

**FARKLI ŞEKİLLERDE PAKETLENMİŞ *SALMO TRUTTA*
MACROSTİGMA (DUMERİL, 1858)'NİN 4±1°C'DE RAF
ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ**

Evren KARAKAYA

Yüksek Lisans Tezi

Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Muhsine DUMAN

OCAK - 2013

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ŞEKİLLERDE PAKETLENMİŞ *SALMO TRUTTA MACROSTİGMA*
(DUMERİL, 1858)'NİN $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'DE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Evren KARAKAYA
(091124101)

Anabilim Dalı: Avlama ve İşleme Teknolojisi

Programı: İşleme Teknolojisi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Muhsine DUMAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 23 Ocak 2013

OCAK- 2013

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ŞEKİLLERDE PAKETLENMİŞ *SALMO TRUTTA MACROSTİGMA*
(DUMERİL, 1858)'NİN 4±1°C'DE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Evren KARAKAYA
(091124101)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 23 Ocak 2013

Tezin Savunulduğu Tarih: 13 Şubat 2013

Tez Danışmanı: Yrd. Doç.Dr. Muhsine DUMAN (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI (F.Ü)

Doç. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ (F.Ü)



OCAK - 2013

ÖNSÖZ

Ülkemizde ve dünyada, tüketicilerin balık etini daha çok taze olarak tüketmeyi tercih ettikleri bilinmektedir. Ancak balık etinin bozulmadan uzun bir süre muhafaza edilememesi bu etin ya hemen işlenmesini veya bir ön işleme tabi tutularak saklanmasını zorunlu kılmaktadır. Balıkların bozulma hızı sıcaklık artışıyla artmaktadır. Bu nedenle balıklar uygun düşük sıcaklıklarda muhafaza edilerek mikroorganizmaların faaliyetleri ve çoğalmaları önlediği gibi enzimlerin aktiviteleri ve kimyasal reaksiyonların hızı da azalmaktadır. Ancak soğuk muhafaza tekniğinin yanında paketleme tekniklerinin kullanılması ile taze balığın raf ömrü çok daha uzayacaktır.

Bu çalışmada, Tunceli ilinin Munzur Çayında bulunan ve ekonomik değeri çok yüksek olan *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin farklı paketleme (adi, vakumlu ve modifiye atmosferle paketleme) tekniği uygulanarak soğukta muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite değişimlerinin incelenmesi ile raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının yürütülmesi ve ortaya konulmasında her türlü ilgi ve desteği esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Muhsine DUMAN'a, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Erdal DUMAN'a, fikir ve görüşlerinden yararlandığım fakültemiz öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Mustafa DÖRÜCÜ'ye, Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığına, SÜF.11.01 nolu araştırmamıza maddi katkıda bulunan Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Koordinasyon Birimine, çalışmam süresince değerli deneyimlerini benden esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN ve Sayın Arş. Gör. Dr. Emine ÖZPOLAT'a, laboratuvar çalışmalarında hep yanımda olan arkadaşlarım Yelda YAZ ve Vildan SERTKAYA'ya, okul hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Evren KARAKAYA
ELAZIĞ – 2013

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
SEMBOLLER LİSTESİ.....	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Balıklarda Ölüm Sonrası Meydana Gelen Değişimler.....	3
1.1.1. Kimyasal Değişimler.....	3
1.1.2. Mikrobiyal Değişimler	6
1.2. Gıdaların Soğukta Muhafaza Edilmesi	7
1.3. Gıdalarda Paketleme	8
1.3.1. Adi Paketleme.....	8
1.3.2. Vakum Paketleme	8
1.3.3. Modifiye Atmosferde Paketleme	9
1.3.3.1. Modifiye Atmosfer Paketlemede Kullanılan Gazlar.....	10
1.3.3.1.1. Karbondioksit (CO ₂)	11
1.3.3.1.2. Azot (N ₂)	12
1.3.3.1.3. Oksijen (O ₂).....	12
1.3.3.2. Modifiye Atmosferde Paketlemenin Su Ürünlerinde Kullanılması.....	13
1.4. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Genel Özellikleri	14
2. MATERYAL ve METOT	15
2.1. Materyal.....	15
2.1.1. Balık Materyali	15
2.2. Metot	16
2.2.1. Deneme Planı.....	16
2.2.2. Balıkların Hazırlanması.....	16
2.2.3. Paketleme	17
2.2.4. Örneklerin Alınması ve Analizlere Hazırlanması.....	17
2.2.5. Besin Bileşimi Analizleri	17
2.2.5.1. Su Miktarının Belirlenmesi	17
2.2.5.2. Protein Miktarının Belirlenmesi	18
2.2.5.3. Yağ Miktarının Belirlenmesi.....	18
2.2.5.4. Kül Miktarının Belirlenmesi.....	19
2.2.6. Kimyasal Kalite Analizleri.....	19
2.2.6.1. pH Tayini.....	19
2.2.6.2. Toplam Uçucu Baz Azotu (TVB-N) Miktarının Belirlenmesi.....	20
2.2.6.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısının Belirlenmesi	20
2.2.7. Mikrobiyolojik Analizler.....	21
2.2.7.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması	21
2.2.7.2. Toplam Aerob Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı	21
2.2.7.3. Toplam Aerob Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayımı	21

	<u>Sayfa No</u>
2.2.7.4. Maya-Küf Sayımı.....	21
2.2.8. Duyusal Analizler	22
2.2.9. İstatistiki Analizler.....	23
3. BULGULAR.....	24
3.1. Besin Bileşimi.....	24
3.2. Kimyasal Değerlendirme.....	24
3.2.1. pH Değeri	24
3.2.2. TVB-N Değeri	26
3.2.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri.....	27
3.3. Mikrobiyolojik Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler	29
3.3.1. Toplam Aerob Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısı	29
3.3.2. Toplam Aerob Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayısı.....	30
3.3.3. Maya-Küf Sayısı.....	32
3.4. Duyusal Değişimler.....	33
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	45
5. ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ	60

ÖZET

Araştırmada, Tunceli ilinin Munzur Çayında avlanılan *Salmo trutta macrostigma*'nın kalite özellikleri üzerine farklı paketleme yöntemlerinin ve muhafaza sıcaklığının etkileri incelenmiştir. İç organları çıkartılmış ve temizlenmiş *Salmo trutta macrostigma*; adi (AP), vakumlu (VP) ve modifiye atmosfer [(MAP) (%40 CO₂+%60 N₂)] yöntemleriyle paketlenmiştir. Paketlenen örnekler 4±1°C'de muhafaza edilmişler ve muhafazanın belirli günlerinde (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14.) kimyasal [pH, toplam uçucu baz azotu (TVB-N), tiyabarbitürik asit (TBA)], mikrobiyolojik (toplam aerob mezofilik bakteri sayısı, toplam aerob psikrofilik bakteri sayısı ve maya-küf sayısı) ve duyuşsal kalite analizleri yapılmıştır.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre muhafaza süresince tüm gruplarda TVB-N ve TBA değerlerindeki artışların önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). TVB-N değerlerine göre AP grup 8. günde (35,13 mg/100g), VP grup 12. günde (37,70 mg/100g) ve MAP grup ise 14. günde (42,00 mg/100g) tüketilebilirlik özelliğini kaybetmiştir. TBA değerleri ise çalışma süresince limit değerlere ulaşmamıştır.

Mikrobiyolojik kriterler dikkate alındığında, AP grupta aerob mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısı muhafazanın 8. gününde limit değerlerini aşmıştır. Mikrobiyolojik kalite açısından değerlendirildiğinde 12 günlük muhafaza süresi boyunca en iyi grubun MAP olduğu saptanmıştır. Duyusal analizlere göre AP grubu örnekleri depolamanın 8. gününde bozulmuş olup, bu günde örneklerin aerob mezofilik ve psikrofilik bakteri yükü VP ve MAP gruplara göre önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal analizlerden elde edilen sonuçlara göre 4±1°C'de muhafaza edilen *Salmo trutta macrostigma* 'nın raf ömrü AP grupda 6 gün, VP grupda 10 gün ve MAP grupda ise 12 gün olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak soğukta muhafaza edilmek suretiyle modifiye atmosferde paketlemenin balıkların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal kalitesinin daha uzun süre korunmasına katkıda bulunabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Salmo trutta macrostigma*, Adi Paketleme, Vakum Paketleme, Modifiye Atmosferde Paketleme, Soğuk Muhafaza, Raf Ömrü

SUMMARY

Determination of Shelf Life of *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) Packed at Different Ways at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$

In this study, effects of different packaging techniques and storage temperatures on quality characteristics of *Salmo trutta macrostigma* were investigated. Internal organs removed and cleaned *Salmo trutta macrostigma* was packed by ordinary, vacuumed and modified atmosphere (40% CO₂ + 60% N₂) techniques. Packed groups were stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ and certain days of storage (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, and 14.) chemical (pH), total volatile base nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA), microbiological (total aerobic mesophilic bacteria number, total aerobic psychophilic bacteria number and yeast-mold number) and sensory quality analysis were performed.

According to the chemical analysis, TVB-N and TBA values increased significantly in all groups during storage period ($p < 0.05$). According to the TVB-N values; ordinary group, vacuumed group and modified atmosphere group lost the consumption feature on 8th (35,13 mg/100g), 12th (37,70 mg/100g) and 14th (42,00 mg/100g) days respectively. TBA did not reached limit values during the study.

Considering the microbiological criteria, the number of mesophilic and psychophilic aerobic bacteria exceeded the limit values on 8th day of storage. Again, in terms of microbiological quality it was determined that the best group was modified atmosphere packed group during 12 days of storage period.

According to the sensory analysis, ordinary group samples spoiled on 8th day, on this day bacterial load of samples for mesophilic and psychophilic aerobic bacteria was found significantly high compared with vacuumed and modified atmosphere groups. In terms of sensory analysis results, shelf life of *Salmo trutta macrostigma* stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ was determined as 6 days for ordinary group, 10 days for vacuumed and 12 days for modified atmosphere group.

Consequently, it was concluded that modified atmosphere packaging and cold storage contribute longer protection of chemical, microbiological and sensory quality of fish.

Key Words: *Salmo trutta macrostigma*, Ordinary Packaging, Vacuumed Packaging, Modified Atmosphere Packaging, Cold Storage, Shelf Life

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1.	Tunceli ilinin Munzur Çayı çalışma bölgesi	15
Şekil 2.2.	Çalışmada kullanılan <i>Salmo trutta macrostigma</i>	16
Şekil 3.1.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan pH değerleri.....	25
Şekil 3.2.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TVB-N değerleri.....	27
Şekil 3.3.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TBA değerleri.....	28
Şekil 3.4.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan toplam aerob mezofilik bakteri sayısı	30
Şekil 3.5.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan toplam aerob psikrofilik bakteri sayısı	31
Şekil 3.6.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan maya-küf sayısı.....	33
Şekil 3.7.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında genel görünüm (dış görünüm) puanlarında meydana gelen değişimler.....	34
Şekil 3.8.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında genel görünüm (deri) puanlarında meydana gelen değişimler.....	35
Şekil 3.9.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında genel görünüm (mukus) puanlarında meydana gelen değişimler.....	35
Şekil 3.10.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında genel görünüm (sertlik) puanlarında meydana gelen değişimler.....	36
Şekil 3.11.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında gözlerindeki parlaklık puanlarında meydana gelen değişimler.....	37
Şekil 3.12.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında gözlerindeki şekil puanlarında meydana gelen değişimler.....	37
Şekil 3.13.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında gözlerindeki iris puanlarında meydana gelen değişimler.....	38
Şekil 3.14.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında gözlerindeki kan puanlarında meydana gelen değişimler.....	39
Şekil 3.15.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında solungaçlarındaki renk puanlarında meydana gelen değişimler.....	40

Şekil 3.16. Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında solungaçlarındaki koku puanlarında meydana gelen değişimler.....	40
Şekil 3.17. Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında solungaçlarındaki mukus puanlarında meydana gelen değişimler.....	41

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1.	Modifiye atmosfer paketlemenin avantajları ve dezavantajları	10
Tablo 1.2.	Belirli et ve et ürünlerinde kullanılan atmosferler	10
Tablo 2.1.	<i>Salmo trutta macrostigma</i> için modifiye edilmiş kalite indeks metodu.....	22
Tablo 3.1.	<i>Salmo trutta macrostigma</i> etinin besin bileşimi.....	24
Tablo 3.2.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan pH değerleri	25
Tablo 3.3.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TVB-N değerleri (mg/100g)	26
Tablo 3.4.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TBA (mg MA/kg) değerleri.....	28
Tablo 3.5.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan toplam aerob mezofilik bakteri (TAMB) sayısı (log kob/g).....	29
Tablo 3.6.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan toplam aerob psikrofilik bakteri (TAPB) sayısı (log kob/g).....	31
Tablo 3.7.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan maya-küf sayısı (log kob/g)	32
Tablo 3.8.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında adi paketlemede meydana gelen değişimler...	42
Tablo 3.9.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında vakum paketlemede meydana gelen değişimler.....	43
Tablo 3.10.	Farklı şekillerde paketlenmiş <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında modifiye atmosferle paketlemede meydana gelen değişimler	44

SEMBOLLER LİSTESİ

AP	: Adi paketleme
ATP	: Adenozin tri fosfat
CO₂	: Karbondioksit
DHA	: Dekosaheksanoik asit
EPA	: Eikosapentanoik asit
IMP	: Inosin mono fosfat
MA	: Malonaldehit
MAP	: Modifiye atmosferde paketleme
N₂	: Azot
O₂	: Oksijen
p<	: İstatistik değer (önemli)
p>	: İstatistik değer (önemsiz)
PCA	: Plate count agar
PDA	: Potato Dextrose Agar
TAMB	: Toplam aerob mezofilik bakteri
TAPB	: Toplam aerob psikrofilik bakteri
TBA	: Tiyobarbitürik asit
TMA	: Trimetil amin
TMAO	: Trimetil amin oksit
TVB-N	: Toplam uçucu bazik azot
VP	: Vakumlu paketleme

1. GİRİŞ

Sağlıklı yaşamın temel şartı dengeli ve düzenli beslenmektir. Beslenmenin dengeli bir şekilde yapılabilmesi için vücudun yapı taşlarını teşkil eden ve biyolojik değeri yüksek olan besin maddelerinin alınması gereklidir. Bugün dünyanın kabul ettiği gerçek, hayvansal orijinli proteinlerin yüksek biyolojik değere sahip oluşudur. Biyolojik fonksiyonların düzenli oluşunda ve zekanın gelişiminde en önemli rolü hayvansal proteinler oynamaktadır. Dengeli beslenmenin fiziksel ve ruhsal çalışmaları büyük ölçüde etkilediği anlaşılmıştır. Balık etinin insan beslenmesindeki önemi; başta proteinin ve yağın yüksek biyolojik değerinden, proteinin yüksek düzeyde sindirilebilir oluşundan ve vücudu hastalıklara karşı koruyan unsurları içermesinden ileri gelmektedir (Ertaş, 1979).

Balık; içerdiği yüksek protein oranı, mineral maddeler ve vitaminler yönünden değerli besin maddesidir. Doyuruculuğu ve içerdiği aroma maddeleri nedeniyle toplumun büyük kesimi tarafından beğeniyle tüketilmektedir. Vücudun gelişiminde, hücre ve dokuların yapımında, yenilenmesinde önemli rol üstlenen esansiyel aminoasitleri (treonin, valin, arjinin, fenilalanin, histidin, lizin, triptofan, lösin, isolösin ve metiyonin) de ideal oranlarda içermesi nedeniyle balık özellikle çocukluk döneminde insan beslenmesinin vazgeçilmezidir (Besler, 2012).

Balık etini değerli kılan unsurlardan biri de enerji veren önemli besin ögesi yağları uygun ve önemli miktarda içermesidir. Balık yağları %20 oranında doymuş yağ asitlerini %80 oranında doymamış yağ asitlerini içerir. Özellikle, esansiyel yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içerisinde omega-3 yağ asitlerinden olan eikosapentanoik asit (EPA) ve dekosaheksanoik asit (DHA) içeren balık yağları insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir (Özeren, 2004; Varlık vd., 2004).

Balık iyot, fosfor, demir, selenyum, çinko, A, D ve B₁₂ vitaminleri ile folik asit bakımından oldukça zengin bir kaynaktır. Bu mikronutrientler bitkisel besinlerde ya çok az miktarlarda bulunmakta ya da biyoyararlılıkları son derece zayıf olmaktadır. Balık etinin protein içeriği son derece yüksekken, karbonhidrat içeriği düşük olduğundan glisemik indeksi düşük gıdalar grubunda yer almaktadır. Esansiyel amino asitleri ve mikronutrientleri içermesi nedeni ile balık dengeli bir diyetle mutlaka bulundurulması gereken bir besin ögesidir (Burt, 1988).

Balık eti, besleyici değeri yüksek bir besin olmasına karşın bozulmaya karşı oldukça duyarlıdır. Balık kasında bağ doku yapısının zayıf olması, yüksek enzim aktivitesi, pH değeri ve su içeriği balık etini bozulmaya karşı hassas kılmaktadır (Özden ve Gökoğlu, 1996).

Bu nedenle avlandıktan hemen sonra taze olarak tüketilmeli ya da orijinal tazeliklerini mümkün olduğunca korumalarını sağlayacak önlemler alınmalıdır. Avlanmadan hemen sonra alınabilecek ilk önlem de ürünün soğutulmasıdır. Balıklar avlandıktan hemen sonra soğukta muhafaza edilmediği takdirde, gerek mikroorganizmaların gerekse de enzimlerin etkisi ile bozulmaya başlarlar. Bunun sonucunda da besin değeri kaybına uğrayarak tüketile bilme özelliklerini yitirirler (Çelik ve Küçükgülmez, 2007) .

Soğutma, balık eti sıcaklığının donma noktasının hemen üzerindeki sıcaklık olan 0°C'ye düşürülmesi işlemidir. Soğutmadaki amaç, koruyucu katkı maddesi kullanmadan gıdayı doğal haline en yakın şekilde korumaktır. Sıcaklığın düşürülerek ortamdaki mikroorganizmaların faaliyetlerinin azaltılması veya durdurulması, normal koşullarda oluşan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayların mümkün olduğunca önlenmesidir. Ayrıca hücrelerdeki bozulma reaksiyonlarının yavaşlatılarak balık tazeliğini daha uzun süre korunması ve raf ömrünün uzatılmasıdır. Soğutma bozulmayı tamamen durdurmaz, fakat belirli bir süre geciktirmesini sağlamış olur (Çaklı, 2007; Varlık vd., 2007).

Balıklar genellikle 0°C ile 5°C sıcaklıkta ve %90-95 nisbi nem içeren soğuk ortamlarda 5 ile 20 gün süresince muhafaza edilebilmektedir. Soğutma işleminin uygun bir biçimde yapılabilmesi ve soğutulan ürünün daha dayanıklı olması için göz önünde bulundurulması gereken bir faktörde paketlemedir. Paket kullanımında, taşımada kolaylık sağlayıp, içeriği belirler ve satışa yardımcı olur. Şayet ürün paketlenmeden soğutulursa, yüzeyinde çok kısa bir süre içinde kuruma görülecek, bu da ürünün görüntüsünü ve kalitesini kısa süre içinde bozacaktır. Ancak iyi bir paket ürünün kalitesini korumakta ve raf ömrünü artırmaktadır (Brown ve Williams, 2003).

