



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İŞLENMİŞ ALABALIK YUMURTALARININ RAF ÖMRÜNE
FARKLI KATKI MADDELERİNİN ETKİSİ**

Bibi Aaishah OLLEE

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

İşleme Teknolojisi Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Özkan ÖZDEN**


Haziran, 2017

İSTANBUL


Bu çalışma 11.07.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İşleme Teknolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Tez Jürisi


Prof. Dr. Özkan ÖZDEN Danışman
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi


Prof. Dr. Sühendan MOL TOKAY
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi


Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakülte


Yrd. Doç. Dr. Didem ÜÇOK
ALAKAVUK
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi


Yrd. Doç. Dr. Ş. Yasemin TOSUN
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi



20.04.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2016-20974 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez konumun tarafıma önerilmesinde, çalışmaların değerlendirilmesinde ve yazımda bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, değerli hocam ve danışmanım sayın Prof. Dr. Özkan ÖZDEN'e, karşılaştığım sorunlarda değerli fikirlerinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN'e en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde yardımlarını esirgemeyen araştırma görevlisi Hande DOĞRUYOL'a, araştırma görevlisi Gökhan TUNÇELLİ'ye ve İşleme Teknolojisi öğretim üyesi sayın hocalarıma en içten dileklerle teşekkür ederim.

Balık yumurtalarının temininde irtibat sağlayan İstanbul Üniversitesi Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi Müdürü Bahattin KAYA'ya ve Altındere Alabalık Üretim ve Pazarlama Şirketi'ne teşekkür ederim.

Çalışmam süresince bana yardımcı olan arkadaşlarım su ürünleri mühendisi İdil CAN'a, su ürünleri mühendisi Momin'e, ve her türlü fedakârlıkta bulunan değerli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2017

Bibi Aaishah OLLEE

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) VE DÜNYA'DA DAĞILIMI.....	4
2.2. BALIK YUMURTASI	5
2.3. YUMURTALARIN OLGUNLUĞU	7
2.4. YUMURTA VERİMİ.....	7
2.5. HAVYAR	8
2.6. TÜRKİYE'DE HAVYAR ÜRETİM TARİHİ	10
2.7. BALIK YUMURTA ÜRÜNLERİNİN TÜRLERİ.....	11
2.7.1. Malossol.....	11
2.7.2. Mongol Havyarı	12
2.7.3. Sıkıştırılmış (peçete) Havyar ve Pajusnaya Metodu.....	12
2.7.4. Bottarga	13
2.7.5. Ikura, Sujiko, Tobiko ve Mentaiko	14
2.7.6. Pastörize Edilmiş Havyar.....	16
2.8. MERSİN BALIĞININ AŞIRI AVCILIĞI (KULLANILMASI)	17
2.9. HAVYARIN ALTERNATİFİ	17
2.10. KİMYASAL KOMPOZİSYONU	19
2.11. GENEL BALIK YUMURTASI VE HAVYAR ÜRETİM İŞLEMLERİ/METODLARI	19
2.12. BALIK YUMURTASINDA KİMYASALLARIN KULLANILMASI	21

2.12.1. Havyarda Koruyucu Maddelerin Kullanılması	22
2.13. BALIK YUMURTASININ BOZULMASI	22
2.13.1. Balık Yumurtasının Mikrobiyolojisi ve Biyolojik Riskleri	23
2.13.2. Balık Yumurtasında Muhafaza Sırasında Meydana Gelen Kimyasal Değişimler ve Kimyasal Tehlikeler.....	25
2.13.3. Fiziksel Tehlikeler.....	27
2.13.4. Havyardaki Kusurlar	27
2.14. ESANSİYEL (AROMATİK) YAĞLAR.....	27
2.14.1. Kekik Yağı (<i>Thymus vulgaris</i>).....	30
2.14.2. Ketten Tohumu Yağı (<i>Linum usitatissimum</i>).....	30
2.14.3. Üzüm Çekirdeği Yağı (<i>Vitis vinifera</i>).....	31
2.14.4. Limon Yağı (<i>Citrus limonum</i>)	31
2.15. DUMANLAMA.....	32
2.16. DUYUSAL ÖZELLİKLER.....	33
2.16.1. Görünüş.....	34
2.16.2. Tekstür.....	35
2.16.3. Tat	35
3. MALZEME VE YÖNTEM	36
3.1. MALZEME.....	36
3.1.1. Materyal Ön Hazırlıkları.....	36
3.1.2. Tuzlama Uygulanması	39
3.1.3. Salamura Uygulanması	41
3.1.4. Salamuradan Çıkarılması	42
3.1.5. Esansiyel Yağ Uygulanması	42
3.2. YÖNTEM	44
3.2.1. Besin Bileşimi Analizleri.....	44
3.2.1.1. <i>Ham Protein Analizi</i>	44
3.2.1.2. <i>Yağ Analizi</i>	45
3.2.1.3. <i>Nem Analizi</i>	46
3.2.1.4. <i>Kül Analizi</i>	46
3.2.2. Kimyasal Analizler	47
3.2.2.1. <i>Toplam Uçucu Bazık Azot (TVB-N) Tayini</i>	48
3.2.2.2. <i>Trimetilamin Azot (TMA-N) Tayini</i>	49
3.2.2.3. <i>Tiyobarbitürik Asit indeksi (TBA) Tayini</i>	50
3.2.2.4. <i>pH Analizi</i>	52

3.2.2.5. Tuz Analizi	52
3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler	53
3.2.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri	53
3.2.3.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri	54
3.2.4. Duyusal Analizler	54
3.2.5. İstatistiksel Hesaplamalar	56
4. BULGULAR	57
4.1. BESİN BİLEŞİM BULGULARI.....	57
4.1.1. Ham Protein Bulguları	57
4.1.2. Yağ Bulguları	58
4.1.3. Nem Bulguları.....	59
4.1.4. Kül Bulguları	60
4.2. KİMYASAL ANALİZLER BULGULARI	61
4.2.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analiz Bulguları	61
4.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Analiz Bulguları.....	63
4.2.3. Tiyobarbiturik Asit Reaktif Maddeleri (TBARs) Bulguları	64
4.2.4. pH Analizi Bulguları	66
4.2.5. Tuz Analiz Bulguları	67
4.3. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI	68
4.4. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI	70
4.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları.....	70
4.4.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri Bulguları	72
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	74
5.1. BESİN DEĞERİ ANALİZ SONUÇLARI	74
5.2. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI	78
5.2.1. TVB-N.....	78
5.2.2. TMA-N.....	80
5.2.3. TBA.....	81
5.2.4. pH.....	82
5.2.5. Tuz	83
5.3. DUYUSAL SONUÇLAR.....	84
5.4. MİKROBİYOLOJİK SONUÇLAR.....	86
5.5. SONUÇ.....	88
KAYNAKLAR	91

ÖZGEÇMİŞ.....104



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Türkiye’de yıllara göre Gökkuşığı Alabalığı yetiştiricilik miktarı.....	5
Şekil 2.2: Alabalık yumurtasının yapısı.	6
Şekil 2.3: Malossol havyarı	11
Şekil 2.4: Sıkıştırılmış havyar örnekleri.	12
Şekil 2.5: Bottarga resmi.	13
Şekil 2.6: Ikura havyar.....	15
Şekil 2.7: Mentaiko havyarı (sol resim) ve Tobiko havyarı.	16
Şekil 3.1: Alabalık havyarı deney akış şeması.	37
Şekil 3.2: Gökkuşığı Alabalığı sağımı.	38
Şekil 3.3: Mikrobiyolojik ve kimyasal analizler için örneklemeler yapılmış.....	38
Şekil 3.4: Elde edilen balık yumurtaları.	39
Şekil 3.5: Yumurtalar tuzlu su (% 10) ile yıkanması ve sonrasında % 7,5 tuz ilavesi.	40
Şekil 3.6: Tuzlanmış yumurtaların plastik kap içerisinde muhafazaya alınması.....	40
Şekil 3.7: Salamura (%5’lik)’lara alınmış gruplarımız (A grubu Sıvı Duman da ilaveli).	41
Şekil 3.8: Salamura sonrası süzme işlemi.....	42
Şekil 3.9: İşlenmiş yumurtaların kurutma kâğıdı ile kurutulması.	43
Şekil 3.10: Kavonozlara yerleştirilmiş Alabalık havyarları.	43
Şekil 3.11: TVB-N, TMA ve TBA analizleri için örneklerin homojenize edilmesi.....	47
Şekil 3.12: Fenolfitaleyn ve NaOH filtrata eklenmesi ve oluşan menekşe pembe renk.....	48

Şekil 3.13: TMA-N'un Toluol faz aktarımı reaktif tüplerine.	50
Şekil 3.14: TBA-N tüpleri su banyosundan çıktıktan sonraki renk değişimi.	51
Şekil 3.15: Kaynar suda bekletme ve süzüntü alma aşamasından fotoğraflar.	53
Şekil 3.16: Sunum gruplarında bir örnek.	54
Şekil 4.1: Alabalık havyarı işleme sürecinde ham protein miktarı değişimleri.	58
Şekil 4.2: Alabalık havyarı işleme sürecinde yağ miktarı değişimleri.	59
Şekil 4.3: Alabalık havyarı işleme sürecinde nem miktarı değişimleri.	60
Şekil 4.4: Alabalık havyarı işleme sürecinde kül miktarı değişimleri.	61
Şekil 4.5: Muhafaza süresi boyunca grupların TBV-N miktarındaki değişim (mg/100g).	62
Şekil 4.6: Muhafaza süresi boyunca grupların TMA-N miktarındaki değişim (mg/100g).	64
Şekil 4.7: Muhafaza süresi boyunca grupların TBA miktarındaki değişim (μg MDA/g).	65
Şekil 4.8: Muhafaza süresi boyunca grupların pH düzeyindeki değişimler.	67
Şekil 4.9: Alabalık havyarı işleme sürecindeki tuz geçişi.	68
Şekil 4.10: Panelistlerin "Görünüş, Koku, Tekstür ve Tat" değerlendirmesi ortalama sonuçları.	70
Şekil 4.11: Alabalık havyarının depolama sürecindeki mezofilik aerobik bakteri bulguları.	71
Şekil 4.12: Alabalık havyarının depolama sürecindeki psikrotrofik bakteri bulguları.	73

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1: Farklı dillerde balık yumurtası terimi	6
Tablo 2.2: Farklı dillerde havyar terimi	10
Tablo 2.3: Farklı dillerde Bottarga terimi	14
Tablo 2.4: Salamuralanmış tanecik havyar terimi	16
Tablo 2.5: Farklı dillerde pastörize havyarın isimleri	17
Tablo 2.6: Farklı dillerde havyar benzeri ürünlerin isimleri	18
Tablo 3.1: Panelistlere sunulan duyusal tablo	55
Tablo 4.1: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TVB-N miktarındaki değişimler	62
Tablo 4.2: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TMA-N miktarındaki değişimler	63
Tablo 4.3: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TBARs miktarındaki değişimler	65
Tablo 4.4: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecinde pH değerindeki değişimler	66
Tablo 4.5: Alabalık havyarının depolama sürecindeki panelist duyusal değerlendirme bulguları	69
Tablo 4.6: Alabalık havyarının depolama sürecindeki mezofilik aerobik bakteri bulguları	71
Tablo 4.7: Alabalık havyarının depolama sürecindeki psikrotrofik bakteri bulguları	72
Tablo 5.1: Alabalık havyarlarında tüketim sınır değerlerinin aşımı ve günler	88

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
°	: Derece
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
≤	: Küçüktür Eşittir
≥	: Büyüktür Eşittir
%	: Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
BBC	: British Broadcasting Corporation
BHA	: Butil Hidroksi Anisol
BHT	: Butil Hidroksi Toluen
C	: Santigrat
CAC	: Codex Alimentarius Commission
DMA	: Dimetilamin
FDA	: Food and Drug Administration
FSA	: Food Standards Agency
FSAI	: Food Standards Authority of Ireland
g	: Gram
GMP	: Good Manufacturing Practices
GMP	: Good Manufacturing Practices
GRAS	: Generally Recognised As Safe
HCl	: Hidroklorik Asit
kg	: Kilogram
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
L	: Litre
mL	: Mililitre

mm	: Milimetre
N	: Normal
NAOH:	: Sodyum Hidroksit
nm	: Nanometre
OECD	: Organization For Economic Co-operation And Development
PUFA	: Polyunsaturated Fatty Acid
TBA	: Tiyobarbitürük Asit
TEP	: 1,1,3,3-Tetraetanoxypropane
TMA	: Trimetilamin
TMAO	: Trimetilamin Oksit
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
UCD	: University College Dublin
USDA	: United States Department of Agriculture
WHO	: World Health Organisation
WWF	: World Wild-life Fund
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞLENMİŞ ALABALIK YUMURTALARININ RAF ÖMRÜNE FARKLI KATKI MADDELERİNİN ETKİSİ

Bibi Aaishah OLLEE

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Su ürünleri avcılık ve yetiştiricilik sektörü ülkemiz ve dünya gıda üretimi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Günümüzde özellikle doğal kaynaklardaki azalma ve buna bağlı olarak avcılık miktarlarındaki düşüş, su ürünleri yetiştiricilik sektörü ile doldurulmaya çalışılmaktadır. Yetiştiricilik alanındaki, tür çeşitliliğinin doğal kaynaklarla karşılaştırılmayacak kadar az olması, yetiştiriciliği yapılan balıklarda arz ve talebe bağlı bölgesel veya aşırı/dengesiz fiyat düşüşlerine sebep olmaktadır. Bu durum Türkiye’de özellikle Avrupa’nın en büyük üreticisi olduğumuz alabalık fiyatlarını etkilemektedir. Bu noktadan yola çıkan birçok üretici alabalıkları ve yumurtalarını farklı ürünlere işleyerek olanakları aramaktadır.

Bu çalışmanın amacı porsiyonluk alabalık üretim maliyetlerindeki artışlara alternatif oluşturacak üreticiler ve Türkiye tüketim piyasaları için uzun raf ömrüne sahip delikat (lezzetli-narin) ürünlerin geliştirilmesi ve bunların raf ömrünün belirlenmesidir. Yaptığımız çalışma ile dünya piyasalarında sadece malossol (hafif tuzlanmış) tarzı ürünlerin pastörize olarak yapılıp satıldığı günümüzün bir tercihi olan pastörizasyon işlemi uygulamadan raf ömrü kazandırılması hedeflenmektedir.

Çalışmada sağım yoluyla temin edilen Gökkuşuğu Alabalığı yumurtaları % 10’luk salamura ile temizlendikten sonra % 7.5’luk kuru tuzla 40 saat boyunca muamele edilmiştir. Ardından % 5’lik salamura ile yıkanmıştır ve kuruduktan sonra 6 gruba

ayrılmıştır; sıvı duman, kekik, limon, keten tohumu, üzüm çekirdeği yağları ve kontrol grubu. Sıvı duman ve esansiyel yağ uygulanan ürünlerin duyu analizleri sonucunda panelistler tarafından olumlu geri dönüşler alınmıştır. Sıvı duman uygulanan balık yumurtası grubu mikrobiyolojik açıdan en dayanıklı gruptur ve analiz süresi boyunca dayanıklılığını kaybetmemiştir. Üzüm çekirdeği yağı uygulanan balık yumurtalarının raf ömrü 50 gün, kekik yağı uygulanan grubun 30 gün, keten tohumu ve limon yağı uygulanan grupların ise raf ömrü 10 gün olarak belirlenmiştir.

Bu analizler sonucunda elde edilen havyar ürünleri panelist nezdinde oldukça beğenilmiştir. Bu çalışma esansiyel yağ ve sıvı duman uygulanarak elde edilen yeni türdeki alabalık havyarı ürünlerinin geliştirilmesi açısından ilk örneklerdendir.

Haziran 2017, 121 sayfa.

Anahtar kelimeler: İşlenmiş balık yumurtası, havyar, alabalık, katkı maddeleri, raf ömrü.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

EFFECT OF DIFFERENT ADDITIVES ON THE SHELF LIFE OF PROCESSED TROUT EGGS

Bibi Aishah OLLEE

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Fisheries and Seafood Processing Technology

Supervisor : Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

The fisheries and aquaculture sector are of great importance for our country and for the world's food production. Nowadays especially with the decrease in natural resources, the species decrease in the amount of fisheries are being replaced by the aquaculture fish sector. The species diversity in the aquaculture sector is so small that it is not comparable to natural resources. This leads to regional or extreme/unbalanced price reductions due to supply and demand in aquacultured fish. This situation affects trout prices in Turkey, especially since Turkey is the biggest producer in Europe. Many producers are looking for possibilities of processing trout and roes in different processing ways.

The aim of this study is to develop delicatessen products with long shelf life for the Turkish consumption markets and also to determine their shelf life. This would be an alternative for producers to the increases in the cost of trout production. In this work, the aim is to extend the shelf life of roes for the world markets without pasteurization, which is the preferred method of today, in which only malossol (lightly salted) products are made and sold as pasteurized products.

Rainbow trout roes provided in this study were treated with 10 % brine and then treated with 7.5 % dry salt for 40 hours. It was then washed with 5 % brine and after drying it was separated into 6 groups. The groups were treated with liquid smoke, thyme oil, lemon oil, flaxseed oil, grape seed oil and control group. The sensory analysis of trout caviar to

which liquid smoke and essential oils were added resulted in favorable feedback from the panelists. The group of fish roes to which liquid smoke was applied resulted in a higher shelf-life and was the most resistant group in terms of microbiological did not spoiled throughout the analysis. The shelf life of fish roes which was treated with grape seed oil was found to be 50 days while the shelf-life of fish roes which was treated with thyme oil was 30 days. The shelf-life of the fish roes which were treated with flaxseed oil and lemon oil was found to be 10 days.

The caviar products obtained as a result of these analysis were highly appreciated by panelists. This study is the first to develop of new trout caviar products by applying essential oils and liquid smoke.

June 2017, 121 pages.

Keywords: Processed fish eggs, caviar, trout, additives, shelf life

1. GİRİŞ

Balık yumurtaları tüm dünyada sevilerek tüketilen oldukça farklı işleme teknikleri ve tariflerle gurme lezzetleri olarak üretimi yapılan özel gıdalardır. İnsanların balık yumurtalarını işleyerek tüketme sebeplerinden biri ürünlerin benzersiz bir lezzete ve aromaya sahip olmasıdır. Dünyada en çok bilinen balık yumurtalarının işlenmesiyle elde edilen “Havyar” Mersin balığı “Havyar”ıdır. Havyar kelimesinin İngilizce’de karşılığı “Caviar” olup sadece Mersin balığı yumurtaları için kullanılan bir kelimedir. Bu balıklardan elde edilen yumurtaların üretim süreçleri ve miktarı birçok faktörün yanında piyasalardaki değerlendirme üzerinde de doğrudan etkili olmaktadır. Bunun yanında başta Alabalık olmak üzere farklı türlerden elde edilen balık yumurtaları farklı tat ve aromaların oluşturulması amacıyla, doğru etiketleme ve işleme süreçleri ile su ürünleri ekonomisini geliştirmeye ve yeni pazarlara yönelik üretimleri yapılmaktadır. İşlenmiş balık yumurtalarının ekonomik değerinin yüksekliği ve üretim dönemlerinin belirli periyotlarda (mevsimlerde) gerçekleşmesi gibi nedenlerden dolayı raf ömrünü artırmak büyük önem taşımaktadır.

En popüler ve en değerli havyar Hazar Denizi’ndeki Mersin balığından üretilmekte olup, Rusya ve İran’daki Beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1758), Osetra (*Acipenser gueldenstaedti* Brandt ve Ratzeburg, 1833) ve Sevruga (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) türü Mersin balıklarından üretilmektedir. Dünyanın en pahalı havyarı Almas olarak bilinmekte ve Beluga türü balıklardan elde edilmektedir (Bledsoe ve diğ. 2003). Beluga türü Mersin balıklarından elde edilen havyar renk olarak soluk gümüş renkli, Osetra türü Mersin balıklarından (*Acipenser gueldenstaedti*, *Acipenser persicus*, *Acipenser nudiiventris*) elde edilen havyarın rengi griden kahverengimsi griye değişirken, Sevruga türü Mersin balıklarından elde edilen havyarın rengi ise gridir (Kirschbaum ve diğ. 2006). Havyar, oldukça lezzetli bir yiyecek olarak kabul edilmekte ve bu sebeplerden dolayı dünyanın en pahalı ürünleri arasında yer almaktadır (World Wildlife Fund, 2013). Amerika Birleşik Devletleri’nde sadece Mersin balığından elde edilen yumurtalar “Havyar” olarak adlandırılır. Diğer balıklardan elde edilen balık yumurtası ise balığın tür adını da içeren bir isimlendirme ile kullanılmaktadır. Örneğin somon balığı yumurtasından işlenen ürüne

“somon havyarı” olarak isimlendirilmesi gerekirken, *Acipenseriform*’dan başka diğer türlerin işlenmiş yumurtaları “kırmızı veya sarı” havyar olarak isimlendirilir (Bledsoe ve diğ. 2003; Wang ve diğ. 2008).

Hazır tüketim sektöründeki değişim ile suşi ve sashiminin popülaritesindeki ve uluslararası mutfak sanatlarındaki gelişmeler sayesinde, diğer balık türlerinden işlenen yumurta piyasası büyümüş ve yeni ürünler üretilmeye başlanmıştır. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) son derece popüler olan kırmızı havyarın dünyada ana kaynağıdır. Balık yumurtası için kullanılan diğer sucul hayvan kaynakları ise *Cyclopterus lumpus*, *Cheilopogon furcatus*, *Clupea sp.*, *Mugil cephalus*, *Gadus macrocephalus*, ve *G.morhua*, *Aloma sapidissima*, *Aloma sapidissima*, *Theragra chalcogramma*, *Merluccius hubbsi*, *Lepidopsettabilineata*, deniz kestanesi, deniz hıyarı (*Stichopus spp.*) ve deniz kabuklularıdır (Bledsoe ve diğ. 2003).

Son yıllarda, gıda üretim sektöründen tüketicilerin talepleri çok değişmiş, gıdanın tüketilmesinin amacı sadece insan açlığını yatıştırmak ve gereken besin bileşenlerini sağlamak değil, aynı zamanda beslenmeyle ilgili hastalıkların önlenmesi ve tüketicilerin fiziksel ve zihinsel sağlığının gelişmesi olmuştur (Roberfroid, 2000; Menrad, 2003; Siro ve diğ. 2008). Su ürünleri insan sağlığı için pek çok yararlı besin bileşenlerini bünyesinde en ideal oranda bulundurmaktadır. Su ürünleri ve yan ürünleri nutrasötikleri ve biyoaktif maddeleri içermekte ve insan için en değerli protein kaynağını oluşturmaktadır (Gram, 2009; UCD Institute of Food and Health, 2013).

Balık yumurtası da su ürünleri arasında en değer verilen besin kaynaklarından biridir (Kaitaranta ve diğ. 1980). Türkiye’de balık yumurtasından geleneksel olarak birçok ürün üretilmekte ve değişik bölgelerde oldukça popüler olarak (mumlu kefal yumurtası, tuzlanmış turna ve sazan yumurtaları vb.) tüketilmektedir. Bu tarz ürünlerin geliştirilmesi gelişen iç ve dış pazarlar açısından son derece önemlidir.

Yumurtlama döneminde oldukça büyük miktarda yaklaşık olarak % 25-30’u kadar vücut ağırlığının yumurta balık tarafından üretilmektedir. Bunlar yerel pazarda genel olarak balık işlenirken atık olarak atılmaktadır (Balaswamy ve diğ. 2010). Balık havyarlarını korumak ve dönüştürmek için yenilikçi tekniklerin uygulanması, bazı şirketler için ekonomik bir avantaj teşkil edecektir (Alfonzo ve diğ. 2017).

Buna bağlı olarak balık yumurtalarının yüksek besin değeri ve duyuşal kalitesi yönünden dünyada işlenmesi ve üretimi gittikçe artmaktadır (Mahmoud ve diğ. 2008). Balık yumurtaları salamuralanmış, ısış işlem görmüş veya termal olarak suyu uzaklaştırılmış olarak soğukta veya dondurulmuş olarak depolanabilmektedir. Aynı zamanda balık yumurtaları bazen deniztarağı, karides veya istiridye gibi diğer su ürünleri ile birlikte yengeç çorbası gibi tek bir ürün ile de tüketilmektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006).

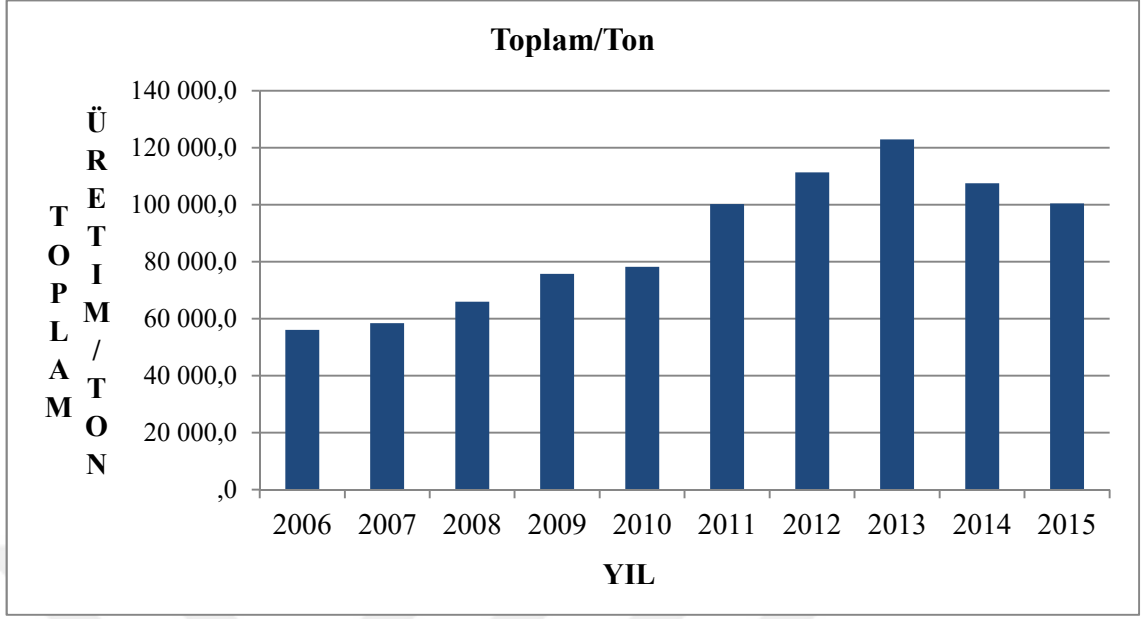
Su ürünlerince zengin diyet ürünlerin tüketiminden kaynaklı yararlı etkiler yapılan çalışmalarla belgelenmiş ve bu yararlı etkilerin su ürünlerinin yüksek miktarda içerdii n-3 kökenli çoklu doymamış yağ asitlerinden ve esansiyel amino asitlerden, antioksidanlarla birlikte mineral ve vitaminler gibi diğer bileşenlerden kaynaklandii belirlenmiştir (Bjorndal ve diğ. 2012; Mirsadeghi ve diğ. 2015). Balık yumurtası hem yüksek miktarda protein hem de yüksek miktarda DHA ve EPA yağ asit içeriği ile fosfatidilkolin içermesi bakımından kardiyovasküler hastalıkları önlemekte ve öğrenme kapasitesini arttırmakta önemli bir rol oynamaktadır (Tocher ve Sargent, 1984; Nordøy, 2001).

Bu çalışmada Gökkuşaağı Alabaliiının (*Oncorhyncus mykiss* Walbaum, 1792) yumurtalarından klasik işleme tekniğinin yanında farklı aromalarda ürünlerin geliştirilmesi hedeflenirken, soğuk depolama sırasındaki kalite değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) VE DÜNYA'DA DAĞILIMI

Gökkuşığı Alabalığı Salmonidae familyasında yer almaktadır (Oraei ve diğ. 2011). Salmonidler (alabalık ve somon) dünyada yetiştiriciliği en yaygın ve en fazla üretilen balık türüdür (Marsh, 2012). Gökkuşığı Alabalığı genelde soğuk sularda yaşayan bir balıktır ve ilk olarak Kuzey Amerika'nın akarsularından ve göllerinden dünya sularına adapte edilmiştir. Kuluçkahanelerde iyi gelişebildiği için ABD'nin bütün akarsularında ve göllerinde üretimi söz konusudur (USDA, 2000). Gökkuşığı Alabalığı en hızlı gelişen alabalık türüdür. Gökkuşığı Alabalığı soğuk sularda yaklaşık 10-18°C sıcaklıklarda optimum büyüme gösterir (Marsh, 2012). Gökkuşığı Alabalığı 1874'ten beri Antarktika dışında tüm kıtalardaki tüm sulara yetiştiricilik ve sportif balık avcılığı için adapte edilmiştir. Gökkuşığı Alabalığı dayanıklı, kolay yumurtlayabilecek ve farklı ortamlarda gelişebilecek özelliğe sahip bir balık türüdür. Gökkuşığı Alabalığı anadrom bir balıktır, yani yaşamlarını denizde sürdürüp, sadece üreme döneminde nehirler gibi tatlı sulara geçip ürer; fakat tüm hayatlarını nehir sularında da geçirebilir. Anadrom tür alabalıklar hızla büyür ve 3 yıl içinde 7-10 kg'a ulaşabilirken tatlı suda yaşayan türü 4.5 kg'a kadar büyür. Yetiştirilen genç balıklar yapay yemlerle beslenir. Gökkuşığı Alabalığı 0-27°C gibi geniş bir sıcaklık aralığına karşı dirençlidir ve 9-14°C gibi daha düşük sıcaklıklarda üreyebilir (FAO, 2016). Gökkuşığı Alabalığı genelde yetiştirilir ve ilk on Gökkuşığı Alabalığı yetiştiricisi ülkeler Türkiye, İran, Fransa, İtalya, Amerika Birleşik Devletleri, Danimarka, İspanya, Almanya, Polonya ve Çin'dir (WWF, 2010). Bununla birlikte Şili en büyük Gökkuşığı alabalığı üreten ülkeler arasında yer alır (FAO, 2016). Bu anlamda Gökkuşığı Alabalığı günümüzde yetiştiriciliği yapılan en önemli ticari balıklardan biridir (Adli ve Baghaei, 2013). Türkiye'de yıllara göre Gökkuşığı Alabalığı yetiştiricilik miktarı Şekil 2.1'de verilmektedir. Gökkuşığı Alabalığı Avrupa gibi tüketici ülkeler tarafından oldukça beğenilen bir türdür (Çaklı ve diğ. 2006). Üreme dönemi sırasında doğada dişi balık çakıl taşları arasına yumurtalarını bırakır. Erkek alabalıklar daha sonra bu yumurtaları döller (USDA, 2000).

