

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlknur UÇAK

**BİBERİYE EKSTRAKTININ VAKUM PAKETLENMİŞ USKUMRU
(*Scomber scombrus* L., 1758) BURGERLERİNİN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİBERİYE EKSTRAKTININ VAKUM PAKETLENMİŞ USKUMRU
(*Scomber scombrus* L., 1758) BURGERLERİNİN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

İlknur UÇAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez/...../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Gülsün ÖZYURT
ÜYE

.....
Doç.Dr. Taçnur BAYGAR
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında
hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü**

**Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.**

Proje No: SÜF2009YL6

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİBERİYE EKSTRAKTININ VAKUM PAKETLENMİŞ USKUMRU
(*Scomber scombrus* L., 1758) BURGERLERİNİN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

İlknur UÇAK

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME
TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç.Dr. Yeşim ÖZOĞUL
Yıl : 2010, Sayfa:63
Jüri : Doç.Dr. Yeşim ÖZOĞUL
Doç.Dr. Gülsün ÖZYURT
Doç.Dr. Taçnur BAYGAR

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (Grup A: %0.4 ve Grup B: %0.8) biberiye ekstraktının uskumru burgerlerinin (*Scomber scombrus* L., 1758) 4°C'de depolanması süresince duyuşal, kimyasal (TVB-N, TBA, PV, FFA) ve mikrobiyolojik kalite parametreleri (TAMB) araştırılmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre Grup A panelistler tarafından 15. güne kadar tercih edilirken, kontrol ve Grup B 13. güne kadar tercih edilmiştir. Depolama başlangıcında, TVB-N değerleri kontrol, Grup A ve Grup B için sırasıyla 15.80 mg/100g, 14.86 mg/100g, 13.01 mg/100g olarak bulunmuş ve tüm gruplarda depolama boyunca dalgalanmalar göstermiştir. En düşük TBA değerleri ($p<0.05$) grup B' den elde edilmiştir. Kontrol ve muamele grupları arasında FFA ve PV değerleri bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı depolama süresince tüm gruplarda 10^6 kob/g' ın altında kalmıştır. Vakum paketle birlikte biberiye ekstraktının bakteri gelişimini önlemede ve biyokimyasal parametrelerde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Biberiye ekstraktı, Kalite parametreleri, Balık burger, Uskumru

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECTS OF ROSEMARY EXTRACT ON THE QUALITY OF VACUUMED MACKEREL BURGERS (*Scomber scombrus* L., 1758)

İlknur UÇAK

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHING AND FISH PROCESSING

Supervisor : Assoc Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
Year : 2010, Pages: 63
Jury : Assoc Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
Assoc Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT
Assoc Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

The quality of vacuum packaged mackerel burgers (*Scomber scombrus*) treated with different concentrations of rosemary extract (Group A: 0.4 % and Group B: 0.8 %) at 4°C was investigated in terms of sensory, chemical (TVB-N, TBA, PV, FFA) and microbiological (TAMB) parameters. According to result of sensory analyses, fish burger with % 0.4 rosemary extract (Group A, 15 days) were preferred by panellists, followed by fish burger with % 0.8 rosemary extract (Group B) and the control group (13 days). At the beginning of storage, initial TVB-N values were 15.80 mg/100g for the control, 14.86 mg/100g for Group A, 13.01 mg/100g for Group B and showed fluctuations in all groups during storage period. The lowest TBA values ($p<0.05$) were obtained from Group B. Significant differences ($p<0.05$) in FFA and PV were observed between the control and the treatment groups. TAMB significantly remained lower than the acceptability limit of 10^6 log cfu/g for all groups at the end of storage period. Rosemary extract, in combination with vacuum pack was effective in controlling the growth of bacteria and biochemical indices.

Key words: Rosemary extract, Quality indices, Fish burger, Atlantic mackerel.

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca geniş bilgi birikimi ve deneyimiyle bana ıőık tutan danışman hocam Doç. Dr. Yeşim ÖZÖĞUL'a, çalıőmalarımnda yardımlarımı esirgemeyen Doç. Dr. Fatih ÖZÖĞUL, Arő. Gör. Esmeray Küley BOĞA ve Arő. Gör. Ayőe ŐİMŐEK'e, tez çalıőmam sırasında her türlü desteği esirgemeyen değerli arkadaşım Arő. Gör. Mustafa DURMUŐ'a, çalıőmam sırasında yardımlarımı esirgemeyen Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Esra BALIKÇI, Doktora Öğrencisi Biyolog Mehmet KENAR ve diğer laboratuvar arkadaşlarıma, tezin yürütölmesi sırasındaki aőamalarda yardımlarımı esirgemeyen Çukurova Üniversitesi Su ürünleri Faköltesi İşleme Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Maddi ve manevi destekleriyle bana her zaman yardımcı olan babam Kasım UÇAK ve annem Zekiye UÇAK'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Balıktan Burger vb. Ürünler Üretimi.....	5
2.2. Doğal Antioksidan İlaveli Balık ve Balık Ürünleri.....	8
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1.Antioksidan Bitki.....	13
3.1.2.Balık.....	13
3.2. Metotlar.....	14
3.2.1. Su Buharı Distilasyonu.....	14
3.2.2. Biberiyeden Doğal Antioksidan Ekstraksiyonu.....	14
3.2.3. Burger Yapım Aşamaları.....	15
3.2.4. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri.....	16
3.2.4.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi.....	16
3.2.4.2. Toplam Ham Protein Analizi.....	17
3.2.4.3. Lipit Analizi.....	17
3.2.4.4. Yağ Asitleri Tayini.....	18
3.2.5. Kalite Kontrol Analizleri.....	20
3.2.5.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini.....	20
3.2.5.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini.....	20
3.2.5.3. Peroksit Sayısı.....	21
3.2.5.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi.....	21

3.2.6. Mikrobiyolojik Analiz.....	22
3.2.6.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı (TMBS).....	22
3.2.7. Duyusal Analizler.....	23
3.2.7.1. Pişmiş Burgerde Duyusal Analiz.....	23
3.2.8. İstatistik Analizler.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Uskumrunun Biyokimyasal Kompozisyonu.....	25
4.1.1. Besin Madde Bileşenleri.....	25
4.1.2. Yağ Asitleri.....	26
4.2. Kimyasal analizler.....	35
4.2.1. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N).....	35
4.2.2. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA).....	37
4.2.3. Peroksit Sayısındaki (PV) Değişimler.....	39
4.2.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler.....	41
4.3. Duyusal Analiz.....	42
4.3.1. Pişmiş Uskumru Burgerlerinin Duyusal Bulguları.....	42
4.4. Mikrobiyolojik Değişimler.....	45
4.4.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı (TMBS).....	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	63

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Çizelge 3.1. Burger Hazırlama Aşamasında Kullanılan Maddeler.....	16
Çizelge 3.2. Gaz Kromatografisi Koşulları.....	19
Çizelge 3.3. Pişmiş Burger İçin Kullanılan Hedonoik Skala.....	23
Çizelge 4.1. Uskumru Burgerlerinin (<i>Scomber scombrus</i>) Depolama Başlangıcındaki (0.gün) Besin Madde Bileşenleri.....	25
Çizelge 4.2. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin Depolanması Süresince Yağ Asitlerindeki Değişimler.....	27
Çizelge 4.3. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin 15 Gün Depolanması Süresince TVB-N (mg /100g) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	35
Çizelge 4.4. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin 15 Gün Depolanması Süresince TBA (mg malonaldehit/kg) Sayısında Meydana Gelen Değişimler.....	37
Çizelge 4.5. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin 15 Gün Depolanması Süresince Peroksit Değerindeki (meq/kg) Değişimler.....	39
Çizelge 4.6. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin Depolama Süresince Serbest Yağ Asitlerindeki (% oleik asit) Değişimler.....	41
Çizelge 4.7. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Balık Burgerlerin Duyusal Analizleri.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 3.1. Uskumrunun Genel Görünümü (Orijinal).....	13
Şekil 3.2. Clavenger Aparatının Genel Görünümü (Orijinal).....	14
Şekil 3.3. Gaz Kromatografisi Genel Görünümü (Orijinal).....	19
Şekil 4.1. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin Toplam Canlı Sayımı (TAMB).....	46

KISALTMALAR DİZİNİ

kob	: Koloni Oluşturan Birim
MAP	: Modifiye Edilmiş Atmosferle Paketleme
VP	: Vakum Paketleme
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TVC	: Toplam Canlı Sayımı
PCA	: Plate Count Agar
GC	: Gaz Kromatografisi
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
FFA	: Serbest Yağ Asitleri
PV	: Peroksit Değeri
TMA-N	: Trimetil Amin Azot
TMAO	: Trimetil Amin Oksit
MA	: Malonaldehit
TBA	: Tiyobarbitürik asit
SFA	: Doymuş Yağ Asitleri
MUFA	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

1.GİRİŞ

Birçok ülkede sevilerek tüketilen hamburger, köfte ve kroket gibi ürünler çok fazla tercih edilen hazır gıdalardır. Bu ürünler genellikle kırmızı etten elde edilmektedir. Ancak kırmızı etteki yüksek kolesterolün kalp ve damar rahatsızlıklarına neden olmasından dolayı burger ve köfte gibi gıdalar için alternatif olarak balık ve balık ürünleri önerilmektedir (Vicente ve Torres, 2007). Balık eti kırmızı ete oranla düşük kolesterol seviyesi ve kalp damar hastalıklarını önleyen yüksek miktarda $\omega 3$ yağ asidi içeriğinden dolayı çok tercih edilen bir besin maddesidir (Kinsella, 1987; Nettleton, 1992; Kyle, 1999; Olsen ve Secher, 2002; Rosenberg, 2002; Kolanowski ve Laufenberg, 2006). Bu nedenle, son yıllarda yapılan çalışmalar balıktan elde edilen ve popüler olmaya başlayan balık burger, balık kroket ve marine edilmiş ürünlerin kullanımı ve kalitesinin artırılması ile ilgilidir (Çaklı ve ark., 2005; Kouse ve ark., 2006; Yerlikaya ve ark., 2004).

Sağlıklı beslenmede balık, hayvansal protein kaynağı olarak önemli rol oynamaktadır (Kinsella, 1987; Nettleton, 1992). Balık yağları özellikle EPA (ekosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit) olan uzun zincirli çoklu doymamış $\omega 3$ yağ asitleri bakımından zengin olmasıyla bilinir. Bu yağ asitleri insanlar tarafından sentezlenemezler ve mutlaka dışarıdan alınmaları gerekir (Alasalvar ve ark., 2002).

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 balık ve balık ürünleri depolama boyunca istenmeyen bazı değişimlere maruz kalabilir. Lipid oksidasyonundan kaynaklanan bu istenmeyen değişimler balığın raf ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. (Benjakul ve ark., 2005; Fijuwara ve ark., 1998; Hsieh ve Regenstein, 1989). Balık ve balık ürünlerinin işlenmesi ve depolanması süresince meydana gelen en önemli değişimlerden birisi lipid oksidasyonudur. Lipit oksidasyonu özellikle yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeren balıkların ve balık ürünlerinin besinsel değerinin azalmasına, kalitesinin bozulmasına ve raf ömrünün kısalmasına

neden olan en önemli faktörlerden birisidir. Lipit oksidasyonundan dolayı yağlı balıkların kalitesindeki düşüşleri azaltmak için çeşitli antioksidanlar kullanılmaktadır.

Antioksidan maddeler, gerek gıda sektöründe gerek diğer endüstriyel sektörlerde kullanılması son derecede önemli katkı maddeleridir (Anonim, 2008a). Ticari olarak kullanılan en önemli antioksidanlar, tert-butilhidroquinon (TBHQ), propil gallat (PG), butillenmişhidroksi toluen (BHT) ve butillenmişhidroksi anisol (BHA)'dur. Ancak çeşitli araştırmalar sonucunda BHT ve BHA gibi yaygın olarak kullanılan antioksidanların toksik aktiviteye sahip olduğu ve insanlar için kanserojen etki gösterdiği saptanmıştır (Yingming ve ark., 2007; Torres ve ark., 2001; Suja ve ark., 2004). Sentetik antioksidanların toksik etkilerinin ortaya çıkması ile birlikte doğal antioksidanlara karşı talepler artmıştır (Cuvelier, 1996; Durling ve ark., 2007).

Günümüz koşullarında tüketiciler daha çok sağlıklı ve kaliteli taze balık ve balık ürünlerine talep göstermektedirler (Anonim, 2007). Bu nedenle depolama süresince balık tazeliğinin ve kalitesinin korunması önemlidir. Gıda maddeleri üretiminde güvenilirliğin ön plana çıktığı günümüzde doğal katkı maddelerinin kullanımı önem kazanmıştır. Bu amaçla, gıdalar üzerinde antioksidan ve antimikrobiyal etkisi olan doğal bitki ekstraktlarının kullanımı yaygınlaşmıştır. Gıda endüstrisinde sentetik antioksidanların güvenilirliği üzerindeki endişelerden dolayı doğal antioksidanlar önemli ölçüde kabul görmektedir. Bu amaçla tokoferoller, askorbik asit ve yapısında bulunan uçucu yağlardan dolayı antioksidan etkiye sahip biberiye, adaçayı ve kekik gibi aromatik bitkiler ve bunların ekstraktlarının kullanımı üzerinde önemle durulmaktadır.

Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) güçlü bir antioksidan aktiviteye sahiptir ve yapısındaki uçucu yağdan kaynaklanan hoşça giden aromasından dolayı, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde gıdalarda yaygın olarak kullanılan baharatlardan birisidir (Banyai ve ark., 2003). Biberiye aynı zamanda Akdeniz ülkelerinde doğal olarak yetişen veya kolayca kültürü yapılan bir aromatik bitkidir. Aromatik bitkilerin antioksidan aktivitesi, yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Skerget ve ark., 2005). Antioksidan aktiviteyle ilişkili biberiyede bulunan en önemli fenolik diterpenler; karnosol, karnosik asit ve rozmarinik asittir (Anonim, 2003). Bu

maddeler güçlü antioksidan etkilerinden dolayı serbest radikalleri tutar ve oksidasyonu önler (Ramirez ve ark., 2004; Peng ve ark., 2005). Bu bileşikler, lipitlerin ve diğer biyomoleküllerin (protein, karbonhidrat, nükleik asitler) serbest radikallerce okside olmalarını engellemek için aromatik halkalarındaki hidroksil gruplarda bulunan hidrojeni verebilmektedirler (Burda ve Oleszek, 2001). Biberiye güçlü antioksidan etkisinden, ticari olarak bulunabilirliğinden ve kolayca elde edilebilirliğinden dolayı son yıllarda çok fazla tercih edilen doğal antioksidan maddelerden biridir.

Uskumru (*Scomber scombrus*) Avrupa kıyılarında ve Türkiye’de geniş bir yayılım gösteren pelajik ve karnivor bir balıktır (Punzon ve ark., 2004). Uskumru, renk ve doku yapısı değişimine, besin kaybına neden olan oksidasyona karşı hassas yüksek seviyede çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir balık türüdür. Taze uskumru filetosundaki yağ içeriğinin %8-18.5, protein içeriğinin ise %16.8-19 arasında değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Sigfusson ve ark., 2001). Ancak depolama süresince yüksek yağ içeriğine sahip uskumru et dokusunun hızlı bir şekilde lipit oksidasyonuna uğraması, kalitesinde önemli düşüslere yol açar. Bu nedenle bu tür balık ve balık ürünlerinde kalite kaybının önlenmesi amacıyla biberiye gibi doğal antioksidan maddelerin kullanılması önemlidir. Bu çalışmada biberiye ekstraktı ilaveli uskumru burgerlerinin vakum paketli koşullarda (4 °C) depolanması süresince duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Balıktan Burger vb. Ürünler Üretimi

Al-Bulushi ve ark. (2005), -20 °C'de 3 ay depoladıkları balık (*Argyrosomus heinii*) burgerlerde toplam aerobik ve koliform bakteri sayımını, peroksit ve protein çözünürlüğünü değerlendirmişlerdir. Depolama sonunda koliform bakteriler tamamen yok olurken, toplam aerobik bakteri sayısı başlangıç değerlerine göre önemli derecede azalmıştır. Peroksit değeri artış göstermiş ancak bozulmanın ortaya çıktığı seviyelere ulaşmamıştır. Tuzda çözünen protein içeriği depolama boyunca önemli düzeyde azalmıştır. Bu çalışmada peroksit değeri artışının durdurulması için -20 °C' de depolamanın yetersiz olduğu, bu nedenle bozulmanın gelişmesini azaltmak ve ürünün yüksek kalitesini korumak için doğal antioksidanların eklenmesi önerilmektedir.

