

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Esra BALIKÇI

**KEKİK, BİBERİYE ve FESLEĞENDEN ELDE EDİLEN EKSTRAKTLARIN,
DONDURULMUŞ (-18°C) VE SOĞUKTA (4±2°C) VAKUM
PAKETLENEREK DEPOLANMIŞ USKUMRU (*Scomber scombrus*)
KÖFTELERİNİN KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2015

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KEKİK, BİBERİYE ve FESLEĞENDEN ELDE EDİLEN
EKSTRAKTLARIN, DONDURULMUŞ (-18°C) VE SOĞUKTA (4±2°C)
VAKUM PAKETLENEREK DEPOLANMIŞ USKUMRU (*Scomber scombrus*)
KÖFTELERİNİN KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Esra BALIKÇI

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 19/03/2015 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Taçnur BAYGAR
ÜYE

.....
Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT
ÜYE

.....
Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ
ÜYE

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

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2011D3**

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

**KEKİK, BİBERİYE ve FESLEĞENDEN ELDE EDİLEN
EKSTRAKTLARIN, DONDURULMUŞ (-18°C) VE SOĞUKTA (4±2°C)
VAKUM PAKETLENEREK DEPOLANMIŞ USKUMRU (*Scomber scombrus*)
KÖFTELERİNİN KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Esra BALIKÇI

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

Danışman : Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
Yıl: 2015, Sayfa: 162

Jüri : Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
: Prof. Dr. Taçnur BAYGAR
: Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT
: Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL
: Yrd. Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ

Bu çalışmada, kekik (*Thymbra spicata*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve fesleğenden (*Ocimum basilicum* L.) solvent ekstraksiyon yöntemi elde edilen doğal antioksidanların % 0.05 konsantrasyonunda ilave edilmesi ile hazırlanan uskumru köftelerinin -18°C’de dondurarak (I. Deneme) ve +4±2°C’de soğukta vakumlanmış halde (II. Deneme) depolanması süresince duyusal (çiğ ve pişmiş), biyokimyasal (toplam uçucu bazik azot (TVB-N), tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı, peroksit değeri (PV), serbest yağ asidi (FFA), pH, yağ asitleri) ve mikrobiyolojik kalitesindeki değişimlerin (toplam aerob mezofilik bakteri (TAMB)) incelenmesi amaçlanmıştır. I. Deneme sonuçlarına göre çiğ uskumru köftelerinin raf ömrü kontrol ve fesleğen grupları için 8 ay, kekik ve biberiye grupları için ise 10 ay olarak belirlenmiştir. II. Denemeye göre çiğ ve pişmiş uskumru köftelerinin kontrol ve fesleğen grupları için 25. güne kadar güvenle tüketilebileceği, kekik ve biberiye gruplarının ise çiğ ve pişmiş olarak 28 gün “tüketilebilir” özelliğini koruduğu belirlenmiştir. I. ve II. Denemede TVB-N, TBA, FFA, PV ve pH değerlerinin tüm grupta depolama süresince tüketilebilir sınır değerini aşmadığı, yağ asitleri bakımından ise tüm gruplarda istatistiksel farklılıklar görüldüğü (P<0.05) belirlenmiştir. TAMB sayısı I. denemede tüm gruplarda depolama süresince 10⁷kob/g’a ulaşmamış iken II. Denemede depolama sonunda kontrol, ve fesleğen grupları için sırasıyla 7.19 log kob/g ve 6.95 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Vakum pakette birlikte kekik ve biberiye ekstraktının bakteri gelişimini önlemede ve biyokimyasal parametrelerde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Balık köfte, kekik, biberiye, fesleğen, doğal antioksidan

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECTS OF THYMUS, ROSEMARY AND BASIL EXTRACTS ON FROZEN (-18°C) AND CHILLED (4±2°C), VACUUMED MACKEREL BALLS (*Scomber scombrus*) QUALITY PARAMETERS

Esra BALIKÇI

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHING AND SEAFOOD PROCESSING
TECHNOLOGY

Supervisor : Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
Year: 2015, Pages: 162
Jury : Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
: Prof. Dr. Taçnur BAYGAR
: Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT
: Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL
: Asst. Prof. Dr. Yekta GEZGİNÇ

In this work, the addition of 0.05% of natural antioxidant extracts in mackerel balls, obtained from thymus (*Thymbra spicata*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and basil (*Ocimum basilicum* L.) by means of solvent extraction method, during frozen (-18°C) (Trial I) and chilled vacuumed storage (+4±2°C) (Trial II) were investigated in terms of sensory (raw and cooked), biochemical (total volatile basic nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA), peroxide value (PV), free fatty acids (FFA), pH and fatty acids) and microbiological analyses (total viable count (TVC)). The results of Trial I showed that the shelf life of raw fish ball was found as 8 months for the control and basil groups, 10 months for rosemary and thymus groups. According to Trial II, the shelf life of fish ball (raw and cooked) was found as 25 days for the control and basil groups, 28 days for rosemary and thymus groups. TVB-N, TBA, FFA, PV ve pH values remained below the acceptable limit during storage period in all groups in the Trial I and II. Statistical differences ($p<0.05$) were observed among fatty acids for all groups during the storage period. In the Trial I, TVC remained lower than the acceptability limit of 10^7 log cfu/g at the end of storage period. However, TVC in Trial II were found 7.19 log cfu/g and 6.95 log cfu/g for control and basil group, respectively at the end of storage period. Rosemary and thymus extracts, in combination with vacuum pack were effective in controlling the growth of bacteria and biochemical parameters.

Key Words: Fish ball, thymus, rosemary, basil, natural antioxidant

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve yazımında bilgi ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL'a; geniş bilgi birikimleri ile tezime katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Taçnur BAYGAR'a, Sayın Prof. Dr. Gülsüm ÖZYUT'a, Sayın Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Esmeray KÜLEY BOĞA' ya, projenin laboratuvar uygulamalarında yardımını esirgemeyen ve emeği geçen Arş. Gör. Mustafa DURMUŞ, Arş. Gör. Yılmaz UÇAR, Doktora öğrencisi Saadet GÖKDOĞAN ve Su Ürünleri Y. Müh. İlknur YUVKA'ya teşekkürlerimi sunarım. Tez materyallerimin hazırlanmasında yardımcı olan Biyolog Ali Rıza KÖŞKER'e, Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZ'e ve bitki ekstraktlarının elde edilmesinde katkıda bulunan Doktora öğrencisi Mehmet KENAR'a teşekkür ederim. Lisans eğitimimden bu yana her zaman yanımda ve bana destek olan, yardımını esirgemeyen, kardeşim kadar yakın değerli arkadaşım Doktora öğrencisi Filiz ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Bu güne kadar maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatımın her aşamasında rahatlık ve huzur sağlayan, her zaman yanımda olan, sevgili annem Meryem BALIKÇI'ya ve sevgili babam Mustafa BALIKÇI'ya, verdikleri emek, gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Hayatımda her zaman bana destek olan, ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan ve bilgi ve tecrübeleriyle eğitim hayatıma katkıda bulunan abim Su Ürünleri Müh. Erkan BALIKÇI'ya ve kardeşim Gıda Y. Müh. Eren Kemal BALIKÇI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bir gülümsemesiyle çalışmalarım sırasındaki tüm yorgunluğumu alan biricik yeğenim Başak BALIKÇI'ya, yengem Deniz BALIKÇI'ya ve beni yalnız bırakmayan, destekleriyle arkamda olan aile bireylerine teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Antioksidanlar	5
2.2. Gıdalarda Doğal Olarak Bulunan Antioksidan Maddeler	6
2.3. Doğal Antioksidan Kaynağı Aromatik Bitkiler	7
2.3.1. Kekik (<i>Thymbra spicata</i>)	8
2.3.2. Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	10
2.3.3. Fesleğen (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	12
2.4. Gıdalarda Lipit Oksidasyonu	14
2.5. Lipitlerde Antioksidan Etki Mekanizması	16
2.6. Balık Köftesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar	17
3. MATERYAL VE METOD	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Aromatik Bitkiler	31
3.1.2. Balık Materyali.....	31
3.2. Metotlar	32
3.2.1. Su Buharı Distilasyonu	32
3.2.2. Bitkilerden Doğal Antioksidan Ekstraksiyonu.....	33
3.2.3. Köftelerin Formülasyonu ve Hazırlanması	33
3.2.4. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi	34
3.2.5. Besin Değerleri Analizi.....	35
3.2.5.1. Ham Protein Analizi.....	35

3.2.5.2. Lipit Analizi	35
3.2.5.3. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi	36
3.2.5.4. Yağ Asitleri Tayini.....	37
3.2.6. Duyusal Değerlendirme	37
3.2.6.1. Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Analizi	37
3.2.6.2. Pişmiş Uskumru Köftelerinin Duyusal Analizi	38
3.2.7. Kimyasal Analizler	39
3.2.7.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini	39
3.2.7.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini.....	40
3.2.7.3. Peroksit Sayısı.....	40
3.2.7.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi.....	41
3.2.7.5. pH Analizi	42
3.2.8. Mikrobiyolojik Analiz.....	42
3.2.8.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı	42
3.2.9. İstatistikî Analizler	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	43
4.1. I. Deneme	43
4.1.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı	43
4.1.2. Besin Madde Bileşenleri	44
4.1.2.1. Dondurularak (-18°C) Depolanan Uskumru Köftelerinin Besin Madde Bileşenleri	44
4.1.2.2. Yağ asitleri kompozisyonu.....	46
4.1.3. Duyusal Değerlendirme	52
4.1.3.1. Dondurularak (-18°C) Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi	52
4.1.3.2. Pişmiş Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi	57
4.1.4. Kimyasal Analizler	63
4.1.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini	63
4.1.4.2. Peroksit Sayısındaki (PV) Değişimler	66
4.1.4.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA mg malonaldehit/kg)	70
4.1.4.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler	73

4.1.4.5. pH Değerlerindeki Değişimler	76
4.1.5. Mikrobiyolojik Değişimler	78
4.1.5.1. Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (TAMB) Sayısı.....	78
4.2. II. Deneme.....	83
4.2.1. Besin Madde Bileşenleri	83
4.2.1.1. Soğukta (4±2°C) Depolanan Uskumru Köftelerinin Besin Madde Bileşenleri	83
4.2.1.2. Yağ asitleri kompozisyonu.....	85
4.2.2. Duyusal Değerlendirme	89
4.2.2.1. Soğukta (4±2°C) Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi	89
4.2.2.2. Pişmiş Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi	93
4.2.3. Kimyasal Analizler	98
4.2.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini	98
4.2.3.2. Peroksit Sayısındaki (PV) Değişimler	101
4.2.3.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA mg malonaldehit/kg)	104
4.2.3.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler	107
4.2.3.5. pH Değerlerindeki Değişimler	109
4.2.4. Mikrobiyolojik Değişimler	111
4.2.4.1. Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (TAMB) Sayısı	111
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	119
KAYNAKLAR	127
ÖZGEÇMİŞ	153
EKLER.....	154

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	Koning ve Mol (1991)'ün Uskumru Köftelerine Göre Modifiye Edilmiş Duyusal Değerlendirme Şeması.....	38
Çizelge 3.2..	Pişmiş Uskumru Köfteleri İçin Kullanılan Duyusal Değerlendirme Formu	39
Çizelge 4.1.	Dondurularak (-18°C) Depolanan Uskumru (<i>Scomber scombrus</i>) Köftelerinin Depolama Başlangıcındaki (0.gün) Besin Madde Bileşenleri.....	44
Çizelge 4.2.	Dondurularak Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlerinin Depolama Süresince Değişimi	53
Çizelge 4.3.	Dondurularak Depolanan Uskumru Köftelerinin Pişmiş Olarak Duyusal Kalite Değişimleri	58
Çizelge 4.4.	Dondurularak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerleri	63
Çizelge 4.5.	Dondurularak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Peroksit Değerlerindeki (meq O ₂ /kg) Değişimleri	67
Çizelge 4.6.	Dondurularak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Tiyoobarbitürik Asit Değerleri (TBA mg malonaldehit/kg) Değişimi	70
Çizelge 4.7.	Dondurularak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Serbest Yağ Asidi (FFA, % Oleik asit) Değişimleri.....	74
Çizelge 4.8.	Dondurularak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince pH Değeri Değişimleri	76

Çizelge 4.9. Uskumru Köftelerinin Dondurularak (-18°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayısındaki Değişimleri	79
Çizelge 4.10. Soğukta (4±2°C) Depolanan Uskumru (<i>Scomber scombrus</i>) Köftelerinin Depolama Başlangıcındaki (0.gün) Besin Madde Bileşenleri.....	83
Çizelge 4.11. Soğukta Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlerinin Depolama Süresince Değişimi	90
Çizelge 4.12. Soğukta Depolanan Uskumru Köftelerinin Pişmiş Olarak Duyusal Kalite Değişimleri	95
Çizelge 4.13. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	98
Çizelge 4.14. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Peroksit Değerlerindeki (meq O ₂ /kg) Değişimi.....	102
Çizelge 4.15. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Tiyobarbitürik asit değerleri (TBA mg malonaldehit/kg) Değişimi	104
Çizelge 4.16. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Serbest Yağ Asidi (FFA) Değerleri.....	108
Çizelge 4.17. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0,05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince pH Değeri Değişimleri	110
Çizelge 4.18. Uskumru Köftelerinin Soğutularak (4±2°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayımındaki Değişimleri	112

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1.	Kekik (<i>Thymbra spicata</i>)	8
Şekil 2.2.	Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	10
Şekil 2.3.	Biberiye'nin antioksidan etkili bileşenleri	11
Şekil 2.4.	Fesleğen (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	12
Şekil 2.5.	Lipit oksidasyonunun mekanizması	15
Şekil 3.1.	Çalışmada kullanılan Uskumrular (<i>Scomber scombrus</i>)	29
Şekil 3.2.	Clavenger aparatının genel görünümü	30
Şekil 3.3.	Uskumru köftesi	32
Şekil 4.1.	Dondurarak Depolanan Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam SFA (Doymuş Yağ Asitleri) Değişimleri	48
Şekil 4.2.	Dondurarak Depolanan Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri) Değişimleri	49
Şekil 4.3.	Dondurarak Depolanan Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) Değişimleri	51
Şekil 4.4.	Dondurarak Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Depolama Boyunca Genel Beğeni Değerlerinin Değişimi	55
Şekil 4.5.	Uskumru Köftelerinin Dondurularak (-18°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayısındaki Değişimleri	80
Şekil 4.6.	Uskumru Köftelerinin Soğutularak (4±2°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayımındaki Değişimleri	112

SİMGELER VE KISALTMALAR

FAME	: Yağ Asit Metil Ester
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
MAP	: Modifiye Edilmiş Atmosferle Paketleme
TMBS	: Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
FFA	: Serbest Yağ Asitleri
PV	: Peroksit Değeri
TBA	: Tiyobarbitürik Asit Sayısı
TMAO	: Trimetil Amin Oksit
TBA	: Tiyobarbitürikasit
SFA	: Doymuş yağ asitleri
MUFA	: Tekli doymamış yağ asitleri
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
GC	: Gaz Kromatografisi
C14: 0	: Miristik asit
C16: 0	: Palmitik asit
C18:1n9	: Oleik asit
C18:2n6	: Linoleik asit
C18:3n3	: Linolenik asit
C20:5n3	: Eikosapentaenoik asit(EPA)
C22:6n3	: Dokosaheksaenoik asit(DHA)
ICMSF	: International Commission on Microbiological Specification for Foods

1. GİRİŞ

Çağımızda meslek faaliyetleri, bedensel çalışmalar yerine daha çok zihinsel güç gerektiren bir hale gelmiş olup, buna bağlı olarak proteince zengin, kolay sindirilebilir gıdalara yönelim görülmüş, bilinçli beslenmenin kazanılmasıyla da doymamış yağ asitlerince zengin gıdaların tüketimi kaçınılmaz olmuştur. Su ürünleri bu anlamda yüksek protein ve düşük bağ doku içeriği, doymamış yağ asitleri ve esansiyel aminoasitleri yüksek oranda bulundurması nedeniyle önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Dolayısı ile hazır yemek teknolojisinde su ürünlerinin ve bunlardan hazırlanan gıdaların önemi tartışılmazdır (Varlık ve ark., 2004).

Servise hazır gıdalar; uygun işleme ve koruma tekniğinin uygulanmasıyla belirli bir dayanma süresine sahip olan, doğrudan yenebilen veya yeme sıcaklığına kadar ısıtılıp tüketilen ya da bazı maddelerle işlenerek yemek haline getirilen ürünlerdir (Gökoğlu, 1994). Su ürünleri dondurma, tuzlama, kurutma, konserve, dumanlama, salam, sosis, surimi, marinatlar ve hazır yemek şeklinde işlenmektedir. Balıkların işlenmiş ürünler şeklinde değerlendirilmesinde en popüler ürünlerden birisi balık kıymasıdır. Balık kıymasından elde edilen geleneksel ürünlerin başında, Japonların “surimi” adını verdikleri ürün gelmekte olup, balık sosisi, balık salamı, balık krakeri ve balık köftesi gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Awang ve Mohamad, 1988). Balık köftesi, balık etinin temizlenip, haşlanıp kıyma haline getirildikten sonra baharat ilavesiyle elde edilen bir balık ürünüdür. Balık köftesi yapımında kullanılan balığın yağ oranı, kas yapısı, büyüklüğü önem taşımaktadır ve genel olarak etli, büyük ve kılçığı az olan balık cinsleri tercih edilmektedir (Gökoğlu, 1994). köfte yapımı için tercih edilen balık türleri arasında işkine, köpekbalığı, berlam, çaça, sardalya, istavrit, gümüş, berber balığı, ıskarmoz, palamut, sudak, uskumru, alabalık, hamsi, karabalık gibi türler sayılabilmektedir (Kaba ve ark., 2012).

Ülkemizde su ürünlerinden yapılmış olan hazır yemeklerin tüketimi ve satışı henüz pek yaygın olmamakla beraber; gerek Avrupa, gerek Uzakdoğu ve gerekse Amerika’da bu tip ürünler son derece yaygın bir pazara sahiptir. Ülkemizde de gerek hayvansal protein açığının kapatılması, gerekse av sezonunda yüklü miktarda hasat

edilen su ürünlerinin değerlendirilerek sezon dışındaki zamanlarda da tüketimin sağlanması ve tüketiciye daha farklı ve kolay hazırlanabilir tatların sunulması açısından su ürünleri kullanılarak hazırlanan ürünlere yönelim giderek artmaktadır. Dolayısıyla son zamanlarda eğilim işlenmemiş materyalin tazeliğini uzun süre koruyarak muhafaza edilmesi yanında hazır gıdalar üreterek değer katmaya yönelmiştir. Tüketicilerin hazır yemeklerle ilgili tercihleri sorgulandığında gençlerin ileri işlenmiş gıdaları daha fazla tercih ettiği görülmektedir (Creed, 2005). Bu nedenle, yapılan çalışmalar balıktan elde edilen ve popüler olmaya başlayan köfte, burger, finger, ve marine edilmiş ürünlerin kullanımı ve kalitesinin artması üzerine yoğunlaşmıştır (Çaklı ve ark., 2005; Koüse ve ark., 2006; Yerlikaya ve ark., 2004, Akkuş ve ark., 2004).

Sağlıklı beslenmede balık, hayvansal protein kaynağı olarak önemli rol oynamaktadır (Kinsella, 1987; Nettleton, 1992). Hamburger ve etten yapılan diğer köfteler çoğu ülkelerde hazır besin olarak çok sevilmektedir. Bu ürünler temel olarak kırmızı etten yapılmaktadırlar. Ancak kırmızı etteki yüksek kolesterolün kardiovasküler hastalıklara neden olması yönündeki endişelerden dolayı burger ve köfteler için alternatif kaynaklar önerilmektedir (Vicente ve Torres, 2007). Balık eti kırmızı ete oranla düşük kolesterol seviyesi ve kardiovasküler hastalıkları önleyen yüksek miktarda omega-3 yağ asidi içeriğinden dolayı daha çok tercih edilen bir besin maddesidir (Olsen ve Secher, 2002; Rosenberg, 2002; Kolanowski ve Laufenberg, 2006).

Balık ve ürünlerinde depolama boyunca 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 kılmasına neden olan en önemli faktörlerden birisidir. Lipid oksidasyonu özellikle dondurulmuş ve buzdolabında depolanan ürünlerle ilgilidir. Yağlı su ürünlerinin depolanması süresince ortaya çıkan lipit oksidasyonunu önlemek ve raf ömrünü arttırmak amacıyla kullanılan en etkili maddeler antioksidanlardır (Tian ve White, 1994).

Antioksidanlar ayrıca insan vücudunda ortaya çıkan hücre hasarlarını onaran önemli maddelerdir. Fakat ticari olarak kullanılan butillenmişhidroksi toluen (BHT) ve butillenmişhidroksi anisol (BHA) gibi bilinen sentetik antioksidanların toksik etkilerinin ortaya çıkması ile birlikte doğal antioksidanlara karşı talepler artmıştır. Doğal antioksidanların en temel bileşikleri fenolik bileşiklerdir. Bitkiler iyi bir doğal antioksidan kaynağı olmakla birlikte büyük çeşitlilikte polar ve polar olmayan fenolik bileşikleri bünyesinde barındırır (Economou ve ark., 1991; Nakatami, 1994). Bitkilerin antioksidan aktiviteleri polar fenolik bileşiklerin ve esansiyel yağların varlığından kaynaklanmaktadır (Shahidi, 1997). Biberiye, adaçayı, kekik ve defne gibi çeşitli bitkilerden izole edilen doğal fenolik antioksidanların işlenmiş gıdaların tazeliğini korumada güçlü bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir. Bu antioksidanlar kanser önleyici maddeler olarak bir potansiyele sahiptir (Ho, 2008). Fesleğen ve defne bitkisinden elde edilen hidrodistile ekstraktların linoleik asit oksidasyonuna karşı yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu yüzden her iki ekstraktın sentetik maddelere alternatif olarak antioksidan aktiviteli gıda katkı maddesi amaçlı kullanılabileceği rapor edilmiştir (Hinneburg ve ark., 2006). Ayrıca biberiye, adaçayı, kekik ve defne gıdada antioksidan olarak kullanımına izin verilen bitkilerdendir. Bu nedenle bu bitkilerden elde edilen antioksidanlar endüstri açısından da bir öneme sahiptir.

Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Ülkelerinde çok sevilerek tüketilen uskumru (*Scomber scombrus*), bölgemizde avcılığı yapılan önemli ve ekonomik değere sahip bir balık türüdür. Uskumru gibi yağlı balık ve balık ürünlerinin depolama süresince et dokusunun hızlı bir şekilde lipit oksidasyonuna uğraması, kalitesinde önemli düşüslere yol açar. Bu nedenle balık ve ürünlerinde kalite kaybının önlenmesi amacıyla antioksidan maddelerin kullanılması büyük bir önem arz eder. Farklı balık türleri ile yapılan balık köftesi çalışmaları mevcut olup, doğal antioksidan maddeleri kullanılarak yapılan balık köfteleri ile ilgili yeterli araştırma olmadığından bu konuda bilgi birikimi oldukça yetersizdir. Endüstriyel yönden öneme sahip doğal antioksidanlardan kekik, biberiye ve fesleğenin balık köfte üzerindeki antioksidan etkisi hakkında yeterli bilginin edinilmesi ticari açıdan önemlidir.

Bu nedenle bu çalışmada, kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktlarının % 0.05 konsantrasyonlarında ayrı ayrı ilave edilmesi ile hazırlanan uskumru köftelerinin $+4\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de soğukta (vakumlanmış halde) ve -18°C 'de dondurarak depolanması süresince duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Antioksidanlar

“Antioksidan” terimi uluslararası kabul edilmiş herhangi bir tanım ile sınırlandırılmamıştır. Gıdalardaki antioksidanlar “yağlar gibi kolaylıkla okside olabilen materyallerin oksidasyonunu önleyebilen veya geciktirebilen küçük miktardaki maddeler” olarak tanımlanmıştır. Lipidlerin yanı sıra protein, DNA ve karbonhidrat gibi okside olabilen diğer tüm bileşikleri de içeren diğer bir tanım; “okside olabilen substratlara kıyasla düşük konsantrasyonlarda bulunan ve substratların oksidasyonunu önleyen veya geciktiren maddeler” şeklindedir (Becker ve ark., 2004). Prooksidanlar (reaktif oksijen ve azot türleri, serbest radikaller) ise; lipitler, proteinler ve nükleik asitlerde oksidatif hasara sebep olan ve bunun sonucunda çeşitli patolojik olaylara ve/veya hastalıklara yol açan toksik maddelerdir. Bu tehlikeli bileşiklerin varlığı, sağlıklı bir yaşam için antioksidanları önemli kılmaktadır (Cao ve Prior, 1999). Çünkü antioksidanlar, prooksidanları etkin bir şekilde indirgeyerek düşük toksisiteli veya toksik olmayan ürünlere dönüştürürler.

Antioksidanların insan sağlığındaki yerini belirleyen en önemli faktörler, onların kimyasal yapıları, çözünürlükleri, yapı/aktivite ilişkileri ve doğal kaynaklardan elde edilebilmeleridir (Kaur ve Kapoor, 2001). Antioksidanlar; doğal ve sentetik olarak iki gruba ayrılarak incelenir. Doğal antioksidanlar, besinlerde var olan ve onların bozunma, ekşime, renk değiştirme gibi reaksiyonlarını önleyen maddelerdir. Sentetik antioksidanlar yapay olarak elde edilerek besinlere eklenir (Sezgin, 2006).

Antioksidanlar uzun yıllardan beri gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bütillendirilmiş hidroksi anisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksi tolueen (BHT), propil gallat ve tersiyer bütillhidrokinon (TBHQ) gıdalarda en sık kullanılan sentetik antioksidanlardandır. Ancak, son yıllarda bunların kızartılmış ürünlerde tam etki göstermediği, hoş olmayan tat ve kokulara sebep olduğu ve en önemlisi kanserli hücre oluşumunu uyararak insan sağlığını olumsuz etkilediği

belirlenmiştir. Bu yüzden bazı ülkelerde kullanımı sınırlandırılırken bazılarında yasaklanmıştır (Akgül, 1989; Akgül ve Ayar, 1993; Giménez ve ark., 2005; Tsimogiannis ve ark., 2006; Sánchez-Alonso ve ark., 2007). Tüketicilerin katkı maddeleri hakkındaki endişeleri nedeniyle son yıllarda doğal antioksidanlara yönelim başlamıştır (Formanekve ark., 2001).

Sentetik antioksidanların insan sağlığı açısından potansiyel toksik olabileceğinin öne sürülmesi, özellikle günümüzde tüketici tercihlerini doğal tarımsal ürünlere yöneltmiş ve işlenmiş gıdalarda da sağlık, kalite ve güvenlik arayışlarını ön plana çıkarmıştır. Araştırmacılar ve gıda bilimcileri sentetik antioksidanların yerine geçebilecek “doğal antioksidanlar” araştırma gayreti içine girmişlerdir. Bu amaçla yeryüzünde geniş dağılım gösteren bitkisel kaynaklara yönelmekte ve bu kaynaklardan elde edilecek doğal antioksidanların gıdaların işlenmesi sırasında sentetik antioksidanlar yerine gıdalara ilave edilmesi hedeflenmektedir. Özellikle kanser ve diyet arasındaki ilişkinin önemi düşünüldüğünde antioksidan aktiviteye sahip bitkisel kaynakların direk tüketimi veya bu materyallerden elde edilecek ekstraktların yemeklik yağlarda ve diğer gıda maddelerinde koruyucu olarak kullanımı giderek önem taşımaktadır (İşbilir, 2008).

2.2. Gıdalarda Doğal Olarak Bulunan Antioksidan Maddeler

Gıdalarda mevcut olan ve insan vücudunu zararlı serbest radikallerden koruyan başlıca doğal antioksidanlar, esas olarak vitaminler (A, C ve E vitaminleri), karotenoidler ve polifenollerdir. Çoğu araştırmada meyve ve sebze tüketimi ile belirli kanser ve kalp hastalıklarının oluşumu arasında ters orantılı bir ilişki olduğu saptanmıştır (Güçlü ve ark., 2009). Antioksidanların en önemlileri polifenoller ve bunların türevleridir. Polifenoller, bitkiler aleminde ve insan beslenmesinin tamamında yer alan en geniş fitokimyasal kategorileri arasında yer alır. Diyetle alınan fenolik bileşikler fenolik asitler, fenolik polimerler (genelde taninler olarak bilinir) ve flavonoidleri içerir (Yavaş, 2011).

Gıda sektöründe doğal katkı maddelerinin kullanımının yaygınlaşması ile birlikte dünya üzerinde bitkilerde bulunan doğal antioksidanlara olan ilgi gün

geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle doğal antioksidanların incelenmesi için, bitkiler ve baharatlar araştırmaların en önemli odak noktası haline gelmiştir. Kendilerine özgü lezzet ve aromaları, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle, daha geniş bioaktivite profiline sahip olan bitki ve baharatlar gıda sektöründe alternatif olarak kullanılabilecek doğal antioksidan maddelerdir. Gıdalarda lipit oksidasyonunun bu tür doğal maddelerle önlenmesi üretici ve tüketici açısından oldukça önemlidir. Ayrıca, insan sağlığını iyileştirmede, kalp-damar hastalığını ve kanseri önlemede bitkisel kaynaklı antioksidan maddeler önemli yer tutmaktadır (Rice-Avans ve ark., 1995).

2.3. Doğal Antioksidan Kaynağı Aromatik Bitkiler

Aromatik bitkiler doğal antioksidanların en önemli kaynağını oluşturur. Bu bitkilerin ekstraktları depolama sırasında yağ oksidasyonu seviyesini düşürme ve hızını yavaşlatma özelliğindedir (Tsimogiannis ve ark., 2006).Yapılan çalışmalarda doğada bulunan birçok bitkinin tıbbi özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir. Dünya genelinde 422.000 bitki türü olduğu tahmin edilmektedir (Marinelli, 2005). Bu bitkilerden 50.000 ile 80.000 arasında yer alan aromatik özelliğe sahip bitkiler tıbbi amaçlı kullanılmaktadır (Duke, 2009). Antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olabilen bu aromatik bitkiler soğuk algınlığından kansere kadar çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Kaefer ve Milner, 2008; Liang ve ark., 2009; Öztürk ve ark., 2010). Tıbbi bitkiler ilaç endüstrisinde kullanımlarının yanı sıra gıda, kozmetik, baharat, alkollü içki ve meşrubat endüstrisinde de ekonomik öneme sahiptirler (Çelik ve Çelik, 2007).

Son yıllarda baharat ve aromatik bitkilerin antioksidan özelliklerinden dolayı gıdalarda koruyucu ajan olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Baharat ve aromatik bitkiler antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı endüstride ve bilimsel araştırmalarda çok fazla ilgi görmektedir. Bunların antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri içerdikleri vitaminler, flavonoidler, terpenoidler, karotenoidler, kumarinler, kurkuminler gibi fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, içerdikleri karnosol, kuersetin, kafeik asit ve rosmarinik asit gibi birçok uçucu

olmayan bileşikler iyi birer serbest radikal giderici olarak bilinmektedir (Ng ve ark., 2000; Zheng ve Wang 2001, Caluccive ark., 2003).

Aromatik bitkilerin antioksidan aktivitesi yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Skerget ve ark., 2005). Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenlerdir (Javanmardi ve ark., 2003). Flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler çoğunlukla bitkinin yaprak, çiçek ve odunsu kısımlarında bulunmaktadır (Kahkonen ve ark., 1999). Flavonoidler fenoliklerin büyük bir grubunu temsil etmektedir. Flavonoidler meyve, sebze, tahıl, ağaç kabuğu, kök, gövde, çiçek, çay ve şarapta doğal olarak bulunmaktadır (Blokhina ve ark., 2003). Fenolik bileşiklerin miktarı ve tipi; çeşit, olgunluk, yağış miktarı, yükseklik, toprak koşulları, sıcaklık vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bazı çeşitler fenolik bileşiklerce zengin bazı çeşitler ise fakirdir (Ryan ve Robarts, 1998; Keçeli, 2000). Aromatik bitkilerin kimyasal bileşimi birçok etmene bağlı olarak farklılık gösterdiğinden, antioksidan etkileri de değişebilmektedir (Akgül ve Ayar, 1993; Javanmardi ve ark., 2003).

2.3.1. Kekik (*Thymbra spicata*)



Şekil 2.1. Kekik (*Thymbra spicata*)

Üzerinde en fazla araştırma yapılan aromatik bitki kekiktir. Aynı çiçekli bitki ailesi içinde bulunan farklı cinslere ait bitki türleri kısaca kekik olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde ticareti yapılan ve yaygın olarak kullanılan, hepsi Ballıbabagiller (*Labiata=Laminaceae*) familyasına bağlı kekik türlerinin dahil olduğu cinsler *Origanum*, *Thymbra*, *Coridothymus*, *Satureja* ve *Thymus*'dur. Bunlardan en fazla ihracatı yapılan türlerin ortak özelliği, yüksek düzeyde uçucu yağ içermeleri ve uçucu yağın ana bileşenlerinin timol ve/veya karvakrol olmasıdır. Bu maddeler kekiğe kendine özgü kokusunu veren (Başer, 2001) ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların % 78-82'sini oluşturmaktadır (Botsoglou ve ark., 2003).

Türkiye'de *Thymbra spicata* L.'nin iki varyetesi doğal olarak yetişmektedir. Bunlar *T. spicata* var. *spicata* L. ve *T. spicata* var. *intricata*'dır. *Thymbra spicata* var. *spicata*, ülkemizde, Trakya, Ege, Akdeniz sahilleri ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetişmektedir (Davis, 1982; Tanker ve İlisulu, 1984). *Thymbra spicata* var. *spicata*, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde "Zahter", "Sater" veya "Karabaş kekik" olarak bilinmekte, yaprak ve çiçek durumları baharat ve çay, genç sürgünleri ise salata olarak tüketilmektedir. Karabaş kekik'ten halk arasında, soğuk algınlıkları, öksürük, parazit, ekzema gibi cilt hastalıklarının tedavisinde ve ağrı kesici olarak yararlanılmaktadır. Uçucu yağının içerdiği fenoller nedeniyle bakteri ve mantarlara karşı güçlü bir antibiyotik etkiye sahip olduğundan, başta et ürünleri olmak üzere gıda ürünlerinde aroma olarak, bununla birlikte parfüm, sabun, şampuan, içki ve diş macunları, konserve, salça sosları ve sucukların yapımında da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Baytop, 1984; Tüzün, 1986; Kıvanç ve Akgül, 1988; Tansı, 1991).

Kekiğin değişik türlerinin antibakteriyel ve antifungal içerik taşıdığı (Karaman ve ark., 2001; Sağdıç, 2003) ve güçlü bir antioksidant (Goulas ve Kontaminas, 2007) olduğu rapor edilmiştir.

2.3.2. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)



Şekil 2.2. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

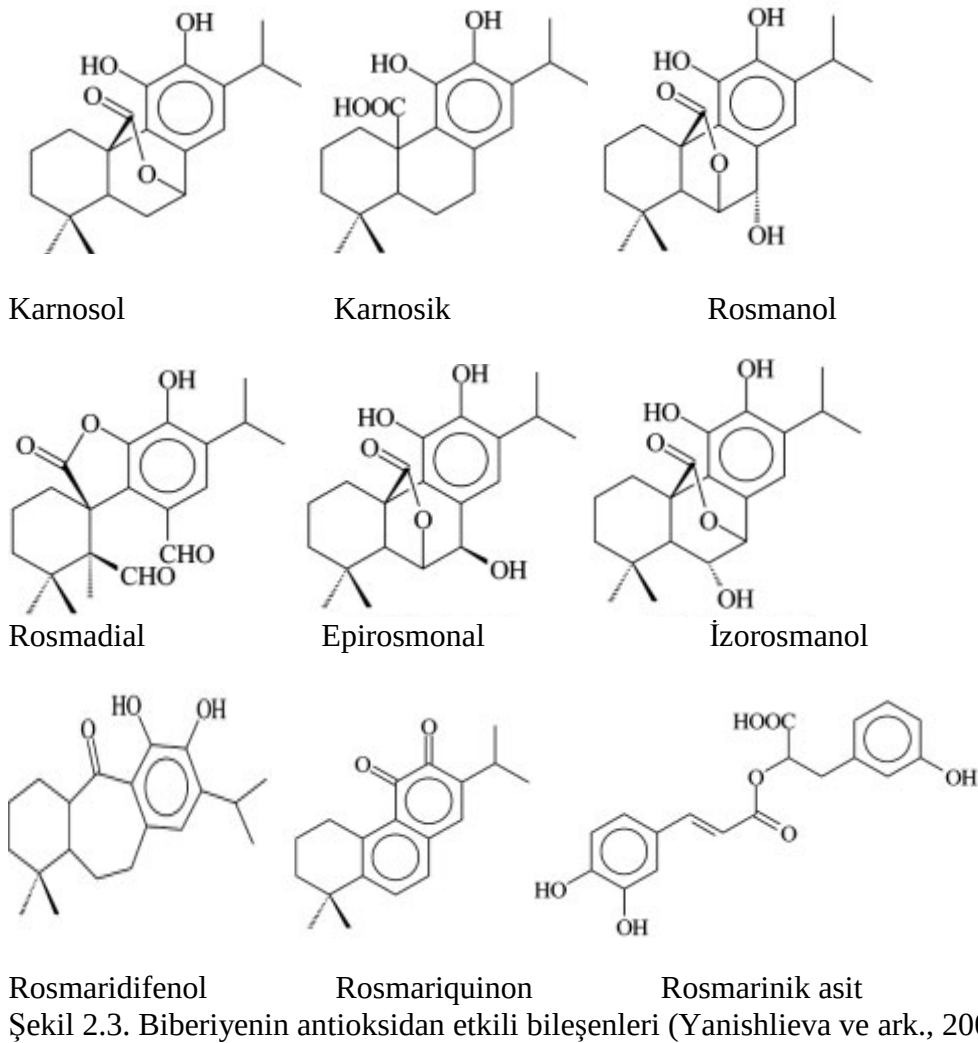
Lamiaceae (Labiatae) familyasından biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür. Ülkemizde farklı isimlerle de (kuşdili, hasalbal ve akpüren) adlandırılan biberiye 50-100 cm yükseklikte, çalı görünüşte, kışın yaprağını dökmeyen, çiçekleri soluk mavi renkli çok yıllık bir bitkidir (Baytop, 1984). Genellikle maki florası içinde bulunan bu tür Güney ve Kuzey Anadolu ve adalarda yaygın olarak yetişir. Mersin ve Adana yöresinde maki florası içinde, orman içi boşluklarda, tarla ve üzüm bağı kenarlarında, özellikle de koruma altındaki ağaçlandırma sahaları içinde yayılış göstermektedir (Kırpık, 2005).

Eski Yunan ve Romalılar döneminde gıdaların lezzetlendirilmesi ve tıbbi tedavi amacıyla kullanılan biberiye günümüzde kozmetik, parfümeri, aromaterapi, eczacılık ve gıda gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Biberiye gıda üretiminde yaygın bir şekilde kullanılan en etkili baharat bitkisidir. Avrupa ve Amerika da antioksidan olarak ticari amaçlı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bozin ve ark., 2007). Yapılan bilimsel çalışmalarla biberiye'nin antibakteriyel, antioksidan, antiviral bağışıklık sistemini iyileştirici etkileri ortaya konmuştur (Gachkar ve ark., 2007).

Biberiyenin antiseptik, idrar artırıcı, güç verici, yara iyileştirici özellikleri yanı sıra halsizlik, astım, selülit, kolesterol, karaciğer, migren, ödem, unutkanlık gibi rahatsızlıklara iyi geldiği bilinmektedir (Acartürk, 1993). Biberiyenin yoğun aroması

nedeniyle ekstraktlarının 1000 ppm'den fazla kullanılması sonucu tat ve koku üzerinde olumsuz etkileri olabilmektedir (Şengün ve Hışıl, 2000). Et ve et ürünlerine biberiye'nin ekstrekte edilmeden katılımının bazı duyuşal problemlere yol açtığı çeşitli araştırmacılarca belirtilmiştir (Liu ve ark., 1992; Turp, 1999).

Biberiye ekstresinin ana bileşenleri karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmadial, epirosmanol, isorosmanol, rosmaridifenol, rosmariquinon ve rosmarinik asit (Bracco ve ark., 1981; Nakatani ve Inatani 1984; Houlihan ve ark., 1985) olduğu saptanmıştır. Biberiye ekstresinde bulunan söz konusu 9 fenolik bileşik antioksidan etkiye sahip olup kimyasal yapıları Şekil 2.3'te verilmiştir (Yanishlieva ve ark., 2006).



Şekil 2.3. Biberiye'nin antioksidan etkili bileşenleri (Yanishlieva ve ark., 2006)

Biberiyenin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir (Banyai ve ark.,2003). Biberiye ekstraktının antioksidatif özelliklere sahip olup, bu konuda BHA ve BHT ile kıyaslanan, doğal bir antioksidan kaynağı olduğu vurgulanmaktadır (Tewari veVirmani, 1987). Antioksidan aktiviteyle ilişkili biberiyede bulunan en önemli fenolik diterpenler; karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asittir (Anonim, 2003). En güçlü antioksidan etkiye karnosik asit sahiptir ve bu etki yaklaşık karnosoldan üç kat, BHT ve BHA'dan yedi kat daha fazladır (Richheimer ve ark., 1996).

Biberiyenin antioksidan etkili bileşenleri, oranları ve aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; sonuçların mevsime, bölgelere, bitkinin kullanılan kısmına, elde ediliş yöntemi ve ekstraksiyonda kullanılan solvente göre farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Bunların dışında genetik, su, ışık ve vejetasyon döneminin de etkili olduğu bildirilmektedir (Del Baño ve ark., 2003).

2.3.3. Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)



Şekil 2.4. Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)

Lamiaceae familyasına ait tek yıllık bir bitkidir (Hewson, 2000) ve *Ocimum* türleri Türkiye’de reyhan veya fesleğen olarak bilinmektedir (Baytop, 1994). Dünyada 65’in üzerinde türe sahip olan *Ocimum* cinsi, Asya, Afrika ve Orta Amerika’da doğal yayılış göstermektedir. Bunlardan *Ocimum bacilicum* L. türü morfolojik özellikleri ve kimyasal içerikleri bakımından geniş varyasyon göstermektedir. Güney Asya özellikle Hindistan kökenli olan fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) tropik ve ılıman bölgelere yayılmıştır. Bugün daha çok Fransa, İtalya ve İspanya’da kültürü yapılmaktadır (Ceylan,1997). Fesleğen değerli uçucu yağlarından ve güzel kokularından dolayı baharat, ilaç, gıda, parfümeri sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fesleğen uçucu yağları; antifungal, insektisit, antioksidant, gibi biyolojik etkilerinden dolayı, giderek artan bir öneme sahiptir. Ayrıca reyhanın mor renkli çeşitleri gıda sanayisi için önemli bir antosiyanin kaynağıdır. Bu nedenlerden dolayı fesleğen ıslahı ve yetiştiriciliği üzerindeki çalışmalar artarak devam etmektedir (Çelebi, 2010).

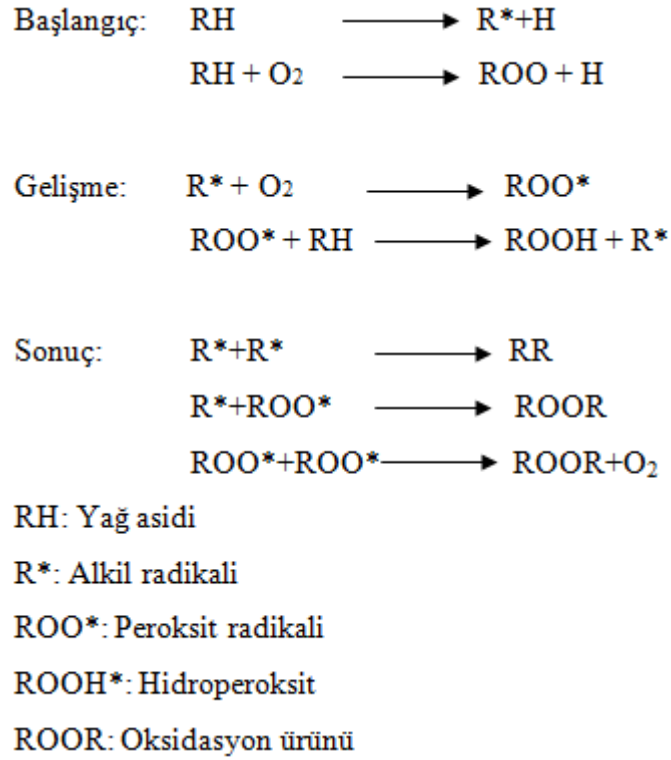
Uçucu yağı (%1’den az) kompleks ve değişken kompozisyona sahiptir. Türlerle bağlı olarak çok çeşitli kimyasal yapılar mevcuttur ve iklime, toprağa, hasat zamanına bağlı olarak sadece uçucu yağların oranları değil, aynı zamanda kompozisyonları da değişir. En önemli aroma bileşikleri 1,8 sineol, linalool, sitral, metil kavikol (estragol), eugenol, metil sinnamattır. Muhakkak bu sırada olmamasına rağmen bütün fesleğenler bu bileşiklerin tamamını önemli oranlarda içerir. Afrikalı türler genelde kamphor içerir (Bhamagar ve ark., 1993). Fesleğen yaprak ekstraktının majör bileşenleriyle ilgili bir çalışmada; linalool % 39.8, estragole % 20.5, methyl cinnamate %12.9, eugenol %9.1 ve 1.8-cineole %2.9 bulunmuştur (Lee, 2005). Szöllősi ve Varga (2002), *Ocimum basilicum* L.’da en yüksek antioksidan aktiviteyi çiçeklenmeden önceki dönemde tespit etmişlerdir. Tada ve ark.(1996), *Ocimum basilicum* L.’dan kök kültürleri yoluyla, doğal bir fenolik antioksidan olan rosmarinic acidi elde etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise *Ocimum basilicum* L. ekstraktının antifungal aktiviteye sahip değilken, antibakteriyel etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. (Adıgüzel ve ark., 2005).

2.4. Gıdalarda Lipit Oksidasyonu

Balıklarda soğukta ve donmuş depolama sırasında kalite kaybına neden olan lipit oksidasyonu, özellikle yağlı balık türlerinde önemli olmaktadır. Bu balık türleri, lipitleri ve lipitlerinde yer alan doymamış yağ asitlerini ve koyu renkli kasları fazla miktarlarda içermeleri nedeniyle oksidasyona beyaz etli, yağsız balıklardan daha fazla hassastırlar. Yağlı balıklarda özellikle deri altında yoğunlaşan yağlar atmosferik oksijenle yakın temas halindedir ve içerdikleri lipoksigenaz enziminin faaliyeti ile birlikte kolayca okside olabilmektedir. Koyu renkli kaslarda bulunan myoglobin ve hemoglobin gibi hem pigmentleri, prooksidan (oksidasyonu artırıcı) etki göstermektedirler. Diğer yandan balıktaki metal iyonları da lipit oksidasyonunu katalize etmektedir. Özellikle demir ve bakır gibi metal iyonlarının yağlı balıkta lipit oksidasyonunu hızlandırdığı bildirilmektedir. Bu metal prooksidanlar, hidropoeroksitlerin parçalanmasına neden olarak yeni radikallerin oluşumuna yardım etmektedirler. Metal iyonlarının dışında bazı amino asitlerin ve organik asitlerin de bazı iz metallerle birlikte veya yalnız olarak balıktaki lipit oksidasyonunu katalize ettiği bildirilmektedir (Khayat ve Schwal, 1983; Sikorski ve ark., 1990; Hultin, 1994).

Doymamış yağ asitlerini içeren lipidlerdeki oksidasyon sonucu, balıklarda istenmeyen tat ve koku oluşumunun yanında okside olan lipidlerin ette mevcut proteinler, karbohidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girmesiyle ürünün besin kalitesi düşmektedir. Buna ilaveten oksidasyon, karsinojenik ve mutajenik maddelerin oluşumuna olanak vermektedir (Ekanayake ve ark., 2004).

Lipid oksidasyonu başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamalı bir serbest radikal oluşum mekanizmasıdır (Şekil 2.5). Bu reaksiyon için başlatıcı substrat, doymamış yağ asitleridir. Bu oksidatif değişme oksijen, ışık, metal iyonları, sıcaklık gibi etkenlerle başladıktan sonra otokatalitik olarak devam etmektedir (Melton, 1983; Fernández ve ark., 1997).



Şekil 2.5. Lipit oksidasyonunun mekanizması (Hamilton ve ark., 1997)

Lipit otooksidasyon oksidasyonunda, tepkimenin başlangıç aşamasında çift bağa komşu karbon atomuna bağlı kararsız yapıdaki hidrojeni içeren doymamış yağ asidi, ortamda bulunan oksijenin, ışığın ve metallerin etkisiyle kararsız hidrojenin uzaklaşması sonucu alkil ve hidroksil radikallerine parçalanmaktadır. Gelişme aşamasında, başlangıç aşamasında oluşan serbest radikaller, oksijenle reaksiyona girerek hidroperoksitleri oluşturmaktadırlar. Bundan sonraki reaksiyonlar oluşacak ürünün niteliğini ve reaksiyonun hızını belirlemektedir. Kararsız yapıdaki hidroperoksitler, pigment, aromadan sorumlu maddelerin ve vitaminlerin oksidasyonuna neden olmakta ve polimerizasyonla koyu renkli organik polimerler oluşturmaktadırlar. Oksidasyonun devam etmesiyle üründe kötü tat ve kokuya neden olan aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, hidrokarbonlar, epoksitler gibi oksidasyon ürünleri oluşturmaktadırlar. Bunlardan aldehitler kötü koku ve lezzet kaybının başlıca sorumlusu olarak kabul edilmektedir (Khayat ve Schwall, 1983; Wu ve Brewer, 1994; Macleod, 1998; Fernández ve ark., 1997).

Lipid oksidasyonu, ortamdaki oksijenin minimize edilmesi veya tamamen uzaklaştırılması, doğal antioksidanların kullanılması, prooksidanların aktivitesinin

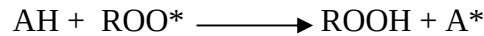
azaltılması, sıcaklık kontrolünün sağlanması ile kontrol edilebilir ya da azaltılabilir (Hultin, 1994).

2.5. Lipitlerde Antioksidan Etki Mekanizması

Lipitlerde özellikle doymamış yağ asitlerine bağlı olarak oluşan oksidatif bozulmalar, üç şekilde önlenebilmektedir. Bunlar, yağların oksijenle temaslarının kesilmesi, yağ ve yağlı gıdaların, mümkün olduğunca düşük sıcaklık derecelerinde ve ışıktan korunarak depolanmaları ve antioksidan maddelerin kullanılması ile yapılmaktadır. Antioksidan maddelerin kullanımı diğerlerine göre daha etkili bir yöntemdir. Çünkü ortamda antioksidan maddelerin bulunması halinde, oksidatif tepkimelerin başlangıcında oluşan oksi- ve peroksit radikallerinin, zincir tepkimelerine girmesinden ve tepkimelerin otokatalitik bir özellik kazanmasından önce, yakalanmaları mümkün olmaktadır (Kayahan, 2003).

Bir redoks tepkimesi olan oksidasyon sırasındaki elektron transferinde, serbest radikallerin oluşumuna yol açabilecek zincir reaksiyonlar meydana gelebilmektedir. İşte antioksidanlar bu reaksiyonlarda kendileri okside olarak radikallerin oluşumundaki artışı dengelemekte, yavaşlatıp durdurabilmektedirler (Arts ve ark., 2001).

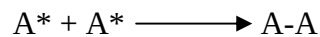
Antioksidanlar, zincir tepkimesinin “gelişme” aşamasında oluşan ROO* serbest radikale hidrojen atomu vererek zincir tepkimesini durdururlar.



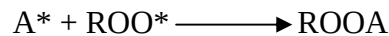
AH: Antioksidan

A*: Antioksidan radikali

“Sonuç” aşamasında oluşan serbest antioksidan radikalleri, ya kendi aralarında tepkimeye girer ve antioksidan molekülünü yeniden oluşturur;



ya da gelişme aşamasında oluşmuş ROO* serbest radikali ile tepkimeye girer.