Bu araştırmada; Tunceli ilinin Munzur Çayında bulunan ve ekonomik değeri çok yüksek olan *Salmo trutta macrostigma*'nın farklı paketleme (adi, vakumlu ve modifiye atmosferle paketleme) teknikleri uygulanarak soğukta muhafazası (4±1°C) sırasında meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite değişimlerinin incelenmesi ile raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Balıklarda Ölüm Sonrası Meydana Gelen Değişimler

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. Bozulmanın derecesi birçok faktöre bağlıdır. Bunlardan bazıları endojen faktörler denilen ve ham metallerin kalıtımsal özelliklerden kaynaklanan faktörlerdir. Doğal olarak bu faktörlere etki etmek imkansızdır. Kaliteyi etkileyen diğer faktörler ise eksojen faktörler yani çevresel koşullar ve hasat esnasında ve sonrasında uygulanan işlemlerdir. Çevresel koşulları her zaman kontrol altına almak mümkün değildir, oysa hasat sonrası işlemleri kontrol altına almak mümkündür (Gökoğlu, 2002).

Genel olarak temiz sulardan yeni avlanmış sağlıklı balıkların deri, solungaç ve bağırsakları yüksek oranda mikroorganizma içermesine karşın, kaslarında çok az sayıda mikroorganizma bulunur ve kasları steril kabul edilir (Göktan, 1990; Gram vd., 1990; Shewan, 1977). Ancak; balıklar avlandıktan sonra uygulanan işlemlere, bulunduğu sıcaklık derecesine ve süresine bağlı olarak solungaçlardan, deriden ve bağırsaklardan mikroorganizmalar kas dokusuna geçmekte ve sonuçta, mikroorganizmaların etkisiyle balığın kalitesi bozulmaktadır (Huss, 1998; Patır ve Gürel İnanlı, 2005).

Balığa uygulanacak muhafaza ve işleme yöntemi ne olursa olsun, balık başlangıçta taze ve kaliteli durumda değilse iyi bir ürün elde etmek mümkün olmayacaktır. Genellikle balıklar avlandıkları zaman bağırsaklarında besin maddeleri vardır ve oradaki enzimler aktif halde bulunurlar. Bundan dolayı avlandıktan hemen sonra iç organları temizlenmiş olan balıklar, temizlenmemiş olanlardan daha uzun raf ömrüne sahiptir (Metin, 1995). Balıkta ölümden sonra görülen ilk değişim rigor-mortistir. Rigor mortisten sonra ise mikrobiyal ve proteolitik olaylar gelişir (Ghazala, 1994).

1.1.1. Kimyasal Değişimler

Balık eti başlıca kas hücrelerinden, fibrositlerden, kan damarlarından, lenf damarlarından, sinir liflerinden ve bağ dokudan oluşmaktadır (Fredrick ve Thomas, 1990). Bağ dokusunun azlığından dolayı kolay bozulabilir bir yapıya sahip olan balık eti, avlanıldığı andan tüketimine kadar geçen sürede enzimler ve mikroorganizmaların etkisi

ile bir dizi kimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere uğrar. Balığın kasında meydana gelen bu değişimler memeli hayvanların kasında olduğu gibi gerçekleşmektedir (Liston, 1980).

Post-mortem dönemde balığın kas dokusundaki adenozin tri fosfat (ATP), trimetil amin oksit (TMAO), lipidler, proteinler ve protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerdeki enzimatik reaksiyonlar sonucunda balık kalite kaybına uğramaktadır. Balıkta post-mortem durumda metabolik aktivite için önemli olan ATP'nin tükenmesi ile aktin ve myosin proteinleri arasında oluşan köprüler kırılmaz ve aktomyosin oluşur. ATP noksanlığında bütün aktiviteler durur ve bütünlüğün devamını sağlayan hücrelerin yeteneğinin kaybı ile sonuçlanır ve sonuçta rigor-mortis şekillenir. Rigor mortis durumunda ise balık kası elastikiyetini kaybeder, sert-katı durumuna geçer. Post rigor döneminde endojen enzimlerin faaliyeti sonucu dokuda gevşeme başlar, balığın lezzet, renk ve tekstüründe değişiklikler, yumuşamalar meydana gelir. Bu gibi kalite yönünden meydana gelen değişiklikler, gıda kalitesini etkilememesine rağmen ürünlerin görüntüsünü bozarak tüketimi azalttığından arzu edilmemektedir. Avlama sonrası birçok balık türünde ATP'nin parçalanması sonucu ete hoş kokuyu veren Inosin mono fosfat (IMP) oluşur. Ancak IMP'nin daha ileri derecede parçalanması ile lezzette de istenmeyen değişimler oluşur. Araştırmacılar lezzette meydana gelen bozulmanın sadece IMP'nin parçalanmasına bağlı olmadığını, balıkların depolanması ve işlenmesi esnasında lipidlerin hidroliz ve oksidasyonunun da lezzetin değişmesine, kimyasal ve duyuşal açıdan kalitenin bozulmasına neden olduğunu bildirmişlerdir (Gökoğlu, 2002; Çelik ve Küçükgülmez, 2007).

Kimyasal değişimlerin başında balık etinin pH'sı gelir. Post-mortem döneminde, azotlu bileşiklerin dekompozisyonu, balık etindeki artışına öncülük etmekte ve pH giderek yükselmektedir. Balıklar canlı iken pH değeri 7,2-7,3 arasında bulunmaktadır. Fakat avlandıktan sonra oluşan laktik asit nedeniyle pH 5,4 kadar düşer. Bu düşük pH'da bakteriyel parçalanma başlar ve giderek pH değeri artar. Balıklarda bu esnada oluşan pH'a göre değerlendirilirler. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 6,8-7,0'dir. Ancak pH kesin bir kriter olmayıp her zaman duyuşal ve kimyasal testlerle tamamlanması gerekmektedir (Varlık vd., 1993).

Balığın bozulması otoliz ile başlamaktadır. Otolizde vücudun kendi enzimleri moleküllerin parçalanmasını sağlamaktadır. Bu parçalanma, balık etinin büyük ölçüde proteinlerden oluştuğu düşünülürse, önem arz etmektedir. Bu yıkım sırasında protein molekülleri peptid ve amino asitlere, glikojen monosakkaritlere, yağlar ise, yağ asidi ve

gliserine dönüştürülürler. Otolizin meydana gelmesiyle ölüm katılığı çözülmekte ve meydana gelen küçük yapıli bileşikler sayesinde pH değeriinde artış olmaktadır. Hücrelerin yapısında ve membranlarında da meydana gelen tahribat sonucu hücrelerde su kaybı ile ette bariz bir yumuşama görülür. Balık etinde bağılı su oranının oldukça az oluşundan dolayı su kaybıyla birlikte ette bir matlaşma kendini göstermektedir (Dokuzlu, 2003).

Otoliz sırasında meydana gelen bu oluşumlar, bakteriyel faaliyetlerin artmasına ve normalde steril olan kas içine, bakterilerin giriş yapmasına neden olur. Bu sayede de ortamda bulunan mikroorganizma enzimleri sayesinde protein parçalanması devam eder. Bu mikrobiyal aktivite sonucu büyük çaplı yıkımlar olur ve türe bağılı olarak metabolik ürünler meydana gelir buda ette değışik renk, koku ve tat oluşumlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Malle ve Poumeyrol, 1989; Oehlenschlager, 1989; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Proteinlerde ve glikojende meydana gelen bu değışikliklerin yanı sıra, balık yağında da bazı değışimler olmaktadır. Balık ve diğer su ürünleri içerdikleri lipidlerde mevcut değışik yapıda ve fazla miktardaki çoklu doymamış yağ asitleri nedeniyle oksidatif bozulmalara diğer gıdalardan daha çok maruz kalmaktadırlar. Lipit oksidasyonu doymamış yağ asitlerinin, moleküler oksijen ile reaksiyona girerek ikincil oksidasyon ürünleri olan aldehit, keton ve alkol gibi bileşikler oluşturması sonucu yağ ve yağ içeren besin maddelerinde tüketim için uygun olmayan durumların ortaya çıkmasına neden olan kimyasal bir reaksiyondur. Bu değışimler öncelikle acılaşıma şeklinde olup yağlı balıklarda daha çok görülür (Hultin, 1994; Gökoğlu, 2002).

Su ürünlerinin kalitesinin bozulmasına sebep olan lipit oksidasyonu ürünün koku, renk, tekstür ve besleyici değeriinde değışikler ve toksik bileşiklerin oluşumu ile ortaya çıkmaktadır. Su ürünlerinde istenmeyen tat ve koku oluşumunun yanında okside olan lipitlerin ette mevcut proteinler, karbonhidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girmesiyle ürünün besin kalitesi de azalmaktadır (Çelik ve Küçükgülmez, 2007).

Lipit oksidasyonu, serbest radikallerin oluşumu ile sonuçlanan başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamadan meydana gelen bir mekanizmadır. Bu reaksiyonun başlangıç bileşii doymamış yağ asitleridir. Bu oksidatif değışiklik oksijen, ışık, metal iyonları, sıcaklık gibi etkenlerle başlangıç enerjisini aldıktan sonra oto katalitik olarak devam etmektedir (Hultin, 1994).

Lipit oksidasyonunda, doymamış yağ asidi tepkimenin başlangıç aşamasında çift bağı komşu karbon atomuna bağılı kararsız yapıdaki H⁺ iyonunun, ortamda bulunan oksijen,

ışık, sıcaklık ve ağır metallerin etkisiyle uzaklaşması sonucu alkil ve hidroksil radikallerine parçalanmaktadır. Gelişme aşamasında, başlangıçta oluşan serbest radikaller, oksijenle reaksiyona girerek hidroperoksitleri oluşturmaktadırlar. Bundan sonraki reaksiyonlar oluşacak ürünün niteliğini ve reaksiyonun hızını belirlemektedir (Bingöl, 1980).

Kararlı bileşikler olmayan hidroperoksitler, pigment ve vitaminlerin oksidasyonuna neden olarak polimerizasyonla koyu renkli organik polimerler oluşturmaktadır. Oksidasyonun devam etmesiyle birlikte üründe kötü tat ve kokuya neden olan aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, hidrokarbonlar, epoksitler gibi oksidasyon ürünleri oluşmaktadır. Bunlardan aldehitler kötü koku ve lezzet kaybının başlıca sorumlusu olarak kabul edilmektedir. Oksidasyon reaksiyonunun hızı değişik faktörlere bağlıdır. Bu faktörler; sıcaklık, ışık, oksijen miktarı, nem ve yağların doymamışlık oranıdır. Balıklardaki yağ oranı oksidasyon hızını birebir etkilemektedir (Bingöl, 1980).

1.1.2. Mikrobiyal Değişimler

Balıklar avlandıkları çevrenin mikrobiyal popülasyonuna ve mikroorganizma yüküne bağlı olarak belli düzeylerde mikroorganizma içerirler. Balığın mikroflorası; soğuk, ılık ve tatlı suların mikroflorasına bağlı olarak değişir. Soğuk suda yaşayan balıklar, psikrofilik, ılık suda yaşayan balıklar daha çok mezofilik bakterileri içermektedir (Gökoğlu, 2002).

Yapılan araştırmalar canlı balıkların mikroflorasının, içinde yaşadıkları suyun mikroorganizma popülasyonu ile yakından ilişkili olduğunu göstermiştir. Balıkların üzerini örten mukus tabaka, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Micrococcus*, *Serratia*, *Bacillus* ve *Vibrio* grubu bakterileri bulundurmaktadır. Tatlı su balıkları, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Lactobacillus*, *Brevibacterium* cinsi bakterileri içermektedir. Balığın bağırsak içeriğinde ise *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* ve *Escherichia* cinsi bakterileri ihtiva etmektedir (Martin, 1994; Gram ve Dalgaard, 2002).

Balığın bozulmasında etkili bakteriler ise balığın muhafaza edildiği sıcaklığa bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Çaklı ve Kışla, 2003). Genellikle düşük sıcaklıklarda bozulmaya *Pseudomonas* türleri ve bunun yanında *Alteromonas* ve *Flavobacterium* türleri neden olurken (Gram ve Dalgaard, 2002), daha yüksek sıcaklıklarda ise *Micrococcus* ve *Bacillus* türleri ile *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Sarcina* ve *Clostridium* türleri ortamda dominant olarak görülebilmektedir. *Pseudomonas* ve *Proteus* türlerinin balıkta artması,

balık etinde pürüt ve amonyak benzeri koku oluşmasına neden olmaktadır. Ette mikrobiyal gelişme sonucu, birçok biyokimyasal değişiklik meydana gelmekte ve bozulmayı karakterize eden peroksitler, H₂S, NH₃, indol, kadaverin ve putresin gibi bileşikler açığa çıkabilmektedir. Kadaverin lizinin, putresin ornitinin veya argininin dekarboksilasyonu ile oluşmakta, putresin özellikle *Pseudomonas* türleri, kadaverin ise *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakteriler tarafından oluşturulmaktadır. Bu bileşikler balık etinde lezzet bozukluğunun yanı sıra etin doğal renginin bozulmasına neden olmaktadır (Joan vd., 1995).

1.2. Gıdaların Soğukta Muhafaza Edilmesi

Gıdaları fiziksel, kimyasal, biyolojik etkilerin zararlı olanlarından korumak için alınması gereken tedbirlerin başında, usulüne uygun muhafaza gelir. Sıcaklık; gıdalarda biyokimyasal ve mikrobiyolojik etkinliği, fizyolojik değişim hızlarını etkileyen en önemli faktördür. Sıcaklığın oda sıcaklığı derecesinde veya biraz üzerindeki artışında, artışa paralel olarak gıda bünyesinde biyokimyasal ve mikrobiyal olayların hızlanmasıyla ürünlerde bozulmalar görülür. Öte yandan düşük sıcaklık derecelerinde soğutma, gıda maddeleri üzerinde biyokimyasal ve mikrobiyolojik faaliyet hızlarını önemli ölçüde azaltarak gıdaların uzun süre sağlıklı olarak saklanmalarını sağlayacaktır (Gökoğlu, 2002; Baygar ve Varlık, 2004).

Ülkemizde su ürünlerinin büyük bir kısmı taze olarak tüketilmektedir. Avin yapıldığı andan tüketiciye ulaştırılincaya kadar olan evrede soğuk zincir uygulanması gerekmekte, aksi halde mikrobiyal ve enzimatik aktivitenin artmasına bağlı olarak kısa zamanda bozulma ve kokuşma oluşmaktadır. Aynı zamanda patojen mikroorganizma ile kontamine olmuş su ürünleri zaman zaman gıda zehirlenmelerine neden olmaktadır (Gökoğlu, 2002; Çaklı, 2007).

Balığın soğukta muhafazası sonucu muhafaza süresi; balık türüne, ortam sıcaklığına, mevsime, balığın kondisyonuna, yakalanma metoduna ve ambalajın durumu gibi faktörlere bağlıdır (Gökoğlu, 2002; Çaklı, 2007).

1.3. Gıdalarda Paketleme

Gıda sanayinde paket; içine konulan gıdaların tüketiciye, bozulmadan, en az toplam maliyetle güvenilir bir şekilde ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araç olarak tanımlanabilir. Kuşkusuz bunlardan en önemlisi, onun koruma görevidir. Diğer bir anlatımla işlenmemiş taze ürünleri taze halde, işlenmiş ürünleri ise işlem sonrası özelliklerini koruyarak istenilen kalitede tüketiciye ulaştırmaktır (Üçüncü, 2007).

İşlev ve maliyet açısından optimum bir paket, kesinlikle çöpe atılan bir para değildir. Aksine paketleme yetersiz olduğu için korunamayan, tüketiciye kullanım açısından sorunlar oluşturan, sağlıksız bir malın kendisi çöpe atılacak bir değerdir. Paket, ürünün kürküdür. Ayrıca renk ve biçim özelliğiyle ürüne albeni kazandırır. Üretimi tamamlayan bir işlem olan paketlemede, yanlış paket seçimi ve kusurlu paketleme uygulamaları, gıda işlemede yararlanılan üstün teknolojinin önemini yitirmesine neden olabilir ve önemli ölçüde kalite kayıplarına yol açabilir (Üçüncü, 2007).

1.3.1. Adi Paketleme

Elle veya basit makinelerle, besin maddesi çevresini bir paketleme maddesi ile sarılması işlemidir. Besin maddeleri paketlenen miktarlarda tartılarak ayrılır. Ayrılan maddeler paketleme maddesi içine koyularak, paketleme maddesinin ağzı kapatılır. Meyveler, sebzeler ve donmuş ürünler bu yöntemle paketlenir. Paketlemenin iyi olması kullanılan paketleme maddesinin cinsine ve paket içinde kalan hava miktarına bağlıdır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Pekçok ülkede uygulanmakta olan bir yöntem olmasına karşın etin, tüketici tarafından arzu edilen parlak kırmızı renk değişiminin kısa sürede gerçekleşmesi dezavantajına sahiptir (Kurt vd., 2001). Ayrıca mikrobiyel açıdan hızlı bozulmanın, nem ve pH değişimlerinin en hızlı ve istenmeyen şekilde değişime uğradığı paketleme şeklidir (Uzun, 2010).

1.3.2. Vakum Paketleme

Vakum paketleme et ve balık endüstrisinde kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla en sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Vakum paketleme, gaz

geçirimsiz veya amaca göre belirli düzeyde gaz geçirgenliğine sahip bir ambalaj içerisindeki havanın vakum yoluyla uzaklaştırılması ve yerine herhangi bir gaz doldurulmadan paketin kapatılması işlemidir. 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 içinde hava kalmadığı için bakterilerin çoğalması ve ürünlerin oksitlenmesi önlenmiş olur (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Kılınç ve Çaklı 2001).

1.3.3. Modifiye Atmosferde Paketleme

Modifiye atmosferde paketleme (MAP), günümüzün önemli gıda muhafaza tekniklerinden biridir. Modifiye atmosferin ticari olarak kullanımı önceleri belli bazı ürünlerin uluslararası taşınması ile sınırlıyken, bu konuda değişik uygulamaların mümkün olması, giderek gelişmesi ve bu yöntemin ekonomik oluşu gibi nedenlerle zamanla yaygınlaşmıştır. Son yıllardaki gelişmelere paralel olarak ürünün pazara dağıtımını ve tüketici boyutlarındaki paketlemede de modifiye atmosfer yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Erdoğan ve Avar, 1996).

Modifiye atmosferde paketleme (MAP), paketin içerisine havanın yerine belli gaz karışımlarının doldurulması işlemidir. Modifiye atmosfer paketleme aynı zamanda gaz değiştirilerek paketleme olarak da bilinmektedir (Sivertsvik vd., 2002). MAP'ta genellikle O₂, N₂ ve CO₂ gazları kullanılmaktadır. Bu gazlar tek başına veya kombinasyon olarak farklı amaçlar için gıda muhafazasında kullanılır (Rao ve Sachindra, 2002). Gıdaların özelliklerine göre özellikle O₂ ve CO₂ oranları ayarlanarak gıdalarda bozulmalara yol açan mikroorganizmalar ve biyokimyasal reaksiyonlar kontrol altına alınarak raf ömrü uzatılabilir. Modifiye atmosfer paketlemenin esas amacı, ürünü çevreleyen hava bileşiminin değiştirilmesi ile özellikle, ortam oksijenin azaltılmasıyla dominant mikrofloranın metabolizmasını yavaşlatmak, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak, mikrobiyolojik bozulmaları geciktirerek ürün güvenliğini ve kalitesini sağlamak böylece raf ömrünü uzatabilmektir (Church ve Parsons, 1995). Tablo 1.1'de MAP'nin avantajları ve dezavantajları verilmiştir.