Tokur ve ark. (2006), -18 °C'de dondurulmuş depolamanın yıkanmış ve yıkanmamış aynalı sazandan (*Cyprinus carpio L.,1758*) elde edilen balık köftelerinin duyusal ve kimyasal kaliteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yıkanmış sazandan elde edilen köftelerin nem, ham protein, yağ, ham kül, n3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve n6 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarının sırasıyla %70.23, %10.8, %2.14, %1.80, %2.28, ve %54.6 olarak bulunurken, yıkanmamış aynalı sazandan elde edilen köftelerde bu değerler sırasıyla %68.50, %15.5, %6.00, %2.20 %2.31 ve %55.2 olarak bulunmuştur. Yıkanmış sazandan yapılan köftelerin TBA değeri, yıkanmamış sazandan yapılan köftelerin TBA değerinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonunda aynalı sazanın balık köftesi için iyi bir kaynak olduğu, ürünün duyusal ve kimyasal kalitesinde istenmeyen değişimler olmadan 5 ay dondurularak depolanabileceği sonucuna varılmıştır.

İnanlı ve ark. (1996), haşlanmış balıktan (*Barbus esocinus Heckel, 1843*) elde edilen kroketlerin soğukta (4±1 °C) depolanması sırasındaki duyusal ve kimyasal kalite parametrelerini incelemişler ve yapılan çalışma sonunda raf ömrünü 12 gün olarak belirlemişlerdir. Balık etinde kuru madde %26.17, kül %0.99, yağ %7.75,

protein %16.14 olarak bulunurken; haşlanmış balıkta kuru madde %27.33, kül %2.01, yağ %7.23, protein %13.89 olarak bulunmuştur.

Çaklı ve ark. (2005), farklı balık türlerinden (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), (*Merlangius merlangus*, Linnaeus, 1758), (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758) elde ettikleri balık köftelerinde -18 °C'de 8 ay depolama sonucu meydana gelen duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişimlerini incelemiştir. Mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçlarına göre balık köftelerinin 8 ay boyunca dondurulmuş olarak kabul edilebilir düzeylerde depolanabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, duysal sonuçlar depolama sonunda sardalyadan üretilen köftelerin bozulmadan dolayı tüketilemeyeceğini göstermektedir.

Di Monaco ve ark. (2009), kolyoz (*Scomber japonicus*) ve berlam (*Merluccius merluccius*) etini karıştırarak hazırladıkları burgerlerin besin değeri özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, %70 lüfer ve %30 berlam balıklarından oluşan karışımın en iyi sonuçları verdiği gözlenmiştir.

Metin ve ark., (2002), soğukta depolanmış alabalık burgerlerinde kalite indikatörü olarak hipoksantin aktivitesinin uygulanmasını araştırmışlardır. 28 gün boyunca depoladıkları alabalık burgerlerinde duysal ve hipoksantin değerlerini tespit etmişlerdir. Burgerler depolamanın 21. gününden sonra bozulmuştur. TVB-N değerleri burgerler bozulduğunda bile çok düşük kalmış, pH değerleri ise depolama süresince düşüş göstermemiştir. Bundan dolayı toplam uçucu bazik azot ve pH analizleri alabalık burgerlerinin kalitelerinin tespiti için uygun bulunmamıştır. Böylece hipoksantin balık burgerlerinin kalitesinin belirlenmesinde uygun bir parametre olduğu tespit edilmiştir.

Hasaballa ve ark. (2009), yayın (*Clarias spp*) burgerlerini üç farklı pişirme metoduyla (kızartma, fırında ve ızgarada) pişirdikten sonra -18 °C'de 4 ay depolayarak farklı pişirme metodlarının yayın balığı burgerinin kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda kızartılmış ürünün, ızgara ve fırında pişirilen ürünlerden daha yüksek su kaybı ve yağ artışı gösterdiği bulunmuştur. Dondurulmuş pişirilmiş burgerlerin, en çokta kızartılmış burgerlerin yağ asitleri depolamanın başında ve depolamanın 4. ayında kullanılan pişirme metotlarından etkilenmiştir.

Patır ve ark., (2009), dondurulmuş karides etinden yaptıkları kroketleri farklı sıcaklıklarda (4 ± 1 °C ile -18 ± 1 °C) depolayarak raf ömrünü belirlemişlerdir. Çalışmada mikrobiyolojik, duyuşal ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Örneklerdeki TBA sayısı ile TVB-N değerleri üzerine hem muhafaza süresinin, hem de farklı muhafaza sıcaklıklarının etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonunda kroketlerin muhafaza süresinin 4 ± 1 °C'de 3 gün, -18 ± 1 °C'de ise 18 gün olduğu belirlenmiştir.

Rahman ve ark., (2007), balık sosislerini -20 °C'de 12 hafta depolamışlar ve depolama süresince sosislerin doku yapısını, duyuşal ve mikrobiyolojik değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışma sonunda, kullanılan nişasta miktarının tekstür yapısını ve duyuşal özelliği etkilediği gözlenmiştir.

Siah (2005), farklı türden ambalaj materyali kullanılarak yapılan paketleme sırasında depolama boyunca balık burgerinin kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Tüm paketlerde TBA, TMA, TVB-N, tuzda çözünen proteinler, nem içeriği ve duyuşal değerlendirme balık burgerlerin -20 ± 2 °C' de 18 haftaya kadar kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Mendes ve ark. (2008), sardalya filetoalarını vakumlu, vakumsuz ve modifiye atmosfer paketli olarak depolamışlardır. Yapılan analizler sonunda tüm örneklerde TVB-N içeriğinin depolama boyunca 16 ve 19 mg N/100 g arasında sabit kaldığını bulmuşlardır. TBA değerleri ise tüm paketlerde ve depolama koşullarında artış göstermiştir. Modifiye atmosfer paketlerde depolanan örnek ile vakumsuz paketlerde depolanan örneğin raf ömrünün 5 gün olmasına rağmen vakum paketlenen örneğin 8 gün raf ömrünün olduğu saptanmıştır.

Taşkaya ve ark. (2003), taze ve dondurulmuş-çözdürülmüş alabalık filetolarından hazırladıkları burgerleri buzdolabı koşullarında 21 gün depolamışlar ve depolama süresince burgerlerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimlerini incelemişlerdir. Her iki grubun pH ve TBA değerleri arasında önemli farklılıklar saptanırken, depolamanın 1. günündeki doku özellikleri haricinde gruplar arasında duyuşal nitelikler açısından önemli fark bulunmamıştır. Balık burgerler depolama sonunda fiziksel, kimyasal ve duyuşal analiz sonuçlarına göre iyi kalitede bulunmalarına karşın, mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre taze alabalık

filetolarından hazırlanan burgerlerin iyi kalitede olmadığı gözlenmiştir. Dondurulmuş-çözdürülmüş alabalık filetolarından hazırlanan burgerlerin ise 9 günden önce tüketilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Tokur ve ark. (2004), tilapyadan (*Oreochromis niloticus*) elde ettikleri burgerleri -18 °C'de 8 ay boyunca depolamışlar ve depolama süresince duyusal ve kimyasal kalitelerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada tilapya burgerlerinin ham protein, yağ, nem, ham kül ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarları sırasıyla %17.82, %5.29, %66.68, %2.56 ve %7.95 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda TVB-N değerinin depolama boyunca dalgalanma gösterdiği sonucuna varılmıştır. En yüksek TBA değeri 0.142 mg malonaldehit/kg olarak 7. ayda gözlenmiştir. Peroksit değeri depolama başlangıcında 0.18 meq/kg iken 6. ayda 5.03 meq/kg'a artmış ve 8. ayda 0.82 meq/kg'a düşmüştür. Serbest yağ asitleri değeri başlangıçta %2.73 olarak bulunurken 1. ayda %4.14'e yükselmiş ve depolama sonunda %5.92'ye yükselmiştir.

2.2. Doğal Antioksidan İlaveli Balık ve Balık Ürünleri

Corbo ve ark. (2009), çeşitli doğal bileşiklerin (karvakrol, eugenol, timol, yeşil çay ekstraktı, biberiye ekstraktı, üzüm çekirdeği ekstraktı, limon ekstraktı) modifiye atmosfer paketli morina balığı (*Gadus morhua*) burgerleri üzerindeki antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak modifiye atmosfer paketli burgerlerde timol ve limon ekstraktının en yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Del Nobile ve ark. (2009), üç farklı esansiyel yağla muamele edilmiş (limon ekstraktı, üzüm çekirdeği ekstraktı, timol) kolyoz (*Scomber japonicus*) burgerlerini üç farklı gaz karışımı bulunan modifiye atmosfer paketli koşullarda (30:40:30 O₂:CO₂:N₂, 50:50 O₂:CO₂ ve 5:95 O₂:CO₂) 4 °C'de 28 gün boyunca depolayarak duyusal ve mikrobiyolojik kalite parametrelerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar kolyoz burgerlerinin mikrobiyal kalitesini geliştirmek için modifiye atmosfer paketli koşullarda çok az miktarlarda timol (110 ppm), üzüm çekirdeği ekstraktı (100 ppm) ve limon ekstraktı (120 ppm) kullanımının mümkün olduğunu belirtmektedir. Mikrobiyolojik sonuçlara göre doğal koruyucuların kullanılması ve

yüksek konsantrasyonlu CO₂ ile nitelendirilmiş bir paketleme sisteminin balık burgerlerin mikrobiyal kalitesinin 4 °C ‘ de depolamanın 28. gününe kadar güvenle sağlanabileceğini göstermektedir.

Alonso ve ark. (2007) kıyılmış istavrit etine üzüm liflerini uygulayarak lipid oksidasyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. %2 ve %4 konsantrasyonlarında üzüm lifleriyle muamele ettikleri istavrit etini -20 °C’de 6 ay boyunca depolamışlar ve depolama boyunca düzenli olarak analizler yaparak antioksidan etkiyi araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmalar sonucunda üzüm liflerinin kıyılmış ve depolanmış istavrit üzerinde lipid oksidasyonunu geciktirici etkiye sahip olduğunu görmüşlerdir.

Gimenez ve ark. (2004), ticari sıvı biberiye ekstraktını çipura (*Sparus auratus*) filetosuna uygulamışlar ve modifiye atmosferik pakette buzdolabı koşullarında depolamışlardır. Çalışma sonucunda biberiye ekstraktının balığın raf ömrünü uzattığını bulmuşlardır.

Alghazeer ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada -10 °C ve -80 °C 26 haftaya kadar depoladıkları yeşil çay uygulanmış ve yeşil çay uygulanmamış Atlantik uskumrusunun (*Scomber scombrus*) lipid oksidasyonu üzerine yeşil çayın etkilerini araştırmışlardır. 1. grup -80 °C de, 2. grup -10 °C de depolanmıştır ve her iki gruba da yeşil çay uygulanmamıştır. 3. ve 4. gruplara ise sırasıyla 250 ve 500 ppm yeşil çay uygulanarak -10 °C de depolanmıştır. Yapılan analizler sonucunda -10 °C de yeşil çaysız depolanan örneğin -80 °C de yeşil çaysız depolanan örneğe kıyasla daha hızlı bir lipid oksidasyonu geliştirdiği görülmüştür. Yeşil çay uygulanmış örneklerde ise 500 ppm ‘lik örnek daha az etkili iken 250 ppm’lik örnek oksidasyon sürecini daha çok yavaşlatmıştır. Çalışmanın sonucunda 250 ppm’lik yeşil çayın uskumrudaki lipid oksidasyonunu yavaşlatmada daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca doğru konsantrasyonlarda kullanıldığı takdirde yeşil çayın lipid oksidasyonunu azaltma ve hatta engelleme etkisi olduğu görülmüştür.

Tironi ve ark. (2009) deniz salmonunun (*Pseudopercis semifasciata*) filetosuna sprey yoluyla biberiye ekstraktını uygulayarak antioksidan etkisini araştırmıştır. Filetolara 200 mg/kg ve 500 mg/kg biberiye ekstraktı uygulamış ve birde kontrol grubu oluşturarak örnekleri paketleyerek -11 ±2 °C’ de 9 ay

depolamışlardır. Araştırma sonunda 200 mg/kg biberiye ekstraktı uygulanan örneklerde lipit oksidasyonunun 6 ay, 500 mg/kg biberiye ekstraktı uygulanan örneklerde ise 3 ay geciktiğini gözlemlemiştir.

Tironi ve ark. (2009), kıyılmış somona (*Pseudopercis semifasciata*) farklı konsantrasyonlarda (200 ve 500 mg/kg) biberiye ekstraktı uygulayarak -11 °C'de 3-4 ay depolamışlar ve depolama boyunca kalite kaybını incelemiştir. Çalışma sonunda biberiyenin etteki kırmızı renk kaybını azalttığını bulmuşlardır.

Mahmoudzadeh ve ark. (2010), dil balığından (*Pseudorhombus elevatus*) hazırladıkları burgerleri tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplamışlar ve -18 °C'de 5 ay depolayarak kalite değişimlerini incelemiştir. İstatistiksel sonuçlara göre her iki grupta da TVB-N değeri önemli derecede artmış, fakat materyalle kaplanmamış burgerlerde bu değer 3. ayda önemli düzeyde düştüğü gözlenmiştir. Her iki grupta da renk, doku yapısı, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri azalma göstermiş, ancak materyalle kaplanan grup depolama sonunda diğer gruba göre daha iyi sonuçlar göstermiştir.

Corbo ve ark. (2009), doğal antimikrobiyal olan timol, limon ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktı uyguladıkları (20, 40, ve 80 ppm) balık burgerleri 5 °C'de depolayarak (*Sparus auratus*) mikrobiyal etkileri ve duyu kalitedeki değişimleri incelemiştir. Panelist testlerine göre depolama boyunca kalitede duyu olarak bozulma tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda doğal antimikrobiyal bileşenlerin mikrobiyal bozulmayı yavaşlattığı tespit edilmiştir.

Santos Fogaça ve ark. (2007), farklı konsantrasyonlarda tokoferol ilavesinin dondurulmuş olarak depolanan tilapya (*Oreochromis niloticus*) hamburgerlerinin lipid dengesi üzerindeki antioksidan etkilerini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar tilapyaları tokoferol ilave ettikleri yemle 63 gün boyunca beslemiştir. Daha sonra balıkları hasat ederek filetoalarını çıkarmış ve burger yapmışlardır. Diğer bir grupta ise tokoferolü balığı hasat ettikten sonra burgere eklemiştir. Hazırladıkları burgerleri -18 °C 'de 90 gün depolamışlardır. Elde ettikleri burgerlerin analizlerini 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonunda tokoferol seviyesinin artışı depolama boyunca örneklerdeki TBA değerinin azalmasını sağlamaktadır. Tokoferol varlığının

dondurulmuş depolama boyunca balığın korunmasında ve oksidasyonunu önlemede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca burgerleri lipit oksidasyonundan korumak için, yeme yapılan tokoferol ilavesinin hasat sonrası yapılan tokoferol ilavesinden daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

3.MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1.Antioksidan Bitki

Bu çalışmada ticari olarak temin edilen biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisi kullanılmıştır.

3.1.2.Balık

Bu çalışmada bir balıkçı aracılığıyla Norveç'ten ithal edilen dondurulmuş uskumru (*Scomber scombrus*) kullanılmıştır. Balıkların boyları 25-30 cm ve ağırlıkları da 200-300 gr olarak ölçülmüştür. Balıklar dondurulmuş olarak muhafaza edilen kutular içerisinde Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuarına getirilmiş olup, aynı gün içerisinde oda koşullarında çözdürülerek filetoları çıkarılmıştır.



Şekil 3.1. Uskumrunun Genel Görünümü (Orijinal)

3.2. Metotlar

3.2.1. Su Buharı Distilasyonu

Ayıklanmış ve kurutulmuş biberiye yapraklarından 100 g materyal, 2000 ml'lik balona yerleştirildikten sonra 1000 ml saf su eklenerek 4 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Clavenger Aparatının Genel Görünümü (Orijinal)

3.2.2. Biberiyeden Doğal Antioksidan Ekstraksiyonu

Biberiyeden doğal antioksidan ekstraksiyonu için solvent ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

Biberiyeden doğal antioksidan ekstresi elde etmek amacıyla su buharı distilasyonu ile esansiyel yağlarından arındırılmış bitki posaları kullanılmıştır.