Antioksidanlar, zincir mekanizmasında stabil ara ürünlerin oluşumunu sağlamaktadırlar. Oluşan ürünler oksidasyon zincir tepkimesini kırmakta ve özellikle yağ ve yağlı gıdalarda mutlaka kullanılması gereken maddelerdir. Söz konusu maddelerinin beklenen etkiyi gösterebilmeleri için, yağ ve yağlı gıdaların üretimi sırasında veya üretimden hemen sonra eklenmesi ve gerek bitkisel gerekse hayvansal yağlarla çok iyi karıştırılması, ürünün içine homojen şekilde dağıtılması gerektiğine işaret edilmiştir (Çakmakçı ve Gökalp 1992).

2.6.Balık Köftesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Erol (2013), çalışmasında aynalı sazandan (*Cyprinus carpio* L.) yapılan köftelerin bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine thymol ve sodyum laktatın tek başlarına ve kombine halde kullanımlarının etkilerini araştırmıştır. Hazırlanan köfte örnekleri altı gruba ayrılmıştır. Gruplar kontrol, % 1 sodyum laktat, % 0.1 thymol, % 0.25 thymol, % 1 sodyum laktat + % 0.1 thymol ve % 1 sodyum laktat + % 0.25 thymol olacak şekilde hazırlanarak buzdolabı şartlarında ($4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de) muhafazaya alınmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları, % 1 sodyum laktat ile % 1 sodyum laktat + % 0.25 thymol ilave edilmiş köfte örneklerinin diğer gruplara göre daha uzun muhafaza süresine sahip olduklarını, diğer gruplar arasında ise mikrobiyolojik ve muhafaza süresi bakımından bir farklılık olmadığını göstermiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, kontrol grubu da dahil diğer köfte grupları arasında toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri bakımından bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. pH değeri açısından ise sadece 0. günde hafif bir pH düşüşüne bağlı olarak % 0.1thymol ile % 1 sodyumlaktat + % 0.1 thymol içeren grupların diğer gruplardan farklı oldukları tespit edilmiştir. Sonuç olarak, balık köftelerine ilave edilen thymolun mikrobiyel ve muhafaza süresi açısından önemli sayılabilecek bir etki göstermediği, duyuşal açıdan ise ürünün nitelikleri üzerine olumsuz etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.

Kaba ve ark (2013), dumanlanmış palamut balığından (*Sarda sarda*, Bloch 1793) elde edilen balık köftesinin $+4^{\circ}\text{C}$ 'de raf ömrünün tespit edilmesini amaçlamışlardır. Balık köftesi örneklerinde günde bir kez olmak üzere, duyuşal

analizler, pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin azot (TMA), tiyobarbitürik asit sayısı (TBA), toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, toplam maya ve küf sayısı ve toplam koliform bakteri sayısı analizleri yapılmıştır. Depolama süresince kimyasal analiz bulguları tüketilebilirlik kalite sınır değerleri arasında kalmasına rağmen, duysal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri göz önüne alındığında palamut balığından elde edilen balık köftesinin +4°C’de muhafazası sırasında 10. günde tüketilemez kalite özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Kaba ve ark (2012), ülkemizde yaygın olarak avcılığı yapılan zargananın (*Belone belone euxini* Günther, 1866) bol bulunduğu dönemlerde dumanlanıp, köfte haline getirilerek, yılın her döneminde tüketilebilecek farklı alternatif ürün elde edilmesini amaçlamışlardır. Ayrıca ürüne odun talaşı ile elde edilen duman içerisinde dumanlama işlemi uygulanarak koku ve aroma, renklendirici kullanımı ile farklı bir renk kazandırılıp, tüketici tarafından benimsenmesi ve ülkemizde dumanlanmış ürün tüketiminin artırılması amaçlanmıştır. Zargana balıkları, yapay renklendirici (Sunset Yellow FCF) ilaveli ve ilavesiz olmak üzere dumanlandıktan sonra soğan, sarımsak, maydanoz, ekmek içi, kimyon, karabiber, pul biber, nane, tuz ve yumurta kullanılarak köfte haline getirilmiştir. Daha sonra ay çiçek yağında kızartılmış, strafor tabaklara konularak, üzerleri streç film ile kaplanmıştır. -18 °C’de 6 ay boyunca muhafazaya alınan örneklerde depolama süresi boyunca, her ay duysal analizler, pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), tiyobarbitürik asit sayısı (TBA), tuz tayini, toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımı yapılmıştır. Zargana balığından elde edilen her iki grup köftenin de 6 aylık depolama süresi boyunca, duysal ve kimyasal kalitesini koruduğu ve mikrobiyolojik kalite kriterleri yönünden tüketilebilirlik sınır değer olan 6 log kob/g değerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Duman ve Özpolat (2012), karabalık (*Capoeta trutta*) etinden farklı içeriklerde hazırlanan inegöl usulü balık köftesinin -18±2 °C’de muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal ve duysal kalite değişimlerini incelemişlerdir. Bu amaçla, A grubu (balık kıyması, soğan, tuz), B grubu (balık kıyması, soğan, tuz, kurutulmuş un haline getirilmiş ekmek) ve C grubu (balık kıyması, soğan, tuz, kurutulmuş un haline getirilmiş ekmek ve kaşar peyniri rendesi) olarak 3 farklı İnegöl usulü balık

köftesi hazırlanmıştır. Toplam uçucu bazik azot(TVB-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri tüm örneklerde muhafaza süresince giderek artmıştır. TVB-N ve TBA miktarları bakımından gruplar arasında önemli farklılıkların olduğu belirtilmiştir. B ve C grubu örneklerin TVB-N miktarı bakımından 6. ayda tüketilebilirlik sınır değerini aştığı tespit edilmiştir. Balık köftelerinin muhafazanın başlangıcında, duyuşal açıdan daha fazla beğenildiği, ilerleyen günlerinde ise beğeni düzeyinin giderek azaldığı saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. İnegöl usulü balık köftelerinin depolama sonunda kimyasal ve duyuşal analiz sonuçlarına göre 5. aya kadar tüketilebilme niteliğini koruduğu ve 5. aydan sonra tüketilmesinin uygun olmayacağı tespit edilmiştir.

Peksezer (2012), araştırmasında gümüş balığı (*Alburnus mossulensis*) etinden hazırlan, köfte örnekleri farklı şekilde ön pişirme uygulanıp ve farklı şekilde paketlenip dondurularak muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal ve duyuşal kalite değişimlerini incelemiştir. Bu amaçla, A grubu (fırınlanmış ve vakumsuz paketlenmiş), B grubu (fırınlanmış ve vakumlu paketlenmiş), C grubu (sıvı yağda kızartılmış ve vakumsuz paketlenmiş) ve D grubu (sıvı yağda kızartılmış ve vakumlu paketlenmiş) olarak 4 farklı balık köftesi hazırlanmıştır. Depolanan balık eti köfteleri; pH değeri, toplam uçucu bazik azot (TVB-N) sayısı, tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı ve duyuşal özellikler yönünden ve nem, kül, yağ ve protein miktarı yönünden taze balık etinde ve köfte örneklerinde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, köfte örneklerinde protein, yağ, kül ve karbonhidrat değerlerinde artış ve nem değerinde ise azalma tespit edilmiştir. pH, TVB-N ve TBA değerleri tüm örneklerde muhafaza süresince giderek arttığı ve bu artışında önemli olduğu belirlenmiştir. Balık köftesi örneklerinin TVB-N ve TBA miktarı bakımından muhafaza süresince tüketilebilirlik sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir. Balık köfte örneklerinin muhafazanın başlangıcında, duyuşal açıdan daha fazla beğenildiği, ilerleyen günlerinde ise beğeni düzeyinin giderek azaldığı saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Sonuç olarak; farklı şekilde ön pişirme ve paketlenme uygulanmış balık köfte

örneklerinin -18°C'de muhafaza sonunda kimyasal ve duyusal analiz sonuçlarına göre 6. aya kadar tüketilebilir niteliğini koruduğu tespit edilmiştir.

Can (2012), aynalı sazandan (*Cyprinus carpio* L., 1758) elde edilen kıymaya çeşitli baharatlar ve eugenol ilave ederek balık köftesi yapmıştır. Köfteler biri kontrol (grup A) olmak üzere, diğerlerine %0,5 (grup B) ve %1(grup C) oranlarında eugenol ilave edilerek üç gruba ayrılmış ve 4±1°C'de muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal değişimler incelenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre A grubu B ve C grubuyla karşılaştırıldığında değerler yüksek bulunmuştur. TVB-N ve TBA değerleri üç grupta muhafaza süresi boyunca yükselmiştir. Duyusal değerlendirmede, C grubu örnekleri düşük puan almıştır. Sonuç olarak, yüksek konsantrasyon içeren grup (C grubu), mikrobiyolojik ve kimyasal olarak iyi kalitede olmasına rağmen duyusal değerlendirme sonuçlarına göre tüketilmesi uygun bulunmamıştır.

Sehgal ve ark. (2011), sazandan (*Cyprinus carpio* Linn.) balık köftesi yapmışlar ve balık ağırlığının ve kullanılan malzemelerin ürünün duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Balıklarda üç ağırlık grubu (250-500 g, 501-750 g ve 751-1.000 g) ve iki farklı katkı malzemesi (haşlanmış patates ve mısır unu) kullanılarak altı farklı balık köftesi yapılmıştır. Patates içeren balık köftelerinin nem (% 70.6-73.3), protein (% 31.5 - 32.7) ve yağ (% 3.3-4.6) içeriği, mısır unu içeren balık köftelerinden daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla % 60-65.2,% 27.8-33.3, %2.6-3.8). Pişirme işleminin protein oranını azalttığı, lipid oranını arttırdığı belirlenmiştir. 501-750 g ağırlığa sahip, haşlanmış patates içeren balık köftesi grubunun tekstür ve genel kabul edilebilirliğinin önemli derecede (p<0.05) yüksek skora sahip olduğu belirtilmiştir.

Giménez ve ark. (2011), hodan bitki ekstraktı (*Borago officinalis*) istavrit (*Trachurus trachurus*) köftelerinin dondurucuda depolama süresince lipid oksidasyonunu araştırmışlardır. Köfteler hodan bitki ekstraktı içeren jelatin film ile kaplanmış ve dondurucuda depolanmıştır. Hodan bitki ekstraktı filmin dondurulmuş depolama boyunca istavrit köftesi lipid oksidasyonu üzerinde koruyucu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tıravoğlu (2011), çalışmasında materyal olarak kıyma haline getirilen sarpa balığını (*Sarpa salpa*, Linnaeus 1758) kullanmıştır. Çalışma grupları antioksidan özelliği bilinen siyah üzüm çekirdeği tozunun %2, %4 ve nar çekirdeği tozunun %2 ve %4 konsantrasyonlarda, kafeik asit 100mg/kg oranında sarpa balığı kıymaları ile muamele edilmiş grup, kontrol grubu olmak üzere dört ana grup olarak belirlenmiştir. Antioksidan özelliği bilinen katkı maddeleri kontrol grubu ile karşılaştırılarak, buzdolabı koşullarında (+4°C'de) raf ömrü belirleme çalışması yapılmıştır. Bu ürünlerin muhafaza süresince kaliteleri üzerinde meydana gelebilecek etkileri belirlemek amacı ile kimyasal analizler, pH ölçümü, besinsel kompozisyon analizleri yapılmıştır. Örnekler üzerinde nar çekirdeği tozu kullanılan her iki oranın (%1 ve %2) etkili olduğu ve örneklerin raf ömrünü arttırmış olduğu tespit edilmiştir. Üzüm çekirdeği tozu ise; raf ömrünü artırma da yüksek oranlarda kullanıldığı takdirde etkili olabileceği kanaatine varılmıştır. Sentetik olarak kullanılan kafeik asitin etkinliği denemelerde kullanılan nar ve üzüm çekirdeği tozuna göre daha az etkili olduğu ispatlanmıştır.

Öksüz tepe ve ark (2010), araştırmalarında, %0,5 (A), %1 (B) ve %2 (C) oranında sodyum laktat ilave edilerek hazırlanmış taze gökkuşağı alabalığı(*Oncorhynchus mykiss* W.) köftelerinde hazırlama ve muhafaza sırasında meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişimleri incelemiştir. Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı muhafaza süresine bağlı olarak sodyum laktat ilaveli gruplarda kontrol grubuna göre nispeten daha az artış göstermiştir. pH, kuru madde, kül ve tuz değerleri bakımından muhafaza sıcaklıklarına göre örnekler arasında fark tespit edilememiştir. TVB-N ve TBA değerleri tüm örneklerde muhafaza süresince giderek artmıştır. TVB-N ve TBA miktarları bakımından gruplar arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Balık köftelerinin muhafazanın başlangıcında duyuşal açıdan daha fazla beğenildiği, ileri muhafaza günlerinde ise beğeni düzeyinin giderek azaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, ilave edilen sodyum laktat miktarı arttıkça ürünün dayanma süresinin arttığı ve köfte hamuruna %2 oranında sodyum laktat ilavesinin ürünün duyuşal özelliklerinde istenmeyen bir değişime neden olmadığı aksine duyuşal olarak belirlenen raf ömründe belirgin bir iyileşmeye neden olduğu görülmüştür. Yine, %2 oranında sodyum laktat ilave edilen

örneklerin $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 16 gün boyunca yenilebilir niteliğini koruduğu gözlemlenmiştir.

Çapkın (2008), çalışmasında kadife balığının (*Tinca tinca* L., 1758) balık köftesi yapımına uygunluğu ile işleme sonrası besinsel özelliklerindeki değişimleri belirlemiştir. Temin edilen balık materyalleri kıyıldıktan sonra çeşitli katkı maddeleri ilavesiyle köfte haline getirilmiştir. Balık kıyması ve elde edilen köftelerin kimyasal kompozisyonları ile organoleptik analizleri yapılmıştır. Ayrıca $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış olan köftelerin tiyobarbutirik asit (TBA), toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve pH parametreleri ile toplam mezofilik aerob bakteri (TMA), psikrofilik bakteri (TPA), koliform grubu bakteri ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Organoleptik analiz bulgularına göre kadife köftesi oldukça çok beğenilmiştir. Depolamaya bağlı TBA, TVB-N, pH değerleri ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarında zamana bağlı olarak bozulmaya doğru bir gidiş tespit edilmiştir. Kadife balığından köfte yapılarak ekonomiye katkı amaçlı kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Elde edilen köftelerin $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 7. güne kadar iyi kalite özelliklerini koruduğu 10. günden sonra bozulmuş nitelik kazandığı tespit edilmiştir.

Baygar ve ark (2008), çiğ alabalık köftelerini kontrol grubu, Grup A (%5 O_2 +%35 CO_2 +%60 N_2) ve Grup B (%5 O_2 +%25 CO_2 +%70 N_2) olmak üzere üç farklı şekilde modifiye atmosfer vakum paketleyerek $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. Depolama boyunca duyuşal, pH ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Kontrol grubunun 5. güne kadar, Grup A ve Grup B' nin ise 9. güne kadar tazeliğini koruduğu tespit edilmiştir. Her iki grup arasında depolama boyunca fark bulunmamıştır.

Boran ve Köse (2007), mezgıt (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) kıymalarından üç farklı şekilde elde edilen ve kızartılmış olarak 4°C 'de 15 gün depo edilen balık köftelerinin duyuşal ve kimyasal kalite değişimlerini incelemiştir. Depolama boyuca duyuşal değerlerde azalış, toplam uçucu bazik nitrojen değeri ve tiyobarbitürik asit sayısında ise artış göstermiştir. Duyuşal analiz sonucuna göre sade balık kıymasından elde edilen balık köfteleri en kısa raf ömrüne sahip olurken (9 gün), ön pişirme işlemi uygulandıktan sonra elde edilen balık köfteleri en uzun raf ömrüne sahip olmuştur (11 gün). Balık köftelerindeki kıymaların

farklı şekilde kullanılmasının depolama boyunca ürünlerin kalitesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmiştir.

Ersoy ve Yılmaz (2003), çalışmalarında karabalık (*Clarias gariepinus*) etinden hazırlanarak vakumlu ve vakumsuz ambalajlandıktan sonra dondurulan ve -18°C’de muhafaza edilen köftelerin kimyasal bileşimleri ve kalite değişimlerini 6 ay boyunca araştırmışlardır. Depolama süresince köftelerde her ay pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizleri, depolamanın başında ve sonunda besin içeriği (% nem, % ham protein, % ham yağ ve % ham kül) analizleri ve duyu analizi yapılmıştır. Köftelerin 6 ay boyunca çalışılan tüm parametrelerde “iyi” kalite özelliklerini korudukları ve tüketilebilirlik sınırlarını aştığı tespit edilmiştir. Duyu testler sonucunda vakumlu ve vakumsuz ambalajlanmış ürünler panelistlerin oldukça yüksek beğenisini kazanmıştır.

Akkuş ve ark (2004), çiğ ve haşlanmış balık kullanılarak hazırlanmış olan balık köftelerinin soğukta (+4±1°C) depolanması sırasındaki raf ömrünü incelemişlerdir. Çiğ ve haşlanmış hamsiden (*Engraulis encrasicolus*) yapılmış balık köftelerinin soğuk depolama koşullarındaki duyu, fiziksel (ağırlık kaybı), kimyasal (TVB-N, TMA-N) ve mikrobiyolojik analizler (aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrofilik bakteri) her 3 günde bir yapılmıştır. +4±1°C’de raf ömrü duyu, fiziksel ve mikrobiyolojik analizlere göre 9 gün olarak belirlenmiştir.

Balık kıymasından elde edilen balık köftesi dışında balık burger, balık ezmesi ve balık kroketleri ile yapılan çalışmalar da mevcuttur.

Ozogul ve Uçar (2013), çalışmalarında, farklı iki konsantrasyonlarda (%0.3 ve %0.6) kolyoz (*Scomber japonicus*) burgerlerine ilave edilen kekik, defne, adaçayı ve yeşil çay ekstraktlarının -18°C’de 9 ay depolanması süresince duyu, kimyasal (TVB-N, TBA, PV, FFA) ve mikrobiyolojik kalite parametrelerini araştırmışlardır. Duyu değerlendirme sonucuna göre kontrol grubunun 7. ayda, kekik (%0.3 ve %0.6) ve yeşil çay (%0.3 ve %0.6) ekstraktı ilaveli grupların 9. ayda, adaçayı (%0.3 ve %0.6) ve defne (%0.3 ve %0.6) gruplarının ise 8. ayda ret edildikleri ve tüketilemez özellikte olduğu belirtilmiştir. Kimyasal parametre değerleri antioksidan muameleli gruplarda, kontrol ve adaçayı gruplarına göre daha düşük olup, burgerlerin daha iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar kontrol

grubunun muamele gruplarına kıyasla daha yüksek düzeyde mikrobiyal sayıya sahip olduğunu ve kullanılan ekstraktların kolyoz burgerindeki mikrobiyal flora üzerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Uçak ve ark (2011), çalışmalarında, farklı konsantrasyonlarda (Grup A: %0.4 ve Grup B: %0.8) biberiye ekstraktının uskumru burgerlerinin (*Scomber scombrus* L., 1758) 4°C’de depolanması süresince duyusal, kimyasal (TVB-N, TBA, PV, FFA) ve mikrobiyolojik kalite parametrelerini araştırmışlardır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre Grup A panelistler tarafından 15. güne kadar tercih edilirken, kontrol ve Grup B 13. güne kadar tercih edilmiştir. Depolama sonunda her iki grubun da TVB-N değerlerinin tüketilebilir sınır değerini (30-35 mg/100g) aşmadığı ve dalgalanmalar gösterdiği belirtilmiştir. En düşük TBA değerleri grup B’ den elde edilmiştir. Kontrol ve muamele grupları arasında FFA ve PV değerleri bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri 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.

Mahmoudzadeh ve ark (2010), dil balığından (*Pseudorhombus elevatus*) hazırladıkları burgerleri tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplamışlar ve -18 °C’de 5 ay depolayarak kalite değişimlerini incelemişlerdir. 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.

Tokur ve ark (2006b), -18 °C’de dondurularak depolanan yıkanmış ve yıkanmamış aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) balık kıymasından elde edilen balık kroketlerinin duyusal ve kimyasal kaliteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yıkanmış sazan balığı kıymasından 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 sazan balık kıymasından

elde edilen köftelerde bu değerler sırasıyla %68.50, %15.5, %6.00, %2.20, %2.31 ve %55.2 olarak bulunmuştur. Yıkanmış sazan balığı kıymalarından yapılan köftelerin TBA değeri, yıkanmamış sazan balığı kıymalarından yapılan köftelerin TBA değerinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonunda aynalı sazanın balık köftesi için iyi bir kaynak olduğu, ürünün duysal ve kimyasal kalitesinde istenmeyen değişimler olmadan 5 ay dondurularak depolanabileceği sonucuna varılmıştır.

Tokur ve ark (2004), tilapyadan (*Oreochromis niloticus*) elde ettikleri burgerleri-18 °C'de 8 ay boyunca depolamışlar ve depolama süresince duysal 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 O₂/kg iken 6. ayda 5,03 meq/kg'a artmış ve 8. ayda 0,82 meqO₂/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.

Çaklı ve ark (2005), sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), mezgit (*Merlangius merlangus*, Linnaeus, 1758) ve sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758) gibi farklı balık türlerinden elde ettikleri balık kroketlerinde-18 °C'de 8 ay depolama sonucu meydana gelen duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişimlerini incelemişlerdir. Mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçlarına göre dondurulmuş olarak 8 ay boyunca depolanan balık kroketlerinin kabul edilebilir limitlerini aşmadığı belirtilmiştir. Ancak, duysal sonuçlar depolama sonunda sardalyadan üretilen köftelerin tadındaki acılaşmadan dolayı tüketilemeyeceğini belirtmişlerdir.

Kılınç ve ark (2008), sardalya (*Sardina pilchardus*)'dan elde edilen balık ezmesini 4°C'de depolamışlardır. Başlangıç toplam mezofilik bakteri sayısı 2,50 log kob/g'dan depolamanın 6.gününde 6,15 log kob/g'a ulaşmıştır. Toplam uçucu bazik azot ve tiyobarbitürik asit sayısı başlangıçta sırasıyla 13,66 mg/100g, 1,5 mg MA/kg

iken depolama sonunda (6. günde) 29,55mg/100g ve 3,60 mg MA/kg olarak bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonucuna göre sardalya ezmesinin raf ömrü 4 gün olarak belirlenmiştir. Duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler karşılaştırıldığında sardalya ezmesinin raf ömrünü belirlemede en etkilisinin duyusal analiz olduğu belirlenmiştir.

Bilgin ve ark (2005), araştırmalarında sudak ve kadife balığının sıcak dumanlama yöntemine göre dumanlandıktan sonra fileto artıklarının ekonomiye katkı amaçlı balık ezmesi şeklinde değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Her iki türe ait derisiz fileto artıkları kıyıldıktan sonra çeşitli katkı maddeleri ilavesiyle karıştırılarak balık ezmesi haline getirilmiştir. Fileto artıkları ve elde edilen balık ezmesinin kimyasal kompozisyonları ile duyusal analizleri yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre, taze sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya ve Naseka, 1996) ve kadife (*Tinca tinca* L., 1758) balığının kimyasal içerikleri birbirine yakın bulunmuştur. Sıcak dumanlama sonrası her iki türde su içeriğinde azalış saptanmıştır. Duyusal analiz bulgularına göre kadife ve sudak balığından yapılan balık ezmesi arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında ($+4^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de) 35 günlük depolama sonucunda ürünün tüketilebilirlik sınırlarını aşmadığı belirlenmiştir. Sudak ve kadife balığının fileto artıklarından balık ezmesi yapılarak ekonomiye yarar sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Yerlikaya ve ark (2005), hamsi (*Engraulis encrasicolus*)'den edilen balık ezmesinin $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması boyunca kalite parametrelerini araştırmışlardır. Kalite parametrelerinin analizleri depolama boyunca her gün yapılmıştır. Depolama boyunca toplam uçucu bazik azot ve tiyobarbitürik asit değerinde artış, asidite ve duyusal değerlerinin puanlamasında ise azalış görülmüştür. Peroksit değeri depolamanın 5. gününe kadar önemli düzeyde artış göstermiş ve daha sonra azalma göstermiştir. Hamsiden elde edilen balık ezmelerinin 6 güne kadar tüketilebileceği tespit edilmiştir.

Taşkaya ve ark (2003), taze ve dondurulmuş-çözdürülmüş alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarından hazırladıkları burgerleri $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün depolamışlar ve depolama süresince burgerlerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal 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-çözdürölmüş alabalık filetolarından hazırlanan burgerlerin ise 9 günden önce tüketilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Metin ve ark (2002), soğukta depolanmış (+4°C’de) alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) burgerlerinde kalite indikatörü olarak hipoksantin aktivitesinin uygulanmasını araştırmışlardır. 28 gün boyunca depoladıkları alabalık burgerlerinde duyuşal 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.

Metin (2001), çalışmasında alabalık burgerlerini atmosferik havayla (kontrol), A grubu (% 5 O₂+ %35 CO₂+ %60 N₂) ve B grubu (%30 CO₂+%70 N₂) şeklinde 3 grup halinde paketleyerek +4°C’de (±1)’de depolamıştır. Kontrol grubunun raf ömrünü 21, A ve B gruplarının ise 35 gün olduğu saptanmıştır. Ancak, toplam bakteri yükünün yüksekliği nedeniyle, ürünün bu kadar uzun sürede tüketilmesinin riskli olduğunu ve bu nedenle antimikrobiyal madde kullanılması tavsiye edilmiştir.

Aromatik bitkilerden elde edilen bitki ekstraktlarının su ürünlerinin raf ömrünün artırılması amaçlı olarak kullanımı konusunda da çalışmalar mevcuttur.

Özoğul ve ark. (2010), vakum paketlenmiş 20 gün soğuk depolanan (4 ± 1 °C) sardalyanın duyuşal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinde farklı dozlardaki (%1 ve %2) biberiye ekstraktının etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonunda biberiye ekstraktının çiğ ve pişmiş sardalyanın duyuşal kalitesini arttırdığı ve özellikle %1 biberiye ekstraktı ile muamele edilen grupların panelistler tarafından daha tercih edilebilir olduğu rapor edilmiştir. Biyokimyasal analiz sonuçlarında lipit

oksidasyonunu kontrol altına almada %2 biberiye ekstraktının kullanımının daha etkili olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Akhtar ve ark. (1998), biberiye ekstraktının yüksek miktarda karnosik asit ve karnosol gibi fenolik diterpenik madde içermekte olduğunu ve yaptıkları çalışmada biberiye ekstraktının dondurulmuş ve buzdolabında depolanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin depolanması boyunca çok etkili bir antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir.

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2003), sardalya filetosuna biberiye ekstraktı ve soğan özütü uygulayarak -20°C de depolama ile yapmış oldukları çalışmada TBA, FFA, PV değerlerini 5 ay boyunca incelemişlerdir. Çalışma sonunda TBA, PV ve FFA oranlarının lipit oksidasyonu nedeniyle artış gösterdiğini, biberiye ekstraktının kontrol grubuna göre TBA, PV ve FFA düzeylerinde antioksidatif etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Soğan özütünün uygulandığı grubun dondurulmuş sardalyanın raf ömrünü 3 ay geciktirdiği saptanmıştır.

Kenar ve ark. (2010), $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 20 gün depolanan vakum paketlenen sardalyanın duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinde biberiye ve adaçayının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir. Balık filetoları, kontrol ve muamele grupları (10g/L biberiye ve adaçayı içeren grup) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Duyusal verilere göre sardalya filetolarının raf ömrü kontrol için 13 gün, adaçayı ve biberiye için 20 gün olarak bulunmasına karşın, mikrobiyolojik analiz sonuçları kontrol için 5 gün, biberiye ve adaçayı için 9 gün olmak üzere daha kısa raf ömrü göstermiştir. TBA değerleri açısından değerlendirildiğinde, hiç bir katkı maddesi içermeyen kontrol grubuna göre adaçayı grubunda oksidasyonun daha fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu durumun adaçayı ekstraktı içerisinde bulunan alkanlar, alkenler ve bazı keton bileşiklerinin oksidasyonu arttırıcı (prooksidan) etki gösterdiği ihtimalini güçlendirdiğini bildirmişlerdir. Depolama sonunda, kontrol, biberiye ve adaçayı uygulanan sardalyaların TBA değerleri sırasıyla 0.98 mg MA/kg, 0.66 mg MA/kg ve 1.44 mg MA/kg olmuştur. Mikrobiyolojik sonuçlar biberiye ve adaçayındaki doğal bileşiklerin depolama süresince balık etinde daha düşük bakteriyel gelişim sağladığını göstermiştir.

Ozyurt ve ark. (2011a), biberiye ekstraktı içeren buzda depolanan sardalyanın (*Sardinella aurita*) depolama süresince kalitesindeki değişimleri incelemişlerdir. Geleneksel buzlama ile depolanan sardalyalar duyusal değerlendirmeye göre depolamanın 12. gününde reddedilmiş, biberiye ekstraktı ile hazırlanmış buzda depolanan sardalyalar ise depolamanın 15. gününde ret edilmiştir. Duyusal değerlendirmeye göre %0.05 ve %0.1 biberiye ekstraktı ile hazırlanan buzda depolama sonucunda gruplar arasında önemli farklılıklar gözlemiştir. Araştırmacılar, biberiye ekstraktı ile hazırlanan buzda depolamanın, geleneksel buzlama ile depolamaya göre sardalyalarda raf ömrünü önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir.

Özyurt ve ark (2011b), 4 aylık donmuş depolama süresince (-18 °C) farklı yöntemlerle pişirilmiş (kızartma, fırın ve ızgara) çipuranın (*Sparus aurata*) oksidatif kalitesinde, biberiye ekstraktı katkısının etkisini incelemişlerdir. Çipuranın donmuş depolanması süresince FFA, peroksit sayısı ve TBA değerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Biberiye ekstraktı uygulanan grupların kontrol grubuna oranla genellikle daha düşük düzeyde peroksit sayısı ve TBA değeri içerdiği gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Aromatik Bitkiler

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak ticari olarak temin edilen kekik (*Thymbra spicata*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve fesleğen (*Ocimum basilicum*) bitkileri kullanılmıştır.

3.1.2. Balık Materyali

Araştırmada materyal olarak dondurarak depolama denemesi için 2011 Ekim ayında avlanan, soğukta depolama denemesi için ise 2012 Eylül ayında avlanan, Norveç'ten ithal edilen ve özel bir balık işleme tesisinden (Pakyürek A.Ş.) temin edilen, karton koli ile ambalajlanmış, 20 kg'lık blok dondurulmuş uskumrular (*Scomber scombrus*) kullanılmıştır. Her bir deneme için 3 karton koli kullanılmıştır. Temin edilen balıklar en kısa zamanda Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojileri Laboratuvarına ulaştırılarak köfte yapımı için işleme aşamasına geçilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Uskumrular (*Scomber scombrus*)

3.2. Metotlar

3.2.1. Su Buharı Distilasyonu

Ayıklanmış, kurutulmuş kekik, biberiye ve fesleğen bitkilerinden 100 g alınarak, 2000 mL’lik balona yerleştirilmiştir. Daha sonra örnek üzerine 1000 mL saf su eklenerek 4 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra Clevenger aparatının (Şekil 3.2) dereceli kısmında toplanan esansiyel yağ alınmıştır.



Şekil 3.2. Clavenger aparatının genel görünümü

3.2.2. Bitkilerden Doğal Antioksidan Ekstraksiyonu

Bitkilerden doğal antioksidan ekstraksiyonu için solvent ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bitkilerden 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 1000 mL etanol konularak 60 °C’de 2 saat boyunca clavengerde 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’de 30 dakika boyunca 40 g aktif karbon ile ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Karbon kısmını ayırmak için filtre edildikten sonra evaporatörde (Heidolph, 2000) etanol uçurularak doğal antioksidan ekstresi elde edilmiştir (Chen ve ark., 1992).

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

3.2.3. Köftelerin Formülasyonu ve Hazırlanması

Dondurulmuş uskumrular oda sıcaklığında, akan su altında yaklaşık 4 saatte çözdürülüp, kafa ve kuyrukları kesildikten sonra iç organları temizlenerek, mukoza tabakası ve kan pıhtısından arındırılmak üzere bol su ile yıkanmıştır. Yıkanan balıklar kaynar suda (100°C’ de) 5 dakika haşlanarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan balıkların deri, yüzgeç ve kılçıkları temizlendikten sonra balık eti bıçak ile kıyılmıştır. Küçük parçalara ayrılan et kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grubu olarak 4 gruba ayrılmıştır. Balık köftesi yapımı için gerekli olan malzemeler Lopez-Caballero ve ark. (2005) metodundan modifiye edilerek hazırlanmıştır. Ayrılan her grup için balık eti üzerine % 0.5 NaCl, % 5 su, % 2 yumurta akı tozu, % 10 nişasta ve % 0.05 oranında her gruba ait ekstrakt ilave edilip mikser yardımıyla iyice karıştırılarak balık eti homojen balık kıyma haline getirilmiştir. Yumurta akı tozu (Lick) üzerindeki tarife göre (1 birim yumurta akı tozuna, 7 birim su) hazırlanmıştır. Kontrol grubuna ekstrakt ilave edilmemiştir. Elde edilen kıymalara el ile köfte şekli

verilmiştir. Soğuk depolama için hazırlanan balık köfteleri 90 µm kalınlığında polyamid bazlı paketlerde (Polinas, Manisa, Turkey) vakum paketlenme makinası (Reepack RV50, Italy) ile paketlenerek $4\pm2^{\circ}\text{C}$ ' de 28 gün depolanmıştır. Dondurarak depolama için hazırlanan köfteler ise buzdolabı poşedine dizilerek -18°C 'de 10 ay depolanmıştır. Paketleme işlemi her iki denemede de her poşette 15 g ağırlığında 10 adet köfte olacak şekilde yapılmıştır. Duyusal, kimyasal ve mikrobiyoloji analizleri düzenli olarak yapılmıştır. Çalışmada veriler her analiz gününde her bir grup için 3 tekkeürlü olacak şekilde 3 farklı paket kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.3. Uskumru köftesi

3.2.4. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktlarına ait toplam fenolik içerik Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenmiştir. Standart oluşturmada gallik asit kullanılmıştır. Test edilen bileşiklerin bir gramına karşılık gelen gallik asit miktarı gallik asit standart grafiği kullanılarak belirlenmiştir (Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.5. Besin Değerleri Analizi

3.2.5.1. Ham Protein Analizi

Toplam ham protein oranı Kjeldahl metoduna (AOAC 981.10, 1998) göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten Kjeldahl tüpleri içerisine 1 g koyularak, üzerine 2 adet kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 ml H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesine yerleştirilmiş ve tüplerin içerisindeki örnek yeşil-sarı saydam bir renk oluşuncaya kadar 420°C’de 2–3 saat yakılmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve soğuma sağlandıktan sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 ml su eklenmiştir. Kjeldahl cihazına kjeldahl tüpleri ile destilat yakalama kısmına da, 25 ml % 40 ‘lık borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen yerleştirilerek % 40’lık NaOH ile 6 dakika destilasyon işlemi yapılmıştır. Destilasyon sonunda erlen içerisindeki destilat 0.1 M HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları bulunmuştur.

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

$$\% \text{ Protein} = \%N \times 6.25$$

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

g : Örnek miktarı

3.2.5.2. Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959)’in uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. 10-15 g homojenize edilmiş örnek, üzerine 120 ml metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra Ultra-turaks (T 25 basic IKA-WERKE) ile karıştırılmıştır. Daha

sonra bu örnekler üzerine 20 ml %0.4'lük CaCl_2 solüsyonundan eklenerek süzme kağıdından (Scliecher & Schuell, 595^{1/2} 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jojelere filtre kağıdı ile süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir 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.

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

3.2.5.3.Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Köftelerin 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 grubuna 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 örneklerle ait kuru madde ve ham kül (%) oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$KuruMadde(\%) = \frac{(Dara(g) + kurumadde(g)) - Dara(g)}{\text{Örnekmiktarı}(g)} \cdot 100$$

$$HamKül(\%) = \frac{(Dara(g) + hamkül(g)) - Dara(g)}{\text{Örnekmiktarı}(g)} \cdot 100$$

3.2.5.4. Yağ Asitleri Tayini

Ekstrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichibara ve ark (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25mg ekstrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4ml 2M'lık KOH ve 2ml n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000rpm' de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası GC'de analiz için alınmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu alev iyonizasyon dedektörlü (FID) ve 30m x 0.32mm ID x 0.25µm film kalınlığında SGE kolonlu otomatik örnekleme (Perkin Emler, USA) GC (Gaz kromatografik) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220°C sonra 280°C' ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140 °C'de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C'ye kadar, her dakika 4 °C arttırılarak, 200 °C'den 220'ye de her dakika 1°C arttırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1ml olup, taşıyıcı gazı kontrolü 16ps'de olması sağlanmıştır. Split uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları ± standart sapma değerleri ile % olarak GC bölümünde ifade edilmiştir.

3.2.6. Duyusal Değerlendirme

3.2.6.1.Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Analizi

Uskumru köftelerinin çiğ olarak duyusal değerlendirilmesi Koning ve Mol (1991) tarafından kullanılan şemanın uskumru köftelerine göre modifiye edilip oluşturulmasıyla yapılmıştır (Çizelge 3.1). Örneklerin görünüm, renk, koku ve genel

beğeni değerinde meydana gelen değişimler, 6 kişilik deneyimli bir panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. 1 ile 5 skalası baz alınarak yapılan duyuşal değerlendirmede 5 skoru “çok beğendim”, 4 skoru “beğendim”, 3 skoru “yorumsuz” olarak tanımlanırken, 2 skoru “beğenmedim” ve 1 skoru “hiç beğenmedim” olarak ifade etmektedir

Çizelge 3.1. Koning ve Mol (1991)’ün Uskumru Köftelerine Göre Modifiye Edilmiş Duyusal Değerlendirme Şeması

	5 Çok Beğendim	4 Beğendim	3 Yorumsuz	2 Beğenmedim	1 Hiç beğenmedim
Görünüm					
Renk					
Koku					
Genel beğeni					

3.2.6.2. Pişmiş Uskumru Köftelerinin Duyusal Analizi

Pişmiş uskumru köftelerinin duyuşal değerlendirilmesi Paulus ve ark (1979)’na göre yapılmıştır (Çizelge 3.2). Örneklerin renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik değerinde meydana gelen değişimler, 6 kişilik deneyimli bir panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. 1 ile 9 skalası baz alınarak yapılan duyuşal değerlendirmede 9 skoru “çok iyi kaliteyi”, 7-8 skoru “iyi kaliteyi”, 5-6 skoru “kabul edilebilirlik sınırını” gösterirken, 1-4 skoru “kötü veya kabul edilemez” olduğunu ifade etmektedir. Köfteler fritözde 185°C’de 2-3 dakika ayçiçeğı yağında kızartıldıktan sonra panelistlere sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Pişmiş Uskumru Köfteleri İçin Kullanılan Duyusal Değerlendirme Formu

	9 Çok iyi	8 Oldukça İyi	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									

3.2.7. Kimyasal Analizler

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

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) analizi Antonocoppoulus (1973)'e göre yapılmıştır. Uygulanan yöntemde homojenize edilmiş 10g örnek alınarak Kjeldahl aleti tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 2 g MgO ve 100 ml distile su eklenmiştir. 250 ml'lik erlenler içerisinde ise 100 ml su ve 10 ml %3'lük borik asit ve 7-8 damla Taşıro indikatörü eklenmiştir. Bu işlemden sonra tüp ve erlen Kjeldahl cihazına yerleştirilerek erlen içerisinde 200 ml destilat elde edilene kadar destilasyon yapılmıştır. Elde edilen destilat 0.1 N'lik HCl asit ile mevcut rengin pembemsi renge döndüğü noktaya kadar titre edilmiştir. TVB-N miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$TVB - N(mgN / 100gÖrnek) = \frac{A' \cdot 1,4' \cdot 100}{B}$$

A: ml olarak harcanan 0.1 N asit miktarı

B: Örneğin tartım ağırlığı

3.2.7.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini

Tarladgis ve ark. (1960)'nın uyguladığı yönteme 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 2.5 ml (1:2)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiş ve 200 ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edilmiştir. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak, 5 ml' si cam kapaklı deney tüpüne yerleştirilmiş ve üzerine de %90'lık 100 ml 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 538 nm dalga boyunda köre karşı, optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7.8 ile çarpılarak 1000g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır.

3.2.7.3. Peroksit Sayısı

Peroksit değeri AOCS (Method Ja 8-87, 1994)'a göre gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilmiş 1g lipid örneği üzerine 20 mL kloroform ilave edilmiş ardından, 50 ml asetik asit:kloroform (60:40) çözeltisi ilave edilerek lipid 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 100 mL distile su ilave edilip ardından %1'lik nişasta solüsyonundan 4-5 damla damlatılıp berrak renk oluşana kadar 0,002M'lık sodyum tiyosülfatla titre edilmiştir. Aynı uygulama lipid 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 0,002M'lık sodyum tiyosülfat (ml cinsinden)

B: Kör için harcanan 0,002M'lık sodyum tiyosülfat (ml cinsinden)

W: Örnek Ağırlığı

3.2.7.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi

Serbest yağ asit analizi AOCS (MethodCa 5a-40,1997) metoduna göre belirlenmiştir. Önceden ekstrakte edilmiş lipitten 0,5g örnek tartılarak, dietileter:ethanol (25:25 mL oranında) içerisinde çözündürülmüştür. Daha sonra 1ml %1'lik fenoltalein indikatörü ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım 0.1M'lık sodyum hidroksit ile kalıcı pembe renk oluşuna kadar (en az 15 saniye) titre edilmiştir. Aynı işlemler yağ kullanmadan kör deneme için tekrarlanır. %'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

3.2.7.5. pH Analizi

Balık etindeki pH değişimleri dijital bir pH metre (WTW 315i pH Meter; Weilheim, Germany) kullanılarak analiz edilmiştir. 5 g balık örneği alınarak 50 mL saf su içerisinde (1/10) 5 dk karıştırılmıştır. pH metre bu solüsyona daldırılarak balık etinin pH'ı ölçülmüştür.

3.2.8. Mikrobiyolojik Analiz

3.2.8.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı

Toplam mezofilik bakteri sayımı (standart koloni sayımı), petri yüzeyine yayma metodu (ICMSF, 1982) kullanılarak hesaplanmıştır. Her gruptan 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 mezofilik bakteri gelişimi için 30 °C’de 2 gün, inkübe edilmiştir. Sonrasında petri kutularında oluşan kolonilere bakılarak toplam bakteri sayısı hesaplanmıştır. Koloni oluşturan birimler (kob/g) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Koloni oluşturan birim sayısı (kob/g)} = \frac{\text{Koloni sayısı} \times \text{Seyreltme faktörü}}{\text{Aşılama miktarı}}$$

3.2.9. İstatistik Analizler

İstatistik analizler SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL. USA) kullanılarak yapılmıştır. Kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının depolanması sürecinde kalite parametrelerinin değişimi tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile irdelenmiş, değişimin önemli bulunduğu ($p < 0.05$) durumlarda hangi grupların farklılık arz ettiği çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan (1955) testi ile analiz edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. I. Deneme

4.1.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Fenolik bileşikler, doğal antioksidanlar içerisinde en önemli sırayı almaktadırlar. Bu yüzden bir maddenin antioksidan aktivitesi, içerdiği fenolik madde miktarından etkilenmekte olup, fenolik madde miktarının yüksek olması antioksidan aktivitesinin de yüksek olmasını sağlamaktadır (Tekeli ve Sezgin, 2007). Araştırmamızda kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktlarına ait toplam fenolik madde miktarları sırası ile 38.13 mg GAE/g, 81.85 mg GAE/g ve 21.08 mg GAE/g olarak bulunmuştur.

Özkan (2007), farklı çözücü karışımıyla (metanol, etanol, aseton, su ve asetik asit) elde ettiği karabaş kekiği (*Thymbra spicata* L.var.*spicata*) ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarını, 74.52-163.10 mg GAE/g arasında bulmuştur. Dorman ve ark. (2003) hakiki kekik (*Thymus vulgaris*) ekstraktının toplam fenolik madde miktarını 49 mg GAE/ g ekstrakt olarak tespit etmişlerdir. Roby ve ark. (2013), metanol, etanol, dietileter ve hekzan çözücülerıyla ekstrakte ettikleri kekiğin (*Thymus vulgaris* L.), toplam fenolik miktarını sırasıyla 8.1, 7.30, 6.15 ve 4.75 mg GAE/g olarak bulmuş ve en iyi çözücünün metanol olduğunu belirtmişlerdir. Zheng ve Wang (2001), Justesen ve Knuthsen (2001), Exarchou ve ark. (2002), Pizzale ve ark.(2002), Kosar ve ark.(2005), Skoula ve ark. (2005) ve Nikolova ve ark. (2006) *Origanum*, *Satureja*, *Thymus*, *Thymbra*, *Coridothymus* ve *Salvia* bitki türleri için yaptıkları çalışmada fenolik madde bileşiminin ve miktarlarının türlere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Zheng ve Wang (2001), yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarlarını fesleğende (*Ocimum basilicum*) 2.23 mg GAE/ g, biberiyede (*Rosmarinus officinalis*) 2.19 mg GAE/ g ve kekikte (*Thymus vulgaris*) 2.13 mg GAE/ g olarak bulmuşlardır. Dorman ve ark. (2003) biberiye'nin fenolik madde miktarını 185 mg GAE/g bulmuşlardır. Kwee ve ark.(2011), fesleğenin 15 farklı

varyeteleri ile yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını en düşük 3.47 mg GAE/g, en yüksek ise 17.58 mg GAE/g olarak bulmuştur. Fesleğenin fenolik madde miktarını Proestos ve ark. (2005) 7 mg GAE/g, Surveswaran ve ark. (2007) 26 mg GAE/g, Shan ve ark. (2005), 36 mg GAE/g olarak bulmuşlardır.

Fenolik bileşiklerin miktarı ve tipi; çeşit, olgunluk, yağış miktarı, yükseklik, toprak koşulları, sıcaklık, ışık vb. faktörlere bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Ryan ve Robarts, 1998; Keçeli, 2000). Ayrıca sonuçların mevsime, bölgelere, bitkinin kullanılan kısmına, elde ediliş yöntemi ve ekstraksiyonda kullanılan solvente göre farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçların diğer çalışmalarla farklılık göstermesinin bu nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip grup biberiye olmuştur.

4.1.2. Besin Madde Bileşenleri

4.1.2.1. Dondurularak (-18°C) Depolanan Uskumru Köftelerinin Besin Madde Bileşenleri

Araştırmada besin madde bileşenleri olarak nem (%), ham kül (%), protein (%) ve lipit (%) değerlerine bakılmıştır. Çizelge 4.1’de dondurularak (-18°C) depolanan uskumru köftesinin besin madde bileşenleri verilmiştir. Araştırma sonucunda depolama başlangıcındaki uskumru köftesinin % 17.02 protein, % 12.42 lipit, % 59.51 nem ve % 1.53 ham kül içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Dondurularak (-18°C) Depolanan Uskumru (*Scomber scombrus*) Köftelerinin Depolama Başlangıcındaki (0.gün) Besin Madde Bileşenleri

Besin Değerleri	(%) Ortalama±Standart sapma
Ham Protein	17.02±0.21
Lipit	12.42±0.80
Nem	59.51± 0.63
Ham Kül	1.53 ±0.16

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. n=3.

Uçak ve ark (2011), biberiye ekstraktı (% 0.4 ve % 0.8) kullanarak yaptıkları uskumru (*Scomber scombrus*) burgerlerinin depolama başlangıcındaki besin madde bileşenlerini sırasıyla %18 protein, %12.75 lipit, %57.97 nem ve %2.18 kül 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. Çalışma sonuçlarımız uskumru burgerleri ve sardalya köftesi bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Özpolat ve Çoban (2012), karabalık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve sarı balığın (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843) köfte olarak değerlendirilmesi ile yaptıkları araştırmada taze karabalık filetosunun ham protein, lipit, nem ve ham kül oranlarını sırasıyla % 17.61, % 2.45, % 71.92 ve % 1.17 olarak bulmuşlardır. Karabalık köftesinin ise % 20.37 protein, % 7.79 lipit, % 64.07 nem ve % 2.31 ham kül oranlarına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Taze sarı balık filetosunun ham protein, lipit, nem ve ham kül oranlarının sırasıyla % 18.86, % 2.17, % 76.78 ve % 1.07 olduğu ve Sarı balık köftesinde ise bu oranların sırasıyla % 19.77 protein, % 8.19 lipit, % 63.87 nem ve % 2.27 ham kül içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır.

Yapılan birçok çalışmada da balık etlerinin köfte haline getirildikten sonra, köfte örneklerinde su oranının azaldığı görülmüştür. Bu durumun; balık etleri işlenirken tuz ve diğer katkı maddelerinin girişine bağlı olarak suyun uzaklaşmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Taşkaya ve ark.,2003; Berik ve ark., 2011; Duman ve Özpolat, 2012).

Tokur ve ark. (2006b), tarafından yıkanmış aynalı sazandan (*Cyprinus carpio*) üretilen köftelerde nem, protein, lipit ve kül içerikleri sırayla % 68.50, % 15.50, % 6.00 ve %2.20 olarak bulunmuştur. Yıkanmamış balıktan üretilen köftelerde ise nem, protein, lipit ve ham kül içerikleri % 70.23, % 10.80, % 2.14 ve % 1.80 olarak gözlenmiştir. 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 karbonhidrat olduğunu ve aynalı sazan köftelerindeki yüksek miktarda karbonhidratın un, nişasta, şeker ve ekmek parçaları gibi yüksek

karbonhidrat içeriğine sahip materyallerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ünlüsayın ve ark. (2002), sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya ve Naseka, 1996) ve Kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758) fileto artıklarını ekonomiye katkı sağlamak amacıyla köfte şeklinde değerlendirdikleri çalışmalarında, sudak ve kadife balıklarının köfte olarak işlendikten sonra karbonhidrat miktarında artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Balıklardaki besinsel kompozisyonu tür, yaş, cinsiyet, çevresel etmenler, avlama mevsimi ve bölgesine göre değişim göstermektedir (Özyurt ve Polat, 2006). Balık köftelerinin besin kompozisyonu köfte formülasyonlarına, balığın türüne, yağ oranına, kullanılan tuz ve baharat miktarına, ilave edilen gıda katkı maddelerine göre de değişim gösterebileceği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda köfte haline getirilen örneklerde su oranlarının azaldığı, karbonhidrat içeriklerinin arttığı saptanmıştır (Çapkın 2008; Ünlüsayın ve ark., 2002; Duman ve Özpolat 2012). Balıkentinin kimyasal kompozisyonu içerisinde karbonhidrat miktarı önem arz etmeyecek kadar düşüktür. Karbonhidrat miktarı beyaz etli balıklarda %1'in altında iken yağlı balık türlerinde bu oran koyu renkli kaslarda % 2'ye kadar çıkmaktadır (Murray ve Gibson, 1971). Bu çalışmada besin değerlerinin toplamı % 90.4 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.1). Besin değerlerinin kalan yüzdesinin karbonhidrat olduğu ve bunun uskumru köftelerine eklenen nişasta gibi yüksek karbonhidrat içeriğine sahip materyallerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

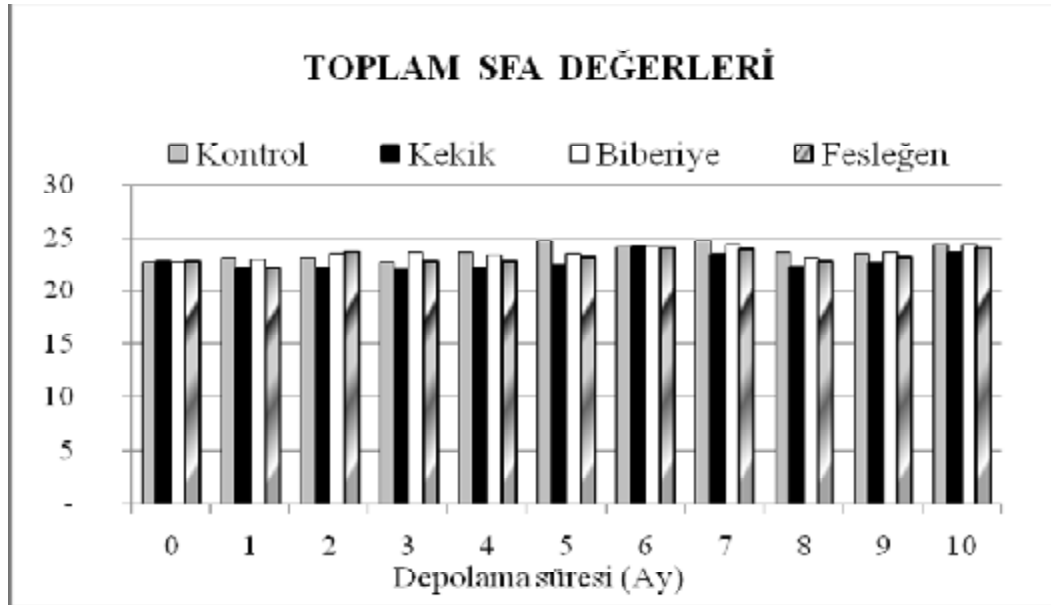
4.1.2.2. Yağ asitleri kompozisyonu

Balık yağının özellikle eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi çoklu doymamış yağ asitleri bakımından iyi bir kaynak olduğu bilinmektedir. Bu yağ asitleri koroner kalp hastalıkları, kalp ritim bozukluğu, eklem iltihaplanmaları, bağışıklık sistemi bozukluğu gibi rahatsızlıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamakta ve aynı zamanda beyin ve göz gelişimine büyük katkılar sağlamaktadır (Kinsella 1987; Simopoulos 1991; Conner 2000). Bu nedenle balık ve balık ürünlerinin yağ asidi içeriğinin belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir.