Tablo 1.1. Modifiye atmosfer paketlemenin avantajları ve dezavantajları (Sivertsvik vd., 2002).

Avantajlar	Dezavantajlar
Raf ömrünü %50-400 oranında artırır	Maliyeti artırır
Raf ömrünü artırdığı için ekonomik kayıpları azaltır	Sıcaklık kontrolü gerekir
Taşıma masrafını azaltır, uzak yerlere taşımaya olanak sağlar	Her ürün için optimum gaz koşullarının standardizasyonuna ihtiyaç vardır
Yüksek kalitenin korunmasını sağlar	Özel ekipman ve eğitim gerekir
Dilimlenmiş ürünlerin kolay ayrılmasına olanak sağlar	Paket hacminin artması taşıma maliyetini ve marketteki yerini artırır
Sunum şeklini geliştirir, ürünün her noktadan görünmesini sağlar	CO ₂ 'in pakette çözünmesi, öz suyunun sızmasına neden olur
Çok az veya kimyasal koruyucuya gerek yoktur	CO ₂ 'in pakette çözünmesi, paket çökmesine ve tat değişikliğine neden olur
Kokusuz ve güvenli paketlenme sağlar	Paket açıldıktan sonra avantajları kalmaz

1.3.3.1. Modifiye Atmosfer Paketlemede Kullanılan Gazlar

Modifiye atmosferde kullanılan ana gazlar oksijen, azot ve karbondioksittir. Tüketici ve üreticilerin ihtiyaçlarına göre her ürün için O₂, CO₂ ve N₂ farklı konsantrasyonlarda ve oranlarda ayarlanır. Seçilecek gaz oranları ürünün doğal mikroflorasına, O₂ ve CO₂'e karşı duyarlılığına ve renk stabilitesine göre belirlenir (Üçüncü, 2007). Tablo 1.2'de belirli et ve et ürünlerinde kullanılan atmosferler verilmiştir.

Tablo 1.2. Belirli et ve et ürünlerinde kullanılan atmosferler (Phillps, 1996).

Ürün	Atmosfer
Beyaz balık	%40 CO ₂ +%30 O ₂ +%30 N ₂
Yağlı balık	%40-60 CO ₂ +%40-60 N ₂
Somon balığı	%60 CO ₂ +%20 O ₂ +%20 N ₂
İstakoz	%40 CO ₂ +%30 O ₂ +%30 N ₂
Karides	%40 CO ₂ +%30 O ₂ +%30 N ₂
Taze sığır eti	%30 CO ₂ +%30 O ₂ +%40 N ₂ %15-40 CO ₂ +%60-85 O ₂
Kürlenmiş etler	%20-50 CO ₂ +%50-80 N ₂
Piştirilmiş kümes hayvanı etleri	%100 CO ₂ %25-30 CO ₂ +%70-75 N ₂ %20-40 CO ₂ +%60-80 O ₂ %60-75 CO ₂ +%5-10 O ₂ +%20 N ₂

1.3.3.1.1. Karbondioksit (CO₂)

Bakteriostatik ve fungistatik özelliklerinden dolayı CO₂ modifiye atmosfer paketlemede önemli gazlardan biridir. CO₂, birçok bozulma etkeni mikroorganizmaların gelişimini inhibe eder ve inhibasyon etkisi CO₂ konsantrasyonu artıkça artar (Sivertsvik vd., 2002). Karbondioksitin inhibasyon etkisini gösterebilmesi için ortamda minimum %20-30 oranında bulunması gerekir (Martinez vd., 2005). Karbondioksitin et ve yağ dokusunda çözünürlüğü yüksektir. Karbondioksitin et tarafından absorblanması sonucu karbonik asit (H₂CO₃) oluşur buda pH'ın düşmesine neden olur (Martinez vd., 2005). Karbondioksit tarafından oluşturulan karbonik asit miktarı çok azdır (~2%) ve pH değerleri etin normal pH değerleri aralığında kalır. Karbondioksitli atmosferde pH en fazla 0,35 birim azalır (Sorheim vd., 2004). Karbondioksitin absorblanma kapasitesi biyolojik faktörler, pH, su ve yağ içeriğinden etkilenir. Ayrıca paketlenme ve depolama koşullarından özellikle karbondioksitin kısmi basıncı ve depolama sıcaklığından etkilenir. Sıcaklığın artması CO₂'in çözünürlüğünü azaltır, pH'ın artması ise çözünürlüğü artırır (Jakobsen ve Bertelsen, 2004).

Karbondioksitin bakteriostatik etkisi; karbondioksit konsantrasyonu, başlangıç bakteriyel yükün miktarı, mikroorganizmaların cinsi, ortam kompozisyonu, depolama sıcaklığı ve paketlenen ürün gibi birçok faktöre bağlıdır. Fakat çözülmüş CO₂ miktarı bakteriostatik etkisini belirleyen en önemli faktördür. Düşük depolama sıcaklığı ve bakteriyel yük karbondioksitin etkinliğini artırmaktadır (Martinez vd., 2005; Jakobsen ve Bertelsen, 2004).

CO₂ bakteriyel gelişme üzerindeki etkisi komplekstir ve CO₂'in mikroorganizmalar üzerinde etkisini açıklayan dört mekanizma tanımlanmıştır (Sivertsvik vd., 2002).

- Hücre zarı fonksiyonlarını etkileyerek, besin alımı ve absorpsiyonu etkilemesi
- Doğrudan enzimleri inhibe etmesi veya enzim reaksiyonunu azaltması
- Bakteriyel membran penetrasyonu ve hücre içi pH değişimine neden olması
- Proteinlerin fizikokimyasal özelliklerini direk olarak değiştirmesi

Muhtemelen bütün bu özelliklerin kombinasyonu CO₂'in bakteriostatik etkisinden sorumludur (Sivertsvik vd., 2002).

1.3.3.1.2. Azot (N₂)

Oda sıcaklığında renksiz, kokusuz, tatsız, inert bir gazdır. CO₂'in aksine direkt antimikrobiyal etkiye sahip değildir. Çabuk bozulabilen gıdalardaki aerobik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmesini dolaylı olarak geciktirebilir; ama anaerobik bakteriler üzerinde etkisi yoktur. Nitekim clostridium'ların üremesini önleyemez. Küf kaynaklı aflatoksin oluşumunu önlemede belirli derecede etkilidir. Ancak bu etki CO₂ ile sağlanabilen kadar yüksek değildir. Karbondioksitle karşılaştırıldığında su ve yağdaki düşük çözünürlüğünden dolayı dolgu gazı olarak kullanılmaktadır. Modifiye atmosferde paketlenmiş bir gıdada azotun (N₂) varlığı, CO₂'nin yüksek konsantrasyonları kullanıldığı zaman meydana gelebilen paket çökmesini önleyebilmektedir. Azot ayrıca paketlerde oksijenin yerini alarak, oksidatif acılaşmayı geciktirmektedir (Farber 1991; Phillips, 1996; Sivertsvik vd., 2002; Üçüncü, 2007).

1.3.3.1.3. Oksijen (O₂)

Oksijen renksiz, kokusuz, son derece reaktif ve yanmayı teşvik eden bir gazdır. Suda çözünürlüğü düşüktür. Oksijen gıdalardaki yağ oksidasyonu, pigment oksidasyonu ve esmerleşme reaksiyonları gibi birçok bozulma reaksiyonunu teşvik eder (Bağdatlı, 2008). Oksijen aerobik bakterilerin gelişmesinde teşvik etmekte ve oksijene hassasiyetlerinde çok geniş bir değişim olmasına rağmen, anaerobik bakterilerin gelişimini engellemektedir. MAP uygulanmış ette, O₂'nin 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'ta oksijen kullanımı aerobik bozulma bakterilerinin gelişimini engellemek için mümkün olduğu kadar düşük ayarlanmalıdır (Farber 1991; Phillips 1996; Sivertsvik vd., 2002).

1.3.3.2. Modifiye Atmosferde Paketlemenin Su Ürünlerinde Kullanılması

Modifiye atmosferde paketleme (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 (Erdinç ve Acar, 1996; Üçüncü, 2007; Özoğul vd., 2006).

Modifiye atmosferle paketleme yönteminin, balık ve su ürünlerinin raf ömrüne etkilerinin incelendiği birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Genel olarak balıkların %40 CO₂, %30 N₂ ve %30 O₂ gaz karışımlarında paketlenilebileceği fakat uskumru, alabalık gibi yağlı balıkların, deniz kabuklularının, karides ve dumanlanmış balıkların %60 CO₂ ve %40 N₂ atmosferde paketlenmelerinin daha uygun olacağı bildirilmektedir (Reddy vd., 1992). Buzdolabında uygun depolama şartları altında, aerobik mikroorganizmaların, proteolitik bakterilerin, maya ve küflerin gelişimini de inhibe etmektedir. Taze balığın raf ömrünü O₂'li ortamda *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* ve *Morganella* türleri gibi Gram negatif psikrotrof bakterilerin biyokimyasal aktiviteleri kısaltmaktadır (Swidersk vd., 1997).

Mikroorganizmaların inhibisyonu ile trimetil amin (TMA), total uçucu azot bileşikleri gibi gıdanın bozulma indikatörleri sayılan kimyasal bileşiklerin oluşumu da azalmaktadır. %80 CO₂ ve %20 N₂'li ortamda alabalığın raf ömrü 2 kat artabilmektedir. Normalde raf ömrü 12 gün olan alabalığın MAP ile 20°C'de muhafazası ile raf ömrü 20 güne kadar çıkabilmektedir. Mezgıt balıklarının %25 CO₂ ve %75 N₂ içeren ortamda raf ömürlerinin 8 güne kadar arttığı belirtilmektedir. Morina filetosunun ışınıldıktan sonra %60 CO₂ ve %40 hava içeren MAP ile muhafaza edilmesi ile raf ömürlerinin uzadığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada, avlandıktan itibaren uygun sıcaklıklarda taşınan ve hijyenik ortamlarda kaliteli bir şekilde dondurulan balıkların raf ömürlerinin aynı koşullarda MAP ile paketlenen balıklar ile büyük farklar göstermediği belirtilmektedir (Farber, 1991).

1.4. *Salmo trutta macrostigma*'nın Genel Özellikleri

Ekonomik açıdan büyük öneme sahip olan *Salmo trutta sp.* alt türlerinden kırmızı benekli alabalık ya da dağalası olarak bilinen *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858), Salmonidae familyasından Türkiye'nin en yaygın ve en büyük alabalık alt türüdür. Diğer ekotiplere oranla suların daha hızlı aktığı kaynağa yakın üst bölümlerinde ve dağlık bölgelerin yukarı kısımlarında bulunur. Ülkemizde batıdan doğuya; kuzeyden güneye, denizden yüksekliği 100–150 m ile 2300 m'ler arasında değişen yaz döneminde su sıcaklığı 20°C'yi geçmeyen çağlayanlı akarsu kaynaklarında yaşamaktadır. Tabanı çakıllı, akış hızı yüksek, suları serin (12-19°C), karakteristik alabalık zonu, suyun kaynağına yakın alanları tercih etmektedir (Geldiay ve Balık, 1996; Aras vd., 1997).

Kırmızı benekli alabalık daha çok halk arasında hakiki alabalık diye bilinen ekotiptir. Siyahımsı gri renkli, vücudu mekik şeklindedir ve yan tarafları yassıdır. Sırt yüzgeci siyah lekeli ve kuyruk yüzgeci çatalıdır. Yan çizgisinin üzerinde küçük noktaların kümeleşmesinden meydana gelen bir sıra 10-12 adet iri kırmızı benekleri bulunur. *Salmo trutta macrostigma* ortalama 30 cm uzunlukta ve 0,5-1 kg ağırlıkta, en büyükleri 1 m ve 25 kg kadar ulaşabilirler. Üreme zamanları Eylül ayından Mart ayına kadar uzanır (Behnke, 1968; Emre ve Kürüm, 2007; Geliday ve Balık, 2007).

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Balık Materyali

Çalışmada Tunceli ilinin Ovacık bölgesinde [Munzur Çayı (39°21'31"N, 39°12'59"E)] avlanılan ve ortalama boyları $24,10 \pm 4,50$ cm ve ağırlıkları $160 \pm 55,94$ g olan toplam 126 adet *Salmo trutta macrostigma* kullanılmıştır. Balıklar 11.05.2011 ve 18.05.2011 tarihlerinde strafor kutular içerisinde buzla kaplanarak soğuk zincir şartlarına uygun şekilde zarar görmeden 3-4 saat içinde Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiş olup, aynı gün işleme alınmıştır.



Şekil 2.1. Tunceli ilinin Munzur Çayı çalışma bölgesi



Şekil 2.2. Çalışmada kullanılan *Salmo trutta macrostigma*

2.2. Metot

2.2.1. Deneme Planı

Araştırmada soğuk muhafaza, paketlenme (adi, vakumlu ve modifiye atmosferle %40 CO₂+ %60 N₂) ve muhafaza süresi (4±1°C’de, 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14) faktör olarak alınmış, çalışma 2 tekerrürlü ve 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Balıkların Hazırlanması

Taze olarak laboratuvara getirilen balıkların karın bölgesinden kesilerek iç organları temizlenmiş, mukoza tabakası ve kan pıhtılarından arındırmak için bol su ile iyice yıkanmış ve suları süzdürülmüştür.

2.2.3. Paketleme

Paketlemede adi, vakumlu ve modifiye atmosferde paketlenme (%60 N₂+%40 CO₂ gaz karışımı) olmak üzere üç grup kullanılmıştır.

Adi paketlenen (AP) grup; strafor tabaklara 1 adet balık koyulup streç filmle sarılarak kapatılmıştır.

Vakumla paketlenen (VP) grup; polietilen poşetlere 1 adet balık yerleştirilerek Henkelman Boxer 42 paketleme makinesinde 30 s süreyle vakum uygulanarak kapatılmıştır.

Modifiye atmosferde paketlenen (MAP) grup; polietilen poşetlere 1 adet balık yerleştirilerek Henkelman Boxer 42 paketleme makinesinde vakum uygulanıp daha sonra paketlerin içerisine %60 N₂+%40 CO₂ oranında gaz karışımı verilerek kapatılmıştır. Paketlenen örnekler 4±1°C'de 14 gün boyunca muhafaza edilmiştir.

2.2.4. Örneklerin Alınması ve Analizlere Hazırlanması

Balık kaslarından steril makas ve pens yardımıyla, mikrobiyolojik analizler için steril stomacher torbalarına, kimyasal analizler için ise beherlere örnekler alınmıştır.

Örneklere taze materyalde başlanarak, besin bileşimi (nem, ham yağ, ham protein ve kül), kimyasal (pH, toplam uçucu bazik asit ve tiyobarbitürik asit sayısı), mikrobiyolojik (toplam aerob mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısı, maya-küf sayısı) ve duyuşal (kalite indeks metodu) kalite analizleri yapılmıştır. Soğukta (4±1°C) muhafaza edilmiş örneklerin raf ömürleri süresince kalitelerinde meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla kimyasal ve duyuşal (örnekler poşetler açılmadan ve açıldıktan sonra) özellikleri muhafaza periyodunun 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14. günlerinde, mikrobiyolojik özellikleri ise muhafaza periyodunun 12. gününe kadar analiz edilmiştir.

2.2.5. Besin Bileşimi Analizleri

2.2.5.1. Su Miktarının Belirlenmesi

Su miktarının saptanmasında etüvde kurutma yöntemi kullanılmıştır. Kroze etüvde 105°C'de 1 saat süreyle kurutulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra

0,1 mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş örnekten darası alınan krozeeye yaklaşık 5-10 g koyularak sabit bir ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda örneğe ait su miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Su miktarı} = \frac{G2 - G1}{G1 - G} \times 100$$

G: Krozenin darası (g)

G1: Kroze darası+ Örnek (g)

G2: Kroze darası +Örnek (Kurutulduktan sonra) (g)

2.2.5.2. Protein Miktarının Belirlenmesi

Toplam ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC, 2000) göre yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri içerisindeki 1 g homojenize edilmiş örnek üzerine, 2 adet katalizör (3,5 g K₂SO₄, 0,0035g Se) ve 25 ml H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesinde örnekler berrak yeşil renge alana kadar 1-2 saat yakılmıştır. Oda sıcaklığına geldikten sonra örneğin bulunduğu tüp ve 25 ml %4'lük borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen ile kjeldahl cihazına yerleştirilmiştir. Tüpe yaklaşık 75 ml su ve 50 ml %40'lük NaOH otomatik olarak çekilmiştir. 5 dakika distilasyon işlemi yapılmıştır. Kjeldahl cihazından alınan erlen içerisindeki solüsyon 0,1 N HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları bulunmuştur (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Protein} = \frac{(\text{Sarfıyat-kör}) \times \text{HCl Normalite} \times 0,014 \times \text{Faktör} \times 100 \times F}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

F: Azotu proteine çevirme kat sayısı (6,25)

2.2.5.3. Yağ Miktarının Belirlenmesi

Yağ tayini Sokslet ekstraksiyon cihazı (Velp, SER148) ve çözücü olarak dietil eter kullanılarak yapılmıştır. Kuru madde tayini yapılmış örnekte 3-5 g alınıp kartuş içerisine

konulduktan sonra üzeri pamukla kapatılarak ekstraktöre yerleştirilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş ve ağırlığı alınmış balona yaklaşık 150 ml dietil eter konularak Sokslet ünitesi çalıştırılmıştır. Balon ünitiden çıkartılarak 105°C'deki etüvde içindeki çözücü uçana kadar bekletilmiştir. Daha sonra desikatörde soğutulan balon 0,1 mg hassasiyetli terazide tartılmış ve sonuçlar aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{Yağ} = \frac{G_2 - G_1}{G} \times 100$$

G: Alınan örnek miktarı (g)

G₁: Sokslet balonunun darası (g)

G₂: Ekstraksiyondan sonraki balonun ağırlığı (g)

2.2.5.4. Kül Miktarının Belirlenmesi

Ham kül analizinde kullanılan porselen krozeler ilk önce 105°C'de 2 saat süreyle etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra 0,1 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içerisine homojenize edilmiş örnekten 3-5 g tartılıp bu örnekler 550-600°C'de rengi açık gri oluncaya kadar yakılmış ve ardından desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır. Örneğe ait % ham kül sonuçları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{Kül} = \frac{G_2 - G}{G_1 - G} \times 100$$

G: Porselen krozenin darası (g)

G₁: Dara + Örnek (g)

G₂: Dara + Kül (g)

2.2.6. Kimyasal Kalite Analizleri

2.2.6.1. pH Tayini

Örneklerin pH değerleri, Thermo Scientific Orion 3-Star Benchtop batırma ve saplama tipi pH metre ile ölçülmüştür (AOAC, 1990).