Ekstraksiyon 2000 ml hacimli geri soğutmalı ekstraktörde gerçekleştirilmiştir. 200 g öğütülmüş bitki üzerine 1000ml etanol konularak 60°C’de 2 saat boyunca geri soğutmalı sistemde ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakt filtre kâğıdından süzülerek ayrı bir kaba konulmuştur. Ardından tekrar 1000 ml etanol eklenerek aynı ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ekstraktlar birleştirilerek 60°C 30 dakika boyunca 40 gr aktif karbon ile ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Karbon kısmını ayırmak için filtre edildikten sonra evaporatörde (Heidolph WB 2000) etanol uçurularak doğal antioksidan ekstresi elde edilmiştir.

Elde edilen antioksidan ekstraktları küçük cam şişelerde hava almayacak şekilde sıkıca kapatılarak -18°C’de saklanmıştır.

3.2.3. Burger Yapım Aşamaları

Uskumrular (*Scomber scombrus*) (ortalama ağırlık 200-300 gr) bölgedeki bir balıkçıdan Norveç’ten dondurulmuş olarak ithal edilmiştir. Burger yapımı için öncelikle balığın iç organları temizlenerek filetosu çıkarılmıştır. Daha sonra elde edilen filetolar kıyma makinesiyle kıyılarak bir kap içerisine koyulmuş ve üzerine belirli ölçülerde tartılan maddeler eklenerek homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Kullanılan malzemeler yerel bir marketten temin edilmiştir. Örnekler kontrol, Grup A ve Grup B olmak üzere üç grup şeklinde oluşturulmuştur. Her burger 50 gr olarak hazırlanmış ve %87.8 kıyılmış uskumru eti, %6 mısır unu, %4 buğday unu, %0.2 sarımsak tozu, %0.2 soğan tozu, %1.2 tuz ve %0.6 şekerden oluşmuştur (Çizelge 3.1). Burger formülasyonu Tokur ve ark. (2004) tarafından geliştirilen metod üzerinde bazı değişiklikler yapılarak hazırlanmıştır. Grup A ve Grup B’ ye ayrıca farklı konsantrasyonlarda biberiye ekstraktı eklenmiştir (400 ve 800 ppm). Karışımın hazırlanmasının ardından karışım şekillendiriciler yardımıyla burger şekline getirilmiştir. Elde edilen burgerler daha sonra strafor tabaklara koyulup vakum paketlenerek buzdolabı koşullarında (4 °C) 15 gün boyunca depolanmıştır. Balık burgerler bozuluncaya kadar depolamanın 0, 6, 8, 10, 13 ve 15. günlerinde duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri incelenmiştir.

Çizelge 3.1. Burger Hazırlama Aşamasında Kullanılan Maddeler

Eklenen Maddeler	Kontrol (%)	Grup A(%)	Grup B(%)
Uskumru eti	87.8	87.4	87
Mısır unu	6	6	6
Buğday unu	4	4	4
Sarımsak tozu	0.2	0.2	0.2
Soğan tozu	0.2	0.2	0.2
Tuz	1.2	1.2	1.2
Şeker	0.6	0.6	0.6
Biberiye	-	0.4	0.8

3.2.4. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri

3.2.4.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Burgerlerin kuru madde tayini AOAC (1990), metoduna göre yapılmıştır. Kurutma dolabında kurutulup desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan ve 0.1 mg duyarlı hassas terazide darası alınan porselen kaplara homojenize edilmiş olan örneklerden yaklaşık 3.5 - 4 g tartılarak konmuştur. Daha sonra, örnekler etüvde 103 °C'de 24 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Bu işlem her bir tekerrür gurubuna ait örneklerden en az 4 paralel olacak şekilde yapılmıştır. Daha sonra, oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre alınmış ve 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Ham kül tayini için AOAC (935.47,1998) metoduna göre aynı örnekler, yakma fırınına yerleştirilerek 550 °C'de, 3-5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa ve açık gri bir renk oluşumuna kadar) yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartılmıştır.

Analiz sonucunda örneklere ait kuru madde ve ham kül (%) oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde(\%)} = \frac{(\text{Dara(g)} + \text{Kuru Madde(g)}) - \text{Dara(g)}}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \times 100$$

$$\text{Ham Kül(\%)} = \frac{(\text{Dara(g)} + \text{Ham Kül(g)}) - \text{Dara(g)}}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \times 100$$

3.2.4.2. Toplam Ham Protein Analizi

Toplam ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC, 1998) göre yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri içerisindeki 1 g homojenize edilmiş örnek üzerine, 2 adet kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 ml H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesinde örnekler yeşil renk alıncaya kadar 2-3 saat yakılmıştır. Oda sıcaklığına geldikten sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 ml su eklenmiştir. 25 ml receiver solüsyonu (borik asit) eklenen erlen ile, kjeldahl tüpleri kjeldahl cihazına yerleştirilerek %40'lık NaOH ile 6 dakika distilasyon işlemi yapılmıştır. Kjeldahl cihazından alınan erlen içerisindeki solüsyon 0.1 M HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları hesaplanmıştır.

$$\text{N(\%)} = \frac{14.01 \times (A-B) \times M}{g \times 10} \times 100$$

$$\text{Ham Protein(\%)} = \%N \times 6.25$$

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

g : Örnek miktarı

3.2.4.3. Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959) metoduna göre yapılmıştır. 10 g homojenize edilmiş örnek üzerine 120 ml metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra Warring blender ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 20 ml %0.4'lük

CaCl₂ solüsyonundan eklenerek süzme kağıdından (Scliecher&Schuell, 595^{1/2} 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C’de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jöjelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp bir gece karanlık ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform +60 °C’de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 60 °C’de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Lipit (\%)} = \frac{[\text{Balon Darası(g)} + \text{Lipit(g)}] - [\text{Balon Darası (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.4.4. Yağ Asitleri Tayini

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri, metanol ve *n*- heptan içinde 2M’lık KOH oluşmuş transmetillendirme yöntemi ile hazırlanmıştır. 10mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4ml 2M’lık KOH oluşan 2 ml heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm’de 10 dakika süreyle santüfjü edilmiş ve heptan tabakası GC’de analiz için (Çizelge 3.2) alınmıştır.



Şekil 3.3. Gaz Kromatografisi Genel Görünümü (Orijinal)

Çizelge 3.2. Gaz Kromatografisi Koşulları

Cihaz	Perkin Elmer Clarus 500 (GC)
Kolon	SGE kolunu (30 m. 0,32mm ID.BPX20 0,25um, USA)
Kolon Sıcaklığı	140 °C'de 5 dk, 4°C/dk artışla 200 °C'ye, 1 °C/dk artışla 220 °C'ye getirilerek sonlandırılmıştır.
Enjeksiyon Sıcaklığı	220 °C
Taşıyıcı Gaz	16 psi
Split Oranı	1:50
Dedektör	Alev iyonizasyon dedektörü (FID)
Dedektör Sıcaklığı	280 °C
Örnek Miktarı	2 µl

Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlandı. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları \pm standart sapma değerleri ile % olarak GC bölümünde ifade edildi (AOAC, 1990).

3.2.5. Kalite Kontrol Analizleri

3.2.5.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) analizi Ludorf ve Meyer (1973)'e göre yapılmıştır. Homojenize edilen 10 gr et tartılıp tüplere konulmuştur. Üzerine yaklaşık 0,5-0,7 g MgO ve 100 ml saf su ilave edilerek distile edilmiş ve erlene ise 10 ml % 3'lük borik asit, 100 ml su ve 6-8 damla metil kırmızısı eklenmiştir. Daha sonra 200 ml distilat biriktirilmiş ve oluşan distilat 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Örneklerin toplam uçucu bazik azot miktarları aşağıdaki formülde verildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{TVB} - \text{N (mgN/100 g Örnek)} = \frac{A \times 1.4 \times 100}{B}$$

A: ml olarak harcanan 0.1 N asit miktarı

B: Örneğin tartım ağırlığı

3.2.5.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini

Tarladgis ve ark. (1960)'nın uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş örnekten tam 10 g örnek 0.1mg duyarlı hassas terazide tartılarak, Kjeldahl cihazının tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 97.5ml distile su ve 2.5ml (1:2)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiş ve 200ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edilmiştir. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak, 5ml' si cam kapaklı deney tüpüne yerleştirilmiş ve üzerine de %90'lık 100ml glacial asetik asit içerisinde 0.2883g çözdürülmüş 5ml TBA reaktifi ilave edilerek tüpün kapağı kapatılıp, bir vorteks kullanılarak karıştırılmıştır. Kör için ise bir başka deney tüpüne 5ml TBA reaktifi ve 5ml distile su ilave edilerek kapağı kapatılıp yine vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra spektrofotometre tüplerine aktararak 538nm dalga boyunda köre karşı,

optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7.8 ile çarpılarak 1000g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır (Varlık ve ark., 1993b).

3.2.5.3. Peroksit Sayısı

Peroksit değeri AOCS (1994)'a göre gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilmiş 1g lipit örneği üzerine 20 ml kloroform ilave edilmiş ardından, 50 ml asetik asit:kloroform (60:40) çözeltisi ilave edilerek lipit tamamen çözülene kadar çalkalanmıştır. Lipidi çözme işleminin ardından 1ml, doymuş potasyum iyodür ilave edilerek, 20 saniye gibi bir süre döndürerek çalkalama işleminin ardından karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 100ml distile su ilave edilip ardından %1'lik nişasta solüsyonundan 4-5 damla damlatılıp berrak renk oluşana kadar 0,002 M'lık sodyum tiyosülfatla titre edilmiştir. Aynı uygulama lipit olmaksızın kör içinde yapılmıştır. Hesaplama ise aşağıdaki formül yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Peroksit Sayısı} = \frac{2(C-B)}{W} \text{ meq O}_2/\text{kg}$$

C: Harcanan 0.002 M'lık sodyum tiyosülfat (ml cinsinden)

B: Kör için harcanan 0.002 M'lık sodyum tiyosülfat (ml cinsinden)

W: Örnek Ağırlığı

3.2.5.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi

Serbest yağ asit analizi AOCS (1994) metoduna göre belirlenmiştir. Önceden ekstrakte edilmiş lipitten 0,5g örnek tartılarak, dietileter:ethanol (25:25 ml oranında) içerisinde çözündürülmüştür. Daha sonra 1ml %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım 0.1 M'lık sodyum hidroksit ile kalıcı pembe renk oluşuna kadar (en az 15 saniye) titre edilmiştir. Aynı işlemler yağ kullanmadan kör

deneme için tekrarlanmıştır. %'de serbest asit miktarı oleik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesap edilmiştir.

$$\% \text{ Serbest Yağ Asiti} = (C-B) \times 2,805 / W$$

C: Harcanan 0.1M'lık NaOH miktarı ml cinsinden

B: Kör için harcanan 0.1M'lık NaOH miktarı ml cinsinden

W: Örnek ağırlığı

2.805: Dönüşüm faktörü

3.2.6. Mikrobiyolojik Analiz

3.2.6.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı (TAMB)

Toplam mezofilik bakteri sayımı (standart koloni sayımı), petri yüzeyine yayma metodu (ICMSF, 1982) kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir örnekten 10 gr balık eti tartılmıştır. Bu örnekler, üzerine 90 ml Ringer solüsyonu eklenerek stomacher cihazında 2 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra ondalık seyreltmeler yapılarak, her bir seyreltiden 0.1 ml alınarak PCA (Plate Count agar) bulunan petri kutusu yüzeyine 2 paralel yapılarak yayılmıştır. Seyreltilerin absorbe olması için petri kutuları 10 dakika tezgah üzerinde bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda petri kutuları inkübatöre alınarak 30 °C'de 2 gün inkübe edilmiştir. Sonrasında petri kutularında oluşan kolonilere bakılarak TVC hesaplanmıştır. 30 ile 300 koloni arasında görülen seyreltiklerin bulunduğu petri kusundaki bakteriyel koloniler işleme alınmıştır. Koloni oluşturan birimler (kob/g) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Koloni Oluşturan Birim Sayısı (kob/g)} = \frac{\text{Koloni sayısı} \times \text{Seyreltme faktörü}}{\text{Aşılama miktarı}}$$

3.2.7. Duyusal Analizler

3.2.7.1. Pişmiş Burgerde Duyusal Analiz

Balık burgerlerin duyusal analizleri Paulus ve ark. (1979) metoduna göre yapılmıştır (Çizelge 3.3). Burgerler en az 6 deneyimli panelist tarafından değerlendirilmiş ve 9 dan 1 e kadar olan hedonik skala kullanılmıştır. Burgerler ızgarada 350 °C’ de her bir yüzü 3 dakika pişirildikten sonra duyusal değerlendirme için panelistlere sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Pişmiş Burger İçin Kullanılan Hedonik Skala

	9 Çok iyi	8 Oldukça iyi	7 İyi	6 Biraz İyi	5 Yorumsuz	4 Biraz kötü	3 Kötü	2 Oldukça Kötü	1 Çok kötü
Renk									
Koku									
Lezzet									
Doku Yapısı									
Genel Kabul Edilebilirlik									

3.2.8. İstatistik Analizler

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 13.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Balık burgerlerin depolanması sonucu elde edilen verilerin birbirleriyle karşılaştırmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi ($P < 0,05$ önem düzeyinde One-way Anova) uygulanmıştır (Duncan, 1955).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Uskumru Burgerinin Biyokimyasal Kompozisyonu

4.1.1. Besin Madde Bileşenleri

Uskumru burgerlerinin besin madde bileşenleri Çizelge 4.1 ' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Uskumru Burgerlerinin (*Scomber scombrus*) Depolama Başlangıcındaki (0.gün) Besin Madde Bileşenleri

Besin Değerleri (%)	Ortalama±standart sapma
Ham Protein	18.10±0.14
Lipid	12.75±0.39
Nem	57.97± 0.40
Ham Kül	2.18 ±0.02

n=3

Tokur ve ark. (2006) tarafından yıkanmış aynalı sazandan üretilen köftelerde nem, ham protein, lipit ve ham kül içerikleri sırayla % 68.50, % 15.50, % 6.00 ve %2.20 olarak bulunmuştur. Yıkanmamış balıktan üretilen köftelerde ise nem, ham protein, lipit ve ham kül içerikleri % 70.23, % 10.80, %2.14 ve % 1.80 olarak gözlenmiştir. Bu çalışmada yıkanmış sazandan üretilen köftelerinde nem, ham protein, lipit ve ham kül içeriği toplamı % 92,24, yıkanmamış sazandan elde edilen köftelerde ise bu değerlerin toplamı % 84.95 olarak belirlenmiştir. Besin değerlerinin kalan yüzdesinin karbonhidratlardan kaynaklandığı düşünülmüştür. Balık kasının genellikle düşük miktarlarda karbonhidrata sahip olduğu bilinmektedir. Ancak aynalı sazan köftelerindeki yüksek miktarda karbonhidratın un, nişasta, şeker ve ekmek parçaları gibi yüksek karbonhidrat içeriğine sahip materyallerden geldiği düşünülmektedir. Bu sonuç, balık köftelerinde karbonhidrat miktarını % 15.20 bulan Sayar (2001) tarafından da doğrulanmıştır. Bu çalışmada besin değerlerinin toplamı

% 91 olarak bulunmuş ve geri kalan kısmın diğer çalışmalarda olduğu gibi karbonhidrat olduğu düşünülmüştür (Çizelge 4.1). Mahmoudzadeh ve ark. (2010), dil balığı burgerlerini tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup A, Grup B) -18 °C 'de depolayarak besin madde bileşenlerini incelemiştir. Grup A' da ham protein, lipit, nem ve ham kül oranını sırayla % 19.01, % 6.73, % 65.58 ve % 2.71 olarak bulurken, Grup B' de bu değerleri sırayla % 19.35, % 5.94, % 68.18 ve % 2.70 olarak bulmuşlardır. Çaklı ve ark. (2005), sardalya (*Sardina pilchardus*) köftelerinin nem, lipit, protein ve kül içeriğini sırayla % 52.04, % 14.39, % 16.16 ve % 2.61 olarak bulmuş; kalan % 14.80 oranındaki kısmın ise karbonhidrat olduğunu saptamışlardır. Hasaballa ve ark., (2009) kedibalığı (*Clarias spp*) burgerlerinde nem, lipit, protein ve kül oranlarını sırayla %71.23, %5.55, % 18.67 ve %1.70 olarak bulmuşlardır. Al Bulushi ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada balık burgerin nem oranını % 72.80, lipit oranını % 1.70, protein oranını % 18.80 ve kül oranını %1.30 olarak bulmuşlardır. Taşkaya ve ark. (2003), tarafından alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) burgerlerinde yapılan çalışmada taze alabalık filetosunda ham protein, lipit, karbonhidrat, nem ve ham kül oranları sırasıyla % 21.67, % 3.66, % 1.19, % 71.92, % 1.56 olarak bulunmuştur. Ancak balık burgerde bu oranlar %16.63, %1.95, % 14.43, % 63.61 ve %3.33 olarak tespit edilmiştir.