Dondurularak depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama süresince, toplam SFA (doymuş yağ asitleri), MUFA (tekli doymamış yağ asitleri) ve PUFA (çoklu doymamış yağ asitleri) değerlerindeki değişimler Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te ve EK-1'de gösterilmektedir

Araştırma sonucunda 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 (C18:1n9), vaksenikasit (C18:1n7), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), araşidonik asit (C20:4n6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur (EK-1). Benzer şekilde Tokur ve ark. (2006b) balık finger için, Uçak (2010) balık burger için yağ asitlerinin temel bileşenlerini bu yağ asitlerinin oluşturduğunu saptamışlardır.

Toplam doymuş yağ asitleri (SFA) depolama süresince ekstrakt eklenmeyen kontrol grubunda % 22.77- 24.81 arasında bulunurken, bitki ekstraktı ilave edilen gruplarda % 22.03-24.41 arasında saptanmıştır (EK-1, Şekil 4.1). Depolama sonunda tüm grupların toplam SFA değerinde artış gözlenmiştir (EK-1, Şekil 4.1). Uskumru köftelerinin başlangıç toplam SFA değeri tüm gruplarda % 22.77 iken, depolama sonunda toplam SFA değerleri kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla % 24.37, % 23.54, % 24.41 ve % 24.06'ya ulaşmıştır. Depolama boyunca toplam doymuş yağ asitleri bakımından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark 1., 2., 3., 7., 9. ve 10. aylarda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek orana sahip yağ asitlerinin tüm gruplarda miristik asit (% 5.03-6.75), palmitik asit (% 11.55-% 13.02) ve stearik asit (% 1.49-% 2.53) olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu yağ asitlerinin uskumru balık köfteleri için temel doymuş yağ asitleri olduğu saptanmıştır. Uskumru köftelerinin depolanması boyunca kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark miristik asit için 0. gün, 4., 6., 7. ve 8. ayda; palmitik asit için ise 0. gün, 5. ve 6. ayda önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, stearik asit için 1., 2., 3., 7., 9. ve 10. ayda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Benzer şekilde Bandarra ve ark. (1997) tarafından sardalyada (*Sardina pilchardus*) yapılan çalışmada temel doymuş yağ asitlerinin miristik asit (C14:0), palmitik (C16:0) asit ve stearik asit (C18:0) olduğu, toplam doymuş yağ asitleri oranının ise % 25.61 olduğu saptanmıştır.

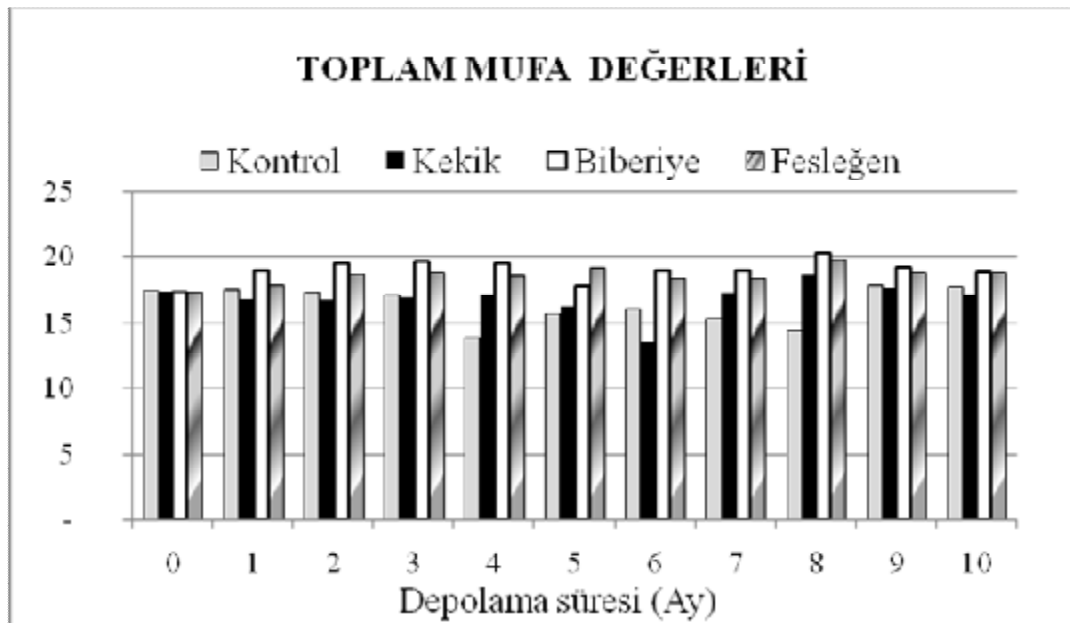


Şekil 4.1. Dondurarak Depolanın Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam SFA (Doymuş Yağ Asitleri) Değişimleri

Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) uskumru köftelerinde depolama süresince artış ve azalışlar göstermiş, depolama sonunda ise tüm grupların (kekik grubu hariç) toplam MUFA değerinin arttığı tespit edilmiştir. (Ek-1, Şekil 4.2). Uskumru köftelerinin başlangıç toplam MUFA değeri tüm gruplarda % 17.42 iken, depolama sonunda toplam MUFA değerleri kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla % 17.83, % 17.23, % 18.90 ve % 18.89 olarak belirlenmiştir (Ek-1). Depolama boyunca toplam tekli doymamış yağ asitleri bakımından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. gün, 4. ve 5. ay hariç) önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama süresince temel tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9) ve vaksenik asit (C18:1n7) olarak gözlenmiştir. Palmitoleik asit (C16:1) değerleri depolama süresince tüm gruplarda % 2.67-% 4.42 arasında değişim göstermiş olup, depolama boyunca (0. gün, 1., 4., 5. ve 8. ay hariç) kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark palmitoleik asit için önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Vaksenik asit (C18:1n7) uskumru köftelerinin tüm gruplarında % 1.44-3.58 arasında değişim göstermiş olup depolama süresince gruplar arasındaki fark (0.gün, 3., 4., 7. ve 8. ay hariç) önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Uskumru köftelerinin depolanması süresince en yüksek orana sahip tekli doymamış yağ asidi oleik asit (C18:1n9) olmuştur. Oleik asit tüm gruplarda % 6.87-

14.05 oranında bulunmuş olup, depolama süresince (0. gün, 5. ve 6. ay hariç) gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Benzer şekilde Uçak (2010), yaptığı çalışmada % 0.4 biberiye ekstraktı ile muamele edilen uskumru burgerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek oleik asit içerdiğini tespit etmiştir. Özogul ve ark. (2009), farklı pişirme metotları uygulayarak -18°C 'de 4 ay depoladıkları biberiye ekstraktlı çipuraların kontrol grubuna göre daha fazla oleik asit içerdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda en yüksek oleik aside ve en yüksek toplam MUFA değerine sahip grup biberiye grubu olmuştur. Bu nedenle biberiye ekstraktının depolama boyunca MUFA yağ asitlerini oksidasyona karşı korumada etkili olduğu ve bozulmaları önlediği düşünülmektedir. Estevez ve ark. (2006), ciğer patelerine biberiye ekstraktı katılımının doymamış yağ asitlerindeki oksidatif degradasyonu engellediğini saptamışlardır.



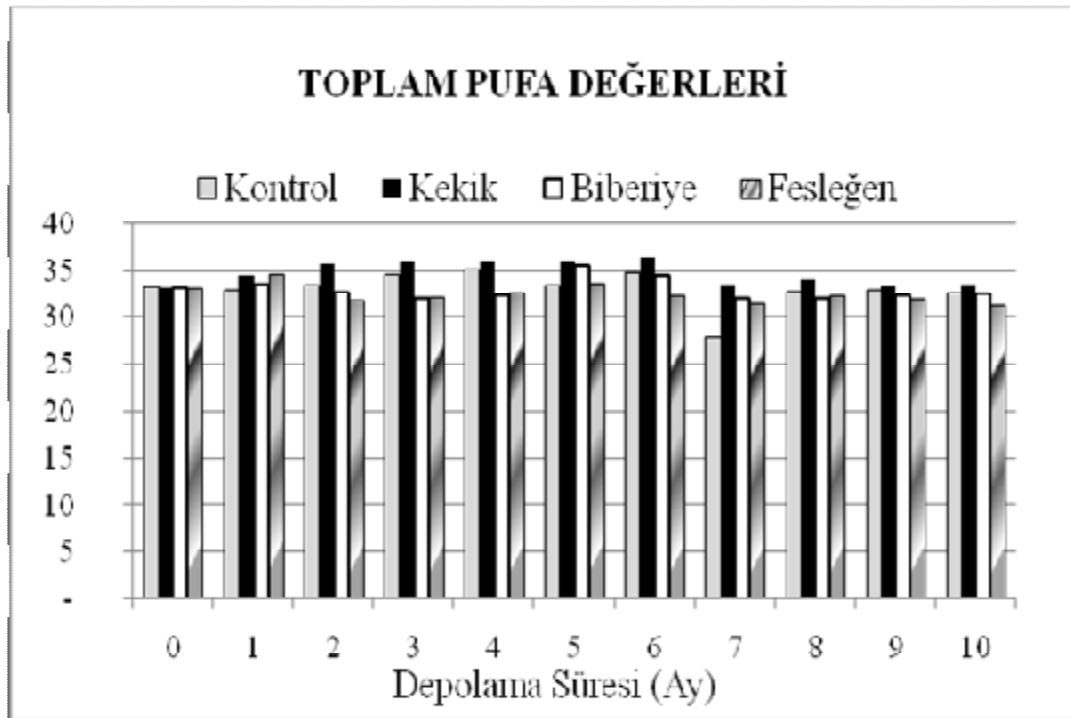
Şekil 4.2. Dondurarak Depolanan Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri) Değişimleri

Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) uskumru köftelerinde depolama süresince artış ve azalışlar göstermiş, depolama sonunda ise tüm grupların (kekik grubu hariç) toplam PUFA değerlerinde azalma tespit edilmiştir (Ek-1, Şekil 4.3). Uskumru köftelerinde depolama başlangıcında toplam çoklu doymamış yağ asitleri

(PUFA) değeri % 33.24 iken, depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla % 32.62, % 33.50, % 32.45 ve % 31.32 olarak bulunmuştur (EK-1, Şekil 4.1.3). Toplam PUFA değerleri bakımından kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur (0.gün, 1., 5. ve 8. ay hariç). Depolama boyunca en yüksek PUFA değerine sahip grup kekik ekstraktlı grup olmuştur (Şekil 4.1.3).

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). Uskumru köftelerinde linoleik asit (18:2n6) % 1.24- % 1.66 arasında değişim göstermiş ve depolama boyunca gruplar arasındaki fark (0. gün, 3., 5., 6. ve 8. ay hariç) önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Linolenik asit ise tüm gruplarda % 1.15-1.59 arasında bulunmuş olup 1., 2., 3., 9. ve 10. ayda gruplar arası fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Özoğul ve ark. (2008) 34 deniz balığının yağ asidi kompozisyonunu araştırdıkları çalışmada deniz balıklarının linoleik asit (C18:2n6), gamma-linolenik asit (C18:3n6) ve linolenik asiti (C18:3n3) az miktarda içerdiklerini bulmuşlardır.

Tüm gruplarda oransal olarak en yüksek düzeyde bulunan PUFA'lar eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur (Ek-1). Uskumru köftelerinin tüm grubunda EPA oranı % 12.35-% 17.59 arasında, DHA oranı ise % 11.33-19.34 arasında değişim göstermiştir. EPA için 0. gün, 2., 3., 5. ve 6. ay hariç, DHA için ise 0. gün, 6. ve 8.ay hariç depolama boyunca gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur($p<0.05$). Özoğul ve ark. (2009), biberiye ekstraktıyla muamele ettikleri çipura filetolarının EPA oranını % 5.73, DHA oranını ise % 13.81 olarak bulmuşlardır. Bulunan EPA oranının mevcut çalışmamızdaki değerlerden düşük, ancak DHA oranının bulgularımızla paralellik gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.3. Dondurarak Depolanan Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) Değişimleri

Depolama sonunda tüm grupların doymuş yağ asitlerinde ve tekli doymamış yağ asitlerinde artış görülmüşken, çoklu doymamış yağ asitlerinde düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.1.; 4.2.; 4.3). Çeşitli araştırmacılar doymamış yağ asitlerindeki bu düşüşü, lipoliz reaksiyonları sonucu serbest hale gelen yağ asitlerinden özellikle doymamış yağ asitlerinin, oto-oksidasyon reaksiyonlarıyla önce peroksitlere ve sonra aldehit, keton, alkol ve esterlere parçalanmasına bağlamışlardır (Stahnke, 1995; Toldra, 1998; Estevez ve ark., 2006). Çalışmamızda depolama sonunda en yüksek PUFA değeri kekik grubunda saptanmıştır. Bu durum kekik ekstraktının antioksidan aktivitesi sonucu doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonlarında parçalanmasını geciktirmesine bağlanabilir. Soyer (1995), antioksidan katılımının balıkların depolanması sırasında çoklu doymamış yağ asitlerindeki, oksidasyona bağlı olarak meydana gelen kaybı önlediğini tespit etmiştir.

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).

Bu araştırmada da yağ asidi miktarı ve çeşidinde belirlenen farklılıkların, uskumruların besin türüne ve yoğunluğuna, balığın boyutuna, yaşına avlanan bölgeye, üreme dönemine, mevsime ve muhafaza koşullarına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca köfte yapımında kullanılan bitki ekstraktlarının ve kullanılan konsantrasyonunun çoklu doymamış yağ asitlerindeki oksidasyona bağlı olarak meydana gelen kaybı önlemede etkili olduğu tespit edilmiştir. Dondurarak depolamada özellikle biberiye ve kekik ekstraktının PUFA'larda daha etkili olduğu saptanmıştır.

Yağların bozulmaları üzerine birinci derecede etkili olan oksidatif tepkimeleri önleyen, ya da indüksiyon periyotlarını arttıran antioksidantlar, yağların yapılarını korumak açısından önemlidir. Sağlıklı gelişim ve yaşam için bu denli önemli rolü olan çoklu doymamış yağ asitlerinin korunmasına yönelik çalışmalarda yapılmaktadır. Bu yönde yapılan araştırmalar sonucunda balıkların gerek yetiştirilme aşamasında ve gerekse tüketime hazırlanma aşamasında uygulanan antioksidanların olumlu etkileri tespit edilmiştir. Böylece çoklu doymamış yağ asitlerinin yapıları korunarak, insanlar için, sağlıklı bir nitelikte kalmaları sağlanmaktadır (Sant'Ana ve Mancini, 2000).

4.1.3. Duyusal Değerlendirme

4.1.3.1. Dondurularak (-18°C) Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi

Dondurularak (-18°C) depolanan, kontrol, kekik (% 0.05), biberiye (% 0.05) ve fesleğen (% 0.05) bitki ekstraktı ile muamele edilmiş çiğ uskumru köftelerinin depolanması süresince görünüm, renk, koku ve genel beğeni gibi duyusal kalitelerindeki değişimleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Depolama süresi sonunda kontrol ve % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli çiğ uskumru köftelerinin duyusal skorlarında azalma kaydedilmiştir ($p<0.05$), (Çizelge 4.2, Şekil 4.4).

Çizelge 4.2. Dondurularak Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlerinin Depolama Süresince Değişimi

Duyusal Kriterler	Depolama Süresi (Ay)	Gruplar			
		Kontrol % 0.05	Kekik % 0.05	Biberiye % 0.05	Fesleğen % 0.05
Görünüm	0	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	1	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	2	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	3	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	4	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	5	4.9±0.25 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	4.9±0.25 ^{ax}
	6	4.4±0.48 ^{bxy}	4.9±0.25 ^{ax}	4.9±0.25 ^{ax}	4.3±0.29 ^{by}
	7	4.0±0.00 ^{cx}	4.3±0.29 ^{bx}	4.4±0.25 ^{bx}	4.1±0.25 ^{bx}
	8	3.1±0.25 ^{dy}	4.0±0.00 ^{cx}	4.1±0.25 ^{bx}	3.3±0.29 ^{cy}
	9	2.6±0.25 ^{ey}	3.4±0.25 ^{dx}	3.6±0.48 ^{cx}	2.5±0.00 ^{dy}
	10	2.4±0.25 ^{ey}	3.1±0.25 ^{ex}	3.0±0.00 ^{dx}	2.3±0.29 ^{dy}
Renk	0	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	1	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	2	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	3	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	4	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	5	4.6±0.48 ^{bx}	4.8±0.50 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	4.6±0.48 ^{ax}
	6	4.1±0.25 ^{cx}	4.4±0.48 ^{ax}	4.5±0.58 ^{ax}	4.3±0.29 ^{bx}
	7	3.9±0.25 ^{cx}	4.1±0.25 ^{bx}	4.3±0.29 ^{bx}	4.1±0.25 ^{bx}
	8	3.1±0.25 ^{dy}	4.0±0.00 ^{bx}	4.1±0.25 ^{bx}	3.1±0.25 ^{cy}
	9	2.5±0.00 ^{ey}	3.4±0.25 ^{cx}	3.5±0.41 ^{cx}	2.3±0.29 ^{dy}
	10	2.3±0.29 ^{ey}	3.0±0.25 ^{dx}	3.1±0.25 ^{dx}	2.1±0.25 ^{dy}
Koku	0	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	1	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	2	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	3	4.9±0.25 ^{abx}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	4.9±0.25 ^{abx}
	4	4.6±0.48 ^{abx}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	4.8±0.50 ^{abx}
	5	4.5±0.58 ^{bcx}	4.8±0.50 ^{abx}	4.8±0.50 ^{ax}	4.5±0.58 ^{bcx}
	6	4.1±0.25 ^{cdy}	4.5±0.58 ^{bcx}	4.9±0.25 ^{ax}	4.3±0.30 ^{cdy}
	7	4.0±0.00 ^{dy}	4.3±0.25 ^{cy}	4.8±0.29 ^{ax}	4.0±0.00 ^{dy}
	8	3.3±0.29 ^{ey}	4.1±0.25 ^{cx}	4.3±0.29 ^{bx}	3.3±0.29 ^{ey}
	9	2.1±0.25 ^{fy}	3.3±0.29 ^{dx}	3.5±0.58 ^{cx}	2.3±0.29 ^{fy}
	10	2.0±0.41 ^{fy}	3.0±0.00 ^{dx}	3.0±0.00 ^{dx}	2.0±0.00 ^{fy}
Genel Beğeni	0	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	1	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	2	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	3	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}
	4	4.9±0.25 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	5.0±0.00 ^{ax}	4.9±0.25 ^{abx}
	5	4.8±0.29 ^{ax}	4.9±0.25 ^{ax}	4.9±0.25 ^{ax}	4.63±0.48 ^{bcx}
	6	4.3±0.29 ^{bz}	4.8±0.29 ^{axy}	4.9±0.07 ^{ax}	4.4±0.25 ^{cdyz}
	7	4.0±0.00 ^{by}	4.1±0.25 ^{by}	4.5±0.00 ^{bx}	4.1±0.25 ^{dy}
	8	3.3±0.29 ^{cy}	4.0±0.00 ^{bx}	4.3±0.29 ^{bx}	3.3±0.29 ^{ey}
	9	2.6±0.25 ^{dy}	3.4±0.25 ^{cx}	3.5±0.41 ^{cx}	2.3±0.29 ^{fy}
	10	2.3±0.29 ^{ey}	3.0±0.00 ^{dx}	3.0±0.00 ^{dx}	2.0±0.00 ^{fy}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-f) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (x,y,z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

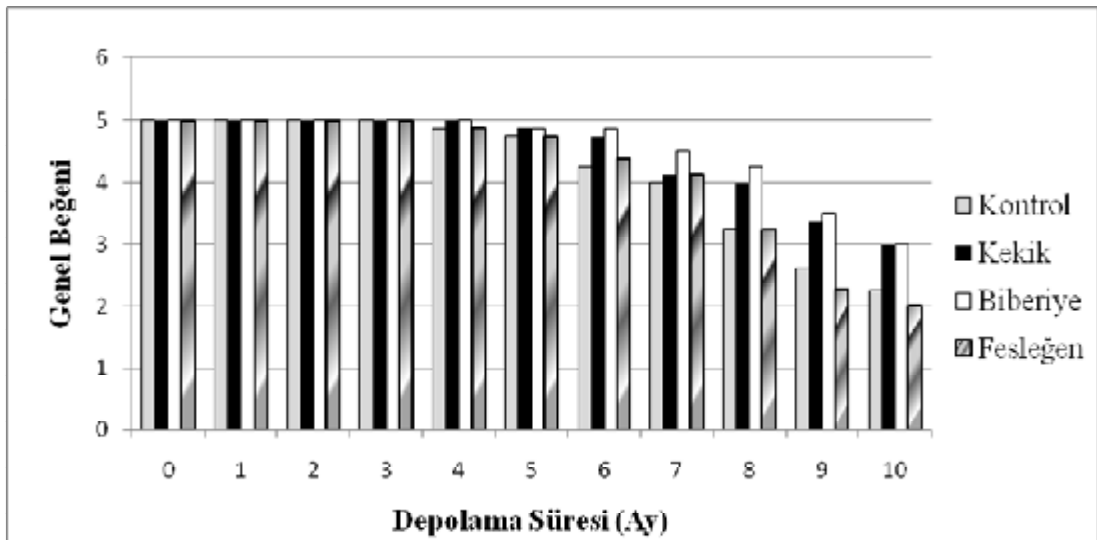
Uskumru köftelerinin depolama başlangıcındaki görünüm parametresi panelistlerin değerlendirmelerine göre çok beğenilmiş, depolama sonuna doğru bu değerler azalış göstermiştir ($p<0.05$), (Çizelge 4.2). Depolama başlangıcında tüm gruplar için 5 olan görünüm parametresi depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla 2.4, 3.1, 3.0 ve 2.3'e düşmüştür. Depolamanın özellikle 8., 9. ve 10. ayında tüm gruplar arasındaki fark görünüm açısından önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen gruplarının görünüm parametrelerinin depolamanın 9. ayında sırasıyla 2.6 ve 2.5'e düşerek kabul edilebilir limitinin (3) altında kaldığı ve iki grup arasında görünüm açısından bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kekik ve biberiye gruplarının depolama boyunca görünüm açısından benzer özellik gösterdiği ($p>0.05$), depolamanın sonunda (10. ay'da) ise sırasıyla 3.1 ve 3.0 değerlerine düşerek hala kabul edilebilir özelliklerini korudukları belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Uskumru köftelerinde depolama başlangıcında 5 olan renk parametresi tüm gruplarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede azalış göstermiştir ($p<0.05$). Depolama başlangıcında tüm gruplar için 5 olan renk parametresi depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla 2.3, 3.0, 3.1, ve 2.1'e düşmüştür (Çizelge 4.2). Uskumru köftelerinde depolamanın 8. ayına kadar gruplar arasında renk değişimi gözlenmezken ($p>0.05$), 8., 9. ve 10. ayda gruplar arasında gözlenen renk değişimi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen grubu depolama boyunca renk bakımından benzerlik göstermiş ($p>0.05$) olup, depolamanın 9. ayında "beğenmedim" tanımına uygun olarak sırasıyla 2.5 ve 2.3 puan almış ve panelistler tarafından ret edilmiştir. Kekik ve biberiye grubu ise depolama boyunca renk bakımından benzer özellik göstermiş olup ($p>0.05$) kontrol ve fesleğen grubu ile aralarındaki renk farkının 8., 9. ve 10. ayda önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 10. ayında kekik (3.0) ve biberiye (3.1) grubunun renk için kabul edilebilir limiti aşmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Duyusal analiz sonuçlarında koku parametresi incelendiğinde depolama başlangıcında tüm gruplar 5 puan almış ve "çok beğendim" olarak değerlendirilmişlerdir (Çizelge 4.2). Koku parametresindeki değerlendirme puanlarının depolama süresince tüm gruplarda giderek düştüğü görülmüştür

($p<0.05$). Uskumru köftelerinde depolamanın 6. ayından itibaren gruplar arasında koku parametresi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen grubu depolama boyunca koku bakımından benzerlik göstermiş ($p>0.05$) olup, 9. ayda sırasıyla 2.1 ve 2.3'e düşmüş ve panelistler tarafından ret edilme aşamasına gelmiştir. Kekik ve biberiye grubu ise depolama sonunda koku bakımından benzer ($p>0.05$) özellik gösterip 3'e düşmüş ve kontrol ve fesleğen grubuna göre daha iyi sonuç vermiştir($p<0.05$).

Dondurularak depolanan çiğ uskumru köftelerinin depolama boyunca genel beğeni değerlerinin değişimi Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Dondurularak Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Depolama Boyunca Genel Beğeni Değerlerinin Değişimi

Uskumru köftelerinde depolama başlangıcında 5 olan genel beğeni parametresi tüm gruplarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede azalış göstermiştir ($p<0.05$). Depolama başlangıcında tüm gruplar için 5 olan genel beğeni değeri depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla 2.3, 3.0, 3.0, ve 2.0'a düşmüştür (Çizelge 4.2, Şekil 4.4). Uskumru köftelerinde depolamanın 6. ayından itibaren gruplar arasındaki genel beğeni puanları farkı önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen grubunun genel beğeni olarak depolama boyunca benzer özellik gösterdiği ($p>0.05$), 8. aya kadar tüketilebilirliğini koruduğu ve 8. aydan sonra uskumru köftelerinde istenmeyen renk,

koku ve görünümün oluşmaya başladığı panelistler tarafından tespit edilmiştir. Araştırmada, elde edilen kimyasal analiz sonuçlarının duyuşal değeriendirme sonuçlarını desteklediğı belirlenmiştir. Kimyasal analizlerden PV ve TBA sonuçlarının depolamanın 9.ayında kontrol grubunda sırasıyla 10.51 meqO₂ /kg ve 5.81 mg MA/kg ve fesleğen grubunda sırasıyla 11.45 meqO₂ /kg ve 5.43 mg MA/kg değeriilere ulaşarak duyuşal verilere paralellik gösterdiği bulunmuştur (Bölüm 4.1.4.2 ve 4.1.4.3).

Duyuşal değeriendirme sonunda panelistler uskumru köftelerinde kullanılan özellikle kekik ve biberiye ekstraktlarının uskumru köftelerinin duyuşal kalitesi üzerine antioksidan etkisinin olduğunu, ancak % 0.05 olarak kullanılan fesleğen konsantrasyonun köftelere güçlü bir aroma verdiği ve bu nedenle uygun olan konsantrasyonun bu ekstrakt için % 0.05'in altında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca depolamanın son aylarına doğru duyuşal değeriendirmede en önemli parametreler renk ve koku olmuştur. Araştırmada duyuşal değeriendirme sonuçlarına göre kontrol ve fesleğen gruplarının raf ömürleri 8 ay, kekik ve biberiye gruplarının raf ömrü ise 10 ay olarak belirlenmiştir. Kekik ve biberiye ekstraktının duyuşal değeriendirme açısından daha etkili olduğu ve raf ömrünü kontrol ve fesleğen grubuna göre 2 ay uzattığı tespit edilmiştir.

Bilen (2009), dondurulmuş kolyoz kontrol grubu örneklerin 11 aylık depolama süresince 5 ay tüketilebilir kaliteyi koruduğı ve bundan sonra bozulduğunu tespit etmiştir. Kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı ve limon esansiyel yağları ile muamele edilmiş kolyozların 6 ay, defne, üzüm çekirdeğı ve keten tohumu yağı uygulanmış örneklerin de 7 ay tüketilebilir kaliteyi koruduğunu belirtmiştir. Lugasi ve ark. (2007), -20°C' de depolanan istavritlerin duyuşal kalite parametrelerine biberiye ekstraktına daldırmanın olumlu sonuçlar verdiğini ve uygulamalı örneklerin koku bakımından 9. ayda, doku bakımından 12. ayda bozulmuş kalitede olduğunu kontrol örneklerinin ise koku parametresine göre 7. ayda doku parametresine göre 9.ayda bozulmuş kalitede olduğunu belirtmişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda sentetik antioksidanların istavritte duyuşal ve kimyasal stabiliteye etkisinin incelendiğı çalışmada kontrol gruplarının depolamanın 90. gününde kalitesinin önemli ölçüde düştüğü ve antioksidan uygulanan grupların ise

kontrole göre oldukça iyi kalitede olduğunu Salas ve ark. (2006) belirtmişlerdir. Santos ve Regenstein, (1990), antioksidan muamelesini, vakum ambalajlamanın ve her iki uygulamanın bir arada kullanılmasının, dondurulmuş uskumrunun duyusal özelliklerini iyileştirdiğini bildirmektedir.

4.1.3.2. Pişmiş Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi

Dondurularak (-18°C) depolanan, kontrol, kekik (% 0.05), biberiye (% 0.05) ve fesleğen (% 0.05) bitki ekstraktı ile muamele edilmiş çiğ uskumru köfteleri 10 ay boyunca depolanması süresince kızartılarak duyusal olarak değerlendirilmesi için panelistlere sunulmuştur. Pişmiş uskumru köftelerinin duyusal kalitelerindeki değişimleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Dondurularak Depolanan Uskumru Köftelerinin Pişmiş Olarak Duyusal Kalite Değişimleri

Depolama Süresi (Ay)	Gruplar	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	Genel Beğeni
0	Kontrol	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Kekik	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Biberiye	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Fesleğen	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
1	Kontrol	9,00±0,00 ^{ax}	8,83±0,41 ^{ax}	8,58±0,49 ^{aby}	9,00±0,00 ^{ax}	8,83±0,41 ^{ax}
	Kekik	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Biberiye	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Fesleğen	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
2	Kontrol	9,00±0,00 ^{ax}	8,83±0,41 ^{ax}	8,42±0,49 ^{abx}	9,00±0,00 ^{ax}	8,67±0,49 ^{ax}
	Kekik	9,00±0,00 ^{ax}	8,83±0,41 ^{abx}	8,83±0,41 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Biberiye	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	8,92±0,20 ^{abx}	9,00±0,00 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}
	Fesleğen	8,92±0,20 ^{ax}	8,58±0,49 ^{abx}	8,75±0,42 ^{ax}	9,00±0,00 ^{ax}	8,83±0,41 ^{abx}
3	Kontrol	8,83±0,41 ^{ax}	8,50±0,55 ^{ax}	8,33±0,52 ^{bx}	8,67±0,52 ^{abx}	8,63±0,52 ^{ax}
	Kekik	8,75±0,27 ^{ax}	8,75±0,42 ^{abx}	8,83±0,26 ^{ax}	8,92±0,20 ^{ax}	8,83±0,41 ^{abx}
	Biberiye	8,92±0,20 ^{ax}	8,75±0,27 ^{abx}	8,83±0,26 ^{abx}	8,83±0,26 ^{ax}	8,92±0,20 ^{abx}
	Fesleğen	8,75±0,42 ^{abx}	8,50±0,55 ^{abx}	8,50±0,45 ^{ax}	8,67±0,52 ^{ax}	8,67±0,52 ^{abx}
4	Kontrol	8,75±0,42 ^{ax}	8,42±0,49 ^{ax}	8,17±0,26 ^{bx}	8,58±0,49 ^{abx}	8,08±0,20 ^{bx}
	Kekik	8,58±0,38 ^{ax}	8,50±0,55 ^{abx}	8,33±0,26 ^{bx}	8,67±0,52 ^{ax}	8,50±0,55 ^{bcx}
	Biberiye	8,67±0,52 ^{ax}	8,50±0,55 ^{bcx}	8,50±0,55 ^{bcx}	8,67±0,52 ^{ax}	8,58±0,49 ^{bcx}
	Fesleğen	8,50±0,55 ^{bcx}	8,33±0,26 ^{bcx}	8,00±0,55 ^{bx}	8,17±0,61 ^{bx}	8,42±0,49 ^{bx}
5	Kontrol	8,25±0,27 ^{bx}	7,75±0,61 ^{bx}	7,50±0,55 ^{cy}	8,17±0,26 ^{by}	7,92±0,20 ^{bz}
	Kekik	8,50±0,45 ^{ax}	8,33±0,26 ^{cx}	8,25±0,27 ^{bx}	8,58±0,49 ^{ax}	8,42±0,20 ^{cx}
	Biberiye	8,58±0,38 ^{ax}	8,25±0,27 ^{cdx}	8,33±0,26 ^{cx}	8,58±0,20 ^{ax}	8,33±0,26 ^{cdx}
	Fesleğen	8,33±0,42 ^{cx}	8,00±0,55 ^{cdx}	7,92±0,49 ^{bxy}	7,83±0,26 ^{by}	7,92±0,20 ^{cy}
6	Kontrol	7,67±0,52 ^{bcx}	7,50±0,55 ^{bx}	7,17±0,41 ^{cdy}	7,50±0,55 ^{cy}	7,33±0,52 ^{cy}
	Kekik	7,75±0,61 ^{bx}	7,58±0,45 ^{cx}	7,67±0,52 ^{cxy}	7,75±0,42 ^{bx}	7,83±0,41 ^{dx}
	Biberiye	7,75±0,42 ^{bx}	8,00±0,00 ^{dex}	7,83±0,26 ^{dx}	8,08±0,20 ^{bx}	8,00±0,00 ^{dex}
	Fesleğen	7,50±0,55 ^{dx}	7,50±0,55 ^{dx}	7,33±0,52 ^{cxy}	7,00±0,00 ^{cz}	7,17±0,26 ^{dy}
7	Kontrol	7,58±0,58 ^{bcx}	7,33±0,52 ^{bxy}	6,83±0,41 ^{dey}	7,33±0,52 ^{cxy}	7,33±0,52 ^{cxy}
	Kekik	7,50±0,55 ^{bx}	7,50±0,49 ^{cx}	7,50±0,55 ^{cx}	7,58±0,66 ^{bx}	7,50±0,55 ^{dx}
	Biberiye	7,67±0,52 ^{bx}	7,83±0,41 ^{ex}	7,67±0,52 ^{dx}	7,83±0,41 ^{bx}	7,67±0,52 ^{efx}
	Fesleğen	7,42±0,49 ^{dex}	6,83±0,52 ^{ey}	7,33±0,52 ^{cxy}	6,75±0,42 ^{cy}	6,83±0,41 ^{dey}
8	Kontrol	7,33±0,52 ^{cx}	6,50±0,55 ^{cy}	6,33±0,52 ^{ey}	6,67±0,52 ^{dy}	6,50±0,55 ^{cy}
	Kekik	7,33±0,52 ^{bx}	7,00±0,00 ^{dy}	6,50±0,55 ^{dy}	7,08±0,20 ^{cxy}	7,00±0,00 ^{exy}
	Biberiye	7,50±0,55 ^{bx}	7,67±0,52 ^{ex}	7,50±0,55 ^{dx}	7,33±0,52 ^{cx}	7,50±0,55 ^{fx}
	Fesleğen	7,33±0,41 ^{dex}	6,67±0,52 ^{ey}	6,17±0,26 ^{dy}	6,67±0,52 ^{cy}	6,67±0,52 ^{ey}
9	Kontrol	6,75±0,42 ^{dx}	5,92±0,49 ^{dxy}	5,67±0,52 ^{fy}	6,50±0,55 ^{dx}	6,00±0,00 ^{cy}
	Kekik	6,83±0,41 ^{ax}	6,25±0,42 ^{ey}	6,33±0,52 ^{dex}	6,50±0,55 ^{dx}	6,17±0,41 ^{fy}
	Biberiye	7,00±0,00 ^{cx}	7,00±0,00 ^{fx}	6,50±0,55 ^{ex}	6,67±0,52 ^{dx}	7,00±0,00 ^{gx}
	Fesleğen	7,00±0,00 ^{ex}	5,67±0,52 ^{fz}	5,50±0,45 ^{ey}	6,50±0,55 ^{cx}	6,00±0,00 ^{fy}
10	Kontrol	6,33±0,52 ^{dx}	4,92±0,20 ^{ey}	5,00±0,32 ^{gy}	6,25±0,42 ^{dx}	5,42±0,49 ^{dy}
	Kekik	6,50±0,55 ^{ax}	5,83±0,41 ^{fx}	6,00±0,00 ^{ex}	6,33±0,52 ^{dx}	6,00±0,00 ^{fx}
	Biberiye	6,50±0,55 ^{dx}	6,00±0,00 ^{gx}	6,25±0,27 ^{ex}	6,50±0,55 ^{dx}	6,33±0,41 ^{hx}
	Fesleğen	6,33±0,52 ^{fx}	4,50±0,55 ^{gy}	4,33±0,41 ^{fz}	6,33±0,52 ^{cx}	5,00±0,55 ^{gy}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-h) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı sütunda farklı harflerle (x,y,z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

Pişmiş uskumru köftelerinin depolama başlangıcındaki renk parametresi panelistlerin değerlendirmelerine göre 9 puan alarak “çok iyi” bulunmuş ve depolama sonuna doğru bu değerler azalış göstermiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.3). Depolama sonunda ise kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının renk değerleri sırası ile 6.33, 6.50, 6.50 ve 6.33 puan alarak “biraz iyi” olarak değerlendirilmiştir. Uskumru köftelerinin 10 ay depolanma süresince renk bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediği gözlenmiştir ($p>0.05$).

Pişmiş uskumru köfterinde koku ve lezzet puanları depolama süresince düşüş göstermiştir ($p<0.05$). Balık köftelerine ilave edilen kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktları balık köftelerine lezzet veren hoş bir tat ve aroma kazandırmıştır. Ancak koku ve lezzet bakımından kekik ve biberiye grubu fesleğen grubuna kıyasla panelistler tarafından en çok tercih edilen gruplar olmuştur. Thongtan ve ark. (2005) sığır köftelerinde biberiye ekstraktı içeren örneklerin duyuşsal değerlendirilmesinde, kontrol örneğine göre daha yüksek tat–aroma puanlarının elde edildiğini belirtmişlerdir.

Araştırmamızda koku parametresi bakımından depolamanın 7. ayından itibaren, lezzet açısından ise depolamanın 5. ayından depolama sonuna kadar gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Uskumru köftelerinde % 0.05 konsantrasyonuna sahip fesleğen ekstraktının aynı konsantrasyona sahip kekik ve biberiye ekstraktına kıyasla köftelere daha yoğun bir koku ve tat verdiği ve depolama sonunda ise istenmeyen acımsı bir tada sahip olduğu belirlenmiştir. Fesleğen grubu 10. ayda koku ve lezzet bakımından sırasıyla 4.92 ve 4.50 puan alarak kabul edilebilir limitin altında kaldığı belirlenmiştir. Tat ve aroma puanlarındaki bu düşüş depolama sırasında lipid oksidasyonu sonucu açığa çıkan ve ürünlerin lezzetini olumsuz yönde etkileyen aldehit ve keton gibi bileşiklerden kaynaklandığı çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Khayat ve Schwall, 1983; Wu ve Brewer, 1994; Montel ve ark., 1998; Flores ve ark., 2004).

Uskumru köftelerinin tüm gruplarda depolama başlangıcında 9 olan genel kabul edilebilirlik değerinin depolama sonunda (10. ayda) kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla 5.42, 6.00, 6.33 ve 5.00 olduğu tespit edilmiştir. Kekik ve biberiye gruplarının “biraz iyi” kalitesini koruduğu, kontrol ve fesleğen

gruplarının ise genel kabul edilebilirlik sınırına (5) daha yakın olduğu ve tüm grupların “tüketilebilir” özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından depolamanın 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. ayında, doku yapısı bakımından ise depolamanın 5., 6., 7. ve 8. ayında tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.3). Depolamanın 9. ve 10. ayında kontrol ve fesleğen gruplarının koku ve lezzet özellikleri panelistler tarafından düşük olarak puanlanmasına karşın grupların doku yapısı ve renginde çok fazla bir değişim görülmediğinden panelistlerce yüksek puan alması duyuşal değerdendirme ortalamasını yükseltmiştir.

Araştırmamızda panelistler tarafından kııartılmış olarak değerdendirilen kekik ve biberiye grubunun raf ömrünün 10 ay boyunca tüketilebilir özelliğini koruduğu gözlenmiştir. Çiğ olarak duyuşal değerdendirmesi yapılan kontrol ve fesleğen grubunun tüketilebilirliğini 8. aya kadar korumasına rağmen pişmiş olarak 10. aya kadar tüketilebilir özelliğini koruduğu gözlenmiştir. Bu durum pişirme işleminin balık etinde bazı uçucu kötü bileşiklerin uzaklaştığını göstermektedir. Chytiri ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada çiğ alabalık etinin depolamanın 14. gününde ret edildiğini, pişmiş alabalıkların ise depolamanın 19. gününde ret edildiğini bildirmişlerdir.

Duman ve Özpolat (2012), yaptıkları çalışmada, karabalık etinden elde ettikleri İnegöl usulü balık köfte örneklerinin duyuşal özelliklerini -18 ± 2 °C’de 6 aylık muhafaza süresince renk, koku, lezzet ve genel beğeni bakımından değerdendirmişlerdir. Duyusal analiz sonuçlarına göre İnegöl usulü balık köftelerinin 5. aya kadar tüketilebilme niteliğini koruduğu ve 5. aydan sonra tüketilmesinin uygun olmayacağını tespit etmişlerdir. Ersoy ve Yılmaz (2003), karabalık (*Clarias gariepinus*) etinden hazırlanan köfteleri vakumlu ve vakumsuz olarak 6 ay boyunca -18 °C’de depolamışlardır. Duyusal testler sonucunda hem vakumlu hem vakumsuz ambalajlanmış köftelerin 6 ay boyunca “iyi” kalite özelliklerini korudukları ve “tüketilebilirlik” sınırları dışına çıkmadıklarını tespit etmişlerdir. Özpolat ve Çoban (2012), karabalık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve sarıbalık (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843)’tan elde edilen köftelerin -12 ± 2 C°’de 4 ay tüketim özelliğini koruduğunubelirtmişlerdir. Farklı iki balık türünden aynı formülasyonla oluşturulan

ve depolanan köfte grupları arasında muhafaza süresine bağlı olarak bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir ($p>0.05$).

Çaklı ve ark. (2005), farklı balık türlerinden(sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), mezgit (*Merlangius merlangus*, Linnaeus, 1758),sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758)) elde ettikleri balık köftelerinin mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçlarına göre kabul edilebilir limitlerini aşmadan dondurulmuş olarak -18°C 'de 8 ay boyunca depolanabileceğini ancak, duyusal analiz sonuçlarına göre depolama sonunda sardalyadan üretilen köftelerin acılaşmasından dolayı tüketilemeyeceğini belirtmişlerdir. Tokur ve ark (2006), çalışmalarında yıkanmış ve yıkanmamış aynalı sazandan (*Cyprinus carpio* L.,1758)balığı kıymalarından elde edilen balık köftelerinin -18°C 'de 5 ay duyusal parametreleri bozulmadan depolanabileceğini tespit etmişlerdir.

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 duyusal sonuçlara sahip olduğunu, kızartılarak pişirilen burgerlerin genel kabul edilebilirliğinin fırında ve ızgarada pişirilen burgerlerin genel kabul edilebilirliğinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tüm grupların depolamanın sonuna kadar kabul edilebilir özelliğini koruduğunu tespit etmişlerdir. Peksezer (2012), araştırmasında balık köftelerine farklı şekilde ön pişirme ve paketlenme (A grubu (fırınlanmış ve vakumsuz paketlenmiş), B grubu (fırınlanmış ve vakumlu paketlenmiş), C grubu (sıvı yağda kızartılmış ve vakumsuz paketlenmiş) ve D grubu (sıvı yağda kızartılmış ve vakumlu paketlenmiş)) uygulanmıştır. Gümüş balığı (*Alburnus mossulensis*) etinden elde edilen balık köfte örneklerinin -18°C 'de muhafaza sonunda kimyasal ve duyusal analiz sonuçlarına göre 6. aya kadar tüketilebilir niteliğini koruduğunu tespit etmiştir.

Balık köftelerinde, çeşitli katkı maddelerinin kullanımına yönelik çalışmalarda bulunmaktadır. Kaba ve ark (2012), dumanlanmış zargana (*Belone belone euxini* Günther, 1866) balığından yapay renklendirici (SunsetYellow FCF) ilaveli ve ilavesiz olmak üzere köfte elde etmişlerdir. -18°C 'de depolanan dumanlanmış zargana balığından elde edilen köftelerin 6 ay boyunca tüketilebilirlik

özelliğini koruduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca panelistler dumanın, zargana balığı köftelerine hoş bir koku ve aroma kazandırdığını belirtmişlerdir. Ürüne farklı ve cezbedici bir renk kazandırmak amacıyla katılan yapay renklendiricinin (SunsetYellow FCF) köftelerde bariz bir renk farklılığı yaratmadığını gözlemlemişlerdir. Ozogul ve Uçar (2013), çalışmalarında, farklı iki konsantrasyonlarda (%0,3 ve %0,6) kolyoz (*Scomber japonicus*) burgerlerine ilave edilen kekik, defne, adaçayı ve yeşilçay ekstraktlarının -18°C'de 9 ay depolanması süresince burgerlerin duyu kalitesini inceledikleri çalışmada kontrol grubunun 7. ayda, kekik (%0,3 ve %0,6) ve yeşil çay (%0,3 ve %0,6) ekstraktı ilaveli grupların 9. ayda, adaçayı (%0,3 ve %0,6) ve defne (%0,3 ve %0,6) gruplarının ise 8. ayda ret edildiklerini ve tüketilemez özellikte olduklarını belirtmişlerdir. Bilen (2009), dondurulmuş kolyoz kontrol grubu örneklerin -20°C'de 11 aylık depolama süresince 5 ay tüketilebilir kaliteyi koruduğu ve bundan sonra bozulduğunu tespit etmiştir. Kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı ve limon esansiyel yağları ile muamele edilmiş kolyozların ise 6 ay, defne, üzüm çekirdeği ve keten tohumu yağı uygulanmış örneklerin de 7 ay tüketilebilir kaliteyi koruduğunu belirtmiştir.

Bu sonuçlar, araştırma sonuçlarımızla karşılaştırıldığında, araştırma sonucumuzun bazı çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği, bazı çalışma sonuçlarına göre ise daha yüksek (10 ay) raf ömrüne sahip olduğu görülmektedir. Raf ömrü üzerine; kullanılan balık türü ve ham maddenin yüksek kalitede olması, köfte yapım aşamasında olası kontaminasyonlar, kullanılan baharatların mikrobiyolojik yükü, yapılan ön pişirme işlemleri, farklı paketlenme uygulamaları, kullanılan katkı maddeleri ve ekstraktlar gibi nedenlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak çalışmalarda doğal antioksidan ilavesinin su ürünlerine uygulanması ile duyu olarak raf ömrünün uzun olması bakımından benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.1.4. Kimyasal Analizler

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

Dondurularak depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama başlangıcından 10. ay sonuna kadar değişim gösteren TVB-N değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Dondurarak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerleri

Depolama Süresi (Ay)	TVB-N (mg /100g)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	11.15±0.04 ^{dx}	11.15±0.04 ^{dx}	11.15±0.04 ^{dx}	11.15±0.04 ^{hx}
1	15.29±0.03 ^{cx}	13.59±0.35 ^{cy}	12.92±0.35 ^{cz}	12.57±0.02 ^{gz}
2	18.59±0.81 ^{ax}	17.89±0.37 ^{ax}	15.78±0.01 ^{by}	17.67±0.79 ^{bcx}
3	17.30±0.35 ^{bx}	15.94±0.36 ^{cy}	16.97±0.02 ^{cdy}	16.98±0.01 ^{cdx}
4	15.34±0.04 ^{cx}	15.35±0.03 ^{bx}	15.31±0.10 ^{bx}	15.16±0.44 ^{fx}
5	16.71±0.64 ^{bx}	15.56±0.42 ^{by}	15.35±0.02 ^{by}	15.79±0.80 ^{efxy}
6	17.19±0.83 ^{bx}	15.34±0.01 ^{byz}	14.87±0.82 ^{bz}	16.25±0.78 ^{dexy}
7	18.70±0.03 ^{ax}	18.17±0.68 ^{ax}	14.89±0.44 ^{by}	18.52±0.34 ^{abx}
8	18.88±0.40 ^{ax}	18.11±0.08 ^{axy}	17.69±0.83 ^{ay}	18.83±0.72 ^{axy}
9	19.27±0.83 ^{ax}	16.04±0.74 ^{by}	15.33±0.01 ^{by}	18.81±0.67 ^{ax}
10	19.43±0.03 ^{ax}	18.22±0.42 ^{ay}	18.13±0.04 ^{ay}	18.62±0.82 ^{abxy}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-h) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05).

Aynı satırda farklı harflerle (X,Y,Z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Balık etinde toplam uçucu bazik azot (TVB-N) başlıca trimetilamin, dimetilamin, amonyak ve diğer uçucu bazik azotlu bileşiklerden oluşmaktadır (Sallam ve ark., 2007; Pezeshk ve ark., 2011). TVB-N yaygın olarak kullanılan balık kalite indekslerinden birisidir. TVB-N değerindeki artış bozucu bakterilerin aktivitesi ve endojen enzimlerden kaynaklanmaktadır (Ozogul ve ark, 2004; Ruiz-Capillas ve Moral, 2005).

TVB-N değerinin, su ürünlerinde depolama süresine paralel olarak artış gösterdiği (Rehbein ve Oehlenschlaeger, 1982) fakat farklı balık türleriyle yapılan çalışmalarda, TVB-N değerinin balık türüne bağlı olarak da değişebileceği

belirlenmektedir (Kornop, 1976; Ludorf ve Meyer, 1973; Rehbein ve Oeclenschläger, 1982).

Araştırmamızda, dondurularak depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama başlangıcındaki TVB-N değeri 11.15 mg/100g olup depolama sonunda kontrol grubu 19.43 mg/100g, kekik grubu 18.22 mg/100g, biberiye grubu 18.13mg/100g ve fesleğen grubu 18.62 mg/100g'a ulaşmıştır. TVB-N değerleri, kontrol ve bitki ekstraktlı gruplarda depolama süresince dalgalanmalar göstermiştir. Kontrol grubu TVB-N değerleri depolama boyunca bitki ekstraktlı gruplardan daha yüksek değere sahip olmuştur ($p<0.05$). TVB-N değerleri açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. gün ve 4. ay hariç) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Kietzmann ve ark (1969), Ludorf ve Meyer (1973) ve Lang (1983), 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/100g 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). Depolama sırasında balık ve balık ürünlerinin TVB-N değerinde zamana ve sıcaklığa bağlı olarak artış görüldüğü bilinmektedir. TVBN değerindeki bu artış soğuk depolamada daha belirgin iken dondurarak depolama sırasında balıketteindeki bakteri ve enzim faaliyetleri yavaşladığı veya tamamen durdurulduğu için daha yavaş seyreder (Simeonidou ve ark., 1997). Bu çalışmamızda TVB-N değerleri hem kontrol hem de bitki ekstraktlı gruplarda kabul edilebilirlik seviyesinin oldukça altında kalmış ve ürünlerin iyi kalitede olduğu gözlenmiştir.

