.
- Robach, M. C., 1978. Effect of Potassium Sorbate on the Growth of *Pseudomonas fluorescens*. *Journal of Food Science*, 43, 1886-1887.
- Robach, M. C., 1979. Influence of Potassium Sorbate on Growth of *Pseudomonas putrefaciens*. *Journal of Food Protection*, 42 (4), 312-313.
- Salgado, R. L., Costa, J. B., Conte Junior, C. A., Fernandez, M., Freitas, M. O. and Mano, S. B., 2006. Effects of Modified Atmosphere Packaging on Microbiological, Chemical and Sensory Changes of Pargo (*Pagrus pagrus*). *Revista Brasileira de Ciencia Veterinaria*, 13 (2), 94-97.
- Saupe, C. K. R., 1996. Mikrobiologie der Fische und Fleischwaren. In: *Mikrobiologie der Lebensmittel Fleisch und Fleischwaren*. H. Weber (Hrsg.), Behr's Verlag, Hamburg.
- Segovia, I. F., Garrigues, R., Carot, J. M. and Escriche, I., 2003. Improvement in the Microbiological Quality of Ready-To-Use Desalted Cod. *Journal of Food Science*, 68 (8), 2553-2557.
- Segovia, I. F., Escriche, I., Fuentes, A. and Sera, J. A., 2007. Microbial and Sensory Changes During Refrigerated Storage of Desalted Cod (*Gadus morhua*) Preserved by Combined Methods. *International Journal of Food Microbiology*, 116, 64-72.
- Shalini, R., Jasmine, G. I., Shanmugam, S. A. and Ramkumar, K., 2001. Effect of Potassium Sorbate Dip-Treatment in Vacuum Packaged *Lethrinus lentjan* Fillets Under Refrigerated Storage. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 38 (1), 12-16.
- Sharp, W. F., Norback, J. P. and Stuiber, D. A., 1986. Using A New Measure To Define Shelf Life of Fresh Whitefish. *Journal of Food Science*, 51 (4), 936-939.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K. and Rosnes, T., 2002. A Review of Modified Atmosphere Packaging of Fish and Fishery Products-Significance of Microbial Growth, Activities and Safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37 (2), 107-127.
- Sofos, J. N. and Busta, F. F., 1981. Antimicrobial Activity of Sorbate. *Journal of Food Protection*, 44 (8), 614-622.
- Soyer, A., 1999. Balıkta Avlanma Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişmeler. *Gıda*, 24 (1), 33-39.
- Stamatis, N. and Arkoudelos, J. S., 2007. Effect of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbial, Chemical and Sensory Quality Indicators of Fresh, Filleted *Sardina pilchardus* at 3 °C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1164-1171.

- Statham, J. A. and Bremner, H. A., 1983. Effects of Potassium Sorbate on Spoilage of Blue Grenadier (*Macruronus novaezealandiae*) as Assessed by Microbiology and Sensory Profiles. *Journal of Food Protection*, 46 (12), 1084-1091.
- Statham, J. A., Bremner, H. A. and Quarmby, A. R., 1985. Storage of Morwong (*Nemadactylus macropterus*) in Combinations Polyphosphate, Potassium Sorbate and Carbon Dioxide at 4 °C. *Journal of Food Science*, 50, 1580-1587.
- Temiz, A., 1999. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. *Gıda Mikrobiyolojisi* (Editörler: Ünlütürk, A., Turantaş, F.), Mengi Tan Basımevi, İkinci Baskı, Çınarlı-İzmir.
- Thakur, B. R. and Patel, T. R., 1994. Sorbates in Fish and Fish Products A Review. *Food Reviews International*, 10 (1), 93-107.
- Topkaya, B. ve Şen, B., 1993. Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Su Ürünleri Açısından Önemi. *Doğu Anadolu Bölgesi I. Su Ürünleri Sempozyumu* (23-28 Haziran), 584-592, Erzurum.
- Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G., 2006. Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, Ek 1/3, 505-508.
- Üçüncü, M., 2000. Gıdaların Ambalajlanması. *Ege Üniversitesi Basımevi*, Bornova-İzmir.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 1999. *Gıda Mikrobiyolojisi* (İkinci Baskı). *Ege Üniversitesi Mengi Tan Basımevi* , 598 s, Çınarlı-İzmir.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17*, 174 s, Ankara.
- Vasakou, A., Varelzis, K. and Bloukas, J. G., 2003. Effect of Sodium Lactate and Potassium Sorbate on Quality Characteristics and Shelf-Life of Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) Meat During Chilled Storage in Pouches with Water. *Italian Journal of Food Sciences*, 15 (3), 359-370.
- Yapar, A. ve Yetim, H., 2000. Potasyum Sorbat Uygulaması ve Farklı Depolama Sürelerinde Taze Hamsilerin (*Engraulis encrasicolus*) Bazı Kalite Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler. *Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu* (28-30 Haziran), 883-893, Erzurum.
- Yetim, H., 1996. Sorbik Asit ve Taze Balık Muhafazasında Kullanım İmkanları. *Gıda*, 21 (3), 205-213.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları. *Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697, Ziraat Fakültesi No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi*, 266 s, Erzurum.
- Yılmaz, M., 2004. Gökkuşluğu Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosunda *Listeria monocytogenes*'in Gelişimi Üzerine Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Etkisi. *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

Erzurum’da 1977 yılında doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1994 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü’nden 1998 yılında mezun oldu. 1998-2002 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl doktora öğrenimine başladı.

Atatürk Üniversitesi Hınıs Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Programı’nda 1999 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.