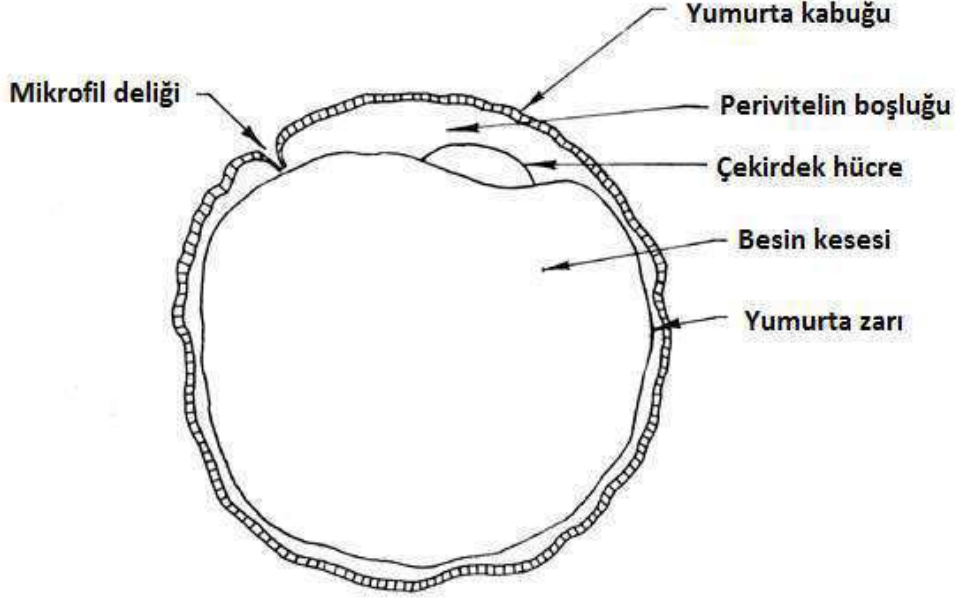


Şekil 2.1: Türkiye’de yıllara göre Gökkuşığı Alabalığı yetiştiricilik miktarı (TÜİK, 2015)

2.2. BALIK YUMURTASI

Balık yumurtası yumurta keselerinde olgunlaşmış ovositlerdir. Üreme döneminde yüksek miktarda üretilir ve balığın ağırlığının % 25-30’unu oluşturmaktadır (Balaswamy ve diğ. 2010). Tüm dünyada çoğu deniz balıklarının, kabukluların ve tatlı su balıklarının yumurtası veya ovaryumu gurme bir yiyecek olarak görülmektedir. Balık yumurtalarına farklı dillerde değişik adlar verilmektedir (Tablo 2.1). Ovaryum dişinin üreme sistemidir ve balık yumurtası, ayrı yumurtalar içeren ve bağ dokusu ile bağlı iki ovaryum kesesi içerisinde oluşmaktadır. Yumurtaların olgunlaşması süresince bağ dokuları zayıflar (Gall ve diğ. 2000). Dişi Gökkuşığı Alabalığı yaklaşık olarak 2000 yumurta/kg vücut ağırlığına yumurta üretebilmektedir. Yumurtaların çapı oldukça geniştir, yaklaşık 3-7 mm’dir. Yılda sadece bir kere, ilkbahar döneminde Ocak-Mayıs aylarında yumurta bırakırlar. Ancak yetiştirme ortamında balıklar daha önce olgunlaşabilmekte ve yapay olarak yıl boyunca yumurtlayabilmektedirler (FAO, 2016). Havyarı üretmek için döllenmemiş yumurtalar kullanılmaktadır (Fodor ve diğ. 2011). Üreme döneminden önce dişi balıklar tatlı sulardan veya balık çiftliklerinden yakalanır ve döllenmemiş ovositleri yan ürün olarak işlenmektedir. Balık yumurtaları balık canlı iken toplanabilmektedir veya karnını açtıktan sonra yumurtalıklar çıkartılabilmektedir (Patir ve diğ. 2010). Balık yumurtasının 3 tabakadan oluşan bir kabuğu vardır (Şekil 2.2). Bu tabakalar yumurtaları mekanik basınçtan korur (Mahmoud ve diğ. 2008). Balık yumurtası albümininden

oluşmaktadır ve bu albümin balık yumurtasındaki toplam azotun % 11'ini, ovoglobülin ise balık yumurtasının ham protein içeriğinin % 75'ini ve kollajen balık yumurtasının toplam azot miktarının % 13'ünü oluşturmaktadır (Sikorski, 1994).



Şekil 2.2: Alabalık yumurtasının yapısı (Leitritz, 1959).

Tablo 2.1: Farklı dillerde Balık yumurtası terimi (OECD, 2009).

DİL	TERİM
Danimarkaca	Rogn
Hollandaca	Kuit
Fince	Mäti
Almanca	Rogen
Yunanca	Taramàs-Avgó
İzlandaca	Hrogn
İtalyanca	Uova di pesce
Japonca	Mako, harago
Norveççe	Rogn
Polonyaca	Ikra
Portekizce	Ovas
Rusça	Икра
Sırpça	Ikra
Hırvatça	Ikra
İspanyolca	Huevas
İsveççe	Rom

2.3. YUMURTALARIN OLGUNLUĞU

Balık havyarı üretmek için, türe bağlı kalmaksızın yumurtaların olgunluk durumu uygun olmalıdır. Bunun nedeni ise olgunlaşmamış yumurtalar (özellikle somon ve ringa balığın yumurtası) acı bir tat verir ve tuzu eşit olarak absorbe etmemektedir. Diğer bir yandan eğer yumurtalar arasında tuz absorpsiyonu aynı değilse, muhafaza esnasında laktik asit bakterileri gibi psikotrofik bakteriler tarafından bozulma eğilimi göstermektedir. Benzer şekilde eğer yumurtalar fazla olgunlaşmışsa, daha yumuşak olurlar ve elastikiyetlerini kaybedebilirler. Bu nedenle yumurtaların salamura uygulanmasından sonra tam yuvarlak bir şekil oluşturması mümkün olmayabilmektedir. Eğer salmonid türlerin (somon, alabalık vd.) yumurtaları fazla olgunlaşmışsa, sert ve lastiksi bir dış kabuk oluşumu göstermektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Somon havyarı üretmek için somonun yumurtalığı, 4. evrede olduğu anda en iyi durumdadır ve 5. evrede somon havyarının zarı daha kalın olurken iyi kalitede somon havyarı üretmek söz konusu olmamaktadır (Schubring, 2004). Bunun aksine, fazla olgunlaşmış Mersin balığının yumurtası yumuşak olmaktadır (Bledsoe ve Rasco, 2006). Çalışmalara göre olgunlaşmış somon yumurtasının olgunlaşmamış yumurtalara göre nemi daha düşük (% 55.5) iken protein içeriği (% 26.16), lipid içeriği (% 10.19) ve kül miktarı (% 1.42) ise daha yüksektir (Bekhit ve diğer. 2009). Bir gıda olarak, balık yumurtasının çapı önemlidir; çünkü yumurtaların besin değereri olgunluğa göre değişmektedir ve çap tüketicilerin görüşünü etkileyebilirken, olgunlaşmış yumurtalarda pigmentasyon oluşabilmektedir. Teknolojik açıdan kurutma ve tuzlama gibi işleme koşulları da yumurtaların boyutlarını etkileyebilmektedir (Bekhit ve diğer. 2009).

Özetleyecek olursak, havyarın verimi ve kalitesi balık yumurtasının işlenmesine (balık yakalandığından yumurtaların ayrıldığı ana kadar), av mevsimine, balık boyuna, balık türüne, yakalama alanına ve olgunluğuna bağlıdır (Whiteway, 1997).

2.4. YUMURTA VERİMİ

Balıktan balığa yumurta verimi değişebilmekte, üreme yöntemi, olgunluk seviyesi, uygun yemlerin erişebilirliği, stres seviyesi ve diğer çevresel etkenler gibi değişken faktörlerden etkilenebilmektedir. Somon yumurtaları tüm hasattan, dişi ve erkek birlikte olmak üzere, yüzde olarak hesaplanır. Bir dişi somon balığı yumurtaların % 15'ini

üretebilirken bir dişi Mersin balığı yumurtaların % 25'ini üretebilmektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Üreme döneminde, yumurtalar dişi balıkların toplam vücut ağırlığının büyük bir oranını oluşturmaktadır (Johannesson, 2006).

2.5. HAVYAR

Havyar diye ifade edilen ürün yumurtalıkların bağ dokularından ayrılmış, tuzlanmış ve kürlenmiş balık yumurtalarıdır (Bledose ve diğ. 2003). Kodeks Standartları'na (2010) göre, havyar “yumurtalığın bağ dokularından ayrılmış ve yumurtlanmamış balık yumurtasıdır”. Farklı dillerdeki Havyar terimleri Tablo 2.2'de verilmiştir. Havyar az tuzlanmış ve korunmuş, besin değeri yüksek ve ekonomik açıdan önemli balık yumurtasıdır. Havyar pahalıdır ve delikat bir yiyecektir. En popüler ve beğenilen havyar Mersin balığından üretilmekte, orijinal havyar olarak kabul edilmektedir. Somon havyarı da hoş bir kırmızı renge ve özel bir tada sahip olduğu için popülerdir (Heshmati ve diğ. 2014; Li ve diğ. 2017). Mersin balığından ve *polyodontidae* balıklarından üretilen havyar en pahalı ticari hayvansal üründür (Ludwig ve diğ. 2015). Havyar birçok balıklardan üretilir ama bu havyarlar tür ismi bahsedilerek tanımlanması gerekmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde “Havyar” terimi sadece Mersin balığından üretilen havyarı kapsamaktadır. Mersin balığının havyarı dışında diğer balıkların havyarının düzgün bir şekilde etiketlenmesi için balık türünün ortak ismi havyar teriminden önce yazılması gerektiği belirtilmiştir. Örneğin Somon balığından yapılan havyar “Somon havyarı” olarak adlandırılmalıdır. Ayrıca Ringa balığının (*Clupea harengus*), Alaska mezgitinin (*Gadus chalcogrammus*), *Cyclopterus lumpus* ve *Mallotus villosus*'un yumurtalarına buna en iyi örnektir ve tüketim açısından ciddi talep görmektedir (Gall ve diğ. 2000). Yaklaşık olarak 20 Mersin balığı türü vardır ve havyar üretiminin yaklaşık % 90'ı için bunlardan sadece 4 tanesi kullanılmaktadır (Heshmati ve diğ. 2011). Bazen farklı türdeki balık yumurtası gerçek havyarla karıştırılarak daha yüksek bir fiyatla satılabilmektedir (Manavar ve diğ. 2013).

Bronzi ve Rosenthal'a (2014) göre, 5 kategori havyar vardır:

1. Havyar: Sadece Mersin balığından (*Acipenseridae* familyası) üretilen orijinal havyar

2. Havyar alternatifi: *Acipenseridae* familyası dışında başka balık türlerinin yumurtalarından yapılan havyarlardır. Bu ürünler bazen orijinal renginde olabilir veya bazen orijinal havyara benzetilmek için renklendirilebilmektedirler. Havyar alternatifi üretmek için 38'den fazla balık türü kullanılmaktadır. Yumurtalar orijinal yumurtalardan boyut ve renk açısından farklılıklar gösterebilmektedir; ama bazen aynı boyuttaki yumurtalar orijinal yumurtalara benzetilmek amacıyla renklendirilebilmektedir. Örneğin, *Cyclopterus lumpus*'un yumurtaları (Alman havyarı olarak da bilinir) havyara alternatif olarak kullanılır. Diğer su ürünlerinin yumurtaları da havyar alternatifi üretmek için kullanılabilir; örneğin deniz salyangozu, istakoz ya da denizkestanenin yumurtaları (Bronzi ve Rosenthal, 2014). Gökkuşluğu alabalığı yumurtalarının Brezilya'da da çok beğenildiği ifade edilmiştir (Machado ve diğ., 2016).
3. Havyar imitasyonu: Havyara benzeyen ürünlerdir; balıketi, istakoz eti, deniz yosunu ya da sebze karışımı gibi farklı biyolojik materyallerden üretilmektedir. Bunlar görünüş ve tat olarak havyara benzer. İmitasyon havyar üretimi için kullanabilecek balıketi ançüz (*Engraulidae* spp.) ve Ringa (*Clupea harengus*) balığından olabilir. Kanada'da "vegan" veya "vejetaryen havyar" sadece deniz yosunu kullanılarak üretilmektedir (Bronzi ve Rosenthal, 2014).
4. Havyar benzetimi: Bunlar balıketi dışında birçok biyolojik maddelerden üretilir ve sadece tat açısından havyara benzerlik gösterirler, görünüş açısından ise havyara benzemezler. Bu ürünler macun veya ezme halinde üretilmektedir ve bunlar tohumlardan, patlıcandan ve diğer sebzelerden üretilmektedirler (Bronzi ve Rosenthal, 2014).
5. Havyar türevi: Bu ürünler gerçek havyar içerir; ama görünüşleri gerçek havyarinkinden farklı ve başka şekillerde olabilmektedir. Örneğin "dondurma havyarı" malzeme olarak % 65 havyar içermektedir. Aynı şekilde % 35 oranında havyar çikolatada da kullanılır ve bunlar havyar kutuları gibi küçük kutularda satılmaktadır. Havyar türevi ürünler farmakolojik ürünlerde, kozmetik ürünlerinde ve masaj kremlerinde de kullanılmaktadır (Bronzi ve Rosenthal, 2014).

Tablo 2.2: Farklı dillerde Havyar terimi (OECD, 2009).

DİL	TERİM
Danimarkaca	Kaviar
Hollandaca	Kaviaar
Fince	Kaviaari
Almanca	Kaviar
Yunanca	Chaviári
İzlandaca	Kaviar
İtalyanca	Caviale
Japonca	Kyabia
Norveççe	Kaviar
Polonyaca	Kawior
Portekizce	Caviar
Rusça	Икра
Sırpça	Kavijar
Hırvatça	Kavijar
İspanyolca	Caviar
İsveççe	Rysk Kaviar, Svart
Türkçe	Havyar

2.6. TÜRKİYE'DE HAVYAR ÜRETİM TARİHİ

Türkiye’de havyar üretimi 1950’lerin başında başlamış ve 1960’larda maksimum seviyeye ulaşmış, 1970’lerin sonunda azalmıştır. 1960’larda havyar üretimi 300 ton civarındadır ve 1970’lerde üretim 30 tona düşmüştür. Mersin balığının hasatı Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya ve Çoruh nehirlerinin boğazında yapılmaktaydı. Türkiye’de siyah havyar çoğu *Acipenseridae* spp. familyasından yapılmaktadır. Ancak Türkiye’deki vahşi Mersin balığı türleri insanın doğal koşullarda yarattığı değişimler nedeniyle tükenme tehlikesindedir. Havyarın çoğu Karadeniz, Marmara ve Akdeniz Bölgesindeki *A. gueldenstaedtii*, *A. nudiiventris*, *A. ruthenus*, *H. huso*, *A. sturio* gibi Mersin balığı türlerinden üretilmektedir. Ancak *A. nudiiventris* ve *A. sturio*’nun havyarı en değerlilerindedir ve bu havyarların yıllık üretimi sırasıyla 500 kg ve 300 kg’dır. En çok kullanılan iki işleme tekniği malossol/mongol (az tuzlanmış/çok tuzlanmış) havyarı ve sıkıştırılmış havyardır. Malossol tekniği havyarların yaklaşık % 80’inde uygulanmaktadır. Sıkıştırılmış havyar ise güzel bir tada ve aromaya sahiptir (Memis, 2014).

2.7. BALIK YUMURTA ÜRÜNLERİNİN TÜRLERİ

Dünya'nın birçok yerinde, bütün taze veya dilimlenmiş balık yumurtası genelde marketlerde bulunur. Tüketicie sunulan bu balık yumurtası ürünlerinin çoğu tuzlanmış, kurutulmuş, fümelenmiş, kürlenmiş, kızartılmış veya sıkıştırılmıştır. Paté gibi diğer balık yumurtası ürünleri tuz, kıvam arttırıcı ve dolgu maddesi eklenerek tatlandırılmış yumurta ürünleridir. Bu tip balık yumurta ürünleri dondurulabilir, pastörize edilebilir veya konserve edilebilirler (Memis, 2014).

2.7.1. Malossol

Malossol (az tuzlanmış) tekniğinde yumurtalar sınıflandırılır ve % 4-6 kuru tuz eklenerek 4-6 dakika boyunca temizlenirler. Tuzlanmış yumurtalar hava geçirmez cam veya metal kaplara konularak 1-1.5 saat tutulurlar. Daha sonra fazla tuzlu su çıkartılır ve kavanozlar 0-2 C'de muhafaza edilir. Molossol havyar genelde yarım kilogram ile 2¼ kilogram arasında cam veya metal kaplarda paketlenir (Memis, 2014) (Şekil 2.3). Malossol havyarının oldukça lezzetli bir tadı vardır ve düşük tuz içeriğinden dolayı kolayca bozulabilmektedir. Eksperler malossol havyarını diğer havyar türlerine göre daha çok tercih etmektedir. Malossol genellikle yüksek kaliteli havyar olarak kabul edilmektedir. Malossol üretimi için iyi kaliteli yumurtalar kullanılmaktadır (800-caviar.com, 2016). Malossol olarak işlenmiş Mersin balığının havyarı pastörize işlem görmüş havyara göre daha çok talep edilmektedir (Gessner ve diğ. 2002).



Şekil 2.3: Malossol havyarı ¹

¹ <https://www.caviarhouse-prunier.com/prunier-malossol-4>

2.7.2. Mongol Havyarı

Mongol (çok tuzlanmış) havyarı genellikle 20 kg'lık kutularda paketlenmektedir ve marketlere dağıtılmaktadır. Mongol tipi havyar genellikle 250 gram, 500 gram ve 1 kilogram olarak koyu cam kaplara konulur veya 50-100 gram arası metal kutulara konulmaktadır (Memis, 2014).

2.7.3. Sıkıştırılmış (peçete) Havyar ve Pajusnaya Metodu

Sıkıştırılmış havyar, yumuşak ve zedelenmiş veya fazla olgunlaşmış yumurtalardan yapılmaktadır (800-caviar.com, 2016). Rusya'da sıkıştırılmış havyar çok bilinen ve tüketilen bir havyar türüdür. Düşük kalitedeki yumurtalar doymun salamurada 37-46 C'de 1-2 dakika süreyle tuzlanır. Daha sonra yumurtalar süzülür ve çuvallara konularak sıkıştırılmaktadır (Gall ve diğ. 2000; Memis, 2014). Bu aşamada yumurtalar ağırlığının yaklaşık olarak % 25'ini kaybeder ve kıvamları balmumuna benzetilmektedir. Türkiye'de mumlu havyar olarak isimlendirilmektedir. Sıkıştırılmış havyar 4-8°C arasında muhafaza edilmektedir (Memis, 2014). Sıkıştırılmış havyar dilimlenebilir, yayılabilir ve soğutularak veya dondurularak muhafaza edilir (Gall ve diğ. 2000), (Şekil 2.4). Sıkıştırılmış havyar genelde güçlü bir aromaya sahiptir. Genellikle de 1 kg sıkıştırılmış havyar üretmek için 6 kg balık yumurtası gerekmektedir (800-caviar.com, 2016).



Şekil 2.4: Sıkıştırılmış havyar örnekleri².

² <http://www.deandeluca.com/pressed-caviar-by-jacques-pepin>

2.7.4. Bottarga

Tuzlanmış ve yarı kuru kefal (*Mugil spp.*) yumurtalığı İtalya'da Bottarga olarak veya Japonya'da Karasumi olarak bilinir. Bunlar dünyanın birçok ülkesinde ve Sardinya'da da üretilmektedir. Sardinya bottargası kefal balığının yumurtalıklarını belirli derecelerde ve nemlilikte tuzlanarak ve kurutarak üretilir. Daha sonra tamamlanmış ürünler vakumda paketlenir veya rendelenerek kavanozlarda satılabilmektedir (Rosa ve diğ. 2009). Ton balığının yumurtaları kullanılarak Sicilya'da bottarga üretimi yapılmaktadır (Manuela ve diğ. 2011). Bottarga çok bilinen bir gıda ürünüdür ve ticari açıdan önem taşımaktadır (Şekil 2.5). Bottarga olgunlaşmış gonadlar kullanılarak el yapımı geleneksel bir yöntemle yapılmaktadır (Brandas ve diğ. 2015). Türkiye'de de kefal balıklardan geleneksel usulle yapılan mumlu havyar bu gruba girmektedir (Memis, 2014). Farklı dillerde Bottarga terimi Tablo 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.5: Bottarga resmi ³

³<https://www.imprentas.eu/en/specialties/205-bottarga-mullet-roe.html>,
<http://www.kilicdeniz.com.tr/kilictan-yeni-gurme-lezzetler>

Tablo 2.3: Farklı dillerde Bottarga terimi (OECD, 2009).

DİL	TERİM
Fince	Suolatu kuivattu kalanmäti
Yunanca	Avotáracho
İtalyanca	Bottarga
Japonyaca	Karasumi
Polonyaca	Lekko solona ikra
Portekizce	Ovas secas
Sırpça	Ikra
Hırvatça	Ikra, butarga

2.7.5. Ikura, Sujiko, Tobiko ve Mentaiko

Ikura (Şekil 2.6) tekli kürlenmiş somon balığı yumurtalarından, Sujiko ise kızıl somonun bütün yumurtalarının nitrit, polifosfat ve diğer katkı maddeleri içeren salamurada bekletilmesiyle hazırlanmaktadır. Pembe somon balığı (*Oncorhynchus gorbusha*) ve köpek somonu (*Oncorhynchus keta*) yumurtasından da sujiko yapılabilir. Barako, sujiko yumurtalarının birbirinden ayrıldıktan sonra buzdolabı sıcaklığında kürlenmesiyle elde edilen bir üründür. Japonya’da marine edilmiş balık yumurtaları giderek popülerleşmektedir. Yumurtalar sarımsak, Japon tatlı pirinç sirkesi, soya sosu, şeker ve diğer baharatları içeren bir solüsyonda marine edilirler. Tobiko uçan balığın (*Cheilopogon furcatus*) yumurtasının biber ve wasabi gibi baharatlarla zenginleştirilmesiyle elde edilen açık yeşil renkli bir üründür. Japon pirinç sirkesi, soya fasulyesi ezmesi ve diğer baharatlar da tobikoya da eklenebilir. İmitasyon tobiko ringa balığının (*Clupea spp.*) yumurtası kullanılarak yapılabilir. Mezgit balığı (*Gadus macrocephalus* ve *Gadus morhua*) yumurtası biraz tuz, şeker ve nitrit eklenerek, bazen de füme edilerek işlenmektedir. Tirsi balığı (*Alosa sapidissima*) yumurtası taze olarak tüketilmekte, istenirse dondurulmakta veya konserve işlemi de yapılabilir. Tarako terimi tuzlanmış morina balığının yumurta kesesi için kullanılmaktadır. Genelde Japonya’da tarako pirinç ile yenilir ya da makarna sosunda malzeme olarak kullanılmaktadır. Mentaiko düşük kaliteli *Theragra chalcogramma* yumurtasına şeker, tuz, monosodyum glutamat, sarımsak, tahin, biber, çeşnili yağ ve soya sosu eklenip hazırlanmaktadır (Bledsoe ve diğ. 2003).

Mentaiko çeşnilik olarak kullanılır ve sodyum nitrat mentaiko’ya da eklenebilir. Ek olarak kömür balığının yumurtası salata soslarında da kullanılmaktadır (Bledsoe ve diğ.

2003). Mentaiko vakum pakette veya kapalı tepside satılmaktadır (Şekil 2.7). Marine edilmiş mentaiko cam kavanozlarda satılmaktadır ve mentaikonun bazen konservesi de yapılabilmektedir (Bledsoe ve diğ. 2003). Diğer havyarlar genelde konservelerde veya kavanozlarda satılır (BBC, 2016). Mersin havyarı kapalı, vakumlanmış ve vidalı kapaklı kavanozlarda tüketime arz edilmektedir. Mersin havyarı 100 g veya 1kg'lık konservelerde de satılabilir. *Cyclopterus lumpus* havyarı 50-100 g'lık vidalı kapaklı veya normal kapaklı kavanozlarda satılmaktadır (OECD, 2009).

Japonya'da tarako veya momijiko Alaska kömür balığın yumurtasından yapılır ve tuz ile kürlenerek, kırmızı boya maddesi eklenerek ve daha sonra fiçıda paketlenmektedir. Hontarako tuzlanmış ve boyanmış morina balığın yumurtasıdır ve karasümü kefal balığının yumurtasıdır (OECD, 2009). Salamuralanmış tanecik havyar terimi Tablo 2.4'de verilmiştir.



Şekil 2.6: Ikura havyar⁴ .

⁴ <https://lummiislandwild.com/our-seafood/ikura-salmon-caviar/>



Şekil 2.7: Mentaiko havyarı (sol resim)⁵ ve Tobiko havyarı (sağ resim)⁶.

Tablo 2.4: Salamuralanmış tanecik havyar terimleri (OECD, 2009).

DİL	TERİM
Hollandaca	Kaviaar gedompield in pekkel
Fince	Kovasuolattu kaviaari
İzlandaca	Salthrogn
İtalyanca	Caviale marinato
Polonyaca	Ziarnisty kawior po kapieli solankowej
Portekizce	Caviar salmourado
Rusça	Соленая зернистая икра
İspanyolca	Caviar escabechado

2.7.6. Pastörize Edilmiş Havyar

Cam kavanozlara paketlenmiş ve hermetik olarak vakumlanan yumurtalar su banyosunda 60 C gibi sabit bir derecede ısıtılır. Pastörizasyondan dolayı yumurtalar daha sert olabilir ve tat değişimi görülebilmektedir. Pastörize edilmiş havyar diğer havyar türüne göre daha uzun bir raf ömrüne sahiptir (800-Caviar.com, 2016). Ancak havyar ısıya karşı hassasiyet göstermektedir ve tekstürü değişebilmektedir. Bu yüzden tuz ekleme ve soğukta muhafaza etme daha çok tercih edilen koruma yöntemlerindedir (Shin ve diğ. 2010). Pastörize havyarın farklı dillerdeki isimleri Tablo 2.5'te verilmektedir.

⁵ <https://www.sushisushi.co.uk/products/tobiko>

⁶ http://www.azumafoods.ca/products/image_82_160.html

Tablo 2.5: Farklı dillerde pastörize havyarın isimleri (OECD, 2009).

DİL	TERİM
Danimarkaca	Pasteuriset caviar
Hollandaca	Gepasteuriseerde kaviaar in pekel
Fince	Pastöroitu kaviaarisäilyke
Yunanca	Chaviari pasteurioméno
İzlandaca	Gerilsneyddur kaviar
İtalyanca	Caviale pastorizzato
Polonyaca	Pasteryzowany ziarnisty kawior
Portekizce	Caviar pasteurizado
Rusça	Пастеризованная зерновая икра
Sırpça	Pasterizovani zrnati kavijar
Hırvatça	Pasterizirani zrnati kavijar
İspanyolca	Cavlar pasteurizado
İsveççe	Pastöriserad kaviar

2.8. MERSİN BALIĞININ AŞIRI AVCILIĞI (KULLANILMASI)

Havyar üretiminden dolayı Mersin balığı stokları aşırı tüketilmektedir (De Meulenaer ve Raymakers, 1996). Mersin balığı stoğu yasa dışı avlanma, kirlilik ve aşırı avcılık sebebiyle azalmaktadır (Cardinal ve diğ. 2002). Çoğu balığın aksine, Mersin balığı uzun bir olgunlaşma sürecine ihtiyaç duyar (Saffron, 2002). Türe ve çevresel şartlara bağlı doğal şartlarda bir dişi Mersin balığının cinsel olgunluğa erişmesi ve havyar üretimine hazır olması 15-20 seneyi bulabilmektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Lüks bir ürün olan havyarın arz eksikliği ve yoğun talebi yetiştiriciliği yapılmış balıkların yumurtasının kullanılması zaruri bir gereklilik olmuştur (Caprino ve diğ. 2008).

2.9. HAVYARIN ALTERNATİFİ

Son zamanlarda *Salmonidae*, *Cyclopteridae* ve *Gadus* gibi diğer cinslerden üretilen havyarlar da piyasada bulunabilmektedir (Oeleker ve diğ. 2015). Rusya ve Japonya’da “Ikura” olarak adlandırılan kırmızı veya somon havyarı dünyanın her yerinde oldukça popülerdir. En değerli ve en fazla üretilen (yılıda 2000-3000 ton) kırmızı havyar *Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792’den elde edilmektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Alabalıktan havyar üretilmesi yaban Mersin balığı türlerinin neslinin korunmasına yardımcı olmaktadır ve bu işlem Mersin balığından elde edilen havyara göre daha ucuzdur (Machado ve diğ. 2015). Mersin balığı havyarının pahalı olmasının nedeni bu balığının tehlike altında bir tür olmasına dayanmaktadır. Alabalıktan yapılan havyar, yerli

alabalık üreticileri için ekonomik açıdan daha ucuz ve karlı olmaktadır. Alabalığın havyarı, Mersin balığının havyarıyla karşılaştırıldığında daha büyük ve tat bakımından daha lezzetlidir (Villegas, 2014). Alabalık havyarının rengi, sarıdan altın veya somon rengine kadar değişik renklerde olabilmektedir (Brezil, 2013). Ayrıca somon yumurtası gibi parlak bir turuncu renge de sahip olabilir. Bununla birlikte alabalık yumurtasının çapı somon yumurtasından daha küçüktür (3.5-4 mm). Alabalık havyarı, somon havyarına göre daha iyi bir tekstüre ve lezzete sahiptir (IHOC, 2015). Son 10 yıldır, somon ve alabalık havyarı üretimine bağlı olarak tüketiciler havyar tüketimini benimsemiştir. Alternatif havyar tüketiminin artmasının diğer sebepleri ise, uzun mesafelerce taşınmasını uygun hale getiren pastörizasyon işlemi ve koruyucu maddelerin uygulanmasıdır (Oeleker ve diğ. 2015). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen Atlantik somonu (*Salmo salar*), Gümüş somonu (*O. kisutch*) ve Gökkuşluğu Alabalığından (*O. mykiss*) yüksek miktarda yumurta elde edilebilmektedir. Norveç ve Finlandiya’da Atlantik somon yetiştiricileri, somonu olgulaşana kadar yetiştirmek süretiyle yumurtalarından yüksek kalitede havyar üretebilmektedir. Somon havyarının satışı özellikle Avrupa ve Güney Amerika’da başarılı bir grafik sergilemektedir. Avrupa’da yetiştirilmiş somondan üretilen kırmızı havyar oldukça popülerdir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Farklı dillerde havyar benzeri ürünlerin isimleri Tablo 2.6’da verilmektedir.

Tablo 2.6: Farklı dillerde havyar benzeri ürünlerin isimleri (OECD, 2009).

DİL	TERİM
Danimarkaca	Kaviarerstatning
Hollandaca	Kaviaarsurrogaat
Fince	Kaviaari korvike
Almanca	Haviári
İzlandaca	Kaviar
İtalyanca	Surrogati di caviale
Japonca	Momijiko, tarako, karasumi
Norveççe	Kaviarerstatning
Polonyaca	Substytutu kawioru
Portekizce	substitutos de caviar
Rusça	Заменитель икры
Sırpça	Nadomjestak za kavijar
İspanyolca	sucedáneos de caviar
İsveççe	Kaviar

2.10. KİMYASAL KOMPOZİSYONU

Balık yumurtası yüksek konsantrasyonlarda lipid ve protein içerir. Balık yumurtasının protein içeriği % 16-30 arasında, lipid içeriği ise % 5-20 arasında değişmektedir (Bledsoe ve diğ. 2003). Wirth ve diğ. 2000'de farklı türlerdeki Mersin balığı (*Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedtii* ve *Acipenser stellatus*) havyarlarının protein içeriğinin % 26.2 ile % 31.1 (g/100 g yaş ağırlık) arasında değiştiğini bulmuşlardır. Balık yumurtasının kuru ağırlığı çoğunlukla proteinden oluşur (Zaitsev ve diğ. 1969). Her balık yumurtası aynı kimyasal bileşime sahip değildir. Balık yumurtalarının kimyasal bileşimine etki eden faktörler; balığın türü, yumurtanın durumu ve olgunluğu, hasat zamanı ve yeridir (Bledsoe ve diğ. 2003). Olgunlaşma süresi boyunca, yumurtanın toplam protein içeriği artabilir (Medford ve Makay, 1978). Gökkuşluğu Alabalığı spesifik proteinler içerir ve bu proteinlerde yüksek miktarda esansiyel amino asitler bulunur ve bu sebepten dolayı yüksek kaliteli bir protein kaynağıdır (Kaitaranta ve diğ. 1980). Aynı tipteki yumurtalar arasında yumurtanın besin bileşim kompozisyonu farklılıklar gösterebilmektedir (Bledsoe ve diğ. 2003). Balık yumurtasının su miktarı % 52-91 arasında değişebilmektedir. Havyardaki baskın yağ asidi oleik asittir ve miktarı % 32.9-42.6 arasında değişmektedir. Mersin balığının havyarındaki n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin, n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinden 3 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Alabalık havyarı % 6-8'i toplam lipid, % 24-27'si protein, % 21'i doymuş yağ asidi, % 34'ü tekli doymamış yağ asidi, % 15'i omega-6 çoklu doymamış yağ asidi, % 22'si omega-3 çoklu doymamış yağ asidinden oluşmakta ve yaklaşık 180 kilokalorilik bir enerji değeri içermektedir. En önemli yağ asitleri eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asittir ve bunlar sırasıyla % 6 ve % 12 seviyelerinde balık yumurtasında mevcuttur. Yukarıdaki miktar alabalığın yaşı ve boyutuyla birlikte yumurtaların toplanış zamanına göre değişmektedir (Brazil, 2013).