2.2.6.2. Toplam Uçucu Baz Azotu (TVB-N) Miktarının Belirlenmesi

Örneklerdeki TVB-N miktarının belirlenmesinde Varlık vd. (1993)'nin bildirdiği yöntem uygulanmıştır. Uygulanan yöntemde homojenize edilmiş 10 g örnek alınarak Kjeldahl aleti tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 2 g MgO ve 100 ml distile su eklenmiştir. 250 ml'lik erlenler içerisine ise 100 ml su ve 10 ml %3'lük borik asit ve 7-8 damla Taşiro indikatörü eklenmiştir. Bu işlemden sonra tüp ve erlen Kjeldahl cihazına yerleştirilerek erlen içerisinde 200 ml destilat elde edilene kadar destilasyon yapılmıştır. Elde edilen destilat 0,1 N'lik HCl asit ile mevcut rengin pembemsi renge döndüğü noktaya kadar titre edilmiştir. TVB-N miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{mg TVB-N/100 g} = \frac{A \times 1,4 \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

A: Harcanan 0,1 N HCl Miktarı (ml)

2.2.6.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısının Belirlenmesi

Tarladgis vd. (1960)'nin uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş örnekten 10 g örnek 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak, Kjeldahl cihazının tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 97,5 ml distile su ve 2,5 ml (1:2)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiş ve 200 ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edilmiştir. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak, 5 ml' si cam kapaklı deney tüpüne yerleştirilmiş ve üzerine de %90'luk 100 ml glacial asetik asit içerisinde 0,2883 g çözdürülmüş 5 ml TBA reaktifi ilave edilerek tüpün kapağı kapatılıp, bir vorteks kullanılarak karıştırılmıştır. Kör için ise bir başka deney tüpüne 5 ml TBA reaktifi ve 5 ml distile su ilave edilerek kapağı kapatılıp yine vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra spektrofotometre tüplerine aktarılarak 538 nm dalga boyunda köre karşı, optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7,8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır.

2.2.7. Mikrobiyolojik Analizler

2.2.7.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler için, balık örneğinden 10 g steril plastik torbaya (Stomacher 400) ve üzerine steril %0,1'lik peptonlu sudan 90 ml ilave edilerek Stomacher'de (Lab Bagmixer interscience) homojenize edilmiştir. Böylece örneğin 10^{-1} (1/10) lik dilüsyonu hazırlanmıştır. Bu dilüsyondan aynı seyrelticiyi kullanmak suretiyle uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve aşağıda belirtilen sayımlar yapılmıştır. Sonuçlar ise log kob/g olarak verilmiştir. Örneklerin her seyreltisinden 1'er ml kullanılarak çift seri halinde plak dökme metoduyla ekimleri yapılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda 30-300 koloni içeren plaklar değerlendirilmiştir (Varlık vd., 1993; Harrigan, 1998).

2.2.7.2. Toplam Aerob Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

Toplam aerob mezofilik bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar) (Oxoid CM 85) besi yeri kullanılarak dökme plak yöntemiyle çift seri plak kullanılarak yapılan ve $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda petri kutuları sayılarak, toplam aerob mezofilik bakteri sayısı belirlenmiştir (Harrigan, 1998; Halkman, 2005).

2.2.7.3. Toplam Aerob Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayımı

Toplam aerob psikrofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar besiyeri (PCA) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 7°C 'de 7 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

2.2.7.4. Maya-Küf Sayımı

Balık örneklerinde maya ve küf sayımı için %10'luk tartarik asit ilave edilerek pH'sı 3,5'e düşürülmüş Potato Dextrose Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır. Plaklar 25°C 'de 5 günlük inkübasyondan sonra sayım yapılarak maya ve küf sayısı belirlenmiştir (Oxoid, 1982).

2.2.8. Duyusal Analizler

Örneklerin duyusal analizleri 10 kişilik uzman panelist grup tarafından yapılmıştır. Değerlendirmede genel görünüm, gözler ve solungaç kriterleri esas alınmıştır. Örnekler muhafazanın belirli günlerinde (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14. günlerde) duyusal açıdan analiz edilmiştir (Alasalvar vd., 2001).

Tablo 2.1. *Salmo trutta macrostigma* için modifiye edilmiş kalite indeks metodu (Alasalvar vd., 2001).

Kalite Parametresi	Karakter	Puan
Genel görünüm	Dış görünüş	0 Parlak, ışıltılı 1 Parlak 2 Biraz donuk 3 Donuk
	Deri	0 Sıkı 1 Yumuşak
	Mukus	0 Yok 1 Biraz yapışkan 2 Yapışkan 3 Çok yapışkan
	Serlik	0 Pre- rigor 1 Rigor 2 Post rigor
Gözler	Parlaklık	0 Şeffaf 1 Biraz bulanık 2 Bulanık
	Şekil	0 Normal 1 Biraz çökmüş 2 Çökmüş
	İris	0 Görünür 1 Biraz görünüyor 2 Görünmüyor
	Kan	0 Kan yok 1 Biraz kanlı 2 Kanlı 3 Çok kanlı
Solungaçlar	Renk	0 Karakteristik 1 Kırmızı 2 Kahverengi 3 Koyu kahverengi
	Koku	0 Doğal 1 Balık kokusu 2 Bayat 3 Çürümüş
	Mukus	0 Yok 1 İnce 2 Orta 3 Aşırı
Toplam puan		27

2.2.9. İstatistiki Analizler

Araştırmada elde edilen veriler SPSS ® 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Şekiller ise Excel 2010 programında kullanılarak çizilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Besin Bileşimi

Salmo trutta macrostigma'nın besin bileşimi Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. *Salmo trutta macrostigma* etinin besin bileşimi

Besin bileşimi	(%)
Su	77,68±0,87
Ham Protein	18,70±0,1
Ham Yağ	1,31±0,40
Ham Kül	1,33 ±0,42

3.2. Kimyasal Değerlendirme

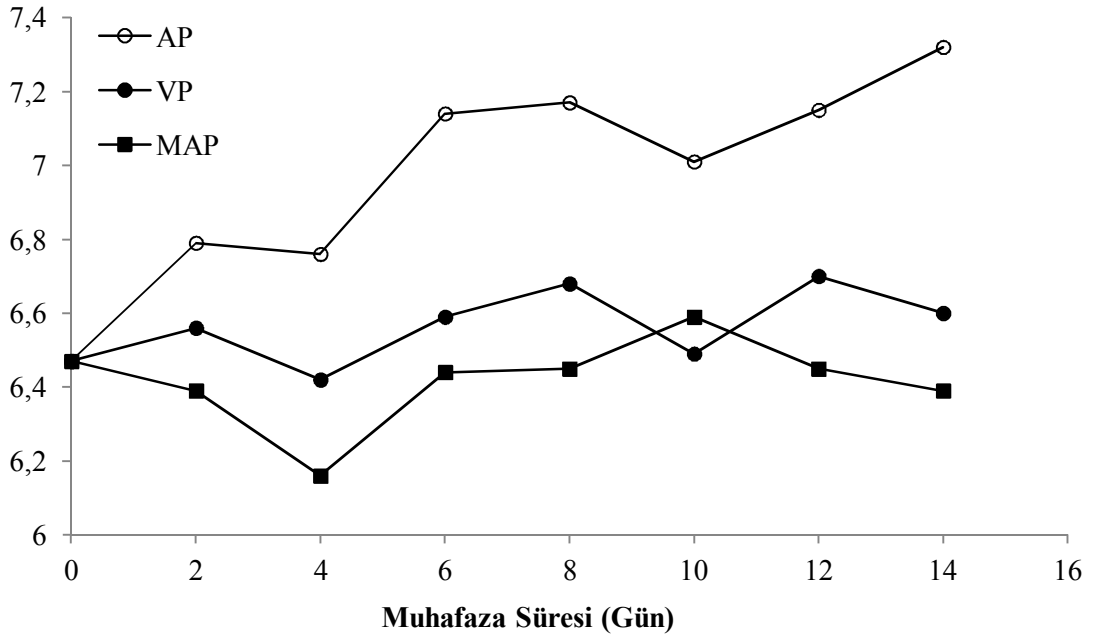
3.2.1. pH Değeri

Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'da soğuk muhafaza süresince belirlenen pH miktarındaki değişimler, Tablo 3.2 ve Şekil 3.1'de verilmiştir. Muhafaza süresince balık etinin pH değerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). *Salmo trutta macrostigma*'nın başlangıç pH değerleri 6,47 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresince alabalık etindeki pH değeri 6,16 ve 7,32 arasında saptanmış olup, muhafaza süresince düzensiz değişimler gözlenmiştir.

Tablo 3.2. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan pH değerleri

Muhafaza Günleri	Gruplar		
	AP	VP	MAP
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
0	6,47±0,16 ^{aA}	6,47±0,16 ^{aA}	6,47±0,16 ^{aBC}
2	6,79±0,03 ^{aB}	6,56±0,01 ^{bAB}	6,39±0,04 ^{cB}
4	6,76±0,18 ^{aB}	6,42±0,05 ^{bA}	6,16±0,00 ^{cA}
6	7,14±0,23 ^{aC}	6,59±0,08 ^{bAB}	6,44±0,02 ^{bBC}
8	7,17±0,13 ^{aC}	6,68±0,17 ^{bB}	6,45±0,10 ^{bBC}
10	7,01±0,11 ^{aBC}	6,49±0,06 ^{bA}	6,59±0,09 ^{bC}
12	7,15±0,05 ^{aC}	6,70±0,04 ^{bB}	6,45±0,02 ^{cBC}
14	7,32±0,10 ^{aD}	6,60±0,20 ^{bAB}	6,39±0,01 ^{cB}

a,b,c (→): Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)
A,B,C (↓): Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)
± : Standart sapma



Şekil 3.1. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan pH değerleri

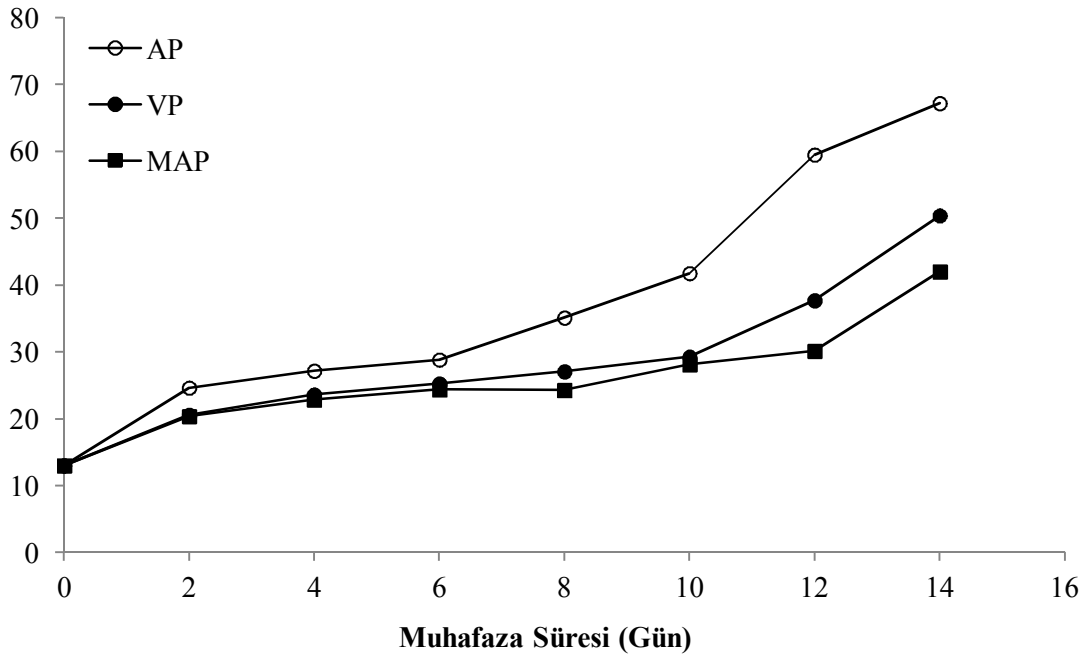
3.2.2. TVB-N Değeri

Salmo trutta macrostigma'nın 4±1°C'de muhafazası esnasında elde edilen TVB-N değerlerindeki değişimler, Tablo 3.3 ve Şekil 3.2'de verilmiştir. *Salmo trutta macrostigma*'nın başlangıç TVB-N değeri 13,02 mg/100 g tespit edilmiştir. Tüm gruplarda TVB-N değeri muhafaza süresince sürekli bir artış gösterdiği ve bu artışta istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0,05) belirlenmiştir. Muhafazanın 2. gününden itibaren AP grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir (p<0,05). Muhafazanın 6. gününde tüm gruplarda TVB-N değerleri 24,36 ile 28,84 mg/100g arasında belirlenmiştir. Muhafazanın 8. gününde ise 24,27 ile 35,13 mg/100g arasında saptanmıştır. AP grupta 8. günde (35,13 mg/100 g), VP grupda 12. günde (37,70 mg/100 g), MAP grubunda ise 14. günde (42,00 mg/100 g) tüketilebilirlik özelliğini kaybettiği saptanmıştır.

Tablo 3.3. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TVB-N değerleri (mg/100g)

Muhafaza Günleri	Gruplar		
	AP	VP	MAP
	X±S _x	X±S _x	X±S _x
0	13,02±0,85 ^{aA}	13,02±0,85 ^{aA}	13,02±0,85 ^{aA}
2	24,64±0,84 ^{aB}	20,57±1,59 ^{bB}	20,37±0,86 ^{bB}
4	27,17±1,71 ^{aB}	23,60±0,87 ^{bC}	22,87±0,40 ^{bB}
6	28,84±1,70 ^{aB}	25,25±0,33 ^{bCD}	24,36±1,70 ^{bBC}
8	35,13±1,42 ^{aC}	27,07±0,68 ^{bD}	24,27±3,23 ^{bBC}
10	41,77±1,06 ^{aD}	29,26±1,18 ^{bE}	28,12±1,97 ^{bCD}
12	59,50±2,33 ^{aE}	37,70±1,25 ^{bF}	30,13±1,27 ^{cd}
14	67,2±1,55 ^{aF}	50,4±1,11 ^{bG}	42,00±1,92 ^{ce}

a,b,c (→): Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)
A,B,C (↓): Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)
± : Standart sapma



Şekil 3.2. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında saptanan TVB-N değerleri

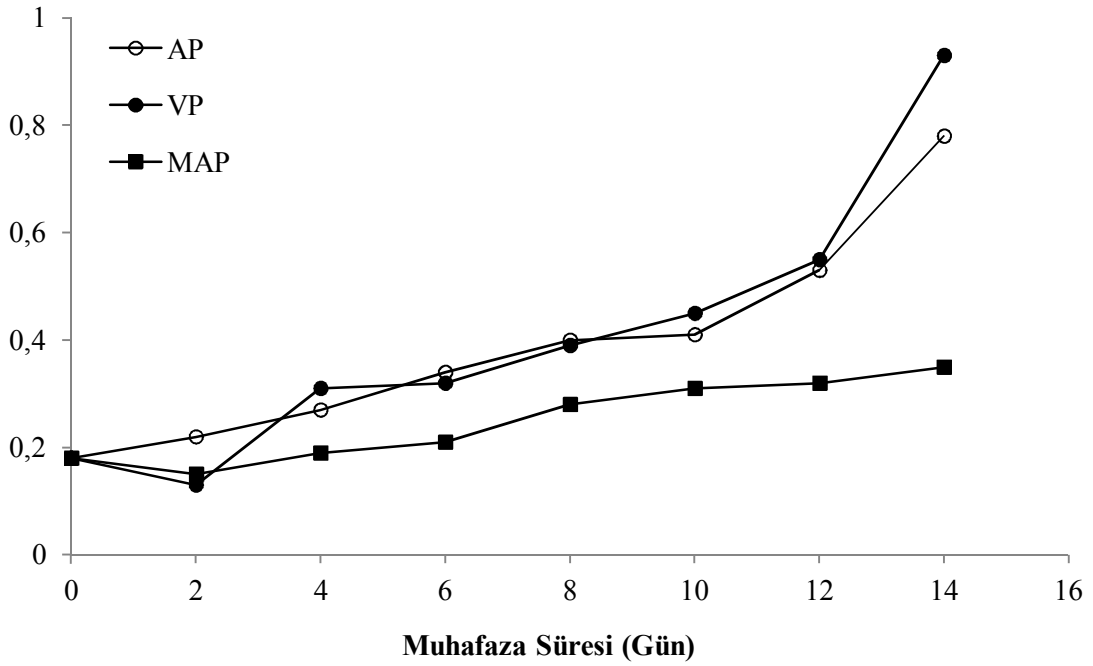
3.2.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri

Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'da soğuk muhafaza süresince belirlenen TBA değerindeki değişimler, Tablo 3.4 ve Şekil 3.3'de verilmiştir. Muhafaza süresince TBA değerinde istatistiksel olarak önemli değişimler gözlenmiştir ($p < 0.05$). Başlangıç TBA değeri 0,18 mg malonaldehit (MA)/kg olup, muhafaza süresince tüm gruplarda 1,00 mg MA/kg'ın altında saptanmıştır. 4. günde MAP ile diğer gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0,05$) belirlenmiştir. Muhafazanın 8. gününde örneklerin TBA değerleri 0,28 ile 0,40 mg MA/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Tablo 3.4. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TBA (mg MA/kg) değerleri

Muhafaza Günleri	Gruplar		
	AP	VP	MAP
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
0	0,18±0,04 ^{aA}	0,18±0,04 ^{aA}	0,18±0,04 ^{aA}
2	0,22±0,09 ^{aA}	0,13±0,01 ^{aA}	0,15±0,02 ^{aA}
4	0,27±0,05 ^{aAB}	0,31±0,00 ^{aB}	0,19±0,00 ^{bA}
6	0,34±0,30 ^{aAB}	0,32±0,05 ^{aB}	0,21±0,00 ^{aA}
8	0,40±0,21 ^{aAB}	0,39±0,14 ^{aBC}	0,28±0,03 ^{aB}
10	0,41±0,01 ^{aAB}	0,45±0,04 ^{aCD}	0,31±0,00 ^{bB}
12	0,53±0,12 ^{aB}	0,55±0,01 ^{aD}	0,32±0,06 ^{bB}
14	0,78±0,03 ^{aC}	0,93±0,01 ^{bE}	0,35±0,01 ^{cB}

a,b,c (→): Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)
A,B,C (↓): Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)
± : Standart sapma



Şekil 3.3. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan TBA değerleri

3.3. Mikrobiyolojik Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler

3.3.1. Toplam Aerob Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısı

Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'da soğuk muhafaza süresince saptanan toplam aerob mezofilik bakteri (TAMB) sayısındaki değişimler, Tablo 3.5 ve Şekil 3.4'de verilmiştir. *Salmo trutta macrostigma*'nın başlangıç TAMB sayısı 4,23 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bütün gruplarda muhafazanın 2. gününde azalma belirlenmiştir. Muhafazanın 2. gününden sonra TAMB sayısında muhafaza süresince istatistiksel olarak önemli artışlar belirlenmiştir ($p<0,05$). Muhafaza süresince en yüksek değerler AP grubu ve bunu takiben VP uygulanan gruplarda gözlenmiştir. MAP uygulaması bakteri gelişiminde istatistiksel olarak önemli düşümlere yol açmıştır ($p<0,05$).