4.1.2. Yağ Asitleri

Biberiye ekstraktıyla muamele edilen (Grup A ve Grup B) 4 °C'de vakumlu olarak depolanan uskumru burgerlerinin başlangıç ve depolama süresince belirlenen yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.2' te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Biberiye Ekstraktı İlave Edilmiş Uskumru Burgerlerinin Buzdolabında Depolanması Süresince Yağ Asitlerindeki Değişimler.

Yağ asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)							
		0	6	8	10	13	15		
C14:0	Kontrol	5.67±0.09 ^b	5.85±0.06 ^b	5.92±0.07 ^a	5.61±0.18 ^a	5.66±0.21 ^a	5.82±0.11 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	5.48±0.02 ^c 5.98±0.02 ^a	5.65±0.02 ^c 6.09±0.07 ^a	5.68±0.09 ^b 5.99±0.04 ^a	5.44±0.16 ^a 5.82±0.01 ^a	5.43±0.04 ^b 5.93±0.09 ^a	5.42±0.09 ^b 5.84±0.01 ^a		
C16:0	Kontrol	12.22±0.01 ^b	12.28±0.03 ^b	12.54±0.09 ^a	12.28±0.16 ^c	12.23±0.13 ^a	12.38±0.26 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	12.44±0.04 ^a 11.87±0.04 ^c	12.46±0.06 ^a 11.91±0.06 ^c	12.44±0.08 ^a 11.85±0.07 ^b	12.43±0.09 ^a 11.62±0.02 ^b	12.22±0.16 ^c 11.64±0.16 ^b	12.27±0.12 ^a 11.55±0.02 ^b		
C17:0	Kontrol	0.06±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a	0.05±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a	0.06±0.00 ^a	0.08±0.01 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	0.07±0.02 ^a 0.07±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a 0.07±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a 0.07±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a 0.07±0.02 ^a	0.06±0.01 ^a 0.07±0.01 ^a	0.06±0.01 ^b 0.06±0.00 ^{ab}		
C18:0	Kontrol	2.53±0.04 ^a	2.46±0.04 ^a	2.50±0.01 ^a	2.56±0.01 ^a	2.50±0.06 ^a	2.44±0.00 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	2.59±0.04 ^a 2.30±0.02 ^b	2.44±0.03 ^a 2.23±0.04 ^a	2.44±0.01 ^b 2.24±0.01 ^c	2.50±0.05 ^a 2.30±0.02 ^b	2.44±0.01 ^a 2.20±0.00 ^b	2.46±0.06 ^a 2.22±0.01 ^b		
C20:0	Kontrol	0.18±0.01 ^a	0.17±0.00 ^a	0.17±0.00 ^b	0.13±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.18±0.01 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	0.15±0.01 ^b 0.14±0.00 ^b	0.15±0.01 ^b 0.14±0.00 ^b	0.19±0.01 ^a 0.14±0.00 ^c	0.16±0.03 ^a 0.16±0.04 ^a	0.17±0.04 ^a 0.18±0.01 ^a	0.14±0.06 ^a 0.15±0.03 ^a		
C23:0	Kontrol	0.06±0.00 ^b	0.08±0.00 ^{ab}	0.08±0.00 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	0.06±0.01 ^b 0.09±0.01 ^a	0.07±0.00 ^b 0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a 0.08±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a 0.08±0.01 ^a	0.07±0.00 ^a 0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a 0.08±0.01 ^a		
C24:0	Kontrol	1.09±0.03 ^a	1.08±0.01 ^a	1.11±0.03 ^a	1.04±0.06 ^a	1.12±0.03 ^a	1.12±0.02 ^a		
	A (%0 4) B (%0 8)	0.94±0.01 ^b 1.13±0.01 ^a	0.97±0.05 ^b 1.13±0.01 ^a	1.03±0.02 ^b 1.11±0.01 ^a	0.98±0.05 ^a 1.02±0.03 ^a	0.98±0.03 ^b 1.14±0.01 ^a	1.00±0.05 ^a 1.05±0.05 ^a		
Σ SFA	SFA kontrol	21.80±0.03	21.20±0.07	22.37±0.03	21.74±0.06	21.81±0.06	22.08±0.06		
	SFA A (%04)	20.77±0.02	21.78±0.03	21.89±0.03	21.62±0.06	21.36±0.04	21.41±0.06		
	SFA B (%08)	21.47±0.02	21.64±0.03	21.47±0.02	21.04±0.02	21.23±0.04	20.93±0.02		

Çizelge 4.2. (Devamı)

Yağ asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)							
		0	6	8	10	13	15		
C14:1	Kontrol	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	
	A (%0 4)	0.02±0.00 ^b	0.03±0.01 ^a	0.03±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	
	B (%0 8)	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^b	
C15:1	Kontrol	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.07±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.07±0.01 ^a	
	A (%0 4)	0.06±0.00 ^b	0.07±0.01 ^a	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	
	B (%0 8)	0.07±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	
C16:1	Kontrol	3.77±0.10 ^a	3.82±0.01 ^a	3.78±0.01 ^a	3.76±0.04 ^a	3.84±0.04 ^a	3.88±0.05 ^a		
	A (%0 4)	3.64±0.01 ^a	3.75±0.04 ^a	3.72±0.04 ^a	3.72±0.01 ^a	3.65±0.10 ^a	3.69±0.13 ^a		
	B (%0 8)	3.78±0.01 ^a	3.82±0.01 ^a	3.79±0.01 ^a	3.68±0.01 ^a	3.77±0.01 ^a	3.77±0.01 ^a		
C17:1	Kontrol	0.21±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a	0.20±0.00 ^b	0.30±0.01 ^a	0.26±0.06 ^a	0.26±0.06 ^a		
	A (%0 4)	0.21±0.01 ^a	0.26±0.04 ^a	0.26±0.08 ^a	0.31±0.00 ^b	0.29±0.01 ^a	0.30±0.01 ^a		
	B (%0 8)	0.23±0.00 ^b	0.23±0.00 ^b	0.28±0.06 ^a	0.30±0.01 ^a	0.31±0.00 ^a	0.31±0.00 ^a		
C18:1n9	Kontrol	11.83±0.12 ^b	11.77±0.01 ^b	12.25±0.00 ^a	11.64±0.18 ^b	11.71±0.04 ^b	12.15±0.54 ^a		
	A (%0 4)	12.44±0.18 ^b	12.87±0.06 ^b	12.59±0.21 ^a	12.39±0.06 ^b	12.51±0.01 ^a	12.45±0.11 ^b		
	B (%0 8)	10.00±0.01 ^b	10.13±0.16 ^b	9.99±0.01 ^b	9.92±0.10 ^b	9.94±0.26 ^b	9.73±0.00 ^b		
C20:1	Kontrol	0.04±0.00 ^b	0.04±0.00 ^b	0.04±0.00 ^b	0.39±0.01 ^a	0.04±0.00 ^b	0.05±0.00 ^b		
	A (%0 4)	0.28±0.00 ^b	0.29±0.01 ^a	0.34±0.06 ^a	0.36±0.01 ^a	0.34±0.04 ^a	0.35±0.05 ^a		
	B (%0 8)	0.30±0.01 ^a	0.30±0.01 ^a	0.29±0.01 ^a	0.32±0.01 ^a	0.46±0.04 ^a	0.46±0.04 ^a		
C22:1n9	Kontrol	0.05±0.02 ^b	0.47±0.07 ^a	0.03±0.00 ^b	0.39±0.05 ^b	0.18±0.02 ^b	0.13±0.12 ^b		
	A (%0 4)	0.37±0.04 ^b	0.53±0.01 ^a	0.51±0.01 ^b	0.56±0.19 ^a	0.36±0.25 ^a	0.28±0.09 ^b		
	B (%0 8)	0.55±0.01 ^a	0.55±0.01 ^a	0.56±0.01 ^a	0.26±0.03 ^a	0.24±0.05 ^a	0.34±0.05 ^a		
Σ MUFA	MUFA kontrol	15.98±0.04	16.39±0.03	16.39±0.00	16.56±0.04	16.11±0.03	16.54±0.11		
	MUFA A (%4)	17.01±0.03	17.79±0.03	17.51±0.06	17.41±0.05	17.23±0.09	17.15±0.06		
	MUFA B (%8)	14.94±0.01	15.11±0.03	14.98±0.02	14.56±0.02	14.79±0.05	14.69±0.02		

Çizelge 4.2. (Devamı)

Yağ asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)									
		0	6	8	10	13	15				
C18:2n6	Kontrol	2.08±0.01 ^a	2.08±0.01 ^a	2.08±0.01 ^a	2.06±0.06 ^a	2.04±0.00 ^a	2.04±0.01 ^{ab}				
	A (%0.4)	1.96±0.06 ^b	1.94±0.01 ^b	1.99±0.01 ^b	1.92±0.03 ^b	1.97±0.04 ^b	1.97±0.03 ^b				
	B (%0.8)	2.12±0.00 ^a	2.09±0.00 ^a	2.12±0.01 ^a	2.14±0.00 ^a	2.07±0.01 ^a	2.07±0.03 ^a				
C18:3n6	Kontrol	1.39±0.00 ^b	1.47±0.12 ^a	1.53±0.00 ^a	1.37±0.01 ^b	1.42±0.09 ^a	1.50±0.01 ^a				
	A (%0.4)	1.33±0.01 ^c	1.38±0.09 ^a	1.45±0.02 ^a	1.30±0.00 ^a	1.37±0.10 ^a	1.35±0.07 ^b				
	B (%0.8)	1.57±0.01 ^a	1.57±0.00 ^a	1.52±0.09 ^a	1.46±0.01 ^a	1.56±0.01 ^a	1.43±0.01 ^{ab}				
C18:3n3	Kontrol	3.59±0.05 ^b	3.59±0.07 ^b	3.56±0.01 ^b	3.53±0.07 ^b	3.46±0.05 ^b	3.47±0.09 ^b				
	A (%0.4)	3.55±0.03 ^b	3.61±0.01 ^b	3.57±0.05 ^b	3.49±0.01 ^b	3.52±0.02 ^b	3.49±0.01 ^b				
	B (%0.8)	3.94±0.04 ^a	3.92±0.04 ^a	3.92±0.01 ^a	3.96±0.02 ^a	3.87±0.00 ^a	3.86±0.06 ^a				
C20:2 ds	Kontrol	0.04±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a	0.05±0.00 ^a	0.04±0.01 ^a	0.06±0.00 ^a	0.07±0.01 ^a				
	A (%0.4)	0.03±0.00 ^a	0.03±0.01 ^b	0.05±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.05±0.01 ^a	0.28±0.14 ^a				
	B (%0.8)	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^{ab}	0.03±0.00 ^a	0.26±0.13 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a				
C20:3 n3	Kontrol	1.01±0.01 ^a	1.00±0.00 ^a	1.01±0.00 ^a	0.99±0.02 ^a	1.01±0.01 ^a	1.02±0.01 ^a				
	A (%0.4)	0.97±0.00 ^b	0.96±0.00 ^a	0.99±0.01 ^b	0.96±0.01 ^a	0.97±0.02 ^a	0.97±0.02 ^a				
	B (%0.8)	0.99±0.01 ^b	0.99±0.01 ^b	0.99±0.00 ^b	0.99±0.00 ^a	1.02±0.02 ^a	1.01±0.04 ^a				
C20:3 n6	Kontrol	0.30±0.01 ^a	0.32±0.00 ^a	0.32±0.00 ^a	0.23±0.01 ^a	0.35±0.00 ^a	0.36±0.01 ^a				
	A (%0.4)	0.24±0.03 ^b	0.24±0.04 ^{ab}	0.32±0.00 ^a	0.28±0.07 ^a	0.32±0.04 ^a	0.30±0.08 ^a				
	B (%0.8)	0.32±0.00 ^a	0.32±0.00 ^a	0.32±0.01 ^a	0.25±0.01 ^a	0.39±0.01 ^a	0.36±0.09 ^a				

Çizelge 4.2. (Devamı)

Yağ asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)							
		0	6	8	10	13	15		
C20:4 n6	Kontrol	6.21±0.09 ^a	6.02±0.01 ^a	5.91±0.08 ^a	6.20±0.01 ^a	5.94±0.19 ^a	5.78±0.23 ^a		
	A (%0.4)	6.27±0.04 ^a	6.01±0.07 ^a	5.94±0.03 ^a	6.11±0.15 ^a	6.04±0.02 ^a	6.00±0.18 ^a		
	B (%0.8)	5.88±0.04 ^b	5.88±0.04 ^a	6.02±0.01 ^a	6.27±0.01 ^a	5.92±0.17 ^a	6.06±0.09 ^a		
C20:5n3	Kontrol	13.75±0.06 ^b	14.25±0.16 ^b	14.50±0.12 ^b	13.69±0.01 ^b	14.36±0.51 ^b	14.65±0.47 ^{ab}		
	A (%0.4)	13.56±0.08 ^b	14.04±0.00 ^b	14.24±0.30 ^b	13.77±0.25 ^b	14.16±0.09 ^b	14.15±0.22 ^b		
	B (%0.8)	15.87±0.28 ^a	15.87±0.28 ^a	15.60±0.13 ^a	15.34±0.04 ^a	15.83±0.40 ^a	15.38±0.20 ^a		
C22:2 cis	Kontrol	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00 ^b	0.05±0.00 ^b	-	0.04±0.00 ^b	0.05±0.00 ^b		
	A (%0.4)	0.37±0.00 ^a	0.05±0.00 ^b	0.05±0.00 ^b	-	0.06±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a		
	B (%0.8)	0.07±0.01 ^b	0.07±0.01 ^a	0.05±0.00 ^b	-	0.05±0.00 ^{ab}	0.05±0.01 ^a		
C22:6 n3	Kontrol	13.81±0.19 ^a	13.06±0.43 ^a	12.36±0.23 ^b	14.33±0.13 ^a	13.11±0.95 ^a	11.95±1.01 ^a		
	A (%0.4)	14.28±0.27 ^a	12.91±0.33 ^a	12.76±0.41 ^{ab}	13.96±1.11 ^a	13.52±0.17 ^a	13.42±1.28 ^a		
	B (%0.8)	12.86±0.11 ^b	12.86±0.11 ^a	13.51±0.04 ^a	14.67±0.09 ^a	13.09±0.75 ^b	13.99±0.34 ^a		
Σ PUFA	PUFA kontrol	42.20±0.04	41.87±0.08	41.36±0.05	42.42±0.04	41.77±0.18	40.88±0.19		
	PUFA A(%04)	42.55±0.05	41.14±0.06	41.35±0.08	41.84±0.18	41.95±0.05	41.96±0.22		
	PUFA B(%08)	43.82±0.04	43.59±0.05	44.06±0.03	45.08±0.01	43.86±0.14	44.21±0.10		

Çizelge 4.2. (Devamı)

Yağ asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)									
		0	6	8	10	13	15				
PUFA/SFA	PUFA kontrol	1.94	1.98	1.85	1.95	1.92	1.85				
	PUFA A(%04)	2.05	1.89	1.89	1.94	1.96	1.96				
	PUFA B(%08)	2.04	2.01	2.05	2.14	2.07	2.11				
	PUFA kontrol	9.97	9.88	9.84	9.85	9.75	9.68				
	PUFA A(%04)	9.79	9.56	9.70	9.60	9.69	9.62				
	PUFA B(%08)	10.06	9.86	9.97	10.11	9.93	9.92				
Σ n6	PUFA kontrol	32.15	31.89	31.42	32.53	32.20	31.09				
	PUFA A(%04)	32.36	31.51	31.55	32.18	32.16	32.02				
	PUFA B(%08)	33.66	33.63	34.01	34.95	33.81	34.23				
	PUFA kontrol	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.31				
	PUFA A(%04)	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30				
	PUFA B(%08)	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29				
n6/n3	PUFA kontrol	1.00	0.92	0.85	1.05	0.91	0.82				
	PUFA A(%04)	1.05	0.92	0.90	1.01	0.96	0.95				
	PUFA B(%08)	0.87	0.81	0.87	0.96	0.83	0.91				
	PUFA kontrol	20.00	19.77	19.88	19.29	20.32	20.51				
	PUFA A(%04)	18.74	19.30	19.26	19.14	19.48	19.50				
	PUFA B(%08)	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				
DHA/EPA	PUFA kontrol	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				
	PUFA A(%04)	18.74	19.30	19.26	19.14	19.48	19.50				
	PUFA B(%08)	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				
	PUFA kontrol	20.00	19.77	19.88	19.29	20.32	20.51				
	PUFA A(%04)	18.74	19.30	19.26	19.14	19.48	19.50				
	PUFA B(%08)	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				
Tanımlanamayan	PUFA kontrol	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				
	PUFA A(%04)	18.74	19.30	19.26	19.14	19.48	19.50				
	PUFA B(%08)	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				
	PUFA kontrol	20.00	19.77	19.88	19.29	20.32	20.51				
	PUFA A(%04)	18.74	19.30	19.26	19.14	19.48	19.50				
	PUFA B(%08)	19.78	19.67	19.50	19.09	20.13	20.18				

* Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.