2.11. GENEL BALIK YUMURTASI VE HAVYAR ÜRETİM İŞLEMLERİ/METODLARI

Gıdaları işlemenin amaçlarından biri de gıdanın raf ömrüne arttırmaktır; ama olabildiğince gıdanın orijinal durumuna yakın içeriklere sahip olması arzu edilmektedir. Ancak hammaddeler işleme prosesleri ile daha faydalı özelliklere sahip bir ürüne dönüşebilir (Schröder, 2003) Balık ve su ürünleri bozulma süreçlerine hassas gıdalardır,

korunmadığı takdirde hızla bozulabilmektedir (Gram, 2009). Gıda işleme süreci yüksek kaliteli ürünlerle gerçekleştirmelidir (Flick ve Kuhn, 2012). Balıklar yakalandıktan hemen sonra, yumurtaları çıkartılmalıdır. Yumurta kesesini temiz bir şekilde çıkarmak ve hasarsız tutmak, balık yumurtasının kontaminasyona uğramama garantisini sağlar. Balık yumurtası en kısa sürede işlenmelidir (Whiteway, 1997). En iyisi rigor mortis başlamadan önce yumurtaların yeni ölen balıklardan ayrılmasıdır. Balık yumurtalıkları olgunluğa (yumurtaların şekli, bulanıklık veya yarısaydamlık ve sertlik) ve tazeliğine göre ayrılmakta, rengine ve boyutlarına göre de sınıflandırılmaktadır (Gall ve diğ. 2000; Schubring, 2004). Yumurtalar çıkarıldıktan sonra, yumurtaların tuzlu suyla yıkamak suretiyle kan, dışkı, vitellojenik maddeler ve mikroorganizmalar gibi istenmeyen maddelerden uzaklaştırmak gerekir (Machado ve diğ. 2016). Balık yumurtası ürünleri iki tür olabilir; bütün kese içinde balık yumurtalıklarından yapılarak sonradan tütsülenen, tuzlanmış veya kurutulmuş ürünler ve balık yumurtasının “screening” adlı bir işleme birbirinden ve balık kesesinden ayrılmış olan ürünlerdir. Bu ayrılmış yumurtalar daha sonra temizlenir, tuzlanır ve yumurtalar koruyucu maddelerle muamele edilerek pastörizasyon uygulanabilmektedir. Bütün yumurtalıktan yapılan balık yumurtası ürünleri havyar veya imitasyon havyar olarak sayılmamaktadır (Johanesson, 2006). En iyi kaliteli gonatlar havyar üretimi için kullanılırken, kötü kaliteli gonatlar bütün olarak tuzlanmaktadır (Gall ve diğ. 2000). Havyar, yumurtaların birbirinden ve bağ dokularından ayırma sonrası işlenmektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Çoğu balık ürünleri, az miktar tuzla, soğutulmuş, modifiye atmosfer paketlenme ve/veya az miktarda koruyucu ilave edilerek muhafaza edilmektedir. Benzer şekilde balık yumurtası, salamuralanır, kürlenir ve bazen de tatlandırma ile renklendirme yapılabilir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Balık yumurtası tuzlama sonrası sertleşmektedir (Basby, 1997) ve bu yumurtaların depolama süresi ile aroma/tad oluşumu üzerinde etki etmektedir (Inanli ve diğ. 2011). Tuzlama aynı zamanda ürüne tipik bir tat ve tekstür vermektedir (Garaffo ve diğ. 2011). Tuzlama, balık yumurtalarının tüketicilere cazip gelmesini sağlayan en önemli havyar işleme tekniğidir. Havyar genelde % 3-3.5 tuz içermektedir (Schubring, 2004). Mersin havyarı genelde kuru tuzlanır ve son ürünün tuz oranı yaklaşık % 3-3.5 oranındadır. Ancak somon yumurtaları genelde doymuş salamurada tuzlanmaktadır (Gall ve diğ. 2000). Tuz ucuz olmasından dolayı gıda endüstrisinde en sık kullanılan koruyucu maddelerden biridir (Machado ve diğ. 2016). Havyar üretimi için tuz doğru oranda kullanılmalıdır. Yumurta ve tuz karışımı

yumurtadan serbest sıvı çıkışına neden olmaktadır ve tuz salamura yapmak için hızla çözünür. Genelde ilk günlerde yumurtaların tuz ve su oranı oldukça değişmektedir (Johanesson, 2006). Yumurtaların su içeriği azalırken tuz içeriği artmaktadır. Tuz yumurtaların su aktivitesini azaltır ve bu şekilde bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gelişimine engel olmaktadır (Taghiof ve diğ. 2012). Tuzlama sonucundan proteinler az bir miktarda denatüre olmaktadır (Schubring, 2004). Çok fazla karıştırma yumurtalara zarar verebilir ve eşit olmayan karıştırma tuzun eşit olmayan dağılımına neden olmaktadır. Yumurtaların bozulmasını önlemek için gonatlardan ayırmadan kürlenme prosesine kadar bütün işlemler soğuk koşullarda yapılmalıdır (Johanesson, 2006). Balık yumurtası ürünleri tek parça, zarar görmemiş, iyi parlaklığa, renge ve tekstüre sahip olan yumurtalardan üretilmektedir. Bununla birlikte balık yumurtası hoş bir aromaya sahip olmalı ve lezzeti acı, balıgımsı ve oksitlenmiş olmamalıdır. Arzu edilen damak hissi, yumurtaların dişlerle ezildiğinde “pop” diye bir ses çıkarması ve bal benzeri yumuşak bir tattır. Fakat Mersin balığı havyarında, yağlı bir tat daha caziptir (Bledsoe ve Rasco, 2006). Bu ürünlerin mikroflorası oldukça karışıktır, bozulma genelde mikrobiyal aktivitelerin sonucunda gerçekleşmektedir. Farklı proses teknikleri kullanılarak kürlenmiş balık yumurtası, konserve edilmiş balık yumurtası ürünleri, sosis şeklinde balık yumurtası gibi farklı balık yumurtası ürünleri yapılabilmektedir (Patir ve diğ. 2010). Havyarda son ürünün kalitesi duyuşal (koku, görünüş ve tadı), kimyasal (pH değeri, tuz içeriği, uçucu azot miktarı) ve mikrobiyal (toplam canlı bakteri sayımı) metotlar ile değerlendirilebilmektedir (Schubring, 2014). Aynı zamanda havyarın işleme teknikleri ve muhafaza şartları havyarın kompozisyonu ve kalitesini de etkilemektedir (Lu ve Rasco, 2014).

2.12. BALIK YUMURTASINDA KİMYASALLARIN KULLANILMASI

Bazen havyar alternatiflerine gıda renklendiricileri eklenmektedir. Örneğin, Deniz tavşanının (*Cyclopterus lumpus*) yumurtasını Beluga havyarına benzetilmesi için siyah renklendiriciler veya Somon havyarına benzetilmesi için kırmızı renklendiriciler kullanılmaktadır (Whiteway, 1997). Bu, tüketicilerin kabulünü arttırmak veya ürünü standartlaştırmak için yapılır. Bazen sadece tek bir renklendirici kullanılır ve bazen de siyah, kırmızı ve turuncu renkler vermek için birden fazla renklendirici kullanılmaktadır.

Ancak gıdada sadece kabul edilebilir renklendirici maddeler kullanabilmektedir ve etikette kodlanmış bir kısaltma (E kodu) ile belirtilmelidir (Kirschbaum ve diğ. 2006).

2.12.1. Havyarda Koruyucu Maddelerin Kullanılması

Fransa'da, antimikrobiyal özelliği olduğundan dolayı boraks havyarda kullanılmaktadır (Fioretto ve diğ. 2005; Safari ve Yousefi, 2010). Ancak Amerika Birleşik Devletleri'nde Boraks yasak bir kimyasal maddedir. İran havyarı da boraks ve borik asit içermektedir (Safari ve Yousefi, 2010). Özellikle boraks havyara tatlı bir aroma vermektedir (Shin ve diğ. 2010). Boraks genelde havyarı korur ve tadını olumlu yönde etkilemektedir (800-caviar.com, 2016). Ayrıca sodyum benzoatın da koruyucu madde olarak havyarda kullanımı söz konusudur (Johanesson, 2006).

2.13. BALIK YUMURTASININ BOZULMASI

Havyar kalitesi duyuşsal, kimyasal ve mikrobiyal yöntemlerle değerlendirilmektedir (Jelodar ve Safari, 2006). Ağla veya oltayla yakalandığında balık ve yumurtaları hasar görürse veya fazla işlenirse, balık yumurtalarının bozulmasına veya bozulma süreçlerini hızlanmasına sebep olmaktadır (Voidarou ve diğ. 2011). Su ürünlerinin taşınmasında yaşanan en büyük sorun patojen mikroorganizmalar sonucu kontaminasyon nedeniyle bozulma eğiliminde olmasıdır (Oraei ve diğ. 2010). Gıdalarda bozulma iç ve dış faktöre bağlıdır. İç faktörler; kullanılan hammaddelerin kalitesi, ürünün bileşimi, uygulanan ön işlemler, su aktivitesi ve oksijen varlığıdır. Diğer yandan dış faktörler işleme, hijyenik koşullar, ambalaj maddeleri, muhafaza ve dağıtım sistemleri gibi örneklendirilebilir. Hayvansal kökenli gıdalar genelde kompleks yapı ve içeriğe sahiptir. Depolama sırasında kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değişimlerinden dolayı gıdaların kalitesi değişmektedir (Schröder, 2003). Bozulmaya neden olan mikroorganizmaların aktiviteleri sonucunda esansiyel yağ asitlerinin ve yağda çözünen vitaminlerin kaybına ve biyojenik aminlerin oluşumuna neden olmaktadır (Lucera ve diğ. 2012). Balık yumurtasının bozulması acılaşma, ekşime, meyvemsi aroma gibi istenmeyen kokuların oluşumuyla belirlenebilmektedir (Basby, 1997). Değişen tat gıda bozulmasını olarak da tanımlanmaktadır (Schröder, 2003). Mikroorganizmalar istenmeyen reaksiyonlar meydana getirmekte ve bunlar gıdanın tadını, kokusunu, rengini, tekstürü gibi duyuşsal özelliklerini etkilemektedir (Lucera ve diğ. 2012). Ürünleri dondurmak, katkı maddeleri

ilave etmek, ambalajlama ve anaerobik bir ortam yaratmak gibi prosesler balık yumurtalarının depolama sürecini uzatmaktadır (Inanlı ve diğ. 2011). Tuzlama bakterileri yok etmemekle birlikte aşırı kullanımında tat yönünden tüketicilerin reddine sebep olabilmektedir (Schubring, 2004).

2.13.1. Balık Yumurtasının Mikrobiyolojisi ve Biyolojik Riskleri

Her gıda mikrobiyal gelişime maruz kalabilmektedir ve dolayısıyla bozulmaktadır. Gıdada bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların tipi gıdanın bileşimi ve depolandığı ortama bağlıdır. Gıdada mevcut olan bazı mikroorganizmalar gıdanın tadını değiştirmezken, diğer mikroorganizmalar belli bir miktar gıda tüketildikten sonra gıda zehirlenmesine neden olmaktadır. Gıdada tespit edebilen 3 ana mikroorganizma türü bakteri, maya ve küftür. Bu mikroorganizmalar çevre koşulları kendilerine uygun olduğu sürece gelişmeye devam etmektedir. İnsanlar için patojenik olan mikroorganizmalar halk sağlığı açısından da tehlike arz etmektedir. Patojenlerin riski, patojen türüne ve ayrıca kişinin maruz kaldığı doza bağlıdır (Schröder, 2003). Havyarın mikrobiyal değerlendirmesi hakkında çok fazla çalışma bulunmamaktadır ve havyar üzerinde uluslararası olarak kabul edilmiş bir mikrobiyal standart yoktur (Razavilar ve Rezvani 2004). Balıktan gonatlar ayrılmamış iken, balık yumurtası steril veya neredeyse sterildir (Ingólfssdóttir, 1987; CAC, 2015; Li ve diğ. 2017). Ancak havyar üretimdeki işlemlerle, örneğin ayırma ve tuzlama sırasında mikroorganizmalarla bulaşma meydana gelmektedir (Fioretto ve diğ. 2005). Havyar yüksek hijyen uygulamalar ile üretilmesine rağmen mikrobiyal bulaşma söz konusu yine de olmaktadır (Heshmati ve diğ. 2011). Kontaminasyon el temasıyla, araç, gereç ve aletlerle, hava, su, katkı maddeleri, balık derisi ve bağırsaklarla temasla olmaktadır (CAC, 2015). Balık yumurtasının kontaminasyon hızı oldukça yüksektir (Miya ve diğ. 2010). Bakteri ise bozulmanın ana sebebidir (Jay, 2000). Balık üzerindeki yüksek bakteri yükü bozulmanın hızını artırır ve dolayısıyla yumurtanın kalitesini etkilemektedir (Voidarou ve diğ. 2011). Balık yumurtası ayırma sırasında bozulma bakterileriyle kontamine olabilir ve *S. aureus*, *Samonella sp.*, *Vibrio sp.*, *Aeromonas sp.*, ve *Clostridium botulinum* gibi patojenlerin bulaşması söz konusu olabilmektedir (Fioretto ve diğ. 2005). *Listeria monocytogenes* yaygın olarak balık işleme ortamlarında, balık derisinde, solungaçlarında, karnın boşluğunda ve bağırsaklarında yaygın şekilde bulunmaktadır (Jami ve diğ. 2014).

Yumurtaların çıkartılması sırasında balık yüzeyindeki bakteriler balık yumurtasına da bulaşabilmektedir (Johannesson, 2006). Aynı zamanda Salmonidae familyası balıklarına ait yumurtalar mikroorganizmaların gelişimi için iyi bir besi yeridir (Patir ve diğ. 2010). Yeni tuzlanmış balık yumurtasının mikroflorası diğer balıklardaki mikroflora gibidir. Bu flora depolama sürecinde değişim göstermektedir. Dokuz haftalık depolama süresince *Pseudomonas spp*, *Flavobacterium spp*. ve *Moraxella spp.*'nin yerini maya alır (Johannesson, 2006). Mikroorganizmaların en iyi gelişebilecekleri ideal sıcaklık vardır (Schröder, 2003). Bozulmada önemli rol oynayan psikotrofik bakteriler genelde gıdanın tekstür, koku ve tadını değiştirmektedir. Bu bakteriler 0-7°C arası hızlı gelişim göstermektedir (Kramer, 1997). Psikotrofik bakteriler, ketonlar, aldehitler (Lipidlerin parçalanmasından üretilmektedir.), uçucu sülfürler (kükürt içeren amino asitlerin bozulmasından sonra üretilmektedir.) ve biyojenik aminler (histamin, putresin, kadaverin vb.) gibi maddeler üretmektedirler. Bu bakteriler Trimetilamin N-oksidi (TMAO) Trimetiamin'e (TMA) indirir. Endojen enzimler TMA'yı Dimetiamin'e (DMA) ve formaldehide çevirir (Gill, 1986). Yüksek nem, lipid ve protein nedeniyle balık yumurtası bozulmaya daha eğilimlidir. Deniz tavşanının (*Cyclopterus lumpus*) yumurtası 5 C'lik depolama süresince laktik asit bakterileri, *Enterobacteriaceae spp.* ve *Vibrio spp.* bakterilerinden dolayı istenmeyen kokulara sebep olmaktadır (Rao ve diğ. 2015). *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum* ve *Staphylococcus spp.* bakterilerine balık yumurta ürünlerinde sıklıkla rastlanmaktadır. *Listeria monocytogenes* düşük sıcaklıkta üreyebilmektedir ve dolayısıyla uzun raf ömrüne sahip ürünlerde de gelişim göstermektedir (Miettinen ve diğ. 2005). *Micrococcus spp*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio spp.* gibi gram pozitif ve gram negatif diğer bakteri türleri bottarga ve başka havyar ürünlerinde de tespit edilmiştir (Brandas ve diğ. 2015). Proteolitik ve proteolitik olmayan *Clostridium botulinum* spor oluşturur ve ambalajlanmış havyarlarda mutlaka kontrol edilmelidir. Ancak *Clostridium botulinum*'un gelişimi yeterli miktarda tuzla kontrol edilebilmektedir (ürünün tuz miktarı $\geq 3\text{g}/100\text{g}$, su fazında tuz miktarı $\geq 5\text{g}/100\text{g}$; su aktivitesi 0.97) ve sıcaklık 4°C altında olmalıdır. *Salmonella* ve *Listeria monocytogenes* gibi spor oluşturmeyen bakterilerin aktivitelerini kontrol altında tutmak için havyar pastörizasyon işlemine tabi tutularak, izin verilen katkı maddeleri ile doğru oranlarda tuz kullanılarak düşük sıcaklıklarda kontrol altında tutulmalıdır (CAC, 2015). Dağıtım esnasında soğuk zincirdeki sıcaklık değişimleri gıdanın raf ömrünü

değiştirebilirken depolama ve dağıtım sırasındaki soğuk zincirin kırılması ürünün bozulmasına sebep olmaktadır. Sıcaklık değişimleri nedeniyle patojenler hızla gelişir ve zehirlenmelere sebep olabilmektedir (Schröder, 2003).

Stafilokoklar genellikle insanın burnunda ve cildinde bulunur. İnsanlar gıdayı, aletleri ve yüzeyleri *Staphylococcus spp.* bakterileriyle kontamine edebilir. İnsanların, bottarga'yı bakteri ile kirletme yönünde büyük bir risk teşkil ettiği sonucuna varılmıştır. Bazı çalışmalar canlı balıkların *Staphylococcus aureus* bakterisini içermediğini; ama markette satılan balıklarda ise *Staphylococcus aureus* 'a rastlandığı tespit edilmiştir (Brandas ve diğ. 2015).

Kontaminasyonu önlemek için iyi hijyen uygulamalarına dikkat edilmeli, temiz ve içilebilir su kullanmalı aynı zamanda sürekli inceleme ve kontroller yapılmalıdır. İyi üretim uygulamalarını (GMP) tüm üretim süresi boyunca takip etmek büyük önem taşımaktadır (Machado ve diğ. 2016). Balık yumurtası işleme hızlı ve soğuk zincir koşullarında yapılmalı, mikrobiyal gelişim ve toksin oluşumunu engellemek için soğukta muhafaza edilmelidir (CAC, 2015). Bir gıdanın raf ömrünü “....den önce tüketmeniz tavsiye edilir” ve “son kullanma tarihi” ile net biçimde tanımlanmalıdır ve optimum saklama koşullarından bahsedilmelidir (Schröder, 2003). Havyar tüketime hazır bir gıda ürünüdür ve mikrobiyal gelişmeleri engellemek adına soğutma ve tuzlama uygulanabilir (Shin ve diğ. 2010).

2.13.2. Balık Yumurtasında Muhafaza Sırasında Meydana Gelen Kimyasal Değişimler ve Kimyasal Tehlikeler

Balık ürünleri, protein içeriğinin yüksek olması nedeniyle kolayca bozulmaya başlar. Lipoliz ve proteoliz gibi ölüm sonrası değişimler hızlı oluşur ve bu yumurtaların duyu özelliklerini kötüleştirmekte, yüksek oranda gıda zehirlenmesi riski taşımaktadır (Patel, 2015). Balık yumurtasında yüksek miktarda uzun zincirli ω -3 PUFA içeren lipidler vardır (Bledsoe ve Rasco, 2003; Rosa ve diğ. 2009). İşlenmiş balık ürünlerindeki lipidler genellikle duyu özelliklerini korumaktadır. Ancak işleme sırasında lipoliz ve lipid oksidasyonu oluşur ve bu durum balık ürününün kalitesinde etkilemektedir. Lipoliz, lipaz ve fosfolipazın katalize ettiği ve yağ asitlerinin olduğu bir reaksiyondur (Shah ve diğ. 2009). Yağlı ürünlerin raf ömrünün kısa olmasının temel nedenlerinden biri

oksidasyondur (Airado-Rodriguez ve diğ. 2014). Balık yumurtasında değişikler yapan en önemli faktörlerden biri oksidasyona neden olan havadaki oksijendir. Oksidasyon havadaki oksijenin balık yumurtalarına temas etmesi sonucu doymamış yağ asitleriyle oluşturduğu reaksiyon olarak tanımlanmaktadır (Johannesson, 2006). Normalde yağlı balıklardan elde edilen balık yumurtaları doymamış yağ içeriğinin yüksekliğinden dolayı hızla oksitlenerek bozulmaktadır (Voidarou ve diğ. 2011). PUFA'lar uzun zincirli doymamış yağ asitleridir ve bu yüzden işleme ile muhafaza sürecinde lipid oksidasyonuna eğilim göstermektedir (Restuccia ve diğ. 2015). Sonuç olarak, yumurtalar atmosferik oksijene maruz kaldığı zaman sarı ve kahverengi renge dönüşür (Johannesson, 2006). Üstelik lipid bileşenlerinin oksidasyonu gıdayı bozar ve böylelikle yumurtaların duyu kalitesi ile besin içeriği açısından değişimler meydana gelmektedir (Restuccia ve diğ. 2015; Schröder, 2003). Ayrıca düşük molekül ağırlıklı bileşikler, yağ asitleri okside olduğunda üretilir bu ise balık ve balık ürünlerindeki acılaşmaya benzeyen istenmeyen lezzet ve tat oluşumlarını meydana getirir (Shah ve diğ. 2009). Oksidasyon hızına etki eden faktörler hammaddelerin kalitesi, kurutma, tuzlama yöntemi ve muhafaza şartlarıdır (süre, derece ve ısıya maruz kalma) (Restuccia ve diğ. 2015).

Genellikle biyolojik dokular ve sıvılar enzim içerir ve bu enzimler yağları (lipoliz) ve proteinleri (proteoliz) parçalanmasına sebep olur, aynı zamanda hücrelerin ve dokuların zedelenmesi enzimatik faaliyetleri artırmaktadır (Schröder, 2003). Enzimlerin proteinlerle yaptığı tepkime sonucunda balık yumurtaları bozulabilmektedir. Enzimatik reaksiyon hızı sıcaklığa bağlıdır (Jonannesson, 2006). Proteinler amino asitlere ve peptidlerine parçalanır ve daha sonra biyojenik aminlere dönüşür. Biyojenik aminler çiğ ve işlenmiş su ürünlerinin tazelik derecesine gösterge olarak kullanılabilir (Restuccia ve diğ. 2015). Sıcaklık arttıkça kimyasal bozulma da artar (Schröder, 2003).

Ağır metaller, pestisitler, yağ türevleri, veteriner ilaç kalıntıları ve hormonlar gibi kimyasal kirleticiler balık yumurtasında bulunabilmektedir. Kirleticiler yumurta temizlemek için kullanılan su, tuz ve diğer katkı maddeleriyle bulaşabilmektedir (CAC, 2015). Aynı zamanda çevredeki kimyasal maddeler hava veya ambalaj malzemesi yoluyla gıdaya geçebilir (Schröder, 2003).

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) su ürünlerinin kalitesinin yaygın bir göstergesidir. Bozulmaya neden olan bakteriler tarafından trimetilamin üretim miktarı, depolama

sırasında otolitik enzimlerin dimetilamin üretilmesini, amonyak ve diğer esansiyel uçucu nitrojenli bileşiklerin üretimini belirlemektedir (Kostaki ve diğ. 2009).

2.13.3. Fiziksel Tehlikeler

Keskin ve sert balık parçaları, aletlerin cam ve metal parçaları ve ambalaj maddeleri istemeden balık yumurtasına geçebilir. Bu fiziksel tehlikeleri önlemek için gözlem ve doğrulama uygulanmalıdır (CAC, 2015).

2.13.4. Havyardaki Kusurlar

- Havyar üretim, işlenmesi ve muhafaza sırasında soğuk zincinin kırılması meydana gelebilir ve bu kimyasal bozulmaya neden olabilir. Bu nedenle zaman ve sıcaklığın kontrolü önemlidir.
- Balık yumurtalarında yağ dokusu, ovaryen folikülü ve kan pıhtısı bulunabilmektedir. Bunları önlemek için yumurtalığı doğru kanatmak, dikkatli süzmek ve yıkamak önemlidir.
- Sıcaklık değişimine ve havyarın aşırı basınca uğramasına bağlı olarak yumurtalar kırılabilir, kabuk gevşeyebilir veya sertleşebilir. Tuz ve katkı maddeleri saf olmayabilir, aynı zamanda havyar havadaki kirliliği ve deterjanlar ile dezenfektan ajanlarında bulunan aromatik maddeleri emebilir. Bu havyarın tadını ve lezzetini değiştirebilir (CAC, 2015).

2.14. ESANSİYEL (AROMATİK) YAĞLAR

Güvenli olmayan gıdalar genellikle zararlı bakteri, virüs, parazit ve kimyasal içermektedir. Her sene yaklaşık olarak 2 milyon insanın güvenli olmayan gıda ve su tüketimi sonrası ishalden öldüğü bildirilmiştir (WHO, 2015). Gıda güvenliğine yönelik üretim sırasında birçok doğal ve yapay gıda katkılarının kullanımı söz konusu olmaktadır. Tüketicilerin yapay koruyucu katkı maddeleri içermeyen gıdalara yönetimi söz konusudur (Holley ve Patel, 2005; Erkan ve Bilen, 2010; Mastromatteo ve diğ. 2011).

Tüketicilerin bu tercihlerinden dolayı gıda kaynaklı patojenleri azaltmak veya raf ömrünü uzatmak için diğer engel teknolojileriyle birlikte kullanılabilir yeni yöntemler geliştirilme zorunluluğu söz konusu olmaktadır (Burt, 2004). Havyar ürünlerine pastörizasyon

uygulanması ile daha uzun süreli raf ömrü kazandırılabilirken aroma/tattaki değişimler sebebiyle tercih edilmemektedir. Ayrıca tuz konsantrasyonu ve depolamadaki sıcaklık havyarın korunması için her zaman etkili değildir (Fioretto ve diğ. 2005). Yapay katkı maddeleri konusunda olumsuz bir algısı olan tüketici sayısının artması nedeniyle gıdayı korumak için esansiyel yağ uygulamaları konusunda artan bir ilgi vardır (Holley ve Patel, 2005). Esansiyel yağlar tomurcuk, çiçek, tohum, dal, meyve ve ağaç kabuğu gibi bitki malzemelerinden üretilen aromatik ve sıvı yağlardır (Hyldgaard ve diğ. 2012; Burt, 2004; Çoban ve diğ. 2014; Vergis ve diğ. 2015). Yaklaşık olarak 3000'e yakın esansiyel yağ vardır (Vergis ve diğ. 2015). Su ürünlerinin daha uzun bir raf ömrüne sahip olması için, lipidlerin oksidasyonu ve mikroorganizma gelişiminin önlenmesi büyük bir önem taşımaktadır (Raeisi ve diğ. 2015). Birçok esansiyel yağ antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve su ürünlerinin raf ömrünü tek başına veya diğer tekniklerle birlikte kullandıklarında uzatabilmekte (Mejlholm ve Dalgaard, 2002), gıda kaynaklı patojenleri ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaları engelleyebilmektedirler (Baydar ve diğ. 2004). *Bacillus spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Camphylobacter jejuni*, *Pseudomonas*, *Aeromonas spp.*, *Morganella Morgani*, *Shigella boydii*, *Bochothrix thermosphacta* gibi birçok patojen esansiyel yağlardan etkilenmektedir (Patel, 2015). Bu nedenle esansiyel yağlar yapay antibiyotikler için de iyi alternatif olarak gösterilmektedir (El ve diğ., 2014). Aynı zamanda antibakteriyel özelliklerinin yanında esansiyel yağların mantar önleyici ve böcek öldürücü özellikleri de bulunabilmektedir (Bakkali ve diğ. 2008). Esansiyel yağlar “Genel olarak güvenilir-zararsız kabul edilen” (GRAS-Generally Recognized as Safe) olarak bilinmektedir (Lucera ve diğ., 2012). İlaçlarda, kozmetiklerde, parfümlerde ve gıdada baharat ve ot olarak yıllarca kullanılmıştır. Gıda koruyucu olarak esansiyel yağların kullanılmasının en büyük dezavantajı tek başına kullandığı zaman etkilerinin yeterince güçlü olmamasıdır. Üstelik antimikrobiyal etki yaratmak için kullanılan miktarı yeterli olmalı, ama aynı zamanda ürünün organoleptik kalitesi üzerinde kötü bir etki de yaratmamalıdır (Hyldgaard ve diğ., 2002).

Kardiyovasküler hastalık riski fazla olduğu için tuz kullanımının gıdalarda azaltılması ile tuz tüketiminin azaltılması tavsiye edilmektedir (WHO, 2002). Gıdayı korumak için kullanılan tuz miktarını azaltmak ve gıdaların dayanıklı kalması için diğer katkı maddelerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yapay olmayan grupta bu tür katkı

maddeleri olarak esansiyel yağlar ön plana çıkmaktadır. Esansiyel yağların yapısı ve fonksiyonel grupları antimikrobiyal özelliklerini belirler. Fenolik gruplara sahip olan esansiyel yağlar, örneğin kekik yağı iyi bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir ve gram pozitif bakteriler üzerindeki önleyici etkisi gram negatif bakterilere göre daha yüksektir (Holley ve Patel, 2005).

Erkan ve Bilen (2010), balık filetosuna kekik yağı uygulamanın depolama boyunca lipid oksidasyonunu önlemede iyi bir rol oynadığını bulmuşlardır. Gıdaların uzun raf ömrüne sahip olması oldukça önemlidir. Uzun bir raf ömrü ise güvenli ve patojenlerle kontamine olmamış gıdalar için söz konusudur. Gıda dağıtım ve alışveriş alışkanlıkları nedeniyle raf ömrü uzun olan ürünler için güçlü bir pazar potansiyeli bulunmaktadır. Modern gıda tedarik sistemi raf ömrünü uzatan gıdaları ele almakta, modern tüketiciler de taze, minimum işlenmiş ve en az bir haftaya kadar dayanabilen gıdaları tercih etmektedirler. Antioksidanlar gıda bileşenlerinde, özellikle de doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önlemeye veya geciktirmeye yardımcı olmaktadır (Schröder, 2003). Ek olarak esansiyel yağlar, lipid ve protein bozunmasını da önleyebilir veya geciktirerek toksik aminlerin oluşumunu engelleyebilmektedir (Patel, 2015). Esansiyel yağların ayrıca et ve balık ürünlerinde duyu ve doku kalitesini artırma ve değiştirme özelliği de vardır (Patel, 2015). Diğer parametrelerin yanı sıra su ürünlerinde lipid oksidasyonu ve oto-oksidasyonuna bağlı olarak kalite kötüleşir ve raf ömrü azalır. Lipid oksidasyonu renk, lezzet, tekstür ve besin değerlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Yapay gıda koruyucu maddeleri olan Butil hidroksi tolüen (BHT) ve Butil hidroksi anisol (BHA) oksidasyonu önleyebilir; ancak olumsuz sağlık etkilerine de neden olmaktadır (Devatkal ve diğ., 2010). Gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılan yapay antioksidanlar toksik ve kanserojen etkiler yaratabilmektedir (Sharma ve diğ., 2017)

Esansiyel yağlar birçok bileşiklerden oluşmaktadır ve bunların antimikrobiyal etkisi birden fazla bileşiğe bağlıdır. Araştırmacılar tarafından esansiyel yağın etki şeklinin, bakterilerin hücre içine girerek lipofilik özelliklere sahip olan hücre zarının işlevlerini engellemek olduğu tahmin edilmektedir (Calo ve diğ., 2015).

Patojenlere karşı esansiyel yağlarla ilgili yapılan araştırmaların temel amacı gıda güvenliğini sağlamak ve gıdalara (doğal kaynaklardan) raf ömrü kazandırmaktır.