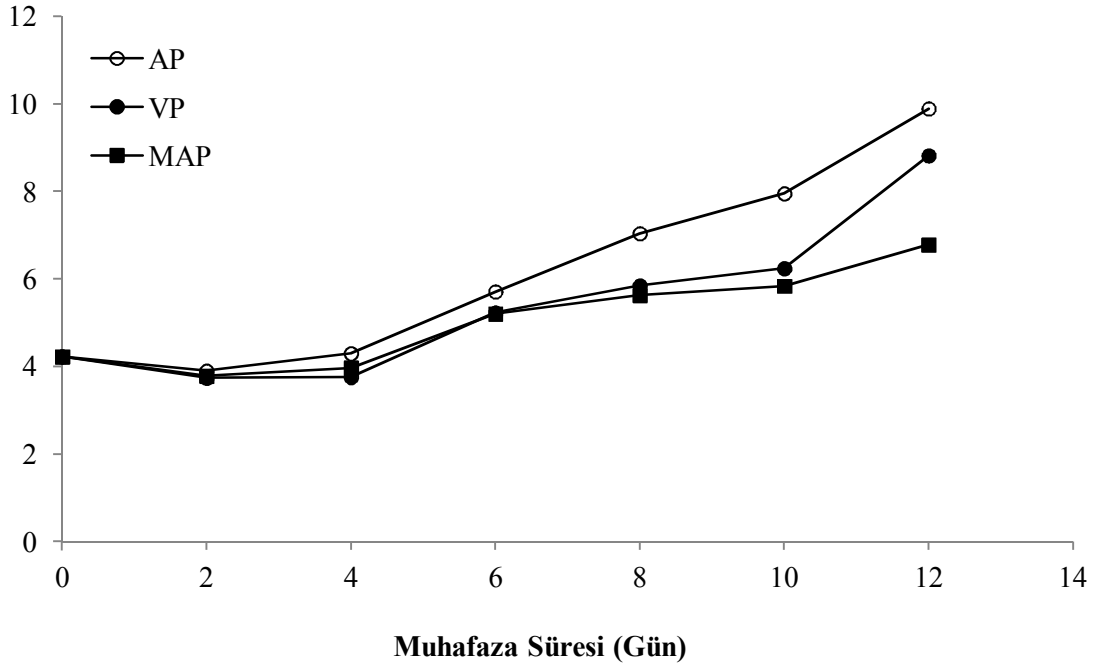
Tablo 3.5. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında saptanan toplam aerob mezofilik bakteri (TAMB) sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar		
	AP	VP	MAP
	$\bar{X}\pm S_x$	$\bar{X}\pm S_x$	$\bar{X}\pm S_x$
0	4,23 \pm 0,97 ^{aA}	4,23 \pm 0,97 ^{aA}	4,23 \pm 0,97 ^{aA}
2	3,90 \pm 0,21 ^{aA}	3,74 \pm 0,20 ^{aA}	3,79 \pm 0,36 ^{aA}
4	4,30 \pm 0,70 ^{aA}	3,76 \pm 0,67 ^{aA}	3,97 \pm 0,22 ^{aA}
6	5,71 \pm 0,14 ^{aB}	5,23 \pm 0,52 ^{bB}	5,21 \pm 0,10 ^{bB}
8	7,04 \pm 0,90 ^{aC}	5,85 \pm 0,35 ^{bB}	5,63 \pm 0,78 ^{bB}
10	7,95 \pm 0,45 ^{aC}	6,24 \pm 0,76 ^{bB}	5,84 \pm 0,47 ^{bB}
12	9,89 \pm 0,55 ^{aD}	8,82 \pm 0,92 ^{bC}	6,78 \pm 0,39 ^{cC}

a,b,c (→): Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$)

A,B,C (↓): Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$)

± : Standart sapma



Şekil 3.4. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında saptanan toplam aerob mezofilik bakteri sayısı

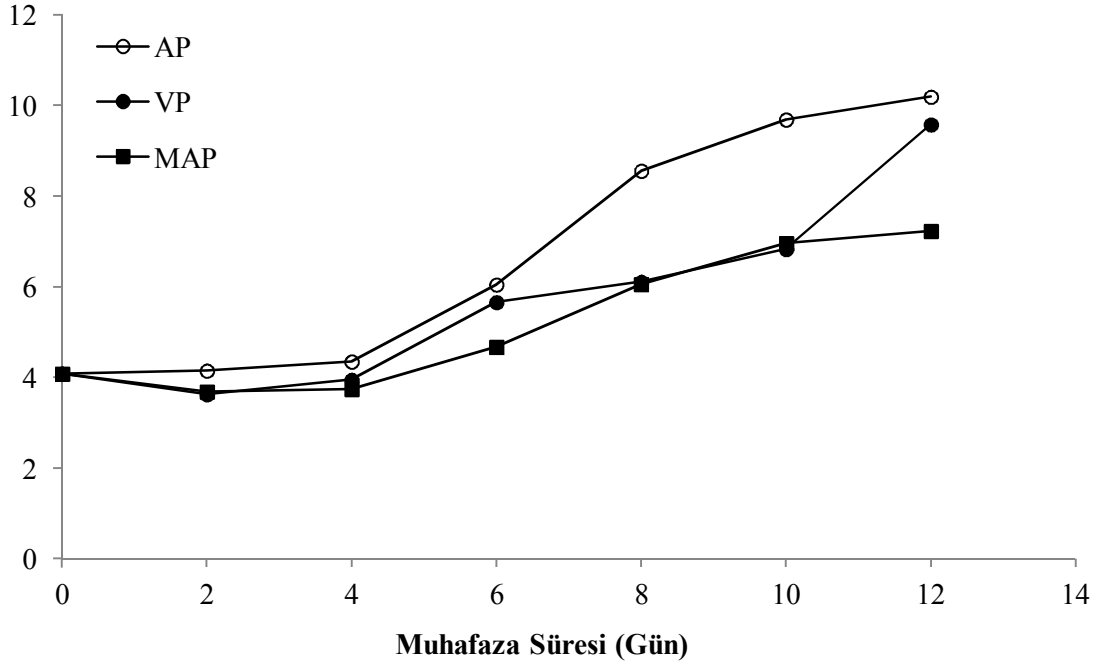
3.3.2. Toplam Aerob Psikrofilik Bakteri (TAPB) Sayısı

Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'da soğuk muhafaza sırasında saptanan toplam aerob psikrofilik bakteri sayısı sonuçları, Tablo 3.6 ve Şekil 3.5'de verilmiştir. *Salmo trutta macrostigma*'nın başlangıç TAPB sayısı ortalama 4,08 log kob/g olan toplam aerob psikrofilik bakteri sayısı muhafazanın 2. gününde VP ve MAP gruplarda düşüşler tespit edilmiştir. Muhafazanın 2. gününde örnekler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Muhafazanın 8. gününde TAPB sayısı 8,56 log kob/g değeriyle en yüksek AP grupta, 6,06 log kob/g değeriyle de en düşük MAP grupta olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süresince en hızlı artışlar AP uygulanan grupta gözlenirken, VP ve MAP uygulanan gruplar en düşük TAPB değerine sahip olduğu saptanmıştır. Muhafaza süresince TAPB sayısında istatistiksel olarak önemli artışlar gözlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.6. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan toplam aerob psikrofilik bakteri (TAPB) sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar		
	AP	VP	MAP
	X±S _X	X±S _X	X±S _X
0	4,08±0,80 ^{aA}	4,08±0,80 ^{aA}	4,08±0,80 ^{aA}
2	4,15±1,39 ^{aA}	3,63±0,47 ^{aA}	3,69±0,91 ^{aA}
4	4,35±0,46 ^{aA}	3,95±0,56 ^{aA}	3,75±0,51 ^{aA}
6	6,05±0,34 ^{aB}	5,66±0,58 ^{abB}	4,67±0,88 ^{bA}
8	8,56±0,76 ^{aC}	6,11±0,41 ^{bBC}	6,06±0,43 ^{bB}
10	9,69±0,88 ^{aCD}	6,83±0,77 ^{bC}	6,96±0,40 ^{bBC}
12	10,19±0,85 ^{aD}	9,58±0,84 ^{aD}	7,23±0,73 ^{bC}

a,b,c (→): Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)
A,B,C (↓): Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)
± : Standart sapma



Şekil 3.5. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında saptanan toplam aerob psikrofilik bakteri sayısı

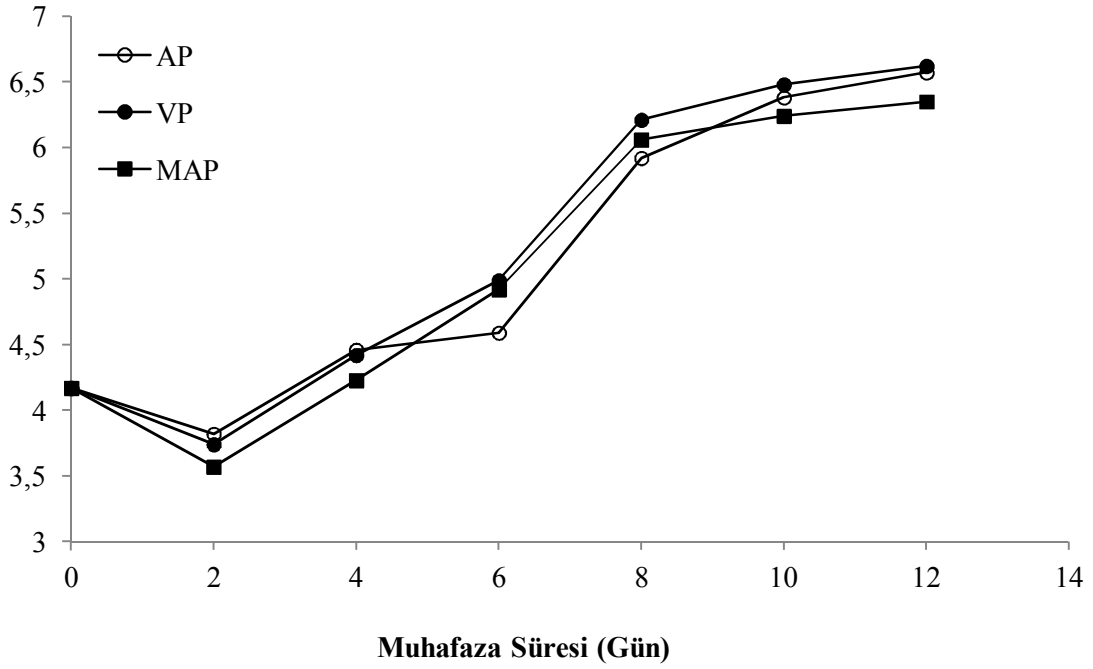
3.3.3. Maya-Küf Sayısı

Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'da soğuk muhafaza süresince saptanan toplam maya-küf sayılarına ait değişimler, Tablo 3.7 ve Şekil 3.6'da verilmiştir. *Salmo trutta macrostigma*'nın etindeki başlangıç maya-küf sayısı 4,17 log kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafazanın 2. gününde bütün gruplarda düşüşler tespit edilmiştir. Daha sonraki muhafaza günlerinde maya- küf sayısının sürekli bir artış gösterdiği ve bu artışında istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Tablo 3.7. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında saptanan maya-küf sayısı (log kob/g)

Muhafaza Günleri	Gruplar		
	AP	VP	MAP
	$\bar{X}\pm S_x$	$\bar{X}\pm S_x$	$\bar{X}\pm S_x$
0	4,17 \pm 0,20 ^{aA}	4,17 \pm 0,20 ^{aAB}	4,17 \pm 0,20 ^{aB}
2	3,82 \pm 0,42 ^{aA}	3,74 \pm 0,06 ^{aA}	3,57 \pm 0,21 ^{aA}
4	4,46 \pm 0,32 ^{aA}	4,42 \pm 0,46 ^{aBC}	4,23 \pm 0,25 ^{aB}
6	4,59 \pm 0,32 ^{aA}	4,99 \pm 0,57 ^{aC}	4,92 \pm 0,44 ^{aC}
8	5,92 \pm 0,72 ^{aB}	6,21 \pm 0,51 ^{aD}	6,06 \pm 0,61 ^{aD}
10	6,38 \pm 0,81 ^{aB}	6,48 \pm 0,42 ^{aD}	6,24 \pm 0,49 ^{aD}
12	6,57 \pm 0,44 ^{aB}	6,62 \pm 0,38 ^{aD}	6,35 \pm 0,42 ^{aD}

a,b,c (→): Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C (↓): Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$)
± : Standart sapma

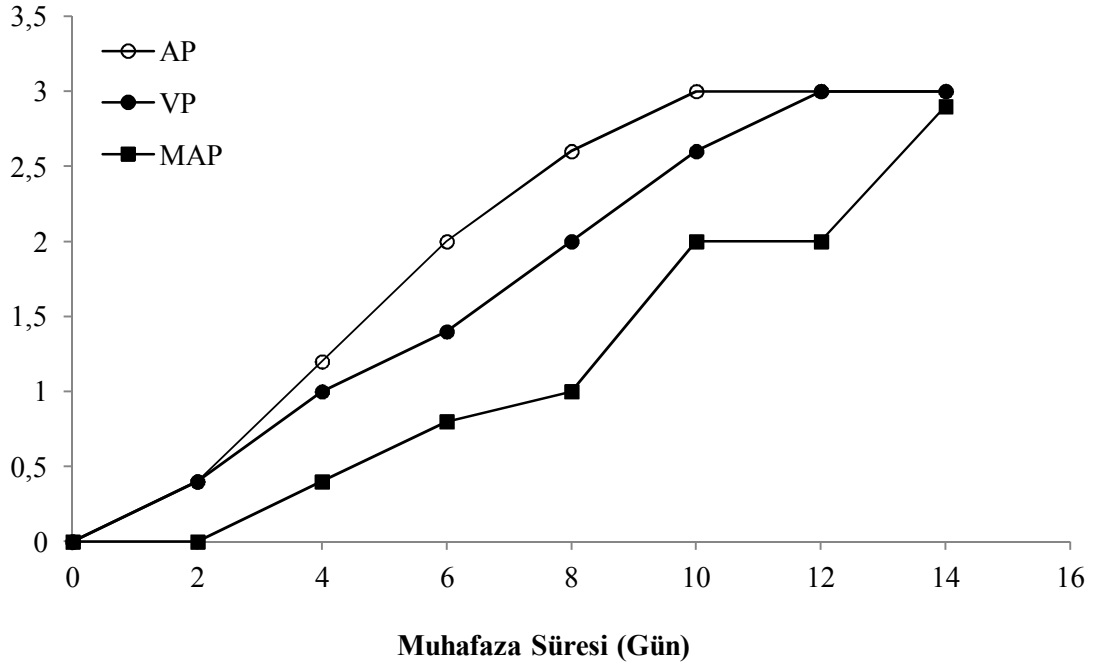


Şekil 3.6. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında saptanan maya-küf sayısı

3.4. Duyusal Değişimler

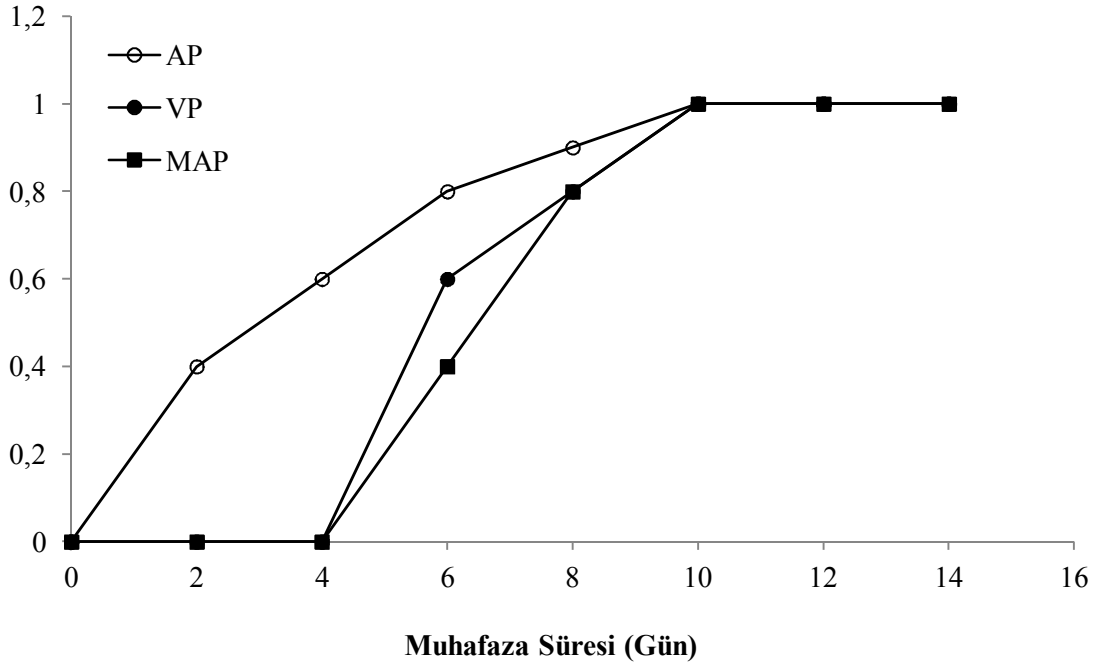
Farklı şekilde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* örneklerinin muhafaza süresince duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 3.7 – 3.9, Şekil 3.7 – 3.17’de gösterilmiştir. Balıklar 10 kişilik uzman panelist grup tarafından genel görünüm (dış görünüş, deri, mukus, sertlik), gözler (parlaklık, şekil, iris, kan) ve solungaçlar (renk, koku, mukus) bakımından değerlendirilmiştir. *Salmo trutta macrostigma*’da başlangıçta gözler şeffaf, solungaçlar diri ve parlak renkli ve temiz kendine has kokusuna sahip olduğu belirlenmiştir.

Soğuk muhafaza süresinde örneklerin genel görünümün dış görünüm puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.7’de verilmiştir. Dış görünüm puanları zamana bağlı olarak artış göstermiştir. MAP gruplarda muhafazanın 2. gününe kadar dış görünüm puanlarında bir değişim olmamıştır (0 puan). Muhafaza boyunca puan değerinin artması balık tazeliğinin giderek azalmasının göstergesidir. Muhafaza süresi boyunca gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



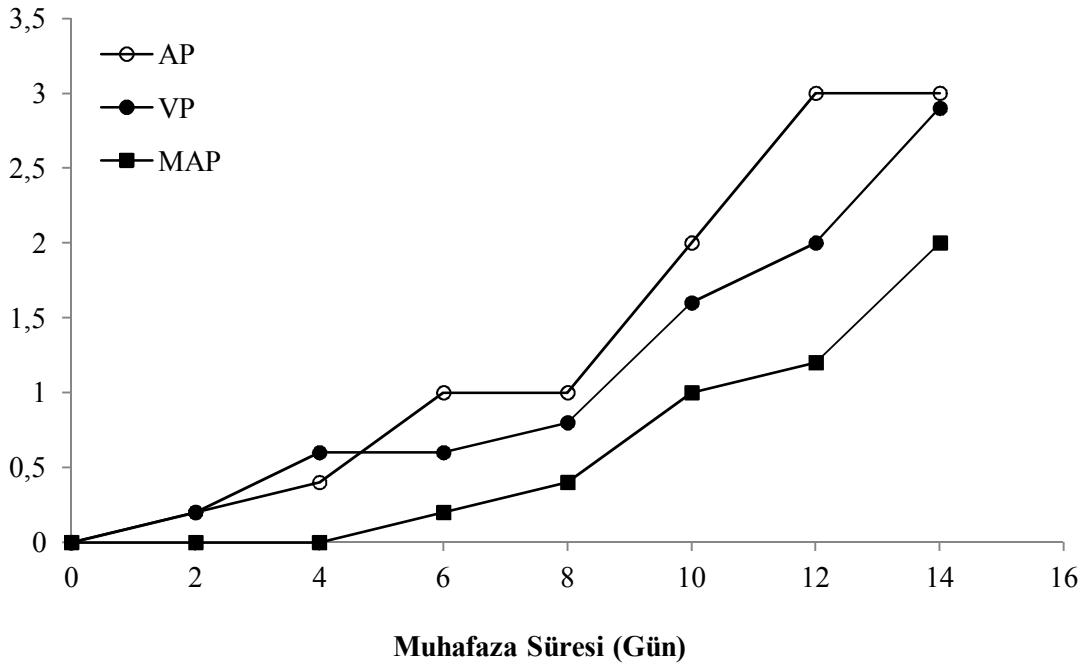
Şekil 3.7. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında genel görünüm (dış görünüm) puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresinde örneklerin genel görünümünün deri puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.8'de verilmiştir. Örneklerin deri puanlarında zamana bağlı olarak önemli oranda yükselişler ($p < 0,05$) tespit edilmiştir. VP ve MAP gruplarda muhafazanın 4. gününe kadar deri puanlarında bir değişim tespit edilmemiştir (0 puan). Muhafazanın 6. gününe kadar VP ve MAP gruplar ile AP gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir değişim gösterdiği saptanmıştır ($p < 0,05$).