Tüm gruplarda depolama boyunca gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1 ω 9), linoleik asit (C18:2 ω 6), linolenik asit (C18:3 ω 3), araşidonik asit (C20:4 ω 6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3) olmuştur.

Depolama başlangıcında (0. gün) kontrol, Grup A ve Grup B'deki toplam doymuş yağ asitleri sırasıyla %21.80, %20.77, %21.47 olarak gözlenirken, depolama sonunda bu değerler %22.08, %21.42, %20.93 olmuştur. Tüm gruplarda doymuş yağ asitlerinden en yüksek orana sahip yağ asitlerinin sırasıyla palmitik asit (C16:0), miristik asit (C14:0) ve stearik asit (C18:0) olduğu bulunmuştur. Miristik asit (C14:0) bakımından depolamanın 0. ve 6. günlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) farklılıklar gözlenmiştir. Depolamanın 10. günü hariç diğer günlerde Grup A ve Grup B arasında önemli farklar ($p < 0.05$) bulunmuştur. Palmitik asit (C16:0) 0. ve 6. günlerde tüm gruplar arasında önemli düzeyde ($p < 0.05$) istatistiksel farklılıklar göstermiştir. Depolamanın 6. gününden sonra kontrol ve Grup A'da depolama sonuna kadar palmitik asit (C16:0) bakımından istatistiksel farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolama süresince Grup A ve Grup B'nin palmitik asit (C16:0) değerleri istatistiksel farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$). Stearik asit (C18:0) bakımından depolamanın 8. gününde gruplar arasında farklılıklar bulunurken, depolama boyunca kontrol ve Grup A arasında istatistiksel farklılıklar bulunmamış ancak Grup A ve Grup B'de depolama boyunca istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Hasaballa ve ark. (2009) ızgarada pişirdikleri kedibalığı burgerlerinin (*Clarias spp*) toplam doymuş yağ asitleri miktarını %35.35 olarak bulmuşlardır. Benzer bir çalışmada Bochi ve ark. (2008) tarafından kanal kedi balığından elde edilen pişmiş burgerlerin toplam doymuş yağ asitleri değerlerinin mevcut çalışmada bulunan değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) depolama başlangıcında kontrol, Grup A ve Grup B'de sırasıyla %15.98, %17.01 ve %14.94 iken; depolama sonunda kontrol ve Grup A'da artış Grup B'de ise düşüş göstererek sırasıyla %16.54, %17.15 ve %14.69 olarak bulunmuştur. Depolama süresince temel tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asit (C18:1 ω 9) olarak gözlenmiştir.

Palmitoleik asit (C16:1) değerleri depolama süresince %3.64-%3.88 arasında değişim göstermiş ve depolama boyunca gruplar arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmemiştir ($p>0.05$). Depolama boyunca en yüksek oleik asit (C18:1 ω 9) değerleri Grup A'da (%12.39-%12.87) bulunurken, en düşük değerler Grup B'de (%9.73-%10.13) bulunmuştur. Oleik asit (C18:1 ω 9) bakımından depolamanın 8. ve 15. günlerinde kontrol ve Grup A arasında fark bulunmazken, depolamanın diğer günlerinde tüm gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.05$) saptanmıştır. Hasaballa ve ark. (2009) ızgarada pişirilmiş kedibalığı burgerinin yağ asidi kompozisyonunu araştırmışlar ve çalışma sonunda palmitoleik asit (C16:1) değerinin %3.23, oleik asit (C18:1 ω 9) değerinin %45.63 ve toplam MUFA değerinin %48.86 olduğu gözlenmiştir.

Uskumru burgerlerinin PUFA değerleri depolama başlangıcında kontrol, Grup A ve Grup B'de sırasıyla %42.20, %42.55 ve %43.82 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol ve Grup A'nın PUFA değerleri düşüş gösterirken, Grup B'de artış gözlenmiştir. Grup B'de gözlenen bu artışın yüksek konsantrasyonda kullanılan (%0.8) biberiyenin depolama boyunca PUFA yağ asitlerini oksidasyona karşı koruduğu ve bozulmalarını önlediği düşünülmektedir. Tüm gruplarda oransal olarak en yüksek düzeyde bulunan PUFA'lar eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3) tir. Deniz balıkları lipitlerinde genellikle düşük düzeyde linoleik asit (18:2n6) ve linolenik asit (18:3n3) bulunmasına karşın, yüksek düzeyde uzun zincirli n-3 çoklu doymamış (PUFA) yağ asiti bulunmaktadır (Steffens, 1997). Linoleik asit (C18:2 ω 6) depolama boyunca Grup A ve Grup B arasında istatistiksel farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$) ve en düşük değerler Grup A'da gözlenmiştir. Depolama boyunca en yüksek linolenik asit (C18:3 ω 3) miktarı Grup B' de gözlenmiş ve Grup B ile diğer gruplar arasında önemli farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Özoğul ve ark. (2008) 34 deniz balığının yağ asidi kompozisyonunu araştırdıkları çalışmada deniz balıklarının linoleik asit (C18:2 ω 6), gamma-linolenik asit (C18:3 ω 6) ve linolenik asiti (C18:3 ω 3) az miktarda içerdiklerini bulmuşlardır. Uskumru burgerlerinde araşidonik asit (C20:4 ω 6) bakımından sadece depolamanın 0. gününde Grup B ve diğer gruplar arasında fark bulunurken, depolama boyunca tüm gruplar arasında istatistiksel fark bulunmamıştır

($p>0.05$). Depolama süresince en yüksek EPA değerleri (% 15.34-% 15.87) Grup B'de gözlenmiştir ve diğer gruplarla arasında önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur. DHA değerleri bakımından (0. ve 8. gün hariç) depolama boyunca gruplar arasında fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hasaballa ve ark. (2009), kedibalığı burgerlerinin PUFA miktarını %36.38 olarak bulmuşlardır. Bulunan değer uskumru burgerlerin PUFA miktarından daha düşük bulunmuştur. Varelzis ve ark. (1997), doğal biberiye ekstraktının kıyılmış balık eti üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Biberiye ile muamele edilmemiş örneklerdeki PUFA oranının azaldığını ve biberiye muameleli örneklerin PUFA oranına kıyasla daha düşük seviyede olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca muamele edilmiş gruplarda oksidasyonun muamele edilmemiş gruplardan daha yavaş olduğunu saptamışlardır. Bu sonuçlar mevcut çalışmamızdaki bulguları desteklemektedir.

HMSO (1994), tarafından önerilen minimum PUFA/SFA oranı 0.45 olup, depolama periyodu başlangıcında uskumru burgerlerinin PUFA/SFA oranı kontrol, Grup A ve Grup B'de sırasıyla 1.94, 2.05 ve 2.04 olarak bulunmuştur. En yüksek PUFA/SFA oranı Grup B'de depolamanın 10. gününde gözlenirken, en düşük oran kontrol grubunda 10. ve 15. depolama günlerinde bulunmuştur. Depolama sonunda PUFA/SFA oranı Grup B' de artış göstererek 2.11'e yükselmiştir. Kontrol ve Grup A'da bu depolama sonunda bu değer düşüş göstererek sırasıyla 1.85 ve 1.96 olmuştur.

HMSO (1994), tavsiye edilen en ideal $\omega 6/\omega 3$ oranının maksimum 4.0 olduğunu belirtmiştir. Moreira ve ark. (2001) belirtilen $\omega 6/\omega 3$ oranının maksimum değerden fazla olmasının kalp ve damar hastalıklarının oluşmasına neden olabileceğinden dolayı insan sağlığı için tehlike oluşturduğunu belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada uskumru burgerlerinin depolama başlangıcında $\omega 6/\omega 3$ oranı kontrol, Grup A ve Grup B'de sırasıyla 0.31, 0.30 ve 0.30 olarak bulunmuştur. Bu sonuç uskumru burgerlerinin $\omega 6/\omega 3$ oranı bakımından son derece faydalı bir besin olduğunu göstermektedir.

Yağ asidi kompozisyonları tür, mevsim, cinsiyet, yaş, yakalanılan coğrafi bölge gibi faktörlerden dolayı büyük farklılıklar gösterebilmektedirler (Özyurt ve Polat, 2006; Saito ve ark. 1999; Ackman, 1989; Nettleton, 1985).

4.2 Kimyasal analizler

4.2.1. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N)

Biberiye ilaveli ve ilavesiz depolanan uskumru burgerlerin depolama başlangıcından 15. gün sonuna kadar değişim gösteren TVB-N değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Biberiye Ekstraktı İlave Edilmiş Uskumru Burgerlerinin 15 Gün Depolanması Süresince TVB-N (mg /100g) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Depolama süresi (gün)	Kontrol mg /100g	A mg /100g	B mg /100g
0	15.80±1.06 ^a	14.86±0.84 ^a	13.01±0.37 ^b
6	16.51±1.48 ^b	18.83±0.74 ^a	18.57±0.80 ^{ab}
8	15.64±0.72 ^b	18.08±0.13 ^a	17.66±0.41 ^a
10	18.12±0.64 ^b	19.53±0.73 ^a	15.33±0.68 ^c
13	18.76±1.13 ^b	21.18±0.77 ^a	17.61±0.47 ^b
15	18.83±0.07 ^b	19.53±0.06 ^a	16.96±0.37 ^c

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.

$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma

Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) bakteriyel bozulmanın, genellikle ürünlerin raf ömrünün ve kalitesinin korunmasında bir gösterge olarak kullanılan endojen enzimlerin etkisi olarak bilinmektedir (EEC, 1995). Depolama başlangıcında TVB-N değerleri kontrol için 15.80 mg N/100 g, Grup A için 14.86 mg N/100 g, Grup B için 13.01 mg N/100 g olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda bu değerler sırayla 19.83 mg N/100 g, 19.53 mg N/100 g ve 16.96 mg N/100 g olarak bulunmuştur. Kontrol grubu TVB-N değerlerinde depolamanın 8. gününe kadar

dalgalanmalar gözlenmiş ve 8. günden sonra depolama sonuna kadar düzenli bir artış olduğu saptanmıştır. Grup A ve Grup B’ deki TVB-N değerlerinde depolama boyunca dalgalanmalar olduğu gözlenmiştir. Depolama boyunca önemli derecede ($p<0.05$) en düşük TVB-N değeri (13.01 mg N/100 g) depolama başlangıcında Grup B’ de gözlenmiştir. Depolamanın 10, 13 ve 15. günlerinde tüm gruplar arasında önemli düzeyde ($p<0.05$) istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. Kontrol ve Grup A arasında depolama başlangıcında fark bulunmazken, kontrol ve Grup B arasında 0. ve 13. günler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Genel bir değerlendirme ile balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını 25 mg/100g’a kadar “çok iyi”, 30 mg/100g’a kadar “iyi”, 35 mg/100g’a kadar “pazarlanabilir”, 35 mg/100g’dan yukarısı ise “bozulmuş” şeklinde tanımlamışlardır. Bir başka araştırmacı ise, deniz balıklarında 15-20 mg/100 g TVB-N miktarını iyi kalite olarak değerlendirirken, 50 mg/100g TVB-N miktarını kötü kalite olarak değerlendirmiş ve bunun yarısının TMAO’den geldiğini belirtmiştir (Connell, 1990).

Bu çalışmada bütün TVB-N değerleri hem kontrol hem de biberiye muameleli gruplarda kabul edilebilirlik seviyesinin oldukça altında kalmış ve ürünlerin çok iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. Benzer bir gözlem Tokur ve ark. (2004) tarafından hazırlanan ve -18 °C’de 8 ay boyunca depolanan tilapya (*Oreochromis niloticus*) burgerlerinde bulunmuştur.

Mahmoudzadeh ve ark. (2010), dil balığı (*Pseudorhombus elevatus*) burgerlerini tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup A, Grup B) -18 °C ‘de 5 ay depolamışlardır. Dil balığı burgerlerinin TVB-N değerlerinde dalgalanmalar olduğunu gözlemlemişlerdir. 2. ayın sonuna kadar değerlerin arttığını, 2. aydan depolamanın sonuna kadarda azalma gösterdiğini bulmuşlardır (20.97 ve 14.60 mg N/100 g⁻¹). Bunun nedeni depolamanın son aylarında CO₂ çözünürlüğünün artışı uçucu bileşikleri etkisiz hale getirmesinin olabileceği düşünülmüştür. Köse ve ark. (2009), mezgitten (*Merlangius merlangus*) ürettikleri ve buzdolabı koşullarında depoladıkları burgerlerin TVB-N değerlerinin depolama boyunca artış göstererek başlangıç değeri olan 2.02 mg/100 g ‘dan 42.03 mg/100 g ‘a ulaştığını gözlemlemişlerdir. Tokur ve ark. (2004), -18 °C’de 8 ay

depoladıkları tilapya (*Oreochromis niloticus*) burgerlerinin TVB-N değerinin depolama boyunca dalgalanma gösterdiğini bulmuşlardır. Ancak depolama süresince TVB-N değerlerinin kabul edilebilirlik limitinin oldukça altında olduğunu görmüşlerdir. Metin ve ark. (2002), tarafından 28 gün boyunca soğukta depolanan (4 °C) alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) burgerlerinin TVB-N değeri depolama başlangıcında 10.98 mg/100 g olarak bulunurken, depolama boyunca dalgalanmalar göstererek 19.66 mg/100 g' a kadar artmıştır.

İstenmeyen duyuşsal etkilere neden olan TVB-N seviyesi türden türe değişmektedir. Tatlı su balıklarındaki TVB-N 'nin çoğu amonyumdan gelirken, deniz balıklarınınki amonyum, trimetilamin ve dimetilaminden gelmektedir (Clucas,1982).

4.2.2. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA mg malonaldehit/kg)

Buzdolabı koşullarında depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) burgerlerinin TBA değişimleri Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin 15 Gün Depolanması Süresince TBA (mg malonaldehit/kg) Sayısında Meydana Gelen Değişimler.

Depolama süresi (gün)	Kontrol mg MA/kg	A mg MA/kg	B mg MA/kg
0	1.47±0.07 ^a	0.89±0.01 ^b	0.87±0.01 ^b
6	1.98±0.34 ^a	0.10±0.00 ^b	0.99±0.00 ^{ab}
8	3.04±0.18 ^a	1.11±0.03 ^b	1.10±0.02 ^b
10	4.39±0.23 ^a	1.46±0.02 ^b	0.99±0.01 ^c
13	4.49±0.14 ^a	1.42±0.06 ^b	1.09±0.02 ^c
15	4.80±0.29 ^a	1.57±0.06 ^b	1.39±0.04 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.