Esansiyel yağların kullanımındaki en büyük dezavantaj yüksek konsantrasyonda kullanımlarının gıdanın doğal lezzetini baskılayarak bozmaktadır (Alfonzo ve diğ., 2017).

2.14.1. Kekik Yağı (*Thymus vulgaris*)

Kekik *Lamiaceae* familyasına aittir. Timol ve karvakrol kekik esansiyel yağında bulunan fenolik bileşiklerdir. Bunların çok çeşitli antimikrobiyel ve antioksidan özellikleri vardır. Kekik yağında bulunan fenolik bileşiklerin antibakteriyel özellikleri yoğunluğuna bağlı olarak bakterisidal veya bakteriyostatik olabilmektedir. Kekik yağının antioksidan özelliği gıdaların raf ömrünün uzatılmasına yardımcı olur ve ürünleri oksidanların toksik etkilerinden korumaktadır. Kekik yaprakları ve esansiyel yağlar, lezzet ve aroma arttırmak ile koruma sağlamak için et, balık ve gıda ürünlerine eklenmektedir. Kekik esansiyel yağı pek çok mikroorganizmaya karşı ölümcül etki göstermektedir. Kekik esansiyel yağları *Camphylobacter jejuni*, *E. coli*, *S. aureus* gibi gıda patojenlerini engeller ve *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* familyasına ait bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmesinde engel olmaktadır. Üstelik kekik yağı *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Mucor* ve *Rhizopus*'a karşı mantar önleyici özelliklere de sahiptir. 5-5000 µg/mL bir yoğunlukta kekik esansiyel yağı lipid peroksidasyonunu engellemektedir. Kekik soğutulmuş balık ve balık ürünlerinin raf ömrünü artırmaktadır (Mandal ve Debmandal, 2015). Doğal antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle kekik esansiyel yağına giderek daha fazla araştırmacı odaklanmaktadır (Kykkidou ve diğ., 2009; Çoban ve diğ., 2014).

2.14.2. Keten Tohumu Yağı (*Linum usitatissimum*)

Keten tohumu fonksiyonel ve bioaktif bir gıdadır. Genelde öğütülmemiş tohum, öğütülmüş tohum ve keten yağı şeklinde sınıflandırılır (Bloedon ve Szapary, 2004). Keten tohumu yağı bitkinin tohumundan elde edilen bir yağ olup, yağ asitlerinin % 55'ini α -linolenik asidi (ALA) oluşturmaktadır (Bloedon ve Szapary, 2004). Ayrıca keten tohumunun yağ içeriği ve kalitesi sıcaklık ve toprak koşulları gibi çevresel faktörlerden, kültürel uygulamalardan ve bitki hastalıklarında da etkilenmektedir. Keten tohumu yağının yağ asidi kompozisyonunda en fazla değişkenlik oleik asit (% 14-60), linoleik asit (% 3-21) ve linolenik asitte (% 31-72) gözlenmiştir (Mazza, 1998). Keten tohumu yağda çözünebilen en güçlü doğal antioksidantlardan olan α , β , γ ve δ tokoferolleri

içermektedir ve toplam tokoferol içeriği 40-50 mg/100 g arasında değişmektedir (Mazza, 1998). Yapılan bir çalışmada keten tohumu yağının metisiline dirençli *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyal özellik gösterdiği belirtilirken, Türkiye'de yapılan bir araştırmada ise keten tohumu ekstrelerinin yüksek antioksidan özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Yener, 2011).

2.14.3. Üzüm Çekirdeği Yağı (*Vitis vinifera*)

Üzüm çekirdeği yağı üretmek için isminden de anlaşılacağı gibi sadece üzümlerin tohum kısımları kullanılır. Tohumlar yaklaşık olarak % 7-20 yağ içerir ve geri kalanların % 35'ini lif, % 11'ini proteinler, % 3'ünü mineraller ve % 7'sini su oluşturmaktadır. Rafine üzüm çekirdeği yağı nötr bir tada ve kokuya sahipken, saf üzüm çekirdeği yağı kırmızı şaraba benzeyen bir aromaya sahiptir (Mathäus, 2008). Üzüm çekirdeği yağlarının, nöroprotektif ve antitümör özelliklere sahip E vitamini varlığı ile kardiyovasküler hastalıklara karşı korunmaya yardımcı olan antioksidan özelliklere sahip yağ asitlerine içermesi nedeniyle sağlık açısından birçok avantajı vardır (Fernandes ve diğ., 2013). Üzüm çekirdeği yağı ayrıca, sağlık için avantajlı olan çok miktarda 'oligomer fenolik bileşikler içermektedir (Mathäus, 2008). Üzüm çekirdeği yağı yemek pişirmek, eczacılık ve kozmetik gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda kırmızı üzüm çekirdeği yağı beyaz üzüm çekirdeği ile karşılaştırıldığında daha fazla vitamin içermektedir (Hanganu ve diğ., 2012). Üzüm çekirdeği yağı, toplam yağ asitlerinin yaklaşık % 90'ı kadar yüksek miktarda doymamış yağ asidi içermekte (Mathäus, 2008), temel yağ asitleri oleik asit ve linoleik asit içeren trigliseritlerden oluşmaktadır (Hanganu ve diğ., 2002). Linoleik asit, diğer tohumlara göre üzüm çekirdeği yağında en çok bulunan yağ asididir (% 63-73). Palmitik asit ve stearik asit de mevcuttur. Araştırmalar üzüm çekirdeklerinden elde edilen ekstrelerin antibakteriyal ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Üzüm çekirdeği yağı fitosteroller, tokoferoller, tokotriyoller, flavonoid, fenolik asitler ve karotenoidler gibi antioksidan özelliklerini oluşturan bileşikleri yoğun şekilde içermektedir (Fernandes ve diğ. 2013; Mohamed ve diğ., 2016).

2.14.4. Limon Yağı (*Citrus limonum*)

Limon suyu ve limon meyveleri genellikle çiğ veya pişmiş balıklarda kullanılmaktadır. Bu nedenle balık ürünlerinde limon aroması kullanımı genelde aroma açısından tüketici

tercihlerini olumlu etkilemektedir (Alfonzo ve diğ., 2017). Limon yağının *L. monocytogenes*'in mikroorganizmalar üzerine biyolojik bir etkisi olduğu birçok kaynakta belirtilmektedir (Garcia-Diez ve diğ., 2016; Randazo ve diğ., 2016). Limon yağı, *Salmonella*'nın gelişimi üzerinde etkili olmaktadır (Settanni ve diğ., 2012). Monoterpen (limonen), sesquiterpen, aldehitler, ketonlar, asit, alkol ve esterlerden oluşan uçucu bileşiklerin yaklaşık olarak % 85-99'u turunçgil esansiyel yağı içerisinde bulunmaktadır. Uçucu olmayan bileşikler ise yaklaşık olarak % 1-15 oranında bulunmaktadır (Fisher ve Philips, 2008). Limon esansiyel yağı, mantar önleyici özelliğe sahip iken, limon ekstraktları antibakteriyel özelliğe sahiptir (Al-Jabri ve Hossain, 2016).

2.15. DUMANLAMA

Tüketiciler, organik gıdaların işlenmiş gıdalardan daha lezzetli, daha sağlıklı ve daha taze olduğunu düşünmeye eğilimli oldukları için organik olan gıdaları tercih etmektedirler. Ancak doğal gıdalar bakteriyel bulaşmaya eğilimlidir ve antimikrobiyal maddelerin (doğal olabilir) uygulamasını zorunlu kılmaktadır (Lingbeck ve diğ., 2014). Soğutma ve konserve teknolojisi gelişmeden önce, insanlar mevcut gıdayı tuz ve duman kullanarak yiyeceğinin az olduğu zamanlarda kullanmak üzere saklamışlardır (Flick ve Kuhn, 2012). Dumanlama et ve su ürünlerini korumak için yüzyıllar boyunca uygulanmış en eski ve geleneksel yöntemlerden biridir. Dumanlamanın iki yöntemi vardır: soğuk dumanlama ve sıcak dumanlama (Varlık ve diğ., 2011). Dumanlama, formaldehitten ve fenollerden gelen antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahiptir. Dumanlama genellikle et ve su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için ambalajlama, tuzlama ve soğutma gibi diğer koruma teknikleriyle birlikte kullanılmaktadır. Dumanlama artık sadece koruyucu madde olarak değil lezzet, koku ve renk vermek için de kullanılmaktadır. Dumanlanmış balıklar bakterilerin çoğalmasını önlemek için soğukta saklanmalıdır ve psikotrofik bakteriler için potansiyel bir risk oluşturmaktadır (Sunen ve diğ., 2003; Sunen ve diğ., 2001).

Günümüzde gıda endüstrileri odundan elde edilen sıvı duman ile patojenlerin gelişmesini kontrol edebilecekleri teknikler üzerinde çalışmaktadır. Bazı duman ekstraktları Gökkuşacağı Alabalığında *A. hydrophila*'ın gelişmesinin kontrolünde kullanılmaktadır (Sunen ve diğ., 2003; Sunen ve diğ., 2001). *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus* gibi pek çok gıda kaynaklı patojenler laboratuvar ortamında veya gıda sistemlerinde sıvı dumandan etkilenmektedir. Duman talaş veya

odun yongasının oksijenle pirolizi ile üretilir sonrasında yoğunlaştırılarak sıvı duman formuna getirilmektedir. Son basamakta sıvı duman toksik ve kanserojenik bileşikler ayrılması amacıyla filtre edilmektedir (Lingbeck ve diğ., 2014). Sıvı dumanın avantajı konsantrasyonlarının kontrol edilebilmesi, uygulanmasının kolay olması ve geleneksel dumanlama tekniklerine kıyasla polisiklik aromatik hidrokarbon gibi istenmeyen bileşiklerin gıdaya bulaşmasının engellenmesidir (Sunen ve diğ. 2001). Duman tadı yoğun olduğu için marinatlarda, soslarda veya salamuralarda sıvı dumanların kullanılması en uygun tekniktir (Lingbeck ve diğ., 2014). Odun dumanında bulunan ve gıdaları korumaya yardımcı olan fenolik bileşikler mantar önleyici özelliklere sahiptir (Holley ve Patel, 2005). Genelde dumanlama bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmesini önlemek ve gıdaların raf ömrünü artırmak için tuzlama, ambalajlama teknikleriyle birlikte soğuk depolama gibi koruma yöntemleri ile kullanılmaktadır (Muratore ve diğ. 2007).

Tuzun ilavesi su aktivitesinde bir azalmaya neden olur ve bakterilerin gelişmesini engelleyerek öldürmektedir. Tuz gıdaya tat ve aroma da vermektedir (Flick ve Kuhn, 2012). Tütsülenmiş balık ürünlerinin raf ömrü başlangıç hammaddesinin kontaminasyon durumuna, salamuradan dolayı su aktivitesinin azalmasına, ürüne giren tuz miktarı, sıcaklığa, neme ve depolamadaki oksijen miktarına bağlıdır (Siskos ve diğ., 2007). Bakteri, maya ve küfler genellikle tütsülenmiş balıkları etkileyen mikroorganizmalardır. *Salmonella* spp enfeksiyona neden olabilir ve *Staphylococcus aureus* ve *C. botulinum*' u içeren füme gıdalar tükildiğinde zehirlenmeye neden olabilmektedirler. Soğuk dumanlama sırasında *L. monocytogenes* ölmediği için tütsülenmiş balıkları etkileyebilir ve sıcak dumanlama sonrasında da kontaminasyon olabilmektedir. *L. monocytogenes* soğuk depolarındaki düşük sıcaklıkta da gelişimini sürdürebilmektedir. Dumanlama tiyobarbitürik asit ve peroksit değerinde bir artışa neden olabilir; ancak bu değerler kabul edilebilir sınırların altındadır (Flick ve Kuhn, 2012).

2.16. DUYUSAL ÖZELLİKLER

Gıdanın duyuşsal özellikleri tekstür, görünüş ve tat olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Normalde eğer gıdaların duyuşsal özellikleri tüketiciler tarafından kabul edilebilirse yenilir. Tekstür, ağız içinde gıdanın kontrol altında tutulabilirliği, yani çiğneme ve yutma kolaylığıdır. Yemek sırasında gıda matrisinden lezzet öğelerinin salınma hızını ve gıda

yapısını belirlemektedir. Ayrıca gıda yapısı gıdalardaki bozulmaya neden olan mikroorganizmaların giriş ve yayılımını da etkilemektedir. Aslında kompleks gıda sistemlerinde farklı mikroorganizma türlerinin bağlanması ve gelişimi, gıda içindeki farklı alanlara ve fazlara (sulu, lipid esaslı) bağlıdır. Gıdaların işlenmesi, gıda yapısını değiştirerek görünüşünde bir değişikliğe neden olmaktadır. Bir bitkinin veya bir hayvanın dokusunun yapısı, hücrelerinin düzen şekline bağlıdır. Bir gıdanın duyu özelliklerine ve keskinliğine göre tanımlanması, eğitilmiş panelistlere bağlı olup aynı zamanda tanımlamayı etkileyebilecek herhangi bir etkileşimden kaçınılmalıdır. İlk önce bir gıdaya bakarak veya koklayarak veya ikisi aynı anda yapılmak suretiyle tanımlanabilmektedir. Bir gıdanın görünüşü ve aroması gıdayı tespit edilir ve yeme kalitesiyle ilgili beklentileri ortaya çıkarmaktadır. Bir gıdanın görünümü ve aroması, iştah açısından önemli bir rol oynar ve soğuk tüketilen yemekler gibi düşük aroma keskinliğine sahip gıdalar için gıdanın görünüşü özellikle dahada önemlidir. Lezzet bir gıdanın tat ve aromasıdır. Bir gıdanın duyu özelliklerinin belirlenmesi, tüketicilerin gıdayı nasıl değerlendireceğini bilmek için önemlidir. Duyusal özelliklerin kesin bir tanımlaması için, her tür ürün için uygun duyu sözcükler olmalıdır (Schröder, 2003). Renk, lezzet, koku ve tekstür gibi duyu özellikler çok önemlidir; çünkü bir ürünü satın alırken tüketicilerin tercihini etkilemektedir (Machado ve diğ., 2015).

2.16.1. Görünüş

Herhangi bir nesnenin görünümü yapısal özelliklerine ve pigmentasyonuna bağlıdır. Görünüş görülebilen yansıyan, iletilen ve yayılan ışığın karışımından oluşmaktadır. Gıdanın şekli, boyut ve rengi doğal gıdaların yanı sıra insan yapımı gıdaları da tanımlamaya yardımcı olmaktadır. Diğer görünüş kalitesi saydamlık ve parlaklık gibi özelliklerdir. Görünüş genellikle hem ürünün kalitesi hem de ürünün tüketiciye sunulma şekli üzerinden değerlendirilmektedir. Görünüş, bir ürünün mükemmel derecede olup olmadığını belirlemek için bir araçtır. Görünüş aynı zamanda bir gıdanın tekstürünü tahmin etmede yardımcı olabilmektedir. Renk, insan gözündeki retina üzerindeki görsel spektrumdaki (390-760 nm) ışığın dalga boylarının etkisiyle ortaya çıkan algıdır. Renk, bir gıdanın en önemli görünüş kalitesidir (Schröder, 2003). Renk, tüketicilerin bir ürünü kabul etmeleri için ilk kalite kriterlerindedir (Machado ve diğ., 2015).

2.16.2. Tekstür

Gıdanın tekstürü, gıdanın yapısına ve diğer mekanik özelliklerine bağlıdır (Schröder, 2000). Tekstür, “bir ürünün mekanik, dokunsal ve uygun görsel ve işitsel reseptörler vasıtasıyla algılanabilen tüm mekanik, geometrik ve yüzey özellikleri olarak tanımlanır (FSA, 2000). Tekstür hem ağızda hem de cilt yoluyla tespit edilebilir. Bir gıdanın tekstürü çatal-bıçak ve yemekte kullanılan diğer ekipmanlar ile cilt reseptörlerine iletilebilir. Gıdaların sertliğini veya yumuşaklığını, yapışkanlığı, yağlılığını, gevrekliğini ve dağıtılabilirliği tekstürü tarif etmektedir. Pürüzsüz, pütürlü, taneli ve kaba dokuların hepsi parçacık kategorisine girer. Yüzey özellikleri su ve yağ tarafından tarif edilen duyguları tanımlamaktadır (Schröder, 2003).

2.16.3. Tat

Gıdanın lezzeti, gıdanın içerdiği belli bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Tadı oluşturan kimyasal moleküller tükürükte çözünür ve reseptör bölgelere taşınmaktadır, koku maddeleri olarak adlandırılan kimyasal bileşikler, koku alma mukozasında reseptörlere, burun veya ağız yoluyla retro-burun yoluna girerler. Gıdanın sıcaklığının artması ve dolayısıyla daha uçucu bileşiklerin burun mukozasına ulaştığı için retro-nazal yol daha karışık bir tat hissi oluşturmaktadır. Tat duygularını ve tat hissini üretebilen ürün özellikleri tat ifadesini tanımlamaktadır. Tat tipi genel olarak ekşi, acı, tuzlu ve tatlı olmak üzere dört temel grup altında incelenmektedir. Bununla birlikte, gıdalarda aroma veren binlerce kimyasal madde vardır ve her birinin kendine ait bir kokusu bulunmaktadır. Bir gıdanın duyu kalitesi herhangi bir güvenlik problemi olmaksızın değiştirilirse, bu yiyeceklerin bozuk olduğu anlamına gelebilir, ancak bu her zaman geçerli değildir (Schröder, 2003). Tatlandırıcılar, tüketicilere daha çekici gelmesi için tat ve/veya koku geliştirmek, değiştirmek için gıdaya eklenen maddeler olarak tanımlanabilmektedir (FSAI, 2012).

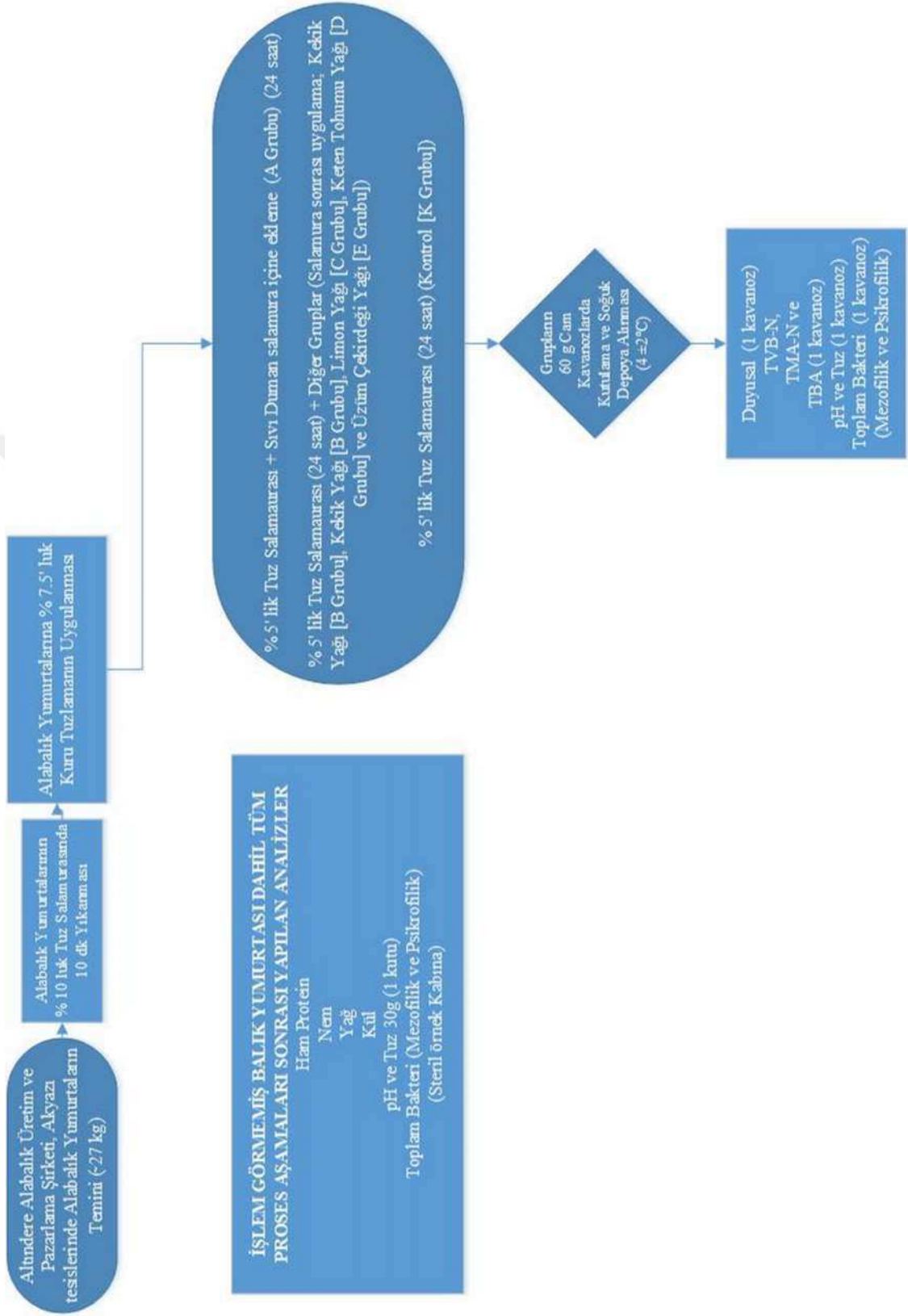
3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

Bu tez çalışmasında kullanılan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yumurtaları Altındere Alabalık Üretim ve Pazarlama Şirketine ait Alabalık Çiftliği'nden (Altyazı/Sakarya) temin edilmiştir. Toplamda 41 adet Gökkuşığı Alabalığından yumurtlama döneminde (2016/Aralık) sağım yapılarak (Şekil 3.2) 27 kg yumurta elde edilmiştir. Sağım işlemi toplam 1 saat 48 dakika sürmüştür. Kullanılan esansiyel yağlar sırasıyla kekik, limon, keten tohumu ve üzüm çekirdeği yağı olup; sıvı duman Alfasol'dan (Türkiye), kekik yağı Şifa Home (Türkiye)'den, limon, keten tohumu ve üzüm çekirdeği yağı İstanbul Bosphorous (Türkiye)'tan temin edilmiştir. Materyal ön hazırlıkları ve kuru tuzlama işlemi Gökkuşığı Alabalığı Çiftliğinde yapılmıştır. Salamura, esansiyel yağ asidi uygulamaları ve paketleme İstanbul Üniversitesi Su Birimleri Fakültesi İşleme Teknolojisine ait laboratuvarlarda yapılmıştır. Elde edilen ürünler $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır. Alabalık havyarı deney akış şeması Şekil 3.1'de verilmektedir.

3.1.1. Materyal Ön Hazırlıkları

Gökkuşığı Alabalığı Çiftliği'nde sağım yapıldıktan hemen sonra elde edilen yumurtalar % 10'luk tuzlu su ile on dakika boyunca yıkanmıştır. Yıkama işlemi iki defa yapılmıştır. Yıkama işleminden önce ham materyalden yapılan örneklemede mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır (Şekil 3.2; Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Yapılan yıkama işlemi ile bağ doku kalıntısı uzaklaştırılarak yüzey yapışkanlığının önlenmesi sağlanmıştır. Dışkı ile kontamine olmuş yumurtalar atılmıştır.



Şekil 3.1: Alabalık havyarı deney akış şeması.



Şekil 3.2: Gökkuşığı Alabalığı sağımı.



Şekil 3.3: Mikrobiyolojik ve kimyasal analizler için örnekleme yapılmış.



Şekil 3.4: Elde edilen balık yumurtaları.

3.1.2. Tuzlama Uygulanması

Tuzlu su ile yıkanan yumurtalar yaklaşık 5 kg içerecek şekilde 6 ayrı kapaklı kaba alınmıştır. Temizlenmiş/yıkanmış Alabalık yumurtalarına % 7.5'luk kuru tuzlama yapılmıştır (Şekil 3.5). Tuzun yumurtalara homojen bir şekilde geçmesi için karıştırılmıştır. Kapakları kapatılan kaplar 3-4 saat içerisinde İstanbul Üniversitesi Su Birimleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'na ait laboratuvarlara getirilerek, yaklaşık olarak 40 saat soğuk depoda ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de) olgunlaşması için bekletilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5: Yumurtalar tuzlu su (% 10) ile yıkanması ve sonrasında % 7.5 tuz ilavesi.



Şekil 3.6: Tuzlanmış yumurtaların plastik kap içerisinde muhafazaya alınması.

3.1.3. Salamura Uygulaması

Balık yumurtaları kuru tuzlama uygulaması sonrasında % 5'lik salamura içeren 6 farklı kaba alınmıştır. Bunlar sıvı duman (A), kekik yağı (B), limon yağı (C), keten yağı (D), üzüm çekirdeği yağı (E), ve kontrol (K) grubu şeklinde etiketlenmiştir (Şekil 3.7). Sıvı duman grubundaki salamuraya % 1'lik sıvı duman eklenerek, homojen bir çözelti oluşturmak için iyice karıştırılmıştır. Tüm kaplara yaklaşık olarak 5 kg yumurta ilave edilerek 24 saat soğuk hava deposunda ($4 \pm 2^{\circ}\text{C}$) bekletilmiştir.



Şekil 3.7: Salamura (% 5'lik) lara alınmış gruplarımız (A grubu "Sıvı Duman" ilaveli).

3.1.4. Salamuradan Çıkarılması

Salamurada 24 saat bekletilen yumurtalar suları süzülerek kurutma kağıtları ile iyice kurutulmuştur. Bu aşamada besin bileşimi, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için örnekleme yapılarak deneyler yapılmıştır. Sıvı duman uygulanmış A grubu ile kontrol (K) grubu yumurtaları 30 g'lık kavanozlarda paketlenmiştir.

3.1.5. Esansiyel Yağ Uygulaması

Salamuradan çıkan balık yumurtaları süzdürülüp (Şekil 3.8) kurutma kağıdında kurutulmuştur (Şekil 3.9). Kurutulan yumurtalar 5 kg'lık kaplara alınmıştır. Esansiyel yağ uygulaması yumurta esansiyel yağ oranı % 1 olacak şekilde yapılmıştır. Uygulamada B grubu için Kekik uçucu yağı (*Oleum Thymus Vulgaris*), C grubu için Limon (*Citrus limon*) yağı, D grubu için Keten tohumu (*Linum usitatissimum*) yağı ve E grubu için Üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera*) yağı pipetle 50 mL doğrudan tuzlanmış yumurta üzerine eklenmiştir. Kavanozlara konulan (Şekil 3.10) ve etiketlenen örnekler karton kutulara konulmak suretiyle soğuk depo koşullarında, $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de raf ömrü boyunca depolanmıştır.



Şekil 3.8: Salamura sonrası süzme işlemi.



Şekil 3.9: İşlenmiş yumurtaların kurutma kâğıdı ile kurutulması.



Şekil 3.10: Kavonozlara yerleştirilmiş Alabalık havyarları.

3.2. YÖNTEM

İşlem görmemiş ve işlem görmüş balık yumurtalarına proses ve depolama süresince besin bileşim (Protein, Yağ, Nem ve Kül) analizleri ile birlikte pH ve tuz analizleri yapılmıştır. Gruplarımızda kimyasal (TVB-N, TMA-N, TBA ve pH), mikrobiyolojik (mezofil ve psikrofil) ve duyu analizler her 10 günde bir (her bir deney grubu için ayrı kavanoz) depolama süresince yapılmıştır. Çalışma sırasında yapılan tüm deneyler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Besin Bileşimi Analizleri

3.2.1.1. Ham Protein Analizi

Ham protein analizini gerçekleştirmek için protein yakma ünitesi (VELP SCIENTIFICA, DK8, İtalya) ve protein destilasyon (VELP scientific, UDK 149, İtalya) cihazları kullanılmıştır. Protein tayini AOAC 955.04 Kjeldahl metoduna (AOAC, 1998a) göre yapılmıştır. Amaç gıdaların serbest azotunu, amonyum iyonuna çevirmektir. Yumurta örneğinden bir gram, terazi yardımı ile (Pioneer, PA214C, Çin) tartılmış ve bir adet protein tableti ile beraber Kjeldahl tüpü içerisine yerleştirilerek, üzerine 10 mL hidrojen peroksit eklenmiştir. 10 mL sülfirik asit ilavesiyle karışım soğuyana kadar bekletilerek, tüpler yakma ünitesine yerleştirmek suretiyle aşağıda verilen yakma programı uygulanmıştır:

- 225 C'de 10 dak.
- 450 C'de 80 dak.

Yakma işlemi sonrası Kjeldahl tüpleri içerisinde elde edilen çözelti protein destilasyon cihazı (VELP scientific, UDK 149, İtalya) kullanılarak % 32'lik sodyum hidroksit ile destile edilmiştir. Erlen içerisinde toplanan solüsyona 4-5 damla indikatör eklenerek 0.1M HCl asit ile titre edilmek suretiyle aşağıdaki formüle göre ham protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Protein} = (\text{Harcanan HCl} - \text{Kör}) \times 6.25 \times 0.2803$$

3.2.1.2. Yağ Analizi

Yağ analizi için Weilmeier ve Regenstein (2004) tarafından önerilen metodun Özden ve diğ., 2007 tarafından modifiye edilmiş versiyonu kullanılmıştır.

- 2-2.5 g yumurta 100 mL'lik beher içerisine hassas terazi yardımıyla (0.0001 g, Ohaus, PA214C, Çin) tartılmıştır.
- Üzerine 2 mL saf su ve 6 mL HCl (%37'lik) asit eklenmiştir. Cam çubuk yardımıyla yumurtalar ezilmiştir ve çubuk 6 mL HCl (% 37 lik) asit ile yıkanmıştır.
- Karışım 80°C'de ısıtılmış plaka üzerinde 90 dakika boyunca hidrolize edilmiştir.
- İşlem sonrası beherin içerisindeki örnekler 50 mL'lik cam kapaklı santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Beherdeki kalıntılar 7 mL etanol ve 25 mL aseton ile yıkanarak santrifüj tüpe aktarılmıştır.
- Tüpler elle veya vorteks yardımıyla 2 dakika boyunca çalkanmıştır.
- 15 mL petrol eter tüplere ilave edilerek karıştırma işlemi tekrar edilmiştir.
- Ayrım tabakaları gözle görünür olana kadar beklenerek üst faz darası alınmış balona aktarılmıştır. Bu işlem daha sonra 25 mL petrol eter ilavesiyle üç kere tekrar edilmiştir.
- Balondaki yağ petrol eter fazı Rotary Evaporator (Buchi Rotavapor, R-3000, İsviçre) kullanılarak uçurulmuştur.