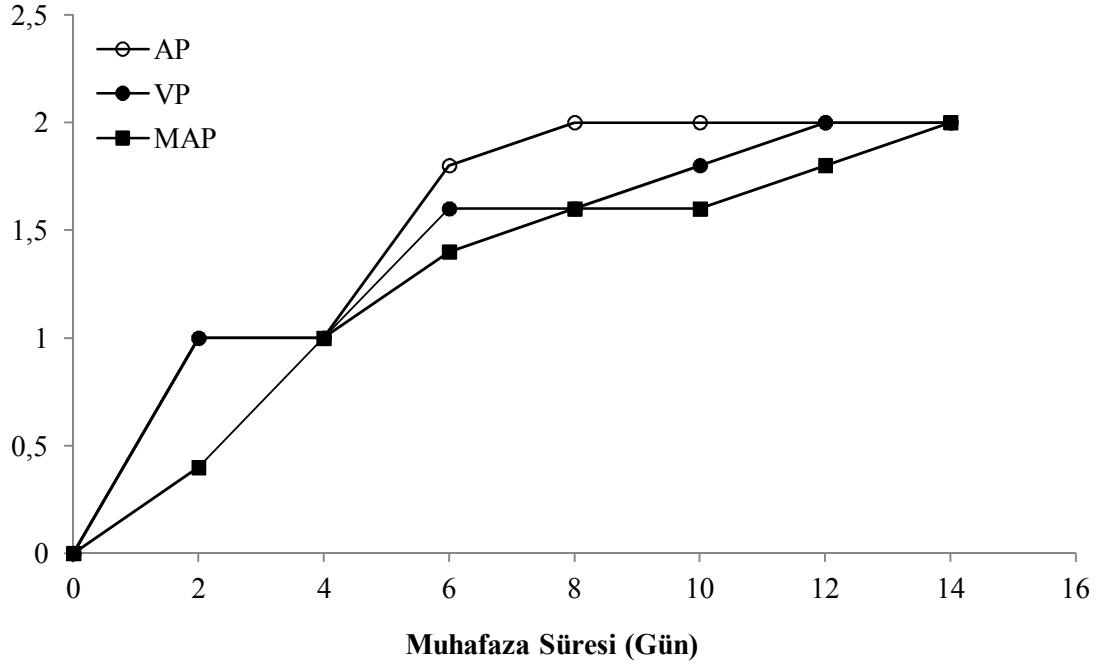
Şekil 3.8. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında genel görünüm (deri) puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresinde örneklerin genel görünümünün mukus puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.9'da verilmiştir. Muhafaza süresince gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



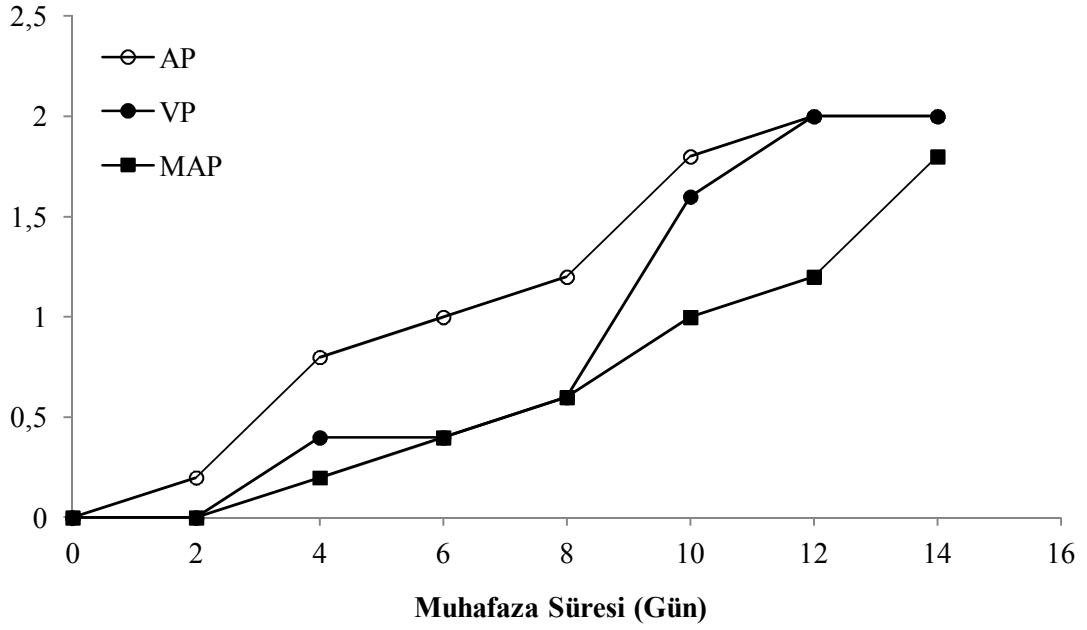
Şekil 3.9. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında genel görünüm (mukus) puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresinde örneklerin genel görünümün sertlik puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.10'da verilmiştir. Örneklerin sertlik puanlarında muhafazanın 2. gününde MAP ile diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0,05$) diğer günlerde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık ($p>0,05$) saptanmamıştır.



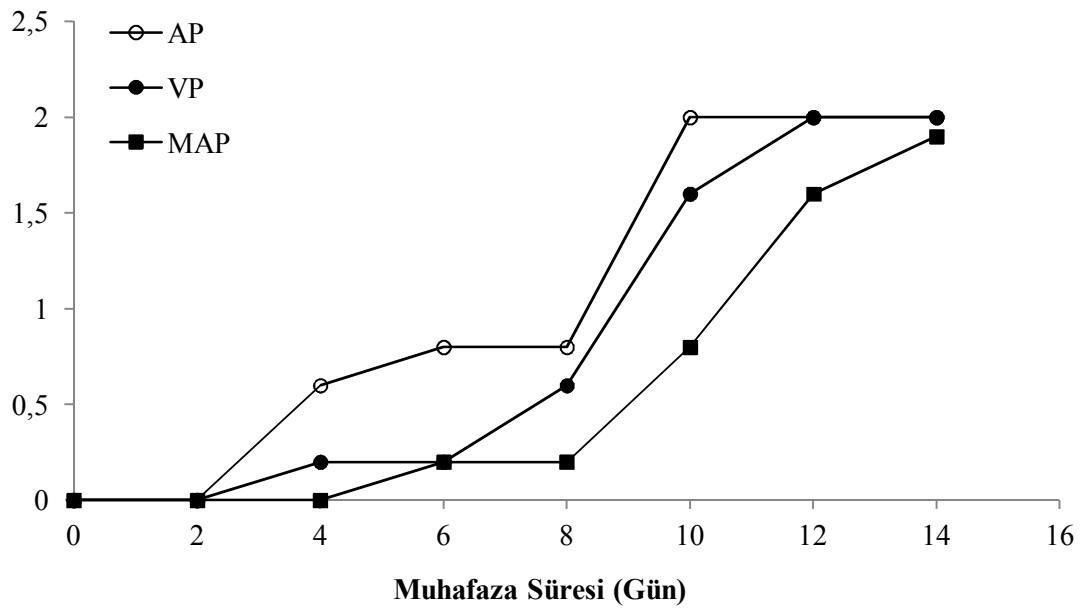
Şekil 3.10. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında genel görünüm (sertlik) puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresinde örneklerin gözlerindeki parlaklık puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.11'de verilmiştir. Balık örneklerinde muhafaza boyunca gözlerindeki parlaklık puanları yükseliş göstermiş ve bu yükseliş istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Balıkların gözlerinde parlaklık AP gruplarda muhafazanın 4. gününde, VP ve MAP gruplarda ise 8. gününden sonra kaybolmuştur.



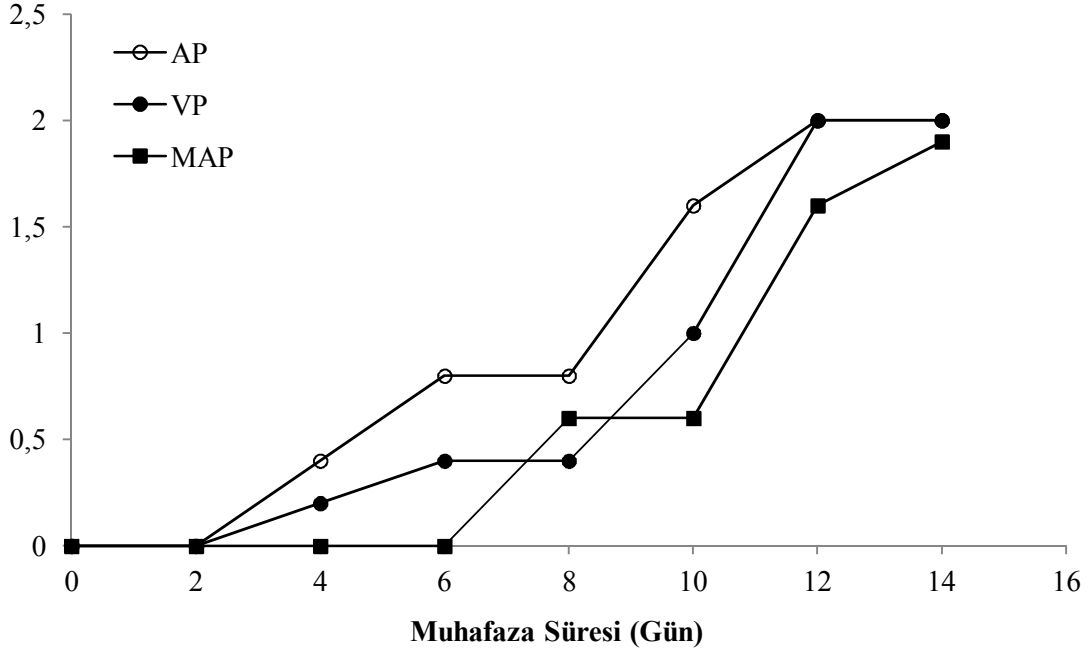
Şekil 3.11. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında gözlerindeki parlaklık puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresince örneklerin gözlerindeki şekil puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.12'de verilmiştir. Muhafazanın 4. gününde AP ile MAP arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Muhafazanın 10. gününde ise MAP grup ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



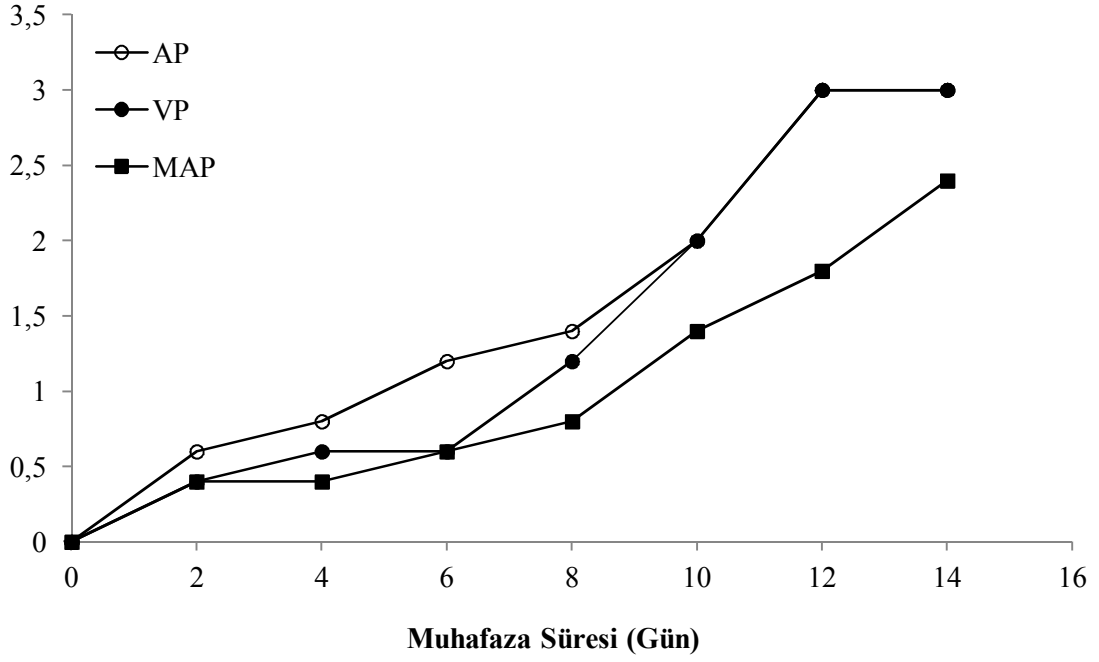
Şekil 3.12. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında gözlerindeki şekil puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresince örneklerin gözlerindeki iris puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.13’de verilmiştir. Muhafazanın 6. ve 10. günlerinde AP ile MAP arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



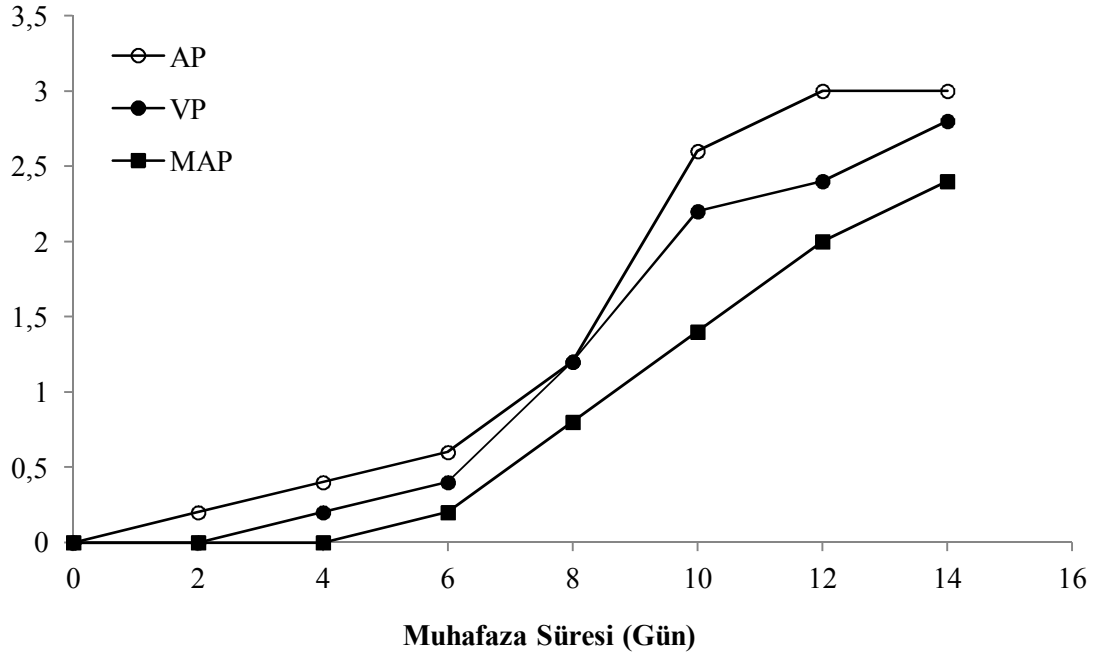
Şekil 3.13. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*’nın soğuk muhafazası ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) sırasında gözlerindeki iris puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresince örneklerin gözlerindeki kan puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.14’de verilmiştir. Muhafaza süresince gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).



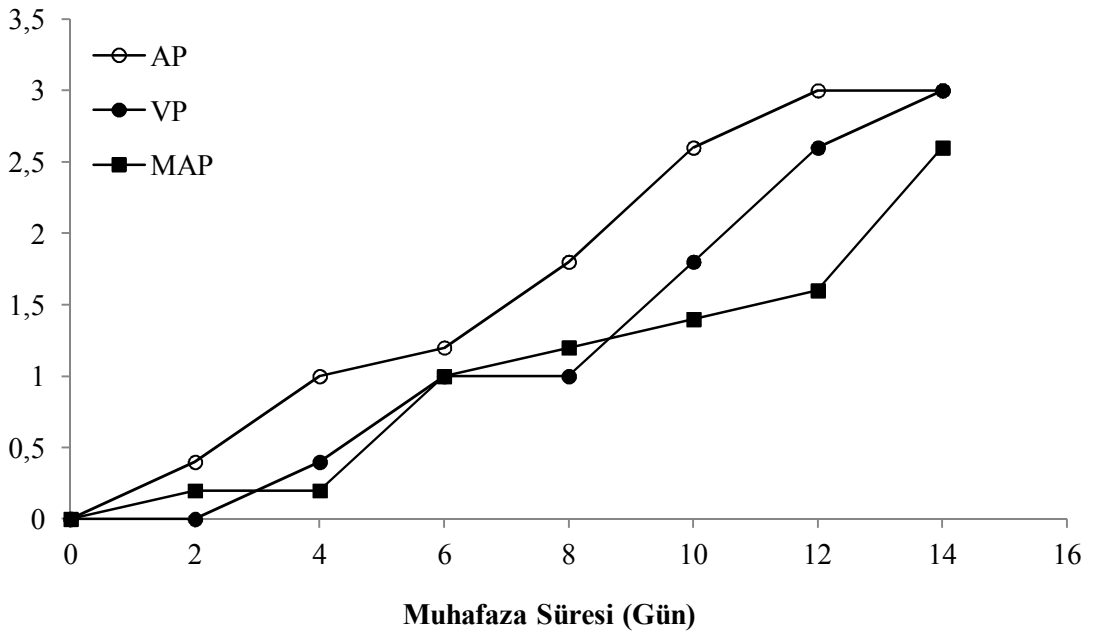
Şekil 3.14. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında gözlerindeki kan puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresince örneklerin solungaçlarındaki renk puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.15'de verilmiştir. VP grupta muhafazanın 2. gününe ve MAP grupta ise 4. gününe kadar solungaçlarındaki renk puanlarında değişim belirlenmemiştir (0 puan). Muhafazanın ilk günlerinde açık pembe renkte olan solungaçlar muhafaza sonunda koyu kırmızı renge dönüşmüştür. Özellikle muhafazanın 10. gününde MAP grubunun diğer gruplarla arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.