$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma

Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri, yağlardaki acılaşmayı gösteren parametrelerden birisi olup lipid oksidasyonu derecesinin belirlenmesinde yaygın

olarak kullanılmaktadır (Bligh ve ark., 1959; Ünal, 1995). Lipit oksidasyonun yıkım ürünlerinden bir tanesi olan malonaldehit tiyobarbitürik asit (TBA) ile kolorimetrik olarak reaksiyona girdiği için acılaştırmanın seviyesi TBA analizi ile belirlenebilmektedir. Lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri de diğer kimyasal ürünlere yıkıldığı için özellikle uzun süreli depolamalarda TBA değerinde artış ve azalışlar gözlenebilmektedir (Melton, 1983; Regenstein ve Regenstein, 1991).

Depolama başlangıcında TBA değerleri Kontrol, Grup A ve Grup B için sırayla 1.47, 0.89 ve 0.87 MA kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Kontrol grubunda TBA değerleri depolama süresince hızlı bir artış göstermiş ve depolamanın 15. gününde 4.80 MA kg⁻¹ ile en yüksek değere ulaşmıştır. TBA değerleri Grup A ve Grup B’ de depolama boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Depolama süresince Kontrol ve Grup B arasında istatistiksel olarak önemli farklar görülmüştür (p<0.05). 10. ve 13. günlerde tüm gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunurken (p<0.05), Grup A ve Grup B arasında depolamanın diğer günlerinde önemli farklar bulunmamıştır (p>0.05). Lipit oksidasyonu Grup B ’de en düşük düzeylerde gerçekleşmiş ve depolama boyunca Grup B en düşük TBA değerlerine sahip olmuştur. Grup B ’nin Grup A ’dan daha düşük TBA değerlerine sahip olması nedeni kullanılan biberiye ekstraktı konsantrasyonunun daha yüksek (%0.8) olmasından kaynaklanabilir.

Tokur ve ark., (2004), -18 °C ’de depoladıkları tilapya (*Oreochromis niloticus*) burgerlerinin TBA değerinin en yüksek 0.142 mg MA/kg olarak 7. ayda olduğunu gözlemlemişlerdir. Tokur ve ark., (2006), tarafından yapılan bir başka çalışmada yıkanmış kıyılmış ve yıkanmadan kıyılmış aynalı sazandan elde edilen balık köftelerinin TBA değerlerinin dondurulmuş depolama boyunca sırayla 0.17’den 0.27 mg MA/kg’a ve 0.20’den 0.25 mg MA/kg’a önemli düzeyde (p<0.05) arttığı bulunmuştur. Köse ve ark., (2009), buzdolabı koşullarında depoladıkları yıkanmadan kıyılmış, yıkanmış kıyılmış ve ön pişirilmeden sonra kıyılmış mezgit balığı burgerleriyle yaptıkları çalışmada TBA değerlerinin sırayla 0.21 MA/kg ve 1.66 MA/kg, 0.23 MA/kg ve 1.79 MA/kg, 0.44 MA/kg ve 2.87 MA/kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Mahmoudzadeh ve ark., (2010), tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup A, Grup B) -18 °C ’de 5 ay

depoladıkları dil balığı burgerlerinin TBA değerlerini depolama başlangıcında Grup A' da 1.01 MA/kg olarak bulmuşlar ve depolama sonunda bu değer azalma göstererek 0.22 MA/kg' a düştüğünü gözlemlemişlerdir. Grup B' de ise bu değer depolama başında 0.15 MA/kg iken depolama sonunda 0.62 MA/kg' a yükselmiştir.

Çalışma sonunda kontrol grubunun TBA değerleri yapılan çalışmalarda bulunan değerlerden daha yüksek bulunurken, biberiye muameleli gruplarda bulunan değerler diğer çalışmalarla paralellik göstermiş olup daha düşüktür.

4.2.3. Peroksit Sayısındaki (PV) Değişimler

Biberiye ekstraktı ilaveli uskumru burgerlerin depolama başlangıcında 15. gün sonuna kadar değişim gösteren peroksit sayısındaki değişimler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin 15 Gün Depolanması Süresince Peroksit Değerindeki (meq/kg) Değişimler.

Depolama süresi (gün)	Kontrol	A	B
0	4.19±0.84 ^a	2.37±0.27 ^b	2.19±0.56 ^b
6	4.87±0.44 ^a	2.27±0.80 ^b	3.85±0.90 ^a
8	3.91±0.38 ^a	2.31±0.49 ^b	2.53±0.45 ^b
10	3.60±0.40 ^a	2.05±0.25 ^b	1.89±0.39 ^b
13	3.98±0.92 ^a	2.12±0.30 ^b	3.04±0.11 ^{ab}
15	3.79±0.57 ^a	1.73±0.25 ^c	2.95±0.23 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.
 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma

Lipit oksidasyonun birinci aşamasında doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına oksijenin eklenmesiyle peroksitler meydana gelir. Peroksitler tatsız kokusuz bileşikler olduğu için tüketiciler tarafından ayırt edilemezler. Ancak bunlar bizim acılaşmayı algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler

gibi ikincil ürünlerin ortaya çıkmasına neden olurlar (Porter ve ark., 1992). Bu çalışmada peroksit değeri, uskumru burgerlerinin depolama boyunca birincil oksidasyon ürünlerinin tanımlanması için kullanılmıştır. Başlangıç peroksit değerleri Kontrol, Grup A ve Grup B için sırayla 4.19 meq/kg, 2.37 meq/kg ve 2.19 meq/kg olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca tüm grupların peroksit değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Önemli düzeyde ($p<0.05$) en yüksek peroksit değeri (4.87 meq/kg) 6.günde kontrol grubundan elde edilmiştir. Kontrol ve Grup A arasında peroksit değerleri depolama süresince önemli derecede ($p<0.05$) istatistiksel farklılıklar göstermiştir. Grup A ve Grup B arasında depolamanın 6. ve 15. günlerinde önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur. Kontrol ve Grup B’de depolamanın 6. ve 13. günlerinde fark bulunmazken ($p>0.05$), diğer günlerde fark bulunmuştur. Depolama boyunca en düşük peroksit değerine (1.73 meq/kg) depolama sonunda Grup A ‘da rastlanmıştır. Bu durum, biberiye ekstraktının balık burgerleri lipid oksidasyonuna karşı koruduğunu açıklamaktadır. Grup B’de daha yüksek konsantrasyonda biberiye bulunmasına rağmen Grup A’dan daha yüksek değerlere sahip olması biberiye ekstraktı içerisinde bulunan alkanlar, alkenler ve bazı keton bileşiklerinin oksidasyonu arttırıcı (prooksidan) etki gösterdiği ihtimalini güçlendirmektedir. Benzer olarak, Wada ve Frang (2004), sardalya filetosu üzerine yüksek miktarda α -tokoferol uygulamış ve bu maddenin sardalya filetosunda prooksidan etki gösterdiğini saptamışlardır.

Al Bulushi ve ark. (2005) Arabian sea meagre (*Argyrosomus heinii*) ile hazırladıkları burgerleri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ‘de 3 ay depolamışlardır ve peroksit değerinin 4. haftadan 8. haftaya kadar arttığını, daha sonra 8. ve 10. haftalarda sabit kaldığını görmüşlerdir. Değerler 8. haftada 14 meq/kg ‘dan 26 meq/kg ‘a kadar artmış, depolama sonunda ise 24 meq/kg ‘a düşmüştür. Tokur ve ark. (2004) tilapya burgerlerini $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ‘de 8 ay depolayarak peroksit değerlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Depolama başlangıcında peroksit değerinin 0.18 meq/kg olduğunu ancak depolamanın 6. ayında 5.03 meq/kg ‘a arttığını ve 8. ayda 0.82 meq/kg ‘a düştüğünü gözlemlemişlerdir.

4.2.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler

Uskumru burgerlerinin 15 gün depolanması süresince serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin Depolama Süresince Serbest Yağ Asitlerindeki (% oleik asit) Değişimler.

Depolama süresi (gün)	Kontrol	A	B
0	5.56±0.17 ^a	4.09±0.08 ^b	4.18±0.18 ^b
6	6.37±0.05 ^a	4.75±0.27 ^b	5.18±0.46 ^b
8	6.50±0.31 ^a	5.23±0.18 ^b	5.21±0.37 ^b
10	6.53±0.06 ^a	6.04±0.14 ^b	5.53±0.05 ^c
13	6.34±0.17 ^a	5.85±0.24 ^b	5.75±0.16 ^b
15	6.89±0.16 ^a	5.76±0.05 ^b	5.69±0.21 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.
 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma

Serbest yağ asitlerinin esterleşmiş lipitlerin enzimatik hidrolizinin bir sonucu olduğu bilinmektedir (Pacheco-Aguilar ve ark. 2000) . Gıdanın bileşiminde serbest yağ asidi miktarının artması oksidasyonu hızlanmasına neden olmaktadır. Depolamanın başında Kontrol, Grup A ve Grup B' nin serbest yağ asidi değerleri sırayla %5.56, %4.09 ve %4.18 olarak bulunmuştur. Grup A ve Kontrol arasında depolama boyunca istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir (p<0.05). Ayrıca kontrol ve Grup B arasında da depolamanın tüm günlerinde farklılıklara rastlanmıştır (p<0.05). Grup A ve Grup B arasında serbest yağ asitleri bakımından depolamanın 10. günde istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. (p<0.05). Depolama süresince tüm grupların serbest yağ asidi değerlerinde dalgalanmalara rastlanmış ve depolama sonunda başlangıç değerlerine göre artış gözlenmiştir.

Tokur ve ark. (2004), -18 °C 'de 8 ay depoladıkları tilapya burgerlerinin serbest yağ asitleri değerini başlangıçta %2.73 olarak bulmuş ve depolamanın ilk ayında % 4.14 'ye ulaştığını, depolama sonunda da %5.92 'ye kadar arttığını gözlemlemişlerdir.

4.3. Duyusal Analiz

4.3.1. Pişmiş Uskumru Burgerlerinin Duyusal Bulguları

Uskumrudan elde balık burgerlerin (Kontrol ve biberiye ekstraktlı) depolama süresince renk, koku, lezzet, doku yapısı gibi duyusal parametrelerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Balık Burgerlerin Duyusal Analizleri

Depolama günleri	Gruplar	Renk	Koku	Lezzet	Doku yapısı	Genel kabul edilebilirlik
0	K	8.89±0.33 ^a	8.89±0.33 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a
	A	8.89±0.33 ^a	8.89±0.33 ^a	8.89±0.33 ^a	8.89±0.33 ^a	9.00±0.00 ^a
	B	8.89±0.33 ^a	8.89±0.33 ^a	8.22±0.67 ^b	8.89±0.33 ^a	8.78±0.44 ^a
6	K	7.67±0.50 ^a	7.11±1.05 ^b	7.44±1.13 ^a	7.44±0.88 ^a	7.67±0.70 ^a
	A	7.77±0.50 ^a	8.00±0.70 ^a	7.67±0.70 ^a	7.55±1.01 ^a	7.89±0.78 ^a
	B	7.78±0.67 ^a	7.89±0.78 ^{ab}	7.00±0.87 ^a	7.78±0.83 ^a	7.78±0.83 ^a
8	K	7.33±0.50 ^a	6.44±1.13 ^b	6.22±0.97 ^a	6.55±0.52 ^b	6.11±0.78 ^b
	A	7.55±0.52 ^a	7.33±0.50 ^a	6.78±0.66 ^a	7.33±0.50 ^a	7.11±0.60 ^a
	B	7.33±0.50 ^a	7.33±0.50 ^a	6.22±0.44 ^a	6.89±0.93 ^{ab}	7.00±0.70 ^a
10	K	7.22±0.44 ^a	6.67±0.70 ^a	6.11±0.33 ^a	6.33±0.50 ^b	6.78±0.83 ^a
	A	7.44±0.53 ^a	7.11±0.60 ^a	6.55±0.83 ^a	7.22±0.67 ^a	7.11±0.33 ^a
	B	7.22±0.67 ^a	7.11±0.93 ^a	6.00±0.87 ^a	7.22±0.44 ^a	7.00±0.50 ^a
13	K	6.67±0.70 ^a	6.33±0.70 ^a	5.33±1.11 ^a	5.78±1.20 ^a	5.89±1.27 ^{ab}
	A	7.11±0.60 ^a	6.33±0.50 ^a	5.67±0.70 ^a	6.11±0.78 ^a	6.11±0.60 ^a
	B	7.11±0.60 ^a	6.33±0.50 ^a	4.11±1.45 ^b	5.71±1.05 ^a	4.89±1.17 ^b
15	K	4.44±0.53 ^a	4.78±0.67 ^a	3.11±0.33 ^b	4.22±0.44 ^a	4.11±0.60 ^{ab}
	A	4.67±0.87 ^a	5.00±0.87 ^a	4.22±0.44 ^a	4.55±0.53 ^a	4.33±0.70 ^a
	B	4.55±0.53 ^a	4.89±0.78 ^a	2.78±0.44 ^b	4.44±0.53 ^a	3.55±0.73 ^b

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.

$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, depolama boyunca renk parametresi bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar ($p>0.05$) görülmemiştir. Koku bakımından depolamanın 0, 10, 13 ve 15. günlerinde önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 6. gününde Kontrol ve Grup A arasında, 8. gününde ise Kontrol ile her iki biberiye muameleli grup arasında önemli farklar görülmüştür ($p<0.05$). 6, 8 ve 10. günlerde gruplar arasında lezzet parametresi bakımından fark bulunmamıştır. Depolamanın 0. ve 13. günlerinde Kontrol ve Grup

A arasında lezzet bakımından istatistiksel fark bulunmazken, Grup B ile bu gruplar arasında önemli fark bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama sonunda (15. gün) kontrol ve Grup B arasında fark bulunmazken, Grup A ile bu gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Doku yapısı bakımından 0, 6, 13 ve 15. günlerde gruplar arasında fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolamanın 8. gününde Kontrol ve Grup A arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunurken, 10. günde Kontrol ve biberiye muameleli gruplar arasında farklar bulunmuştur. Genel kabul edilebilirlik bakımından Kontrol ve biberiye muameleli gruplar arasında 8. günde önemli farklar tespit edilmiştir. Depolamanın 13. ve 15. günlerinde grup A ve Grup B arasında önemli farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$). Depolama sonunda Kontrol ve Grup B' de duyu kalite bakımından belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Depolama süresince Grup A, Grup B 'den daha iyi bir duyu kabul edilebilirliğe sahip olmuş ve depolama boyunca genel kabul edilebilirliğini korumuştur. Grup B kimyasal kalite parametreleri bakımından daha iyi sonuçlara sahip olmasına rağmen, duyu olarak Grup A daha çok tercih edilmiştir. Bunun nedeni Grup B' de kullanılan yüksek konsantrasyonlu (%0.8) biberiyenin istenmeyen acımsı bir tatla sonuçlanması olarak görülmektedir.

Duyu değerlendirme sonunda panelistler genel olarak biberiye ekstraktının balık burgerin duyu kalitesi üzerine antioksidan etkisinin olduğunu, ancak %0,8 olarak kullanılan konsantrasyonun burgere acımsı bir tat verdiğini ve bu nedenle uygun olan konsantrasyonun %0.4 olduğunu belirtmişlerdir.