Balonlar etüvde 105°C'de üç saat boyunca solvent kalıntılarının ve nemin uzaklaştırılması amacıyla tutulmuş, sonrasında 0.0001 g hassasiyetli terazide tartılarak yağ miktarı aşağıda verilmiş olan formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ Miktarı} = \frac{[\text{Balon darası} - \text{Ekstraksiyon sonrası ağırlık}]}{\text{Örnek ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.2.1.3. Nem Analizi

Nem analiz tayininde AOAC 980.46 (1998b) metodu kullanılmıştır. Yaklaşık olarak 1-1.5 g örnek, darası alınmış bir petri kabına tartılmıştır. Örnek ile birlikte petri kabı 105°C'de sabit tartıma gelene kadar etüvde (Wise Ven, Won-105, Güney Kore) 3 saat boyunca bekletilerek soğuması için desikatörde alınmıştır. Ardından petri kapları 0.0001 g hassasiyetindeki terazide tartılmış ve çıkan sonuç aşağıdaki formülde yerine yerleştirilmek suretiyle % nem hesabı yapılmıştır.

$$\% \text{ Nem} = [(M_1 - M_2) / m] \times 100$$

M₁: Petri + örnek ağırlığı/g, **M₂**: Sabit tartıma getirilen boş petri ağırlığı/g, **m**: örnek ağırlığı/g

3.2.1.4. Kül Analizi

Kül analizi AOAC 938.08 (1998c) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Kül analizi için kullanılacak porselen krozeler 550°C'de 6 saat boyunca kül fırınında (Protherm, PLF 100/6, Türkiye) bekletilerek desikatörde soğutulmak suretiyle kullanıma hazır hale getirilmiştir. Hassas terazi (Ohaus, PA214C, Çin) kullanılarak daraları alınan krozelerin içine 1-1.5 g arasında yumurta tartılmıştır. Ardından krozeler 3 saat boyunca 550°C'de yakılarak soğumaları için desikatöre alınmıştır. Soğuyan krozeler tartılarak % kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = [(M_2 - M_1) / m] \times 100$$

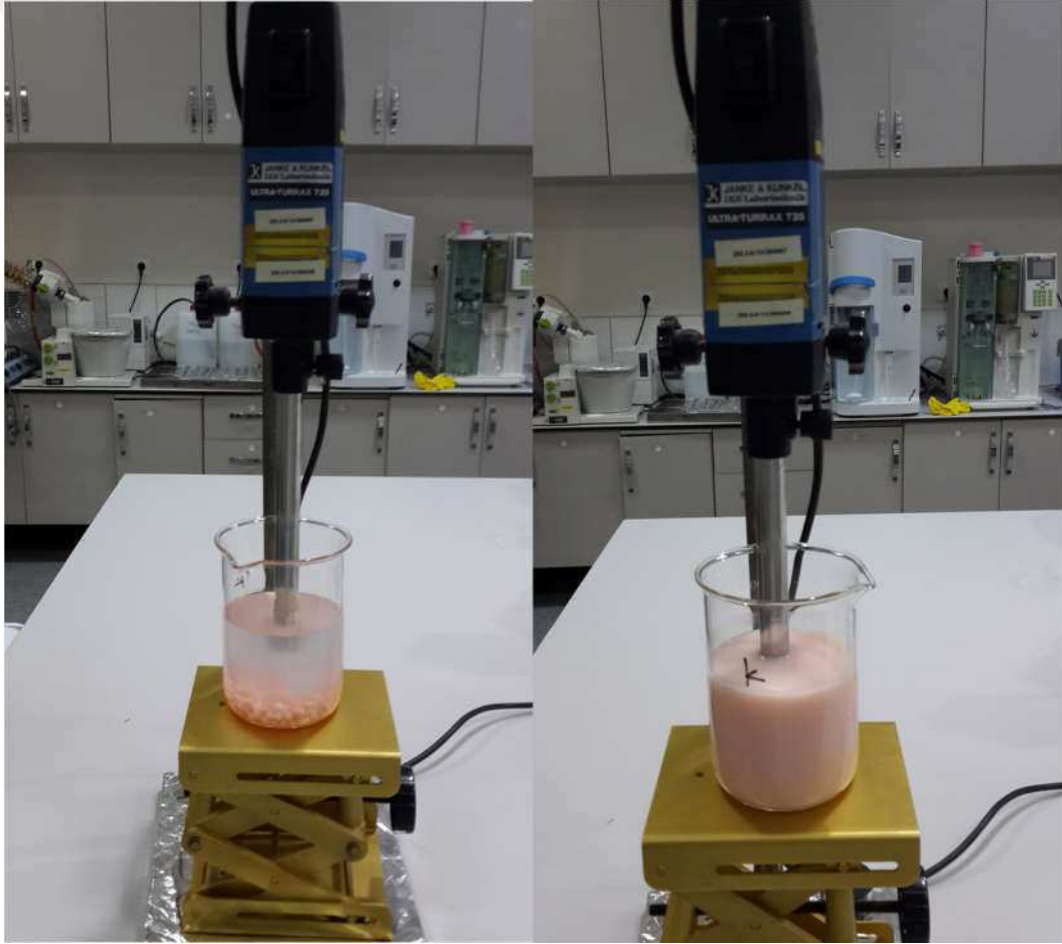
M₁: Sabit tartım getirilen krozelerin ağırlığı/g

M₂: örnekle yakılan kroze ağırlığı/g

m: örnek ağırlığı/g

3.2.2. Kimyasal Analizler

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Trimetilamin Azot (TMA-N) ve Tiyobarbitürik Asit indeksi (TBA) analizlerini gerçekleştirmek amacıyla 40 g yumurta bir behere tartılıp üzerine 360 mL % 7.5'lük Trikloroasetik asit (TCA) solüsyonu ve 100 µL Butil Hidroksi Toluen (BHT) (1 g/L etanolde hazırlanmış) eklenmiştir. Bu karışım IKA Ultra Turrax (Janke &Kunkel, T-25, Almanya) cihazıyla homojen hale getirilerek kaba filtreden geçirmek suretiyle şeffaf bir çözelti elde edilmiştir. TVB-N, TMA ve TBA analizleri bu çözeltinin kullanılmasıyla yapılmıştır.



Şekil 3.11: TVB-N, TMA ve TBA analizleri için örneklerin homojenize edilmesi.

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

Antonacopoulos ve Vyncke (1989) tarafından verilen yönteme göre TVB-N analizi yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten 50 mL süzüntü alınarak destilasyon tüpüne aktarılmış üzerine 1 mL fenolfitaleyn (% 95' lik alkolde hazırlanmış) ve 6.5 mL % 20'lik NaOH ilave edilmek suretiyle destilasyon cihazına (BUCHI K-360, İsviçre) yerleştirilmiştir. Cihazın destilasyon toplama ünitesine de 250 mL'lik şilifli erlen içerisinde 100 mL saf su, % 3' lük borik asit ve 4-5 damla Taşıro indikatörü konularak 10 dakikalık destilasyon işlemi uygulanmıştır. Erleninde elde edilen destilat 0.01N HCl asit ile homojen bir pembe-menekşe rengine dönene kadar titre edilmek suretiyle TVB-N değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = \frac{(\text{örnek için harcanan HCl} - \text{köre harcanan HCl}) \times 14 \times 0.01 \times 2 \times 100}{\text{Örnek ağırlığı}}$$



Şekil 3.12: Fenolfitaleyn ve NaOH filtrata eklenmesi ve oluşan menekşe pembe renk.

3.2.2.2. *Trimetilamin Azot (TMA-N) Tayini*

TMA-N analizi Erkan ve Özden'e (2008) göre yapılmıştır. Hesaplama seyreltme faktörünün kullanımıyla standartların eğrileri üzerinden oluşturulan denklem (Eğrinin denklemi) vasıtasıyla yapılmıştır.

TMA-N deneyi ve okuması:

TMA-N analizinde 4 mL süzüntü alınarak reaktif tüplerine konulmuştur. Üzerine 1 mL % 20 formaldehit ve 3 mL % 45 KOH ilave edilmiştir. Ek olarak 10 mL toluol eklendikten sonra vorteksle (Labart MVS-1, Çin) 2 dakika süresince karıştırılıp faz oluşumu sağlanmıştır. Süpernatant alınarak 5 mL'si reaktif tüpüne aktarılacak suretiyle (okuma öncesi 5 mL % 0.02 pikrik asit ilave edilir) cam küvetlerde UV-VIS spektrofotometrede 410 nm'de (PG Instruments UV/VIS Spektrometer, T80+, İngiltere) köre karşı okuması yapılmıştır.

TMA-N standartlarının hazırlanması ve okuması:

Stok standart 0.170 g Trimetilamonyum klorid'in 100mL'lik balon jodede saf su ile işaretine kadar çözdürülerek tamamlanmasıyla oluşturulmuştur.

Sıra ile aşağıdaki standartlar hazırlanır;

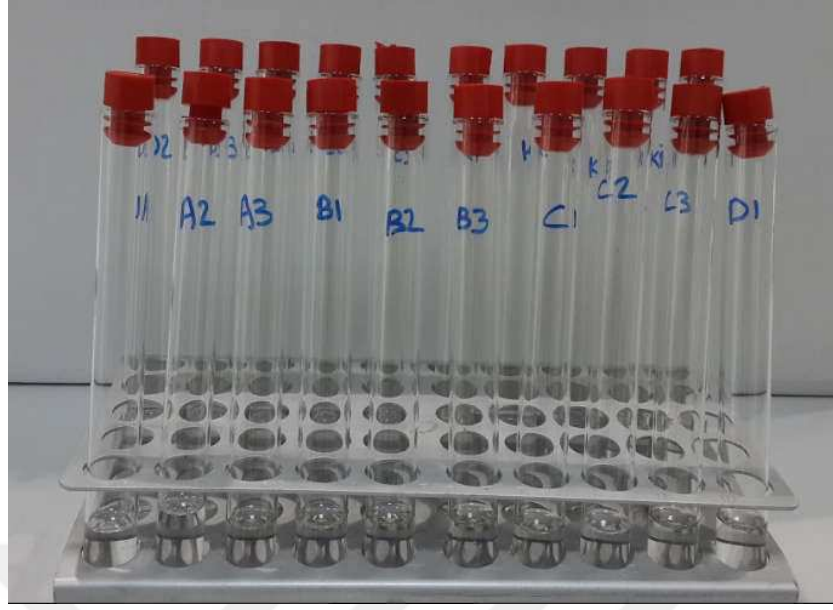
Standart 1: Stok standardtan 1 mL alınır ve balonjodede 100mL'ye saf su ile tamamlanır

Standart 2: Standart 1'den 2 mL alınır ve balonjodede 100mL'ye saf su ile tamamlanır

Standart 3: Standart 2'den 3 mL alınır ve balonjodede 100mL'ye saf su ile tamamlanır

Standart 4: Standart 3'ten 4 mL alınır ve balonjodede 100mL'ye saf su ile tamamlanır

Standart 1, 2, 3 ve 4'ten 4'er mL alınacak suretiyle reaktif tüplerine aktarılarak örnek okuma prosedürleri standartlar içinde uygulanmıştır.



Şekil 3.13: TMA-N' un Toluol faz aktarımı reaktif tüplerine.

3.2.2.3. *Tiyobarbitürik Asit indeksi (TBA) Tayini*

TBA deneyi Erkan ve Özden (2008)'e göre yapılarak hesaplaması standartların eğrileri üzerinden oluşturulan denklem (Eğrinin denklemi) vasıtasıyla seyreltme fakötürünün kullanımıyla yapılmıştır.

TBA deneyi ve okuması:

Önceden TCA ile homojenize edilen örnekten 5 mL süzüntü alınarak reaktif tüpleri içeresine aktarılmış üzerilerine 5 mL TBA reaktif solusyonu (Thiobarbiturik asid, 0.02 mol/L % 10 glasiyel asetik asitte hazırlanır) ilave edildikten sonra tüpler 80 C'de 30 dak. su banyosunda tutulmuştur. Hamre, 2001'e göre tüpler soğutulularak 532 nm'de UV-VIS spektrofotometrede köre (TCA kullanılır) karşı okuma yapılmıştır.

TBA standartlarının hazırlanması ve okuması:

Malonaldialdehyde bis (diethylacetal) (TEP) 50 µL, 100mL'lik beherde 50 mL 0.1N HCl asit ile seyreltilerek petri ile üstü kapatılmak suretiyle ısıtıcı plaka üzerinde çeker ocak içinde 100 C'de 10 dakika reaksiyona sokulur.

Stok standardı hazırlamak için elde edilen hidrolize asetalin 2.4 mL si 100 mL'lik balonjojede saf su ile hacmi 100 mL'ye tamamlanarak, standart 1, 2, 3 ve 4 aşağıda gibi hazırlanmıştır:

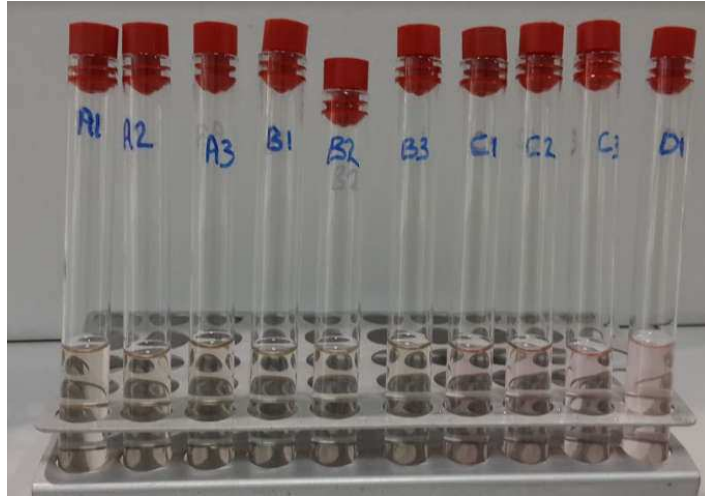
Standart 1: Stok standarttan 1 mL alınır ve balonjojede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır (içerik 0.144 $\mu\text{g/mL}$ MDA)

Standart 2: Stok standarttan 3 mL alınır ve balonjojede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır (içerik 0.432 $\mu\text{g/mL}$ MDA)

Standart 3: Stok standarttan 5 mL alınır ve balonjojede 50 mL' ye saf su ile tamamlanır. (içerik 0.720 $\mu\text{g/mL}$ MDA)

Standart 4: Stok standarttan 7 mL alınır ve balonjojede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır (içerik 1.008 $\mu\text{g/mL}$ MDA)

Reaktif tüplerine bu standartlardan 5 mL alınarak üzerine aynı miktar TBA solusyonu eklenerek 80 C'de 30 dakika süresince su banyosunda tutularak soğutulma işlemi sonrası 532 nm'de UV-VIS spektrofotometre ile okuması yapılmıştır.



Şekil 3.14: TBA-N tüpleri su banyosundan çıktıktan sonraki renk değişimi.

3.2.2.4. pH Analizi

pH ölçümü genelde bir çözeltinin asitlik veya alkalilik seviyesini belirlemek için kullanılır. Balık yumurtalarının pH'ını ölçmek amacıyla Jenco 6173 (Çin) pH metre kullanılmıştır. Yaklaşık olarak 4 g balık yumurtası bir beherde tartılmıştır ve üzerine 40 ml saf su eklenerek IKA Ultra Torrax (Janke & Kunkel, T25, Almanya) yardımıyla homojenize hale getirilmiştir. Kalibrasyonu yapılmış pH metre cihazının probu örnek solüsyonuna daldırılarak ölçüm üç kez tekrarlanmak suretiyle gerçekleştirilmiştir (Vyncke, 1981).

3.2.2.5. Tuz Analizi

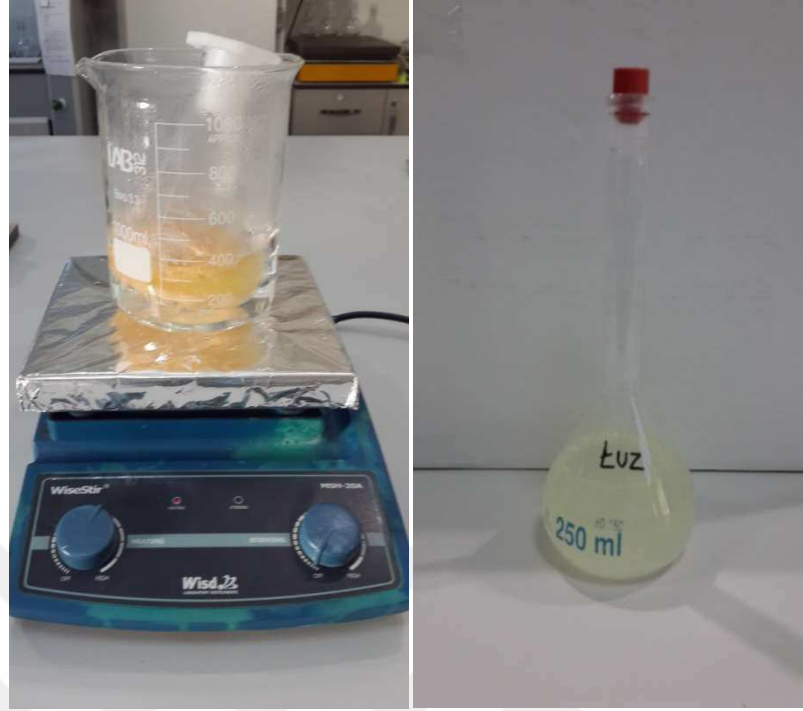
Tuz analizi Varlık ve diğ. (2007)'ce verilen yönteme göre yapılmıştır. Balık yumurtaları 20 g tartılmış, 100 mL saf su ilavesiyle 45 dak. boyunca su banyosunda (kaynar) tutularak 250 mL'lik balon jöjeye süzülerek aktarılmış ve işaretime kadar saf su ile tamamlanmıştır. (Şekil 3.15).

Deneyin ikinci basamağında 20 mL süzüntü erlene alınarak, üzerine 2.5 mL % 5'lik Potasyum kromat (K_2Cr_3) eklenmek suretiyle 0.1 N gümüş nitrat ($AgNO_3$) ile titre edilerek aşağıdaki formüle göre sonuçlar hesaplanmıştır.

$$\% Tuz = \frac{V \times 0.5845 \times 12.5}{m}$$

V = Harcanan $AgNO_3$ (mL)

m = örnek ağırlığı (g)



Şekil 3.15: Kaynar suda bekletme ve süzüntü alma aşamasından fotoğraflar.

3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Toplam mezofilik ve toplam psikrotrofik aerobik bakteri sayımı için FDA'nın (1984) dökme plak yöntemi kullanılmak suretiyle steril kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Her 6 Alabalık havyar grubu için, 10'ar gram yumurta aseptik koşullarda steril filtrelili örnek poşetine alınarak üzerlerine steril 90 mL % 0.1'lik tuzlu (% 3.5 tuz) pepton from meat (Himedia RM635-500G, India) ilave edilmek suretiyle Stomacher cihazında (IU Instruments, İspanya) oda sıcaklığında 1-2 dakika süresince yumurtalar parçalanmıştır ve homojen bir solüsyon elde edilmiştir. Grupların homojen solüsyonlarından 1 mL sıvı örneği alınarak 9 ml (% 3.5) tuzlu pepton from meat ile 1:9 oranında steril deney tüplerinde seyreltme yapılmıştır. Dilüsyonların karıştırılması için vorteks (Elektro-Mag, M16, Türkiye) kullanılmıştır. Stok dilüsyondan (10^{-1}) diğer dilüsyonlar hazırlanmıştır. Tüm bu işlemler her grup için iki paralel olarak yapılmıştır.

3.2.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

Toplam mezofilik aerobik mikroorganizmalar Alabalık havyarında dökme plak yöntemine göre Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) besiyeri kullanılmak

suretiyle 37°C’de 24-48 saat inkübasyon sonrası log kob/g olarak hesaplanarak yapılmıştır.

3.2.3.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri Sayımı

Toplam psikrotrofik bakteri sayımı için Mezofilik aerobik bakteri sayımındaki yöntem kullanılarak 7°C’de 10 gün inkübasyonu yapılmıştır ve sonuçlar log kob/g olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Duyusal Analizler

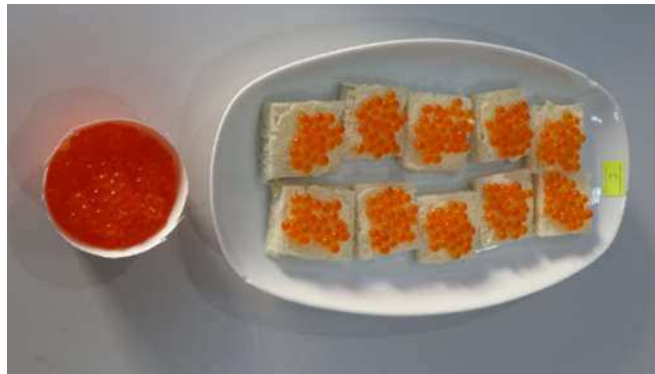
Varlık ve diğ. 2007’ce verilen duyusal skala (Hedonik skala) Alabalık havyarları için modifiye edilmek suretiyle, 10 panelistin katılımıyla laboratuvar koşullarında (oda sıcaklığında) raf ömrü sürecinde kullanılmıştır.

Panelistlere Alabalık havyarının sunumu:

Tost ekmeğinin kanepes formu+Tereyağı+Havyar

Kâğıt bardaklarda da ekstra Alabalık havyarı koku paneli ve ayrıca ekmezsiz olarak da tadına bakmalarına yönelik panelistlere sunulmuştur (Şekil 3.16.).

Havyarların duyusal değerlendirmesi 3 bay ve 7 bayandan oluşan 10 kişilik bir panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin yaş aralığı yaklaşık olarak 25-45 arasındadır. Duyusal skalada 10-9 puan arası “Mükemmel”; 8.9-8 puan “Çok iyi”; 7.9-6 “İyi”; 5.9-5 “Yeterli” ve ≤ 4.9 “Tüketilmez” olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.1.).



Şekil 3.16: Sunum gruplarında bir örnek.

Tablo 3.1: Panelistlere sunulan duyuşal tablo

<u>Alabalık Yumurtası Paneli</u>						
İsim & Soyad:			Panel Tarihi ve saati:			
Duyuşal olarak tercih ettiğiniz grubun ismini yuvarlağa alarak işaretleyiniz:						
		10-9=Mükemmel	8. 9-8=Çok iyi	7. 9-6=İyi	5. 9-5= Yeterli	≤4.9=Tüketilmez
A	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
B	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
C	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
D	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
E	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
K	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					

GÖRÜşLERİNİZ

A Grubu	B Grubu	C Grubu	D Grubu	E Grubu	K Grubu
Görünüş	Görünüş	Görünüş	Görünüş	Görünüş	Görünüş
Koku	Koku	Koku	Koku	Koku	Koku
Tekstür	Tekstür	Tekstür	Tekstür	Tekstür	Tekstür
Tat	Tat	Tat	Tat	Tat	Tat

3.2.5. İstatistiksel Hesaplamalar

Alabalık havyarlarının deneysel sonuçları paralellerin ortalaması ile bunların standart sapması \pm (SD) şeklinde verilirken, çoklu karşılaştırmalar için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile TUKEY istatistiksel yöntemi uygulanmıştır ($p < 0.05$) (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002). Bütün testler Excel 2016 (Microsoft Corp., USA) programı kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır.



4. BULGULAR

Bu çalışmada Gökkuşığı alabalıklarından elde edilen yumurtaların havyar olarak işlenmesi ve bunlara sıvı duman, kekik, limon, keten tohumu, üzüm çekirdek yağları gibi aroma verici maddelerin Alabalık havyarlarına uygulanması ile kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır. Yumurtaların çiğ ve işleme süreçlerindeki besin bileşimi (ham protein, yağ, nem ve kül) ile tuz analizleri depolama başlangıcına kadar yapılmış, depolama sürecinde ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) kimyasal (TVB-N, TMA-N ve TBA) ve mikrobiyolojik (Toplam mezofilik aerobik ve psikrotrofik bakteri) ve duyu analizler yapılmıştır.

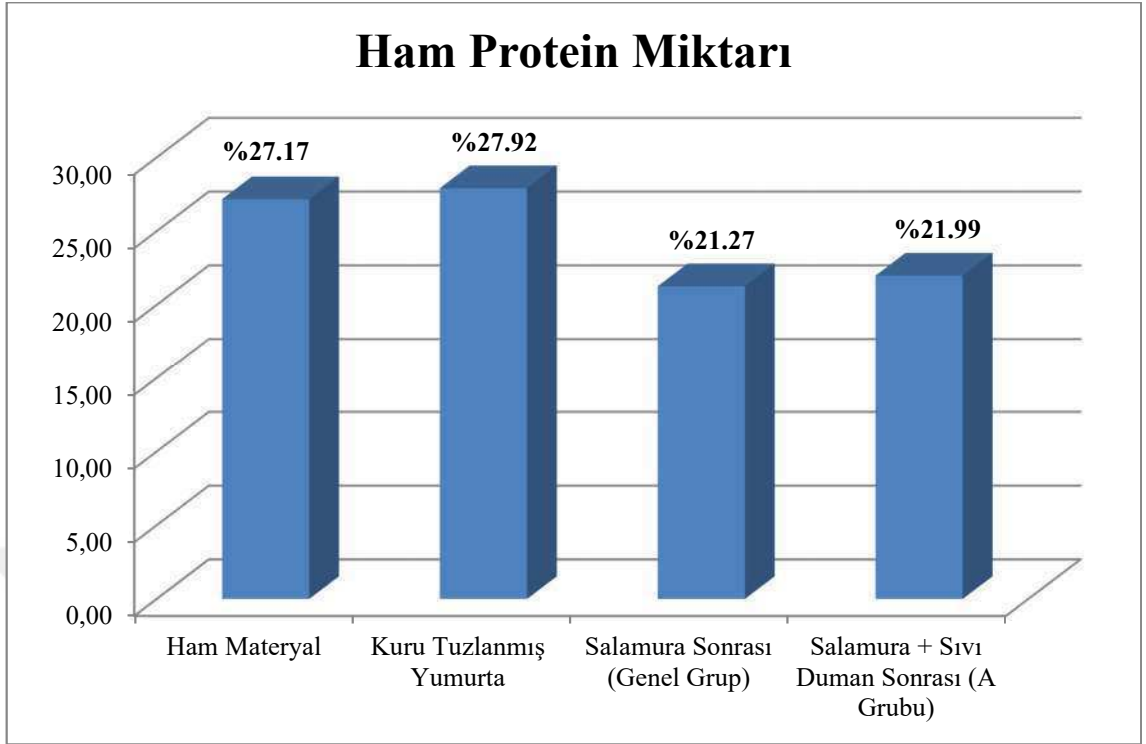
4.1. BESİN BİLEŞİM BULGULARI

İşleme sürecinde besin bileşimlerindeki değişimler ham protein, yağ, nem ve kül olarak bu tez çalışmasında araştırılmıştır.

4.1.1. Ham Protein Bulguları

Alabalık havyarının işleme sürecindeki ham protein sonuçları Şekil 4.1’de toplu olarak verilmiştir.

İşlenmemiş balık yumurtalarında ham protein miktarı $\% 27.17 \pm 0.74$ olarak tespit edilmiştir. Kuru tuzlama ($\% 7.5$) uygulama sonrası (40 saat) bu değer $\% 27.92 \pm 0.48$ olarak tespit bulunmuştur. Ham materyal ile kuru tuzlama sonrası örnekler arasındaki değişim istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($p < 0.05$). Tuz salamurası ($\% 5$) (24 saat) uygulamasından sonra protein miktarı $\% 21.27 \pm 0.29$ olarak genel tüm grup başlangıçlarında bulunurken $\% 5$ ’lik salamura ve $\% 1$ ’lik sıvı duman (24 saat) ile muamele edilen A grubunda ise ham protein miktarı $\% 21.99 \pm 0.16$ tespit edilmiştir. Ham Materyal ile işleme sonrası örnekler arasındaki ham protein değerleri arasındaki fark istatistiksel anlamda $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

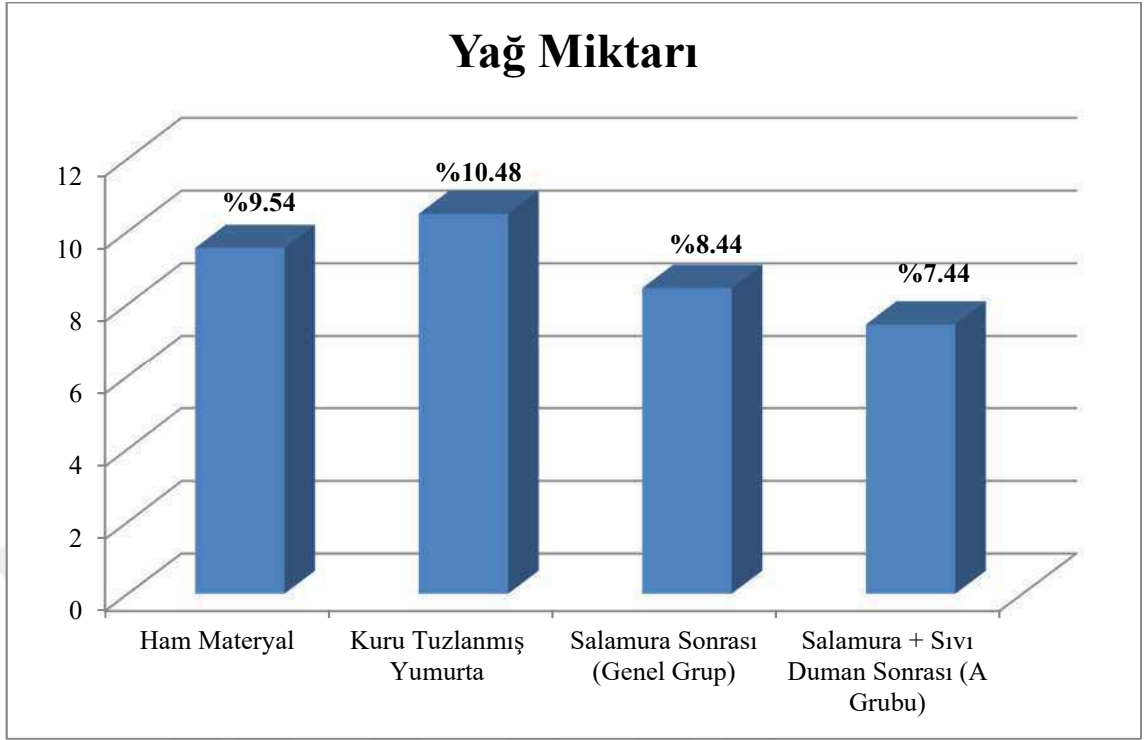


Şekil 4.1: Alabalık havyarı işleme sürecinde ham protein miktarı değişimleri.

4.1.2. Yağ Bulguları

Alabalık havyarının işleme sürecindeki % yağ sonuçları Şekil 4.2’de toplu olarak verilmiştir.

Örneklerin başlangıç yağ miktarı % 9.54 ± 0.24 olarak tespit edilmiştir. Yüzde 7.5’luk kuru tuzlama sonrası (40 saat) yağ miktarı % 10.48 ± 0.31 olarak belirlenmiştir. Salamura (% 5 tuz) sonrası (24 saat) genel tüm grup değerlerinde yağ % 8.44 ± 0.40 olarak tespit edilmiş iken % 5’lik salamura ve % 1’lik sıvı duman (24 saat) uygulanmış A grubunda bu değer % 7.44 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Alabalık havyarı işleme sürecindeki yağ miktarındaki değişim istatistiksel olarak $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

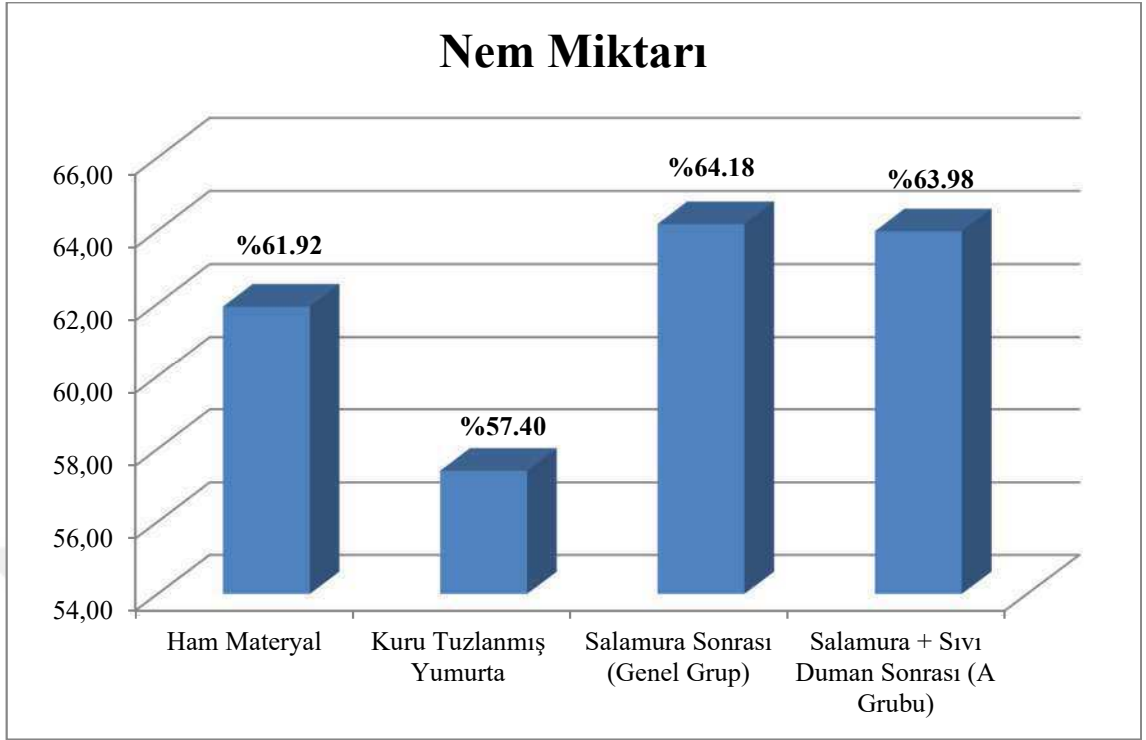


Şekil 4.2: Alabalık havyarı işleme sürecinde yağ miktarı değişimleri.