Ozogul ve Uçar (2013), çalışmamıza benzer şekilde kontrol ve antioksidan ilaveli (% 0.3 ve % 0.6 oranlarında kekik, defne, adaçayı ve yeşilçay) kolyoz (*Scomber japonicus*) balık burgerlerin-18 °C'de 9 ay depolama süresince, genel olarak tüm gruplarda TVB-N miktarında artış ve azalışların olduğunu ve depolama başlangıcındaki TVB-N değerlerinin 18.11-21.37 mg N/100 g 'dan depolama sonunda 20.4-22.8 mg/100g'a ulaşarak tüketilebilir sınır değerini aşmadığını

saptamışlardır. 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 (7.75-9.28 mg/100g) kabul edilebilirlik limitinin oldukça altında olduğunu belirtmişlerdir.

Bilen (2009), dondurulmuş kolyoza(*Scomber japonicus*) bitkisel kaynaklı ekstrakte edilmiş defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon esansiyel yağları ile muamelenin etkisini -20°C'de 11 aylık depolama süresince incelemiştir. Depolama başlangıcında tüm gruplarda 11.06 mg/100g olarak ölçülen TVB-N değerinin depolamanın ilk 5 ayında tüm örneklerde sürekli bir artış gösterdiğini, daha sonra TVB-N değerinin dalgalanmalar gösterdiğini belirtmiştir. Depolama sonunda ise en yüksek TVB-N içeriğinin 20.10 mg/100 g değeri ile adaçayı örneklerinde tespit edildiğini ve depolama boyunca tüm gruplarda tüketilebilir limitin aşılmadığını bildirmiştir. Ersoy ve Yılmaz (2003), vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanarak -18°C'de 6 ay depolanan karabalık köftelerinin başlangıç TVB-N değerlerinin 14 mg/100 g olup depolama sonunda sırasıyla 16.8 mg/100 g ve 18.2mg/100 g'a ulaştığını ve her iki grubun da tüketilebilir sınır değerini aşmadığını saptamışlardır.

Peksezer (2012), araştırmasında farklı şekilde ön pişirme ve paketlenme işlemi uygulanarak gümüş balığı (*Alburnus mossulensis*) etinden hazırlanan balık köfte örneklerinin TVB-N değerlerinin -18°C'de muhafazası sonunda 6. aya kadar tüketilebilir niteliğini koruduğunu tespit etmiştir. Kaba ve ark (2012), dumanlanmış zargana balığından elde edilen köftelerin ve Özpolat ve Çoban (2012), karabalık ve sarıbalıktan elde edilen köftelerinin TVB-N değerlerinin depolama süresi boyunca (sırasıyla -18°C'de 6 ay ve 12±2°C'de 4 ay) arttığını ancak depolama süresi sonunda tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığını belirtmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz bulgular belirtilen çalışmalarla uyum göstermektedir.

Duman ve Özpolat (2012), -18±2 °C'de muhafaza edilen ve karabalık (*Capoeta trutta*) etinden hazırlanan A grubu (balık kıyması, soğan, tuz), B grubu (balık kıyması, soğan, tuz, kurutulmuş un haline getirilmiş ekmek) ve C grubu (balık kıyması, soğan, tuz, kurutulmuş un haline getirilmiş ekmek ve kaşar peyniri rendesi)

olarak 3 farklı inegöl usulü balık köftelerinin TVB-N değerlerinin muhafaza süresince giderek arttığını belirtmişlerdir. TVB-N miktarları A grubu örneklerde 6. ayda 29.81 mg/100g değerleri ile tüketilebilirlik sınır değerinin altında tespit edilmiştir. Depolamanın 6. ayında B grubu örnekler 36.36 mg/100 g ve C grubu örnekler 39.42 mg/100 g değeri ile tüketilebilirlik sınır değerini aştığı belirlenmiştir. Bu bulgu bizim araştırma bulgularımızla uyuşmamaktadır. Bu uyumsuzluğun köfte yapımında kullanılan farklı balık türlerinden (deniz ve tatlı su) ve farklı köfte formülasyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmamızda kontrol ve bitki ekstraktı uskumru köftelerinin TVB-N içeriğinin; hammadde kalitesine, balık türüne, köfte yapımında kullanılan farklı katkı maddelerinin ilavesine, kullanılan ekstraktların miktarına, yapılan ön pişirme, haşlama işlemine, elde edilen ürünün paketlenme şekli ve depolama koşullarına göre değişebileceği düşünülmüştür. Ayrıca çalışmamızdaki TVB-N değerinin düşük olması, köfte yapımından önce balıklara uygulanan ön haşlama işlemi ile balığın mikrobiyal yükünün azalmasından kaynaklanabilir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre: depolamanın 9. ayında kontrol ve fesleğen grubu, 10. ayda ise kekik ve biberiye grubu uskumru köfteleri panelistlerce reddedilmiştir. Buna rağmen tüm grupların TVB-N değerleri çok düşük kalmıştır. Bundan dolayı toplam uçucu bazik azot analizinin uskumru köftelerinin kalitelerinin değerlendirilmesi için uygun bir parametre olmadığı düşünülmektedir.

4.1.4.2. Peroksit Sayısındaki (PV) Değişimler

Dondurularak depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama başlangıcından 10. ay sonuna kadar değişim gösteren PV değerleri Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Dondurarak (-18°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Peroksit Değerlerindeki (meq O₂/kg) Değişimleri

Depolama Süresi (Ay)	PV (meq O ₂ /kg)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	0.28±0.09 ^{gx}	0.28±0.09 ^{gx}	0.28±0.09 ^{hx}	0.28±0.09 ^{ix}
1	0.29±0.17 ^{gx}	0.25±0.04 ^{gx}	0.24±0.05 ^{hx}	0.25±0.02 ^{ix}
2	1.85±0.44 ^{fx}	1.54±0.14 ^{fy}	0.21±0.02 ^{hz}	1.23±0.21 ^{hy}
3	4.12±0.68 ^{dx}	2.29±0.40 ^{ey}	1.29±0.25 ^{gy}	1.85±0.75 ^{ghy}
4	3.10±0.54 ^{ex}	2.53±0.04 ^{exy}	2.01±0.10 ^{fy}	2.29±0.35 ^{gy}
5	4.23±0.86 ^{dx}	3.28±0.81 ^{dx}	3.00±0.08 ^{ex}	4.21±0.33 ^{fx}
6	7.62±0.84 ^{cx}	6.35±0.06 ^{cy}	5.86±0.37 ^{dy}	5.46±0.62 ^{ey}
7	8.10±0.33 ^{cx}	7.44±0.38 ^{bxy}	6.67±0.65 ^{bcy}	7.79±0.53 ^{dx}
8	9.87±0.13 ^{bx}	7.98±0.11 ^{bz}	6.26±0.45 ^{cdt}	8.63±0.36 ^{cy}
9	10.51±0.19 ^{by}	8.07±0.38 ^{bz}	6.90±0.33 ^{bt}	11.45±0.64 ^{bx}
10	12.98±0.46 ^{ax}	11.22±0.82 ^{ay}	8.18±0.31 ^{az}	12.77±0.39 ^{ax}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-i) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (x,y,z,t) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda şekillenen ilk ürünler peroksitlerdir. Bu bakımdan acılaştırmanın başlangıç safhalarında oluşan peroksitlerin saptanması kalite göstergesi olarak kullanılabilir. Dolayısıyla yağlarda oksidasyonun bir göstergesi olan peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit, oksijenin miliekivalent olarak miktarıdır (Yapar ve Erdöl,1999). Peroksitler tatsız kokusuz bileşikler olduğu için tüketiciler tarafından ayırt edilemezler. Ancak bunlar bizim acılaştırmayı algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünlerin ortaya çıkmasına neden olurlar (Porter ve ark, 1992).

Araştırmamızda peroksit değeri depolama başlangıcında uskumru köftelerinde 0.28±0.09 miliekivalent oksijen/kg (meq O₂/kg) olarak ölçülmüştür. Depolama boyunca tüm grupların peroksit değerlerinde artış gözlenmiştir. Kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasında peroksit değerleri depolama süresince önemli derecede (p<0.05) istatistiksel farklılıklar göstermiştir (0.gün, 1 ve 5. aylar hariç). Depolamanın özellikle 8, 9 ve 10. aylarında en düşük (p<0.05) peroksit değerleri biberiye grubundan elde edilmiştir. Bu durum, biberiye ekstraktının balık köftelerini lipid oksidasyonuna karşı daha fazla koruduğunu açıklamaktadır. Genelde depolama süresince bitki ekstraktı uygulanan köftelerin peroksit değerine etkili oldukları

görülmüştür. Depolama sonunda ise kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının peroksit değeri sırasıyla 12.98 ± 0.46 , 11.22 ± 0.82 , 8.18 ± 0.31 ve 12.77 ± 0.39 meq O_2/kg olarak tespit edilmiştir.

Çok taze materyalde peroksit sayısı 3 meq O_2/kg 'dan az iken taze materyalde peroksit sayısı 3-10 meq O_2/kg 'dır. Genelde üründe acılaşıma 10-20 meq O_2/kg peroksit değerinde gözlenir (Bonnell, 1994). Yağlı balık türlerinin raf ömrü lipitlerin oksidasyonuna bağlıdır. Çok iyi bir materyalde 2mmol O_2 /kg yağda (= 4meq O_2/kg) ' dan daha düşük olması gerektiği bildirilen peroksit sayısının, iyi bir materyalde 5mmol O_2/kg yağda (=10meq O_2/kg) dan fazla olmaması gerektiği; tüketilebilirlik sınır değerinin ise 10mmol O_2 /kg (=20meq O_2/kg) olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark.,1993; Özoğul 2006). Çalışmamızda depolama sonuna kadar tüm grupların tüketilebilir sınır değeri olan olan20meq O_2/kg 'ı aşmadığı ancak depolamanın 9. ayında kontrol (10.51meq O_2/kg) ve fesleğen (11.45meq O_2/kg) grubunun, 10. ayda ise kekik (11.22meq O_2/kg) grubunun acılaşıma başlangıcı olduğu bildirilen 10 meq O_2/kg 'ı aştığı belirlenmiştir.

Ozogul ve Uçar (2013), kontrol ve antioksidan ilaveli (% 0.3 ve % 0.6 oranlarında kekik, defne, adaçayı ve yeşilçay) kolyoz (*Scomber japonicus*) balık burgerlerin -18 °C'de 9 ay depolama süresince, genel olarak tüm grupların peroksit değerlerinde dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Başlangıç peroksit değerleri tüm gruplar için 2.7 meq O_2/kg olarak belirlenmiştir. Kontrol ve diğer gruplar arasında peroksit değerlerinin depolama süresince önemli derecede ($p < 0.05$) istatistiksel farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Önemli düzeyde ($p < 0.05$) en yüksek peroksit değerlerin 6., 7. ve 8. aylarda kontrol ve adaçayından (özellikle 8. ayda % 0.6 adaçayı grubunda 22.1 meq O_2/kg) elde edildiği tespit edilmiştir. Depolama boyunca en düşük peroksit değerleri kekik ve yeşil çay gruplarından elde edildiğini belirtmişlerdir. Depolama sonunda %0.6 konsantrasyonunda kekik ve adaçayı peroksit değerlerinin sırasıyla 1.8 meq O_2/kg , 2.7 meq O_2/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Al Bulushi ve ark. (2005) *Argyrosomus heinii* ile hazırladıkları burgerleri -20°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 O_2/kg 'dan 26 meq O_2/kg 'a kadar artmış, depolama sonunda ise 24

meqO₂/kg'a düştüğü tespit edilmiştir. Tokur ve ark. (2004), tilapya burgerlerini -18 °C 'de 8 ay depolayarak peroksit değerlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Depolama başlangıcında peroksit değerinin 0.18 meq O₂/kg olduğunu ancak depolamanın 6. ayında 5.03 meq O₂/kg'a arttığını ve 8. ayda 0.82 meq O₂/kg'a düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Sarkardei ve Howell (2007) kurutulmuş istavritte oksidasyonu önlemede biberiye, kontrol, askorbik, sitrik asit, E vitamini uygulamasının peroksit değerlerinde olumlu sonuçlar verdiğini ancak biberiye uygulamasının önemli derecede etkili olduğunu bildirmektedir. Pazos ve ark. (2005) istavrit ve uskumruları % 0.01 üzüm çekirdeğinden ekstrakte ettiği fenolik solüsyona, üzüm atıklarında yaptığı fenolik solüsyona ve propil galatla daldırılmış, -10°C'de depolamış depolama sırasında uygulamalı grupların tümünde kontrole göre daha düşük peroksit değeri tespit etmişlerdir. Lipit oksidasyonunu geciktirmek amacıyla antioksidan kullanımı ve vakum ambalajlama ile ilgili bir çalışmada gümüş salmonun -18°C deki depoda 12. aydaki peroksit değerinin kontrol grubunda 28 meq O₂/kg yağ, vakumlu kontrol grubunda 11 meq O₂/kg yağ ve BHT/BHA'lı vakumlu grupta ise 5 meq O₂/kg yağ olduğu belirtilmektedir (Yu ve ark., 1973). Ke ve ark.(1977), uskumru filetoları -20°C de ve -30°C de 10 ay depolandıklarında peroksit oluşumunun -20°C de daha hızlı (8. ayda 10 meq O₂/kg yağ), -30°C de ise daha az olduğu (8. ayda 3 meq O₂/kg yağ) olduğu bildirilmektedir.

Bilen (2009), dondurulmuş kolyozda lipit oksidasyonu üzerine bitkisel kaynaklı ekstrakte edilmiş defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon esansiyel yağları ile muamele etkisini -20°C'de 11 aylık depolama süresince incelemiştir. Peroksit değeri depolama başlangıcında kolyozlarda 2.28meq O₂/kg olarak bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol, defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon ile muamele görmüş örneklerde sırasıyla 34.04, 16.22, 16.56, 25.72, 20.52, 16.06, 23.93, 20.35, 27.22 meqO₂/kg peroksit değeri tespit edilmiştir. Genelde depolama süresince yağ uygulamalarının peroksit değerine etkili olduğu belirtilmiştir (p<0.05).

Yapılan araştırmalarda belirtildiği gibi depolama sıcaklığının, antioksidan kullanımı ve vakum ambalajlama işlemlerinin peroksit oluşumunda önemli olduğu

belirtilmektedir. Bizim araştırmamızda da lipit oksidasyonunu önlemek amacıyla kullanılan bitki ekstraktlarının miktarının ve uygulanan depolama sıcaklığının peroksit değeri üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4.3. Tiyoarbitürik Asit Sayısı (TBA mg malonaldehit/kg)

Dondurularak depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama başlangıcından 10. ay sonuna kadar değişim gösteren TBA değerleri Çizelge 4.1.6 'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Dondurarak (-18°C) Depolanan% 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince TiyoarbitürikAsit Değerleri (TBA mg malonaldehit/kg)Değişimi

Depolama Süresi (Ay)	TBA (mg MA/kg)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	0.49±0.00 ^{fx}	0.49±0.00 ^{gx}	0.49±0.00 ^{fx}	0.49±0.00 ^{fx}
1	0.59±0.03 ^{fx}	0.54±0.01 ^{gy}	0.53±0.02 ^{fy}	0.58±0.01 ^{fx}
2	1.77±0.08 ^{ex}	1.40±0.04 ^{fy}	1.33±0.06 ^{ey}	1.83±0.07 ^{ex}
3	1.64±0.07 ^{ex}	1.50±0.24 ^{fx}	1.36±0.09 ^{ex}	1.60±0.35 ^{ex}
4	1.83±0.32 ^{ex}	1.65±0.17 ^{fx}	1.49±0.24 ^{ex}	1.75±0.42 ^{ex}
5	2.82±0.55 ^{dx}	2.37±0.44 ^{ey}	2.05±0.18 ^{dy}	2.87±0.05 ^{dx}
6	2.69±0.81 ^{dx}	2.54±0.39 ^{ex}	2.45±0.23 ^{cdx}	2.67±0.61 ^{dx}
7	3.02±0.18 ^{dx}	2.89±0.32 ^{dx}	2.67±0.37 ^{cx}	2.92±0.22 ^{dx}
8	3.80±0.17 ^{cx}	3.55±0.33 ^{cx}	3.10±0.21 ^{by}	3.75±0.44 ^{cx}
9	5.81±0.64 ^{bx}	4.03±0.41 ^{by}	3.34±0.90 ^{by}	5.43±0.45 ^{bx}
10	6.87±0.57 ^{ax}	5.96±0.19 ^{ay}	4.39±0.39 ^{az}	6.43±0.58 ^{axy}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-g) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05).

Aynı satırda farklı harflerle (x,y,z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Tiyoarbitürik asit sayısı tayini (TBA, mg malonaldehit/kg), ikincil lipit oksidasyon derecesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir indikatördür. Lipit oksidasyonun ikinci basamağında, acılaşmayı algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünler ortaya çıkmaktadır (Porter ve ark., 1992). Bu yıkım ürünlerinden bir tanesi olan malonaldehit tiyoarbitürik asit (TBA) ile kolorimetrik olarak reaksiyona girdiğinden dolayı acılaşmanın seviyesi TBA analizi ile belirlenebilmektedir.

Schormüller (1969), su ürünlerinde oksidasyon derecesinin belirlenmesinde kullanılan TBA miktarının çok iyi bir materyalde 3mg MA/kg'dan az, iyi bir materyalde 5'den fazla olmamasını, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7-8 mg MA/kg olması gerektiğini bildirmiştir.

Araştırmamızda tüm gruplarda başlangıçta 0.49 mg MA/kg olan TBA değerinin depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede arttığı ve bu artışın kontrol grubunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). TBA değerleri açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. gün, 3,4,6 ve 7.ay hariç) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 9. ayında kontrol ve fesleğen grubunun TBA değerlerinde önemli artışlar gözlenmiş ve iki grup arasındaki bu artışların istatistiksel olarak benzer olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kontrol ve fesleğen gruplarının 9.ay sonunda sırasıyla 5.81 ve 5.43 mg MA/kg'a ulaşarak iyi bir materyalde bulunması gereken 5 mg MA/kg'ı aştığı gözlemlenmiştir. Depolama süresince kekik ve biberiye gruplarının TBA değerleri arasında 8. ve 10. ayda önemli düzeyde farklılıklar bulunurken ($p<0.05$) diğer aylarda istatistik olarak önemli farklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama sonunda TBA değerleri kontrol için 6.87 mg MA/kg, kekik için 5.96 mg MA/kg, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla 4.39 mg MA/kg ve 6.43 mg MA/kg olarak bulunmuştur.

Araştırmamızda kontrol ve bitki ekstraktlı grupların TBA değerlerinin Schormüller'in (1969) belirttiği tüketilebilir sınır değeri olan 7-8 mg MA/kg'ı depolama sonunda aşmadığı belirlenmiştir. Depolama süresince en düşük TBA değerleri biberiye ile muamele edilmiş gruplarda gözlenmiştir. Elde edilen verilere göre biberiye ile muamele edilen uskumru köftelerinin yağ asitlerinde en az oksidasyon meydana gelmiştir. Biberiye ekstraktının kullanılan ekstraktlar içerisinde en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Kontrol ve fesleğen grubunda oksidasyonun daha fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu durum fesleğen ekstraktı içerisinde bulunan alkanlar, alkenler ve bazı keton bileşiklerinin oksidasyonu artırıcı (prooksidan) etki gösterdiği ihtimalini güçlendirmektedir. Benzer olarak, Wada ve Frang (1992), sardalya filetosu üzerine yüksek miktarda α - tokoferol uygulamış ve bu maddenin sardalya filetosunda prooksidan etki gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca çalışmamızda tüm gruplar için elde edilen TBA

değerinin, çiğ uskumru köftelerinin duyusal değerlendirme sonuçları ile uyum gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Balıkların dondurularak muhafazası sırasında, lipid oksidasyonuna bağlı olarak TBA değerindeki artışın, depolama sıcaklığının düşürülmesiyle, antioksidanlarla muameleyle ve değişik ambalajlama şekilleriyle önlenemediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Yu ve ark., 1973; Deng ve ark., 1977; Ke ve ark., 1977; Josephson ve ark., 1985; Santos ve Regenstein, 1990).

Ozogul ve Uçar (2013), kontrol ve antioksidan ilaveli (% 0.3 ve %0.6 oranlarında kekik, defne, adaçayı ve yeşilçay) kolyoz (*Scomber japonicus*) balık burgerlerin -18 °C'de 9 ay depolama süresince, genel olarak tüm grupların TBA değerlerinde artış ve azalışların olduğunu ve depolama başlangıcındaki TBA değerlerinin 0.8-2.6mg MA/kg 'dan depolama sonunda 1.4-3.3mg MA/kg'a ulaşarak tüketilebilir sınır değerini aşmadığını saptamışlardır. Kontrol ve adaçayı grupları hariç diğer gruplarda, TBA değerlerinin depolama süresince önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 9.ayda % 0.3 ve % 0.6 kekik muameleli gruplarının TBA değerleri sırasıyla 1.9mg MA/kg ve 2.1mg MA/kg olarak bulunmuştur. Tokur ve ark. (2004), -18 °C 'de depoladıkları tilapya burgerlerinin TBA değerinin en yüksek 0.142 mg MA/kg olarak 7. ayda olduğunu gözlemlemişlerdir. Tokur ve ark. (2006), tarafından yapılan bir başka çalışmada kıyılmış aynalı sazan balık etlerinin su ile yıkanarak ve yıkanmadan elde edilen balık köftelerinin TBA değerlerinin dondurulmuş depolama boyunca sırayla 0.16'dan 0.27 mg MA/kg'a ve 0.20'den 0,25mg MA/kg'a önemli düzeyde ($p<0.05$) arttığı bulunmuştur. 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 değerin 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.

Duman ve Özpolat (2012), karabalık (*Capoeta trutta*) etinden farklı içeriklerde üç grup olarak hazırlanan inegöl usulü balık köftelerinin -18±2 °C'de muhafazası sırasında meydana gelen TBA değişimlerini incelemişlerdir. Örneklerin

yapımında kullanılan balık etinde ortalama 0.84 mg/kg malondialdehit bulunan TBA sayısının, tüm köfte örneklerinde muhafaza süresince artış gösterdiği belirtilmiştir. 6 aylık depolama sonrasında İnegöl usulü balık köftesi gruplarından en yüksek TBA içeriğine sahip grup 3.35 mg/kg malonaldehit olarak tespit edilmiş ve hiçbir grubun tüketim sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir.

Peksezer (2012), gümüş balığı (*Alburnus mossulensis*) etinden hazırlanan, köfte örneklerini farklı şekilde ön pişirme uygulayarak (kızartılmış ve fırınlanmış) ve farklı şekilde paketlenerek (vakumlu ve vakumsuz) -18°C 'de 6 ay dondurarak muhafaza etmiştir. Köftelerin TBA miktarı bakımından muhafaza süresince tüketilebilirlik sınır değerini aşmadığını belirlemiştir. Kaba ve ark (2012), çalışmalarında Zargana balıklarını, yapay renklendirici (SunsetYellowFCF) ilaveli ve ilavesiz olmak üzere dumanlandıktan sonra soğan, sarımsak, maydanoz, ekmek içi, kimyon, karabiber, pul biber, nane, tuz ve yumurta kullanılarak köfte haline getirilerek ve -18 °C'de 6 ay boyunca muhafaza etmişlerdir. TBA değerlerinin depolama süresince kontrol grubunda 1.70-4.49 (mg MDA/kg), SunsetYellow FCF katkılı grupta 1.92-3.83 (mg MDA/kg) arasında değiştiğini ve her iki gruba ait örneklerde de TBA değerlerinin 'iyi' kalite sınırları içerisinde kaldığını tespit etmişlerdir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular muhafaza süresi ve depolama sıcaklığı göz önüne alındığında, bu çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik göstermiştir. Biberiye ve kekik ekstraktı ile muamelenin TBA değeri üzerinde daha etkili olduğu gözlenmiştir.

4.1.4.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler

Dondurularak depolanan uskumru köftelerinin depolama başlangıcından 10. ay sonuna kadar değişim gösteren serbest yağ asidindeki (FFA, % oleik asit) değişimleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Dondurarak (-18°C) Depolanan% 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Serbest Yağ Asidi (FFA, % Oleik asit) Değişimleri

Depolama Süresi (Ay)	FFA (% Oleik asit)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	2.02±0.12 ^{dx}	2.02±0.12 ^{ex}	2.02±0.12 ^{cx}	2.02±0.12 ^{hx}
1	2.34±0.07 ^{cdx}	2.16±0.09 ^{dex}	2.12±0.26 ^{cx}	2.13±0.11 ^{ghx}
2	2.42±0.08 ^{cx}	2.20±0.09 ^{dey}	2.20±0.10 ^{cy}	2.23±0.08 ^{fghy}
3	2.41±0.08 ^{cx}	2.33±0.28 ^{cdx}	2.31±0.13 ^{bcx}	2.34±0.20 ^{efgx}
4	2.46±0.14 ^{cx}	2.39±0.09 ^{bcdx}	2.25±0.05 ^{cx}	2.45±0.23 ^{defx}
5	2.88±0.21 ^{bx}	2.53±0.21 ^{bcy}	2.30±0.02 ^{bcy}	2.57±0.17 ^{dexy}
6	2.83±0.20 ^{bx}	2.57±0.12 ^{bcy}	2.34±0.09 ^{bcy}	2.65±0.17 ^{cdx}
7	2.88±0.51 ^{bx}	2.67±0.12 ^{abx}	2.62±0.43 ^{abx}	2.70±0.14 ^{bcdx}
8	3.18±0.08 ^{abx}	2.88±0.15 ^{ay}	2.69±0.08 ^{ay}	2.86±0.06 ^{abcy}
9	3.30±0.20 ^{ax}	2.92±0.14 ^{ay}	2.75±0.18 ^{ay}	2.97±0.23 ^{abxy}
10	3.35±0.15 ^{ax}	2.89±0.18 ^{ay}	2.88±0.07 ^{ay}	2.99±0.05 ^{ay}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-h) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (x,y) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Serbest yağ asitlerinin esterleşmiş lipidlerin enzimatik hidrolizinin bir sonucu olduğu bilinmektedir (Pacheco-Aguilar ve ark., 2000). Depolama sırasında fosfolipitlerde oluşan hidroliz sonucu serbest yağ asidi açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan serbest yağ asitlerinin bir kısmı otooksidasyonla peroksitlere ve diğer ürünlere parçalanırken, bir kısmı ise üründe birikerek serbest yağ asitliğini artırmaktadır (Soyer, 1995; Toldra, 1998). Biberiye ve biberiye ekstraktlarının güçlü antioksidan aktiviteleri sayesinde doymamış yağ asitlerindeki oksidasyon kısmen de olsa önlenebilmektedir (Balev, 2005).

Lipitlerin enzimatik hidrolizi sonucu oluşan değişimlerin göstergesi olan FFA değeri (% oleik asit) depolama başlangıcında % 2.02 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1.7). Bu değer depolama boyunca tüm gruplarda artmış ve depolama sonunda kontrol grubunda % 3.35 FFA değeri tespit edilirken kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırası ile FFA değeri % 2.89, % 2.88 ve % 2.99 olarak bulunmuştur. Depolama boyunca (2, 5, 6, 8, 9 ve 10. aylarda) kontrol grubunun FFA değerinin bitki ekstraktlı gruplardan daha yüksek olduğu (p<0.05) görülmüştür. Bitki ekstraktlı grupların FFA değerleri arasında (6.ay hariç) ise istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır.(p>0.05).

Özogul ve Uçar (2013), araştırmalarında, kekik, ada çayı, yeşil çay ve defne ekstraktı ilaveli kolyoz burgerlerinin -18°C’de 9 ay depolanması süresince serbest yağ asitleri (FFA, % oleik asit) değişimlerini araştırmışlardır. Depolama başlangıcındaki FFA değerlerini %2.04–3.02 bulmuşlardır. Antioksidan ilavesinin serbest yağ asidi değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, kontrol ve ada çayı ekstraktı ilaveli grupların benzer değerlere sahip olduğunu ($p>0.05$), sırasıyla yeşil çay, kekik ve defne ekstraktlarının serbest yağ asidi miktarını istatistiksel olarak önemli derecede azalttığını belirtmişlerdir ($p<0.05$). Depolama sonunda en yüksek FFA değeri (% 23.3 oleik asit) % 0.6 adaçayı içeren grupta, en düşük FFA değeri ise (11.1 oleik asit) % 0.6 defne ekstraktı içeren grupta bulunduğunu tespit etmişlerdir. 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 ulaştığını tespit etmişlerdir.

Bilen (2009), dondurulmuş kolyozda lipit oksidasyonu üzerine bitkisel kaynaklı ekstrakte edilmiş defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon esansiyel yağları ile muamelenin etkisini -20 °C’de 11 aylık depolama süresince incelemiştir. Başlangıç FFA değerini 2.02 (% oleik asit) olarak bildirmiş ve depolama sonunda kontrol grubu örneklerde 2.55(% oleik asit) değeri tespit edilmiştir. Depolama sonunda yağ uygulanmış gruplar için sırası ile FFA değeri 0.97, 1.59, 2.16, 1.45, 1.15, 1.06, 0.97 ve 1.21(% oleik asit) olarak bulunmuştur. Aubourg ve ark. (2004). sitrik asidin dondurulmuş fileto istavritte (*Trachurus trachurus*) ransiditeye etkisini incelediği çalışmada istavritlerin başlangıç FFA değerini 0.30 (% oleik asit) olarak bildirirken 6 aylık depolama sonunda kontrol grubunda 7.00 (% oleik asit), %0.05 sitrik asit uygulanan örneklerde 5.0 (% oleik asit) olduğunu bildirmiştir. Sentetik antioksidan uygulanan (% 0.02 TBHQ) dondurulmuş balık etinde FFA değerinin depolama boyunca düzenli artış gösterdiğini ancak uygulamalı örneklerin değerlerinin kontrol grubunun altında kaldığı belirtilmektedir (Salas ve ark., 2006). Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005) biberiye ekstraktı ile işlem görmüş olan sardalyaların, -20°C ‘de dondurularak depolama süresince FFA miktarlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu

belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, palamutlarda 10 aylık donmuş depolamanın başlangıcında % 0.50 olan FFA değerlerinin, sonunda % 5.92'ye, mezgitlerde ise depolama başlangıcında % 0.31 olan FFA değerlerinin, sonunda ise % 7.85'e yükseldiği bildirilmiştir (Meriç, 2003).

Bu araştırma sonucunda da belirtilen literatür bulgularına benzer olarak doğal antioksidan ilavesinin balık köftelerinin dondurularak depolanmaları süresince FFA gelişimini önleme üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.1.4.5.pH Değerlerindeki Değişimler

Dondurularak depolanan uskumru köftelerinin depolama başlangıcından 10. ay sonuna kadar değişim gösteren pH değerlerindeki değişimler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Dondurarak (-18°C) Depolanan% 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince pH Değeri Değişimleri

Depolama Süresi (Ay)	pH değerleri			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	6.14±0.07 ^{gA}	6.14±0.07 ^{fA}	6.14±0.07 ^{fA}	6.14±0.07 ^{gA}
1	6.39±0.01 ^{cdA}	6.24±0.02 ^{eC}	6.19±0.04 ^{eD}	6.29±0.01 ^{efB}
2	6.45±0.04 ^{abA}	6.26±0.03 ^{eC}	6.25±0.02 ^{dC}	6.32±0.02 ^{deB}
3	6.37±0.04 ^{deA}	6.26±0.04 ^{deB}	6.20±0.04 ^{eB}	6.34±0.05 ^{cdA}
4	6.43±0.04 ^{abcA}	6.35±0.03 ^{abBC}	6.34±0.01 ^{cC}	6.41±0.09 ^{abAB}
5	6.48±0.02 ^{aA}	6.39±0.04 ^{aB}	6.38±0.02 ^{bB}	6.44±0.01 ^{aA}
6	6.45±0.20 ^{abA}	6.32±0.04 ^{bcB}	6.34±0.03 ^{cB}	6.42±0.02 ^{aA}
7	6.23±0.05 ^{fC}	6.30±0.00 ^{cdB}	6.36±0.01 ^{bcA}	6.29±0.01 ^{efB}
8	6.41±0.05 ^{bcdB}	6.37±0.01 ^{aB}	6.48±0.01 ^{aA}	6.38±0.00 ^{bcB}
9	6.34±0.01 ^{eB}	6.28±0.01 ^{deC}	6.37±0.03 ^{bA}	6.26±0.02 ^{fC}
10	6.18±0.04 ^{gA}	6.09±0.04 ^{gB}	5.88±0.03 ^{gC}	6.17±0.02 ^{gA}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-g) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ($P<0.05$).

Aynı satırda farklı harflerle (A,B,C) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ($P<0.05$).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=4.

Uskumru köftelerinin başlangıç pH değeri 6.14±0.07 olarak ölçülürken, tüm grupların pH değeri depolama boyunca artış ve azalış göstermiştir. Depolama boyunca kontrol ve bitki ekstraktlı grupların pH değeri arasındaki fark istatistiksel

açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 5. ayında kontrol (6.48 ± 0.02), kekik (6.39 ± 0.04) ve fesleğen (6.44 ± 0.01) gruplarının pH'sı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu analiz gününde kontrol ve fesleğen grupları arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, kekik ve biberiye gruplarının pH'sı kontrol ve fesleğen grubuna göre önemli ($p<0.05$) düzeyde düşük bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının pH değerleri sırasıyla 6.18 ± 0.04 , 6.09 ± 0.04 , 5.88 ± 0.03 ve 6.17 ± 0.02 olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda biberiye grubunun pH değerinin diğer gruplara göre önemli düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Bilen (2009), dondurulmuş kolyozda bitkisel kaynaklı ekstrakte edilmiş defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon esansiyel yağları ile muamelenin pH değeri üzerine etkisini -20°C 'de 11 aylık depolama süresince incelemiştir. Kolyozların başlangıç pH değerinin 6.05 olduğunu ve tüm grupların pH değerinin depolama boyunca artış ve azalışlar gösterdiğini bildirmiştir. Depolamanın 6. ayında kontrol grubu örneklerin pH'ının en yüksek seviyeye ulaştığını ve defne, kekik, çörekotu, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon örneklerinin pH'ının kontrol grubuna göre önemli ($p<0.05$) düzeyde düşük olduğunu tespit etmiştir. Depolama sonunda kontrol ve defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon uygulanmış kolyoz örneklerinde sırasıyla 5.86, 5.86, 5.80, 5.81, 5.80, 5.86, 5.81, 5.92 ve 5.89 pH değeri saptanmıştır. Dondurarak muhafaza edilen (-18°C) sudak filetoları için depolama başlangıcında 6.80 pH değeri bildirilirken, bu değer depolamanın ilk 3 ayı aynı seviyede kaldığı, 6. aya kadar yükselip daha sonra düşmeye başladığı bildirilmektedir (Olgunoğlu ve ark., 2002). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde pH değerleri artış ve azalışlar göstermiş, 5. ayda kontrol, kekik ve fesleğen grupları en yüksek pH değerine ulaşmış ve daha sonra azalış göstermiştir. Biscalchin-Gröschek ve ark. (2003) pH daki değişimlerin depolama sıcaklığına, tuz kompozisyonuna, fizyolojik durumuna, proteinlerin denatürasyonuna ve enzimlerin aktivitesine bağlı olduğunu belirtmektedirler.

Vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanan karabalık etinden elde edilen köftelerin -18°C 'de 6 aylık depolanması süresince pH değerleri incelenmiştir.

Vakumsuz olarak ambalajlanan karabalık köftelerinin 6 aylık depolama süresince pH'ı 6.67-6.72 iken, vakumlu ambalajlamada ise 6.67-6.70 olarak tespit edilmiştir (Ersoy ve Yılmaz, 2003). Yapılan bir çalışmada, sudak köftelerinin 18°C'de, depolanmanın 6. ayında pH değeri 6.1, kadınbudu balık köftesinde ise 6.0 olarak bulunmuştur (Damarlı ve ark., 1992). Kaba ve ark (2012), çalışmalarında dumanlanmış zargana köftelerinin(kontrol ve Sunset Yellow FCF katkılı) pH değerlerinin depolama (-18°C'de) sonunda azaldığını gözlemlemişlerdir. Muhafaza süresi dikkate alındığında, her iki grupta (kontrol ve Sunset Yellow FCF katkılı) pH değerlerinin değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Kontrol grubunun pH'ı 6 aylık depolama sonunda 5.58 iken, Sunset Yellow FCF katkılı grupta 5.35 olarak tespit etmişlerdir ($p<0.05$).

Çalışmamızda uskumru köftesinde bulunan pH değerleri, 10 aylık depolama süresi boyunca 5.88-6.48 arasında değişmiş olup, tazelik için önerilen 6.0-6.5 değerlerine uygun aralıklarda, tüketilebilirlik sınır değerinin (6,8-7) ise altında kalmıştır (Varlık ve ark., 1993). pH değerinde meydana gelen yükselmeler, bozulmanın başlamasıyla birlikte et'te proteinlerin parçalanması sonucu amonyak ve benzeri bazı uçucu baz bileşiklerin biriktiğini işaret etmektedir. Et'teki pH değerini belirlemenin önemli olduğu, çünkü düşük pH'nın daha yavaş bakteriyel dekompozisyonun göstergesi olduğu bilinmektedir (Connell, 1980). pH'nın tek başına kalite kontrol kriteri olarak yeterli olmadığı bildirilmekle birlikte, genel olarak pH değerinin 7'ye ulaştığı durumlarda su ürünlerinin bozulmuş olabileceği belirtilmiştir (Oehlensclager, 1992).

4.1.5. Mikrobiyolojik Değişimler

4.1.5.1. Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (TAMB) Sayısı

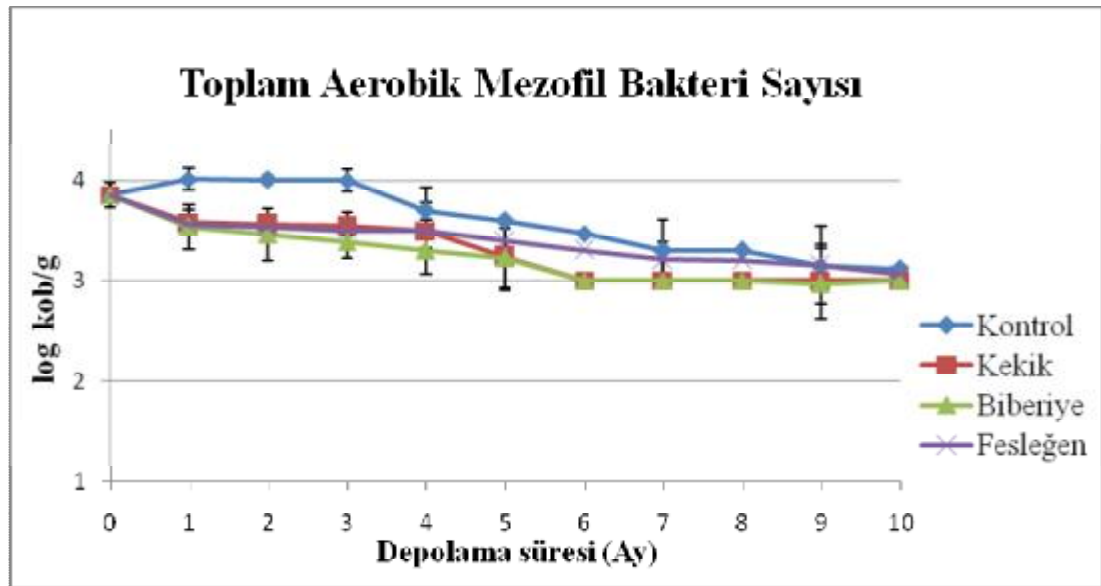
Toplam bakteri ya da toplam canlı bakteri olarak tanımlanan toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı gıdalarda mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde indikatör olarak sık kullanılan bir kriterdir. Bunun nedeni ise gıdalarda bulunan bakterilerin büyük bir kısmının mezofilik aerobik olarak

tanımlanan sınırlar içinde gelişmesidir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı ile gıda ham maddeleri, ambalaj materyali, işletme koşulları, işleme sonrası depolama ve taşıma koşulları hakkında genel bilgi edinilebilir. Aynı zamanda asgari standartlara uyup uymadığı, bozulmanın başlayıp başlamadığı ve raf ömrü tespit edilebilir (Doğan ve Tükel, 2000). Şekil 4.5 ve Çizelge 4.9’da dondurularak (-18°C) depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) köftelerinin depolanması süresince TAMB sayısındaki değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4.9. Uskumru Köftelerinin Dondurularak (-18°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayısındaki Değişimleri

Depolama Süresi (Ay)	TAMBS Değişimi (logkob/g)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	3.85±0.12 ^{aA}	3.85±0.12 ^{aA}	3.85±0.12 ^{aA}	3.85±0.12 ^{aA}
1	4.01±0.11 ^{aA}	3.58±0.12 ^{aB}	3.54±0.22 ^{aB}	3.56±0.07 ^{bB}
2	4.00±0.05 ^{aA}	3.56±0.02 ^{aB}	3.46±0.26 ^{abB}	3.53±0.02 ^{bB}
3	4.00±0.11 ^{aA}	3.54±0.09 ^{aB}	3.39±0.17 ^{abB}	3.50±0.17 ^{bB}
4	3.69±0.09 ^{abA}	3.49±0.43 ^{abAB}	3.30±0.00 ^{abB}	3.50±0.17 ^{bAB}
5	3.60±0.00 ^{abA}	3.24±0.34 ^{abB}	3.23±0.30 ^{bB}	3.39±0.00 ^{bB}
6	3.47±0.00 ^{abA}	3.00±0.00 ^{bC}	3.00±0.00 ^{bC}	3.30±0.00 ^{bcB}
7	3.30±0.30 ^{bA}	3.00±0.00 ^{bC}	3.00±0.00 ^{bC}	3.21±0.17 ^{bcB}
8	3.30±0.00 ^{bA}	3.00±0.00 ^{bC}	3.00±0.00 ^{bC}	3.20±0.00 ^{bcB}
9	3.15±0.21 ^{bA}	3.00±0.00 ^{bA}	2.97±0.35 ^{bA}	3.15±0.39 ^{bcA}
10	3.12±0.00 ^{bA}	3.00±0.00 ^{bB}	3.00±0.00 ^{bB}	3.06±0.01 ^{cB}

Aynı satırda farklı harflerle (A,B,C) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05). Aynı sütun için farklı harflerle (a-c) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=4.



Şekil 4.5. Uskumru Köftelerinin Dondurularak (-18°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayısındaki Değişimleri

Türk Gıda Kodeksi Su Ürünleri Yönetmeliği dondurulmuş su ürünlerinin gramında toplam mezofilik aerobik bakteri yükü için sınır değeri 10^7 kob/g (7 log kob/g) olarak kabul etmiş, işlenmiş su ürünleri için ise 10^6 kob/g (6 log kob/g) olarak belirlemiştir (Resmi Gazete, 2008). ICMSF'ye göre panelenmiş ve ön pişirme uygulanmış su ürünleri için maksimum toplam mezofilik aerobik bakteri değeri 7 log kob/g'dır (ICMSF, 2002).

Dondurularak depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) köftelerinin 0.günde TAMB sayısı 3.85 log kob/g olmuştur. Depolama süresince (0. gün ve 9. ay hariç) kontrol ve bitki ekstraktlı köfte gruplarının TAMB sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın 1. ayından 5. ayına kadar kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının TAMB sayısı arasındaki fark benzer bulunmuşken ($p > 0.05$), depolamanın 6., 7. ve 8. ayında kekik ve biberiye grubunun kontrol ve fesleğen grubuna göre TAMB sayısı bakımından önemli düzeyde farklılık ($p < 0.05$) gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise bitki ekstraktlı gruplarının kontrol grubuna göre TAMB sayısı bakımından önemli düzeyde farklılık ($p < 0.05$) gösterdiği belirlenmiştir. Depolama sonundaki TAMB sayısı kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla 3.12 log kob/g, 3.06 log kob/g, 3.0 log kob/g ve 3.0 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince TAMB sayısı tüm gruplarda azalış

göstermiş olup, ICMSF (1986) tarafından 7 log kob/ g olarak önerilen mikrobiyolojik limitin depolama süresince hiçbir grupta aşılmadığı saptanmıştır. Duyusal analiz değerlendirmelerine göre 9. ayda ret edilen kontrol ve fesleğen grubunun toplam canlı sayımı her ikisinde de 3.15 kob/g olmuştur. 10. ayda ret edilen kekik ve biberiyenin toplam canlı sayımı ise sırasıyla 3.00 kob/g ve 3.00 kob/g olarak tespit edilmiştir.

Çaklı ve ark. (2005), farklı tür balıklardan yapılmış fish fingerlerin -18°C’de depolanması süresince toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 3-5 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Karides etinden elde edilen kroketlerin raf ömrünün belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada ise -18°C’de depolanan kroketlerde toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 3.93 log kob/g olarak bulunmuştur (Patır ve ark., 2009). Al-Bulushi ve ark. (2005) iki farklı özelliğe sahip katkı maddesi ile hazırlanan lüfer burgerin başlangıç mikrobiyal miktarının 4.5 log kob/g olduğunu ve donmuş depolama süresince (-20°C) bu bakteri yükünün hızlı bir şekilde azaldığı ve 12 haftalık depolama sonunda 3.6 ve 3.1 log kob/g’a düştüğünü rapor etmişlerdir. Bu çalışmalarda elde edilen değerlerle çalışmamızda tespit etmiş olduğumuz değerler benzerlik göstermektedir.

Lakshmisha ve ark. (2008) uskumru filetosundaki başlangıç mikrobiyal miktarın 4.46 log kob/g olduğunu ve -18 °C’de donmuş depolama süresince bakteriyel aktivitenin engellenmesinden dolayı canlı sayımının azaldığını rapor etmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak mevcut çalışmamızda da köftelerdeki bakteriyel yükün donmuş depolama süresince azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.5).

Ozogul ve Uçar (2013), kalyoz etinden yapılarak -18°C’de 6 ay depolanan balık burgerlerinin başlangıç TAMB yükünü 5.09 log kob/g olarak bulmuşlardır. Burger etindeki yüksek mikrobiyal miktarın, burger yapımında kullanılan mısır unu, buğday unu gibi katkı maddelerinin steril olmadığını ve bu nedenle balık etinde yüksek miktarda bakteri varlığına neden olduğunu belirtmişlerdir. Kalyoz burgerlerinin TAMB sayısı depolama sonunda % 0.3 ve 0.6 kekik ekstraktı ile muamele edilen grupta 4.1 ve 4.46 log kob/g iken, % 0.3 ve 0.6 adaçayı ekstraktı ile muamele edilen grupta 4.38 ve 4.30 log kob/g olduğunu bildirmişlerdir.

Baharatın mikroorganizmalar ile kontamine olmasının genellikle hazırlanmaları esnasında uygulanan yetersiz hijyenik koşullardan ileri geldiği ve bu durumun et ürünlerinin kalitesini bozduğu gibi, dayanma süresini de azalttığı bildirilmektedir. Bu nedenle, üretimde kullanılacak baharatın çeşitli yöntemlerle sterilize edildikten sonra kullanılması önerilmektedir (Kayaardı ve Gök 1999).

Kaba ve ark.(2012), dumanlanmış zargana köftelerinin -18°C’de 6 ay depolanması süresince mikrobiyolojik kalite kriterleri yönünden tüketilebilirlik sınır değeri olan 6 log kob/g değerini aşmadığını tespit etmişlerdir. Yapay renklendirici (Sunset Yellow FCF) ilaveli ve ilavesiz olarak depolanan zargana köftelerinin depolama sonundaki TAMB sayılarının sırasıyla 4.13 log kob/g ve 4.17 log kob/g’a ulaştığını saptamışlardır. Tokur ve ark. (2004), yaptıkları balık köftelerini -18°C’de muhafaza altına almışlar ve çalışma sonucunda (5 aylık muhafaza periyodu) TAMB sayısının 10⁶kob/g değerine ulaşmadığını belirtmişlerdir.

Alakavuk (2009), yaptığı çalışmada hazır yemek olarak satışa sunulan dondurulmuş balık köftesinin mevsimsel TAMB yükünü araştırmıştır. Yaz ve kış mevsimlerinde örnekleme yapılan balık köftesinin TAMB yükü kış mevsiminde 3.47 log kob/g, yaz mevsiminde ise 4.53 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Hazır yemekte kullanılan malzemelerin başlangıç mikrobiyolojik yükü önemli olmakla birlikte elle muamele, işleme, depolama ve satış koşulları da mikrobiyolojik yükü etkilemektedir (Christison ve ark., 2008).

Çalışmamızda elde ettiğimiz bitki ekstraktlı uskumru köftelerinin depolama başlangıcı ve sonundaki toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün literatürde belirtmiş olduğumuz diğer ürünlere benzer olduğu görülmektedir. Uskumru köftesinin bakteriyel yükünün yapılan ön pişirme (haşlama) işlemi, kullanılacak olan malzemelerin önceden sterilize edilmiş olması, kullanılan bitki ekstraktının türü, konsantrasyonu ve dondurma prosesinin etkilediği düşünülmektedir.

4.2. II. Deneme

4.2.1. Besin Madde Bileşenleri

4.2.1.1. Soğukta ($4\pm2^{\circ}\text{C}$) Depolanan Uskumru Köftelerinin Besin Madde Bileşenleri

Araştırmada besin madde bileşenleri olarak nem (%), ham kül (%), protein (%) ve lipit (%) değerlerine bakılmıştır. Çizelge 4.10'da soğukta ($4\pm2^{\circ}\text{C}$) depolanan uskumru köftelerinin besin madde bileşenleri verilmiştir. Araştırma sonucunda uskumru köftelerinin % 19.23 protein, % 12.53 lipit, % 53.72 nem ve % 3.32 ham kül içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Soğukta ($4\pm2^{\circ}\text{C}$) Depolanan Uskumru (*Scomber scombrus*) Köftelerinin Depolama Başlangıcındaki (0.gün) Besin Madde Bileşenleri

Besin Değerleri	(%) Ortalama $\pm$ Standart sapma
Ham Protein	19.23 $\pm$ 0.39
Lipit	12.53 $\pm$ 0.17
Nem	53.72 $\pm$ 0.17
Ham Kül	3.32 $\pm$ 0.59

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. n=3.

Ozogul ve Uçar (2012), doğal antioksidan (kekik, yeşil çay, adaçayı ve defne) ekstraktlarının kıyılmış kolyoz etinden (*Scomber japonicus*) hazırlanan burgerlerin raf ömrüne etkilerini araştırdıkları çalışmada nem, protein, lipit ve ham kül içeriğini sırasıyla % 67.39-69.17, % 20.25-21.65, % 0.88-1.27 ve % 2.34-5.37 olarak saptamışlardır. Taşkaya ve ark. (2003), tarafından alabalık 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. Uçak ve ark. (2011), biberiye ekstraktı (% 0.4 ve % 0.8)

kullanarak yaptıkları uskumru (*Scomber scombrus*) burgerlerinin depolama başlangıcındaki besin madde bileşenlerini sırasıyla %18 protein, %12.75 lipit, % 57.97 nem ve % 2.18 kül 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.

Duman ve Özpolat (2012), karabalık etinden farklı formülasyonlarda hazırladıkları köfte harcında nem miktarını % 70.44 ile % 73.95, ham proteini % 18.46-% 18.76, ham yağı % 2.47-% 3.79 ve karbonhidrat değerlerini % 2.17-% 3.86 arasında bulmuşlardır. Ön pişirme uygulanmış köfte örneklerinde ise nem % 65.56-% 67.28, ham protein % 22.71- % 23.27, ham yağ % 3.04- 4.23, ham kül % 3.18-% 3.29 ve karbonhidrat değeri ise % 3.60- 3.79 arasında tespit etmişlerdir. Ayrıca köfte örneklerinde, balık etinin yanı sıra ek gıdaların kullanılması ve ısı işlem uygulanması nedeniyle protein, yağ, kül, karbonhidrat miktarında artış, nem miktarında azalma olduğunu saptamışlardır.