Mahmoudzadeh ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada, dil balığından hazırladıkları burgerleri tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup 1, Grup 2) $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolayarak duyu kalitesindeki değişimleri araştırmışlardır. Çalışma sonunda gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Depolama sonunda Grup 1 'in duyu sonuçları Grup 2'den daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak kaplama materyalinin depolamanın tüm aylarında doku yapısını önemli ölçüde ($p<0.05$) etkilediği görülmüştür. Corbo ve ark., (2009), timol, limon ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktıyla muamele ettikleri balık burgerleri $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. Araştırma sonunda kontrol grubunun 6 günde bozulduğunu, timol ve limon ekstraktıyla muamele edilen grupların 14 gün

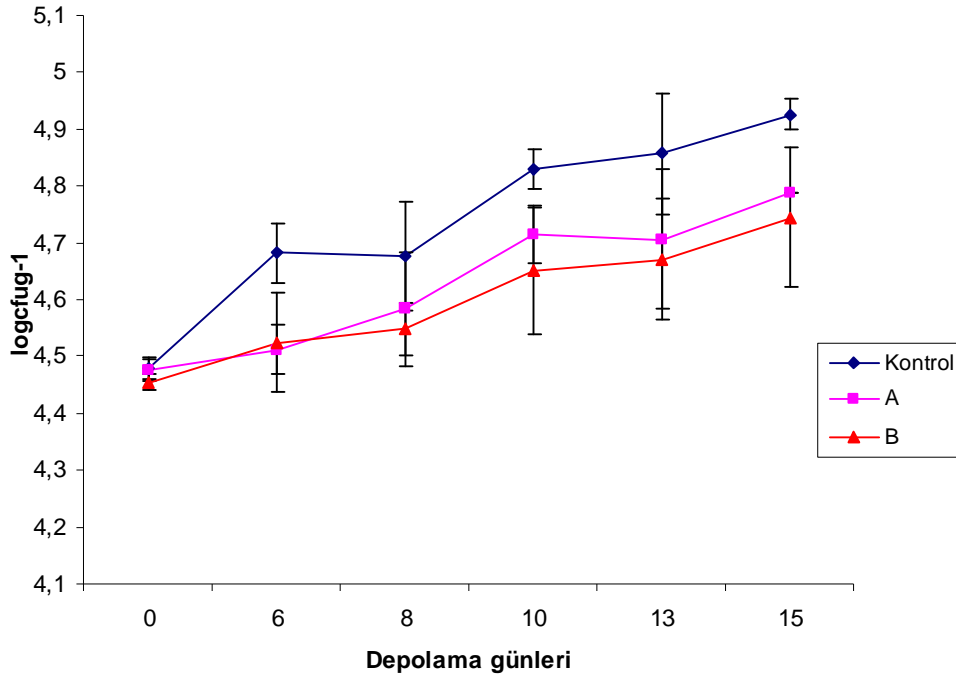
taze kaldığını, üzüm çekirdeği ekstraktıyla muamele edilen grubun ise tazeliğini 10 gün boyunca sürdürdüğünü bulmuşlardır. Metin ve ark., (2002), alabalık burgerlerini 28 gün boyunca soğukta depolayarak duyu kalitesini değerlendirmişlerdir. Duyusal analiz sonuçlarına göre depolamanın 21. gününden sonra burgerlerin tazeliğini kaybettiğini bulmuşlardır. Taşkaya ve ark., (2003), taze ve dondurulmuş-çözündürülmüş alabalık filetolarından hazırladıkları balık burgerleri (Grup A ve Grup B) 4 °C 'de 21 gün depolayarak duyu değişimlerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda iki grup arasında önemli farklar gözlenmemiştir. Ancak dondurulmuş-çözündürülmüş filetolardan hazırlanan burgerlerin daha düşük duyu sonuçlarına sahip olduğu bulunmuştur. Fakat gruplardan hiçbiri kabul edilemez olarak görülmemiştir. Hasaballa ve ark., (2009), kedibalığı burgerlerini farklı pişirme metotları (ızgara, kızartma, fırında) uygulayarak pişirdikten sonra -18 °C'de 4 ay boyunca depolamışlardır. Izgarada pişirildikten sonra dondurulan örneklerin en düşük duyu sonuçlarına sahip olduğu, kızartılarak pişirilen burgerlerin genel kabul edilebilirliğinin fırında ve ızgarada pişirilen burgerlerin genel kabul edilebilirliğinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca duyu testler tüm grupların depolamanın sonuna kadar kabul edilebilir olduklarını göstermiştir.

Araştırmada duyu değerlendirme sonuçlarına göre kontrol ve Grup B' nin raf ömürleri 13 gün, Grup A' nin raf ömrü ise 15 gün olarak belirlenmiştir. Grup B' nin Grup A' ya kıyasla daha kısa raf ömrüne sahip olmasının nedeni daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılan biberiye ekstraktı ve buna bağlı olarak tatta meydana gelen acılaştırma.

4.4. Mikrobiyolojik Değişimler

4.4.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı (TMBS)

Şekil 4.1' de biberiye ekstraktıyla muamele edilen uskumru burgerlerinin depolanması süresince toplam canlı sayımı verilmiştir.



Şekil 4.1. Biberiye Ekstraktıyla Muamele Edilmiş Uskumru Burgerlerinin Toplam Canlı Sayımı (TVC).

Balık burgerin başlangıç toplam canlı sayımı, daha önce Köse ve ark. (2009) tarafından mezgit burgerleri için, Corbo ve ark. (2009) tarafından morina balığı burgerleri için, Al-Bulushi ve ark. (2005) tarafından bir Kızıldeniz türü olan *Arabian sea meagre* burgerleri için rapor edilen değerden daha yüksek (Kontrol ve Grup A için $4,48 \log \text{cfu g}^{-1}$, Grup B için $4,45 \log \text{cfu g}^{-1}$) bulunmuştur. Toplam canlı sayımı depolama süresince artış göstermiştir. Ancak tüm balık burger gruplarında toplam canlı sayımı içeriği depolama periyodu boyunca limit seviyesini aşmamıştır ($<6 \log \text{cfu g}^{-1}$). Kontrol grubunda depolama süresince biberiye ekstraktı muameleli gruplara kıyasla yüksek düzeyde toplam canlı sayımı gözlenmiştir. Diğer taraftan Grup A ve Grup B arasında önemli değişimler bulunmazken biberiye ekstraktının mikroorganizma gelişimini kontrol etmede etkili olduğu görülmüştür.

Corbo ve ark. (2009) çeşitli konsantrasyonlarda doğal antioksidan (karvakrol, öganol, timol, yeşil çay ekstraktı, biberiye ekstraktı, limon ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktı) uyguladıkları ve modifiye atmosfer paketleyerek $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de depoladıkları morina burgerlerinde mikrobiyal büyümenin kontrol altına alındığını,

bakteriyel popülasyonun azalarak $4.8 \log \text{CFU g}^{-1}$ ve $6.5 \log \text{CFU g}^{-1}$ arasında kaldığını gözlemlemişlerdir. Aynı araştırmacıların bir başka çalışmasında timol hem *Pseudomonas fluorescens* hem de psikotrofik bakteriler üzerinde en etkili bileşen iken, üzüm çekirdeği ekstraktı *Photobacterium phosphoreum*, *Shewanella putrefaciens* ve mezofilik bakterilere karşı en etkili doğal bileşen olarak gözlenmiştir. Araştırma sonunda mikrobiyal büyümenin taze balık burgerin kabul edilebilirliğini sınırlayan bir etmen olduğu sonucuna varılmıştır. Taşkaya ve ark., (2003), $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün boyunca depoladıkları taze ve dondurulmuş-çözündürülmüş alabalık filetolarından hazırladıkları balık burgerleri depolayarak mikrobiyal değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar taze balıkta toplam canlı sayımını $>7.48 \log \text{CFU/g}$ olarak bulurken, dondurulmuş-çözündürülmüş balıkta bu değeri $5.58 \log \text{CFU/g}$ olarak gözlemlemişlerdir. Depolamanın 0. gününde balık burgerlerdeki mikrobiyal yük burger formülasyonunda kullanılan bileşenlerin antimikrobiyal etkisinden dolayı balık filetolarındaki değerden daha düşük bulunmuştur.

Bu çalışma sonunda kontrol ve biberiye muameleli grupların her ikisinde de toplam canlı sayısı depolama boyunca limit değerini aşmamış ve yapılan diğer çalışmalara kıyasla daha iyi sonuçlar gösterdiği saptanmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bibriyeden (*Rosmarinus officinalis* L.) solvent ekstraksiyon yöntemiyle üretilen doğal antioksidanların uskumru (*Scomber scombrus*) burgerlerine uygulanması ile balık burger üzerindeki duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtildiği şekilde sıra ile verilmiştir.

1. Araştırmamızda uskumru burgerin protein oranı %18.10; yağ oranı ise %12.75 olmuştur. Nem ve ham kül içeriği sırasıyla %57.97 ve %2.18 olarak bulunmuştur.
2. Araştırmamızda bütün gruplarda genel olarak en yüksek oranda bulunan yağ asitleri miristik asit (14:0), palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0), palmitoleik asit (16:1), oleik asit (C18:1ω9), linoleik asit (C18:2ω6), linolenik asit (C18:3ω3), araşidonik asit (C20:4ω6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5ω3) ve dekosahexaenoik asit (DHA, C22:6ω3) olmuştur.
3. Pişmiş olarak duyusal değerlendirme sonuçlarına göre renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik açısından duyusal puanlarda depolama süresi ile birlikte bir düşüş gözlenmiştir. Bu çalışmada uskumru burgerleri hedonik skalaya göre kontrol grubu 5.89 puanda ve Grup B 4.89 puanda depolamanın 13. gününde red edilmiş, Grup A ise 4.33 puanda depolamanın 15. gününde red edilmiştir.
4. Biberiye ilaveli ve ilavesiz uskumru burgerlerinin TVB-N değerleri depolama boyunca dalgalanmalar göstermiş olup, ürünlerin kimyasal kalitelerinin belirlenmesinde TVB-N parametresinin uygun bir kriter olmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda burgerlerin TVB-N yönünden tüketilebilir sınırına ulaşmadığı tespit edilirken, mikrobiyolojik sonuçlar yönünden de tüketilebilir özelliğini koruduğu tespit edilmiştir.

5. Araştırma sonucunda TBA değerleri açısından kontrol ve muamele grupları arasında önemli farklılıklar görülmüştür ($p<0.05$). Ancak Grup B' de Grup A' ya göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni kullanılan biberiye ekstraktının daha yüksek konsantrasyonda (%0.8) olmasıdır. Uskumru burgerinde TBA açısından en etkili biberiye ekstraktı konsantrasyonunun %0.8 olduğu düşünülmektedir.
6. Peroksit sayısı (PV) açısından kontrol ve biberiye muameleli gruplarda dalgalanmalar gözlenmiştir. Biberiye muameleli grupların kontrol grubundan daha düşük değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Ancak muamele grupları arasındaki fark tam olarak ayırt edilememiştir ve Grup A' nın Grup B' den daha iyi sonuçlara sahip olduğu gözlenmiştir.
7. FFA açısından kontrol ve biberiye muameleli gruplar arasında önemli farklılıklar ($p<0.05$) olduğu ve FFA açısından Grup A ve Grup B' nin etkilerinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır.
8. Çalışma sonunda mikrobiyolojik verilere dayanarak, kontrol ve biberiye muameleli grupların her ikisinde de depolama boyunca TAMB (Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri) sayısı bakımından kabul edilebilir limit değerini (10^6 kob/g) aşmadığı, ayrıca muamele gruplarının kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Araştırma sonucunda kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre biberiye muameleli gruplar kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar göstermiştir. Duyusal değerlendirmede ise Grup A (%0.4 biberiye) hem kontrol hem de Grup B' ye (%0.8 biberiye) göre daha uzun bir raf ömrüne sahip olmuş ve depolama sonuna kadar duyusal kalitesini korumuştur. Grup B' nin kontrol ile aynı duyusal sonuçlara sahip olmasının nedeni kullanılan yüksek konsantrasyonda biberiye ekstraktının istenmeyen acımsı bir tatla sonuçlanmasıdır. Bu nedenle burgerlerde kullanılacak biberiye ekstraktı miktarının %0.4'ün üzerinde olmaması önerilmektedir.

Uskumru burgerlerinin duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin belirlendiği bu çalışmada, işlenmiş balıkların besinsel kompozisyonunun belirlenmesi ve çeşitli konsantrasyonlarda farklı baharatların (kekik, nane, defne,

adaçayı vb.) kullanılması konunun farklı yönleriyle değerlendirilmesine katkı getirebilir.

KAYNAKLAR

- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists (14th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists (15th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- A.O.C.S. 1994. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. American Oil Chemists Society, Champaign,IL
- ACKMAN, R.G., 1989. Nutritional Composition of Fats in Sea Foods. Progress in Food and Nutrition Science, 13: 161-241.
- ALASALVAR, C., TAYLOR, K.D.A., ZUBCOV, E., SHAHİDİ, F., and ALEXIS, M., 2002. Differentiation of Cultured and Wild Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*): Total Lipid Content, Fatty Acid and Trace Mineral Composition. Food Chemistry, 79, 145–150.
- AL-BULUSHI, I.M., KASAPIS, S., AL-OUFI AND, H. and AL-MAMARI, S., 2005. Evaluating the Quality and Storage Stability of Fish Burgers During Frozen Storage .Fisheries Science; 71: 648–654.
- ALGHAZEER, R., SAEED, S. and HOWELL, N.K., 2008. Aldehyde Formation in Frozen Mackerel (*Scomber scombrus*) in the Presence and Absence of Instant Green Tea. Food Chemistry 108: 801–810.
- ANONİM, 2003. Rosemary Extract. PLT Press. Winter.
- ANONİM, 2007. http://www.feap.info/pisces/hottopics/advant0_en.asp
- ANTONİOS, E. and MİCHAEL, G., 2007. Kontominas Effect of Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging on The Shelf-Life of Refrigerated Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. Eur Food Res Technol, 224: 545–553.
- ANTONOCOPOULUS, N., 1973. Bestmmung des Flu'chhtigen Basensticktoofs. In W. Ludorf and V. Meyer (Eds.), Fische and Fischerzeugnisse, Berlin and Hamburg: 224–225.

- ARO, T., TAHVONEN, R., MATTILA, T., NURMI, J., SIVONEN, T. KALLIO, H., and AGRIC, J., 2000. Effects of Season and Processing on Oil Content and Fatty Acids of Baltic Herring (*Clupea harengus membras*). *Food Chem.*, 48: 6085-6093.
- BANYAI, E.S., TULOK, M.H., HGEDÜS, A., RENNER, C. and VARGAI, S., 2003. Antioxidant Effect of Various Rosemary (*Rosmarium officinalis* L.) Clones. *Acta Biologica Szegediensis*. 47(1-4): 111-113.
- BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., THONGKAEW, C. and TANAKA, M., 2005. Effect of Frozen Storage on Chemical and Gel-Forming Properties of Fish Commonly Used for Surimi Production in Thailand, *Food Hydrocolloids* 19, 197–207.
- BLIGH, E.G. and DYER, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Ekstraction and Purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- BOCHI, V.C., WEBER, J., RIBEIRO, C.P., VICTÓRIO, A.M. and EMANUELLI, T., 2008. Fishburgers with Silver Catfish (*Rhamdia quelen*) Filleting Residue. *Bioresource Technology*, 99: 8844–8849.
- BOGNAR, A., 1997. Comparative Study of Frying to The Other Cooking Techniques. Influence on Nutritive Value. *Grassy Aceites*, 49: 250-260.
- BURDA, S., and OLESZEK, W., 2001. Antioxidant and Antiradical Activities of Flavonoids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49: 2774– 2779.
- BURT, S., 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods. *International Journal of Food Microbiology* 94: 223– 253.
- CADUN, A., KISLA, D. and ÇAKLI, Ş., 2008. Marination of Deep-Water Pink Shrimp With Rosemary Extract and The Determination of Its Shelf-Life. *Food Chemistry* 109: 81–87.
- CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, I., RIGANAKOS, K. and KONTOMINAS, M.G., 2005. Shelf-Life Extension of Vacuum-Packaged Sea Bream (*Sparus Aurata*) Fillets By Combined G-Irradiation and Refrigeration: Microbiological, Chemical and Sensory Changes. *Journal of Science Food Agricultural* 85: 779–784.