4.1.3. Nem Bulguları

Alabalık havyarının işleme sürecindeki % nem sonuçları Şekil 4.3'de toplu olarak verilmiştir.

Taze Gökkuşığı Alabalık yumurtasının nem içeriği % 61.92 ± 0.37 olarak bulunmuştur. Örnekler % 7.5'lük kuru tuz ile 40 saat bekledikten sonra nem miktarı % 57.40 ± 0.3 'a düşmüştür. Balık yumurtaları % 5'lik salamura ile 24 saat bekletilmesinden sonra (genel grup) nem miktarı % 64.18 ± 0.34 tespit edilirken, % 5'lik salamura ve % 1'lik sıvı duman ile 24 saat muamele edilen A grubunda işlenmiş yumurtanın nem miktarı % 63.98 ± 0.58 olarak tespit edilmiştir. Alabalık havyarı işleme sürecindeki nem miktarındaki değişim istatistiksel olarak $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

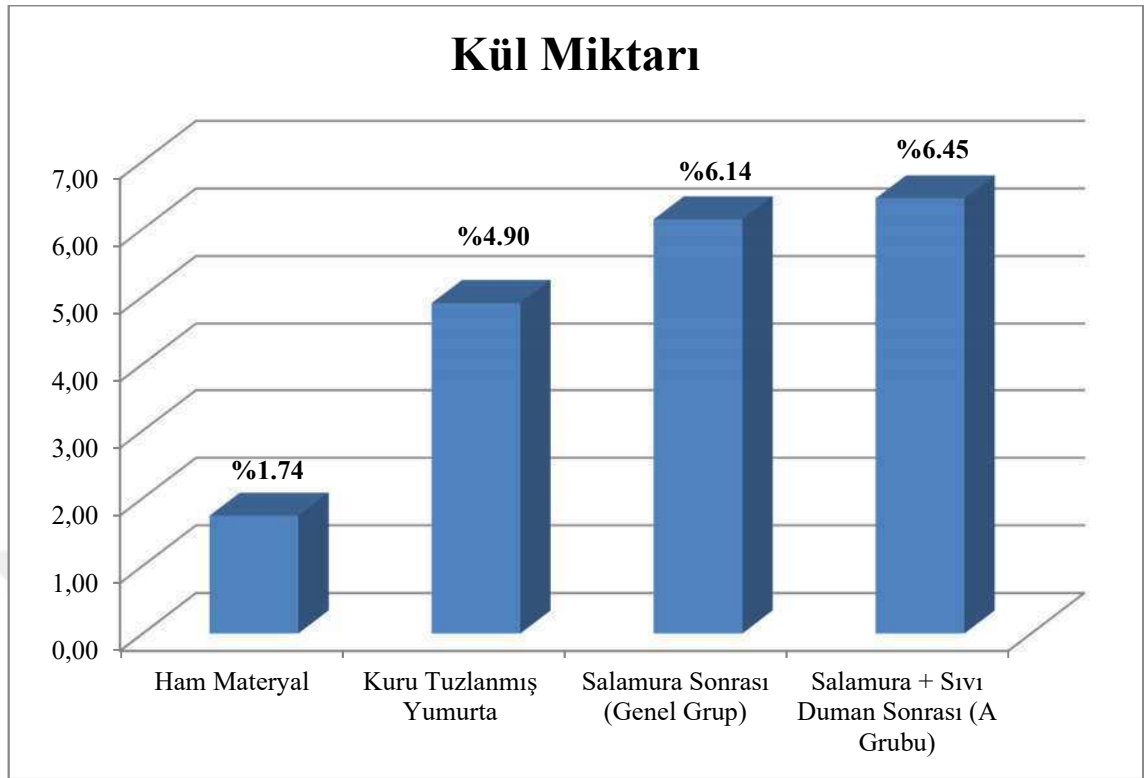


Şekil 4.3: Alabalık havyarı işleme sürecinde nem miktarı değişimleri.

4.1.4. Kül Bulguları

Alabalık havyarının işleme sürecindeki % kül sonuçları Şekil 4.4'de toplu olarak verilmiştir.

İşlenmemiş ham materyalin kül miktarı $\% 1.74 \pm 0.04$ olarak tespit edilirken, $\% 7.5$ 'lik kuru tuz ile 40 saat bekletilen örneklerde kül miktarı $\% 4.90 \pm 0.07$ bulunmuştur. Havyar işleme prosesinin diğer basamağında $\% 5$ 'lik tuz salamurası ile 24 saat muamele edilmesi sonrası ise kül miktarı $\% 6.14 \pm 0.14$ olarak bulunmuştur. $\% 5$ 'lik salamura ve $\% 1$ 'lik sıvı duman ile 24 saate muamelede A grubu örneklerin kül miktarı $\% 6.45 \pm 0.57$ seviyesinde bulunmuştur. Alabalık havyarı işleme sürecindeki kül miktarındaki değişim istatistiksel olarak $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.



Şekil 4.4: Alabalık havyarı işleme sürecinde kül miktarı değişimleri.

4.2. KİMYASAL ANALİZLER BULGULARI

4.2.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analiz Bulguları

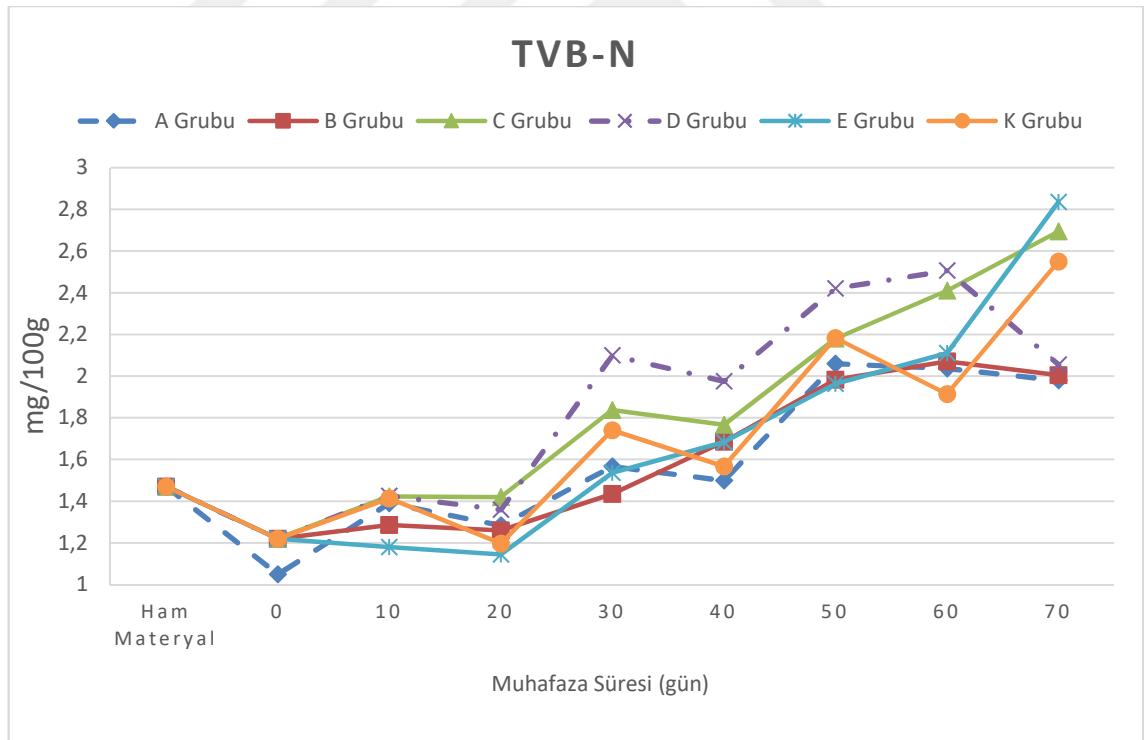
Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TVB-N değerlerindeki değişim Tablo 4.1’de ve Şekil 4.5’de toplu olarak verilmiştir.

Ham materyallerdeki TVB-N değeri 1.47 ± 0.14 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. TVB-N değerleri 0 gün analizlerinde A grubunda 1.05 ± 0.05 mg/100g iken B, C, D, K ve E gruplarında 1.22 ± 0.09 mg/100g olarak bulunmuştur. 10 günlük soğuk hava deposu muhafazasından sonra A, B, C, D, E ve K grubunun TVB-N değeri sırasıyla 1.39 ± 0.08 mg/100g, 1.29 ± 0.09 mg/100g, 1.42 ± 0.06 mg/100g, 1.43 ± 0.01 mg/100g, 1.18 ± 0.07 mg/100g ve 1.41 ± 0.02 mg/100g olarak bulunmuştur. Soğuk hava deposunda (4 ± 2 C) 70 gün muhafaza boyunca her 6 grubun örneklerinde kayda değer bir yükselme olmamıştır. Grupların depolama sürecindeki kendi içindeki TVB-N düzeyindeki değişimler $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

Tablo 4.1: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TVB-N miktarındaki değişimler.

TVB-N (mg/100g)	Gün								
	Ham Materyal	0	10	20	30	40	50	60	70
A (Sıvı Duman)	1.47 ^a ±0.14	1.05 ^a ±0.05	1.39 ^a ±0.08	1.29 ^a ±0.01	1.57 ^a ±0.17	1.50 ^a ±0.04	2.06 ^a ±0.02	2.04 ^a ±0.04	1.98 ^a ±0.08
B (Kekik Yağı)	1.47 ^a ±0.14	1.22 ^b ±0.09	1.29 ^a ±0.09	1.26 ^a ±0.04	1.44 ^a ±0.02	1.69 ^b ±0.01	1.98 ^b ±0.01	2.07 ^a ±0.00	2.01 ^a ±0.05
C (Limon Yağı)	1.47 ^a ±0.14	1.22 ^b ±0.09	1.42 ^b ±0.06	1.42 ^b ±0.08	1.84 ^b ±0.12	1.77 ^c ±0.02	2.18 ^a ±0.10	2.41 ^b ±0.08	2.69 ^b ±0.04
D (Keten Yağı)	1.47 ^a ±0.14	1.22 ^b ±0.09	1.43 ^b ±0.01	1.36 ^b ±0.05	2.10 ^c ±0.19	1.98 ^d ±0.08	2.42 ^c ±0.10	2.51 ^b ±0.10	2.06 ^a ±0.08
E (Üzüm Ç. Yağı)	1.47 ^a ±0.14	1.22 ^b ±0.09	1.18 ^c ±0.08	1.15 ^c ±0.06	1.54 ^a ±0.11	1.68 ^b ±0.04	1.96 ^b ±0.14	2.11 ^c ±0.04	2.84 ^c ±0.02
K (Kontrol)	1.47 ^a ±0.14	1.22 ^b ±0.09	1.41 ^b ±0.02	1.20 ^c ±0.06	1.74 ^b ±0.14	1.57 ^a ±0.04	2.18 ^a ±0.09	1.91 ^d ±0.02	2.55 ^b ±0.10

Aynı sütunlardaki farklı harfler gruplar arasındaki farkın $p < 0.05$ güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5: Muhafaza süresi boyunca grupların TBV-N miktarındaki değişim (mg/100 g).

4.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Analiz Bulguları

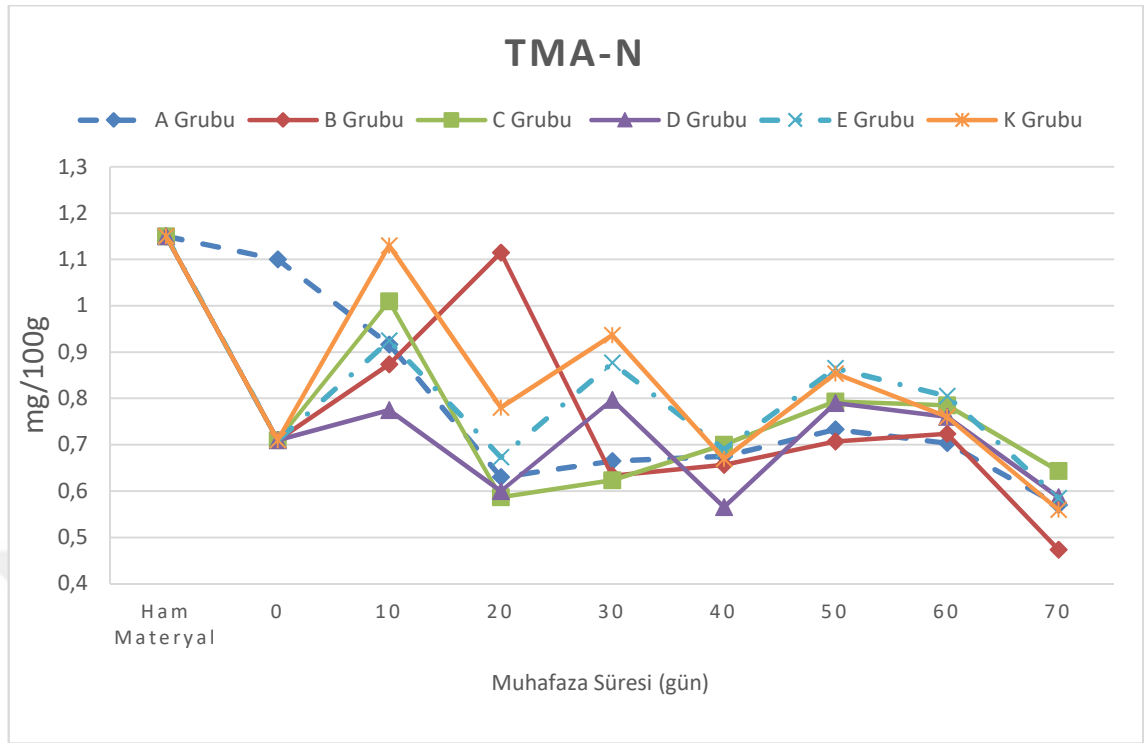
Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TMA-N değerlerindeki değişim Tablo 4.2 ve Şekil 4.6’de toplu olarak verilmiştir.

Ham yumurtaların TMA-N değeri 1.15 ± 0.06 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında A grubunun TMA-N değeri 1.10 ± 0.08 iken diğer grupların TMA-N değeri 0.71 ± 0.04 mg/100g olarak bulunmuştur. 10 gün soğuk hava deposu muhafazasından sonra A, B, C, D, E ve K grubunun TMA-N değerleri sırasıyla 0.92 ± 0.09 mg/100 g, 0.87 ± 0.04 mg/100 g, 1.01 ± 0.03 mg/100 g, 0.78 ± 0.02 mg/100 g, 0.93 ± 0.02 mg/100 g ve 1.13 ± 0.06 mg/100 g olarak bulunmuştur. Her altı grupta soğuk hava deposunda muhafaza ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) 70 gün boyunca TMA-N değerlerinin genel bir artış eğilimde olduğu gözlemlenmiştir. Hiçbir grupta 1 mg/100 g geçen bir sonuç bulunmamıştır. 70 günlük muhafaza sonrasında A, B, C, D, E ve K grubunun TMA-N değerleri 0.57 ± 0.00 mg/100 g, 0.47 ± 0.00 mg/100 g, 0.64 ± 0.00 mg/100 g, 0.59 ± 0.00 mg/100 g, 0.59 ± 0.00 mg/100 g ve 0.56 ± 0.00 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Grupların depolama sürecindeki kendi içindeki TMA-N düzeyindeki değişimler $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

Tablo 4.2: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TMA-N miktarındaki değişimler.

TMA-N (mg/100g)	Gün								
	Ham Materyal	0	10	20	30	40	50	60	70
A (Sıvı Duman)	1.15^a ± 0.06	1.10^a ± 0.08	0.92^a ± 0.09	0.63^a ± 0.04	0.67^a ± 0.03	0.68^a ± 0.01	0.73^a ± 0.01	0.70^a ± 0.03	0.57^a ± 0.00
B (Kekik Yağı)	1.15^a ± 0.06	0.71^b ± 0.04	0.87^a ± 0.04	1.12^b ± 0.16	0.63^a ± 0.04	0.66^a ± 0.06	0.71^a ± 0.02	0.72^a ± 0.03	0.47^b ± 0.04
C (Limon Yağı)	1.15^a ± 0.06	0.71^b ± 0.04	1.01^b ± 0.03	0.59^c ± 0.01	0.62^a ± 0.04	0.70^a ± 0.05	0.79^c ± 0.04	0.79^b ± 0.03	0.64^c ± 0.03
D (Keten Yağı)	1.15^a ± 0.06	0.71^b ± 0.04	0.78^c ± 0.02	0.60^c ± 0.01	0.80^b ± 0.05	0.57^b ± 0.04	0.79^c ± 0.05	0.76^b ± 0.03	0.59^d ± 0.03
E (Üzüm Ç. Yağı)	1.15^a ± 0.06	0.71^b ± 0.04	0.93^a ± 0.02	0.67^d ± 0.02	0.88^c ± 0.01	0.69^a ± 0.04	0.87^d ± 0.04	0.81^b ± 0.04	0.59^d ± 0.02
K (Kontrol)	1.15^a ± 0.06	0.71^b ± 0.04	1.13^d ± 0.06	0.78^c ± 0.04	0.94^c ± 0.09	0.67^a ± 0.02	0.85^d ± 0.03	0.76^b ± 0.04	0.56^d ± 0.04

Aynı sütunlardaki farklı harfler gruplar arasındaki farkın $p < 0.05$ güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.6: Muhafaza süresi boyunca grupların TMA-N miktarındaki değişim (mg/100 g).

4.2.3. Tiyobarbiturik Asit Reaktif Maddeleri (TBARs) Bulguları

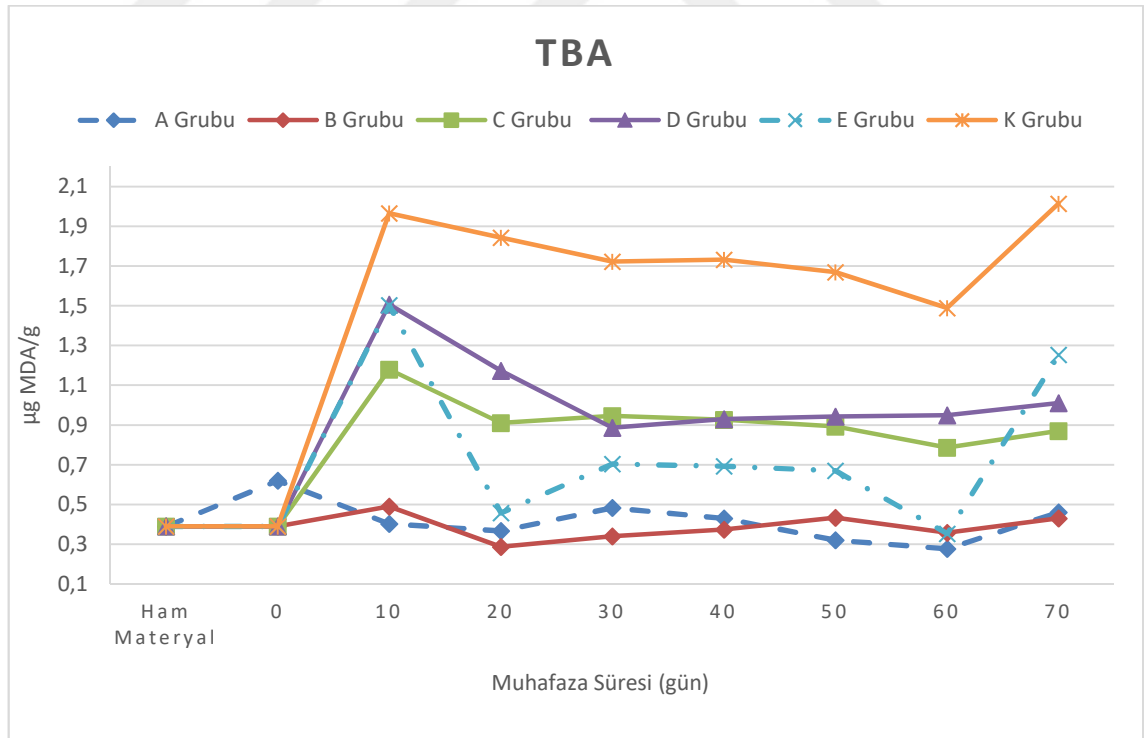
Çalışmamızda ham materyal örneklerinde TBA değeri $0.39 \pm 0.02 \mu\text{g MDA/g}$ olarak bulunmuştur. Depolama başlangıcında A grubunun TBA değeri ise $0.62 \pm 0.02 \mu\text{g MDA/g}$ olarak tespit edilirken ve diğer grupların TBA değeri $0.39 \pm 0.01 \mu\text{g MDA/g}$ olarak belirlenmiştir. Depolamanın 10. gününde A, B, C, D, E ve K grubunun TBA değerleri sırasıyla $0.40 \pm 0.01 \mu\text{g MDA/g}$, $0.49 \pm 0.04 \mu\text{g MDA/g}$, $1.18 \pm 0.01 \mu\text{g MDA/g}$, $1.51 \pm 0.01 \mu\text{g MDA/g}$, $1.50 \pm 0.01 \mu\text{g MDA/g}$ ve 1.97 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. 70 günlük depolama sonunda A, B, C, D, E ve K grubunun TBA değerlerinin düzeyleri sırasıyla $0.46 \pm 0.00 \mu\text{g MDA/g}$, $0.43 \pm 0.08 \mu\text{g MDA/g}$, $0.87 \pm 0.00 \mu\text{g MDA/g}$, $1.01 \pm 0.00 \mu\text{g MDA/g}$, $1.25 \pm 0.00 \mu\text{g MDA/g}$ ve $2.02 \pm 0.00 \mu\text{g MDA/g}$ olarak bulunmuştur.

Grupların depolama sürecindeki kendi içindeki TBA düzeyindeki değişimler $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

Tablo 4.3: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecindeki TBARS miktarındaki değişimler.

TBA MDA/g	Gün								
	Ham Materyal	0	10	20	30	40	50	60	70
A (Sıvı Duman)	0.39 ^a ±0.02	0.62 ^a ±0.02	0.40 ^a ±0.01	0.37 ^a ±0.01	0.48 ^a ±0.02	0.43 ^a ±0.00	0.32 ^a ±0.02	0.28 ^a ±0.02	0.46 ^a ±0.02
B (Kekik Yağı)	0.39 ^a ±0.02	0.39 ^b ±0.01	0.49 ^b ±0.04	0.29 ^b ±0.01	0.34 ^b ±0.01	0.37 ^b ±0.01	0.43 ^b ±0.02	0.36 ^b ±0.01	0.43 ^a ±0.06
C (Limon Yağı)	0.39 ^a ±0.02	0.39 ^b ±0.01	1.18 ^c ±0.01	0.91 ^c ±0.02	0.95 ^c ±0.04	0.93 ^c ±0.02	0.89 ^c ±0.01	0.79 ^c ±0.03	0.87 ^b ±0.02
D (Keten Yağı)	0.39 ^a ±0.02	0.39 ^b ±0.01	1.51 ^d ±0.01	1.17 ^d ±0.02	0.89 ^c ±0.02	0.93 ^c ±0.00	0.94 ^d ±0.02	0.95 ^d ±0.03	1.01 ^c ±0.04
E (Üzüm Ç. Yağı)	0.39 ^a ±0.02	0.39 ^b ±0.01	1.50 ^d ±0.01	0.46 ^e ±0.01	0.70 ^d ±0.02	0.69 ^d ±0.01	0.67 ^e ±0.00	0.35 ^b ±0.04	1.25 ^d ±0.01
K (Kontrol)	0.39 ^a ±0.02	0.39 ^b ±0.01	1.97 ^e ±0.02	1.84 ^f ±0.01	1.72 ^e ±0.01	1.73 ^e ±0.01	1.69 ^f ±0.01	1.49 ^e ±0.00	2.02 ^e ±0.01

Aynı sütunlardaki farklı harfler gruplar arasındaki farkın $p < 0.05$ güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7: Muhafaza süresi boyunca grupların TBA miktarındaki değişim (µg MDA/g).

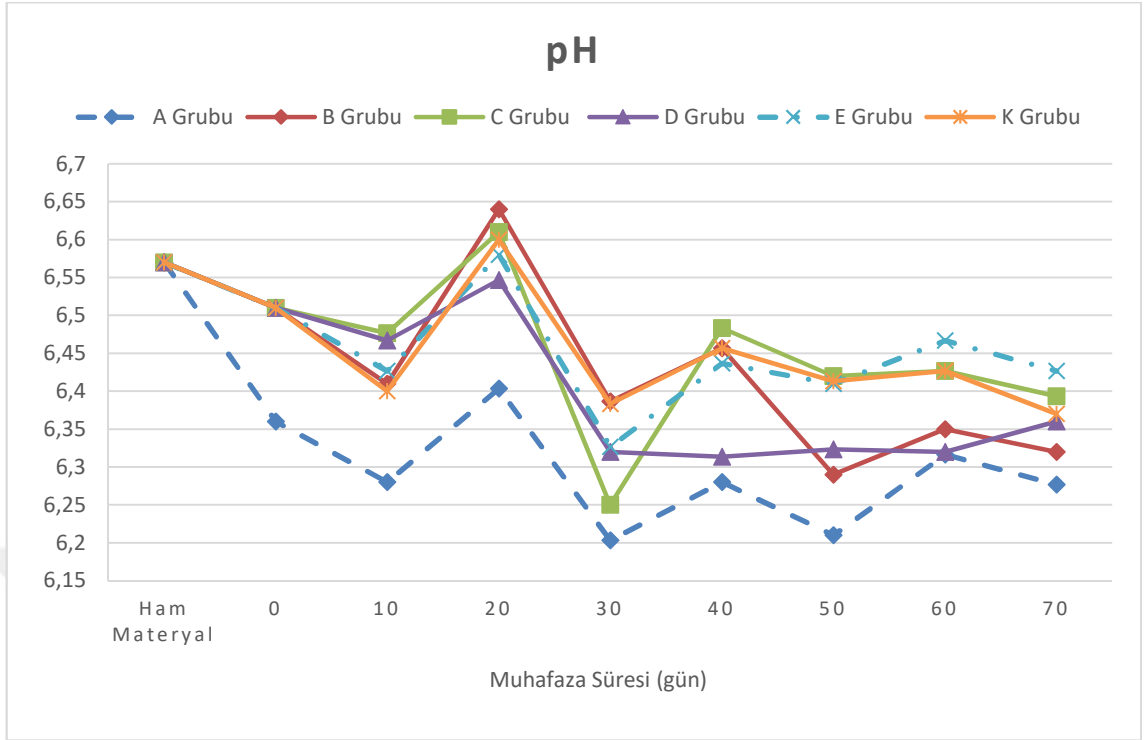
4.2.4. pH Analizi Bulguları

Bu çalışmadaki ham Alabalık yumurtasının pH değeri 6.57 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Kuru tuzlama (% 7.5) işleminde 40 saat bekletildikten sonra yumurtaların pH değeri 6.58 ± 0.01 değişkenlik göstermiştir. Depolama başlangıcında A grubunun pH değeri 6.36 ± 0.01 iken diğer grupların başlangıç pH değeri 6.51 ± 0.01 ölçülmüştür. Soğuk depolama sürecinin 10. gününde A, B, C, D, E ve K grubunun pH değerleri sırasıyla 6.28 ± 0.01 , 6.41 ± 0.01 , 6.48 ± 0.01 , 6.47 ± 0.01 , 6.43 ± 0.01 ve 6.40 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda (70. Günde) A, B, C, D, E ve K grubunun pH değerleri 6.28 ± 0.00 , 6.32 ± 0.00 , 6.39 ± 0.00 , 6.36 ± 0.00 , 6.43 ± 0.00 ve 6.37 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Grupların depolama sürecindeki kendi içindeki pH düzeyindeki değişimler $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

Tablo 4.4: Ham materyal ve Alabalık havyarının depolama sürecinde pH değerindeki değişimler.

pH	Gün								
	Ham Materyal	0	10	20	30	40	50	60	70
A (Sıvı Duman)	6.57^a ± 0.00	6.36^a ± 0.01	6.28^a ± 0.00	6.40^a ± 0.02	6.20^a ± 0.01	6.30^a ± 0.00	6.21^a ± 0.00	6.32^a ± 0.01	6.28^a ± 0.00
B (Kekik Yağı)	6.57^a ± 0.00	6.51^b ± 0.01	6.41^b ± 0.00	6.64^b ± 0.01	6.39^b ± 0.01	6.50^b ± 0.01	6.29^b ± 0.00	6.35^b ± 0.00	6.32^b ± 0.00
C (Limon Yağı)	6.57^a ± 0.00	6.51^b ± 0.01	6.48^c ± 0.01	6.61^c ± 0.01	6.25^c ± 0.01	6.50^b ± 0.01	6.42^c ± 0.01	6.43^c ± 0.01	6.39^c ± 0.00
D (Keten Yağı)	6.57^a ± 0.00	6.51^b ± 0.01	6.47^c ± 0.01	6.55^d ± 0.01	6.32^d ± 0.02	6.30^a ± 0.01	6.32^d ± 0.01	6.32^a ± 0.00	6.36^d ± 0.01
E (Üzüm Ç. Yağı)	6.57^a ± 0.00	6.51^b ± 0.01	6.43^d ± 0.01	6.58^e ± 0.01	6.33^d ± 0.02	6.40^c ± 0.01	6.41^c ± 0.01	6.47^d ± 0.01	6.43^c ± 0.00
K (Kontrol)	6.57^a ± 0.00	6.51^b ± 0.01	6.40^d ± 0.03	6.60^c ± 0.01	6.38^b ± 0.01	6.50^b ± 0.02	6.41^c ± 0.01	6.43^c ± 0.01	6.37^d ± 0.01

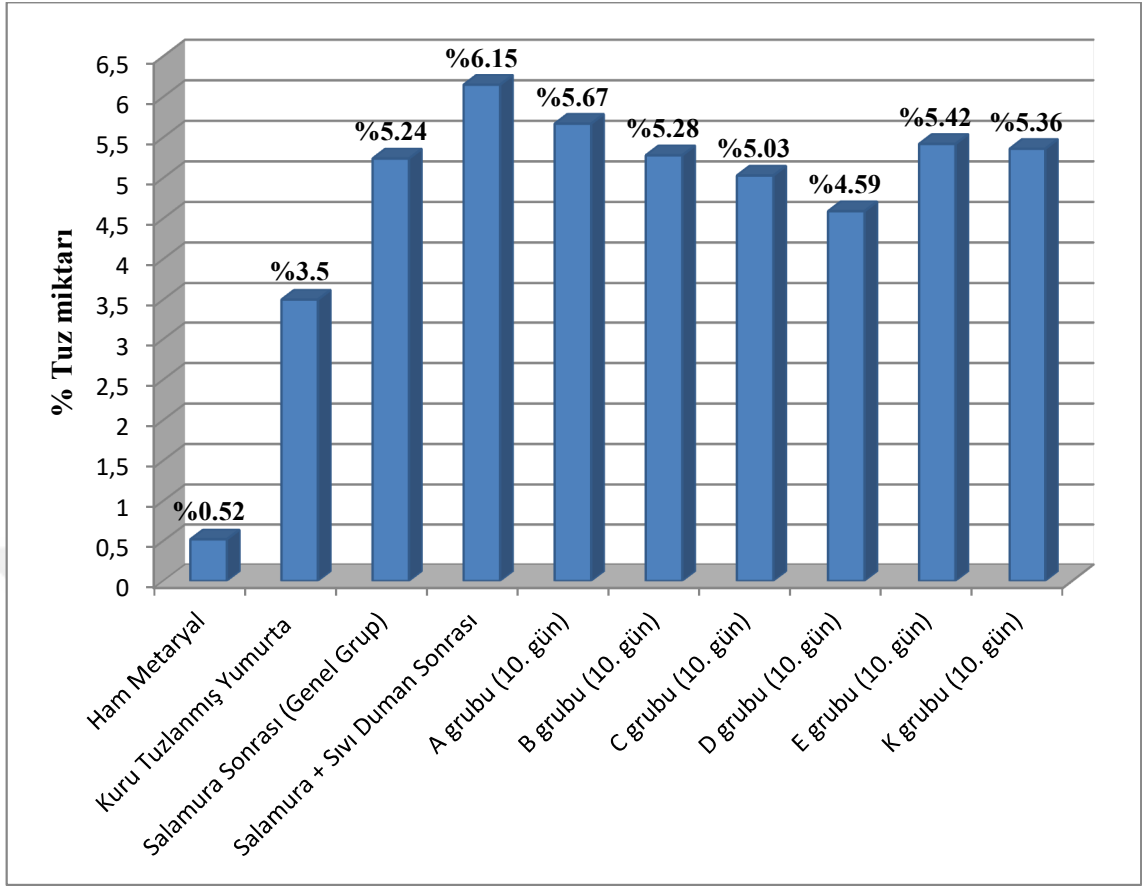
Aynı sütunlardaki farklı harfler gruplar arasındaki farkın $p < 0.05$ güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.8: Muhafaza süresi boyunca grupların pH düzeyindeki değişimler.