Bu araştırmada uskumru köfteleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Köfte ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı balık eti kullanılması ve her balık için farklı formülasyonlardan yararlanılmasının da (balık eti, baharat, nişasta, yağ, gıda katkı maddesi vb.) besinsel kompozisyonunda farklılığa neden olabileceği düşünülmektedir. Balıkların besinsel kompozisyonları yaş, cinsiyet, çevresel etmenler ve avlama mevsimine bölgesine göre değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir (Özyurt ve Polat, 2006).

Çapkın (2008), kadife balığından elde edilen köftelerle yaptığı çalışmada, köfte yapımında kullanılan baharat ve katkı maddelerinin etkisiyle balık kıymasına kıyasla köftelerdeki su ve protein oranlarında azalma, yağ, inorganik madde ve karbonhidrat oranlarında artma olduğunu gözlemlemiştir.

Bu çalışmada besin değerlerinin toplamı % 88.8 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10). Besin değerlerinin kalan yüzdesinin (% 11.2) karbonhidrat olduğu ve bunun uskumru köftelerindeki nişasta gibi yüksek karbonhidrat içeriğine sahip materyallerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.1.2. Yağ asitleri kompozisyonu

Soğukta depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama süresince yağ asit içeriklerinin değişimi EK 2’de verilmiştir. Araştırma sonucunda uskumru köftelerinin tüm gruplarında depolama boyunca gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), araşidonik asit (C20:4n6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur (EK 2). Benzer şekilde Tokur ve ark. (2006b) balık kroket için, Uçak (2010) balık burger için, Balıkçı (2009) tütsülenmiş uskumru marinatları için yağ asitlerinin temel bileşenlerinin bu yağ asitlerinden oluştuğunu saptamışlardır.

Toplam doymuş yağ asitleri (SFA) depolama süresince ekstrakt eklenmeyen kontrol grubunda % 21.71- 25.00 arasında bulunurken, bitki ekstraktı ilave edilen gruplarda % 21.76-24.39 arasında saptanmıştır (EK 2). Depolama sonunda tüm grupların toplam SFA değerinde azalış gözlenmiştir (EK 2). Uskumru köftelerinin başlangıç toplam SFA değeri tüm gruplarda % 22.73 iken, depolama sonunda toplam SFA değerleri kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla % 21.71, % 22.11, % 21.82 ve % 21.76’ya düşmüştür. Depolama sonunda en yüksek SFA değerine sahip grup kekik olmasına rağmen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama boyunca toplam doymuş yağ asitleri bakımından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark 4. ve 21. günlerde önemli bulunmasına rağmen ($p<0.05$), depolamanın 4. gününde kekik ve biberiye, 21. günde ise kontrol ve fesleğen benzer özellik göstermiştir ($p>0.05$).

Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek orana sahip yağ asitlerinin tüm gruplarda miristik asit (% 6.51-8.03), palmitik asit (% 10.76-% 12.19) ve stearik asit (% 1.65-% 3.04) olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu yağ asitlerinin uskumru balık köfteleri için temel doymuş yağ asitleri olduğu saptanmıştır. Uskumru köftelerinin depolanması boyunca kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark miristik asit için 4., 21. ve 28. günde; palmitik asit için ise 4. ve 25. günde önemli ($p<0.05$) bulunurken, stearik asit için 0. gün, 14. ve 21. günlerde önemsiz

bulunmuştur ($p>0.05$). Benzer şekilde Uçak (2010), biberiye ekstraktlı uskumru burgerlerin depolama başlangıcında (0. gün) kontrol, Grup A (% 0.4biberiye ekstraktlı) ve Grup B (% 0.8 biberiye ekstraktlı)'deki toplam doymuş yağ asitlerini sırasıyla %21.80, % 20.77, % 21.47 olarak bulmuşken, depolama sonunda bu değerlerin % 22.08, % 21.42, % 20.93 olduğunu ve çalışmasındaki temel doymuş yağ asitlerinin miristik asit (C14:0), palmitik (C16:0) asit ve stearik asit (C18:0) olduğunu belirtmiştir.

Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) uskumru köftelerinde depolama süresince artış ve azalışlar göstermiş, depolama sonunda ise tüm grupların toplam MUFA değerinin azaldığı tespit edilmiştir. (EK 2).Uskumru köftelerinin başlangıç toplam MUFA değeri tüm gruplarda % 17.24 iken, depolama sonunda toplam MUFA değerleri kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla % 16.90, % 16.56, % 15.78 ve % 16.99 olarak belirlenmiştir (EK 2). Depolama boyunca toplam tekli doymamış yağ asitleri bakımından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. gün, 14. ve 25. gün hariç) önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince temel tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9) ve vaksenik asit (C18:1n7) olarak gözlenmiştir. Palmitoleik asit (C16:1) değerleri depolama süresince tüm gruplarda % 3.01-% 3.92 arasında değişim göstermiş olup, palmitoleik asit için depolama boyunca (0. gün, 14.,21. ve 25. gün hariç) kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Uçak (2010), kontrol ve biberiye ekstraktlı uskumru burgerlerinde palmitoleik asit (C16:1) değerlerinin depolama süresince %3.64-%3.88 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bu sonuçlar bulgularımızı desteklemektedir. Araştırmamızda vaksenik asit (C18:1n7) uskumru köftelerinin tüm gruplarında % 2.08-2.72 arasında değişim göstermiş olup depolama süresince gruplar arasındaki farkın 11., 18., 21., 25. ve 28. günlerde önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Uskumru köftelerinin depolanması süresince en yüksek orana sahip tekli doymamış yağ asidi oleik asit (C18:1n9) olmuştur. Oleik asit tüm gruplarda % 5.62-8.80 oranında bulunmuş olup, depolama süresince (0. gün, 14., 21. ve 25.gün hariç) gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Benzer şekilde, Kenar (2009), vakum paketlenerek soğukta depolanan (4°C) biberiye ekstraktlı sardalya

filetolarının oleik asit miktarının depolama boyunca % 4.70-6.37 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmamızda tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit biberiye ekstraktı içeren ürünlerde en düşük oranda ($p<0.05$) saptanmıştır.

Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) uskumru köftelerinde depolama süresince artış ve azalışlar göstermiş, depolama sonunda ise tüm grupların (fesleğen grubu hariç) toplam PUFA değerlerinde artış tespit edilmiştir (EK 2). Uskumru köftelerinde depolama başlangıcında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değeri % 33.45 iken, depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla % 33.59, % 33.71, % 34.19 ve % 33.10 olarak bulunmuştur (EK 2). Toplam PUFA değerleri bakımından kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur (0.gün, 14., 25. ve 28. gün hariç). Depolama boyunca en yüksek PUFA değerine sahip grup biberiye ekstraktlı grup olmuştur (EK 2). Bu durum biberiye ekstraktının antioksidan aktivitesi sonucu doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonlarında parçalanmasını geciktirmesine bağlanabilir. Soyer (1995) antioksidan katılımının balıkların depolanması sırasında çoklu doymamış yağ asitlerindeki, oksidasyona bağlı olarak meydana gelen kaybı önlediğini tespit etmiştir.

Vareltzis 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.

Depolama sonunda çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit tüm gruplarda % 1.23 -% 1.73 arasında saptanmıştır. Depolamanın 0., 14., 21. ve 25. günlerinde gruplar arası fark görülmezken, depolamanın diğer günlerinde tüm gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.05$) saptanmıştır. En düşük linoleik asit değeri kontrol grubunda tespit edilmiştir. Ansorena ve Astiasaran (2004), iki ay boyunca depoladıkları fermente sosislerde, antioksidan katkılı örneklerde linoleik asit miktarının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Kenar (2009), sardalya filetolarının linoleik asit değerini kontrol grubunda % 1.21-1.53 arasında

biberiye ekstraktlı grupta ise % 1.34-3.51 arasında olduğunu saptamıştır. Bulgularımız söz konusu araştırmacı tarafından desteklenir niteliktedir.

Araştırmamızda linolenik asit ise tüm gruplarda % 1.12-1.69 arasında olup, depolamanın 4., 7., 11., 18., 21. ve 28. günlerinde gruplar arası fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kenar (2009), araştırma bulgularımıza benzer şekilde sardalya filetolarının linolenik asit değerini kontrol grubunda % 1.38-1.65 arasında biberiye ekstraktlı grupta ise % 0.79-1.55 arasında olduğunu saptamıştır. Tüm gruplarda oransal olarak en yüksek düzeyde bulunan PUFA'lar eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur (EK 2). Uskumru köftelerinin tüm grubunda EPA oranı % 16.24- %19.18 arasında, DHA oranı ise % 8.77-12.79 arasında değişim göstermiştir. Depolama süresince EPA için depolamanın 25. günü hariç, DHA için ise 4. ve 28.günleri hariç gruplar arasında önemli bir farklılığın olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Uskumru köftelerinde araşidonik asit (C20:4n6) oranı % 0.79-1.00 arasında değişim göstermiştir. Araşidonik asit bakımından sadece depolamanın 11., 21. ve 28. gününde kontrol ve diğer gruplar arasında fark bulunurken, depolama boyunca tüm gruplar arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Stamatis ve Arkoudelos (2007), sardalya filetosunda farklı paketleme yöntemleri kullanarak 3 °C de 15 gün boyunca değişimlerini araştırdıkları çalışmada, taze, modifiye atmosferik, vakum paketlenen grupların çoklu doymamış (PUFAs) yağ asitlerinden özellikle dekosaheksaenoik asit (22:6n3), eikosapentaenoikasiti (20:5n3) yüksek miktarda içerdiğini bildirmişlerdir. Uçak (2010), uskumru burgerleriyle yaptığı çalışmada en yüksek EPA değerini % 0.8 biberiye ekstraktlı uskumru burgerlerinde (% 15.34 - % 15.87) gözlemlemiştir. Kenar (2009) ise biberiye ekstraktlı sardalya filetolarında EPA değerinin depolama süresince % 12.71-15.20 arasında, DHA değerinin ise %5.34- 6.85 arasında değişim gösterdiğini saptamıştır.

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). Bu çalışmada da yağ asidi miktarı ve çeşidinde belirlenen farklılıkların, uskumruların besin türüne ve yoğunluğuna, balığın boyutuna, yaşına avlanan bölgeye, üreme dönemine,

mevsime, kullanılan biberiye, kekik ve fesleğen ekstraktlarının etkisine, köfte için kullanılan malzemelere ve muhafaza koşullarına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

4.2.2. Duyusal Değerlendirme

4.2.2.1. Soğukta ($4\pm2^{\circ}\text{C}$) Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi

Soğukta ($4\pm2^{\circ}\text{C}$) vakum pakette depolanan çiğ uskumru köftelerinin 28 gün boyunca depolanması süresince duyusal kalitelerindeki değişimleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Soğukta Depolanan Çiğ Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlerinin Depolama Süresince Değişimi

Duyusal Kriterler	Depolama Süresi (Gün)	Gruplar			
		Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
Görünüm	0	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	4	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	7	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	11	4.1±0.25 ^{bX}	4.3±0.29 ^{bX}	4.4±0.25 ^{bX}	4.1±0.25 ^{bX}
	14	4.0±0.00 ^{bcX}	4.1±0.25 ^{bX}	4.1±0.25 ^{bcX}	4.0±0.00 ^{bX}
	18	3.6±0.25 ^{cY}	4.0±0.00 ^{bX}	4.0±0.00 ^{cX}	3.9±0.25 ^{bY}
	21	3.3±0.00 ^{dY}	3.5±0.00 ^{cX}	3.5±0.00 ^{dX}	3.5±0.00 ^{cX}
	25	3.0±0.00 ^{deY}	3.4±0.25 ^{cX}	3.4±0.25 ^{dX}	3.0±0.00 ^{dY}
	28	2.8±0.29 ^{eY}	3.2±0.29 ^{cX}	3.1±0.25 ^{dX}	2.6±0.48 ^{eY}
Renk	0	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	4	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	7	4.5±0.58 ^{bX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	11	4.1±0.25 ^{bcX}	4.1±0.25 ^{bX}	4.3±0.29 ^{bX}	4.0±0.00 ^{bX}
	14	4.0±0.00 ^{cX}	4.0±0.00 ^{bX}	4.0±0.00 ^{bcX}	3.9±0.25 ^{bX}
	18	3.4±0.25 ^{dY}	3.9±0.25 ^{bcX}	3.9±0.25 ^{cdX}	3.8±0.29 ^{bXY}
	21	3.1±0.25 ^{deZ}	3.6±0.25 ^{cdX}	3.6±0.25 ^{deX}	3.4±0.25 ^{cXY}
	25	3.0±0.00 ^{efY}	3.4±0.25 ^{deX}	3.5±0.00 ^{efX}	3.0±0.00 ^{dY}
	28	2.6±0.25 ^{fY}	3.2±0.29 ^{eX}	3.3±0.29 ^{fX}	2.5±0.41 ^{eY}
Koku	0	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	4	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	4.5±0.58 ^{bX}
	7	4.5±0.58 ^{bX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	4.6±0.48 ^{aX}
	11	4.1±0.25 ^{bcY}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	3.4±0.25 ^{cZ}
	14	4.0±0.00 ^{cY}	4.8±0.29 ^{aX}	4.8±0.29 ^{aX}	3.3±0.29 ^{cdZ}
	18	3.3±0.29 ^{dY}	4.0±0.00 ^{bX}	4.0±0.00 ^{bX}	3.1±0.25 ^{cdeY}
	21	3.1±0.00 ^{deY}	3.8±0.29 ^{cX}	3.9±0.25 ^{bcX}	3.1±0.00 ^{cdeY}
	25	3.0±0.00 ^{deY}	3.5±0.00 ^{dX}	3.6±0.25 ^{cX}	3.0±0.00 ^{deY}
	28	2.8±0.29 ^{eYZ}	3.3±0.29 ^{eXY}	3.1±0.25 ^{dX}	2.6±0.25 ^{eZ}
Genel Beğeni	0	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	4	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	7	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}	5.0±0.00 ^{aX}
	11	4.1±0.25 ^{bX}	4.3±0.29 ^{bX}	4.3±0.29 ^{bX}	4.1±0.25 ^{bX}
	14	4.0±0.00 ^{bX}	4.0±0.00 ^{bcX}	4.0±0.00 ^{bcX}	3.9±0.25 ^{bcX}
	18	3.4±0.25 ^{cY}	3.9±0.25 ^{cdX}	3.9±0.25 ^{cX}	3.8±0.29 ^{cXY}
	21	3.1±0.25 ^{dZ}	3.8±0.29 ^{cdXY}	3.9±0.25 ^{cX}	3.4±0.25 ^{dYZ}
	25	3.0±0.00 ^{dY}	3.5±0.00 ^{dX}	3.5±0.00 ^{dX}	3.0±0.00 ^{eY}
	28	2.6±0.25 ^{eY}	3.1±0.25 ^{eX}	3.2±0.29 ^{dX}	2.6±0.29 ^{fY}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-f) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır(p<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (X,Y,Z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

Uskumru köftelerinin depolama başlangıcındaki görünüm parametresi panelistlerin değerlendirmelerine göre çok beğenilmiş, depolama sonuna doğru bu değerler azalış göstermiştir (p<0.05), (Çizelge 4.11). Depolama başlangıcında tüm

gruplar için 5 olan görünüm parametresi depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla 2.8, 3.2, 3.1 ve 2.6'ya düşmüştür. Depolamanın özellikle 18., 21., 25. ve 28. günlerde tüm gruplar arasındaki fark görünüm açısından önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen gruplarının görünüm parametrelerinin depolamanın 28.gününde sırasıyla 2.8 ve 2.6'ya düşerek kabul edilebilir limitinin (3) altında kaldığı ve iki grup arasında görünüm açısından (21. gün hariç) bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kekik ve biberiye gruplarının depolama boyunca görünüm açısından benzer özellik gösterdiği ($p>0.05$), depolamanın sonunda (28. günde) ise sırasıyla 3.2 ve 3.1 değerlerine düşerek hala kabul edilebilir özelliklerini korudukları belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Uskumru köftelerinde depolama başlangıcında 5 olan renk parametresi tüm gruplarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede azalış göstermiştir ($p<0.05$). Depolama başlangıcında tüm gruplar için 5 olan renk parametresi depolama sonunda kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla 2.6, 3.2, 3.3, ve 2.5'e düşmüştür (Çizelge 4.11). Uskumru köftelerinde depolamanın 18. gününden depolama sonuna kadar gruplar arasında gözlenen renk değişimi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen grubu depolama boyunca (18 ve 21. gün hariç) renk bakımından benzerlik göstermiş ($p>0.05$) olup, depolamanın 28. gününde panelistler tarafından ret edilmiştir. Kekik ve biberiye grubu da depolama boyunca renk bakımından benzer özellik göstermiş olup ($p>0.05$) renk için kabul edilebilir limiti (3) aşmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Duyusal analiz sonuçlarında koku parametresi incelendiğinde depolama başlangıcında tüm gruplar 5 puan almış ve "çok beğendim" olarak değerlendirilmişlerdir (Çizelge 4.11). Koku parametresindeki değerlendirme puanlarının depolama süresince tüm gruplarda giderek düştüğü görülmüştür ($p<0.05$). Uskumru köftelerinde depolamanın 11. gününden depolama sonuna kadar gruplar arasındaki koku parametresi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen grubu depolama boyunca koku bakımından benzerlik göstermiş ($p>0.05$) olup, 28. günde sırasıyla 2.8 ve 2.6'ya düşmüş ve panelistler tarafından ret edilme aşamasına gelmiştir. Fesleğen kokusunun balık kokusundan daha baskın olduğu ifade edilmiştir. Kekik ve biberiye grubu ise depolama sonunda koku bakımından benzer

($p>0.05$) özellik gösterip sırası ile 3.3 ve 3.1 'e düşmüş ve kontrol ve fesleğen grubuna göre daha iyi sonuç vermiştir ($p<0.05$).

Soğukta depolanan çiğ uskumru köftelerinin depolama boyunca genel beğeni değerlerinin değişimi Çizelge 4.2.2'te verilmiştir. Uskumru köftelerinde depolama başlangıcında 5 olan genel beğeni parametresi tüm gruplarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede azalış göstermiştir ($p<0.05$). Depolama başlangıcında tüm gruplar için 5 olan genel beğeni değeri depolama sonunda (28. günde) kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarında sırasıyla 2.6, 3.1, 3.2, ve 2.6'ya düşmüştür (Çizelge 4.11). Uskumru köftelerinde depolamanın 18. gününden depolama sonuna kadar gruplar arasındaki genel beğeni puanları farkı önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve fesleğen grubunun genel beğeni olarak depolama boyunca benzer özellik gösterdiği ($p>0.05$), 25.güne kadar tüketilebilirliğini koruduğu ve 25.günden sonra uskumru köftelerinde istenmeyen renk, koku ve görünümün oluşmaya başladığı panelistler tarafından tespit edilmiş ve depolamanın 28. gününde ret edilmiştir. Kekik ve biberiye grubunun ise depolamanın 28. gününde genel kabul edilebilir sınırına (3) yaklaştığı fakat hala tüketilebilir özelliğini koruduğu belirlenmiştir.

Araştırmada mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığında, kekik ve biberiye gruplarının toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayımlarının kontrol grubundan önemli derecede düşük olmasıyla duyuşal skorlara paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Ekstrakt uygulanmayan kontrol grubunda 28.günde toplam canlı bakteri sayısı için belirlenen sınır değerinin aşıldığı (7.19 log kob/g) ve fesleğen grubunun ise 28. günde bu sınır değerine çok yaklaştığı (6.95 log kob/g) görülmüştür. Araştırmada, elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçlarının duyuşal değerlendirme sonuçlarını desteklediği belirlenmiştir.

Ozyurt ve ark. (2011a), biberiye ekstraktı içeren buzda depolanan sardalyanın (*Sardinella aurita*) depolama süresince kalitesindeki değişimleri incelemişlerdir. Geleneksel buzlama ile depolanan sardalya duyuşal değerlendirmeye göre depolamanın 12. gününde reddedilmiş, biberiye ekstraktı ile hazırlanmış buzda depolanan sardalya ise depolamanın 15. gününde ret edilmiştir. Duyusal değerlendirmeye göre % 0.05 ve % 0.1 biberiye ekstraktı ile hazırlanan buzda

depolama sonucunda gruplar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Biberiye ekstraktı ile hazırlanan buzda depolamanın, geleneksel buzlama ile depolamaya göre sardalyalarda raf ömrünü önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Kenar ve ark. (2010), kontrol ve muamele grupları (10g/L biberiye ve adaçayı içeren grup) olmak üzere 3 gruba ayrılan sardalya filetoalarını vakum paketleyerek 4°C’de 20 gün depolamışlardır. Duyusal verilere göre sardalya filetoalarının raf ömrü kontrol için 13 gün, adaçayı ve biberiye için 20 gün olarak bulmuşlardır. Balık köftesiyle ilgili bir çalışmada, uskumru balığından elde edilen köfteler alüminyum kutulara yerleştirilip üzeri alüminyum folyo ile kapatılmıştır. 4°C’de muhafaza edilen balık köftelerinin 10. günde bozuldukları belirlenmiştir (Gökoğlu, 1994).

Yapmış olduğumuz araştırmada, belirtilen araştırmalarda olduğu gibi ekstrakt kullanımının kontrol grubuna kıyasla daha uzun raf ömrüne sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca kullanılan ham maddenin yüksek kalitede olması ve vakum paketlenme yapılmasının da raf ömrü üzerine etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.2.2. Pişmiş Uskumru Köftelerinin Duyusal Değerlendirilmesi

Vakum paketlenerek soğukta (4±2°C) depolanan, kontrol, kekik (% 0.05), biberiye (% 0.05) ve fesleğen (% 0.05) ekstraktı ile muamele edilmiş çiğ uskumru köfteleri 28 gün boyunca depolanması süresince kızartılarak duyusal olarak değerlendirilmesi için panelistlere sunulmuştur. Pişmiş uskumru köftelerinin duyusal kalitelerindeki değişimleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Pişmiş uskumru köftelerinin depolama başlangıcındaki renk parametresi panelistlerin değerlendirmelerine göre 9 puan olarak “çok iyi” bulunmuş ve depolama sonuna doğru bu değerler azalış göstermiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.12). Depolama sonunda ise kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının renk değerleri sırası ile 5.75, 6.08, 6.00 ve 5.67 puan olarak “biraz iyi” olarak değerlendirilmiştir. Uskumru köftelerinin 28 gün depolanması süresince renk bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediği gözlenmiştir ($p>0.05$).

Pişmiş uskumru köfterinde koku ve lezzet puanları depolama süresince düşüş göstermiştir ($p<0.05$). Balık köftelerine ilave edilen kekik, biberiye ve fesleğen

ekstraktları balık köftelerine lezzet veren hoş bir tad ve aroma kazandırmıştır. Ancak koku ve lezzet bakımından kekik ve biberiye grubu fesleğen grubuna kıyasla panelistler tarafından en çok tercih edilen gruplar olmuştur. Depolamanın 7. gününden depolama sonuna kadar koku parametresi (11. gün hariç) bakımından ve lezzet açısından gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Uskumru köftelerinde % 0.05 konsantrasyonuna sahip fesleğen ekstraktının aynı konsantrasyona sahip kekik ve biberiye ekstraktına kıyasla köftelere daha yoğun bir koku ve tat verdiği ve depolama sonunda ise istenmeyen acımsı bir tada sahip olduğu belirlenmiştir. Fesleğen grubu 28. günde koku ve lezzet bakımından sırasıyla 4.50 ve 4.50 puan alarak kabul edilebilir limitin altında kaldığı belirlenmiştir. Tat ve aroma puanlarındaki bu düşüş depolama sırasında lipit oksidasyonu sonucu açığa çıkan ve ürünlerin lezzetini olumsuz yönde etkileyen aldehit ve keton gibi bileşiklerden kaynaklandığı çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Khayat ve Schwall, 1983; Wu ve Brewer, 1994; Montel ve ark., 1998, Flores ve ark., 2004).

Çizelge 4.12. Soğukta Depolanan Uskumru Köftelerinin Pişmiş Olarak Duyusal Kalite Değişimleri

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	Genel Beğeni
0	Kontrol	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}
	Kekik	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}
	Biberiye	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}
	Fesleğen	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}	9.00±0.00 ^{ax}
4	Kontrol	8.33±0.82 ^{bX}	8.17±0.75 ^{bX}	8.33±0.82 ^{bX}	8.33±0.82 ^{bX}	8.33±0.82 ^{bX}
	Kekik	8.67±0.52 ^{abX}	8.50±0.55 ^{abX}	8.50±0.84 ^{abX}	8.50±0.55 ^{abX}	8.50±0.55 ^{abX}
	Biberiye	8.67±0.52 ^{abX}	8.67±0.52 ^{abX}	8.50±0.55 ^{abX}	8.67±0.52 ^{abX}	8.67±0.52 ^{abX}
	Fesleğen	8.50±0.55 ^{abX}	8.50±0.84 ^{ax}	8.00±0.89 ^{bX}	8.67±0.52 ^{ax}	8.50±0.55 ^{ax}
7	Kontrol	8.17±0.41 ^{bcX}	8.00±0.63 ^{bXY}	7.83±0.41 ^{bX}	7.67±0.52 ^{cX}	7.83±0.41 ^{bcXY}
	Kekik	8.17±0.75 ^{bcX}	8.33±0.82 ^{abXY}	8.17±0.41 ^{bcX}	8.33±0.52 ^{bcX}	8.17±0.75 ^{bXY}
	Biberiye	8.33±0.52 ^{bcX}	8.58±0.49 ^{abX}	8.33±0.82 ^{abX}	8.17±0.75 ^{bcX}	8.33±0.52 ^{bcX}
	Fesleğen	8.17±0.41 ^{bcX}	7.50±0.84 ^{bcY}	6.67±0.82 ^{cY}	7.83±0.41 ^{bX}	7.50±0.84 ^{bY}
11	Kontrol	8.00±0.63 ^{bcX}	7.83±0.75 ^{bX}	7.25±0.42 ^{cY}	7.50±0.84 ^{cdX}	7.33±0.52 ^{cdY}
	Kekik	8.00±0.00 ^{cdX}	8.17±0.41 ^{bX}	8.00±0.00 ^{bcdX}	8.00±0.63 ^{bcdX}	8.08±0.20 ^{bX}
	Biberiye	8.17±0.41 ^{bcX}	8.17±0.41 ^{bX}	8.08±0.20 ^{bcX}	8.08±0.66 ^{bcdX}	8.17±0.41 ^{bcX}
	Fesleğen	7.83±0.75 ^{cdX}	7.67±0.52 ^{bX}	6.50±0.55 ^{cZ}	7.75±0.42 ^{bcX}	7.17±0.75 ^{bcY}
14	Kontrol	7.67±0.52 ^{cdX}	7.67±0.52 ^{bX}	7.17±0.41 ^{cY}	7.33±0.52 ^{cdY}	7.17±0.41 ^{dY}
	Kekik	7.92±0.20 ^{cdX}	8.00±0.00 ^{bX}	7.83±0.41 ^{cdeX}	7.83±0.41 ^{cdXY}	8.00±0.00 ^{bcX}
	Biberiye	7.83±0.41 ^{cdX}	8.00±0.63 ^{bX}	7.83±0.75 ^{bcdX}	8.00±0.00 ^{cdX}	7.92±0.20 ^{cdX}
	Fesleğen	7.67±0.52 ^{cdX}	6.83±0.75 ^{cdY}	6.17±0.41 ^{cdZ}	7.33±0.52 ^{cdY}	7.00±0.63 ^{bcY}
18	Kontrol	7.33±0.52 ^{deX}	6.83±0.41 ^{cXY}	6.67±0.52 ^{cdY}	7.25±0.42 ^{cdX}	7.08±0.20 ^{dXY}
	Kekik	7.42±0.49 ^{deX}	7.17±0.98 ^{cX}	7.50±0.55 ^{deX}	7.50±0.55 ^{deX}	7.50±0.55 ^{cdX}
	Biberiye	7.50±0.55 ^{dX}	7.33±0.52 ^{cX}	7.50±0.55 ^{cdX}	7.50±0.55 ^{deX}	7.50±0.55 ^{deX}
	Fesleğen	7.33±0.52 ^{deX}	6.33±0.52 ^{dY}	5.67±0.41 ^{deZ}	7.17±0.26 ^{deX}	6.92±0.20 ^{bcY}
21	Kontrol	7.00±0.00 ^{eX}	6.67±0.52 ^{cXY}	6.33±0.52 ^{dY}	7.00±0.00 ^{dXY}	6.42±0.49 ^{eZ}
	Kekik	7.25±0.42 ^{eX}	7.08±0.20 ^{cX}	7.25±0.42 ^{eX}	7.25±0.27 ^{eX}	7.25±0.27 ^{dXY}
	Biberiye	7.33±0.52 ^{dX}	7.25±0.88 ^{cX}	7.33±0.52 ^{deX}	7.33±0.52 ^{eX}	7.33±0.52 ^{eX}
	Fesleğen	7.00±0.00 ^{eX}	6.17±0.41 ^{dY}	5.33±0.52 ^{eZ}	6.83±0.26 ^{eY}	6.75±0.42 ^{cYZ}
25	Kontrol	6.00±0.00 ^{fX}	5.67±0.52 ^{dY}	5.33±0.52 ^{eY}	6.00±0.00 ^{eZ}	5.33±0.52 ^{fY}
	Kekik	6.25±0.42 ^{fX}	6.58±0.49 ^{cdX}	6.25±0.42 ^{fX}	6.58±0.49 ^{fY}	6.67±0.52 ^{eX}
	Biberiye	6.33±0.52 ^{eX}	7.00±0.00 ^{cX}	6.67±0.52 ^{efX}	7.00±0.00 ^{eX}	7.00±0.00 ^{eX}
	Fesleğen	6.17±0.41 ^{fX}	5.33±0.52 ^{eY}	5.25±0.42 ^{eY}	6.08±0.20 ^{fZ}	5.42±0.49 ^{dY}
28	Kontrol	5.75±0.42 ^{fX}	4.67±0.52 ^{eY}	4.33±0.52 ^{fY}	5.83±0.41 ^{eXY}	4.83±0.41 ^{fY}
	Kekik	6.08±0.80 ^{fX}	6.17±0.68 ^{dX}	6.17±0.75 ^{fX}	6.33±0.52 ^{fX}	6.25±0.61 ^{eX}
	Biberiye	6.00±0.89 ^{eX}	6.17±0.75 ^{dX}	6.17±0.75 ^{fX}	6.17±0.75 ^{fXY}	6.17±0.75 ^{fX}
	Fesleğen	5.67±0.52 ^{fX}	4.50±0.55 ^{fY}	4.50±0.55 ^{fY}	5.58±0.49 ^{gY}	4.92±0.20 ^{dY}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-g) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı sütunda farklı harflerle (X,Y,Z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

Uskumru köftelerinin tüm gruplarda depolama başlangıcında 9 olan genel kabul edilebilirlik değerinin depolama sonunda (28. günde) kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla 4.83, 6.25, 6.17 ve 4.92 olduğu tespit edilmiştir. Kekik ve biberiye gruplarının “biraz iyi” kalitesini koruduğu, kontrol ve fesleğen gruplarının ise genel kabul edilebilirlik sınırının (5) altında kaldığı ve “tüketilebilir”

özelliklerini kaybettiği belirlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından depolamanın 7. gününden depolama sonuna kadar, doku yapısı bakımından ise depolamanın 14., 21., 25. ve 28. günlerinde tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.12).

Balık köftesiyle ilgili bir çalışmada uskumrudan (*Scomber scombrus*) elde edilen köfteler 4°C’de muhafaza edilmiş ve 10. günde bozuldukları belirlenmiştir (Gökoğlu, 1994). Akkuş ve ark. (2004), çiğ ve haşlanmış hamsiden (*Engraulis encrasicolus*) yapılmış balık köftelerinin soğuk depolama koşullarındaki ($+4 \pm 1^\circ\text{C}$) raf ömrünü 9 gün olarak belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise 4°C’de pişirme işlemi uygulanmadan, plastik ambalajlara konularak strech film ile ambalajlanan hamsi köftelerinin raf ömrü 6 gün olarak bildirilmiştir (Yerlikaya ve ark., 2005). Çapkın (2008), 4°C’de aliminyum folyo ile paketlenmiş kadife balığı köftelerinin 7. güne kadar iyi kalite özelliklerini koruduğu 10. günden sonra bozulmuş nitelik kazandığını tespit etmiştir. Boran ve Köse (2007), mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) balığı kıymalarından üç farklı şekilde elde edilen balık köftelerini kızartılmış olarak 4°C’de 15 gün depolamışlardır. Duyusal analiz sonucuna göre sade balık kıymasından elde edilen balık köftelerinin en kısa raf ömrüne sahip olduğunu (9 gün), ön pişirme işlemi uygulandıktan sonra elde edilen balık köftelerinin ise en uzun raf ömrüne (11 gün) sahip olduğunu belirtmişlerdir. Kaba ve ark. (2013), dumanlanmış palamut balığından elde edilen balık köftesinin $+4^\circ\text{C}$ ’de raf ömrünün 9 gün olduğunu tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise bıyıklı balıktan (*Barbus esocinus*, Heckel, 1843) kroket örnekleri hazırlanmış ve buzdolabında 21 günlük raf ömrünün olduğu tespit edilmiştir (İnanlı ve ark., 2006).

Balık köftelerinde, çeşitli katkı maddelerinin kullanımına yönelik çalışmalarda bulunmaktadır. Bir çalışmada balık köfte örneklerine ilave edilen sodyum laktatın köfte örneklerinin raf ömrünü arttırdığı tespit edilmiştir (Öksüztepe ve ark., 2010). Uskumru (*Scomber scombrus* L., 1758) burgerleri ile yapılan bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (Grup A: %0.4 ve Grup B: %0.8) biberiye ekstraktı kullanılarak uskumru burgerleri elde edilmiş ve vakum paketlenerek 4°C’de depolanmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre Grup A panelistler tarafından 15. güne kadar tercih edilirken, kontrol ve Grup B’nin 13. güne kadar tercih edildiği

tespit edilmiştir. Grup B' nin Grup A' ya kıyasla daha kısa raf ömrüne sahip olmasının nedenin daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılan biberiye ekstraktı ve buna bağlı olarak tatta meydana gelen acılaşımdan kaynaklandığı belirtilmiştir (Uçak ve ark ., 2011).

Erol (2013), aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) balığından yapılan köftelerin duyusal özellikleri üzerine thymol ve sodyum laktat'ın tek başlarına ve kombine halde kullanımlarının etkilerini araştırmıştır. Buzdolabı şartlarında ($4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de) muhafazaya alınan örneklerde içerisinde thymol ve sodyum laktat bulunmayan kontrol grubu balık köftelerinin raf ömrünün en fazla 6 gün olduğunu, %1 oranında sodyum laktat ilavesinin ise balık köftelerindeki mikrobiyal faaliyeti yavaşlattığı ve bu sayede raf ömrünü 10 güne kadar uzattığını tespit etmiştir. Corbo ve ark. (2009) timol, limon ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktıyla muamele ettikleri balık burgerleri 5°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. Kenar ve ark.(2010), buzdolabı koşullarında (4°C 'de) vakum pakette depolanan sardalya filetoalarını duyusal açıdan pişmiş olarak değerlendirdiği çalışmasında kontrol grubunun 13. günde, biberiye ve adaçayı muameleli grupların ise 20. günde reddedildiğini belirtmiştir.

Metin ve ark., (2002), alabalık burgerlerini 28 gün boyunca soğukta depolayarak duyusal kalitesini değerlendirmişlerdir. Duyusal analiz sonuçlarına göre depolamanın 21. gününden sonra burgerlerin tazeliğini kaybettiğini bulmuşlardır. Taşkaya ve ark (2003), araştırmalarında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün depolanan taze ve dondurulmuş-çözdürülmüş alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarından hazırladıkları burgerlerin 9 günden önce tüketilmesinin uygun olacağı sonucuna varmışlardır.

Araştırmamızda kontrol ve fesleğen grubunun raf ömrünün 25 gün olduğu, kekik ve biberiye gruplarının ise 28. gün itibarıyla tüketilebilir özelliğini koruduğu gözlenmiştir. Araştırmamızdaki raf ömrünün diğer çalışmalardaki raf ömrüne göre daha uzun olduğu belirlenmiştir. Raf ömrü üzerine; depolama sıcaklığının uygun olması, kullanılan balık türü ve ham maddenin yüksek kalitede olması, köfte yapım

aşamasında olası kontaminasyonlar, kullanılan baharatların mikrobiyolojik yükü, yapılan ön pişirme işlemleri, farklı paketleme uygulamaları, kullanılan katkı maddeleri ve ekstraktlar gibi nedenlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. Kimyasal Analizler

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

Soğukta depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama süresince toplam uçucu bazik azot (TVB-N, mg/100g) miktarlarında zamana bağlı olarak meydana gelen değişimler Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Soğukta (4±2°C) Depolanan% 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama Süresi (Gün)	TVB-N (mg /100 g)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	16.52±0.42 ^{eX}	16.52±0.42 ^{eX}	16.52±0.42 ^{eX}	16.52±0.42 ^{dX}
4	21.16±0.42 ^{cX}	19.10±1.05 ^{cdY}	19.97±1.13 ^{aXY}	20.46±0.81 ^{bcXY}
7	19.11±1.74 ^{dXY}	19.26±0.38 ^{cdXY}	18.17±0.06 ^b	20.25±0.70 ^{cX}
11	20.46±0.33 ^{cdX}	19.43±1.37 ^{cdX}	20.01±0.78 ^{aX}	20.66±0.41 ^{bcX}
14	20.25±0.48 ^{cdXY}	20.77±1.12 ^{bcX}	19.37±0.32 ^{abY}	20.67±0.17 ^{bcX}
18	25.57±0.86 ^{aX}	22.77±1.56 ^{aY}	16.98±0.38 ^{deZ}	25.15±0.04 ^{aX}
21	25.28±1.48 ^{aX}	21.63±1.17 ^{abY}	17.66±0.77 ^{cdeZ}	25.34±0.98 ^{aX}
25	19.96±0.33 ^{cdX}	18.08±0.04 ^{deY}	18.33±1.07 ^{bcY}	20.01±0.83 ^{cX}
28	23.28±1.06 ^{bX}	18.92±0.15 ^{dZ}	18.08±0.05 ^{cdZ}	21.64±0.78 ^{bY}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-e) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (X,Y,Z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Araştırmamızda, soğukta depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama başlangıcında 16.52 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değerinin tüm gruplarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede artış gösterdiği belirlenmiştir (p<0.05). Depolama sonundaki TVB-N değerleri

kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla 23.28 mg/100g, 18.92 mg/100g, 18.08 mg/100g ve 21.64 mg/100g'a ulaşmıştır.

TVB-N değerleri, kontrol ve bitki ekstraktlı gruplarda depolama süresince dalgalanmalar göstermiştir. TVB-N değerinin, su ürünlerinde depolama süresine paralel olarak artış gösterdiği (Rehbein ve Oehlenschlaeger, 1982) fakat farklı balık türleriyle yapılan çalışmalarda, TVB-N değerinin balık türüne bağlı olarak da değişebileceği belirtilmektedir (Ludorf ve Meyer, 1973; Rehbein ve Oehlenschlaeger, 1982). Depolama boyunca kekik ve biberiye gruplarının kontrol ve fesleğen grubuna göre daha düşük TVB-N değerine sahip oldukları tespit edilmiştir ($p<0.05$). TVB-N değerleri açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. ve 11. gün hariç) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

TVB-N değeri su ürünlerinin kimyasal kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Bu değer artışı bakterilerin ve endojen enzimlerin aktiviteleriyle ilişkilendirilmektedir (Ruiz-Capillas ve ark., 2005). Su ürünlerinin TVB-N değerleri göz önüne alarak yapılan tazelik sınıflandırmasında 25 mg/100g'a kadar "yüksek kalite", 30 mg/100 g'a kadar "iyi kalite", 35 g/100 g'a kadar "kabul edilebilirlik sınırı" ve 35 mg/100 g ve üzeri "bozulmuş" olarak değerlendirilmektedir (Lang, 1983). Bu çalışmamızda TVB-N değerleri hem kontrol hem de bitki ekstraktlı gruplarda kabul edilebilirlik seviyesinin oldukça altında kalmış ve ürünlerin iyi kalitede olduğu gözlenmiştir.

Araştırmamızda, kontrol ve fesleğen grubunun duyusal ve mikrobiyolojik analiz sonucu olarak 28.günde ret edilmesine rağmen TVB-N değerlerinin tüketim sınırlarının oldukça altında olduğu ve dalgalanmalar gösterdiği gözlenmiştir.

Uçak ve ark (2011), biberiye ilaveli uskumru burgerlerinin 4°C'de 15 gün depolaması boyunca dalgalanmalar gösterdiğini ve depolama sonundaki TVB-N değerlerinin kabul edilebilirlik sınırının çok altında (16,96-19,53 mg/100g) kaldığını tespit etmişlerdir. Metin ve ark. (2002), tarafından yapılan çalışmada 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 artış gösterdiği belirtilmiştir. Can (2012), aynalı sazan balığından (*Cyprinus carpio L., 1758*) elde

edilen kıymaya % 0.5 (Grup A) ve %1 (Grup B) oranlarında eugenol ilave edilerek elde edilen balık köftelerinin, 4°C’de 21 gün depolanması süresince TVB-N değerinin tüketilebilirlik sınır değerinin oldukça altında olduğunu tespit etmiştir. Grup A’nın TVB-N değerinin 8.4-19.6 mg/100g arasında ve Grup B’nin ise 8.7-20.6mg/100g arasında olduğunu belirtmiştir. Araştırma sonuçlarımız, belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Özpolat ve Çoban (2012), 4±2 °C’de 20 gün muhafaza edilen karabalık ve sarıbalıktan yapılan köftelerin üretildikleri ilk gün TVB-N değerlerini sırasıyla 5.88 mg/100g ve 8.47 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte bütün gruplarda TVB-N değerinde artış saptanmış ve her iki türden yapılan köftelerin muhafaza süresince tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığı belirlenmiştir. Bilgin ve ark. (2005), sudak ve kadife balığından dumanlama yöntemine göre dumanlandıktan sonra elde edilen balık ezmelerin buzdolabı koşullarında 35 gün depolanması sonucunda her iki ürünün de TVB-N değeri açısından tüketilebilirlik özelliğini koruduğunu saptamışlardır. Depolama boyunca kadife balığı ezmesinin TVB-N değeri 13.30 - 19.25 (mg/100g) arasında, sudak balığı ezmesinin TVB-N değerinin ise 11.69 – 18.20 (mg/100g) arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Öksüztepe ve ark. (2010), araştırmalarında % 0.5 (A), %1 (B) ve %2 (C) oranında sodyum laktat ilave edilerek hazırlanmış taze gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.) köftelerini 4±1°C’de 16 gün muhafaza etmişlerdir. TVB-N miktarları kontrol grubunda muhafazanın 8. gününde 22.56 mg/100 g, A grubunda 10. günde 23.65 mg/100 g, B grubunda 12. günde 23.11 mg/100 g ve C grubunda ise 16. günde 26.75 mg/100 g olarak saptamışlardır. Erol (2013), aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) balığından yapılan köftelerin buzdolabında (4±1°C) muhafazası boyunca bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine thymol ve sodyum laktat’ın tek başlarına ve kombine halde kullanımlarının etkilerini araştırdığı çalışmada hiçbir grubun TVB-N değerinin 25 mg/100 g miktarını aşmadığını belirtmiştir.

Kenar (2009), biberiye ve adaçayı ekstraktı ile muamele edilip vakum paketlenerek, buzdolabında depolanan sardalya filetolarının TVB-N değerlerini

kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeyde bulmuştur. Depolamanın kontrol grubu için 10. gününde, adaçayı için ise 20. gününde TVB-N değerinin 30 mg/100 g'ın üzerinde olduğunu, biberiyenin ise depolamanın 20. gününde 29.26 mg/100 g'a ulaştığını bildirmiştir. Pezeshk ve ark. (2011), zerdeçal ekstraktı ve/veya arpacık soğanı ekstraktı uygulanan vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının TVB-N değerinin depolama başlangıcında 12.60 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir. Depolamanın 15. gününden sonra ekstrakt uygulanan alabalıkların kontrole kıyasla (38 mg/100g) daha düşük TVB-N değerine sahip olduğu gözlenmiştir (zerdeçal, arpacık soğanı ve kombinasyonları için TVB-N değeri sırasıyla 24.66, 25.2 ve 25 mg/100 g).

Bu çalışmamızda kontrol ve bitki ekstraktlı uskumru köftelerinin TVB-N içeriğinin; hammadde kalitesine, balık türüne, köfte yapımında kullanılan farklı katkı maddelerinin ilavesine, kullanılan ekstraktların miktarına, yapılan ön pişirme, haşlama işlemine, elde edilen ürünün paketlenme şekli ve depolama koşullarına göre değişebileceği düşünülmüştür. Ayrıca çalışmamızdaki TVB-N değerinin düşük olmasının, köfte yapımından önce balıklara uygulanan ön haşlama işlemi ile mikrobiyal yükün azalmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

4.2.3.2. Peroksit Sayısındaki (PV) Değişimler

Soğukta depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinde depolama süresince meydana gelen peroksit sayısındaki değişimler Çizelge 4.14'te verilmiştir.

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).

Çizelge 4.14. Soğukta (4±2°C) Depolanan% 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Peroksit Değerlerindeki (meq O₂/kg) Değişimi

Depolama Süresi (Gün)	PV (meq O ₂ /kg)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	4.34±0.07 ^{cdX}	4.34±0.07 ^{bX}	4.34±0.07 ^{bcX}	4.34±0.07 ^{bX}
4	3.51±0.21 ^{eX}	3.45±0.01 ^{cX}	3.23±0.21 ^{dX}	3.20±0.44 ^{dX}
7	4.20±0.31 ^{dX}	3.68±0.88 ^{bcX}	3.84±0.19 ^{cX}	3.79±0.52 ^{cX}
11	4.77±0.19 ^{bcX}	3.71±0.32 ^{bcY}	3.06±0.14 ^{dZ}	3.65±0.31 ^{cdY}
14	5.88±0.29 ^{aX}	3.85±0.19 ^{bcY}	3.87±0.58 ^{cY}	3.77±0.02 ^{cY}
18	5.65±0.14 ^{aX}	5.47±0.38 ^{cXY}	5.19±0.17 ^{aY}	5.06±5.06 ^{aY}
21	4.63±0.04 ^{bcdX}	4.02±0.20 ^{bcY}	4.77±0.10 ^{abX}	4.57±0.09 ^{bX}
25	4.92±0.29 ^{bX}	4.32±0.30 ^{bY}	4.44±0.14 ^{bcXY}	4.28±0.23 ^{bY}
28	5.60±0.44 ^{aX}	4.35±0.07 ^{bZ}	4.38±0.59 ^{abYZ}	5.34±0.21 ^{aXY}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-d) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (X,Y,Z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Araştırmamızda peroksit değeri depolama başlangıcında uskumru köftelerinde 4.34±0.07miliekivalent oksijen/kg (meq O₂/kg) olarak ölçülmüştür. Depolama boyunca tüm grupların peroksit değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasında peroksit değerleri depolama süresince önemli derecede (p<0.05) istatistiksel farklılıklar göstermiştir (0.gün, 4. ve 7. gün hariç).

Çok taze materyalde peroksit sayısı 3 meq O₂/kg'dan az iken taze materyalde peroksit sayısı 3-10 meq O₂/kg'dır. Genelde üründe acılaşma 10-20 meq O₂/kg peroksit değerinde gözlenir (Bonnell, 1994). Yağlı balık türlerinin raf ömrü lipidlerin oksidasyonuna bağlıdır. Çok iyi bir materyalde 2 mmol O₂ /kg yağda (= 4meqO₂/kg) ' dan daha düşük olması gerektiği bildirilen peroksit sayısının, iyi bir materyalde 5 mmol O₂/kg yağda (=10meqO₂/kg) ten fazla olmaması gerektiği; tüketilebilirlik sınır değerinin ise 10 mmol O₂ /kg (=20meqO₂/kg) olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark.,1993; Özoğul 2006).

Depolamanın 14. gününde kontrol (5.88 meq O₂/kg) grubunun, 18. gününde ise kekik (5.47 meq O₂/kg), biberiye (5.19 meq O₂/kg) ve fesleğen (5.06 meq O₂/kg) grubunun çok taze iyi bir materyalde olması istenen 4 meq O₂/kg'ı aştığı, fakat kekik, biberiye ve fesleğen grubunun depolamanın 18. gününden sonra tekrar düşüş

göstererek iyi kalite özelliğini koruduğu tespit edilmiştir. Bu durum, köftelere uygulanan bitki ekstraktlarının peroksit değerine etkili olduklarını açıklamaktadır. Depolama sonunda ise kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının peroksit değeri sırasıyla 5.60 ± 0.44 , 4.35 ± 0.07 , 4.38 ± 0.59 ve 5.34 ± 0.21 meq O₂/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama sonuna kadar tüm grupların tüketilebilir sınır değeri olan 20 meq O₂/kg'ı aşmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.14).

Bilen (2009), çalışmasında kontrol ve yağ uygulamalı grupların peroksit değerinde meydana gelen azalışların oksidasyonun yavaşlaması anlamına gelmediğini, bu durumun oksidasyonun artması ve peroksitlerin ileri düzeyde parçalanmasından kaynaklandığını bildirmiştir. Antioksidan özelliğe sahip yağlarla muamele edilen örneklerde de daha düşük değerde peroksit tespit edilirken bu değerlerde de yükseliş ve azalışlar olmasının ilerlemiş oksidasyondan kaynaklandığını belirtmiştir. Mattissek ve ark. (1992), ilerlemiş oksidasyonda peroksit değerinin azalma göstereceğini bildirmektedir.

Yasin ve Taleb (2007), yarı pişirilmiş kefal filetolarına farklı konsantrasyonlarda uygulanan mercanköşk ve kekik bitkilerinin antibakteriyel ve antioksidan etkilerinin inceledikleri çalışmada bütün muamele gruplarında artış gözlemlendiği en düşük etkiyi % 2.5 lik mercanköşk göstermesine karşılık en iyi etkiyi % 5 lik kekik muamele grubunun gösterdiğini bildirmişlerdir. Sarkardei ve Howell (2006), dondurulmuş istavrit balığına farklı doğal antioksidanlar ile muamele ettiği çalışmada Vitamin E + Vitamin C + Sitrik asit formülasyonu ile biberiye ekstraktı arasında peroksit değeri açısından fark görülmezken, kontrol grubu arasındaki farkın önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Uçak (2010), biberiye ekstraktı (% 0.4 (Grup A) ve % 0.8 (Grup B)) kullanarak yaptıkları uskumru (*Scomber scombrus*) burgerlerinin depolama başlangıcındaki peroksit değerlerini kontrol, Grup A ve Grup B için sırayla 4.19 meq/kg, 2.37 meq/kg ve 2.19 meq/kg olarak belirlemiş ve depolama boyunca tüm grupların peroksit değerlerinde dalgalanmalar gözlemlendiğini tespit etmiştir. En yüksek peroksit değerinin (4.87 meq/kg) kontrol grubunda görüldüğünü, biberiye muameleli grupların ise kontrol grubundan daha düşük değerlere sahip olduğunu bildirmiştir. Lipit oksidasyonunu geciktirmek amacıyla antioksidan kullanımı ve vakum

ambalajlama ile ilgili bir çalışmada gümüş salmonun -18°C deki depoda 12. aydaki peroksit değerinin kontrol grubunda 28 meqO₂/kg yağ, vakumlu kontrol grubunda 11 meqO₂/kg yağ ve BHT/BHA'lı vakumlu grupta ise 5 meqO₂/kg yağ olduğu belirtilmektedir (Yu ve ark., 1973).