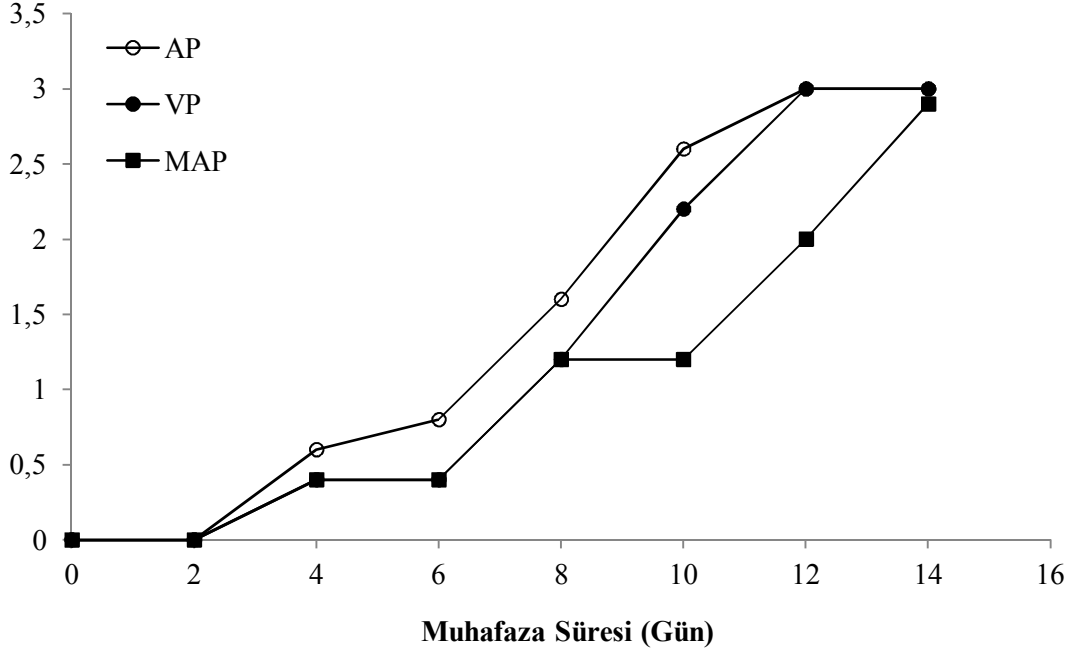
Şekil 3.15. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında solungaçlarındaki renk puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresince örneklerin solungaçlardaki koku puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.16'da verilmiştir. Muhafazanın 4. gününden itibaren AP grup ile diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Muhafazanın 10. gününde gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 3.16. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasında solungaçlarındaki koku puanlarında meydana gelen değişimler

Soğuk muhafaza süresince örneklerin solungaçlarındaki mukus puanlarında meydana gelen değişimler, Şekil 3.17’de verilmiştir. Muhafazanın 10. gününde MAP’ın diğer gruplarla arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.



Şekil 3.17. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* ’nın soğuk muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında solungaçlarındaki mukus puanlarında meydana gelen değişimler

Tablo 3.8. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma*'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında adi paketlemede meydana gelen değişimler

Kalite Parametresi	Karakter	Günler							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Genel görünüm	Dış Görünüş	Parlak-ışılıtlı	Parlak-ışılıtlı	Parlak	Biraz donuk	Donuk	Donuk	Donuk	Donuk
	Deri	Sıkı	Sıkı	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak
	Mukus	Yok	Yok	Yok	Biraz yapışkan	Biraz yapışkan	Yapışkan	Çok yapışkan	Çok yapışkan
	Sertlik	Pre-rigor	Rigor	Rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor
Gözler	Parlaklık	Şeffaf	Şeffaf	Biraz bulanık	Biraz bulanık	Biraz bulanık	Bulanık	Bulanık	Bulanık
	Şekil	Normal	Normal	Biraz çökmüş	Biraz çökmüş	Biraz çökmüş	Çökmüş	Çökmüş	Çökmüş
	İris	Görünüyor	Görünüyor	Görünüyor	Biraz görünüyor	Biraz görünüyor	Görünmüyor	Görünmüyor	Görünmüyor
	Kan	Kan yok	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Kanlı	Çok kanlı	Çok kanlı
Solungaçlar	Renk	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik	Kırmızı	Kırmızı	Kahverengi	Koyu kahverengi	Koyu kahverengi
	Koku	Doğal	Doğal	Balık kokusu	Balık kokusu	Bayat	Çürümüş	Çürümüş	Çürümüş
	Mukus	Yok	Yok	İnce	İnce	Orta	Aşırı	Aşırı	Aşırı
Toplam Puan		0,00±0,00	3,4±0,55	8±1,89	12±1,09	15,2±1,08	23,2±2,65	27±0,00	27±0,00

Tablo 3.9. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında vakum paketlenmede meydana gelen değişimler

Kalite Parametresi	Karakter	Günler							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Genel görünüm	Dış Görünüş	Parlak-ışılıtlı	Parlak-ışılıtlı	Parlak	Parlak	Biraz donuk	Donuk	Donuk	Donuk
	Deri	Sıkı	Sıkı	Sıkı	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak
	Mukus	Yok	Yok	Biraz yapışkan	Biraz yapışkan	Biraz yapışkan	Yapışkan	Yapışkan	Çok yapışkan
	Sertlik	Pre-rigor	Rigor	Rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor
Gözler	Parlaklık	Şeffaf	Şeffaf	Şeffaf	Şeffaf	Biraz bulanık	Bulanık	Bulanık	Bulanık
	Şekil	Normal	Normal	Normal	Normal	Biraz çökmüş	Çökmüş	Çökmüş	Çökmüş
	İris	Görünüyor	Görünüyor	Görünüyor	Görünüyor	Görünüyor	Biraz görünüyor	Görünmüyor	Görünmüyor
	Kan	Kan yok	Kan yok	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Kanlı	Çok kanlı	Çok kanlı
Solungaçlar	Renk	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik	Kırmızı	Kahverengi	Kahverengi	Koyu kahverengi
	Koku	Doğal	Doğal	Doğal	Balık kokusu	Balık kokusu	Bayat	Bayat	Çürümüş
	Mukus	Yok	Yok	Yok	Yok	İnce	Orta	Aşırı	Aşırı
Toplam puan		0,00±0,00	2±1,55	5±1,1	6,6±1,45	11,4±1,23	19,4±1,78	25±1,1	27±0,00

Tablo 3.10. Farklı şekillerde paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* 'nın soğuk muhafazası (4±1°C) sırasında modifiye atmosferle paketlemede meydana gelen değişimler

Kalite Parametresi	Karakter	Günler							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Genel görünüm	Dış Görünüş	Parlak-ışılıtlı	Parlak-ışılıtlı	Parlak-ışılıtlı	Parlak	Parlak	Biraz donuk	Biraz donuk	Donuk
	Deri	Sıkı	Sıkı	Sıkı	Sıkı	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak	Yumuşak
	Mukus	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Biraz yapışkan	Biraz yapışkan	Yapışkan
	Sertlik	Pre-rigor	Pre-rigor	Rigor	Rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor	Post rigor
Gözler	Parlaklık	Şeffaf	Şeffaf	Şeffaf	Şeffaf	Biraz bulanık	Biraz bulanık	Biraz bulanık	Bulanık
	Şekil	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Biraz çökmüş	Çökmüş	Çökmüş
	İris	Görünüyor	Görünüyor	Görünüyor	Görünüyor	Biraz görünüyor	Biraz görünüyor	Görünmüyor	Görünmüyor
	Kan	Kan yok	Kan yok	Kan yok	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Biraz kanlı	Kanlı	Çok kanlı
Solungaçlar	Renk	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik	Kırmızı	Kırmızı	Kahverengi	Kahverengi
	Koku	Doğal	Doğal	Doğal	Balık kokusu	Balık kokusu	Balık kokusu	Bayat	Bayat
	Mukus	Yok	Yok	Yok	Yok	İnce	İnce	Orta	Aşırı
Toplam puan		0,00±0,00	1±1,55	2,6±1,55	5,6±1,55	9,2±1,74	13,4±1,65	16,8±1,45	25±1,1

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada; Tunceli ilinin Munzur Çayında bulunan ve ekonomik değeri çok yüksek olan *Salmo trutta macrostigma*'nın farklı paketleme (adi, vakumlu ve modifiye atmosferde paketleme) tekniği uygulanarak soğukta muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasında meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite değişimleri incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan balık etinin su, protein, yağ, kül miktarı % olarak sırasıyla 77,68; 18,70; 1,31; 1,33 değerlerinde bulunmuştur. Ertan ve Bilgin (1998-1999)'in *Salmo trutta macrostigma*'da yaptıkları çalışmada; %78,91 su, %17,2 protein; %1,55 yağ ve %1,32 kül olarak belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise aynı türe ait ortalama nem, ham protein, ham yağ, ham kül ve karbonhidrat miktarlarını sırasıyla %78,87, %18,45, %2,65, %1,15 ve %0,98 olarak belirlenmişlerdir (Duman vd., 2011). Benzer sonuçlar bu araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir. Balık etlerinin kimyasal kompozisyonları türden türe farklılık gösterdiği gibi aynı türe ait bireyler arasında da yaşa, cinsiyete, mevsime ve avlama bölgesine, balığın fizyolojik koşullarına ve büyüklüğüne, beslenme alışkanlıklarına göre farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir (Duman ve Duman, 1996; Huss, 1988).

Balıklarda bozulmanın belirlenmesinde kullanılan etmenlerden birisi de pH'dır. Varlık vd., (1993), pH değerinin kesin bir kriter olmayıp mutlaka diğer kimyasal, fiziksel ve duyu testlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. pH değeri; taze balık eti için 6,0-6,5 arasındadır. Tüketebilirlik sınır değeri 6,8-7,0 dir. Balık etindeki bozulmaya sebep olan bakteriler yüksek pH'lı etlerde daha aktiftirler (Metin, 1995).

Çalışmamızda balıkların başlangıç pH değerleri 6,47 olarak tespit edilmiştir. Jasour vd., (2011), taze gökkuşuğu alabalığının başlangıç pH değerinin 6,7-6,8 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Muhafaza sonunda pH'nın 6,45-7,15 arasında olduğu saptanmıştır. Ölüm sonrası değişimlere bağlı olarak etteki azotlu bileşiklerin dekompozisyonu pH'ın artmasına yol açmaktadır (Hernandez vd., 2009).

Örnekler arasında en düşük pH değeri MAP örneklerine aitken, en yüksek pH değeri ise AP grubu örneklerde gözlenmiştir. Reddy vd., (1995), modifiye atmosferde ambalajladıkları tilapia balıklarında yapmış oldukları pH analizinde modifiye atmosferde ambalajlanan balıkların pH seviyelerinin depolamanın ilk üç gününde düşüş gösterdiğini ancak daha sonra artarak kontrol grubu ile aynı seviyeye geldiğini bildirmişlerdir.

Balık etinde toplam uçucu bazik azot (TVB-N) başlıca trimetilamin, dimetilamin, amonyak ve diğer uçucu bazik azotlu bileşiklerden oluşmaktadır (Sallam vd., 2007; Pezeshk vd., 2011). Balık ve su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde ve depolama sırasındaki balık eti kalitesini belirleyen kimyasal yöntemlerden biri olan TVB-N tayini, önemli bir parametredir. Yeni yakalanmış balıkta TVB-N seviyesinin genellikle 5 ile 20 mg/100g olduğu bildirilmektedir. TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırılması 25 mg/100g'a kadar TVB-N içeren örnekler "çok iyi", 30 mg/100g'a kadar "iyi", 35 mg/100g'a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100g'dan fazla TVB-N içeren örnekler "bozulmuş" olarak belirtilmekte olup, tatlı su balıklarında ise TVB-N tüketilebilir sınır değeri 32-36 mg/100g olarak verilmektedir (İnal, 1992; Varlık vd., 1993). Ancak, Arashisar vd., (2004), gökkuşuğu alabalığı için 25 mg/100 g TVB-N limiti önermiştir.

Salmo trutta macrostigma'nın başlangıç TVB-N değeri 12,02 mg/100 g saptanmıştır. Benzer şekilde Bilgin vd., (2007), farklı tuzlama tekniklerine göre *Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858'nin kimyasal bileşenlerini inceledikleri çalışmada taze balığın TVB-N değerini 13,97 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Çalışmada örneklerin TVB-N değerlerinin muhafaza süresince sürekli bir artış gösterdiği ve bu artışında önemli olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. TVB-N değerindeki artış, bozucu bakterilerin aktivitesi ve endojen enzimlerden kaynaklanmaktadır (Özoğul vd., 2004). TVB-N değeri AP gruplarda 8. günde, VP gruplarda 12. günde, MAP gruplarda ise 14. günde 35 mg/100 g üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Arashisar vd., (2004) gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetosunun modifiye atmosferde paketlenme ve vakumlu paketlenmenin 4°C'de depolaması sırasında, TVB-N değerleri 10. günde %100 CO₂ grubunun dışında tüm gruplarda 20 mg/100 g üzerinde bulunmuştur. 12. günde ise, %100 CO₂ ve %90 CO₂ dışındaki tüm gruplarda 25 mg/100 g yukarısına ulaşmıştır. Numunenin 14. gününde bütün gruplarda 35 mg/100 g yukarısına ulaştığını belirlemişlerdir.

Özoğul vd., (2004), vakum ve modifiye atmosferde (%60 CO₂ + %40 N₂) ambalajlayıp 4°C'de muhafaza edilen sardalya (*Sardina pilchardus*) balıklarının depolama süresi ilerledikçe TVB-N değerinde artış olduğunu belirlemişlerdir. Benzer sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Gimenez vd., 2002; Goulas and Kontominas, 2007; Çarbaş, 2008).

TBA ikincil lipid oksidasyon derecesini (malonaldehit içeriği) ölçen bir balık tazelik indikatörüdür. TBA değeri et dokusundaki yağların oksidasyonuna bağlı olarak artarken,

TBA ölçümü etteki acılaşıma hakkında bilgi verir. Çok iyi materyalde TBA sayısı 3'den az olmalı, iyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 arasındadır (Varlık vd., 1993). Başlangıç TBA değeri 0,18 mg malonaldehit (MA)/kg olup, depolama süresince tüm gruplarda 3 mg MA/kg'ın altında kalmıştır. Prygotou vd., (2010), lipit oksidasyonunu gösteren TBA değerinin gökkuşağı alabalığı filetosunun kalitesini belirlemede iyi bir gösterge sağlamadığını belirtmiştir.

Muhafaza süresince en düşük TBA değerleri MAP gruplarda gözlenmiştir. Muhafaza sonunda TBA değerleri AP için 0,78 mg MA/kg, VP ve MAP için sırasıyla 0,93 mg MA/kg ve 0,35 mg MA/kg olarak bulunmuştur. TBA analiz sonuçlarına göre *Salmo trutta macrostigma* muhafaza süresince üç grup için lipit oksidasyon ürünü olan MA'nın limit değerinin altında kaldığı görülmüştür. Elde edilen verilere göre MAP *Salmo trutta macrostigma*'nın yağ asitlerinde en az oksidasyon meydana gelmiştir.

Arashisar vd., (2004), 4±1°C'de normal atmosfer (kontrol), vakum paket ve farklı gaz karışımını içeren modifiye atmosfer paketlemenin (%100 CO₂, %2.5 O₂+%7.5 N₂+%90 CO₂ ve %30 O₂+%30 N₂+%40 CO₂) gökkuşağı alabalığı filetosundaki lipit oksidasyonu %30 O₂ içeren ortamda depolanan örneklerde depolamanın 6. gününden sonra hızlı bir artış göstermiştir. Minimum TBA değerleri %100 CO₂ içeren ve vakum paketlenmiş filetolarda saptanmıştır. Çeşitli araştırmacılar depolama şartlarına bağlı olarak lipit oksidasyonunun depolama boyunca devam ettiğini saptamışlardır (Gaulas and Kontominas, 2007).

Su ürünlerinde Toplam aerob mezofilik bakteri sayısı mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde yaygın olarak başvuru mikrobiyolojik yöntemlerdendir. Su ürünleri için 6-7 log kob/g aerob mezofilik bakteri sayısı sınır değer olarak kabul edilmektedir (ICMSF 1986). Genelde etlerde mikroorganizma düzeyi, 6-7 log kob/g ulaştığında başta koku, tat ve renk gibi organoleptik nitelikler olmak üzere tüm özelliklerde bozulmalar meydana gelir (Çelik, 1993).

Farklı paketlenme yöntemleri ile paketlenen örneklerin tamamında toplam aerob mezofilik bakteri sayısı depolama süresi boyunca istatistiksel olarak düzenli bir artış göstermiştir (p<0,05). Örnek grupları kendi içinde kıyaslandığında depolama boyunca en fazla artışın AP grubu ve bunu takiben VP grubu örneklerine ait olduğu belirlenmiştir. MAP grubu örneklerde daha düşük çıktığı bulunmuştur (p<0,05). Balık duyusal olarak ret edildiği zaman, TAMB sayısı AP uygulanan grup için depolamanın 8. gününde sırasıyla

7,04 ve VP uygulanan grup için depolamanın 10. gününde 6,24 log kob/g, MAP uygulanan grup için depolamanın 12. gününde 6,78 log kob/g'a ulaşmıştır.

Yaptığımız çalışmada AP örneklerin depolamanın 8. gününde 6 log kob/g değerini aşmış olduğu ve AP grubu örneklerin toplam aerob mezofilik bakteri içeriğinin VP ve MAP grubu örneklerinden daha yüksek ($p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeni, VP grupta O_2 olmaması ve MAP grupta ise paket içinde bulunan %40 CO_2 + %60 N_2 gaz karışımının antimikrobiyal etkisinden ileri geldiği düşünülmektedir. Bulgularımıza benzer olarak soğukta depolanan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetosunun üzerine modifiye atmosferde ve vakumlu paketlemenin mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerine etkileri üzerine yapmış oldukları çalışmada, hava içerisinde olacak şekilde paketlenen örneklerde 6 günden sonra, aerob mezofilik bakteri sayımları, sırasıyla 10^6 kob/g olarak tespit edilmiştir (Arashisar vd., 2004). Gökkuşuğu 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 CO_2 + %32,5 Ar + %32,5 N_2 , %35 CO_2 + %65 Ar veya %40 CO_2 + %60 N_2) kullanılarak ambalajlanan ve 2°C'de muhafaza edilen filetolardaki aerob mezofilik bakteri miktarı vakum ve gaz ambalajlamalarda daha yavaş geliştiği tespit edilmiştir (Randell vd., 1997).

Aerob mezofilik bakteri yükünün izlenmesi balıkların raf ömrü ve kalitesinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan bir metot olmakla birlikte gerçek kaliteyi yansıtmakta kimi zaman yetersiz kalmaktadır (Huis in't Veld, 1996). Bu durum su ürünlerinin genellikle soğuk şartlarda satışa sunulmasından kaynaklanmaktadır. Buna bağlı olarak soğukta depolanan su ürünlerinin kalite ve raf ömrünün belirlenmesinde aerob psikrofilik bakterilerin aerob mezofillere göre daha etkili olduğu bilinmekte olup; aerob psikrofilik bakteriler için kabul edilebilirlik açısından sınır değer 6 log kob/g olarak verilmiştir (Mol vd., 2007).

Başlangıç TAPB sayısı 4,08 log kob/g belirlenmiştir. Gökkuşuğu alabalığı ile ilgili yapılan çalışmalarda daha düşük TAPB sayısı (2,6-3,3 log kob/g) bulunmuştur (Pezeshk vd., 2011; Erkan, 2012). Muhafaza süresince TAPB sayısında önemli artışlar gözlenmiştir. En hızlı artışlar AP grupta belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise 4°C'de muhafaza edilen gökkuşuğu alabalığı filetolarının muhafaza süresine bağlı olarak TAPB sayısında önemli artışlar gözlendiğini ilk gün 3,85 log kob/g'dan balığın bozulduğu depolamanın 16. gününde 8,43 log kob/g'a ulaştığı bulunmuştur (Ojagh vd., 2010).