4.2.5. Tuz Analiz Bulguları

Alabalıkların havyar olarak işlenmesi sırasında tuz geçişlerini ve son ürünlerdeki tuz miktarını belirlemek amacıyla tuz analizleri yapılmış olup sonuçlar Şekil 4.9'da verilmiştir. Bu çalışmada ham materyal tuz miktarı 0.52 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. Kuru tuzlama (% 7.5) sonrası ise bu 3.50 ± 0.04 'ye yükselmiştir. Salamura sonrası depolama başlangıcında ise A grubunun tuz miktarı 6.15 ± 0.11 iken diğer grupların tuz miktarı 5.24 ± 0.07 olarak bulunmuştur. Soğuk depolamanın 10. gününde yapılan kontrollerde ise A, B, C, D, E ve K grubu için bu değerler 5.67 ± 0.04 , 5.71 ± 0.16 , 5.03 ± 0.02 , 4.59 ± 0.00 , 5.42 ± 0.00 ve 5.36 ± 0.00 olarak bulunmuştur. İstatistiksel anlamda $p < 0.05$ güven aralığında tuz miktarı bakımından A ile B grubu açısından fark bulunmazken diğer gruplar arasında fark bulunmuştur.



Şekil 4.9: Alabalık havyarı işleme sürecindeki tuz geçişi.

4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

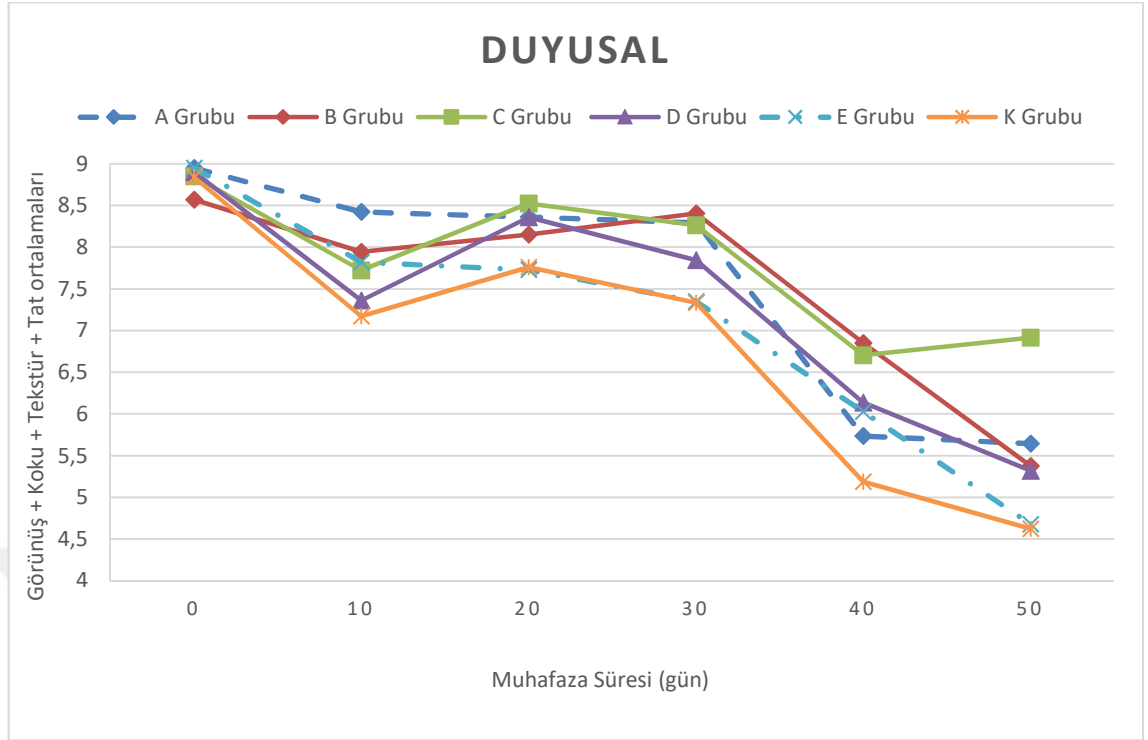
Alabalık havyarının tüm gruptaki panelist değerlendirmeleri Tablo 4.5 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Duyusal analiz için göz önüne alınan kriterler görünüş, koku, tat ve renktir. Şekil 4.10'de görüldüğü gibi depolama başlangıcında (0. gün) en beğenilen grup A (genel ortalama 8.95) ve E grubu olmuştur (genel ortalama 8.95). Diğer grupta panelistlerce olumlu değerlendirilmekle birlikte bu iki grup daha ön plana çıkmıştır. Depolama öncesi başlangıç değerlendirmelerinde B grubu ise 8.57 ile en düşük puan alan grubu oluşturmuştur. A grubu 10. günde 8.42 lik duyusal panel genel ortalama değeriyle en beğenilen grup olmuştur. K grubu (genel ortalama 4.62) ile E grubu 50. günde tüketim sınırının altına inerek panelistler tarafından bozuk olarak nitelendirilmiştir. Ellinci gündeki genel ortalamalar (Şekil 4.10) incelendiğinde panelist beğeni sırası C, A, B, D, E ve K grupları şeklinde olduğu tespit edilmiştir. K ve E grubu hariç diğer gruplar

depolama sürecinde duyuşal açıdan tüketim sınır değeriinin altında kalmamıştır. Grupların panalistler tarafından yapılan değeriendirme analizine göre depolama sürecinde kendi içindeki duyuşal değerişimler $p < 0.05$ güven aralığıında önemli bulunmuştur.

Tablo 4.5: Alabalık havyarının depolama sürecindeki panalist duyuşal değeriendirme bulguları.

		Gün					
		0	10	20	30	40	50
A	Görünüş	9.00 ±0.55	8.88 ±0.67	9.15 ±0.68	8.72 ±0.71	5.95 ±0.07	5.50 ±1.15
	Koku	9.00 ±0.88	8.55 ±1.21	8.05 ±1.66	8.27 ±1.67	6.33 ±0.35	5.25 ±0.35
	Tekstür	8.80 ±1.00	8.55 ± 1.01	8.50 ±0.71	8.20 ±0.79	5.75 ±0.35	6.17 ±0.29
	Tat	9.00 ±0.35	8.32 ± 1.04	7.75 ±1.89	7.99 ±1.69	6.25 ±0.71	5.67 ±0.58
B	Görünüş	8.50 ±0.75	8.75 ±0.63	8.22 ±1.00	8.87 ±0.97	7.00 ±0.00	6.00 ±0.00
	Koku	9.00 ±0.38	7.54 ±1.30	8.00 ±0.60	8.17 ±1.39	6.50 ±1.32	5.00 ±0.00
	Tekstür	8.80 ±0.42	8.45 ±1.01	8.88 ±0.58	8.69 ±1.23	7.00 ±0.50	6.00 ±0.00
	Tat	8.00 ±0.22	7.93 ±1.41	8.50 ±1.05	7.89 ±1.54	6.90 ±1.04	4.50 ±0.71
C	Görünüş	8.80 ±0.81	8.75 ±0.86	8.80 ±0.82	8.56 ±0.63	7.65 ±0.21	6.17 ±0.29
	Koku	9.00 ±0.31	8.14 ±1.35	8.65 ±0.91	8.33 ±1.15	6.00 ±1.41	9.25 ±0.58
	Tekstür	8.80 ±0.51	8.45 ±0.76	8.65 ±0.63	8.32 ±1.19	7.00 ±0.00	6.13 ±0.25
	Tat	8.80 ±0.28	9.00 ±0.71	7.99 ±1.45	7.83 ±1.60	6.17 ±0.29	6.13 ±0.25
D	Görünüş	8.90 ±0.19	8.80 ±0.89	8.75 ±0.89	8.44 ±0.77	6.50 ±0.00	5.90 ±0.00
	Koku	9.00 ±0.39	8.56 ±1.09	8.05 ±1.46	7.39 ±1.98	5.63 ±0.50	5.00 ±0.00
	Tekstür	8.80 ±0.43	7.88 ±0.99	7.95 ±1.66	8.10 ±1.18	6.25 ±0.35	6.13 ±0.25
	Tat	8.90 ±0.56	8.00 ±1.00	7.94 ±1.65	7.44 ±1.79	6.17 ±0.29	4.25 ±1.77
E	Görünüş	9.00 ±0.28	8.90 ±107	8.33 ±0.66	7.44 ±1.38	6.25 ±0.35	3.90 ±0.00
	Koku	9.00 ±0.30	7.94 ±1.21	8.71 ±0.44	8.29 ±1.63	5.70 ±0.29	4.83 ±0.76
	Tekstür	8.80 ±0.42	7.50 ±1.33	8.44 ±1.36	7.61 ±1.39	6.00 ±0.50	5.50 ±0.00
	Tat	9.00 ±0.40	6.93 ±1.62	8.50 ±1.04	6.61 ±1.29	6.17 ±0.29	4.48 ±0.98
K	Görünüş	8.85 ±0.15	9.15 ±0.58	8.60 ±0.44	8.28 ±1.12	6.50 ±0.00	3.90 ±0.00
	Koku	9.00 ±0.40	8.22 ±0.74	6.97 ±2.15	7.18 ±2.46	3.75 ±2.47	4.13 ±2.10
	Tekstür	8.80 ±0.49	7.38 ±0.79	8.06 ±1.36	7.66 ±1.69	6.17 ±0.29	6.17 ±0.26
	Tat	8.70 ±0.55	6.58 ±1.69	7.40 ±2.32	6.22 ±2.44	4.33 ±2.89	4.30 ±1.86



Şekil 4.10: Panelistlerin “Görünüş, Koku, Tekstür ve Tat” değerlendirmesi ortalama sonuçları.

4.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI

4.4.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

Alabalık havyarının tüm gruplarına ait toplam mezofilik aerobik bakteri yükleri Tablo 4.6’de ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

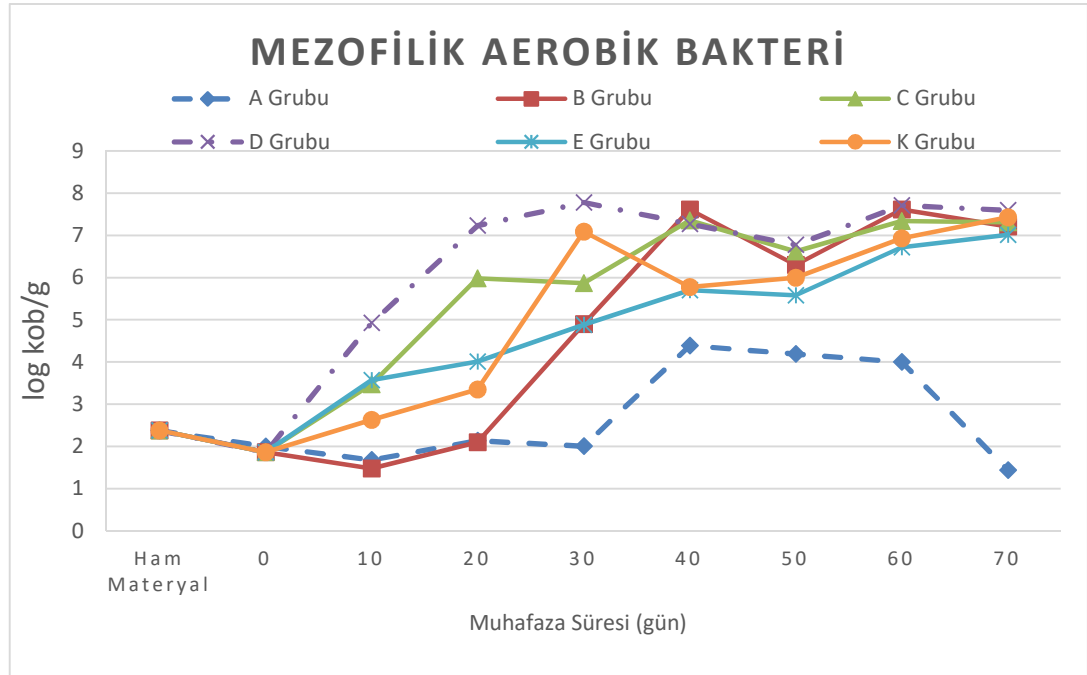
Ham materyalin toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 2.38 ± 0.51 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolama başlangıç yükü ise A grubunda 2.00 ± 0.15 log kob/g olarak bulunmuş iken B, C, D, E ve K gibi diğer grupların toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 1.86 ± 0.17 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 10. gününde A ve B grubunun toplam mezofilik bakteri yükü sırasıyla 1.68 ± 0.28 log kob/g ve 1.48 ± 0.00 log kob/g olarak ve başlangıç yüküyle karşılaştırıldığında toplam mezofilik aerobik bakteri düzeyinde azalma gözlemlenmiştir. Raf ömrünün 60. gününde A grubunun toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 4.00 ± 0.87 log kob/g değerini geçmezken 70. günde $1.44 \pm 0,37$ log kob/g’a düşmüştür. B grubu ve C grubu 40. gün itibariyle sırasıyla toplam mezofilik aerobik bakteri 7.61 ± 0.16 – 7.35 ± 0.38 log kob/g’a yükselen yük ile ürünlerin tüketim sınırlarının dışına çıktığı tespit edilmiştir. D grubu ise 20. gün itibariyle

mikrobiyal açıdan tüketilemez (7.23 ± 0.13 log kob/g) limitlere ulaşmıştır. E ve K grupları ise 70.günde toplam mezofilik aerobik yükleri sırasıyla 7.01 ± 0.86 log kob/g ve 7.43 ± 0.02 log kob/g olarak bulunmuştur.

Tablo 4.6: Alabalık havyarının depolama sürecindeki mezofilik aerobik bakteri bulguları.

Mezofilik Bakteri Gelişimi (log kob/g)	Gün								
	Ham Materyal	0	10	20	30	40	50	60	70
A (Sıvı Duman)	2.38 ^a ±0.51	2.00 ^a ±0.15	1.68 ^a ±0.28	2.14 ^a ±0.37	2.01 ^a ±0.08	4.39 ^a ±0.52	4.19 ^a ±0.09	4.00 ^a ±0.87	1.44 ^a ±0.37
B (Kekik Yağı)	2.38 ^a ±0.51	1.86 ^a ±0.17	1.48 ^a ±0.00	2.10 ^a ±0.71	4.90 ^b ±0.51	7.61 ^b ±0.16	6.30 ^b ±0.20	7.61 ^b ±0.02	7.21 ^b ±0.19
C (Limon Yağı)	2.38 ^a ±0.51	1.86 ^a ±0.17	3.47 ^b ±0.15	5.98 ^b ±0.71	5.87 ^c ±0.00	7.35 ^b ±0.38	6.62 ^b ±0.42	7.34 ^c ±0.05	7.31 ^b ±0.16
D (Keten Yağı)	2.38 ^a ±0.51	1.86 ^a ±0.17	4.93 ^c ±0.40	7.23 ^c ±0.13	7.78 ^d ±0.13	7.27 ^b ±0.33	6.78 ^b ±0.10	7.71 ^d ±0.11	7.60 ^c ±0.10
E (Üzüm Ç. Yağı)	2.38 ^a ±0.51	1.86 ^a ±0.17	3.57 ^b ±0.17	4.01 ^d ±0.04	4.88 ^b ±0.37	5.70 ^c ±0.42	5.58 ^c ±0.24	6.72 ^e ±0.19	7.01 ^b ±0.26
K (Kontrol)	2.38 ^a ±0.51	1.86 ^a ±0.17	2.63 ^d ±0.22	3.35 ^e ±0.30	7.09 ^e ±0.00	5.78 ^d ±0.00	6.00 ^d ±0.11	6.93 ^e ±0.01	7.43 ^c ±0.09

Aynı sütunlardaki farklı harfler gruplar arasındaki farkın $p < 0.05$ güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11: Alabalık havyarının depolama sürecindeki mezofilik aerobik bakteri bulguları.

4.4.2 Toplam Psikrotrofik Bakteri Bulguları

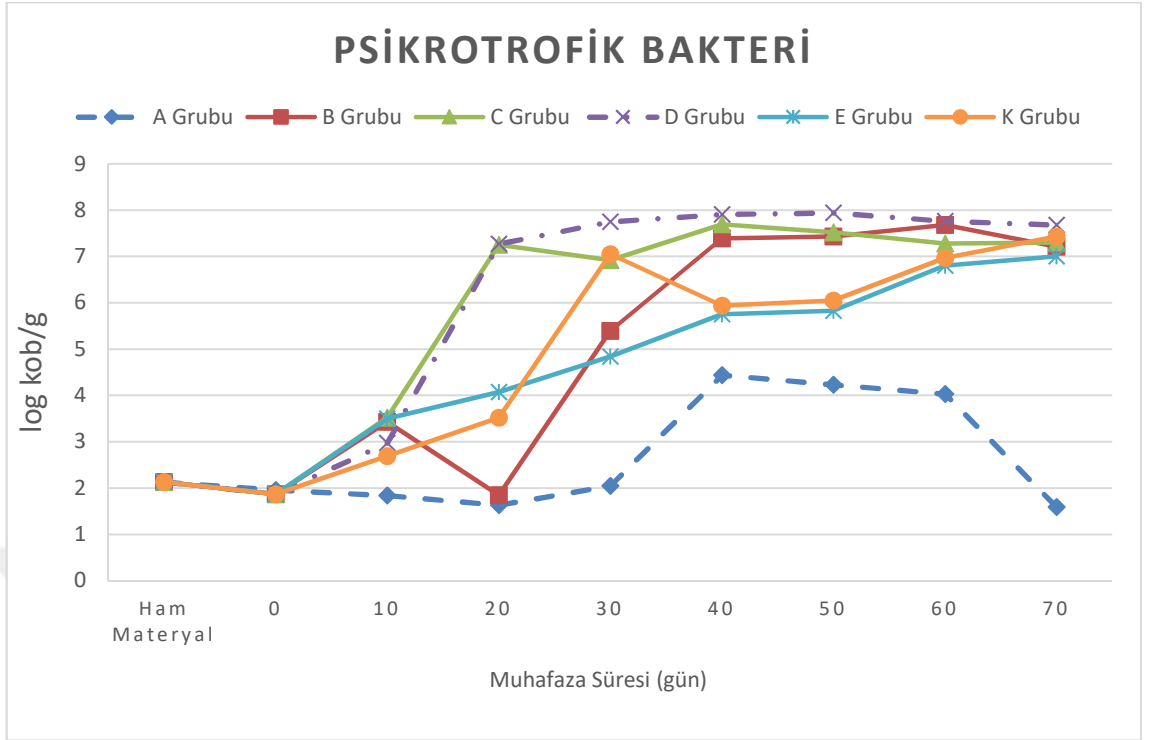
Alabalık havyarının tüm gruplarına ait toplam psikrotrofik bakteri yükleri Tablo 4.7 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Ham materyalin toplam psikrotrofik bakteri yükü 2.13 ± 0.04 log kob/g olarak bulunmuştur. Alabalık havyarlarının depolama başlangıç yükleri A grubunda 1.96 ± 0.44 log kob/g olarak bulunmuş iken B, C, D, E ve K gruplarında toplam psikrotrofik yük 1.87 ± 0.02 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 10. gününde A grubunun toplam psikrotrofik bakteri yükü 0. günle karşılaştırıldığında düşmüş (1.84 ± 0.08 log kob/g) diğer gruplarda ise artmış olduğu tespit edilmiştir. A grubunun 40.günde toplam psikrotrofik bakteri yükü 4.44 ± 0.52 log kob/g aşmamış daha sonrasında ise düştüğü (1.59 ± 0.16 log kob/g) gözlemlenmiştir (Şekil 4.12). Diğer tüm gruplarda ise belirgin depolama sürecine bağlı toplam psikrotrofik yükte artış belirlenmiştir. B grubu 40. günde (7.39 ± 0.00 log kob/g), C grubu 20. Günde (7.25 ± 0.04 log kob/g), D grubu 20. günde (7.27 ± 0.01 log kob/g), E grubu 60. günde (6.80 ± 0.17 log kob/g) ve K grubu ise 30 günde (7.05 ± 0.16 log kob/g) ile tüketim sınır değerlerini aşmıştır.

Tablo 4.7: Alabalık havyarının depolama sürecindeki psikrotrofik bakteri bulguları.

Psikrotrofik Bakteri Gelişimi (log kob/g)	Gün								
	Gruplar	Ham Materyal	0	10	20	30	40	50	60
A (Sıvı Duman)	2.13^a ± 0.04	1.96^a ± 0.44	1.84^a ± 0.08	1.63^a ± 0.04	2.05^a ± 0.07	4.44^a ± 0.52	4.23^a ± 0.18	4.03^a ± 0.41	1.59^a ± 0.16
B (Kekik Yağı)	2.13^a ± 0.04	1.87^a ± 0.02	3.43^b ± 0.00	1.85^b ± 0.00	5.39^b ± 0.10	7.39^b ± 0.00	7.43^b ± 0.23	7.68^b ± 0.01	7.21^b ± 0.09
C (Limon Yağı)	2.13^a ± 0.04	1.87^a ± 0.02	3.52^b ± 0.15	7.25^c ± 0.04	6.92^c ± 0.01	7.69^c ± 0.06	7.52^b ± 0.16	7.28^c ± 0.01	7.30^b ± 0.06
D (Keten Yağı)	2.13^a ± 0.04	1.87^a ± 0.02	2.97^c ± 0.46	7.27^c ± 0.01	7.75^d ± 0.06	7.91^d ± 0.05	7.94^c ± 0.00	7.76^b ± 0.06	7.68^c ± 0.01
E (Üzüm Ç. Yağı)	2.13^a ± 0.04	1.87^a ± 0.02	3.50^b ± 0.27	4.07^d ± 0.01	4.84^e ± 0.31	5.75^e ± 0.45	5.83^d ± 0.08	6.80^d ± 0.17	7.00^d ± 0.06
K (Kontrol)	2.13^a ± 0.04	1.87^a ± 0.02	2.69^c ± 0.13	3.52^e ± 0.01	7.05^c ± 0.16	5.94^e ± 0.56	6.05^e ± 0.10	6.97^d ± 0.06	7.43^e ± 0.02

Aynı sütunlardaki farklı harfler gruplar arasındaki farkın $p < 0.05$ güven aralığında önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.12: Alabalık havyarının depolama sürecindeki psikrotrofik bakteri bulguları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

2016 yılı Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre Türkiye de iç sularda üretim yapan 1901 alabalık tesisi bulunmaktadır. 1970 yıllarda Türkiye Mersin balığı havyarı konusunda ihracatçı iken, artık ithal eden ülkeler pozisyonunda yer almaktadır (Gıda Tarım ve Hayvancılık, 2017). İnanlı ve diğ. (2010)'a göre Gökkuşığı Alabalığı dünyada en çok üretimi yapılan balıklar sınıfına girmektedir. İnsanların beslenme konusunda bilinçlenmesi ile sağlıklı bir yaşam için dengeli diyetlerin tercihi ve tüketimi artmıştır. Balık yumurtaları da dahil olmak üzere su ürünleri bu gereksinimleri karşılama potansiyeline sahip nadir gıdalardan biridir (İnanlı ve diğ. 2011). Balık yumurtaları, çoklu doymamış yağ asitleri, esansiyel amino asitler, mineraller ile vitaminleri en ideal oranlarda içermektedir. Mersin havyarı ekonomik ve üretim kapasiteleri bakımından zor bir üründür (Mirsadeghi ve diğ. 2015). Alabalıklar ise yumurtlama döneminde önemli miktarda balık yumurtası (yaklaşık olarak vücut ağırlıklarının % 25-30) vermesi (Balaswamy ve diğ. 2010) son dönemlerde Alabalık havyarı üretim ve pazarlaması konusunda bazı firmaları yurt içinde çalışmalara yöneltmiştir. Alabalık havyarlarının dünya piyasalarıyla aynı tarz üretim teknikleriyle hazırlanması işletmeleri pazarda yer bulma/edinme konusunda zorlamaktadır. Bu anlamda yeni tat/aroma/raf ömrü artırıcı uygulamaların denenmesi ve araştırılması büyük bir önem arz etmektedir.

5.1. BESİN DEĞERİ ANALİZ SONUÇLARI

Gökkuşığı Alabalıklarına ait ham yumurtaların besin değeri bileşimi % 27.17 \pm 0.74 protein, % 9.54 \pm 0.24 yağ, % 61.92 \pm 0.37 nem ve % 1.74 \pm 0.04 kül olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın verilerine benzer şekilde Özpolat ve Patir (2009) tarafından Gökkuşığı Alabalığı yumurtalarının besin bileşimi % 23.23 protein, % 11.07 yağ, % 63.90 nem ve % 2.01 kül'den oluştuğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde Mirsadeghi ve diğ. (2015) çiğ Gökkuşığı Alabalığı yumurtalarının protein, yağ, nem ve kül miktarlarını sırasıyla % 22.6, % 15.4, % 59.5 ve % 2.07 olarak belirlenmiştir. İnanlı ve diğ. (2010) Gökkuşığı Alabalığın ham yumurtaların protein, yağ, nem ve kül miktarını sırasıyla % 24.87, % 11.70, % 61.16 ve % 2.21 olarak bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada yine İnanlı ve diğ. (2011) Gökkuşığı Alabalığı yumurtasında protein, yağ, nem ve kül miktarlarını benzer

şekilde (sırasıyla) % 24.77, % 11.65, % 61.00 ve % 2.15 olarak tespit etmişlerdir. *Merlangius merlangus* yumurtasının besin bileşim değerleri % 11.70 protein, % 4.50 yağ, % 80.88 nem ve % 1.09 oranında olduğu belirlenmiştir (Kaba ve diğ. 2013). Aynı balık türünde Kocatepe ve diğ. (2012) ham yumurta değerlerini % 12.48 protein, % 5.72 yağ, % 78.78 nem ve % 1.27 kül olarak bildirmişlerdir. Olgunlaşmış somon (*Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum, 1792) yumurtasının besin bileşim değerleri ise % 26.16 protein, % 10.59 yağ, % 55.60 nem ve % 1.42 kül oranında bulunmuştur (Bekhit ve diğ. 2009). *Cyclopterus lumpus* (Linnaeus, 1758)'da ise % 15.5 protein, % 5.8 yağ ve % 79.2 w/w nem sonuçları tespit edilmiştir (Basby, 1997). Çiğ *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) yumurtalarında protein, yağ, nem ve kül miktarları % 28.8, % 6.84, % 61.07 ve % 1.3 olarak belirlenmiştir (Taghiof ve diğ. 2012). Poushpari ve diğ. (2014) *Rutilus frisii kutum*' un ham yumurtasının protein, yağ, nem ve kül miktarı da % 28.81, % 6.84, % 61.07 ve % 1.3 olarak belirlenmiştir. Ham kefal balığının yumurtasının kimyasal kompozisyonu ise % 25.52 protein, % 9.89 yağ, % 52.43 nem, % 5.08 kül olarak bulunmuştur. Balık yumurtalarının diğer su ürünlerinden daha fazla yağ ve protein içeriğine sahip olduğu belirtilmektedir (Şengor ve diğ. 2002). Mol ve Turan (2008) balık yumurtasının protein miktarı balık etindeki protein miktarından daha yüksek olduğu çalışmalarında bildirilmiştir. Intarasirisawat ve diğ. (2011)'in çalışmalarında *Katsuwonus pelamis*, *Thunnus tonggol* ve *Euthynnus affinis*'lerin ham yumurtalarının besin bileşimini (protein, yağ, nem ve kül) incelenmiş, sonuç olarak *Katsuwonus pelamis*'in % 20.15, % 3.39, % 72.17 ve % 1,94; *Thunnus tonggol*'un % 18.44, % 5.68, % 72.23 ve % 2.10; *Euthynnus affinis*'in % 18.16, % 4.26, % 73.03 ve % 1.79 olarak tespit etmişlerdir. Çelik ve diğ. (2012) *Mugil Cephalus*, Linnaeus 1758 balığının ham yumurtalarının besin bileşim analizlerini yapmış, % 25.7 protein, % 13.1 yağ, % 50.2 nem ve % 1.48 kül olarak bulmuşlardır. Basby ve diğ. (1997)'ca Danimarkadaki *Cyclopterus lumpus*'un ham yumurta besin bileşimini ise % 15.4 protein, % 5.5 yağ, % 81.0 nem ve % 1.0 kül olarak belirlenmiştir. Kanada'daki *Cyclopterus lumpus*'un ham yumurtanın besin değeri ise % 15.5 protein, % 6.1 yağ, % 77.4 nem ve % 1.1 kül olarak bulunmuştur. Mahmoud ve diğ. (2008)'in çalışmalarında Gökkuşluğu Alabalık ham yumurtasının besin bileşiminin miktarı % 28.5 protein, % 9.6 yağ, % 57.0 nem ve % 1.3 kül olarak belirtilmiştir. Li ve diğ. (2017)'inca *Thunnus albacares*'in ham yumurtası besin bileşenleri % 18.2 protein, % 2.4 yağ, %77.3 nem ve % 1.5 kül olarak verilmiştir (Lee ve diğ., 2016). Whiteway (1997)

Cyclopterus lumpus'un yumurtasının besin bileşiminin % 13.88 protein, % 2.15 yağ, % 74.93 nem ve % 5.92 kül'den oluştuğunu belirtmiştir.

Balık yumurtaları ve havyarlarının kimyasal kompozisyonu balık türüne, yumurtanın olgunluğuna, yumurtalık içerisindeki yumurta miktarına, balığın beslenmesine, balık olgunluğuna, avlanma mevsimine ve işleme şartları/tekniklerine bağlı değişkenlikler gösterir (Bekhit ve diğ. 2009; Shirai ve diğ. 2006; Mahmoud ve diğ. 2008). Vuorela ve diğ. (1979) aynı türdeki farklı balık örneklerinde protein, nem ve yağ gibi besin bileşimi içeriklerinin birbirinden farklılar arz edebileceğini belirtmişlerdir. Bledsoe ve diğ. (2003)'na göre balık yumurtası yüksek miktarda protein (% 16-30) içermekte ve yağ miktarı da % 5-20 arasında değişmektedir.

Aynı tür veya benzer yaşam döngüsüne sahip balıklarda (somon ve alabalık gibi) araştırmacıların verdiği sonuçlar bizim sonuçlarımızla ham materyalde benzerlik gösterirken, diğer türler ile farklılar arz etmektedir. Her canlının yaşam şartları ve üreme periyotları ile fiziksel farklılıklarının bu farklar üzerinde etkili olduğu düşünülse bile tüm su ürünleri ham yumurtalarında olduğu gibi besin bileşimi yönünden (yüksek protein ve yağ içeriğiyle) temel bilimsel verileri destekler nitelikte olduğu sonuçlarımızdan anlaşılmakta ve literatürler de bunu desteklemektedir.