Yapılan araştırmalarda belirtildiği gibi depolama sıcaklığının, antioksidan kullanımı ve vakum ambalajlama işlemlerinin peroksit oluşumunda önemli olduğu belirtilmektedir. Bizim araştırmamızda da lipit oksidasyonunu önlemek amacıyla kullanılan bitkisel ekstraktlarının miktarının ve uygulanan depolama sıcaklığının peroksit değeri üzerine etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.3.3. Tiyoarbitürik Asit Sayısı (TBA mg malonaldehit/kg)

Yağ oksidasyonunu tespit etmek için kullanılan bir indikatör olan TBA su ürünlerinde sık kullanılan bir kalite parametresidir (Manousaridis ve ark., 2005). Soğukta depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin depolama süresince değişim gösteren TBA değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Tiyoarbitürik asit değerleri (TBA mg malonaldehit/kg) Değişimi

Depolama Süresi (Gün)	TBA (mg MA/kg)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	2.18±0.08 ^{deX}	2.18±0.08 ^{bcX}	2.18±0.08 ^{bcX}	2.18±0.08 ^{cX}
4	3.37±0.22 ^{aX}	2.58±0.03 ^{aY}	2.67±0.05 ^{aY}	2.61±0.13 ^{bY}
7	3.21±0.41 ^{aX}	2.43±0.35 ^{aY}	1.85±0.04 ^{dZ}	2.74±0.11 ^{abY}
11	2.44±0.21 ^{cdY}	2.02±0.13 ^{cZ}	1.87±0.12 ^{dT}	2.76±0.04 ^{abX}
14	2.04±0.14 ^{eX}	1.61±0.10 ^{dY}	1.52±0.06 ^{eY}	1.62±0.03 ^{dY}
18	2.46±0.13 ^{cdY}	2.44±0.10 ^{aY}	2.11±0.17 ^{cZ}	3.02±0.14 ^{aX}
21	2.51±0.10 ^{bcXY}	2.39±0.09 ^{abY}	2.36±0.12 ^{bY}	2.87±0.55 ^{abX}
25	2.70±0.13 ^{bcX}	2.46±0.09 ^{aXY}	2.31±0.16 ^{bY}	2.58±0.25 ^{bXY}
28	2.78±0.15 ^{bX}	2.43±0.21 ^{aXY}	2.24±0.24 ^{bcY}	2.63±0.28 ^{bX}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-e) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (X,Y,Z,T) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Araştırmamızda tüm gruplarda başlangıçta 2.18 mg MA/kg olan TBA değerinin depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). TBA değerleri açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. gün hariç) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 4. ve 7. gününde kontrol grubunun TBA değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir ($p<0.05$) ve 11. günden itibaren azalış ve artış göstermeye devam ettiği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Fesleğin grubunun da depolama süresince dalgalanmalar gösterdiği, en yüksek TBA değerine (3.02 mg MA/kg) ise 18. günde ulaştığı ve daha sonra azalış ve artış gösterdiği görülmüştür. Depolama süresince en düşük TBA değerine sahip grup biberiye grubu olmuştur. Depolama sonunda TBA değerleri kontrol için 2.78 mg MA/kg, kekik için 2.43 mg MA/kg, biberiye ve fesleğin grupları için sırasıyla 2.24 mg MA/kg ve 2.63 mg MA/kg olarak bulunmuştur.

Lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri diğer kimyasal ürünlere yıkıldığı için depolama süresince TBA değerlerinde artış ve azalışların gözlenebileceği bildirilmiştir (Melton, 1983; Regenstien ve Regenstien, 1991). Araştırmamızda depolama boyunca TBA değerlerinde artış ve azalışlar gözlenmiştir. Benzer şekilde Bilen (2009), yapmış olduğu çalışmada depolama sırasında TBA değerindeki düşüşün nedeninin balık lipitlerindeki lipid hidroliz ürünlerinin ve yağ asitlerinin miktarının artmasına, proteinlerin ve amino asitlerin parçalanma ürünleri ile malonaldehit ve diğer aldehitlerin reaksiyona girmesi nedeniyle azalmasına bağlamaktadır (Deng ve ark., 1977; Soyer ve Sahin, 1999).

Yağların acılaşma derecesinin belirlenmesi için kullanılan tiyobarbitürik asit sayısının (Erdem ve ark., 2004), çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7–8 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Ayrıca balık etindeki TBA'nın 4 mg malonaldehit/kg'ı aştığı durumda acılaşmanın başladığı da bildirilmektedir (Tarladgis ve ark., 1960; Erdem ve ark., 2005'den).

Çalışmamızda vakumlu olarak 28 gün boyunca depolanan kontrol ve bitki ekstraktlı köfte grupların TBA değerlerinin depolama süresince iyi bir materyalde

bulunması gereken 5 mg MA/kg'ı aşmadığı ve özellikle kekik ve biberiye grubunun çok iyi materyal özelliğini koruduğu saptanmıştır.

Uçak (2010), farklı konsantrasyonlarda (% 0.4 (Grup A) ve % 0.8 (Grup B)) biberiye ekstaktı kullandığı uskumru burgerlerinin TBA değerlerinin, 4°C'de 15 gün vakum paketlenerek depolaması boyunca dalgalanma gösterdiğini bildirmiştir. Kontrol grubunun TBA değerlerinin depolama süresince hızlı bir artış göstererek ve depolamanın 15. gününde 4.80mg MA/kg ile en yüksek değere ulaştığını tespit etmiştir. Depolama sonunda ise Grup A ve Grup B'nin TBA değerlerinin sırasıyla 1.57mg MA/k ve 1.39mg MA/kg'a ulaştığını bildirmiştir. Grup B 'nin Grup A 'dan daha düşük TBA değerlerine sahip olmasının nedeninin ise kullanılan biberiye ekstraktı konsantrasyonun daha yüksek (%0.8) olmasına bağlamıştır. Taşkaya ve ark. (2003), taze ve dondurulmuş-çözündürülmüş alabalık filetolarından hazırlanan balık burgerlerin (Grup A ve Grup B) 4°C'deki 21 günlük depolama süresi boyunca TBA değeri açısından iyi kalitede olma özelliğini koruduğunu saptamışlardır. Depolama süresince Grup B'nin Grup A'ya göre daha düşük TBA değerine sahip olduğu, depolama sonunda ise Grup A ve Grup B'nin TBA değerlerinin sırasıyla 1.38 mgMA/kg ve 1.00 mgMA/kg olduğu belirtilmiştir.

Kenar (2009), biberiye ve adaçayı ekstraktı ile muamele edilip vakum paketlenerek, buzdolabında depolanan sardalya filetolarının TBA değerlerinin depolama boyunca artış azalış gösterdiğini tespit etmiştir. Depolama süresince 6.günden itibaren en düşük TBA değerleri biberiye ile muamele edilmiş gruplarda gözlenirken en yüksek değerler adaçayı ile muamele edilmiş gruplarda gözlendiğini bildirmiştir. Depolama sonunda TBA değerlerini kontrol için 0.98 mg MA/kg, biberiye ve adaçayı için sırasıyla 0.66 mg MA/kg ve 1.14 mg MA/kg olarak bulmuştur. Pezeshk ve ark. (2011) zerdeçal ekstraktı ve/veya arpacık soğanı ekstraktı uygulanan vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının soğuk depolanması süresince (4±1 °C) TBA değerinin tüm gruplar için 8 mg MA/kg'dan düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Can (2012), aynalı sazan balığından (*Cyprinus carpio L., 1758*) elde edilen kıymaya % 0.5 (Grup A) ve %1 (Grup B) oranlarında eugenol ilave edilerek elde edilen balık köftelerinin, 4°C'de 21 gün depolanması süresince TBA değerinin

tüketilebilirlik sınır değerinin oldukça altında olduğunu tespit etmiştir. Çalışmasında A ve B gruplarının depolama süresi boyunca TBA değeri 3'ten az olduğu için iyi kalitede ürün sınıfında yer aldığını ve muhafaza süresince örneklerdeki TBA değerlerinde artış gözlemlendiğini bildirmiştir. Araştırma sonuçlarımız, belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Bilgin ve ark. (2005), dumanlanmış sudak balığı ve kadife balığı ezmesinin buzdolabı koşullarında ($+4^{\circ}\text{C}\pm 1$) 35 günlük depolanması sonucunda TBA değerini sırasıyla 0.33- 0.81 (mgMA/kg) ve 0.30 – 0.74 (mgMA/kg) arasında, değişim gösterdiğini ürünün tüketilebilirlik sınırlarını aşmadığını belirlemişlerdir. Kaba ve ark. (2013), dumanlanmış palamut balığından elde edilen balık köftesinin $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması süresince TBA değerlerinin arttığını (1.32-4.2 mgMA/kg) fakat tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığını tespit etmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (2010), % 0.5 (A), %1 (B) ve %2 (C) oranında sodyum laktat ilave edilerek hazırlanmış taze gökkuşaağı alabalığı köftelerinin tüm gruplarda muhafaza süresince TBA değerlerinin 0.87-5.88 mg MA/kg değerleri arasında değişim gösterdiğini ve önerilen tüketilebilirlik sınır değerlerinden (7-8 mgMA/kg) oldukça düşük olduğunu saptamışlardır. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular söz konusu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Çapkın (2008), kadife balığı köftesinin $+4^{\circ}\text{C}\pm 1$ 'de depolanması süresince TBA değerlerinin 1,43- 8,51 (mg MA/kg) arasında değişim gösterdiğini ve depolama süresine bağlı olarak TBA değerinin artış gösterdiğini bildirmiştir. Ürünlerin çalışmanın 7. gününde bozulmaya başladığını, 10. günde ise tüketilebilirlik sınırını aştığını belirtmiştir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular, muhafaza sıcaklığı ve süresi göz önüne alındığında, bu çalışmada elde edilen değerlerden nispeten farklıdır. Bu durumun, farklı balık türlerinden ve farklı işleme şekillerinden kaynaklandığı söylenebilir.

TBA değerindeki farklılıkların balıkların türü, avlandıkları bölge, mevsim, balığın beslenme durumu gibi değişikliklerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca köfte yapımında kullanılan formülasyonların, oksidasyonu önlemek amacıyla ürünlere uygulanan antioksidan maddelerin, depolama

koşullarının, paketleme şekillerinin ve uygulanan işleme teknolojisinin de etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.3.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler

Yağ asitleri kokulu uçucu bileşiklere dönüşebildiği için serbest yağ asitlerinin varlığı lipidlerin hidrolizinden kaynaklanır (Lindsay, 1991). Balık etindeki serbest yağ asitleri içeriği depolama süresince artış gösterdiğinden dolayı serbest yağ asitleri miktarı ile balık tazelik kaybı arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir (Barassi ve ark., 1987; Özogul ve ark., 2005). Soğukta depolanan uskumru köftelerinin depolama başlangıcından 28.gün sonuna kadar değişim gösteren serbest yağ asidindeki (FFA, % oleik asit) değişimleri Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Soğukta (4±2°C) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince Serbest Yağ Asidi (FFA) Değerleri

Depolama Süresi (Gün)	FFA (% oleik asit)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	4.07±0.09 ^{IX}	4.07±0.09 ^{CX}	4.07±0.09 ^{DX}	4.07±0.09 ^{CX}
4	4.25±0.15 ^{efX}	4.11±0.03 ^{CX}	4.17±0.12 ^{cdX}	4.20±0.31 ^{CX}
7	4.43±0.13 ^{deX}	4.26±0.12 ^{CX}	4.23±0.15 ^{cdX}	4.30±0.29 ^{CX}
11	4.52±0.07 ^{DX}	4.37±0.44 ^{bcX}	4.30±0.09 ^{CX}	4.43±0.12 ^{CX}
14	5.13±0.18 ^{CX}	4.93±0.02 ^{abX}	4.86±0.20 ^{bX}	4.92±0.06 ^{bX}
18	5.32±0.23 ^{bcX}	5.03±0.12 ^{aX}	5.24±0.16 ^{aX}	5.28±0.18 ^{abX}
21	5.36±0.10 ^{abcX}	5.28±0.59 ^{aX}	5.27±0.09 ^{aX}	5.12±0.22 ^{abX}
25	5.41±0.04 ^{abX}	5.34±0.71 ^{aX}	5.33±0.09 ^{aX}	5.36±0.39 ^{abX}
28	5.60±0.17 ^{aX}	5.40±0.09 ^{aX}	5.41±0.19 ^{aX}	5.49±0.28 ^{aX}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-f) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (X) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Başlangıç serbest yağ asidi (FFA) değeri tüm gruplarda 4.07 (% oleik asit) olarak bulunmuş ve depolama süresince tüm grupların FFA değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu artışın oksidasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama sonunda FFA değerleri kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla % 5.60, % 5.40, % 5.41 ve % 5.49 olarak bulunmuştur. Depolama süresince en yüksek

FFA değeri kontrol grubunda görülmesine rağmen bitki ekstraktlı gruplar ile arasındaki fark istatistiksel açısından önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Uçak (2010), farklı konsantrasyonlarda (% 0.4 (Grup A) ve % 0.8 (Grup B)) biberiye ekstaktı kullandığı uskumru burgerlerinin FFA değerlerini depolamanın başlangıcında kontrol, Grup A ve Grup için sırayla %5.56, %4.09 ve %4.18 olarak bulmuştur. Depolama süresince FFA değerlerinin dalgalanma gösterdiğini ve depolama sonunda (15. günde) ise kontrol, Grup A ve Grup B'nin sırasıyla %6.89, %5.76 ve %5.69'a ulaştığını belirtmiştir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular muhafaza sıcaklığı ve süresi göz önüne alındığında, bu çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Araştırmamızın 14. gününde görülen değerlerin söz konusu araştırmadan daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

Kenar (2009), biberiye ve adaçayı ekstraktı ile muamele edilip vakum paketlenerek, buzdolabında 20 gün depolanan sardalya filetoalarının 13.güne kadar artış gösteren FFA değerlerinin istatistiksel açıdan benzer ($p>0.05$) özellik gösterdiğini belirtmiştir. Depolama sonunda kontrol (8.40) grubuna göre biberiye (4.77) ve adaçayı (4.76) grubunun daha düşük serbest yağ asiti düzeyine sahip olduğunu saptamıştır. Quitral ve ark. (2009), bitki ekstraktlı buz ile soğukta depolanan uskumrudaki FFA değerinin bütün uygulama gruplarında artış gösterdiğini ancak bitki ekstraktlı buz ile muamele edilmiş grubun FFA değerleri açısından kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Özyurt ve ark. (2011), farklı konsantrasyonda (% 0.05 ve % 0.1) biberiye ekstraktlı buz ile soğukta depolanan sardalyaların FFA değerlerinin depolama süresince arttığını, farklı konsantrasyona sahip biberiye ekstraktlı sardalyaların FFA değerlerinde ise 15. güne kadar istatistiksel olarak bir fark görülmediğini ($p>0.05$) belirtmiştir. Ashton et al. (2002), antioksidanların FFA oluşumunu önleyemeyebileceğini rapor etmiştir. Benzer şekilde Özyurt ve ark. (2010b), farklı metotlarla pişirilmiş biberiye ekstraktlı çipuraların dondurucuda depolanması süresince, FFA değerleri üzerine kullanılan biberiye ekstraktının etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Araştırmamızda da yapılan çalışmalara benzer olarak serbest yağ asitlerinin depolama boyunca arttığı ve köftelere katılan bitki ekstraktlı grupların FFA değerinin

kontrol grubuna göre daha düşük olduğu, fakat istatistiksel olarak fark görülmediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

4.2.3.5. pH Değerlerindeki Değişimler

Soğukta depolanan uskumru köftelerinin depolama süresince değişim gösteren pH değerlerindeki değişimler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Soğukta ($4\pm2^\circ\text{C}$) Depolanan % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli ve İlavesiz Uskumru Köftelerinin Depolama Süresince pH Değeri Değişimleri

Depolama Süresi (Gün)	pH değerleri			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	6.22±0.08 ^{eA}	6.22±0.08 ^{dA}	6.22±0.08 ^{dA}	6.22±0.08 ^{fA}
4	6.39±0.02 ^{bcC}	6.47±0.01 ^{bA}	6.45±0.01 ^{bAB}	6.44±0.01 ^{abB}
7	6.19±0.01 ^{eC}	6.53±0.02 ^{aA}	6.44±0.09 ^{bB}	6.47±0.02 ^{aB}
11	6.31±0.05 ^{cdC}	6.40±0.03 ^{cB}	6.46±0.01 ^{bA}	6.44±0.01 ^{abAB}
14	6.29±0.03 ^{dB}	6.38±0.01 ^{cA}	6.41±0.01 ^{bA}	6.38±0.02 ^{cdA}
18	6.44±0.03 ^{abA}	6.42±0.01 ^{bcA}	6.42±0.01 ^{bA}	6.42±0.02 ^{abcA}
21	6.48±0.06 ^{aA}	6.40±0.01 ^{cB}	6.30±0.06 ^{cC}	6.36±0.02 ^{deBC}
25	6.30±0.09 ^{cdB}	6.42±0.02 ^{cA}	6.43±0.01 ^{bA}	6.40±0.01 ^{bcdAB}
28	6.42±0.00 ^{abB}	5.57±0.04 ^{eD}	6.54±0.02 ^{aA}	6.32±0.05 ^{dC}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-g) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ($P<0.05$).

Aynı satırda farklı harflerle (A,B,C) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ($P<0.05$).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=4.

Uskumru köftelerinin başlangıç pH değeri 6.22 ± 0.08 olarak ölçülürken, tüm grupların pH değeri depolama boyunca artış ve azalış göstermiştir ($p<0.05$). Depolama boyunca kontrol ve bitki ekstraktlı grupların pH değeri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 7. gününde kekik (6.53 ± 0.02), 28. gününde ise biberiye (6.54 ± 0.02) grubunun pH’sı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Depolama sonunda ise kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen gruplarının pH değerleri sırasıyla 6.42 ± 0.00 , 5.57 ± 0.04 , 6.54 ± 0.02 ve 6.32 ± 0.05 olarak belirlenmiştir.

Varlık ve ark. (1993)’a göre taze balık etinde pH değeri 6.0 ile 6.5 arasındadır, bu değer ölüm sertliğinde daha düşüktür ve depolama sırasında süreye bağlı olarak pH değeri yavaş yavaş yükselmektedir. Tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-

7.0'dır. Tokur ve ark. (2006b)'a göre balıkların türüne, yaşına, cinsiyetine beslenme durumuna ve avlanma sezonuna bağlı olarak laktik asit seviyelerine göre rigor-mortis ve post mortem dönemlerde pH değeri 6.2 ile 6.9 arasında değişmektedir. Araştırmamızda hiçbir grubun pH değerinin tüketilebilirlik sınır değeri olan 6.8-7.0 değerini geçmediği, depolama süresince görülen en yüksek pH değerlerinin ise 6.54-6.53 olduğu tespit edilmiştir.

Bilgin ve ark. (2005), dumanlanmış sudak balığı ezmesinin 35 günlük depolanması sonucunda pH değerinin 5.96 - 6.27 arasında; dumanlanmış kadife balığı ezmesinin pH değerinin ise 6,17 - 6,42 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Can (2012), aynalı sazan balığından (*Cyprinus carpio* L., 1758) elde edilen kıymaya % 0.5 (Grup A) ve %1 (Grup B) oranlarında eugenol ilave edilerek elde edilen balık köftelerinin, 4°C'de 21 gün depolanması boyunca pH değerlerinin tüketilebilirlik sınır değerlerin (6.8–7) altında olduğunu belirtmiştir. 10 günlük depolama süresince haşlanmış uskumru balığından elde edilen balık köftelerinin 4°C ± 1 'de pH değerlerinin 6.16'dan 6.37'ye yükseldiği bildirilmiştir (Gökoğlu,1994). Araştırmamızda bulunan pH değerlerinin söz konusu araştırmacıların elde ettiği değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Baygar ve ark.(2008), yaptıkları araştırmada, modifiye atmosfer ile paketlenmiş çiğ alabalık köfterinde görülen pH değerlerinin azalmasına baharatların asiditesinin ve haşlanmış ve dövülmüş buğdayın neden olduğunu belirtmişlerdir. Akkuş ve ark. (2004)'nın hamsi etinden yaptıkları köftelerde pH değerini 6.3 ile 7.7 olarak tespit etmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada farklı oranlarda sodyum laktat ilave edilerek hazırlanmış taze gökkuşağı alabalığı köftelerinin bütün gruplarındaki pH değerlerinin muhafaza sonunda 6.19-6.30 arasında seyrettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca söz konusu çalışmada depolama boyunca pH değerinin dalgalı bir seyir göstermiş olması bizim bulgularımızla da paralellik göstermiştir.

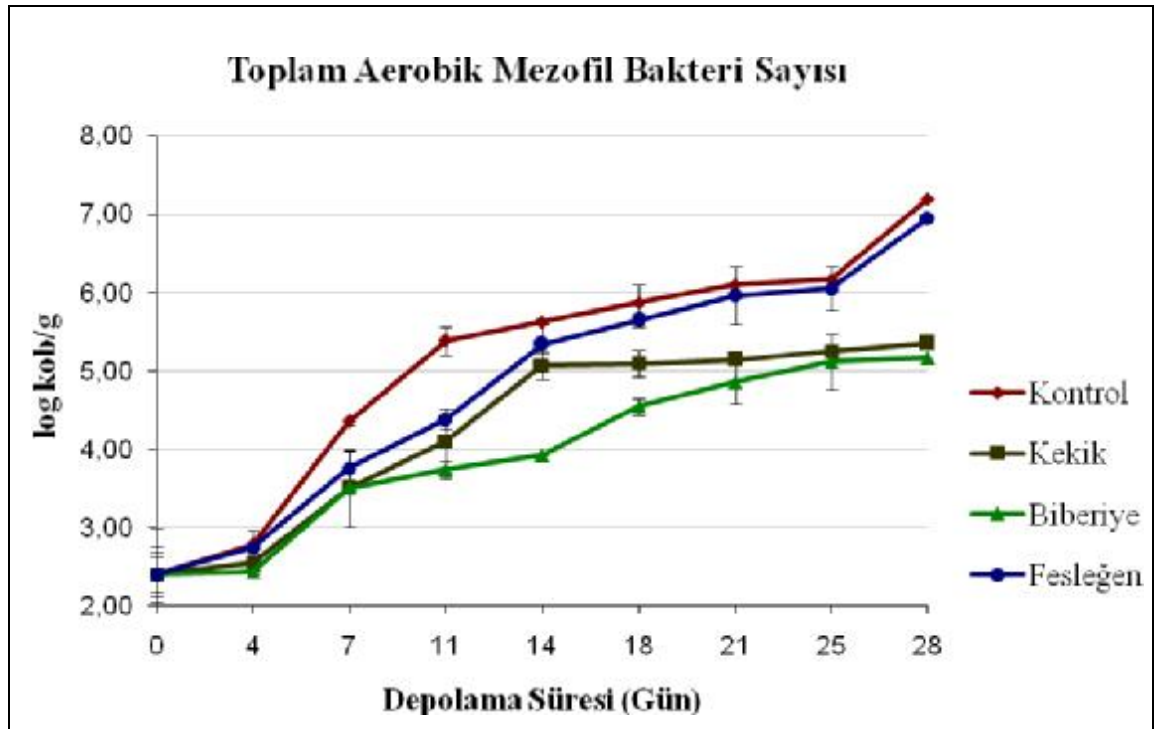
Çalışmamızda elde edilen bulgular, ilgili literatür verilerinin bazıları ile benzerlik göstermesine karşın, farklılıkların da olduğu görülmektedir. Bu durumun kullanılan balık türlerinin, köfte yapım aşamalarının, katılan katkı maddelerinin ve

muhafaza koşullarıyla paketleme tekniğinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. 4. Mikrobiyolojik Değişimler

4.2.4.1. Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (TAMB) Sayısı

Soğukta ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) köftelerinin depolanması süresince toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı Çizelge 4.18 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Uskumru Köftelerinin Soğutularak ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayımındaki Değişimleri

Çizelge 4.18. Uskumru Köftelerinin Soğutulularak (4±2°C) Depolanması Süresince Toplam Aerobik Mezofil Canlı Sayımındaki Değişimleri

Depolama Süresi (Gün)	TMBS Değişimi (logkob/g)			
	Kontrol	Kekik	Biberiye	Fesleğen
0	2.39±0.36 ^{IA}	2.39±0.36 ^{dA}	2.39±0.36 ^{bA}	2.39±0.36 ^{eA}
4	2.78±0.00 ^{eA}	2.54±0.28 ^{dA}	2.42±0.60 ^{bAB}	2.73±0.23 ^{eA}
7	4.35±0.05 ^{dA}	3.50±0.12 ^{cC}	3.50±0.03 ^{abC}	3.75±0.21 ^{dB}
11	5.38±0.18 ^{cA}	4.10±0.06 ^{bB}	3.73±0.49 ^{abB}	4.38±0.22 ^{cB}
14	5.62±0.04 ^{cA}	5.06±0.41 ^{aB}	3.91±0.11 ^{abC}	5.33±0.14 ^{bcAB}
18	5.87±0.23 ^{bcA}	5.09±0.17 ^{aB}	4.54±0.00 ^{aC}	5.65±0.26 ^{bA}
21	6.10±0.00 ^{bA}	5.14±0.17 ^{aB}	4.85±0.10 ^{aC}	5.96±0.08 ^{bA}
25	6.16±0.00 ^{bA}	5.24±0.00 ^{aB}	5.11±0.28 ^{aB}	6.05±0.36 ^{bA}
28	7.19±0.00 ^{aA}	5.35±0.06 ^{aB}	5.16±0.35 ^{aB}	6.95±0.28 ^{aA}

Aynı sütun için farklı harflerle (a-f) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05).

Aynı satırda farklı harflerle (A,B,C) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=4.

Soğukta depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) köftelerinin 0.günde TAMB sayısı 2.39 log kob/g olmuştur. Depolama süresince (0. gün ve 4. gün hariç) kontrol ve bitki ekstraktlı köfte gruplarının TAMB sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Kontrol ve fesleğen grubu TAMB sayısı bakımından depolamanın 18. gününden depolama sonuna kadar benzer özellik göstermiştir (p>0.05). Biberiye grubu ise özellikle depolamanın 14., 18. ve 21. gününde en düşük TAMB sayısına sahip olup (p<0.05), 25. ve 28. gününde kekik grubu ile benzer (p>0.05) özellik göstererek, depolama sonunda en düşük toplam canlı sayısına sahip gruplar olmuştur. Kekik ve biberiye ekstraktı katkısının bakteri gelişiminde önemli düşüslere yol açtığı görülmüştür. Depolama sonundaki TAMB sayısı kontrol, kekik, biberiye ve fesleğen grupları için sırasıyla 7.19 log kob/g, 5.35 log kob/g, 5.16 log kob/g ve 6.95 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

ICMSF'ye göre panelenmiş ve ön pişirme uygulanmış su ürünleri için maksimum toplam mezofilik aerobik bakteri değeri 7 log kob/g olarak bildirilmiştir (ICMSF, 2002). Çalışmamızda depolama süresince TAMB sayısının tüm gruplarda artış gösterdiği, kekik ve biberiye gruplarının bu sınır değerini (7 log kob/g) aşmadığı görülmüştür. Depolamanın son gününde (28. gününde) kontrol grubunun sınır limitini geçtiği, fesleğen grubunun ise sınır limitine çok yakın olduğu saptanmıştır.

Duyusal analiz değerlendirmelerine göre 28. günde ret edilen kontrol ve fesleğen grubunun toplam canlı sayımı kontrol için 7.19 log kob/g, fesleğen grubu için ise 6.95 log kob/g olmuştur. Mikrobiyolojik verilere dayalı olarak uskumru köftelerinin duyusal sonuçlarına benzer bir raf ömrüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Uçak ve ark. (2011) uskumru burgerin kontrol grubu ve biberiye ekstraktı (% 0.4 ve 0.8) uygulanan muamele grupları için depolama süresince (15 gün) toplam canlı sayımının artış gösterdiğini ve 5 log kob/g'dan düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Kontrol grubunda depolama süresince biberiye ekstraktı muameleli gruplara kıyasla yüksek düzeyde toplam canlı sayımı gözlemlendiğini ve biberiye ekstraktının mikroorganizma gelişimini kontrol etmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar muhafaza süresi göz önüne alınarak bizim çalışmamızla karşılaştırıldığında toplam canlı sayısı bakımından kekik ve fesleğen grubundan daha düşük değere sahip, fakat çalışmamızdaki biberiye grubu sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir.

Corbo ve ark. (2009) çeşitli konsantrasyonlarda doğal antioksidan (karvakrol, timol, yeşil çay ekstraktı, biberiye ekstraktı, limon ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktı) uyguladıkları ve modifiye atmosfer paketleyerek 5 °C' de depoladıkları morina balığı burgerlerinde mikrobiyal büyümenin kontrol altına alındığını, bakteriyel popülasyonun azalarak 4.8 log kob/g ve 6.5 log kob/g arasında kaldığını gözlemlemişlerdir. Pezeshk ve ark. (2011) zerdeçal ekstraktı, arpacık soğanı ekstraktı ve bunların kombinasyonu ile muamele edilen vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının 20 gün soğuk depolanması süresince (4 °C) TAMB sayısının muamele grupları için 6 log kob/g'ın altında kaldığını, kontrol grubunda ise bu değer 20 günde 7.44 log kob/g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Benzer olarak araştırmamızda bitki ekstraktı ile muameleli grupların daha düşük TAMB sayısına sahip olduğu (özellikle kekik ve biberiye grubunda) gözlenmiştir.

Taşkaya ve ark. (2003), 4 °C 'de 21 gün boyunca depoladıkları taze (Grup A) ve dondurulmuş-çözündürülmüş (Grup B) alabalık filetolarından hazırladıkları balık burgerleri depolayarak mikrobiyal değişimlerini incelemişlerdir. Taze balıkta toplam canlı sayımı >7.48 log kob/g olarak bulunurken, dondurulmuş-çözündürülmüş balıkta bu değeri 5.58 log kob/g olarak gözlemlemişlerdir. Depolamanın 0. gününde

balık burgerlerdeki mikrobiyal yükü burger formülasyonunda kullanılan malzemelerin (baharat vs.) antimikrobiyal etkisinden dolayı balık filetolarındaki değerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Grup A' daki TVC değeri depolamanın 3. gününde 6.00 log kob/g olarak belirlenmiş ve depolama boyunca artarak 8.20 log kob/g değerine ulaşmıştır. Depolamanın başında Grup B' deki TAMB değeri 4.04 log kob/g olarak tanımlanmış ve 3. günde 4.86 log kob/g olmuştur. Mikrobiyal yük depolamanın 9. gününe kadar hızlı bir şekilde artmış ve depolama sonunda neredeyse 9.00 log kob/g' a çıktığı belirtilmiştir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular söz konusu araştırmadan daha düşük TAMB sayısına sahip olmuştur. Bu durumun araştırmamızda kullandığımız bitki ekstraktlarından kaynaklandığı söylenebilir.

Can (2012), aynalı sazandan (*Cyprinus carpio* L., 1758) elde edilen kıymaya % 0.5 (Grup A) ve %1 (Grup B) oranlarında eugenol ilave edilerek elde edilen balık köftelerinin, 4°C'de 21 gün depolanması süresince incelediği mikrobiyoloji sonucuna göre, kontrol grubundaki TAMB sayısındaki artışın Grup A ve Grup B' den daha fazla olduğunu gözlemlemiştir. Buna göre sonuçlar değerlendirildiği zaman kontrol grubu örneklerinin muhafazanın 9. gününde, A grubu örneklerinin 15. gününde ve B grubu örneklerinin ise 21. gününden itibaren sınır değerini (10^6 kob/g) aştığı tespit edilmiştir. Çalışmada eugenol miktarı arttıkça TAMB sayısında, kontrol grubuna oranla azalma olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde Çetin ve Bostan'ın (2002), yapmış olduğu sodyum laktatlı köfte çalışmasında da koruyucu madde konsantrasyonu arttıkça raf ömrünün uzadığı belirtilmiştir. Öksüztepe ve ark. (2010), %2 oranında sodyum laktat ilave edilmiş balık köftelerinde TAMB sayısını depolamanın 16. gününde 8.80 log kob/g olarak bulmuşlardır. Erol (2013), %1 sodyum laktat içeren aynalı sazan balık köftelerinin muhafazanın 10. gününde 7 log kob/g seviyesini aştığını tespit etmiştir. Araştırmamızda da koruyucu katkı maddesi kullanılarak yapılan çalışmalara benzer olarak bitki ekstraktlı gruplardan kontrol grubuna göre TAMB sayısı bakımından daha iyi sonuç alındığı belirlenmiştir. Araştırmamızdaki TAMB sayısı bulgularına göre muhafaza süreleri göz önüne alındığında, kullandığımız bitki ekstraktlarının diğer koruyucu katkı maddeleri ile

yapılan çalışmalara göre toplam aerobik mezofilik bakteri yükünün azalmasında daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Kaba ve ark.(2013), dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının depolama süresince arttığını ve 10. günde 6.50 kob/g değeri ile tüketilebilirlik sınır değerini aştığını bildirmişlerdir. Bununla beraber; Kılınç (2009) hamsi köftelerde yaptığı çalışmada toplam bakteri sayısının buzdolabı koşullarında depolanmanın 8. günü tüketilebilirlik sınır değerlerini aştığını belirtmiştir. Başka bir çalışmada, çiğ ve haşlanmış hamsi balığından elde edilen köftelerin +4°C’de depolanması süresince toplam aerobik bakteri sayılarının düzenli bir şekilde artış gösterdiği ve her iki denemede de sınır değer olan 6 log kob/g değerini 9. günde aştığı tespit edilmiştir (Akkuş ve ark., 2004). Yapılan çalışmaların bizim araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre daha yüksek TAMB sayısına ve daha kısa raf ömrüne sahip olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle uygulanan köfte formülasyonların farklı olması ve ekstrakt kullanımının etkili olduğu düşünülmektedir.

Baygar ve ark., (2008) alabalıktan elde edilmiş çiğ köftelerin raf ömrünü belirlemek için yaptıkları çalışmada baharat eklemeyen önce ürünün TAMB yükünü 1 log kob/g olarak tespit ederken, baharat eklendikten sonra yapılan TAMB değerini 4-5 log kob/g olarak saptamışlardır. Balıkların baharat ilavesinden sonra TAMB yükünün önemli ölçüde arttığını ifade etmişlerdir. Bunun sebebi köfte üretiminin mikrobiyal kontaminasyona oldukça açık olması, üretimde baharat kullanılması ve ürünün kıyılarak hazırlanmasıdır (Vural ve Yeşilmen, 2003).

Yapılan çeşitli araştırmalar ile baharatın, çeşitli derecelerde bakterisit ve bakteriyostatik etkiye sahip olduklarının belirlenmesine karşın, bazen çok miktarda mikroorganizmaları içermiş oldukları da saptanmıştır (Powers ve ark.,1975). Baharatın mikroorganizmalar ile kontamine olmasının genellikle hazırlanmaları esnasında uygulanan yetersiz hijyenik koşullardan ileri geldiği ve bu durumun et ürünlerinin kalitesini bozduğu gibi, dayanma süresini de azalttığı bildirilmektedir. Bu nedenle, üretimde kullanılacak baharatın çeşitli yöntemlerle sterilize edildikten sonra kullanılması önerilmektedir (Kayaardı ve Gök, 1999).

Çalışmamız sonucunda kekik ve biberiye gruplarının her ikisinde de TAMB sayısı depolama boyunca limit değerini aşmamıştır. Kekik ve biberiye ekstraktı içeren örneklerin TAMB sayıları üretim ve depolama sırasında en düşük seviyelerde görülmüştür. Bu sonuç kekik ve biberiye ekstraktının daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Uskumru köftelerine katılan bitki ekstraktların TAMB yükünün azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, uskumru köftesinin depolama boyunca TAMB miktarının az olması ön pişirme (haşlama) işlemi ve kullanılan malzemelerin önceden sterilize edilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kekik, biberiye ve fesleğenden solvent ekstraksiyon yöntemiyle doğal antioksidanların üretilmesi ve üretilen antioksidanların dondurarak (-18°C) ve soğukta ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) vakum paketlenmiş olarak depolanan uskumru köftelerinin kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmamız 2 ayrı deneme olarak yürütülmüştür.

I. denememizde kekik, biberiye ve fesleğendenelde edilen ekstraktların dondurarak (-18°C) depolanan uskumru köftelerinin kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtildiği şekilde sırası ile verilmiştir.

1. Araştırmamızda kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktlarına ait toplam fenolik madde miktarları sırası ile 38.13 mg GAE/g, 81.85 mg GAE/g ve 21.08 mg GAE/g olarak bulunmuştur.
2. Araştırmamızda uskumru köftesinin % 17.02 protein, % 12.42 lipit, % 59.51 nem ve % 1.53 ham kül içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.
3. Araştırma sonucunda, dondurulmuş uskumru köftelerinin temel yağ asitlerinin miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vakkenikasit (C18:1n7), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), araşidonik asit (C20:4n6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekosahexaenoik asit (DHA, C22:6n3) olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda tüm grupların doymuş yağ asitlerinde ve tekli doymamış yağ asitlerinde artış görülmüşken, çoklu doymamış yağ asitlerinde düşüş tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının ve kullanılan konsantrasyonunun çoklu doymamış yağ asitlerindeki oksidasyona bağlı olarak meydana gelen kaybı önlemede etkili olduğu tespit edilmiştir.
4. Duyusal parametreler bakımından kontrol ve muamele grupları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Özellikle biberiye ve kekik ekstraktı eklenen örnekler hoş aroması ve balığımsı kokuyu uzaklaştırması

bakımından panelistler tarafından en çok tercih edilen grup olmuştur. Ancak %0.05 olarak kullanılan fesleğen konsantrasyonun köftelere güçlü bir aroma verdiği ve bu nedenle uygun olan konsantrasyonun bu ekstrakt için % 0.05'in altında olması gerektiği düşünülmektedir. Çiğ uskumru köftelerinde duysal puanlar depolama süresince azalış sergilemiştir. Araştırmada duysal değerlendirme sonuçlarına göre kontrol ve fesleğen gruplarının raf ömürleri 8 ay, kekik ve biberiye gruplarının raf ömrü ise 10 ay olarak belirlenmiştir.

5. Araştırmamızda panelistler tarafından pişmiş olarak değerlendirilen uskumru köfte gruplarının hepsinde renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel beğenirlik açısından duysal puanlarda depolama süresince bir düşüş görülmesine rağmen, tüm grupların 10 ay boyunca “tüketilebilir” özelliğini koruduğu gözlenmiştir. Çiğ olarak duysal değerlendirmesi yapılan kontrol ve fesleğen grubunun tüketilebilirliğini 8. aya kadar korumasına rağmen pişmiş olarak 10. aya kadar tüketilebilir özelliğini koruduğu gözlenmiştir. Kekik ve biberiye grupları en çok beğenilen gruplar olmuştur.
6. Araştırmamızda, dondurularak depolanan % 0.05 bitki ekstraktı ilaveli ve ilavesiz uskumru köftelerinin TVB-N değerleri depolama süresince dalgalanma göstermiş olup, kabul edilebilirlik seviyesinin oldukça altında kalmış ve ürünlerin iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu TVB-N değerleri depolama boyunca bitki ekstraktı gruplardan daha yüksek değere sahip olmuştur ($p<0.05$).
7. Araştırmamızda peroksit değeri depolama başlangıcında uskumru köftelerinde 0.28 ± 0.09 meq O_2/kg olarak ölçülmüştür. PV değeri bakımından gruplar arasındaki farklılık depolama süresince (0.gün, 1 ve 5.aylar hariç) istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışmamızda depolama süresince bitki ekstraktı uygulanan köftelerin peroksit değerine etkili oldukları ve depolama sonuna kadar tüm grupların tüketilebilir sınır değeri olan olan 20 meq O_2/kg 'ı aşmadığı görülmüştür.

Depolamanın özellikle 8, 9 ve 10. aylarında en düşük ($p<0.05$) peroksit değerlerine sahip grup biberiye olmuştur.

8. Araştırmamızda kontrol ve bitki ekstraktlı grupların TBA değerlerinin tüketilebilir sınır değerini depolama boyunca aşmadığı belirlenmiştir. Depolama süresince en düşük TBA değerleri biberiye ile muamele edilmiş gruplarda gözlenmiştir. Bitki ekstraktlarının lipid oksidasyonunu engellemede etkili olduğu tespit edilmiştir.
9. FFA açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasında (0, 1, 3 ve 4. ay hariç) önemli farklılıklar olduğu ve depolama boyunca FFA değerlerin artış gösterdiği görülmüştür. FFA açısından kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktlı grupların etkilerinin ise (6.ay hariç) benzer ($p>0.05$) olduğu sonucuna varılmıştır.
10. Depolama süresince kontrol ve bitki ekstraktlı uskumru köftelerinin pH değerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Uskumru köftelerindeki pH değeri 5.88 ve 6.48 arasında değişkenlik göstermiş olup, depolama süresince dalgalanmalar tespit edilmiştir.
11. Mevcut çalışmada kontrol grubu muamele gruplarına kıyasla daha yüksek düzeyde mikrobiyal yüke sahip olmuştur. Bu durum kullanılan ekstraktların uskumru köftelerindeki mikrobiyal flora üzerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Depolama süresince TAMB sayısı tüm gruplarda azalış göstermiş olup, önerilen mikrobiyolojik limitin (7 log kob/g) depolama süresince hiçbir grupta aşılmadığı saptanmıştır.

Araştırma sonucunda kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre bitki ekstraktlı gruplar kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar göstermiştir. Duyusal değerlendirme açısından ise kekik ve biberiye ekstraktının daha etkili olduğu ve raf ömrünü kontrol ve fesleğen grubuna göre 2 ay uzattığı tespit edilmiştir. Fesleğenin ise %0.05'ten daha düşük konsantrasyonda duyusal açıdan daha iyi sonuç verebileceği önerilmektedir. Ayrıca, farklı balık türleri ve farklı bitki ekstraktları kullanılarak, uygun konsantrasyonların belirlenmesi ile alternatif ürünlerin

kazandırılması çalışmamızın farklı yönleriyle değerlendirilmesine katkı getirebilir. Daha fazla ürün alternatifi sunan büyük marketlerin yaygınlaşması ve alışveriş yapma sıklığının azalması da kullanım ömrü uzun olan dondurulmuş gıda ürünlerine talebi artırmaktadır. Özellikle toplu tüketim kanalında yoğun olarak kullanılan dondurulmuş gıda ürünleri, perakende kullanımda dondurulmuş market reyonlarının gün geçtikçe genişlemesi ve ürün sayısındaki artış nedeniyle hızla büyümektedir.

Sonuç olarak, bitki ekstraktlı uskumru köftelerinin, tüketiciler tarafından alternatif bir gıda maddesi olarak, beğeniyle tüketilebileceği belirlenmiştir. Uskumru köftelerinin dondurarak depolama (-18°C) koşullarında uzun süre (10 ay) tazeliğini yitirmeden muhafazasının mümkün olduğu belirtilebilir. Böylelikle su ürünleri işleme tesislerinde dondurarak depolanan balıkların tüketime ve pişirmeye hazır kaliteli ürün olarak değerlendirilmesi ve pazarlanması ile işletme-bölge-ülke ekonomisine ilave katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca işletmelerde ürün çeşitliliğinin artmasıyla da tüketici beğenisine değişik bir lezzet kazandırılmış olacaktır.

II. denememizde kekik, biberiye ve fesleğendenelde edilen ekstraktların soğukta ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) vakum paketlenmiş olarak depolanan uskumru köftelerinin kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtildiği şekilde sırası ile verilmiştir.

1. Araştırma sonucunda uskumru köftelerinin % 19.23 protein, % 12.53 lipit, % 53.72 nem ve % 3.32 ham kül içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.
2. Araştırma sonucunda uskumru köftelerinin tüm gruplarında depolama boyunca gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), araşidonik asit (C20:4n6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur. Depolama boyunca en yüksek PUFA değerine sahip grup biberiye ekstraktlı grup olmuştur.
3. Çiğ uskumru köftelerinde duyuşal puanlar depolama süresince azalış sergilemiştir. Kontrol ve fesleğen grubunun genel beğeni olarak depolama

boyunca benzer özellik gösterdiği ($p>0.05$), 25.güne kadar tüketilebilirliğini koruduğu ve 25. günden sonra uskumru köftelerinde istenmeyen renk, koku ve görünümün oluşmaya başladığı panelistler tarafından tespit edilmiş ve depolamanın 28. gününde ret edilmiştir. Kekik ve biberiye grubunun ise depolamanın 28. gününde genel kabul edilebilir sınırına yaklaştığı fakat hala tüketilebilir özelliğini koruduğu belirlenmiştir. Panelistler %0.05 fesleğen ekstraktı ilaveli gruplarda aromanın güçlü olduğunu belirtmişlerdir.

4. Pişmiş olarak duyuşal değerdendirme sonuçlarına göre renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik açısından duyuşal puanlarda depolama süresi ile birlikte bir düşüş gözlenmiştir. Depolamanın 28. gününde kekik ve biberiye gruplarının “biraz iyi” kalitesini koruduğu, kontrol ve fesleğen gruplarının ise genel kabul edilebilirlik sınırının altında kaldığı ve “tüketilebilir” özelliklerini kaybettiği belirlenmiştir.
5. TVB-N değerdeleri, kontrol ve bitki ekstraktlı gruplarda depolama süresince dalgalanmalar göstermiştir. Bu çalışmamızda TVB-N değerdeleri hem kontrol hem de bitki ekstraktlı gruplarda kabul edilebilirlik seviyesinin oldukça altında kalmış ve ürünlerin iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. TVB-N değerdeleri açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplar arasındaki fark (0. ve 11. gün hariç) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol ve fesleğen grubunun duyuşal ve mikrobiyolojik analiz sonucu olarak 28. günde ret edilmesine rağmen TVB-N değerdelerinin tüketim sınırlarının oldukça altında olduğu gözlenmiştir.
6. Peroksit sayısı açısından kontrol ve bitki ekstraktlı gruplarda dalgalanmalar gözlenmiştir. Çalışmamızda depolama süresince bitki ekstraktı uygulanan köftelerin peroksit değerdeline etkili oldukları ve depolama sonuna kadar tüm grupların tüketilebilir sınır değeri olan olan 20 meq O₂/kg’ı aşmadığı görülmüştür. Kekik ve biberiye gruplarının kontrol grubundan daha düşük PV değerdelere sahip olduğu bulunmuştur.
7. TBA değerdelerinin depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmamızda kontrol ve bitki ekstraktlı grupların TBA değerdelerinin tüketilebilir sınır değerdelerini depolama

boyunca aşmadığı belirlenmiştir. Depolama süresince en düşük TBA değerleri biberiye ile muamele edilmiş gruplarda gözlenmiştir. Bitki ekstraktlarının lipit oksidasyonunu engellemede etkili olduğu tespit edilmiştir.

8. Araştırmamızda depolama süresince tüm grupların FFA değerlerinde artış gözlenmiştir. Depolama süresince en yüksek FFA değeri kontrol grubunda görülmesine rağmen bitki ekstraktlı gruplar ile arasındaki fark istatistiksel açılarından önemsiz bulunmuştur.
9. Çalışmamızda depolama boyunca kontrol ve bitki ekstraktlı grupların pH değeri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Tüm grupların pH değeri depolama boyunca artış ve azalış göstermiştir. Uskumru köftelerindeki pH değeri 5.57 ve 6.54 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.
10. Çalışmamızda depolama süresince TAMB sayısının tüm gruplarda artış gösterdiği, depolama sonunda kekik ve biberiye gruplarının tüketilebilir sınır değerini (7 log kob/g) aşmadığı görülmüştür. Depolamanın 28. gününde kontrol grubunun sınır limitini geçtiği, fesleğen grubunun ise sınır limitine çok yakın olduğu saptanmıştır. Kekik ve biberiye ekstraktı katkısının bakteri gelişiminde önemli düşüşlere yol açtığı görülmüştür.

Araştırmamızda kontrol grubuna göre biberiye ve kekik ekstraktı ilave edilen grupların soğukta depolanan vakum paketlenmiş uskumru köftelerinin raf ömrünü uzatmada etkili oldukları görülmüştür. Bitki ekstraktlarının oksidasyonu engelleyerek antioksidan olarak kullanımının uskumru köfteleri için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kontrol grubuna göre biberiye ve kekik ekstraktlı gruplarda daha düşük toplam mezofil bakteri sayısının gözlenmesi bu bitki ekstraktlarının uskumru köftelerinde alternatif antibakteriyel katkı maddesi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Sonuç olarak araştırmada elde edilen duyuşal, kimyasal ve mikrobiyoloji sonuçlarına göre kontrol ve fesleğen grubunun 25.güne, kekik ve biberiye grubunun ise depolamanın 28. gününe kadar güvenle tüketilebileceğini göstermiştir. Ancak,

ileriye yönelik çalışmalarda bu ekstraktların balık köfteleri üzerindeki antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin daha iyi anlaşılması için farklı konsantrasyonlarının denenerek en uygun dozun belirlenmesi, balığın kalitesini artırmada ve raf ömrünü uzatmada etkili olacaktır. Bu çalışmamızda kekik, biberiye ve fesleğenin antioksidan ve antimikrobiyal etkisi 4 ± 2 °C’ de vakum paketlenmiş uskumru köfteleri için araştırılmıştır. Aerobik koşullarda ve farklı sıcaklık koşullarında bu ekstraktların nasıl bir etkiye sahip olduğu diğer çalışmalarla belirlenmelidir. Ayrıca, bu ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için in vitro çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu ekstraktların hangi dozlarda hangi bozucu bakteriler üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği ileriye yönelik çalışmalarda araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- ACARTÜRK, R. 1993. Şifalı Bitkiler Flora ve Sağlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Mensupları Yardımlaşma Vakfı Yayın No.1, 90 s., Ankara.
- ACKMAN, R.G., 1989. Nutritional Composition of Fats in Sea Foods. Progress in Food and Nutrition Science, 13: 161-241.
- ADIGÜZEL, A., M. GÜLLÜCE, M. ŞENGÜL, H.ÖĞÜTÇÜ, F. ŞAHİN, I. KARAMAN, 2005. Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) extract, Türk J Biol, 155-160.
- AGUIRREZABAL, M.M., MATEO, J., DOMINGUEZ, M.C., AND ZUMALACARREGUI, J.M. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages, Meat Science, 54; 77-81.
- AKGÜL, A., 1989. Baharatların antioksidan özellikleri. Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry. 13: 11-24.
- AKGÜL, A., AYAR, A. 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri. Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry. 17: 1061-1068.
- AKHTAR, P., GRAY, J.L., GORNAA, E.A., BOOREN, A.M., 1998. Effect of dietary components and surface application of oleoresin rosemary on lipid stability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated and frozen storage. Journal of Food Lipids, 5: 43-58.
- AKKUŞ, Ö., VARLIK, C., ERKAN, N., MOL, S., 2004. Çiğ ve Haşlanmış Balık Etinden Yapılmış Köftelerin Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28: 79-85.
- ALAKAVUK, D., 2009. İstanbul Piyasasında Hazır Yemek Olarak Satılmakta Olan Su Ürünlerinde Riskli Mikroorganizmaların Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı İşleme Teknolojisi Programı, Doktora Tezi, İstanbul.
- AL-BULUSHI IM, KASAPIS S, AL-OUFI H, AL-MAMARI S. 2005. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. Fisheries Science,; 71: 648–654
- ANONİM, 2003. Rosemary Extract. PLT Press. Winter.