Çalışmada AP balıklarda aerob psikrofilik bakteri sayısı 6 log kob/g olan sınır değerini muhafazanın 6. gününde; VP ve MAP balıklar ise 8. gününde aştığı tespit edilmiştir. Özoğul vd., (2004), vakum ve modifiye atmosferde (%60 CO₂ + %40 N₂) ambalajlayıp soğukta (4°C) depolanan sardalya (*Sardina pilchardus*) balıklarında, bakteri gelişimi modifiye atmosferde oldukça yavaş seyrettiğini tespit etmişlerdir. Arashisar vd., (2004), 4°C'de %100 CO₂ içeren modifiye atmosfer paketlerde depolanan gökkuşağı alabalığı filetosundaki psikrofik bakteri sayısının depolamanın 12. gününde 7 log kob/g'ın üzerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Muhafaza süresince, örneklerin maya-küf sayıları artış göstermiş ve bu artışında istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0,05) saptanmıştır (Tablo 3.7). Muhafaza süresinde, örnek tipinin maya-küf sayıları üzerine önemli etkisi olmadığı belirlenmiştir (p>0,05).

Muhafazanın 2. günlerinde maya ve küf sayısı AP grupta 3,82 log kob/g, VP grupta 3,74 ve MAP grupta ise 3,57 log kob/g olarak belirlenmiştir. 6. günde AP grubunda 4,59, VP grubunda 4,99 ve MAP grubunda ise 4,92 log kob/g sayıları arasında değişmiştir. Muhafazanın son gününde (12. günde) ise maya ve küf sayısı örneklerde 6,35–6,62 log kob/g sayısında saptanmıştır.

AP grubunda ki bulgularımıza benzer olarak buzda depolanan kefallerde toplam maya ve küf sayımı 6. güne kadar değişiklik gösterse de bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Muhafazanın 6. ve 9. günleri arasındaki değişim sayısal olarak fazla olmasa da bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05) (Özeren, 2004). Oğuzhan ve Angiş (2012), vakum veya modifiye atmosferde (%50 CO₂ + %50 N₂) ambalajlanıp 4±1°C'de 25 gün depolanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının maya ve küf sayısını başlangıçta 2,08 log kob/g olarak depolamanın sonunda ise vakum ambalajlanmış grupta 5,65, modifiye atmosferde ambalajlanmış grupta ise 5,40 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Kalitenin doğru biçimde belirlenmesi için, öncelikle taze balık ile bayat balık arasındaki farklılıklar iyi bilinmelidir. Taze balıkta avlanmadan hemen sonra gözler şeffaf, solungaçlar diri ve parlak renkli ve temiz deniz kokusuna sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan duyuşsal analizler sonucunda muhafaza sırasında balıkların kalitelerinde bariz değişimlerin olduğu, kalitenin azaldığı tespit edilmiştir.

Panelistler tarafından yapılan duyuşsal değerlendirmeye göre farklı şekillerde paketlenmiş ve 4±1°C'de muhafaza edilen AP, VP ve MAP *Salmo trutta macrostigma* balıklarının duyuşsal puanları muhafaza süresi ile artış göstermiştir. AP grubu muhafaza

süresince diğer gruplara göre daha yüksek duyuşal puanlara sahip olmuştur. Balıklar muhafazanın 2. gününde eti sıkı, gözler şeffaf (AP gruplarda biraz kanlı) ve solungaçlar ise parlak renkli, 8. günde ise AP gruplarda ette yumuşama, gözlerde çökme ve solungaçlarda keskin bir koku ortaya çıkmıştır. VP gruplarda 6. günde, MAP gruplarda ise 8. günde ette yumuşama, gözlerde biraz kanlanma belirlenmiştir.

Her üç gruptaki balıklar raf ömürleri açısından değerlendirildiğinde, adi paketlenmiş grupta 6 gün, vakum paketlenmiş grupta 10 gün ve modifiye atmosferde paketlenmiş grupta ise 12 gün olarak tespit edilmiştir.

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanarak 0°C'de depolanmış morina balığı filetolarıyla yapılan bir çalışmada, modifiye atmosferde %100 CO₂ kullanımının raf ömrünü 2-3 gün, %48 CO₂ kullanımının ise 6-7 gün uzattığı kaydedilmiştir (Dalgaard vd., 1993).

Tilapia filetoları üzerinde yapılan bir araştırmada ise, 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 vd., 1994).

Aras Hisar (2002) tarafından yürütölen 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 gökkuşuğı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrünü uzattığı da tespit edilmiştir.

Özoğul vd. (2004), MAP, VP ve normal atmosfer pakette, 4°C' de depolanan sardalya filetoları üzerine yaptıkları araştırmada, MAP (12 gün) ve VP'in (9 gün) normal atmosferde tutulan örneklere (3 gün) göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu saptamışlardır.

Taze pearlspot (*Etroplus suratensis*) balığının (bütün ve temizlenmiş) 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 yürütölen bir araştırmada, 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 vd., 2005).

Erkan vd., (2006) tarafından sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*) üzerinde yapılan bir araştırmada, 4±1°C'de modifiye atmosferde (%5 O₂ + %35 CO₂ + %60 N₂ ve %5 O₂ + %70 CO₂ + %25 N₂) ambalajlanan balıkların raf ömrünün duyuşal parametreler dikkate alındığında %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.

Sonuç olarak; *Salmo trutta macrostigma*'nın koruyucu paketleme yöntemleri kullanılarak perakende satışa sunulmasının cazip hale getirilmesi ve iyileştirilmesi hedeflenen bu çalışmada duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite açısından en düşük kalite adi paketlenmiş gruba ait örneklerde tespit edilmiştir. En iyi kalite ise %60 N₂+ %40 CO₂ gaz bileşiminde paketlenen MAP grubu örneklerinde saptanmıştır.

5. ÖNERİLER

Yapılan çalışmada elde edilen veriler neticesinde;

1. Yöre için önemli ve ekonomik değeri yüksek olan *Salmo trutta macrostigma*'nın koruyucu paketlenme yöntemleri kullanılarak muhafazası, taşınması ve perakende satışında; muhafaza süresi, duyu kalite ve halk sağlığı açısından yararlı olacağı,
2. *Salmo trutta macrostigma*'nın soğukta muhafaza edilerek ve modifiye atmosferde paketlenerek kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerinin daha uzun süre korunacağı,
3. Lipit oksidasyonunu gösteren tiyobarbitürik asit (TBA) değerinin *Salmo trutta macrostigma*'nın kalitesini belirlemede iyi bir gösterge olmadığı,
4. Farklı sıcaklık ve farklı gaz kombinasyonları denenerek farklı çalışmaların yapılabilineceği,
5. Bu çalışmada elde edilen bulgular bu yöndeki araştırmalar için iyi bir kaynak oluşturabilecek sonuçlarına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Oksuz, A., Garhtwaite, T., Alexis, M. N., and Grigorakis, K.,** 2001. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) chemical, physical and sensory methods. *Food Chemistry*, **72**, 33–40.
- AOAC,** 1990. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists (15th ed.) *Association Official Agricultural Chemists*. Ed. William Horwitz, Tenth Edition, Washington, DC. U.S.A.
- AOAC,** 2000. Official methods of analysis of AOAC (Association of Official Analytical Chemists) International (17th ed.). *AOAC International*, Gaithersburg, MD.
- Aras Hisar, S.,** 2002. Modifiye atmosferde ambalajlamanın gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi, *Doktora Tezi*, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aras Hisar, Ş., Hisar, O. ve Yanık, T.,** 2004. Balıklarda mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bozulmalar, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **35 (3-4)**, 261-265.
- Aras, M.S., Çetinkaya, O. ve Karataş, M.,** 1997. Anadolu alabalığı (*Salmo trutta macrostigma* Dum.,1858)'nın Türkiye'deki bugünkü durumu, *Akdeniz Balıkçılık Kongresi*, İzmir, 9-11 Nisan, s. 605-613.
- Bağdatlı, A.,** 2008. Farklı paketleme yöntemlerinin taze etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, C.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Baygar, T., ve Varlık, C.,** 2004. Soğutma Teknolojisi *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, pp.47-94, Ed. Varlık, C., İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Yayınları.
- Besler, HT.,** 2012. Balık tüketimi ve sağlık etkileşimi. ([http:// danoneenstitusu.org.tr/newsfiles/32_balik_ve_saglik_etkilesimi_HTB.pdf](http://danoneenstitusu.org.tr/newsfiles/32_balik_ve_saglik_etkilesimi_HTB.pdf) 14 Kasım 2012).
- Bingöl, Ş.,** 1980. Türkiye'de soğuk hava deposu varlığı ve soğuk teknoloji konusunda bilgiler, Ege ve Marmara bölgelerindeki işletmelere ilişkin araştırma bulguları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları. 232-233.
- Brown, H. and Williams, J.,** 2003. Packaged product quality and shelf life, In *Food Packaging Technology*, pp.65-94, Eds. Coles, R., McDowell, D. & Kirwan, M.J. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, England.

- Burt, J.R.**, 1988. The effect of smoking and drying on the nutritional properties of fish, in Fish smoking and Drying, p. 53-60, Ed. Burt, J.R., New York, NY (USA), Elsevier Applied Science Publishers,
- 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.
- Çaklı, Ş. ve Kışla, D.**, 2003. Su ürünlerinde mikrobiyal kökenli bozulmalar ve önleme yöntemleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **20**, 239-245.
- Çaklı, Ş.**, 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 1. Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir.
- Çarbaş, A.**, 2008. Potasyum sorbat uygulamasının vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanmış gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. *Doktora Tezi*, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çelik, M., Küçükgülmez, A.**, 2007. Taze Balıkta kalite ve Kalite Değişimleri. Nobel Yayınları. 1240, Ankara.
- Çelik, T.H.**, 1993 Paketlenmiş olarak satılan taze etlerin mikrobiyolojik kaliteleri, *Doktora Tezi*, A. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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.
- Dokuzlu, C.**, 2003. Marinat hamsi üretimi sırasında kullanılan asit tuz oranlarının ürünün mikrobiyolojik ve organoleptik kalitesi üzerine etkileri ve raf ömrünün belirlenmesi, *Doktora Tezi*, U. Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Duman, E. ve Duman, M.**, 1996. Keban Baraj Gölü'nden avlanan *Capoeta trutta* Heckel, 1843 ile *Barbus rajanourum mystaceus* Heckel, 1843'ün et verimi ve besin değerleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **13**, 83-88.
- Duman, M., Dartay, M., Yüksel, F.**, 2011. Munzur Çayı (Tunceli) dağ alabalıkları *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin et verimi ve kimyasal kompozisyonu, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **23**, 41-45
- Emre, Y., Kürüm, V.**, 2007. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği, II. Baskı, İstanbul.
- Erdinç, B. ve Acar, J.**, 1996. Gıda muhafazasında modifiye atmosfer paketlenme (MAP). *Gıda*, **21** (1), 17-21.

- Erkan, N.**, 2012. The effect of thyme and garlic oil the preservation of vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Food and Bioprocess Technology*, **5 (4)**, 1246-1254.
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakavuk, D. Ü., Yıldırım, S. Y. and Inugur, M.**, 2006. Spoilage and shelf life of sardines (*sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *European Food Research and Technology*, **222**, 667-673.
- Ertaş, H.**, 1979. Balıkların soğutma- dondurma ve salamura metotları ile muhafaza, *Gıda Dergisi*, **6 (7)**. 237-246.
- Farber, J. M.**, 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology-a review. *Journal of Food Protection*, **54 (1)**, 58-70.
- Fredrick, W. W and Thomas, B.L.**, 1990. Processing Aquatic Food Products, John Wiley and Sons A Wiley Interscience Publication, New York.
- Geldiay, R. ve Balık, S.**, 1996. Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Bornova- İzmir.
- Geldiay, R. ve Balık, S.**, 2007. Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Bornova- İzmir.
- Ghazala, S.**, 1994. New packaging technology for seafood preservation-shelf life extension and pathogen control. Fisheries Processing. *Biotechnological applications published by Chapman and Hall*, 96.
- 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.
- Gökkoğlu, N.**, 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Göktan, D.**, 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi Cilt 1. Ege Üniversitesi Basımevi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:21, Bornova-İzmir.
- Gram, L. and Dalgaard, P.**, 2002. Fish spoilage bacteria – problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, **13**, 262-266.

- Gram, L., Wedell-Neergaard, C. and Huss, H.H.,** 1990. The bacteriology of freshand spoilage lake victoria Nile perch (*Lates niloticus*). *International Journal of Food Microbiol.* **10**, 303–316.
- Gülyavuz H. ve Ünlüsayın M.,** 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı*, Isparta.
- Halkman, A.K.,** 2005, Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- Harrigan, W.F.,** 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology, 3rd ed. *Academic Press*, London.
- Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E. and Garcıagarcia, B.,** 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage, *Food Chemistry*, **114**, 237-245.
- Hultin, H.O.,**1994. Oxidation of lipids in seafoods, in *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*, pp. 49-74, Eds. Shahidi, F. & Botta, JR., *Blackie Academic and Professional*, Glasgow.
- Hus in't Veld, J.H.J.** 1996. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview, *International Journal of Food Microbiological*, **33 (1)**, 1–18.
- 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*.
- ICMSF.** 1986. Microorganisms in Foods, The International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Biological Societies, *Blackwell Scientific Publications*, Oxford.
- İnal, T.,** 1992, Besin Hijyeni-Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü, Final Ofset A.Ş., İstanbul.
- Jakobsen, M., and Bertelsen, G.,** 2004. Predicting the amount of carbon dioxide absorbed in meat, *Meat Science*, **68**, 603–610.
- Jasour, M.S., Rahimabadi, E.Z., Ehsani, A., Rahnama, M. and Arshadi, A.,** 2011. Effects of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supplemented by a-tocopheryl acetate through diet and direct addition after slaughtering. *Journal of Food Processing Technology*, **2**, 124-125.

- Kılınç, B. and Çaklı, Ş.**, 2001. Packaging technics, the effects on microbial flora of fish and shellfish, (In Turkish). E.Ü. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **18**, 279-291.
- Kurt, E., Göksoy, E.Ö. ve Nazlı B.**, 2001. Değişik paketleme türlerinin etin kalitesi üzerine etkileri, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **27(1)**, 281-299
- 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
- Liston, J.**, 1980. Microbiology in Fishery Science, in *Advances in Fishery Science and Technology*, Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 138-157.
- Malle, P. and Poumeryol, M.**, 1989. A new chemical criterion for the quality control of fish: trimethylamine/total volatile basic nitrogen (%), *Journal of Food Protection*, **52:6**, 419-423.
- Martin, A.M.**, 1994. *Fisheries Processing. Biotechnological Applications* Published by Chapman & Hall 2-6, ISBN: 0412584603, London.
- Martinez, L., Djenane, D., Cilla, I., Beltran, J.S., and Roncales, P.**, 2005. Effect of different concentrations of carbon dioxide and low concentration of carbon monoxide on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere, *Meat Science*, **71**, 563– 570.
- Metin, S.**, 1995. Taze ve soğukta depolanan gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) fiziksel ve kimyasal parametrelerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mol, S., Erkan, N., Üçok, D. and Tosun, Y.**, 2007. Effect of psychrophilic bacteria to estimate fish quality, *Journal of Muscle Foods*, **18 (1)**, 120–128.
- Oehlenschläger, J.**, 1989. Die gehalte an flüchtigen aminen und trimethylaminoxid in fangfrischen rotbarschen aus verschiedenen fanggebieten des nordatlantiks, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, **40**, 55-58.
- Oğuzhan, P. and Angiş, S.**, 2012. Effect of salting and packaging treatments on fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets during storage at refrigerator temperatures, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **18**, 443-448.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and Hosseini, S. M. H.**, 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, **120**, 193–198.

- Oxoid**, 1982. The Oxoid Manual. 50th Ed., Published by Oxoid Limited, Hampshire.
- Özden, Ö. ve N. Gökoğlu.** 1996. Soğukta saklanan sardalya balığının *Sardina pilchardus* (W. 1792) raf ömrünün belirlenmesi, *Gıda Teknolojisi*, **1:6**, 37-42.
- Özeren, A.**, 2004. Buzda depolanan kefallerin (*Mugil auratus*, Risso, 1980) biyokimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik değişimlerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, M. K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- 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.
- Patır, B. ve Gürel, İnanlı, A.**, 2005. Elazığ'da taze olarak tüketime sunulan istavrit (*Trachurus mediterraneus*, S. 1868) balıklarının mikrobiyolojik kalitesi ve tma-n değerleri, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **17 (2)**, 360-369.
- Pezeshk, S., Rezaie, M. and Hosseini, H.**, 2011. Effects of turmeric, shallot extracts and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout at 4 ± 1°C, *Journal of Food Science*, **76 (6)**, 387-391.
- Phillips, C.A.**, 1996. Review: modified atmosphere packaging and its effects on the microbial quality and safety of produce, *International Journal of Food Science and Technology*, **32**, 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.
- Rao, D.N. and Sachindra, N.M.**, 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products, *Food Reviews International*, **18(4)**, 263- 293.
- Reddy N.R., Armstrong D.J., Rhodehamel E.J. and Kautter D.A.**, 1992. Shelf life extension and safety concerns about fresh fishery products, packaged under modified atmospheres: a review, *Journal of Food Safety*, **12**, 87-118.
- Reddy, N. R., 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.
- Rose, J.b., Haas, C.N. and Gerba, C.P.**, 1995. Linking microbiological criteria for foods with quantitative risk assessment, *Journal of Food Safety*, **15**, 121-132

- Sallam, K.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M., and Eldaly, E.A.** 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C, *Food Chemistry*, **102**, 1061-1070.
- Shewan, J.M.**, 1977. The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. In *Proceedings of the Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish*. London: *Tropical Products Institute*; 51-68.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J. T. and Bergslien, H.**, 2002. Modified atmosphere packaging, In *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*, pp. 61-85, Eds, Ohlsson, T.& Bengtsson, N., Woodhead Publishing Limited and CRC Press, LLC.
- Sørheim , O., Ofstad, R. and Lea, P.**, 2004. Effects of carbon dioxide on yield, texture and microstructure of cooked ground beef, *Meat Science*, **67**, 231– 236.
- Swiderski, F., Russel, S., Waszkiewicz-Robak B. and Cholewinska E.**, 1997. Evaluation of vacuum-packaged poultry meat and its products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **48**, 193-200.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.S. and Dugan, L. Jr.**, 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods, *Journal of the Americal Oil Chemists*, **37**, 44-48.
- Teufel, Y., Patzold, F. and Potthorf, C.**, 2002 Specific research on transgenre fish considering especially the biology of trout and salmon, Research Report 36005023, Federal Environmental Agency (*Umwelt bundesamt*); Berlin, s. 177. (<http://www.wwwoeko.de/oekodoc/814/2002-053-en.pdf>)
- Uzun, T.**, 2010. Farklı paketleme tekniklerinin, tavuk pastırmasının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, A.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Üçüncü, M.**, 2007. Gıdaların Ambalajlama Teknolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Varlık, C., Erkan, N. ve Baygar, T.**, 2004. Su ürünleri besin bileşimi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, pp. 1-43, Eds, Varlık, C., İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul.
- Varlık, C., Mol, S., Baygar, T. ve Tosun, Ş.Y.**, 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisinin Temelleri. İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi, İstanbul.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H.**, 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 01.01.1985 yılında doğdum. İlk, ortaokulu ve liseyi Elazığ'da okudum. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde lisans öğrenimine 15.09.2004 yılında başladım ve 17.06.2009 yılında mezun oldum. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi anabilim dalında 14.09.2009 yılında yüksek lisans eğitimine başladım.

Evren KARAKAYA