- CLUCAS, I. J., 1982. In: *Fish Handling, Preservation and Processing Part 2*: 4–8.
- CONNELL, J.J., 1990. *Control of Fish Quality*, 3rd Ed., Fishing News Book, UK., 226s.
- CORBO, M.R., SPERANZA, B., FILIPPONE, A., CONTE, A., SINIGAGLIA, M. and DEL NOBILE, M. A., 2009. Natural Compounds to Preserve Fresh Fish Burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 2021–2027.
- CORBO, M.R., BEVILACQUA, A., CAMPANIELLO, D., DAMATO, D., SPERANZA, B. and SINIGAGLIA, M., 2009. Prolonging Microbial Shelf Life of Foods Through the Use of Natural Compounds and Non-Thermal Approaches a Review. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 223–241.
- CORBO, M.R., DI GIULIO, S., CONTE, A., SPERANZA, B., SINIGAGLIA, M. And DEL NOBILE, M.A., 2009. Thymol and Modified Atmosphere Packaging to Control Microbiological Spoilage in Packed Fresh Cod Hamburgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1553–1560.
- CUVELIER, M.E., RICHARD, H. and BERSET, C., 1996. Antioxidative Activity and Phenolic Composition of Pilot-Plant and Commercial Extracts of Sage and Rosemary. *J Am Oil Chem Soc*, 73: 645-65.
- ÇAKLI, S., TAŞKAYA, L., KIŞLA, D., ÇELİK, U., ATAMAN, C.A., CADUN, A., KILINÇ, B. and MALEKI, R.H., 2005. Production and Quality of Fish Fingers from Different Fish Species. *Eur. Food Res. Technol.* 220: 526–530.
- DEL NOBILE, M.A., CORBO. M.R., SPERANZA. B., SINIGAGLIA, M., CONTE. A. and CAROPRESE. M., 2009. Combined Effect of Map and Active Compounds on Fresh Blue Fish Burger. *International Journal of Food Microbiology*, 7s.
- DEVLIEGHIERE, F., VERMEIREN, L. and DEBEVERE, J., 2004. New Preservation Technologies: Possibilities and Limitations. *International Dairy Journal* 14: 273–285.

- DI MONACO, R., CAVELLA, S., MASI, P., SEVI, A., CAROPRESE, M., MARZANO, A., CONTE, A. and DEL NOBILE, M.A., 2009. Blue Fish Burgers: Nutritional Characterisation and Sensory Optimisation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1634–1641.
- DURLING, N.E., CATCHPOLE, O.J., GREY, J.B., WEBBY, R.F., MITCHELL, K.A. and FOO, L.Y., 2007. Extraction of Phenolics and Essential Oil From Dried Sage (*Salvia officinalis*) Using Ethanol–Water Mixtures, *Food Chemistry*, 101: 1417–1424
- FIJUWARA, K., OOSAWA, T. and SAEKI, H., 1998. Improved Thermal Stability and Emulsifying Properties of Carp Myofibrillar Proteins by Conjugation with Dextran, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 1257–1261.
- GIMENEZ, B., RONCALES, P. and BELTRAN, J.A., 2004. The Effects of Natural Antioxidants and Lighting Conditions on the Quality Characteristics of Gilt-Head Sea Bream Fillets (*Sparus Aurata*) Packaged in a Modified Atmosphere. *Journal of Science Food Agricultural* 84: 1053–1060.
- HASSABALLA, A.Z., MOHAMED, G.F., IBRAHIM, H.M. and ABDELMAGEED, M.A., 2009. Frozen Cooked Catfish Burger: Effect of Different Cooking Methods and Storage on Its Quality. *Global Veterinaria* 3 (3): 216-226.
- HMSO, UK. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
- HSIEH, L., and REGENSTEIN, J.M., 1989. Texture Changes of Frozen Stored Cod and Ocean Perch Minces. *Journal of Food Science* 54 (4): 824–826.
- HUSS, H.H. 1988. *Fresh Fish: Quality and Quality Changes*. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, 132s.
- INANLI, A.G., ÇOBAN, Ö.E., ÖZPOLAT. E. ve DARTAY, M., 1996. Bıyıklı Balıktan Yapılan Balık Krokotlerinin Soğukta Raf Ömrünün Belirlenmesi (*Barbus esocinus*, Heckel.). *Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi*.
- JAVANMARDI, J., STUSHNOFF, C., LCKE, E. and VIVANCO, J.M., 2003. Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Iranian *Acimum* Accessions. *Food Chemistry*. 83: 547-550.

- KEITZMAN, U., PRIEBBE, K., RAKOV, I. D. and REICHSTEIR, K., 1969. Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 368.
- KINSELLA, J.E., 1987. Seafoods and Fish Oils in Human Health and Disease New York: Marcel Dekker, Inc. 1–23.
- KOLANOWSKI, W. and LAUFENBERG, G., 2006. Enrichment of Food Products with Polyunsaturated Fatty Acids by Fish Oil Addition. *European Food Research and Technology*, 222: 472–477.
- KOSE, S., BORAN, M. ve BORAN, G., 2006. Storage Properties Of Refrigerated Whiting Mince After Mincing by Three Different Methods. *Food Chemistry* 99: 129–135.
- KYLE, D.J., 1999. Low Serum Docosahexaenoic Acid is a Significant Risk Factor for Alzheimer's Dementia. *Lipids*, 34: 245.
- LOPEZ-MALO, A., ALZAMORA, S.M. and GUERRERO, S., 2000. Natural Antimicrobials From Plants. In: Alzamora, S.M., Tapia, M.S., Lòpez-Malo, A. (Eds.), *Minimally Processed Fruits and Vegetables. Fundamental Aspects and Applications*. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, MD, 237–263.
- MAHMOUDZADEH, M., MOTALLEBI, A., HOSSEINI, H., KHAKSAR, R., AHMADI, H., JENAB, E., SHAHRAZ, F., and KAMRAN, M., 2010. Quality Changes of Fish Burgers Prepared from Deep Flounder (*Pseudorhombus elevatus* Ogilby, 1912) with and Without Coating During Frozen Storage (-18 °C). *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 374–379.
- MELTON, S., 1983. Methodology for Following Lipid Oxidation in Muscle Foods. *Food Technol.*, 37 (7): 111-116.
- MENDENHALL, V.T., 1972. Oxidative Rancidity
- MENDES, R., PESTANA, C. and GONCALVES, A., 2008. The Effects of Soluble Gas Stabilisation on The Quality of Packed Sardine Fillets (*Sardina pilchardus*) Stored in Air, Vp and Map. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 2000–2009.

- METİN, S., ERKAN, N. ve VARLIK, C., 2002. The Application of Hypoxanthine Activity as a Quality Indicator of Cold Stored Fish Burgers. *Turk J Vet Anim Sci*, 26: 363-367.
- NETTLETON, J. A., 1985. *Seafood Nutrition. Facts, Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish*. Van Nostrand/Reinhold, New York, Osprey Books, 280.
- NETTLETON, J.A., 1992. *Seafood Nutrition in the 1990s: Issues For The Consumer*. Chapter 4. In: *Seafood Science and Technology. Proceedings of the International Conference Seafood 2000*. (edited by G. Bligh), 32–39.
- NYCHAS, G.J.E. and TASSOU, C.C., 2000. Traditional Preservatives Oils and Spices. In: Robinson, R.K., Batt, C.A., Patel, P.D. (Eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic Press Inc, San Diego, CA, 1717–1722.
- OLSEN, S. F. and SECHER, N. J., 2002. Low Consumption of Seafood in Early Pregnancy as a Risk Factor For Preterm Delivery: Prospective Cohort Study. *British Medical Journal*, 324: 1–5.
- ÖZDEN, Ö., GÖKOĞLU, N., 1996. Soğukta Saklanan Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (W.1792) Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Gıda teknolojisi*, 1, 6: 37-42.
- ÖZOGUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P. and ÖZOGUL, Y., 2000. A Rapid HPLC Determination of ATP Related Compounds and Its Application to Herring Stored Under Modified Atmosphere. *International Journal of Food Science and Technology*, 35 (6): 549-554.
- ÖZOGUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P. and ÖZOGUL, Y., 2002. Biogenic Amines Formation in Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored Under Modified Atmosphere Packaging Using a Rapid HPLC Method. *Int J Food Sci Technol*, 37: 515–522.
- ÖZOGUL, Y., ÖZYURT, G. ve BOGA, E.K., 2009. Effects of Cooking and Reheating Methods on the Fatty Acid Profile of Sea Bream Treated with Rosemary Extract. *J Sci Food Agric*.
- ÖZOGUL, Y., ÖZOGUL, F., ÇİÇEK, E., POLAT, A. ve KULEY, E., 2008. Fat Content and Fatty Acid Compositions of 34 Marine Water Fish Species From

- the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 1-12.
- ÖZYURT, G. ve POLAT, A., 2006. Amino Acid and Fatty Acid Composition of Wild Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*): A Seasonal Differentiaton. *European Food Research and Technology*, 222: 316-320.
- ÖZYURT, G., T, BAHAR., Ö, YEŞİM., KORKMAZ, K. ve POLAT, A., 2007. İncedudaklı Kefal (*Liza Ramada*)’ın Yağ Asidi Kompozisyonu ve Buzdolabında Muhafazası (4°C) Sırasında Lipit Oksidasyonu. *Journal of Fisheries Sciences.com* 1 (4): 160-167.
- PANA, Y., ZHUA, J., WANG, H., ZHANGA, X., ZHANGA, Y., HEA, C., JIA, X., and LIB, H., 2007. Antioxidant Activity of Ethanolic Extract of Cortex Fraxini and Use in Peanut Oil. *Food Chemistry*, 913-918s.
- PATIR, B., ÖKSÜZTEPE, G., ÇOBAN, Ö.E. ve DİKİCİ, A., 2009. Dondurulmuş Karides Etinden Hazırlanan Kroketlerin Raf Ömrü. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.* 23 (1): 29 – 37.
- PAULUS, K., ZACHARIAS, R., ROBINSON, L., GEIDEL, H., 1979. Kritische Betrachtungen Zur “Bewetenden Prüfung Mit Skale” Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorichen Analyse. *LWT*, 12 (1), 52-61.
- PENG, Y., YUAN, J., LIU, F. and YE, J., 2005. Determination of Active Components in Rosemary by Capillary Electrophoresis with Electrochemical Detection. *Journal of Pharmaceutical Biomedical Analysis* 39: 431–437.
- PORTER, P.J., KENNISH J.M. and KRAMER, D.E., 1992. THE Effects of Exsanguination of Sockeye Salmon on the Changes in the Lipid Composition During Frozen Storage (Edited by: E.G. Bligh). *Seafood and Tech, Fishing News Boks*, 76-84.
- PUNZON, A., VILLAMOR, B. and PRECIADO, I., 2004. Analysis of the Handline Fishery Targeting Mackerel (*Scomber scombrus*) in the North of Spain (ICES Division VIIIbc) .*Fisheries Research* 69: 189–204.
- RAHMAN, M.S., AL-WAILI, H., GUIZANI, N. and KASAPIS, S., 2007. Instrumental-Sensory Evaluation of Texture for Fish Sausage and Its Storage Stability. *FISHERIES SCIENCE*; 73: 1166–1176.

- RAMIREZ, P., SENORANS, F.J., IBANEZ, E. and REGLERO, G., 2004. Separation of Rosemary Antioxidant Compounds by Supercritical Fluid Chromatography on Coated Packed Capillary Columns. *Journal of Chromatography a* 1057: 241–245.
- REDMOND, J.W. and TSENG, A., 1979. High-Pressure Liquid Chromatographic Determination of Putrescine, Cadaverine, Spermidine and Spermine. *Journal of Chromatography*, 170: 479-481.
- REGENSTEIN, J.M. and REGENSTEIN, C.E., 1991. *Introduction to Fish Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold (an Osprey Book), 269s.
- RICE-AVANS, C.A., MILLER, N.J., BOLWELL, P.G., BRAMLEY, P.M. and PRIDHAM, J.B., 1995. The Relative Antioxidant Activities of Plant-Derived Polyphenol Flavonoids. *Free Radical Research*. 22 (4): 375-383.
- ROSENBERG, I.H., 2002. Fish: Food the Calm the Heart. *New England Journal of Medicine*, 346: 1102–1103.
- SAITO, H., YAMASHIRO, R., ALASALVAR, C. and KONNO, T., 1999. Influence of Diet on Fatty Acids of Three Subtropical Fish, Subfamily Caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and Family Siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34: 1073-1082.
- SANCHEZ-ALONSO, I., JIMENEZ-ESCRIG, A., SAURA-CALIXTO, F. and BORDERIAS, A.J., 2007. Effect of Grape Antioxidant Dietary Fibre on the Prevention of Lipid Oxidation in Minced Fish: Evaluation by different methodologies. *Food Chemistry* 101: 372–378.
- SANCHEZ-ALONSO, I., JIMENEZ-ESCRIG, A., SAURA-CALIXTO, F., BORDERIAS, A.J., 2008. Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. *LWT* 41 42–50.
- SCANDAMIS, P., NYCHAS, G.J.E., 2001. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *Journal of Applied Microbiology* 91, 1011–1022.
- SERDAROGLU, M. ve FELEKOGLU, E., 2005. Effects of Using Rosemary Extract and Onion Juice on Oxidative Stability of Sardine (*Sardina pilchardus*) Mince. *J Food Qual* 28: 109–120.

- SHAHIDI, F., 1997. Natural antioxidants: an overview. In F. Shahidi (Ed.), Natural antioxidants. Illinois, USA: AOCS Press.
- SIGFUSSON, H., . DECKER, E.A., MCCLEMENTS. D.J., 2001. Ultrasonic characterization of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Food Research International 34 15±23.
- SİAH, W.M., 2005. Effect of packaging on the storage quality of fishburger. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 33(2)(): 201–209.
- SKERGET, M., KOTNIK, P., HADOLIN, M., HRAS, A.R., SIMONIC, M., KNEZ, Z., 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chemistry. 89: 191-198.
- STEFFENS, W., 1997. Effects of Variation in Essential Fatty Acids in Fish Feeds on Nutritive Value of Freshwater Fish for Humans. Aquaculture, 151: 97–119.
- SUJA, K.P., ABRAHAM, J.T., THAMÍZH, S.N., JAYALEKSHMY, A. and ARUMUGHAN, C., 2004. Antioxidant Efficacy of Sesame Cake Extract in Vegetable Oil Protection. Food Chemistry, 84: 393-400.
- TARLADGIS, B., WATTS, B.M., YONATHAN, M., 1960. Distillation method for determination of malonaldehyde in rancid food. Journal of American Oil Chemistry Society, 37(1): 44-48.
- TAŞKAYA, L., ÇAKLI, Ş., KIŞLA, D., KILINÇ, B., 2003. Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout During Refrigerated Storage. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2003 Cilt/Volume 20, Sayı/Issue(1-2): 147 – 154.
- Technology, Technical University of Nova Scotia, 1990 (Fishing News Books).
- TIRONI, V.A., TOMAS, M.C., ANON, M.C., 2009. Quality loss during the frozen storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract. LWT - Food Science and Technology, 1–10.
- TOCHER, D.R., MOURENTE, G., EECKEN, A.V.D., EVJEMO, J.O., DIAZ, E.J., BELL, G., GEURDEN, I., LAVENS, P., OLSEN, Y., 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenile turbot

- (*Scophthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream(*Sparus aurata* L.)*Aquaculture Nutrition*, 8;;195-207.
- TOKUR, B., ÖZKÜTÜK, S., ATICI, E., ÖZYURT, G., ÖZYURT, C.E., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18 oC). *Food Chemistry*, 99 335–341.
- TOKUR, B., POLAT, A., BEKLEVİK, G., ÖZKÜTÜK, S., 2004. Changes in the quality of fishburger produced from *Tilapia* (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18 oC) *Eur Food Res Technol*, 218:420–423.
- ÜNAL, G., 1995. Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Tek. Anabilim Dalı Doktora Tezi, 120s, İzmir.
- VARELTZIS, K., KOUFIDIS, D., GAVRIILIDOU, E., PAPAVERGOU, E. and VASILIADOU, S., 1997. Effectiveness of a Natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Extract on The Stability of Filleted and Minced Fish During Frozen Storage. *Z Lebensm Untersuch Forsch A* 205: 93–96.
- VARLIK, C., HEPERKAN, D.,1990. Hamsinin Buzda Muhafazası. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 4, (1), 53-58.
- VENUGOPAL,V., 2006. Seafood processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaking and Cook-Chilling, pp.215 CRC Pres,USA.
- VICENTE, S.J.V., & TORRES, E.A.F.S., 2007. Formation of four cholesterol oxidation products and loss of free lipids, cholesterol and water in beef hamburgers as a function of thermal processing. *Food Control*, 18, 63–68.
- WADA, S., FANG, X., 1992. The Synergistic Antioxidant Effect Of Rosemary Extract and Tocopherol in Sardine Oil Model System and Frozen-Crushed Fish Meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 16, 263–7.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Antalya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde lisans öğrenimine başladı ve 2007 yılında mezun oldu. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.