- ANSORENA, D. AND ASTIASARAN, I. 2004. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*, 67; 237-244.
- ANTONOCOPOULUS, N., 1973. Bestimmung des flüchthigen basenstickstoffs., 224-225. In: ludorf, w., meyer, v.; fische und fischerzeugnisse, aulage verlag paul parey, Berlin und Hamburg.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysts Chemists. Association of Official Analytical Chemists, 15th edn. Washington, DC.
- AOAC, 1998. Official Methods of Analysis, 16 th Ed., Chapter 39. (Chapter editor D.L., Soderberg) In: Official Methods of Analysis of AOAC International (Edited by P. Cunniff). Gaithersburg, MD.
- AOCS Method Ca 5a-40, 1997. Free fatty acids. In D. E. Firestone (Ed.), Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign IL: AOCS Press.
- AOCS Method Ja 8-87, 1994. Peroxide value. In: D. E. Firestone (Ed.), Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th edn., Champaign, AOCS Press.
- ARTS M.J.T.J., HAENEN G.R.M.M., VOSS H.P. AND BAST A., 2001. Masking of antioxidant capacity by the interaction of flavonoids with protein, *Food and Chemical Toxicology*, 39, p. 787-791.
- ASHTON, I. P., UNILEVER, R., SHARNBROOK, D. (2002). Understanding lipid oxidation in fish. In H. A. Bremner (Ed.), *Safety and quality issues in fish processing* (pp. 254–285). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- AUBOURG, S.P., PÉREZ-ALONSO, F. and GALLARDO, M. J., 2004. Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*) by citric and ascorbic acids, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 232–240.
- AWANG, C.R., MOHAMAD, R., 1988. Production of Surimi and Surimibased Products. *Teknologi-Makanan*, 7: 13-20.

- BALEV, D., VULKOVA, T., DRAGOEV, S., ZLATANOV, M AND BAHTCHEVANSKA, S. 2005. A comparative study on the effect of some antioxidants on the lipid and pigment oxidation in dry-fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 40; 977–983.
- BALIKÇI, E., 2009. Tütsülenmiş Uskumru (*Scomber Scombrus*) Marinatlarının (Sade Ve Dereotlu) Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- BANDARRA, N.M., BATISTA, I., NUNES, M.L., EMPIS, J.M. and CHRISTIE, W.W., 1997. Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science* volume 62, no. 1.
- BANYAI, E.S., TULOK, M.H., HGEDÜS, A., RENNER, C. AND VARGAIS., 2003. Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarium officinalis* L.) clones. *Acta Biologica Szegediensis*. 47(1-4): 111-113.
- BARASSI, C.A., PÈCORA, R.P., ROLDÁN, H., TRUCCO, R.E. 1987. Total, nonvolatile free fatty acids as a freshness index for hake (*Merluccius hubbsi*) stored in ice. *J. Sci. Food Agric.*, 38:373–6.
- BAŞER, K.H.C. 2001. Her derde deva bir bitki kekik. *Bilim ve Teknik*. Mayıs. 74-77.
- BAYGAR, T., ERKAN, N., MOL, S., ÖZDEN, Ö., ÜÇÖK, D., YILDIRIM, Y. 2008. Determination of the shelf-life of trout (*Oncorhynchus mykiss*) raw meatball that packed under modified atmosphere, *Pakistan Journal of Nutrition*, 7 (3), 412-417.
- BAYTOP, T., 1984. Türkiye’de bitkiler ile tedavi. İstanbul U. Yayınları. No: 3255. Eczacılık Fakültesi. No. 40. İstanbul.
- BAYTOP, T., 1994. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü T.D.K. Yay. No: 578, 508s., Ankara, 1994.
- BECKER, EM., NISSEN, LS., SKIBSTED, LH., 2004.“Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects.” *European Food Research and Technology*, 10.107/s00217-004-1012-4.

- BERİK, N., ÇANKIRILIGİL, C., KAHRAMAN, D., 2011. Alabalık filetosundan kroket yapımı ve kalite niteliklerinin belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17 (5):735-740.
- BHAMAGAR, M., KAPUR, K.K., JALEES, S. AND SHARMA, S.K., 1993. Laboratory evaluation of insecticidal properties of *Ocimum basilicum* Linnaeus and *O. sanctum* Linnaeus plants essential oils and their major constituents against vector mosquito species. J. Entomol. Res., 17; 21–26.
- BISCALCHIN-GRÛSCHEK, S.F., OETTERE M. and GALLO C.R., 2003, Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia and red tilapia, Journal of Aquatic Food Product Technology, 12 (3), 57-69.
- BiLEN, G. 2009. Dondurulmuş Balığın Kalitesinde Doğal Antioksidanların Etkisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- BİLGİN, Ş., ÜNLÜSAYIN, M., GÜNLÜ, A., İZCİ, L. 2005. Sudak (Sander lucioperca Boguskaya ve Naseka, 1996) ve Kadife (*Tinca tinca* L., 1758) Balığından Balık Ezmesi (PATÉ) Yapımı, Bazı Kimyasal Bileşenlerin ve Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.22, (3-4):399-402.
- BLIGH, E.G., and DYER, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Ekstraction and Purification, Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.
- BONNEL, A.D. 1994. Quality Assurance in Seafood Processing: A Practical Guide, Chapman and Hall, UK New York, ISBN:0-442-00879-1
- BOTSOGLOU, N.A., GRIGOROPOULOU, S.H., BOSTOGLOU, E., GOVARIS, A., PAPGEORGIOU, G., 2003. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. Meat Science. 65: 1193- 1200.
- BOŽIN, B., MİMİCA-DUKIĆ, N., SAMOJLIK, I., JOVIN, E. 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. J. Agric. Food Chem. 55:7879-7885.
- BRACCO, U., LÖLIGER, J., VIRET, J.-L., 1981. Production and use of natural antioxidants. J. Am. Oil Chem. Soc. 58:686-690.

- CAKLI, S., KILINC, B., DINCER, T., TOLASA, S. 2006. Comparison of the shelf-lives of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Eur. Food Res. Technol. 224:19–26.
- CAKLI, S.K., TASKAYA, L., KISLA, D., ÇELİK, U., ATAMAN, C.A., CADUN, A., KILINC, B., MALEKI, R.H., 2005. Production and quality of fish fingers from different fish species. Eur. Food Res. Technol. 220, 526–530.
- CALUCCI, L., PINZINO, C., ZANDOMENEGHI, M., CAPOCCHI, A., GHIRINGHELLI, S., SAVIOZZI, F., TOZZI, S. AND L. GALLESCHI., 2003. Effects of irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. J. Agric. Food Chem., 51; 927-934.
- CAN, P.Ö. 2012. Eugenol Katkılı Aynalı Sazan Balığı Köftelerinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16-1, 6-12.
- CAO, G., PRIOR, R.L., 1999. In vivo antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. Free Radical Biology and Medicine, 27: 1173-1181.
- CEYLAN, A., 1997. Tıbbi Bitkiler II(Uçucu Yağ İçerenler). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:481 İzmir, s.306.
- CHEN, Q., SHI, H., HO, C.T., 1992. Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipoxygenase activity. Journal of the American Oil Chemists' Society, 69 (10), 999-1002.
- CHRISTISON, C.A., LINDSAY, D, HOLY, A., 2008, Microbiological survey of ready to- eat foods and associated preparation surfaces in retail delicatessens, Johannesburg, South Africa, Food Control, 19, 727-733.
- CHYTIRI, S., CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, I. N., KONTOMINAS M. G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. Food Microbiology, 21, 157–165.
- CONNELL, J.J., 1980. Control of Fish Quality, 2nd Edition. Fishing News Limited, Surrey, UK, pp. 76-92.
- CONNELL, J.J., 1990. Control of Fish Quality, 3rd Ed., Fishing News Book, UK., 226s.

- CONNER, W. E. 2000. Importance Of N _ 3 Fatty Acids In Health And Disease. The American Journal of Clinical Nutrition, 17(1), 171S–175S.
- CONTATO, R. RISO., CIAPPELLANO, S., ORIANI, G.A, TESTOLIN, G., 2001. Nuritional evolution of some processed catering foods. International Journal of Food Science and Nutrition, 52, 71-77.
- CORBO MR, SPERANZA B, FILIPPONE A, 2009. Natural compounds to preserve fresh fish burgers. Int J Food Sci Tech 44: 2021-2027.
- CORBO, MR., DI GIULIO, S., CONTE, A., 2009. Thymol and modified atmosphere packaging to control microbiological spoilage in packed fresh cod hamburgers. Int J Food Sci Techn; 44: 1553-1560.
- CREED, P.G., 2005. Quality and safety of frozen ready meals, Edt.: SUN, D.W., Handbook of frozen food processing and packaging 1 edition, CRC Press, Boca Raton, 157444607X.
- ÇAKMAKÇI, S. VE GÖKALP, H.Y., 1992. Gıdalarda kısaca oksidasyon antioksidantlar ve gıda sanayinde kullanılmaları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Der., 23(2); 174- 192.
- ÇAPKIN, K., 2008. Kadife balığı (*Tinca tinca*) köftesinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında meydana gelen bazı kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- ÇELEBİ, Ç., 2010. Fesleğenin (*Ocimum Basilicum*) Fenolik Madde Dağılımı Ve Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ÇELİK, G.Y. , ÇELİK, E., 2007. Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi. 5(2): 1-6.[www. mikrobiyoloji.org/pdf/702070201. Pdf](http://www.mikrobiyoloji.org/pdf/702070201.Pdf).
- ÇETİN, B., BOSTAN K. 2002. Hazır köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine sodyum laktatın etkisi. Turk J Vet Anim Sci, 26(4), 843-848.
- DAMARLI, E., VARLIK, C., PALA, M., 1992. Hazır Yemek Teknolojisinde Su Ürünlerinin Yeri. Su Ürün. Avl. ve İşl. Tek. Seminer Tebliğleri. İstanbul-Beyoğlu Rotary Klubu. İstanbul, 140 s.

- DAVIS, P. H. 1982. Labiatae. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Cilt No. 7. University Press Edinburg.
- DEL BAÑO, M. J., LORENTE, J., CASTILLO, J., BENAVENTE- GARCÍA, O., DEL RÍO, J.A., ORTUÑO, A., QUIRIN, K.W., GERARD, D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. J. Agric. Food Chem. 51: 4247–4253.
- DENG, J.C., MATTHEWS, R.F., and WATSON, C.M., 1977. Effect of chemical and physical treatments on rancidity development of frozen mullet (*Mugil cephalus*) fillets, Journal of Food Science, 42, 344-347.
- DOĞAN, H.B. ve TÜKEL, Ç., 2000. Toplam (Aerobik Mezofilik) Bakteri, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamalar, 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümü, Ankara.
- DORMAN, H.J.D., PELTOKETO, HILTUNEN R., TIKKANEN, M.J., (2003). Characterization of antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected lamiaceae herbs. Food Chemistry 83:255-262.
- DUKE, J. A. 2009. Duke's Handbook of Medicinal Plants of Latin America. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL.
- DUMAN, M., ÖZPOLAT, E. (2012). Karabalık (*Capoeta Trutta* Heckel, 1843)'tan Farklı Formülasyonlarda Üretilen İnegöl Usulü KöftenİN Dondurularak (-18±2 °C) Muhafazası Sırasında Kimyasal Ve Duyusal Kalite Değişimleri. Gıda 37 (1): 25-31.
- DUNCAN, D.B., 1955. Multiple Range, Multiple F.Test. Biometrics, 11: 1-42
- ECONOMOU, K. T., OREOPOULOS, V., YHOMOPOULS, C.D., 1991. Anioxidant Activity of Some Plant Extracts of Some Plant Extracts of th Family Labiatae, J. Amer. Oil Chem. Soc., 68;109.
- EKANAYEKA, P., LEE, Y.D. and LEE, J., 2004. Antioxidant activity of flesh and skin of *Epttaretus burgeri* (Hag Fish) and *Enedrias nebulosus* (*White Spotted Eel*), Food Science Technology International, 10(3), 171-177.

- ERDEM, M.E., BİLGİN, S., ÇAĞLAK, E., 2005. Tuzlama ve Marinasyon Yöntemleri İle İşlenmiş İstavrit Balığının (*Trachurus mediterraneus*) Muhafazası Sırasındaki Kalite Değişimleri. OMÜ Zir.Fak.Dergisi, 20,(3):1-6.
- EROL, P. 2013. Sodyum Laktat Ve Thymol'ün Aynalı Sazan Balığı (*Cyprinus Carpio* L.)'ndan Yapılan Köftelerin Bazı Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Nitelikleri Üzerine Etkisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- ERSOY, B., YILMAZ, AB., 2003. Karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) köftesinin dondurularak muhafazası. Turk J Vet Anim. Sci., 27: 827-832.
- ESTEVEZ, M., RAMÍREZ, R., VENTANAS, S. AND CAVA, R., 2006. Sage And Rosemary Essential Oils Versus BHT For The İnhibition Of Lipid Oxidative Reactions İn Liver Pate. LWT, 40(1), 58–65.
- EXARCHOU, V., NENADIS, N., TSIMIDOU, M., GEROTHANASSIS, I.P., TROGANIS ,A., BOSKOU, D., (2002). Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from Greek oregano. Greek sage. and summer savory. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50:5294-5299.
- FERNÁNDEZ, J., PÉREZ-ÁLVAREZ, J., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A., 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, Food Chemistry, 59(3), 345-353.
- FLORES, M., DURA, M.A., MARCO, A. AND TOLDRA, F. 2004. Effect of *Debaryomyces* spp. on aroma formation and sensory quality of dry-fermented sausages. Meat Science; 439-446.
- FLORES, M., DURA, M.A., MARCO, A. AND TOLDRA, F., 2004. Effect of *Debaryomyces* spp. on Aroma Formation And Sensory Quality Of Dry-Fermented Sausages. Meat Science; 439-446.
- FORMANEK, Z., KERRY, J.P., HİGGİNS, F.M, BUCKLEY, D.J., MORRİSSEY, P.A. AND FARKAS, J. 2001. Addition of synthetic and natural antioxidants to α -tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. Meat Sience, 58; 337-341.

- FRANGOS, L., PYRGOTOU, N., GIATRAKOU, V., NTZIMANI, A., ISAVVAIDIS, N. 2010. Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology*, 27:115–121.
- GACHKAR, L., YADEGARİ, D., REZAEİ, M.B., TAGHİZADEH, M., ASTANEH, S.A., RASOOLİ, I., 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry* 102:898-904.
- GIMÉNEZ, B., GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., PÉREZ-MATEOS, M., MONTERO, P., MÁRQUEZ-RUIZ, G., 2011. Evaluation of lipid oxidation in horse mackerel patties covered with borage-containing film during frozen storage. *Food Chemistry*, 124 (2011) 1393–1403.
- GIMÉNEZ, B., RONCALÉS, P. and BELTRÁN, J.A., 2005. The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality of salmon (*Salmo salar*) fillets packaged in modified atmosphere, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1033–1040.
- GOULAS, A.E., KONTAMİNAS, M.G., 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100, 287- 296.
- GÖKOĞLU, N., 1994. Balık Köftesinin Soğukta Depolanması. *Gıda Dergisi*, 19,(3): 217- 222.
- GÜÇLÜ, K., APAK, R., ÖZYÜREK, M. 2009. Hidroksil ve Süperoksit Radikallerinin Süpürülmesine Dayalı Yeni Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemlerinin Geliştirilmesi. *Tübitak Proje*, pp. 1-114.
- HAMILTON, R.J., KALU, C., PRISK, E., PADLEY, F.B., PIERCE, H., 1997. Chemistry of free radicals in lipids. *Food Chemistry*, 60, pp. 193–199.
- HARPAZ S., GLATMAN L., DRABKIN V., GELMAN A., 2003 Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of freshwater-treated Asian Sea bass fish (*Lates calcarifer*), *Journal of Food Protection* 66 (3), pp. 410–417.

- 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.
- HEWSON, M. L., 2000. Useful Plants for Starting a Horticultural Therapy Program. A Practical Guide to Using Horticulture as a Therapeutic Tool. Greenmor Printing Company Limited, Guelph, ON, Canada, N1K 1B1, p. 62.
- HINNEBURG, H.J.I., DORMAN, D., and HILTUNEN, R., 2006. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry*, 97 (1), 122-129
- HO, 2008. http://www.baktoflavors.com/natural2005/Ho_abstract.html
- HOULIHAN, C.M., HO, C.T., CHANG, S.S., 1985. The structure of rosmariquinone-a new antioxidant isolated from *Rosmarinus officinalis* L. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62:96-98.
- HULTIN, H.D., 1994, Oxidation of lipids in seafoods, Edt. Shahidi, F. and Botta, J.R. In: *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Technology*. p.49-74. Blackie Academic and Professional.
- ICHIBARA, K., SHIBAHARA, A., YAMAMOTO, K., and NAKAYAMA, T., 1996. An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids* 31:535-539.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Food), 1982. *Microorganisms in Foods. Their Significance and Method of Enumeration*. 2nd ed, eds. R. P. Elliott, D. S. Clark, K. H. Lewis, H. Lundbeck, J. C. Olsen and J. B. Simonsen, Vol. 1, University of Toronto Press, London. ICMSF, *Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications*, 2nd Edition, Vol. 2. University of Toronto Press, Toronto, Canada, pp. 181-196
- ICMSF, 2002, *Microorganisms in Foods*, Edt.: ICMSF Editorial Comitee, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 0-306-47262-7.
- ICMSF., 1986. International commission on microbiological specification for foods. *Microorganisms in Foods. 2. Sampling for microbiological analyses: principles and specific applications*. 2nd Edition, Toronto.

- JAVANMARDI, J., STUSHNOFF, C., LCKE, E., VIVANCO, J.M., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Acimum Accessions. Food Chemistry. 83:547-550.
- JAVANMARDI, J., STUSHNOFF, C., LCKE, E., VIVANCO, J.M., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Acimum Accessions. Food Chemistry. 83:547- 550.
- JOSEPHSON, D.B., LINDSAY, R.C. and STUIBER, D.A., 1985, Effect of handling and packaging on the quality of frozen whitefish, Journal of Food Science, 50, 1-4.
- JUSTESEN, U., KNUTHSEN, P., (2001). Composition of flavonoits in fresh herbs and calculation of flavonoit intake by use of herbs in traditional Danish dishes. Food Chemistry 73:245-250.
- KABA, N., ÖZER, Ö., ÇORAPÇI, B., 2012. Dumanlanmış Zargana Köftelerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, Journal of FisheriesSciences.com 6: 357-367.
- KAEFER, C. M., MILNER, J. A. 2008. The role of herbs and spices in cancer prevention. J. Nutr. Biochem. 19:347-361.
- KAHKONEN, M.P., HOPIA, A.I., VUORELA, H.J., RAUHA, J.P., PIHLAJA, K., KUJALA, T.S., HEINONEN, M., 1999. Antioxidanat activity of planat extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 47: 3954-3962.
- KARAMAN, S., DİĞRAK, M., RAVİD, U., İLÇİM, A., 2001. Antibacterial and antifungal activty of the essential oils of Thymus revolutus Celak from Turkey. Journal of Ethnopharmacology, 76,183-186.
- KAUR, C., KAPOOR, H.C., 2001. Antioxidants in fruits and vegetables–the Millennium’s health. International Journal of Food Science and Technology, 36: 703–725.
- KAYAARDI, S., VE GÖK, V., 1999. İyonize radyon ışınlarının et ve et ürünlerinde kullanımı. Y.Y. Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Yayınları, 4; 34–53.
- KAYAHAN, M. 2003. Yağ Kimyası, Bölüm 1 Lipitlerin Kimyasal Yapısı. ODTÜ Geliştirme Vakfı, Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları 220 S.

- KE, P.J., ACKMAN, R.G., LINKE, B.A. and NASH, D.M., 1977, Differential lipid oxidation in various parts of frozen mackerel, *Journal of Food Technology*, 12, 37-47.
- KEÇELİ, T., 2000. Antimicrobial and antioxidant Activity of Olive Oil Phenolics, in *Food Science and technology*. The University of Reading: Reading. 312 s.
- KEITZMAN, U., PRIEBBE, K., RAKOV, I. D. and REICHSTEIR, K., 1969. *Seefisch als Lebensmittel*. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 368.
- KENAR, M. 2009. Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Balık Filetosu Üzerindeki Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- KENAR, M., OZOGUL, F., KULEY, E. 2010. Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 2366–2372.
- KHAYAT, A. and SCHWALL, D. 1983. Lipid oxidation in seafood. *Food Technol.*, July; 130- 140.
- KHAYAT, A. AND SCHWALL, D., 1983. Lipid Oxidation in Seafood. *Food Technol.*, July; 130- 140.
- KILINÇ B. Microbiological, sensory and color changes of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods* 2009; 20: 129-137.
- KINSELLA, J. E. 1987. *Seafoods And Fish Oils In Human Health And Disease*. New York: Marcel Dekker.
- KINSELLA, J.E., 1987. *Seafoods and Fish Oils in Human Health and Disease*. Pp. 1–23. New York: Marcel Dekker, Inc.
- KIRPIK, M. 2005. Çukurova Bölgesi Kıraç Ve Taban Arazi Koşullarında Yetiştirilen Biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) Çesitlerinin Verim Ve Kalitesi Üzerine Araştırmalar Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.

- KIVANÇ, M., VE A. AKGÜL., 1988. Escherchia coli'nin değişik sıcaklıklarda çoğalması üzerine farklı dozlardaki karabaş kekiğin (*Thymbra spicata* L.) engelleyici etkisi. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi. 12:3, 248-252.
- KOLANOWSKI, W., LAUFENBERG, G., 2006. Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. European Food Research and Technology, 222, 472–477.
- KONING, A.J. and MOL T.H., 1991. Quantitative quality tests for frozen fish: Soluble protein and free fatty acid content as quality criteria for hake (*Merluccius capensis*) stored at –18°C. Journal of the Science of Food and Agriculture, Volume 54, Issue 3, pages 449–458.
- KOSAR, M., DORMAN, H.J.D., HILTUNEN, R., (2005). Effect of an acid treatment on the phytochemical and antioxidant characteristics of extracts from selected Lamiaceae species. Food Chemistry 91:525-533.
- KOÜSE, A., BORAN, M., BORAN, G., 2006. Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods. Food Chem. 99, 129–135.
- KWEE, E.M., NIEMEYER, E.D., (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. Food Chemistry, 128,1044–1050.
- LANG, K., 1983. Der flüchtige basenstickstoff (TVB-N) bei im binnenland in den verkehr gebrachten frischen seeficchen. 11. Mitteilung. Archiv für Lebensmittelhygiene, 34: 7-10.
- LEE, S., K. UMANO, T. SHIBAMOTO, K. LEE, 2005. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties, Food Chemistry 91, 131–137.
- LIANG, C., MCCLEAN, M. D., MARSIT, C., CHRISTENSEN, B., PETERS, E., NELSON, H. H., KELSEY, K. T. 2009. A population-based case-control study of marijuana use and head and neck squamous cell carcinoma. Cancer Prevention Research, 2:759-768.
- LINDSAY, R.C. 1991. Flavour of fish. Paper presented at 8th World Congress of Food Science & Technology. *Toronto, Canada*.

- LIU, H.F., BOOREN, A.M., GRAY, J.I. AND CRACKEL, R.L., 1992. Antioxidant Efficacy Of Oleoresin Rosemary And Sodium Tripolyphosphate In Restructured Pork Steaks. *Journal of Food Science*, 57 (4); 803 – 806.
- LO´PEZ-CABALLERO, M.E., GO´MEZ-GUILLE´N M.C., PE´REZ-MATEOS, M., MONTERO P., 2005. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, 19, 303–311.
- LOLIGER, J., 1991. The use of antioxidants in food. In: Free radicals and food additives, O.I. Aruoma and B. Halliwell, Editors, Taylor and Francis, London, pp. 129–150.
- LUDORF, W. und MEYER, V., 1973. *Fische und Fischerzeugnisse*. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 309 p.
- LUGASI, A., LOSADA, V., HÓVÁRI, J., LEBOVICS, V., JAKÓCZI, I. And AUBOURG, S., 2007. Effect Of Pre-Soaking Whole Pelagic Fish In A Plant Extract On Sensory And Biochemical Changes During Subsequent Frozen Storage. *Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie*, 40, 930–936.
- MACLEOD, G., 1998. The Flavour of beef. In *Flavor of meat, meat products and seafood*. F. Shahidi. (Ed.) 2nd Ed. Blackie Academic and Professional. 429p., London, England.
- 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 oC). *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 374–379.
- MANOUSARIDIS, G., NERANTZAKI, A., PALEOLOGOS, E.K., TSIOTSIAS, A., SAVVAIDIS, I.N. and KONTOMINAS, M.G. 2005. Effects of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. *Food Microbiology*, 22, 1–9.
- MARINELLI, J. 2005. *Plant: the ultimate visual reference to plants and flowers of the world*. New York: DK Publ.

- MATTISSEK, R., SCHNEPEL, M.F. and STEINER, G., 1992. Lebensmittelanalytik, Grundzüge. Methoden. Anwendungen. p.440, Zweite, korrigierte Auflage. Springer Berlin Heidelberg New York. ISBN: 3-540-54684-7.
- MELTON, S.L., 1983, Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. Food Technology, 38 (7), 105-111.
- MERİÇ, İ., 2003. Farklı depolama sıcaklığı ve depolama süresinin bazı balık filetolarının fiziksel ve kimyasal kompozisyonlarına etkisi. A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- 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.
- MONTEL, M.C., MASON, F. and TALON, R. 1998. Bacterial role in flavour development, Meat Science, 49(SI); 111 – 123.
- MURRAY, C.K., GIBSON, D.M. 1971. Prepacked Chilled Fish: Materials And Equipment. Torry Research Station. Torry Advisory Note. No:51.p.11.
- NAKATANI, 1994. Antioxidative and Antimicrobial Constituents of Herbs and Spices, and Edible Fungi , Ed. Charalambous, G., pp,251-273, Elsevier, Amsterdam, London, Newyork, Tokyo.
- NAKATANI, N., INATANI, R., 1984. Two antioxidative diterpenes from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and a revised structure for rosmanol. Agric. Biol. Chem. 48: 2081-2085.
- NETTLETON, J. A., 1985. Seafood Nutrition. Facts, Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish. Van Nostrand/Reinhold, New York, Osprey Books, 280 p
- 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). Pp. 32–39. Halifax: Canadian Institute of Fisheries Technology, Technical University of Nova Scotia, 1990 (Fishing News Books).
- NG, T. B., LIU, F. AND WANG, Z.T., 2000. Antioxidative activity of natural products from plants. Life Sci., 66; 709-723.

- NIKOLOVA, M.T., GRAYER, R.J., GENOVA, E., PORTER, E.A., (2006). Exudate flavonoits from Bulgarian species of *Salvia*. *Biochemical Systematics and Ecology* 34:360- 364.
- OEHLENSCHLAGER, J., 1992. In: Huss, H.H., Jakobsen, M., Liston, J. (Eds.), *Quality Assurance in Fish Quality*. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 339-350.
- OLGUNOĞLU, I., POLAT, A. ve VAR, I., 2002. Dondurularak Depolanan (-18°C) Sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) Filetolarında Kimyasal ve Duyusal Değişimler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 879-884.
- OLSEN, S. F., 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.
- OZOGUL, Y., UÇAR, Y. 2012. The Effects of Natural Extracts on the Quality Changes of Frozen Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Burgers. *Food Bioprocess Technol* (2013) 6:1550–1560.
- ÖKSÜZTEPE, G., ÇOBAN, Ö.E., GÜRAN H Ş.2010. Sodyum Laktat İlavesinin Taze Gökkuşığı Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.)Yapılan Köftelere Etkisi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*,16, (Suppl-A), 65-72.
- ÖZKAN, G., 2007. Türkiye’ de Lamiaceae (Labiatae) Familyasına Ait Baharat Veya Çeşni Olarak Kullanılan Bazı Bitkilerin Fenolik Bileşenleri İle Antioksidan Ve Antimikrobiyal Etkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.
- 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., ÖZYURT, G., ÖZOGUL, F., KULEY, E., POLAT, A. 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chem.*, 92:745–51.

- 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.
- ÖZOĞUL, Y., ÖZOĞUL, F., ÖZKÜTÜK, S., KULEY, E., 2006. Hydrolysis and oxidation of European eel oil during frozen storage for 48 weeks. Eur. Food Res. Technology. DOI 10.1007/s00217-006-0285-1.
- ÖZPOLAT, E., EMİR ÇOBAN, Ö. 2012. Kara Balık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve Sarı Balığın (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843) köfte olarak değerlendirilmesi ve kalite kriterleri üzerine farklı muhafaza sıcaklıklarının etkisi. Ege J Fish Aqua Sci 29(3): 127-131.
- ÖZTURK, M., ALTUNDAG, E., GUCEL, S. 2010. Medicinal and Aromatic Plants (Turkey). Ethnopharmacology,1-11.
- ÖZYURT, G. and POLAT, A., 2006. Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation. European Food Research and Technology, 222: 316-320.
- ÖZYURT, G., KULEY, E., BALIKCI, E., KACAR, C., GOKOGLAN, S., ETYEMEZ, M., OZOGUL, F. 2011a. Effect of the icing with rosemary extract on the oxidative stability and biogenic amine formation in sardine (*Sardinella aurita*) during chilled storage. Food Bioprocess Technol., DOI 10.1007/s11947-011-0586-7.
- ÖZYURT, G., OZKUTUK, S., POLAT, A. 2011b. Capability of the rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the oxidative stability of cooked sea bream (*Sparus aurata*) during frozen storage. J. Verbr. Lebensm., 6:167–174.
- 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 Sensorischen Analyse. LWT, 12 (1), 52-61.

- PAZOS, M., GALLARDO, M., TORRES, J.L. and MEDINA, I., 2005, Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle, *Food Chemistry*, 92, 547–557.
- PEKSEZER, B., 2012. Gümüş balığı'ndan (*Alburnus mossulensis* heckel, 1843) köfte yapımı ve -18°C'de muhafazasının araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- PEZESHK, S., REZAEİ, M., AND HOSSEİNİ, H. 2011. Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4±1 °C. *Journal of Food Science*, 76:387-391.
- PIZZALE, L., BORTOLOMEAZZI, R., VICHİ, S., UBEREGGER, E., LANFRANCO, S.C., (2002). Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. onites*) extracts related to their phenolic compound content. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82:1645- 1651.
- 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 Books*, 76-84.
- POWERS, E.W., LAWYER, R. AND MASUOKA, Y. 1975. Microbiology of processed spices. *J. Milk Food Technol.*, 38; 683-687.
- PROESTOS, C., CHORIANOPOULOUS, N., NYCHAS, G.J. E., KOMAITIS, M., (2005). RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1190–1195.
- REGENSTEIN, J.M. AND REGENSTEIN, C.E. 1991. *Introduction to Fish Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold (an Osprey Book), 269.
- REHBEIN, H. and OEHLenschlaeger, J., 1982. Zur zusammensetzung der TVB-N fraktion (flüchtige-basen) in sauren extrakten und alkalischen destilaten von seefischfillet. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 33, 44-48.
- RESMİ GAZETE, 2008. Su Ürünleri Yönetmeliği, 27/09/2008, Sayı: 27004.

- 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.
- RICHEIMER, S.L., BERNART, M.W., KING, G.A., KENT, M.C., BAILEY, D.T. 1996. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. *J. AOCS*. 73:507-514.
- ROBY, M. H. H., SARHAN, M.A., SELİM, K.A.H., KHALEL, K.I., (2013). Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. *Industrial Crops and Products* 43 (2013) 827– 831.
- ROSENBERG, I.H., 2002. Fish: food the calm the heart. *New England Journal of Medicine*, 346, 1102–1103.
- RUIZ-CAPILLAS, C., ve MORAL, A., 2005. Sensory and biochemical aspect of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 89: 347-354.
- RYAN, D. ve ROBARDS, K., 1998. Phenolic Compounds in Olives. *Analyst*, 123 (5): s. 31R-44R.
- S.İŞBİLİR, Ş., 2008. Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Edirne*.
- SAĞDIÇ, OSMAN, 2003. Sensitivity of four pathogenic to four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregane hydrosols. *Lebensm-Wissenschaft Und Technologie- Food Science and Technology*, 36 (5), 467-473
- 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.

- SALAS, A.M., BARRIGO, A.M., CASTRO, R.V. and ALBRECHT-RUIZ, M., 2006. Effects Of Antioxidants On The Chemical And Sensorial Stability Of Minced Jack Mackerel in Frozen Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 15(4), 95-106.
- SALLAM, K.I., AHMED, A.M., ELGAZZAR, M., ELDALY E A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. *Food Chemistry*, 102(4), 1061–1070.
- SÁNCHEZ-ALONSO, I., JIMÉNEZ-ESCRIG, A., SAURAICALIXTO, F., and BORDERÍAS, 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(1), 372-378.
- SANT'ANA, L.S. AND MANCINI-FILHO, J. 2000. Influence of the addition of antioxidants in vivo on the fatty acid composition of fish fillets. *Food Chemistry*, 68, 175 – 178.
- SANTOS, E.E.M. and REGENSTEIN, J.M., 1990. Effects Of Vacuum Packaging, Glazing And Erythorbic Acid On The Shelf-Life Of Frozen White Hake And Mackerel. *Journal of Food Science*, 55, 64-67.
- SARKARDEI, S., N.K. HOWELL, 2006. Effects of Freeze-drying on Lipids of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) and Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) by FT-Raman spectroscopy. *Food Chemistry*.
- SCHORMÜLLER, J.,(1969). *Handbuch der Lebensmittelchemie*. Band IV. Fette und Lipide (Lipids) Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, Newyork. 872-878.
- SEHGAL, H., SHAHI, M., SEHGAL, G., THIND, S., 2011. Nutritional, microbial and organoleptic qualities of fish patties prepared from carp (*Cyprinus carpio* Linn.) of three weight groups. *J Food Sci Technol*, 48(2):242–245.
- 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.

- SEZGİN, N., 2006. Adaçayı (*Salvia spp.*) bitkisinde antioksidan maddelerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 62.
- SHAHIDI, F., 1997. Natural antioxidants: an overview. In F. Shahidi (Ed.), Natural antioxidants. Illinois, USA: AOCS Press.
- SHAN, B., CAI, Y. Z., SUN, M., & CORKE, H., (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 7749–7759.
- SIKORSKI, Z.E., KOLAKOWSKA, A. and BURT, J.R., 1990. Post harvest biochemical and microbial changes seafood. Edt. Sikorski, Z.E. In: Resources Nutritional Composition and Preservation, p. 55–75, Boca Raton Florida: CRC Press- Inc.
- SIMEONIDOU, S., GOVARIS, A. and VARELTZIS, K., 1997. Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*), Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A, 204, 405-410.
- SIMOPOULOS, A. P. 1991. Omega-3 Fatty Acids In Health And Disease And In Growth And Development, A Review. American Journal of Clinical Nutrition, 54, 438–463.
- SKERGET, M., KOTNIK, P., HADOLIN, M., HRAS, A.R., SIMONIC, M., KNEZ, Z., 2005. Phenols, proanthocyanidis, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chemistry. 89: 191-198.
- SKOULA, M., GRAYER, R.J., KITE, G.C., (2005). Surface flavonoits in Satureja thymbra and Satureja spinosa (Lamiaceae). Biochemical Systematics and Ecology 33:541- 544.
- SOYER, A. ve ŞAHAN, E. 1999. Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarında Lipid Oksidasyonuna Glazelemenin ve Depolama Süresinin Etkisi, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23, 575-584.
- SOYER, A., 1995. Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarında Lipid Oksidasyonu Üzerine Bazı Antioksidanların Ve Vakum Paketlemenin Etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 90s.

- STAHNKE, L.H., 1995. Dried Sausages Fermented With *Staphylococcus Xylosus* At Different Temperatures And With Different Ingredient Levels- Part 11. Volatile Components. *Meat Science*, 41 (2); 193-209.
- STAMATIS, N.S., ARKOUELOS, J., 2007. Effect of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbial, Chemical and Sensory Quality Indicators of Fresh, Filleted *Sardina pilchardus* at 3 °C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1164–1171.
- 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.
- SURVESWARAN, S., CAI, Y.Z., CORKE, H., & SUN, M., (2007). Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. *Food Chemistry*, 102, 938–953.
- SZÖLLÖSI, R., I. S. VARGA, 2002. Total antioxidant power in some species of Labiatae (adaptation of FRAP method), *Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology*, S2-P24, *Acta Biologica Szegediensis*, Volume 46(3-4):125-127.
- ŞENGÜN, P. AND HIŞİL, Y., 2000. Supercritical-CO₂ extraction of rosemary, Blacksea and Central Asian Symosium on Food Technology-Food 2000, Ankara.
- TADA, H., Y. IKEDA, T. OMOTO, K. SHIMOMURA, K. ISIMARU, 1996. Rosmarinic acid and related phenolics in adventitious root cultures of *Ocimum basilicum* L., *Plant Tissue Culture Letters*, 13 (1), 69-71.
- TANKER, M. VE F. İLİSULU. 1984. Türkiye’de kekik olarak kullanılan bitkilerden *Thymbra spicata* var. *spicata*. *Doğa Bilim Dergisi*. 1: 8. 104-107.
- TANSI, S. 1991. Karabaş kekik (*Thymbra spicata* L.)’de drog verimi ile ekolojik, ontogenetik ve morfogenetik varyabilitenin araştırılması. Çukurova Üni. Fen Bilimleri Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. 153 s.
- TARLADGIS, B., WATTS, B.M., YONATHAN, M., DUGAN, L.Jr., 1960. Distillation Method for Determination of Malonaldehyde in Rancidity Food. *Journal of American Oil Chemists’ 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. J Fish and Aqu Sci, 20 (1-2): 147-154.
- TEKELİ, Y., and SEZGİN, M., 2007. *Centaurea carduiformis* (Peygamber çiçeği)'in Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2(2).204-209.
- TEWARI, R. and VIRMANI, O.P., 1987. Chemistry of Rosemary Oil. C.I.M.A.P. India, 9(4), p.185-198.
- THONGTAN, K., TOMA, R.B., REİBOLDT, W., AND DAOUD A.Z., 2005. Effect Of Rosemary Extract On Lipid Oxidation And Sensory Evaluation Of Frozen, Precooked Beef Patties. Food Research International, 16; 93-104.
- TIAN, L. L., WHITE, P.J., 1994. Antioxidant activity of Oat extracts in soybean and cottonseed oils. J. Am. Oil Chem. Soc 71: 1079-1086.
- TOKUR, B., ÇAKLI, S. VE POLAT, A., 2006a. Sebze sosu ile kaplanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'in dondurarak depolama (-18°C) boyunca kalitesindeki değişimler. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23, (3-4): 345-350.
- TOKUR, B., ÖZKÜTÜK, S., ATICI, E., ÖZYURT, G., ÖZYURT, C.E., 2006b. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18°C). Food Chemistry, 99 335–341.
- TOKUR, B., POLAT, A., BEKLEVIK, G., ÖZKÜTÜK S., 2004. The quality changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) burger during frozen storage, European Food Research and Tech, 218 (5), 420–423.
- TOLDRA, F., 1998. Proteolysis And Lipolysis İn Flavour Development İn Flavour Development Of Dry- Cured Meat Products. Meat Science; 49; (Supplement 1), 101-s110.
- TSIMOGIANNIS, D., STAVRAKAKI, M., OREOPOULUS, V., 2006. Isolation and characterisation of antioxidant componenets from oregano (*Origanum heracleoticum*), International Journal of Food Scinece and Technology, 41(1), 39-48.

- TURP, G.Y., 1999. Tavuk köfterlerinde askorbik, asit, α -tokoferol/askorbik asit ve biberiye ekstraktı kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisan Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- TÜZÜN, H. 1986. Türkiye’de tıbbi bitkilerin yetiştirme imkânları ve faydaları. VI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı. 16-19 Mayıs 1986. Ankara.
- UÇAK, İ., 2010. Biberiye Ekstraktının Vakum Paketlenmiş Uskumru (*Scomber Scombrus* L., 1758) Burgerlerinin Raf Ömrüne Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- UÇAK, İ., ÖZOGUL, Y., DURMUŞ, M., 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. International Journal of Food Science and Technology, 46(6), 1157–1163.
- ÜNLÜSAYIN M., BİLGİN S., İZCİ L., GÜLYAVUZ H., 2002. Sudak (*Sander Lucioperca* L. Kottelat, 1997) ve Kadife Tınca tinca L. 1758) Balığı Fileto Artıklarından Köfte Yapımı Ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6-3 25-34.
- VARLIK, C., ERKAN, N., METİN, S., BAYGAR, T., ÖZDEN, Ö., 2000. Marine balık köftesinin raf ömrünün belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 593-597.
- VARLIK, C., ERKAN, N., ÖZDEN, Ö., MOL, S., BAYGAR T., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, Su Ürünleri Fak. No: 7, ISBN: 975-404- 715-4.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Gıda Teknolojisi Yayın No: 17. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 173 s.
- 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.
- VURAL. A. ve YEŞİLMEN, S., 2003. Diyarbakır’da satışa sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine bir araştırma. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 33, 350-355.

- 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, 263–74.
- WU, S.Y. and BREWER, M.S., 1994. Soy protein isolate antioxidant effect on lipid peroxidation of ground beef microsomal lipid. *J.Food Sci.* 59(4), 702-706.
- WU, S.Y. AND BREWER, M.S., 1994. Soy protein isolate antioxidant effect on lipid peroxidation of ground beef microsomal lipid. *J.Food Sci.* 59(4), 702-706.
- WU, S.Y. AND BREWER, M.S., 1994. Soy Protein İsolate Antioxidant Effect On Lipid Peroxidation Of Ground Beef Microsomal Lipid. *J.Food Sci.* 59(4), 702-706.
- YANISHLIEVA, N. V. MARINOVA, E. POKORNY, J., 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108: 776-793.
- YAPAR,A., ERDÖL,M., 1999. Buzdolabında Muhafaza Edilen Mezgit (*Merlangius merlangius euxinus* Nord.,1840) Karaciğer Yağının Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. *Tr.J. of Veterinary and Animal Science*, 23,333-336.
- YASIN N. M.N., TALEB M., 2007. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Marjoram and Thyme in Coated Refrigerated Semi Fried Mullet Fish Fillets *World Journal of Dairy Food Sciences.* 2 (1), 01-09.
- YAVAŞER, R., 2011. Doğal Ve Sentetik Antioksidan Bileşiklerin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Aydın.
- YERLIKAYA, P., GOKOGLU, N., URAN, H., 2004. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *Eur. Food Res. Technol.* 220, 287–291.
- YU, T.C., SINNHUBER, R.O. and CRAWFORD, D.L., 1973. Effect of packaging on shelf life of frozen silver salmon steaks. *Journal of Food Science*, 38, 1197-1199.
- ZHENG, W., WANG, S.Y., (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:5165-5170.

ÖZGEÇMİŞ

07/10/1981 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2002 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi’nden 2006 yılında mezun oldu ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladı. 2008 yılında, Çukurova Üniversitesi Erasmus öğrenim hareketliliği programını kazanarak, Polonya’nın Krakow şehrinde, Agriculture Üniversitesi’nde 6 aylık öğrenim programını ve 2009 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda doktora çalışmasına başladı.

EKLER

EK 1. Dondurularak Depolama Boyunca % 0.05 Bitki Ekstraktı İlaveli Ve İlavesiz Uskumnu Köfelerinin Yağ Asit İçeriğindeki Değişimleri (%)

Yağ asitleri	G	Depolama Süresi (Ay)										
		0.gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C12:0	K	0.20±0.01 ^a	0.17±0.01 ^a	0.28±0.08 ^a	0.39±0.08 ^a	0.83±0.54 ^a	1.66±1.75 ^a	2.01±0.01 ^a	2.62±1.95 ^a	0.21±0.01 ^a	0.20±0.06 ^a	1.25±0.01 ^{ab}
	KK	0.20±0.01 ^a	0.14±0.16 ^a	0.24±0.31 ^a	0.18±0.23 ^a	0.27±0.11 ^a	1.10±0.00 ^a	3.09±0.13 ^a	1.41±0.35 ^a	0.21±0.01 ^a	0.15±0.00 ^a	1.36±0.13 ^{ab}
	B	0.20±0.01 ^a	0.35±0.15 ^a	0.21±0.09 ^a	0.16±0.02 ^a	0.23±0.08 ^a	0.98±0.09 ^a	1.42±1.24 ^a	1.76±0.06 ^a	0.25±0.01 ^a	0.17±0.01 ^a	1.49±0.14 ^a
	F	0.20±0.01 ^a	0.44±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.21±0.02 ^a	0.27±0.11 ^a	1.40±0.86 ^a	2.71±0.13 ^a	1.19±0.21 ^a	0.29±0.06 ^a	0.18±0.00 ^a	1.14±0.04 ^b
C14:0	K	6.38±0.06 ^a	6.45±0.08 ^a	6.37±0.29 ^a	6.03±0.18 ^{ab}	5.91±0.01 ^a	6.58±0.08 ^a	5.59±0.01 ^a	6.23±0.32 ^a	6.58±0.63 ^a	6.75±0.06 ^a	6.63±0.06 ^a
	KK	6.38±0.06 ^a	6.03±0.01 ^{ab}	5.73±0.06 ^b	5.75±0.04 ^b	6.00±0.39 ^a	5.19±0.06 ^b	5.03±0.09 ^a	6.27±0.06 ^a	6.29±0.15 ^a	6.48±0.05 ^b	6.33±0.07 ^b
	B	6.38±0.06 ^a	5.60±0.22 ^{bc}	5.89±0.04 ^{ab}	5.94±0.11 ^{ab}	6.00±0.04 ^a	5.22±0.21 ^b	5.50±0.28 ^a	5.98±0.05 ^a	5.84±0.02 ^a	6.14±0.01 ^c	5.95±0.00 ^c
	F	6.38±0.06 ^a	5.44±0.30 ^c	6.41±0.27 ^a	6.23±0.01 ^a	6.20±0.05 ^a	5.30±0.27 ^b	5.51±0.32 ^a	6.29±0.01 ^a	6.19±0.15 ^a	6.27±0.10 ^c	6.30±0.01 ^b
C15:0	K	0.41±0.00 ^a	0.42±0.01 ^a	0.41±0.01 ^{ab}	0.40±0.01 ^{ab}	0.38±0.02 ^a	0.41±0.01 ^a	0.32±0.03 ^a	0.41±0.01 ^a	0.42±0.04 ^a	0.41±0.00 ^a	0.41±0.00 ^a
	KK	0.41±0.00 ^a	0.40±0.01 ^{ab}	0.39±0.01 ^b	0.38±0.01 ^b	0.39±0.02 ^a	0.31±0.05 ^a	0.30±0.04 ^a	0.39±0.01 ^c	0.39±0.01 ^a	0.40±0.01 ^b	0.40±0.00 ^b
	B	0.41±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a	0.41±0.00 ^{ab}	0.41±0.00 ^a	0.41±0.01 ^a	0.37±0.01 ^a	0.36±0.04 ^a	0.39±0.00 ^{bc}	0.40±0.01 ^a	0.41±0.00 ^a	0.40±0.00 ^{ab}
	F	0.41±0.00 ^a	0.37±0.02 ^b	0.42±0.01 ^a	0.41±0.01 ^a	0.40±0.00 ^a	0.32±0.05 ^a	0.29±0.03 ^a	0.40±0.00 ^{ab}	0.40±0.01 ^a	0.41±0.01 ^{ab}	0.41±0.00 ^{ab}
C16:0	K	11.87±0.30 ^a	12.16±0.12 ^b	12.14±0.27 ^{ab}	12.03±0.11 ^{ab}	12.37±0.37 ^{ab}	12.07±0.38 ^a	11.85±0.21 ^a	12.15±0.21 ^{ab}	13.02±0.72 ^a	12.55±0.01 ^b	12.49±0.04 ^a
	KK	11.87±0.30 ^a	11.66±0.17 ^c	11.81±0.14 ^b	11.76±0.21 ^c	11.77±0.22 ^b	11.55±0.23 ^a	11.88±0.81 ^a	11.84±0.23 ^b	11.79±0.23 ^b	12.10±0.02 ^c	11.86±0.21 ^b
	B	11.87±0.30 ^a	12.55±0.04 ^a	12.92±0.35 ^a	13.02±0.21 ^a	12.89±0.02 ^a	12.27±0.25 ^a	12.46±0.45 ^a	12.58±0.12 ^a	12.94±0.15 ^a	12.92±0.06 ^a	12.70±0.01 ^a
	F	11.87±0.30 ^a	11.85±0.09 ^{bc}	12.56±0.47 ^{ab}	12.23±0.01 ^b	12.25±0.02 ^b	11.81±0.40 ^a	11.97±0.91 ^a	12.42±0.11 ^a	12.18±0.21 ^{ab}	12.44±0.21 ^b	12.40±0.08 ^a
C17:0	K	0.33±0.01 ^a	0.34±0.01 ^a	0.35±0.00 ^a	0.34±0.01 ^a	0.34±0.01 ^a	0.35±0.00 ^a	0.30±0.02 ^a	0.38±0.06 ^a	0.32±0.01 ^a	0.35±0.01 ^a	0.34±0.00 ^a
	KK	0.33±0.01 ^a	0.35±0.01 ^a	0.33±0.01 ^{ab}	0.33±0.01 ^a	0.33±0.01 ^a	0.31±0.00 ^c	0.29±0.00 ^a	0.33±0.00 ^a	0.31±0.02 ^a	0.34±0.00 ^{ab}	0.34±0.01 ^a
	B	0.33±0.01 ^a	0.35±0.01 ^a	0.34±0.01 ^{ab}	0.34±0.01 ^a	0.35±0.01 ^a	0.33±0.01 ^b	0.31±0.00 ^a	0.34±0.01 ^a	0.30±0.01 ^a	0.34±0.00 ^{ab}	0.35±0.01 ^a
	F	0.33±0.01 ^a	0.32±0.02 ^a	0.33±0.01 ^b	0.33±0.01 ^a	0.33±0.01 ^a	0.31±0.00 ^c	0.00±0.00 ^b	0.32±0.01 ^a	0.29±0.00 ^a	0.33±0.00 ^b	0.32±0.00 ^b

Aynı sütun için farklı harflerle (a-c) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifa edilmiştir. n=2.

G: Gruplar. K: Kontrol. KK:Kekik. B:Biberiye. F: Fesleğen. Σ SFA: Toplam doymuş yağ asitleri.

EK 1 (Devamı)

Yağ Asitleri	G	Depolama Süresi (Ay)										
		0. gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C18:0	K	2.00±0.01 ^a	1.97±0.01 ^b	2.01±0.00 ^b	2.13±0.11 ^a	2.13±0.12 ^a	1.91±0.08 ^b	2.28±0.29 ^a	1.49±0.62 ^a	1.62±0.38 ^a	1.99±0.03 ^{bc}	1.98±0.00 ^b
	KK	2.00±0.01 ^a	2.04±0.07 ^{ab}	2.22±0.02 ^a	2.16±0.11 ^a	2.02±0.08 ^a	2.42±0.18 ^a	2.14±0.04 ^a	1.90±0.01 ^a	1.83±0.06 ^a	1.90±0.01 ^c	1.96±0.00 ^b
	B	2.00±0.01 ^a	2.28±0.09 ^{ab}	2.19±0.08 ^a	2.19±0.08 ^a	2.15±0.03 ^a	2.53±0.01 ^a	2.26±0.18 ^a	2.05±0.04 ^a	2.03±0.01 ^a	2.13±0.01 ^a	2.16±0.03 ^a
	F	2.00±0.01 ^a	2.38±0.25 ^a	2.07±0.06 ^{ab}	2.04±0.01 ^a	2.05±0.01 ^a	2.21±0.11 ^{ab}	1.93±0.05 ^a	1.98±0.01 ^a	1.94±0.00 ^a	2.06±0.06 ^{ab}	2.03±0.05 ^b
C20:0	K	0.17±0.05 ^a	0.20±0.01 ^a	0.21±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.22±0.15 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
	KK	0.17±0.05 ^a	0.18±0.01 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.10±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.01±0.00 ^a
	B	0.17±0.05 ^a	0.10±0.00 ^b	0.15±0.06 ^a	0.11±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.15±0.03 ^a	0.06±0.08 ^a
	F	0.17±0.05 ^a	0.00±0.00 ^c	0.21±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.01±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.19±0.00 ^a	0.14±0.20 ^a	0.16±0.19 ^a
C22:0	K	0.14±0.01 ^a	0.13±0.01 ^a	0.16±0.11 ^a	0.18±0.07 ^a	0.49±0.51 ^a	0.64±0.77 ^a	0.30±0.00 ^a	0.09±0.00 ^a	0.10±0.02 ^a	0.05±0.00 ^b	0.05±0.00 ^a
	KK	0.14±0.01 ^a	0.08±0.01 ^b	0.16±0.01 ^a	0.25±0.11 ^a	0.21±0.18 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.05±0.02 ^a	0.10±0.00 ^a	0.05±0.00 ^b	0.06±0.02 ^a
	B	0.14±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.23±0.05 ^a	0.21±0.11 ^a	0.05±0.00 ^a	0.09±0.01 ^a	0.06±0.01 ^{ab}	0.08±0.01 ^a
	F	0.14±0.01 ^a	0.15±0.00 ^a	0.13±0.06 ^a	0.10±0.11 ^a	0.04±0.02 ^a	0.57±0.00 ^a	0.30±0.00 ^a	0.05±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.07±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a
C23:0	K	0.09±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.07±0.00 ^c	0.34±0.01 ^a	0.09±0.00 ^a	0.08±0.00 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.00 ^a
	KK	0.09±0.01 ^a	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.01 ^b	0.07±0.01 ^a	0.36±0.00 ^b	0.36±0.08 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a
	B	0.09±0.01 ^a	0.06±0.01 ^b	0.08±0.01 ^a	0.08±0.00 ^a	0.08±0.01 ^a	0.38±0.01 ^a	0.38±0.00 ^a	0.07±0.00 ^a	0.07±0.00 ^a	0.08±0.00 ^a	0.07±0.01 ^a
	F	0.09±0.01 ^a	0.05±0.00 ^b	0.08±0.00 ^a	0.08±0.00 ^a	0.08±0.01 ^a	0.37±0.00 ^a	0.32±0.02 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.07±0.00 ^a	0.07±0.00 ^a
C24:0	K	1.19±0.00 ^a	1.18±0.00 ^b	1.18±0.01 ^a	1.17±0.01 ^b	1.21±0.06 ^a	1.08±0.11 ^a	1.10±0.06 ^a	1.15±0.00 ^c	1.29±0.13 ^a	1.12±0.04 ^b	1.15±0.01 ^b
	KK	1.19±0.00 ^a	1.20±0.01 ^b	1.19±0.02 ^a	1.18±0.01 ^b	1.18±0.00 ^a	1.15±0.05 ^a	1.14±0.11 ^a	1.18±0.01 ^b	1.18±0.02 ^a	1.17±0.02 ^{ab}	1.17±0.01 ^{ab}
	B	1.19±0.00 ^a	1.22±0.00 ^b	1.24±0.02 ^a	1.25±0.01 ^a	1.23±0.01 ^a	1.20±0.03 ^a	1.17±0.04 ^a	1.18±0.01 ^b	1.20±0.01 ^a	1.21±0.00 ^a	1.17±0.01 ^{ab}
	F	1.19±0.00 ^a	1.23±0.01 ^a	1.22±0.06 ^a	1.24±0.03 ^a	1.21±0.01 ^a	0.84±0.00 ^b	1.08±0.02 ^a	1.22±0.01 ^a	1.23±0.04 ^a	1.20±0.02 ^a	1.20±0.01 ^a
Σ SFA	K	22.77±0.05 ^a	23.08±0.03 ^a	23.16±0.08 ^{ab}	22.73±0.07 ^b	23.63±0.21 ^a	24.75±0.35 ^a	24.08±0.07 ^a	24.81±0.34 ^a	23.63±0.22 ^a	23.48±0.02 ^a	24.37±0.01 ^a
	KK	22.77±0.05 ^a	22.12±0.05 ^b	22.11±0.07 ^b	22.03±0.08 ^c	22.22±0.11 ^a	23.38±0.07 ^a	24.21±0.16 ^a	23.43±0.07 ^b	22.25±0.05 ^a	22.65±0.01 ^c	23.54±0.05 ^b
	B	22.77±0.05 ^a	23.02±0.05 ^a	23.50±0.07 ^a	23.57±0.0 ^a	23.41±0.02 ^a	23.48±0.07 ^a	24.06±0.26 ^a	24.37±0.03 ^{ab}	23.09±0.03 ^a	23.60±0.01 ^a	24.41±0.03 ^a
	F	22.77±0.05 ^a	22.22±0.07 ^b	23.64±0.09 ^a	22.84±0.02 ^b	22.81±0.02 ^a	23.12±0.19 ^a	24.09±0.18 ^a	23.92±0.04 ^{ab}	22.85±0.05 ^a	23.16±0.06 ^b	24.06±0.04 ^a

Aynı sütun için farklı harflerle (a-c) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifa de edilmiştir. n=2.

G: Gruplar. K: Kontrol. KK:Kekik. B:Biberiye. F: Fesleğen. Σ SFA: Toplam doymuş yağ asitleri.

EK 1 (Devamı)

Yağ Asitleri	G	Depolama Süresi (Ay)										
		0.gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C14:1	K	0.19±0.00 ^a	0.21±0.03 ^a	0.22±0.02 ^a	0.20±0.01 ^{bc}	0.18±0.01 ^a	0.23±0.00 ^a	0.14±0.01 ^a	0.17±0.09 ^a	0.20±0.02 ^a	0.24±0.00 ^a	0.24±0.00 ^a
	KK	0.19±0.00 ^a	0.20±0.01 ^a	0.18±0.00 ^a	0.18±0.00 ^a	0.20±0.02 ^a	0.15±0.00 ^a	0.13±0.00 ^a	0.22±0.01 ^a	0.18±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a
	B	0.19±0.00 ^a	0.19±0.02 ^a	0.20±0.00 ^{ab}	0.21±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^a	0.14±0.00 ^a	0.14±0.04 ^a	0.20±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.21±0.00 ^a	0.21±0.01 ^c
	F	0.19±0.00 ^a	0.17±0.02 ^a	0.22±0.00 ^a	0.22±0.01 ^a	0.21±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.13±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.18±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.23±0.01 ^a
C15:1	K	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.08±0.03 ^a	0.06±0.01 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a
	KK	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a
	B	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a
	F	0.06±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a
C16:1	K	3.75±0.00 ^a	3.79±0.01 ^a	3.80±0.06 ^a	3.79±0.06 ^a	3.43±0.57 ^a	3.43±0.89 ^a	2.85±0.03 ^a	2.90±0.15 ^a	4.42±0.90 ^a	4.12±0.07 ^a	4.00±0.01 ^a
	KK	3.75±0.00 ^a	3.73±0.04 ^a	3.75±0.02 ^a	3.77±0.01 ^a	3.84±0.09 ^a	2.73±0.01 ^a	2.67±0.06 ^a	3.93±0.06 ^a	3.64±0.81 ^a	4.03±0.04 ^a	3.88±0.05 ^c
	B	3.75±0.00 ^a	3.70±0.01 ^a	3.77±0.05 ^a	3.78±0.07 ^a	3.85±0.02 ^a	2.80±0.08 ^a	2.86±0.12 ^a	3.85±0.01 ^a	4.08±0.01 ^a	3.83±0.04 ^a	3.80±0.04 ^c
	F	3.75±0.00 ^a	3.55±0.64 ^a	4.05±0.06 ^a	4.12±0.04 ^a	4.14±0.02 ^a	3.07±0.05 ^a	3.90±0.14 ^a	4.22±0.05 ^a	4.18±1.18 ^a	4.12±0.02 ^a	4.14±0.00 ^a
C17:1	K	0.37±0.00 ^a	0.37±0.00 ^a	0.38±0.00 ^{ab}	0.38±0.01 ^a	0.37±0.00 ^a	0.33±0.08 ^a	0.35±0.00 ^a	0.29±0.08 ^a	0.43±0.03 ^a	0.37±0.01 ^a	0.36±0.00 ^a
	KK	0.37±0.00 ^a	0.37±0.00 ^a	0.37±0.01 ^a	0.37±0.01 ^a	0.37±0.01 ^a	0.29±0.01 ^a	0.26±0.05 ^a	0.36±0.01 ^a	0.36±0.01 ^a	0.36±0.00 ^a	0.36±0.00 ^a
	B	0.37±0.00 ^a	0.32±0.00 ^a	0.30±0.04 ^a	0.30±0.04 ^a	0.33±0.01 ^a	0.31±0.01 ^a	0.27±0.08 ^a	0.32±0.01 ^a	0.31±0.01 ^a	0.32±0.00 ^a	0.31±0.01 ^a
	F	0.37±0.00 ^a	0.40±0.06 ^a	0.43±0.01 ^a	0.44±0.01 ^a	0.44±0.00 ^a	0.36±0.11 ^a	0.34±0.06 ^a	0.41±0.01 ^a	0.43±0.01 ^a	0.41±0.01 ^a	0.41±0.00 ^a
C18:1n9	K	9.07±0.14 ^a	9.08±0.02 ^a	8.74±0.28 ^a	8.57±0.04 ^a	6.87±2.44 ^a	7.65±1.90 ^a	10.63±1.15 ^a	8.48±0.67 ^a	7.75±0.35 ^a	8.81±0.13 ^a	9.03±0.00 ^a
	KK	9.07±0.14 ^a	8.46±0.09 ^a	8.30±0.11 ^a	8.30±0.12 ^a	8.35±0.20 ^{ab}	8.64±1.09 ^a	9.02±0.00 ^a	8.57±0.31 ^a	9.89±1.57 ^a	8.88±0.00 ^c	8.66±0.16 ^a
	B	9.07±0.14 ^a	10.37±0.11 ^a	10.73±0.47 ^a	10.98±0.12 ^a	10.71±0.25 ^a	9.78±0.05 ^a	10.69±0.86 ^a	10.22±0.15 ^a	14.05±0.28 ^a	10.53±0.01 ^a	10.11±0.16 ^a
	F	9.07±0.14 ^a	9.24±0.15 ^a	9.67±0.22 ^a	9.76±0.08 ^a	9.57±0.18 ^{ab}	9.62±0.54 ^a	10.53±0.22 ^a	9.91±0.03 ^a	9.98±0.04 ^a	9.73±0.05 ^a	9.69±0.00 ^a
C18:1n7	K	2.26±0.06 ^a	2.29±0.02 ^a	2.44±0.03 ^a	2.58±0.17 ^a	1.44±1.79 ^a	2.60±0.06 ^a	0.00±0.00 ^a	1.85±0.75 ^a	0.00±0.00 ^a	2.87±0.03 ^a	2.62±0.01 ^a
	KK	2.26±0.06 ^a	2.42±0.02 ^a	2.63±0.09 ^{ab}	2.65±0.13 ^a	2.69±0.07 ^a	2.71±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	2.60±0.14 ^a	2.98±0.00 ^a	2.61±0.03 ^a	2.48±0.05 ^a
	B	2.26±0.06 ^a	2.72±0.02 ^a	2.82±0.04 ^a	2.78±0.02 ^a	2.88±0.16 ^a	3.16±0.33 ^a	3.58±0.00 ^a	2.91±0.07 ^a	0.00±0.00 ^a	2.79±0.01 ^a	2.92±0.05 ^a
	F	2.26±0.06 ^a	2.84±0.10 ^a	2.75±0.13 ^a	2.79±0.07 ^a	2.81±0.09 ^a	2.97±0.00 ^{ab}	0.00±0.00 ^a	2.83±0.06 ^a	3.50±0.00 ^a	2.80±0.06 ^a	2.78±0.06 ^a
C20:1	K	0.26±0.06 ^a	0.30±0.01 ^a	0.33±0.06 ^a	0.25±0.04 ^a	0.21±0.02 ^a	0.19±0.00 ^a	0.26±0.00 ^a	0.23±0.11 ^a	0.20±0.03 ^a	0.20±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a
	KK	0.26±0.06 ^a	0.28±0.07 ^a	0.25±0.01 ^a	0.24±0.04 ^a	0.22±0.01 ^a	0.35±0.04 ^a	0.18±0.00 ^a	0.21±0.01 ^a	0.20±0.00 ^a	0.21±0.00 ^a	0.22±0.01 ^a
	B	0.26±0.06 ^a	0.26±0.02 ^a	0.33±0.10 ^a	0.25±0.02 ^a	0.23±0.00 ^a	0.36±0.01 ^a	0.30±0.18 ^a	0.21±0.00 ^a	0.31±0.14 ^a	0.22±0.00 ^a	0.21±0.00 ^a
	F	0.26±0.06 ^a	0.22±0.01 ^a	0.30±0.08 ^a	0.23±0.02 ^a	0.21±0.00 ^a	0.31±0.00 ^a	0.24±0.00 ^a	0.20±0.00 ^a	0.19±0.01 ^a	0.26±0.08 ^a	0.26±0.07 ^a
C22:1n9	K	0.54±0.01 ^a	0.55±0.07 ^a	0.49±0.11 ^a	0.46±0.16 ^a	0.52±0.23 ^a	0.40±0.00 ^a	1.08±1.20 ^{ab}	0.39±0.00 ^a	0.40±0.04 ^a	0.38±0.01 ^a	0.39±0.00 ^a
	KK	0.54±0.01 ^a	0.41±0.00 ^a	0.35±0.01 ^a	0.45±0.16 ^a	0.48±0.11 ^a	0.51±0.24 ^a	0.54±0.00 ^a	0.39±0.01 ^a	0.37±0.01 ^a	0.39±0.01 ^a	0.39±0.01 ^a
	B	0.54±0.01 ^a	0.48±0.15 ^a	0.37±0.00 ^a	0.38±0.01 ^a	0.38±0.01 ^a	0.26±0.01 ^a	0.34±0.00 ^a	0.37±0.01 ^a	0.35±0.01 ^a	0.38±0.01 ^a	0.36±0.01 ^a
	F	0.54±0.01 ^a	0.56±0.23 ^a	0.47±0.11 ^a	0.48±0.09 ^a	0.41±0.01 ^a	1.68±1.50 ^a	2.59±0.00 ^a	0.39±0.00 ^a	0.38±0.02 ^a	0.39±0.01 ^a	0.39±0.01 ^a
C24:1	K	0.92±0.01 ^a	0.93±0.01 ^a	0.90±0.01 ^a	0.89±0.01 ^a	0.86±0.03 ^a	0.91±0.04 ^a	0.74±0.03 ^a	0.92±0.00 ^a	1.02±0.12 ^a	0.91±0.01 ^a	0.93±0.01 ^a
	KK	0.92±0.01 ^a	0.99±0.02 ^a	0.94±0.01 ^a	0.96±0.04 ^a	0.99±0.00 ^a	0.87±0.00 ^a	0.80±0.05 ^a	0.96±0.02 ^a	1.02±0.04 ^a	0.95±0.01 ^{ab}	0.98±0.01 ^a
	B	0.92±0.01 ^a	0.92±0.03 ^a	0.97±0.06 ^a	0.97±0.06 ^a	0.92±0.02 ^{ab}	1.03±0.26 ^a	0.85±0.15 ^a	0.92±0.01 ^a	0.96±0.01 ^a	0.97±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a
	F	0.92±0.01 ^a	0.93±0.06 ^a	0.94±0.02 ^a	0.88±0.06 ^a	0.88±0.07 ^{ab}	1.21±0.11 ^a	0.74±0.03 ^a	0.20±0.03 ^a	0.97±0.01 ^a	0.95±0.03 ^{ab}	0.95±0.04 ^a
Σ MUFA	K	17.42±0.03 ^a	17.56±0.02 ^{ab}	17.34±0.06 ^a	17.16±0.05 ^a	13.92±0.57 ^a	15.79±0.33 ^a	16.05±0.34 ^a	15.29±0.21 ^a	14.46±0.19 ^a	17.94±0.03 ^a	17.83±0.00 ^a
	KK	17.42±0.03 ^a	16.90±0.03 ^a	16.80±0.03 ^a	16.95±0.05 ^a	17.18±0.06 ^a	16.25±0.18 ^a	13.59±0.02 ^a	17.28±0.06 ^{ab}	18.67±0.27 ^a	17.70±0.01 ^a	17.23±0.03 ^a
	B	17.42±0.03 ^a	18.99±0.04 ^a	19.54±0.08 ^a	19.68±0.04 ^a	19.54±0.05 ^a	17.82±0.09 ^a	19.06±0.16 ^a	19.04±0.03 ^a	20.27±0.06 ^a	19.30±0.01 ^a	18.90±0.03 ^a
	F	17.42±0.03 ^a	17.95±0.14 ^a	18.87±0.07 ^a	18.90±0.04 ^a	18.72±0.04 ^a	19.21±0.33 ^a	18.47±0.06 ^a	18.44±0.01 ^a	19.84±0.14 ^a	18.92±0.03 ^a	18.89±0.02 ^a

Aynı sütun için farklı harflerle (a-d) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifa de edilmiştir. n=2.

G: Gruplar. K: Kontrol. KK:Kekik. B:Bibeniye. F: Feslegen. Σ MUFA: Toplam tekli doymamış yağ asitleri.

EK 1 (Devamı)

Yağ Asitleri	G	Depolama Süresi (Ay)										
		0.gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C18:2n6	K	1.57±0.01 ^a	1.56±0.01 ^a	1.57±0.01 ^a	1.61±0.01 ^a	1.62±0.06 ^a	1.47±0.10 ^a	1.43±0.13 ^a	1.53±0.04 ^{ab}	1.49±0.09 ^a	1.60±0.01 ^a	1.56±0.01 ^a
	KK	1.57±0.01 ^a	1.57±0.01 ^a	1.61±0.01 ^a	1.60±0.01 ^a	1.59±0.00 ^{ab}	1.43±0.08 ^a	1.42±0.16 ^a	1.56±0.01 ^{ab}	1.65±0.04 ^a	1.62±0.01 ^a	1.58±0.01 ^a
	B	1.57±0.01 ^a	1.55±0.03 ^a	1.59±0.01 ^a	1.62±0.04 ^a	1.66±0.01 ^a	1.53±0.02 ^a	1.54±0.15 ^a	1.59±0.01 ^a	1.62±0.01 ^a	1.60±0.02 ^a	1.59±0.01 ^a
	F	1.57±0.01 ^a	1.44±0.01 ^a	1.49±0.02 ^a	1.52±0.02 ^a	1.50±0.04 ^a	1.37±0.09 ^a	1.24±0.02 ^a	1.51±0.01 ^a	1.50±0.14 ^a	1.51±0.01 ^a	1.51±0.01 ^a
C18:3n3	K	1.58±0.01 ^a	1.58±0.02 ^a	1.59±0.04 ^a	1.55±0.01 ^a	1.51±0.04 ^a	1.39±0.18 ^a	1.30±0.13 ^a	1.18±0.52 ^a	1.50±0.04 ^a	1.59±0.01 ^a	1.53±0.01 ^a
	KK	1.58±0.01 ^a	1.50±0.01 ^{ab}	1.46±0.01 ^a	1.45±0.01 ^a	1.46±0.02 ^a	1.22±0.01 ^a	1.17±0.09 ^a	1.43±0.01 ^a	1.53±0.03 ^a	1.51±0.00 ^a	1.47±0.04 ^a
	B	1.58±0.01 ^a	1.40±0.05 ^{bc}	1.44±0.02 ^a	1.45±0.04 ^a	1.47±0.01 ^a	1.31±0.02 ^a	1.37±0.10 ^a	1.43±0.04 ^a	1.42±0.01 ^a	1.43±0.02 ^a	1.40±0.00 ^a
	F	1.58±0.01 ^a	1.28±0.09 ^c	1.45±0.01 ^a	1.47±0.01 ^a	1.44±0.05 ^a	1.18±0.21 ^a	1.15±0.13 ^a	1.42±0.03 ^a	1.44±0.12 ^a	1.43±0.00 ^c	1.43±0.01 ^{bc}
C20:2cis	K	0.48±0.01 ^a	0.46±0.01 ^a	0.48±0.04 ^a	0.46±0.01 ^a	0.51±0.06 ^a	0.44±0.01 ^a	0.52±0.01 ^a	0.35±0.16 ^a	0.44±0.06 ^a	0.42±0.00 ^a	0.42±0.00 ^a
	KK	0.48±0.01 ^a	0.48±0.04 ^a	0.49±0.00 ^a	0.49±0.00 ^a	0.48±0.01 ^a	0.55±0.01 ^a	0.65±0.04 ^a	0.45±0.01 ^a	0.43±0.02 ^a	0.44±0.01 ^a	0.45±0.00 ^a
	B	0.48±0.01 ^a	0.46±0.00 ^a	0.47±0.04 ^a	0.44±0.00 ^a	0.45±0.01 ^a	0.51±0.01 ^{ab}	0.50±0.08 ^a	0.43±0.00 ^a	0.45±0.05 ^a	0.43±0.00 ^a	0.44±0.00 ^a
	F	0.48±0.01 ^a	0.51±0.06 ^a	0.46±0.01 ^a	0.45±0.00 ^a	0.45±0.00 ^a	0.44±0.07 ^a	0.50±0.06 ^a	0.05±0.01 ^a	0.43±0.01 ^a	0.47±0.04 ^a	0.45±0.01 ^a
C20:3n6	K	0.31±0.04 ^a	0.28±0.01 ^a	0.25±0.04 ^{ab}	0.23±0.01 ^a	0.22±0.01 ^a	0.23±0.03 ^a	0.21±0.00 ^a	0.47±0.25 ^a	0.24±0.03 ^a	0.26±0.01 ^a	0.26±0.00 ^a
	KK	0.31±0.04 ^a	0.24±0.03 ^{ab}	0.21±0.01 ^a	0.23±0.01 ^a	0.24±0.01 ^a	0.17±0.00 ^a	0.15±0.00 ^a	0.25±0.01 ^a	0.25±0.01 ^a	0.26±0.00 ^a	0.26±0.01 ^{ab}
	B	0.31±0.04 ^a	0.24±0.03 ^{ab}	0.28±0.00 ^a	0.27±0.01 ^a	0.26±0.00 ^a	0.21±0.01 ^{ab}	0.19±0.07 ^a	0.26±0.01 ^a	0.28±0.04 ^a	0.27±0.01 ^a	0.26±0.00 ^a
	F	0.31±0.04 ^a	0.19±0.02 ^a	0.25±0.01 ^{ab}	0.24±0.00 ^a	0.22±0.03 ^a	0.19±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.24±0.01 ^a	0.22±0.01 ^a	0.26±0.02 ^a	0.25±0.01 ^a
C20:4n6	K	1.04±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.04±0.03 ^a	0.98±0.06 ^a	0.94±0.06 ^a	1.01±0.01 ^a	1.01±0.10 ^a	0.99±0.01 ^{ab}	1.01±0.00 ^a
	KK	1.04±0.01 ^a	0.99±0.00 ^c	1.00±0.01 ^a	0.99±0.00 ^a	1.00±0.01 ^a	0.78±0.00 ^a	0.92±0.08 ^a	0.98±0.01 ^{bc}	0.99±0.01 ^a	0.98±0.01 ^{ab}	0.99±0.01 ^a
	B	1.04±0.01 ^a	1.01±0.00 ^a	1.02±0.01 ^a	1.02±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.00±0.01 ^a	1.00±0.04 ^a	0.99±0.00 ^{ab}	1.02±0.01 ^a	1.02±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a
	F	1.04±0.01 ^a	0.97±0.01 ^c	0.96±0.02 ^a	0.97±0.01 ^c	1.05±0.12 ^a	0.89±0.09 ^{ab}	0.89±0.04 ^a	0.95±0.01 ^a	0.97±0.01 ^a	0.96±0.01 ^a	0.95±0.01 ^c
C20:5n3	K	15.60±0.08 ^a	15.59±0.13 ^a	14.88±0.51 ^a	14.27±0.35 ^a	13.98±0.06 ^a	13.63±1.80 ^a	12.95±0.06 ^a	11.95±0.92 ^a	15.76±1.05 ^{ab}	15.71±0.50 ^a	15.95±0.11 ^a
	KK	15.60±0.08 ^a	16.02±0.14 ^a	14.74±0.13 ^a	14.95±0.44 ^a	15.89±0.89 ^a	13.45±0.78 ^a	12.76±0.59 ^a	16.49±0.79 ^a	17.59±0.83 ^a	16.85±0.03 ^a	16.73±0.32 ^a
	B	15.60±0.08 ^a	13.24±0.29 ^b	14.66±0.93 ^a	14.78±0.75 ^a	13.82±0.62 ^a	12.35±0.33 ^a	12.69±0.98 ^a	13.98±0.08 ^a	14.38±0.13 ^b	14.78±0.11 ^c	14.28±0.02 ^a
	F	15.60±0.08 ^a	13.48±0.20 ^b	14.59±0.01 ^a	14.60±0.02 ^a	14.22±0.56 ^{ab}	12.56±0.79 ^a	12.60±0.47 ^a	15.21±0.39 ^{ab}	14.96±0.53 ^a	15.03±0.18 ^{bc}	15.05±0.11 ^a
C22:2cis	K	0.03±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.01 ^a	0.03±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.04±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a
	KK	0.03±0.00 ^a	0.05±0.01 ^a	0.00±0.00 ^a	0.31±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.05±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.05±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a
	B	0.03±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a
	F	0.03±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.01 ^a	0.03±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.43±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a
C22:6n3	K	12.65±0.28 ^a	12.44±0.17 ^c	13.64±1.41 ^{ab}	15.45±1.15 ^a	16.26±0.00 ^a	15.22±0.34 ^a	17.47±0.39 ^a	11.33±0.47 ^a	12.22±1.08 ^a	12.33±0.59 ^{ab}	11.86±0.12 ^a
	KK	12.65±0.28 ^a	13.73±0.37 ^{bc}	16.18±0.25 ^a	15.94±0.59 ^a	15.26±0.37 ^{ab}	18.36±0.77 ^a	19.34±0.94 ^a	12.36±1.10 ^{ab}	11.51±0.06 ^a	11.60±0.32 ^a	12.00±0.31 ^a
	B	12.65±0.28 ^a	15.67±1.39 ^{ab}	13.18±1.24 ^a	12.46±0.99 ^a	13.69±0.74 ^a	18.62±0.40 ^a	17.18±2.57 ^a	13.35±0.16 ^a	12.85±0.23 ^a	12.81±0.16 ^a	13.44±0.00 ^a
	F	12.65±0.28 ^a	16.78±1.10 ^a	12.56±0.35 ^a	12.97±0.23 ^a	13.72±0.83 ^a	17.07±0.54 ^a	16.04±0.32 ^a	11.79±0.57 ^a	12.75±0.49 ^a	12.28±0.08 ^{ab}	11.66±0.26 ^a
ΣPUFA	K	33.24±0.05 ^a	32.96±0.04 ^a	33.46±0.26 ^a	34.62±0.20 ^a	35.14±0.04 ^a	33.39±0.31 ^a	34.80±0.11 ^{ab}	27.86±0.30 ^a	32.69±0.31 ^a	32.93±0.14 ^a	32.62±0.03 ^a
	KK	33.24±0.05 ^a	34.57±0.08 ^a	35.67±0.06 ^a	35.95±0.13 ^a	35.95±0.16 ^a	35.96±0.14 ^a	36.40±0.27 ^a	33.55±0.24 ^a	33.98±0.13 ^a	33.30±0.05 ^a	33.50±0.09 ^a
	B	33.24±0.05 ^a	33.60±0.22 ^a	32.66±0.28 ^{ab}	32.08±0.23 ^b	32.39±0.17 ^a	35.51±0.11 ^a	34.50±0.50 ^{ab}	32.06±0.04 ^a	32.04±0.06 ^a	32.36±0.04 ^a	32.45±0.00 ^a
	F	33.24±0.05 ^a	34.63±0.21 ^a	31.79±0.06 ^a	32.24±0.04 ^a	32.61±0.20 ^a	33.69±0.26 ^a	32.40±0.17 ^a	31.58±0.13 ^a	32.28±0.16 ^a	31.97±0.04 ^a	31.32±0.05 ^a

Aynı sütun için farklı harflerle (a-d) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifa edilmiştir. n=2.

G: Gruplar. K: Kontrol. KK:Kekik. B:Biberiye. F: Fesleğen. ΣPUFA: Toplam çoklu doymamış yağ asitleri.

EK 2. Soğukta (4±2°C) Depolanan Uskumru Köftelerinin Depolama Boyunca Yağ Asit İçeriğindeki Değişimleri (%)

Yağ Asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)									
		C,ç'n	4	7	11	14	18	21	25	28	
C12:0	K	0.79±0.00x	0.15±0.00x	0.13±0.00x	0.20±0.00x	0.15±0.05x	0.25±0.04x	0.30±0.02x	0.21±0.00x	0.29±0.01x	
	KK	0.53±0.00x	0.19±0.02x	0.14±0.00x	0.21±0.00x	0.13±0.04x	0.20±0.00x	0.30±0.14x	0.17±0.02x	0.17±0.01x	
	B	0.53±0.00x	0.21±0.00x	0.12±0.00x	0.20±0.04x	0.28±0.01x	0.25±0.00x	0.30±0.10x	0.64±0.57x	0.17±0.01x	
	F	0.38±0.00x	0.17±0.00x	0.14±0.00x	0.20±0.03x	0.11±0.03x	0.21±0.03x	0.43±0.01x	0.08±0.00x	0.18±0.00x	
C14:0	K	7.37±0.00x	5.77±0.11x	6.73±0.17x	6.73±0.07x	7.48±0.31x	6.80±0.01x	6.78±0.07x	7.57±1.51x	5.58±0.01x	
	KK	7.37±0.00x	6.06±0.02x	6.95±0.08x	7.04±0.42x	7.70±0.04x	6.74±0.04x	7.08±0.11x	6.57±0.04x	6.84±0.10x	
	B	7.37±0.00x	7.18±0.05x	6.93±0.09x	8.00±0.11x	6.99±0.09x	6.05±0.07x	6.90±0.22x	7.05±1.53x	5.79±0.10x	
	F	7.37±0.00x	6.78±0.01x	6.72±0.05x	6.75±0.25x	8.03±0.20x	6.72±0.01x	6.56±0.00x	6.87±0.27x	6.89±0.07x	
C16:0	K	0.42±0.00x	0.39±0.00x	0.38±0.00x	0.38±0.00x	0.40±0.07x	0.40±0.01x	0.38±0.01x	0.39±0.00x	0.39±0.01x	
	KK	0.42±0.00x	0.40±0.01x	0.36±0.00x	0.41±0.00x	0.48±0.08x	0.38±0.00x	0.40±0.01x	0.47±0.01x	0.38±0.00x	
	B	0.42±0.00x	0.40±0.00x	0.36±0.00x	0.40±0.00x	0.48±0.00x	0.40±0.01x	0.38±0.01x	0.44±0.15x	0.38±0.01x	
	F	0.42±0.00x	0.39±0.00x	0.36±0.00x	0.38±0.00x	0.51±0.04x	0.40±0.01x	0.37±0.00x	0.65±0.06x	0.30±0.01x	
C18:0	K	11.34±2.68x	11.58±0.09x	11.34±0.11x	11.36±0.00x	13.38±1.07x	11.06±0.42x	11.11±0.27x	10.76±0.00x	11.06±0.21x	
	KK	11.34±2.68x	11.79±0.07x	11.63±0.05x	12.18±0.70x	12.05±0.90x	11.20±0.05x	11.72±0.23x	11.33±0.05x	11.35±0.11x	
	B	11.34±2.68x	11.06±0.01x	11.54±0.11x	11.49±0.08x	11.38±0.13x	11.28±0.11x	11.38±0.26x	11.85±0.21x	11.32±0.08x	
	F	11.34±2.68x	11.47±0.04x	11.48±0.13x	11.58±0.48x	11.64±0.40x	11.31±0.08x	11.10±0.07x	11.13±0.05x	11.21±0.12x	
C17:0	K	0.31±0.01x	0.32±0.00x	0.32±0.00x	0.32±0.00x	0.28±0.08x	0.35±0.01x	0.32±0.00x	0.32±0.00x	0.32±0.00x	
	KK	0.31±0.01x	0.33±0.00x	0.34±0.00x	0.34±0.00x	0.25±0.13x	0.34±0.00x	0.35±0.01x	0.33±0.00x	0.34±0.01x	
	B	0.31±0.01x	0.33±0.00x	0.34±0.00x	0.34±0.00x	0.35±0.00x	0.31±0.02x	0.33±0.00x	0.33±0.00x	0.35±0.01x	
	F	0.31±0.01x	0.30±0.00x	0.34±0.00x	0.34±0.00x	0.25±0.04x	0.34±0.00x	0.33±0.00x	0.08±0.01x	0.33±0.00x	
C12:0	K	1.66±0.42x	1.70±0.01x	1.77±0.00x	1.75±0.00x	2.14±0.47x	1.82±0.01x	1.75±0.00x	1.89±0.14x	1.80±0.08x	
	KK	1.66±0.42x	1.79±0.01x	1.77±0.00x	1.83±0.00x	2.32±0.40x	1.78±0.03x	1.77±0.02x	1.82±0.01x	1.72±0.04x	
	B	1.66±0.42x	1.88±0.05x	1.71±0.00x	1.71±0.00x	1.74±0.01x	1.71±0.01x	1.73±0.08x	2.64±0.14x	1.69±0.03x	
	F	1.66±0.42x	1.79±0.01x	1.81±0.02x	1.83±0.08x	2.55±0.06x	1.82±0.05x	1.84±0.01x	3.04±0.35x	1.74±0.01x	
C20:0	K	0.15±0.00x	0.13±0.00x	0.00±0.00x	0.12±0.00x	0.01±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	
	KK	0.15±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.37±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	
	B	0.15±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	
	F	0.15±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	0.00±0.00x	
C22:0	K	0.30±0.01x	0.01±0.00x	0.01±0.00x	0.01±0.00x	0.01±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	
	KK	0.30±0.01x	0.01±0.00x	0.02±0.00x	0.02±0.00x	0.02±0.01x	0.02±0.00x	0.02±0.01x	0.02±0.01x	0.02±0.01x	
	B	0.30±0.01x	0.02±0.01x	0.01±0.00x	0.02±0.00x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	
	F	0.30±0.01x	0.02±0.01x	0.01±0.00x	0.02±0.00x	0.03±0.00x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	0.03±0.01x	
C23:0	K	0.50±0.02x	0.08±0.01x	0.07±0.00x	0.02±0.00x	0.08±0.01x	0.09±0.00x	0.05±0.01x	0.07±0.00x	0.07±0.00x	
	KK	0.50±0.02x	0.08±0.00x	0.03±0.00x	0.03±0.00x	0.10±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	
	B	0.50±0.02x	0.08±0.01x	0.03±0.00x	0.03±0.00x	0.10±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	
	F	0.50±0.02x	0.07±0.01x	0.03±0.00x	0.03±0.00x	0.09±0.02x	0.07±0.01x	0.07±0.01x	0.07±0.01x	0.07±0.01x	
C24:0	K	1.18±0.11x	1.18±0.01x	1.24±0.00x	1.17±0.00x	1.04±0.18x	1.18±0.01x	1.17±0.01x	0.89±0.46x	1.15±0.01x	
	KK	1.18±0.11x	1.13±0.01x	1.24±0.02x	1.10±0.04x	1.03±0.17x	1.15±0.01x	1.17±0.01x	1.23±0.02x	1.17±0.01x	
	B	1.18±0.11x	1.10±0.01x	1.14±0.00x	1.11±0.00x	1.11±0.01x	1.11±0.01x	1.17±0.02x	0.98±0.33x	1.17±0.01x	
	F	1.18±0.11x	1.11±0.03x	1.14±0.00x	1.12±0.02x	1.00±0.04x	1.15±0.01x	1.03±0.01x	0.84±0.32x	1.17±0.01x	
ΣSFA	K	22.73±0.33x	22.35±0.02x	22.03±0.04x	22.17±0.01x	25.00±0.47x	21.82±0.06x	21.82±0.05x	22.11±0.28x	21.71±0.04x	
	KK	22.73±0.33x	22.67±0.01x	22.39±0.03x	21.74±0.16x	24.36±0.24x	22.09±0.07x	22.78±0.07x	21.80±0.07x	22.11±0.04x	
	B	22.73±0.33x	22.61±0.02x	22.31±0.03x	22.08±0.03x	22.34±0.03x	22.00±0.03x	22.32±0.08x	21.85±0.13x	21.82±0.04x	
	F	22.73±0.33x	22.09±0.01x	22.03±0.03x	22.32±0.10x	24.37±0.14x	22.08±0.02x	21.89±0.02x	22.57±0.02x	21.76±0.03x	

Aynı sütun için farklı harflerle (x,y,z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05). Değerler ortalaması ve standart sapması olarak ifade edilmiştir. n = 2.

G: Gruplar; K: Kontrol; KK:Kokulu; B:Bilberry; F: Fatsız; toplam yağın yağ asitleri.

EK 2. (Devamı)

Yağ Asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)										
		0.gün	4	7	11	14	18	21	25	28		
C14:1	K	0.24±0.00x	0.23±0.00x	0.23±0.01y	0.23±0.00x	0.24±0.01x	0.21±0.03x	0.23±0.00x	0.21±0.02x	0.22±0.00x		
	KK	0.24±0.00x	0.24±0.00x	0.24±0.01xy	0.24±0.01x	0.25±0.01x	0.23±0.00x	0.23±0.02x	0.20±0.03x	0.23±0.00x		
	B	0.24±0.00x	0.24±0.00x	0.24±0.00x	0.22±0.04x	0.20±0.00x	0.22±0.03x	0.24±0.01x	0.19±0.04x	0.23±0.00x		
	F	0.24±0.00x	0.23±0.00x	0.23±0.00xy	0.24±0.01x	0.25±0.01x	0.23±0.00x	0.21±0.02x	0.22±0.01x	0.22±0.00x		
C15:1	K	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.07±0.01x	0.05±0.01x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.01x		
	KK	0.06±0.00x	0.04±0.03x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.07±0.01x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.05±0.00x	0.06±0.00x		
	B	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.07±0.00x	0.06±0.00x		
	F	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.06±0.00x	0.07±0.01x	0.06±0.00x	0.05±0.00x	0.06±0.00x	0.05±0.00x		
C16:1	K	3.80±0.12x	3.77±0.03y	3.81±0.01xy	3.84±0.04x	3.42±0.41x	3.81±0.01y	3.84±0.04x	3.01±1.28x	3.84±0.06xy		
	KK	3.80±0.12x	3.77±0.02y	3.76±0.08xy	3.67±0.08y	3.14±0.45x	3.82±0.01y	3.79±0.16x	3.66±0.02x	3.80±0.01xy		
	B	3.80±0.12x	3.87±0.02x	3.83±0.01x	3.80±0.01xy	3.91±0.13x	3.92±0.01x	3.80±0.11x	3.37±0.30x	3.89±0.05x		
	F	3.80±0.12x	3.69±0.01z	3.70±0.01y	3.70±0.04y	3.08±0.06x	3.82±0.04y	3.63±0.01x	3.21±0.16x	3.75±0.00y		
C17:1	K	0.36±0.10x	0.49±0.01x	0.51±0.00x	0.51±0.01x	0.39±0.16x	0.52±0.02x	0.52±0.00x	0.51±0.00x	0.52±0.03x		
	KK	0.36±0.10x	0.41±0.01y	0.43±0.01y	0.39±0.04z	0.28±0.09x	0.40±0.01y	0.44±0.05y	0.43±0.01xy	0.42±0.01y		
	B	0.36±0.10x	0.46±0.03x	0.44±0.01y	0.44±0.00y	0.47±0.01x	0.44±0.01y	0.45±0.02xy	0.27±0.15yz	0.45±0.01y		
	F	0.36±0.10x	0.40±0.00y	0.42±0.02y	0.41±0.01yz	0.23±0.00x	0.41±0.00y	0.43±0.00y	0.14±0.01z	0.41±0.01y		
C18:1n9	K	8.62±0.55x	8.30±0.02x	8.23±0.06y	8.32±0.19x	7.99±0.51x	8.39±0.04x	8.22±0.00x	7.43±1.31x	7.97±0.03y		
	KK	8.62±0.55x	8.05±0.13y	8.10±0.23y	7.94±0.03y	7.45±0.66x	8.17±0.03y	7.50±0.43x	7.95±0.21x	7.99±0.08y		
	B	8.62±0.55x	7.48±0.11z	7.34±0.01z	7.37±0.13z	7.30±0.01x	7.36±0.03z	7.51±0.40x	6.66±0.54x	7.26±0.01z		
	F	8.62±0.55x	8.40±0.01x	8.80±0.33x	8.45±0.06x	7.92±0.11x	8.32±0.11xy	8.05±0.18x	5.62±1.83x	8.38±0.07x		
C18:1n7	K	2.46±0.28x	2.44±0.07x	2.46±0.07x	2.43±0.04x	2.20±0.09x	2.36±0.08x	2.51±0.04x	2.34±0.05xy	2.72±0.08x		
	KK	2.46±0.28x	2.33±0.05x	2.37±0.17x	2.34±0.13xy	2.08±0.13x	2.24±0.01xy	2.28±0.01y	2.12±0.06y	2.54±0.02y		
	B	2.46±0.28x	2.31±0.12x	2.27±0.00x	2.19±0.04y	2.18±0.03x	2.15±0.04y	2.34±0.08xy	2.57±0.21x	2.33±0.04x		
	F	2.46±0.28x	2.47±0.03x	2.46±0.11x	2.40±0.04xy	2.18±0.19x	2.42±0.11x	2.48±0.09x	2.57±0.00x	2.65±0.10x		
C20:1	K	0.26±0.06x	0.27±0.06x	0.24±0.04x	0.27±0.00x	0.22±0.01x	0.21±0.00y	0.20±0.00y	0.19±0.03x	0.19±0.01x		
	KK	0.26±0.06x	0.24±0.00x	0.22±0.00x	0.23±0.01y	0.28±0.06x	0.23±0.01x	0.22±0.01x	0.24±0.05x	0.22±0.01x		
	B	0.26±0.06x	0.22±0.01x	0.22±0.00x	0.22±0.00y	0.21±0.00x	0.22±0.00xy	0.21±0.00xy	0.18±0.01x	0.21±0.00x		
	F	0.26±0.06x	0.22±0.00x	0.22±0.00x	0.22±0.00y	0.23±0.00x	0.22±0.00xy	0.20±0.00y	0.17±0.01x	0.26±0.06x		
C22:1n9	K	0.45±0.10x	0.46±0.00x	0.45±0.00x	0.45±0.01xy	0.41±0.05x	0.44±0.01x	0.45±0.01x	0.51±0.06x	0.43±0.01x		
	KK	0.45±0.10x	0.45±0.01x	0.45±0.01x	0.43±0.01z	0.37±0.04x	0.44±0.00x	0.44±0.00x	0.49±0.05x	0.45±0.03x		
	B	0.45±0.10x	0.45±0.01x	0.45±0.00x	0.46±0.01x	0.45±0.00x	0.45±0.00x	0.45±0.01x	0.29±0.05y	0.45±0.01x		
	F	0.45±0.10x	0.43±0.01y	0.45±0.01x	0.43±0.00yz	0.36±0.03x	0.44±0.00x	0.44±0.01x	0.18±0.01y	0.43±0.01x		
C24:1	K	1.00±0.13x	0.90±0.03x	0.88±0.02xy	0.85±0.01y	1.12±0.25x	0.89±0.04y	0.87±0.01x	0.90±0.00x	0.97±0.01x		
	KK	1.00±0.13x	0.90±0.02x	0.88±0.03xy	0.97±0.06x	1.25±0.31x	0.92±0.02xy	0.91±0.02x	0.90±0.01x	0.87±0.01z		
	B	1.00±0.13x	0.90±0.03x	0.94±0.01x	0.95±0.01x	0.94±0.01x	0.97±0.00x	0.89±0.04x	1.33±0.55x	0.93±0.01y		
	F	1.00±0.13x	0.91±0.01x	0.92±0.03y	0.92±0.01xy	1.32±0.07x	0.92±0.01xy	0.92±0.01xy	1.60±0.08x	0.86±0.01z		
MUFA	K	17.24±0.15x	16.91±0.02x	16.86±0.02x	16.95±0.03x	16.02±0.17x	16.86±0.03x	16.89±0.01x	15.14±0.31x	16.90±0.03x		
	KK	17.24±0.15x	16.41±0.03y	16.50±0.06xy	16.24±0.04y	15.16±0.20x	16.50±0.01y	15.84±0.08y	16.01±0.05x	16.56±0.02y		
	B	17.24±0.15x	15.97±0.04z	15.78±0.00y	15.69±0.03z	15.71±0.02x	15.78±0.01z	15.93±0.07y	14.91±0.21x	15.78±0.01z		
	F	17.24±0.15x	16.79±0.01xy	17.18±0.05x	16.81±0.02x	15.61±0.05x	16.83±0.03x	16.39±0.04xy	13.76±0.24x	16.99±0.03x		

Aynı sütun için farklı harflerle (x,y,z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ($P<0.05$). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. n=2.
 G: Gruplar. K: Kontrol. KK:Kekik. B:Biberiye. F: Fesleğin. Σ SFA: Toplam doymuş yağ asitleri.

EK 2. (Devamı)

Yağ Asitleri	Gruplar	Depolama Süresi (Gün)											25	28
		0.gün	4	7	11	14	18	21	25					
C18:2n6	K	1.58±0.06x	1.62±0.00z	1.56±0.01t	1.57±0.01y	1.44±0.13x	1.56±0.01z	1.56±0.00x	1.25±0.43x	1.56±0.05y				
	KK	1.58±0.06x	1.73±0.01x	1.68±0.01x	1.66±0.04x	1.50±0.14x	1.67±0.01x	1.63±0.01x	1.72±0.02x	1.65±0.00x				
	B	1.58±0.06x	1.63±0.02yz	1.63±0.00z	1.62±0.01xy	1.59±0.00x	1.61±0.01y	1.62±0.06x	1.50±0.21x	1.60±0.01xy				
	F	1.58±0.06x	1.66±0.01y	1.65±0.00y	1.67±0.01x	1.44±0.02x	1.67±0.01x	1.65±0.02x	1.23±0.08x	1.67±0.01x				
C18:3n3	K	1.39±0.13x	1.43±0.01y	1.49±0.01z	1.47±0.01y	1.36±0.16x	1.50±0.01y	1.51±0.01y	1.12±0.52x	1.44±0.07y				
	KK	1.39±0.13x	1.65±0.02x	1.63±0.05xy	1.62±0.07x	1.49±0.19x	1.69±0.01x	1.64±0.02x	1.64±0.01x	1.65±0.03x				
	B	1.39±0.13x	1.63±0.12x	1.68±0.00x	1.69±0.01x	1.66±0.00x	1.69±0.01x	1.64±0.01x	1.35±0.18x	1.65±0.04x				
	F	1.39±0.13x	1.60±0.01x	1.59±0.03y	1.64±0.06x	1.40±0.02x	1.69±0.04x	1.69±0.06xy	1.09±0.06x	1.68±0.02x				
C20:2cis	K	0.37±0.06x	0.46±0.01x	0.39±0.02x	0.41±0.01x	0.34±0.04x	0.38±0.01y	0.38±0.01x	0.31±0.09x	0.38±0.01x				
	KK	0.37±0.06x	0.37±0.01y	0.37±0.00x	0.37±0.01y	0.35±0.01x	0.37±0.00x	0.36±0.01x	0.38±0.03x	0.38±0.02x				
	B	0.37±0.06x	0.35±0.01y	0.36±0.01x	0.35±0.00y	0.36±0.00x	0.36±0.01x	0.37±0.03x	0.36±0.14x	0.35±0.01x				
	F	0.37±0.06x	0.36±0.00y	0.37±0.01x	0.37±0.01y	0.31±0.01x	0.37±0.00x	0.38±0.01x	0.21±0.06x	0.37±0.03x				
C20:3n6	K	0.27±0.01x	0.30±0.01x	0.25±0.01y	0.25±0.00y	0.26±0.03x	0.24±0.00y	0.24±0.01y	0.23±0.03x	0.22±0.00y				
	KK	0.27±0.01x	0.27±0.01y	0.26±0.00x	0.28±0.01x	0.35±0.01x	0.28±0.00x	0.27±0.01x	0.27±0.01x	0.27±0.00x				
	B	0.27±0.01x	0.26±0.01y	0.26±0.00x	0.27±0.01xy	0.26±0.00x	0.27±0.00x	0.27±0.01x	0.25±0.08x	0.26±0.00x				
	F	0.27±0.01x	0.26±0.00y	0.37±0.01x	0.27±0.00xy	0.31±0.01x	0.28±0.01x	0.26±0.01xy	0.28±0.02x	0.28±0.03x				
C20:4n6	K	0.93±0.06x	0.91±0.01x	0.94±0.00y	0.94±0.00y	0.85±0.13x	0.94±0.01y	0.94±0.01y	0.73±0.32x	0.93±0.01y				
	KK	0.93±0.06x	0.97±0.00x	0.97±0.01x	0.96±0.03xy	0.85±0.12x	0.99±0.01x	0.99±0.01x	0.98±0.01x	1.00±0.03x				
	B	0.93±0.06x	0.96±0.04x	0.99±0.00x	0.99±0.01x	0.99±0.01x	1.00±0.01x	1.00±0.01x	0.82±0.16x	0.99±0.01x				
	F	0.93±0.06x	0.96±0.02x	0.98±0.01x	0.97±0.01xy	0.79±0.01x	1.00±0.01x	0.95±0.00y	0.62±0.01x	0.97±0.00xy				
C20:5n3	K	18.43±0.47x	17.08±0.25x	16.79±0.13x	16.60±0.30x	18.64±1.99x	17.01±0.50x	16.65±0.20x	17.04±0.06xy	16.24±0.69x				
	KK	18.43±0.47x	16.74±0.4x	16.54±0.30x	17.23±0.90x	18.95±1.63x	17.14±0.24x	16.85±0.68x	16.44±0.47y	16.28±0.57x				
	B	18.43±0.47x	17.14±0.08x	17.11±0.28x	17.12±0.02x	16.71±0.08x	17.21±0.04x	16.37±0.88x	17.40±0.45x	17.03±0.07x				
	F	18.43±0.47x	17.46±0.23x	16.58±0.46x	16.92±0.08x	19.18±1.98x	16.82±0.01x	16.51±0.51x	16.78±0.13xy	16.66±0.04x				
C22:2cis	K	0.05±0.01x	0.05±0.00x	0.05±0.00x	0.05±0.00x	0.05±0.01x	0.05±0.00x	0.05±0.00x	0.05±0.00x	0.04±0.00x				
	KK	0.05±0.01x	0.05±0.00x	0.05±0.00x	0.05±0.01x	0.06±0.02x	0.05±0.01x	0.04±0.00x	0.05±0.01x	0.04±0.00x				
	B	0.05±0.01x	0.04±0.00x	0.04±0.00x	0.04±0.00x	0.04±0.00x	0.04±0.00x	0.04±0.00x	0.04±0.00x	0.04±0.00x				
	F	0.05±0.01x	0.05±0.01x	0.05±0.00x	0.05±0.00x	0.06±0.03x	0.05±0.01x	0.05±0.01x	0.12±0.00x	0.04±0.00x				
C22:6n3	K	10.45±1.17x	11.15±0.12y	11.52±0.31x	11.53±0.32x	9.97±2.05x	11.59±0.44x	11.83±0.36x	11.60±0.85x	12.79±0.01x				
	KK	10.45±1.17x	12.13±0.43x	12.21±0.16x	11.78±0.97x	9.48±1.81x	11.84±0.24x	12.36±1.22x	12.60±0.36x	12.46±0.11x				
	B	10.45±1.17x	11.85±0.40xy	12.06±0.44x	12.18±0.26x	12.62±0.01x	12.04±0.09x	12.82±1.03x	12.65±0.07x	12.29±0.35x				
	F	10.45±1.17x	11.62±0.22xy	11.94±0.66x	11.94±0.04x	8.77±0.12x	12.09±0.06x	12.78±0.13x	11.67±0.66x	11.44±0.34y				
ΣPUFA	K	33.45±0.25x	32.98±0.06y	32.98±0.06y	32.80±0.08z	32.90±0.57x	33.25±0.12z	33.14±0.07y	32.31±0.29x	33.59±0.11x				
	KK	33.45±0.25x	33.89±0.11x	33.70±0.07xy	33.94±0.26xy	33.00±0.50x	34.01±0.06y	34.11±0.24xy	34.06±0.11x	33.71±0.10x				
	B	33.45±0.25x	33.84±0.09x	34.13±0.09x	34.23±0.04x	34.22±0.01x	34.20±0.02x	34.12±0.25xy	34.56±0.18x	34.19±0.06x				
	F	33.45±0.25x	33.94±0.06x	33.41±0.15xy	33.68±0.03y	32.23±0.27x	33.94±0.02y	34.15±0.09y	31.98±0.13x	33.10±0.06x				

Aynı sütun için farklı harflerle (x,y,z) gösterilenler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (P<0.05). Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. n=2.

G: Gruplar. K: Kontrol. KK:Kekik. B:Biberiye. F: Fesleğen. ΣPUFA: Toplam çoklu doymamış yağ asitleri.