Çalışmamızda % 7.5'lük kuru tuz muamelesinden sonra besin bileşiminin değerinin % 27.92 ± 0.48 protein, % 10.48 ± 0.31 yağ, % 57.40 ± 0.33 nem ve % 4.90 ± 0.14 oranında kül bulunduğu tespit edilmiştir. Tuzlama işleminden sonra nem miktarına bir düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Havyar işleme prosedürlerinden % 5'lik tuz salamura uygulanmasından sonra besin bileşim değerleri % 21.27 ± 0.29 protein, % 8.44 ± 0.40 yağ, % 64.81 ± 0.34 nem ve % 6.14 ± 0.14 kül olarak bulunmuştur. Bu değerler A grubunu temsil eden örneklerde ise (% 5'lik tuz + %1'lik sıvı duman uyguladıktan sonra) alabalık havyarındaki besin bileşim değerlerinin % 21.99 ± 0.26 protein, % 7.44 ± 0.00 yağ, % 63.98 ± 0.58 nem ve % 6.45 ± 0.14 külden oluştuğu belirlenmiştir.

Havyar kimyasal kompozisyonu balık türüne ve işleme tekniklerine göre değişmektedir (İnanlı ve diğ. 2010). Gessner ve diğ. (2002)'e göre tuzlu salamura uygulanmış örneklerin su içeriğindeki artıştan dolayı protein, yağ ve kül miktarlarında bir miktar düşüş olmuştur. Poushpari ve diğ. (2014) de benzer değişimden bahsetmiş tuzlu salamuranın başta kül

miktarında değişime sebep olduğu bununda su emiliminden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Martinez ve diğ. (2007) *Salmo salar* yumurtalarına sıvı duman uygulaması nem miktarının kontrol grubuna göre daha az çıktığını ifade etmişlerdir.

Himelbloom ve Crapo (1997)' da somon balığın (*Oncorhynchus gorboscha*) dolgun salamura tuzlanmış yumurtaların protein, yağ, nem ve kül miktarları sırasıyla % 31.8, % 11.0, % 49.3 ve % 7 olarak bulmuşlardır.

Tuzlanmış *Rutilus frisii* yumurtalarının besin bileşimi bu şekilde bulunmuştur; % 60-65 nem miktarı, % 18-22 protein miktarı, % 3.4-7.2 lipid miktarı ve % 3-4.6 kül miktarı (Taghiof ve diğ. 2012). Şengor ve diğ. (2002) tuzlanmış yumurtaları işlenmemiş yumurtalara göre kuru tuzlama sonucunda daha fazla protein, yağ ve kül içermektedir. Tuzlanmış kefal balığında kimyasal kompozisyon % 35,38 protein, % 11,58 yağ, % 35,34 nem ve % 7,17 kül olarak tespit edilmiştir. Poushpari ve diğ. (2014)' i tuzlanmış *Rutilus frisii kutum* ham yumurtasının protein, yağ, nem ve kül miktarını sırasıyla % 23.99, % 6.4, % 51.57, % 17.74 olarak bulunmuştur. Tuzlanmış Gökkuşuğu Alabalığının protein miktarı ise % 22.6, yağ miktarı % 15.4, nem miktarı % 58 ve kül miktarı % 4.5 olarak tespit edilmiştir (Mirsadeghi ve diğ. 2015). Rodrigo ve diğ. (1977) kuru ve tuzlanmış *Merluccius merluccius* (Berlam) ve *Molva molva* balıkların yumurtalarının besin değerleri incelemiş, *Merluccius merluccius*' un kurutulmuş ve tuzlanmış yumurtasının protein, yağ, nem ve kül miktarları sırasıyla % 39.1, %14.13, % 28.66 ve % 6.69 olarak tespit ederken *Molva molva* balığı yumurtasında ise kurutma ve tuzlama sonrası bu değerler % 43.6, % 14.8, % 31.34 ve % 7.14 olarak bulunmuştur. Çelik ve diğ. (2012) *Mugil cephalus* balığın kuru tuzlanmış yumurtalarının besin bileşimi analizlerinde protein miktarını % 41.8, yağ miktarını % 13.3, nem miktarını % 26.3 ve kül miktarını % 4.68 olarak belirtmişlerdir. Wirth ve diğ. (2000) farklı türdeki Mersin havyarlarını kimyasal kompozisyonunu incelemiş ve Romanyadaki *Huso huso* havyarının protein, yağ ve nem miktarı sırasıyla % 37.1, % 19.41 ve % 30.49; Hazar denizindeki *Huso huso* havyarında protein, yağ ve nem miktarı % 28.44, % 15.16, ve % 52.93; Romanyadaki *Acipenser stellatus*'un protein, yağ ve nem miktarını % 31.13, % 16.96, % 38.52; Hazar denizindeki *Acipenser stellatus*'un havyarların protein, yağ ve nem miktarı % 27.59, % 14.58 ve %51.81; Romanya'daki *Acipenser gueldenstaedti* havyarının protein, yağ ve nem miktarı % 29.32, % 17.13 ve % 41.90; Hazar Denizi'ndeki *Acipenser gueldenstaedti*'nin protein,

yağ ve nem miktarı % 27.01, % 14.05 ve % 50.90 ve Fransa'daki *Acipenser baeri* protein, yağ ve nem miktarı % 26.21, % 10.90 ve % 53.02 olarak bulunmuştur. Basby ve diğ. (1997) az tuzlanmış *Cyclopterus lumpus*'un havyarında protein, yağ ve nem miktarlarını % 13.3, % 5, % 77.8 ve % 4.6 olarak belirlenirken, yoğun tuzlanmış *Cyclopterus lumpus*'un havyarında ise % 13.0, % 4.5, % 67.5 ve % 13.8 olarak belirlenmiştir. Pembe somon havrarında (ikurada) besin bileşimi % 31.6 protein, % 11.0 yağ, % 49.3 nem ve % 7.1 kül olarak bulunmuştur (Himelbloom ve Crapo, 1997).

Farklı bir çalışmada ise konservelenmiş *Huso huso* (Linnaeus, 1758), *Acipenser gueldenstaedti*, *Acipenser persicus* havyarın protein miktarları sırasıyla % 24,7, % 24,2, 24,0 olarak bulunmuştur. Somon balığının protein miktarı ise % 26,8 olarak bulunurken, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) protein miktarı % 27.3 olarak tespit edilmiştir. *Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedti*, *Acipenser persicus* havyarında yağ miktarları ise sırasıyla % 15.9, % 14.7, ve % 14.6 olarak bulunmuştur. *Huso huso* balığın yumurtasının nem miktarı % 48,4, *Acipenser gueldenstaedti* balığın yumurtasının nem miktarı % 51,5 ve *Acipenser persicus* balığın yumurtasının nem miktarı % 52 olarak belirlenmiştir (Mol ve Turan, 2008).

Sonuçlarımız literatür bilgileriyle uyumlu bir şekilde işleme proseslerine bağlı besin bileşim sonuçlarımız değişmiş, bu değişimin ana temel etkeninin su ve tuz arasındaki geçiş süreçlerinin besin bileşimi üzerinde gerçek (real) olmayan etkisinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

5.2. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

5.2.1. TVB-N

Yapılan çalışmada ham alabalık yumurtalarının TVB-N miktarları 1.47 ± 0.14 mg/100g olarak bulunmuştur. Depolama başlangıcında sıvı duman ve salamura (A grubu) ile 24 saate muamele edilmiş havyar örneklerinde TVB-N miktarı 1.05 ± 0.05 mg/100 g olarak tespit edilirken diğer grupların TVB-N miktarı 1.22 ± 0.09 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Alabalık yumurtalarının işlenmesi sonrası prosese bağlı şekilde TVB-N miktar istatistiksel açıdan ham örneklere nazaran anlamlı bir şekilde azalmıştır ($p < 0.05$). Depolama sürecinde tüm gruplardaki TVB-N miktarındaki artış istatistiksel açıdan önem arz

etmekle birlikte depolama da bozulmayı belirleme açısından bu artış sınırlı kalmıştır. Depolamanın 70. gününde en düşük TVB-N miktar 1.98 mg/100 g olarak A grubunda gözlemlenmiştir.

Gökkuşığı Alabalıklarından yapılan havyarla ilgili yapılan bir çalışmada ham yumurtanın TVB-N miktarı 6.95 mg/100g olarak tespit edilirken, depolama başlangıcında % 4'lük kuru tuzlama uygulanmış hayarlarda TVB-N miktarı 7.06 mg/100 g, % 8 kuru tuzlama uygulanmış grupta 7.04 mg/100 g olarak bulunmuştur. Depolamanın 35 gününde ise bu değer sırasıyla 33.26 ve 22.70 mg/100 g'a yükseldiği bildirilmiştir. Kuru tuzlamanın % 8' lik grubunda ise depolamanın 42 gününde TVB-N miktarın 32.87 mg/100 g ulaştığı belirlenmiştir (İnanlı ve diğ. 2010). Mirsadeghi ve diğ. (2015) ise Gökkuşığı Alabalığı ham yumurtasının TVB-N miktarını 5.97 mg/100 g olduğunu tespit etmiş ve tuzlama işleminden sonra TVB-N miktarını 6.05 mg/100 g olarak gözlemlenmiştir.

Genelde balık ve diğer su ürünlerinde muhafaza süresince TVB-N miktarı artmaktadır (İnanlı ve diğ. 2010; Patir ve diğ. 2010). Özpolat ve Patir (2009) Gökkuşığı Alabalığın ham yumurtaların TVB-N miktarı 6.1 mg/100 g olarak bulurken % 25'lik tuz çözelti ile işlenmiş yumurtaların TVB-N miktarı ise 6.5 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Özpolat ve Patir (2010) alabalık havyarlarının işleme sonrası 70. günde TVB-N değerini 6,78 mg/100 g olarak belirlenmişlerdir. Depolama sonucunda 84. günde ise TVB-N miktarı 6,64 mg/100 g'ı aşmamıştır.

Poushpari ve diğ. (2014) *Rutilus Frisii kutum*'un ham yumurtaların TVB-N miktarı 10.9 mg/100 g olarak bulurken, tuzlanmış yumurtalarda bu değer 5.1 mg/100 g düştüğünü belirlemişlerdir.

Cyclopterus lumpus 5 C havyarının depolaması boyunca TVB-N konsantrasyonu düzgün bir şekilde artış gösterip ve 3 aylık depolamadan sonra 19.5 mg/100 g ulaştığı bulunmuştur (Basby, 1997). Başka bir çalışma da aynı balık için taze ve çok tuzlanmış havyar örneklerinde TVB-N miktarı 24-33 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Basby ve diğ. 1997).

Çelik ve diğ. (2012) taze *Mugil Cephalus*'un yumurtasının TVB-N değerini 12.5 mg/100 g olarak bulurken ve kuru tuzlanmış *Mugil Cephalus*'un yumurtasının TVB-N değeri 28.3 mg/100 g belirtilmiştir.

Varlık ve diğ. (1993)'e göre balık ve ürünlerinin kalitesi TVB-N açısından sınıflandırması şöyle verilmiştir: 25 mg/100 g “çok iyi” olarak kabul edilmektedir; 30 mg/100 g “iyi” olarak kabul edilmektedir, 35 mg/100 kg “pazarlanabilir”, 35 mg/100 g ve fazlası “bozulmuş” kabul edilmektedir.

Çalışma sonuçlarımız literatür verileriyle doğrudan bir benzerlik göstermemekte elde edilen sonuçlar havyar konusunda TVB-N analizlerinin çalışmalarda çok az kullanılması sebebiyle yoğun bir karşılaştırma şansı bulunamamıştır. Elde edilen sonuçların literatürlerden farklılığı ise deney ve depolama süreçlerindeki hassasiyetten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.2.2. TMA-N

Bu çalışmada ham yumurtanın TMA-N miktarı 1.15 ± 0.06 mg/100g olarak bulunmuştur. İşleme sonrası havyarların TMA-N miktarı A grubunda 1.10 ± 0.08 , diğer gruplarda ise 0.71 mg/100 g'a düşüş göstermiştir. Depolama sürecinde en etkili grubun sıvı duman uygulanan grup olduğu tespit edilmiştir. Depolama sürecinde kontrol grubunda dahil tüm grupların TMA-N miktarı düzgün bir artış göstermemiş, dalgalanmalı seyir göstermiş ve depolama sonunda tüm grupların TMA-N miktarı başlangıç değerlerinin altında bulunmuştur.

Cyclopterus lumpus'un yumurtası 5°C depolama boyunca, 2.5 ay'a kadar TMA konsantrasyonu artmamıştır (Basby, 1997). Çelik ve diğ. (2012)'e göre balık yumurtasında yüksek miktar TMAO mevcut değildir. Kuru tuzlanmış *Mugil Cephalus*'un havyarında daha az miktar TMAO olduğu için daha az miktar TMA-N bulunduğu belirtilmiştir.

Taze balıkların TMA-N miktarı 1 mg/100 g'a yakın olurken, bozulmuş balıkların TMA-N miktarı 8 mg/100 g'dan fazla çıkmaktadır (Varlık ve diğ, 1993).

Basby ve diğ. (1998) *Cyclopterus lumpus* yumurtalarında düşük miktar TMA-N ve buna bağlı TMAO bulmuştur, bu değer ≤ 4.4 mg/100 g ve 1.3 mg/100 g olarak verilmiştir.

Çalışma sonuçlarımıza göre TMA-N miktarı alabalık havyarında bu parametrenin kalite kriteri olarak değerlendirilemeyecek kadar altında bulunmuştur. Bu konuda literatürlerde de her hangi bir veri yukarıda bulduklarımız dışında bulunamamıştır.

5.2.3. TBA

Çalışmamızda ham yumurtanın TBA miktarı 0.39 ± 0.02 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak bulunmuştur. Kuru tuzlama ve % 5'lik salamura uygulaması sonrası yumurtaların TBA miktarı değişmemiş aynı kalmıştır (0.39 $\mu\text{gMDA/g}$). Salamura ve sıvı duman ile uygulanmış havyarların TBA miktarı ise 0.62 ± 0.02 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında en etkili grubun depolama boyunca sıvı duman ve kekik olduğu gözlemlenmiştir.

İnanlı ve diğ. 2010 yılında yayınlamış oldukları bir çalışmada Gökkuşığı Alabalık yumurtalarındaki TBA sonuçları 0.02 ± 0.01 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak bulunmuştur. Depolama başlangıcında % 4'lük kuru tuz ile muamele edilmiş yumurtaların TBA miktarı 0.07 ± 0.02 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak bulunmuş iken % 8'lik kuru tuz ile uygulanmış yumurtaların TBA miktarı 0.06 ± 0.02 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak belirlenmiştir. 35. günden sonra bu değerler 6.65 ± 0.19 ile 4.86 ± 0.40 $\mu\text{gMDA/g}$ değerine yükselmiştir (İnanlı ve diğ. 2010).

Mirsadeği ve diğ. (2015) Gökkuşığı Alabalık havyarında TBA miktarını 0.73 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak bulmuşlar, tuzlama işleminden sonra ise bu rakam 0.84 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak belirlenmiştir.

Çelik ve diğ. (2012) taze *Mugil Cephalus*'un yumurtasının TBA miktarını 0.55 $\mu\text{gMDA/g}$ iken, kuru tuzlanmış *Mugil Cephalus*'un yumurtasında bu değer 3.23 $\mu\text{gMDA/g}$ 'dir. Depolamanın 8. günde 2 gubundaki TBA değerlerdeki değişiklikler önemsizdi olarak bulunmuştur.

Kaba ve diğ (2013) mezigit balıkları yumurtalarının havyar olarak konserve edilmesi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada TBA sonuçları ham materyalde 0.36 ± 0.03 'a dumanlanmış havyarda 1.28 ± 0.27 ve dumanlanmış konserve edilmiş havyar örneğinde 0.58 ± 0.00 $\mu\text{gMDA/g}$ olarak değiştiğini tespit etmişleridir.

TBA değerleri depolama sürecinde tüm katkı uygulanmış grularımızda 1.5 µgMDA/g altında kalırken kontrol grubuzda 10 gün itibariyle hızla artarak 1.97 µgMDA/g ulaşmış ve tüm depolama boyunca diğer grulardan yüksek kalmmıştır. Tüm grularda oksidasyona karşı belirgin bir etki söz konusu iken en iyi grubu ise sıvı duman ve kekik esansiyel yağı uygulanan A ve B gruplarında görülmüş değişim çok düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

5.2.4. pH

Çalışmamızda Gökküşağı alabalığın ham yumurtanın pH değeri 6.57 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Tuzlama ve salamura işlemi sonrası A grubu dahil tüm grularda pH değerinde bir düşüş söz konusu olmuştur. Depolmanın sonun sonunda en yüksek pH değeri E grubundaki yumurtalarda bulunmakla beraber tüm grulardaki pH değerin başlangıç değerine göre düşük bulunmuştur. Depolama boyunca pH değerindeki değişim 20. güne kadar genel bir artış göstermekte daha sonra düşüşle devam etmektedir.

İnanlı ve diğ., 2010 yılında yayınlanan çalışmada Gökküşağı Alabalık yumurtalarının işlenmeden önceki pH değeri 7.80 ± 0.01 olarak bulunmuştur. Depolama başlangıcında % 4'lk kuru tuzlama uygulanan grularda bu değer 6.24 ± 0.03 olarak bulunmuş iken % 8'lik kuru tuzlama uygulanmış grupta ise 6.21 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. 35. günden sonra % 4'lk kuru tuz ile uygulanan gruptaki alabalık havyarlarında pH 7.20 ± 0.09 iken % 8'lik kuru tuz uygulanmış grupta 6.89 ± 0.07 olarak bulunmuştur (İnanlı ve diğ. 2010).

Mirsadeghi ve diğ. (2015) Gökküşağı Alabalık ham yumurtalarının pH değerini 6.47 olarak bulmuş, tuzlanma sonrası ise 6.15 olarak tespit etmişlerdir.

Machado ve diğ. 2016 yılında yayınlanan çalışmalarında Gökküşağı Alabalıkları ham yumurtalarının pH değerini 6.45-6.49 olarak belirlemişlerdir, ürün olarak salamurayla muamele edildikten sonra pH'ı 4.3 olarak değiştiğini belirtmişlerdir. 180. günden sonra pH değeri ise aynı üründe 6.5' a kadar yükselmiştir.

Himelbloom ve Crapo (1997) yoğun salamurada tuzlanmış *Oncorhynchus gorbuscha* havyarında pH'ı 6.05 olarak bulmuştur.

Özpolat ve Patir (2009) tarafından ham Gökküşağı Alabalık yumurtasının pH değeri 7.7 olduğu belirtilmiştir. Ancak işlenmiş (% 25'lik NaCl çözelti ile tuzlanmış) yumurtaların pH'ı 5.9 olarak tespit edilmiştir. Çelik ve diğ. (2012) taze *Mugil Cephalus*'un yumurtasını depolamanın 1. gününde pH değerini 5.79 olarak tespit etmiş iken kuru tuzlanmış üründe bu değer 5.86 olarak bulunmuştur. Whiteway (1997) ise *Cyclopterus lumpus*'un havyarının pH'ı 5,9 olarak bulmuştur. Kaba ve diğ. (2013) *Merlangius merlangus* ham yumurtaları pH değerini 6.55 olarak tespit etmişlerdir.

Araştırmacılar tarafından pH farklılıkları tür farklılıkları ve havyarların farklı işleme proseslerinden geçmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (İnanlı ve diğ. 2010). Su ürünleri için tüketilebilecek limit değerler 6-8-7.0 olarak verilmektedir (Özpolat ve Patir, 2010).

Çalışma bulgularımız da 70 günlük depolama boyunca tüm alabalık havyar gruplarımızdan hiçbiri sınır değerlere ulaşmamıştır.

5.2.5. Tuz

Gökküşağı alabalıklarına ait ham yumurtalarda tuz miktarına bakılmış % 0.52 olarak doğal yapısında tuza rastlanmıştır. Kuru tuzlama işleminden sonra tuz miktarı % 3.5 değerlerine ulaşmıştır. % 5'lik salamura da 24 saat bekletme sonrasında ise tuz miktarı % 5.24 olarak belirlenmiş, sıvı duman uygulamasıda yapılan A grubunda % 6.15 olarak bulunmuştur. On günlük depolama sonrası tüm gruplarda tuz miktarı tekrar kontrol edildiğinde D grubundaki tuz miktarının diğer gruplara göre anlamlı oranda daha az tuz (% 4,9) içerdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Özpolat ve Patir (2009) Gökkuşağı Alabalık yumurtalarında işleme tabi tutulmadan önce yapılan tuz analizlerinde % 1.4 olarak tuz oranını bulmuşlardır. Tuzlama işleminden sonra yumurtanın tuz miktarı % 14.0 olarak tespit edilmiştir. Tuz uygulaması sırasında tuz yumurta içine işlerken, su yumurtadan uzaklaşmaktadır. Tuz genel olarak duyuşal beğeni üzerinde etkili olmakta ve aynı zamanda havyarın kalitesini de etkilemektedir. Bledsoe ve diğ. (2003)'a göre yüksek kaliteli somon havyar % 3-4 tuz içermelidir. Daha fazla tuz içeren yumurtalar daha uzun bir raf ömrüne sahip olmaktadır. İnanlı ve diğ

(2010) % 8'lik kuru tuz ile işlenmiş yumurtaların % 4'lük tuz ile işlenmiş yumurtalardan daha uzun bir raf ömrüne sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Poushpari ve diğ. (2014) *Rutilus frisii kutum*'un ham yumurtasının tuz miktarını % 0.35 olarak bulmuş ve işlenmiş yumurtaların tuz miktarını ise % 5.13 olarak bulmuşlardır.

Şengor ve diğ. (2002) kefal balığı (*Mugil cephalus*) yumurtalarının tuzlama ve mumlama işlemi sonrası tuz miktarını % 7,4 olarak belirlemişlerdir.

Li ve diğ. (2017)'e göre Somon yumurtasına % 3'lik tuz eklenmesi ile *Listeria monocytogenes* bakterilerindeki gelişimin geciktirildiğini belirtmişlerdir.

Magnusson ve Martinsdottir (2006) ticari olarak üretilen *Cyclopterus lumpus* havyarlarının tuz miktarını % 3.5 olarak bulmuşlardır. Basby ve diğ. (2008) Danimarkadaki taze *Cyclopterus lumpus* yumurtasının tuz miktarını % 0.9 bulmuş iken Hazar Denizi'ndeki taze *Cyclopterus lumpus* yumurtasının tuz miktarı % 1.0 olarak belirlenmiştir. Az tuzlanmış *Cyclopterus lumpus* yumurtasının tuz miktarı ise % 4.8 iken çok tuzlanmış *Cyclopterus lumpus* yumurtasının tuz miktarı % 11.4 olarak bulunmuştur. Himelbloom ve Crapo (1997) *Cyclopterus lumpus*'un havyarındaki tuz miktarını % 2.8 olarak tespit etmişlerdir.

Uygulamış olduğumuz iki basamaklı (kuru tuzlama ve salamura) alabalık havyarı üretim tekniğimize göre elde edilen tuz analiz sonuçları literatür verileriyle uyumlu gözükmekte ufak farklılıkların ise uygulama miktarına bağlı olduğu görülmektedir.

5.3. DUYUSAL SONUÇLAR

Bu çalışmanın depolama başlangıcında tüm gruplarda yapılan Görünüş + Koku + Tekstür + Tat konusunda panel testlerde (Tablo 4.5) en çok beğenilen grubun A (genel ortalama 8.95) grubu ve en az tercih edilen grubun B (genel ortalama 8,57) olduğu bulunmuştur. Tercih sıralaması bu olmakla birlikte tüm gruplarımız beğeni yönünden en üst seviyede puanlar almışlardır. B grubundaki tercihi olumsuz etkileyen kekik yağının baskın kokusu olmuştur. Bu durum kekik yağı kullanımlarında dikkate alınması gereken bir konudur. A grubu havyar örnekleri depolamanın 10. gününde de tercihde ön planda yer alırken, aynı süreçte B grubunda yoğun kekik tadı azalmış ve tercihlerde ikinci sıraya yükselmiştir.

Depolama sürecine bağlı 10. gün itibariyle en az beğenilen grubu K grubu oluştururken, sonraki depolama sürecinde de panelistler tarafından en düşük beğeniyi devamlı bu grup almıştır. Bu da panelistlerin tüketim tercihinde aroma/tatlandırma çalışmaları yapılmış grupların daha çok ön planda tuttuklarını göstermektedir. Ancak panelistler'e göre tüm alabalık havyarlarında genel olarak tuz oranının bir miktar daha düşürülmesinin yararlı olacağına panel formlarına işlemişlerdir.

Benzer bir şekilde Şengor ve diğ. (2012)'ce de tuz miktarının havyar tercihinin olumsuz yönde etkileyebileceği belirtilmiştir. İnanlı ve diğ. 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada daha tuzlu olan havyar gruplarının (% 8) panelistler tarafından daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Tuz oranlarının yüksekliği konusundaki panelist değerlendirmeleri grupların oluşturulması tekniğine, eğitim düzeylerine ve beslenme alışkanlıklarına göre değişkenlikler gösterebilmektedir. Bu anlamda günümüzün yeni sağlıklı yaşam trendlerine bağlı olarak geliştirdiğimiz gruplardaki tuz oranlarının düşürülmesi konusunun ele alınması gerektiği sonucu da çalışma sonuçlarımızdan bulunmuştur.

Depolamanın başlangıcından muhafazanın 30. gününe kadar, panelistler ürünlere yüksek puanlar vermişlerdir (>7). Bunun da havyarların parlak turuncu göze hoş gelen renginden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu turuncu rengin Tsuyuki ve diğ. (1977) karotenoid, astaxanthin ve türevlerini alabalık yumurtalarının içermesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Özpolat ve Patir (2010)'e göre balık yumurtalar bozulduğu zaman sert-elastik tekstürünü kaybetmektedir ve daha yumuşak-yapışık bir yapının oluştuğu belirtilmiştir. Benzer sonuçlar panelistlerin ifadelerini yazdıkları not kısımlarında da belirtilmiştir. Depolamanın ilerleyen sürecinde biraz daha artan yumuşak-yapışık yapı, ürünlerimizde de panelistlerimizce gözlemlenmiştir.

İnanlı ve diğ. (2010)'e göre acılaştırmış yumurtaların renginin daha sarımsı kahverengiye dönüştüğünü belirtmişler ve acı tat oluşumunun duyu tat panellerinde belirginleştiğini belirtmişlerdir. Tez çalışmamızda tüm gruplarımızdaki duyu panellerde görünüş yönünden her hangi renk değişimi belirtilmemiştir. Sadece 40. günden itibaren D, K ve E gruplarında hafif acı bir tat oluşumu ifade edilmiştir.

Cardinal ve diğ. (2002) yapmış oldukları çalışmada doğal ve yetiştiricilik Mersin balıklarının havyarlarının duyu kalitesini eğitilmiş panelistlerle araştırmış ve aynı

proseslerden geçen havyarların balığın menşeyine bağlı olarak duyuşal lezzetlerinde değişimlerin söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir.

Havyar duyuşal açıdan değerlendirmesi zor bir üründür. Bu anlamda panelist seçimi ve bu ürünün değerlendirme kriterlerinin açık ve net oluşturulması (tüketici değerlendirme dilinin) büyük önem taşımaktadır (Baker ve diğ. 2014).

Çalışma sonuçlarımız genel değerlendirildiğinde koku ve tat bakımından Kontrol grubumuzun 30. günden sonra tüketilemez olduğu belirlenmiştir. Kekik (B), Keten (D) ve Üzüm Çekirdeği (E) yağı uygulanmış grupların ise 40. günden sonra tüketilemez konuma geldikleri tespit edilmiştir.

5.4. MİKROBİYOLOJİK SONUÇLAR

Ham yumurtaların toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 2.38 log kob/g olarak bulunmuştur. Salamura ile muamele edildikten sonra toplam mezofilik aerobik bakteri yükü düşmüştür (1.86 log kob/g). 0. günde A grubu örneklerde ise toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 2,00 log kob/g olarak bulunmuştur. Toplam psikrotrofik bakteri yükü ise ham yumurtada 2.13 log kob/g olarak bulunmuştur. Salamura işleminde sonra yumurtaların toplam psikrotrofik yükü 1.87 log kob/g'e inmiştir. 0. günde A grubundaki toplam psikrotrofik bakteri yükü ise 1.96 log kob/g olarak belirlenmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrotrofik bakterilere tuz yumurtadaki suyun çıkışını sağlayarak gelişim için uygun olmayan ortam oluşturmak suretiyle bakterilerin gelişimini engellemektedir.

Buna rağmen D ve C grubu örneklerinin 20. günde bozulmuş olduğu görülmüş ve mikroorganizma yükünün etkin gelişim gösteremediği A grubunda raf ömrü boyunca tüketim limit değerleri aşılmamıştır. A grubundaki bu durumun diğer gruplara göre daha yüksek tuz konsantrasyonundan ve yapısındaki fenolik bileşiklerden kaynaklandığı düşünölmektedir. D grubu ise tüm diğer gruplara nazaran anlamlı oranda ($p<0.05$) daha az tuz konsantrasyonuna (Şekil 4.9) sahip olması ve keten tohumu yağının antimikrobiyal etkisinin diğer grup yağlarına göre yeterli olmamasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

Goulas ve Kontaminas (2005)'a göre tuzlama su aktivitesi düşürür ve bunun sonucunda mikroorganizmaların gelişimi önlenmektedir.

Su ürünlerinde tüketilemez limit değer olarak toplam mezofilik aerobik bakteri için yük 6 log kob/g olarak ve toplam psikrotrofik bakteriler için yük 7 log kob/g olarak bildirilmekle birlikte gıda güvenliği açısından bu değer 6 log kob/g kabul edilebilir değer olarak değerlendirilmektedir (Olafsdóttir ve diğ. 1997; Mol ve diğ. 2007).

Benzer bir çalışmada Patir ve diğ. (2010) ham Gökkuşığı Alabalığının yumurtasının toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 2.05 log kob/g olarak bulmuştur. Patir ve diğ. (2010) ham Gökkuşığı Alabalık yumurtalarının toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 2.05 log kob/g ve % 25'lik NaCl çözelti, % 0.3 etil alkol ve % 2 kuru tuzlama uygulandıktan sonra toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını ise 1.11 log kob/g bulurken muhafaza sonunda (324. günde) vakumla ambalajlanmış havyarın toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 2,78 log kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Himelbloom ve Crapo (1997)'nin çalışmalarında tuz ile kürlenmiş somon balığı (*Oncorhynchus gorboscha*) yumurtasının 30. günden sonra mikrobiyolojik yükü <2 log kob/g'dan 7.65 log kob/g'a yükseldiği tespit edilmiştir.

Poushpari ve diğ. (2014) *Rutilus frisii kutum*'un ham yumurtalarında toplam mezofilik aerobik bakteri plak sayısı 5.33 log kob/g olarak bulunmuştur ve tuzlanmış yumurtalarda ise bu 1.23 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Kaba ve diğ. (2013) *Merlangius merlangus*'un ham yumurtasının toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 4.61 log kob/g ve psikrotrofik bakteri yükünü ise 3.50 log kob/g olarak bulmuşlardır.

Cyclopterus lumpus'un 5 C' de depolama sürecinde mikrobiyal faaliyetlerden dolayı kötü koku oluşumu nedeniyle bozulduğu tespit edilirken, yeni işlenmiş az tuzlanmış yumurtaların toplam canlı sayısı <2-3 log kob/g' dan 3-4 haftalık depolama süresinde 7 log kob/g'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Depolama sonucunda yumurtaların mikroflorası laktik asit bakterileri, *Enterobacteriaceae* ve *Vibrio spp*'den oluşmuştur (Basby, 1997).

Magnusson ve Martinsdottir (2006) 2 aydan sonra 4 C’de muhafaza edilen % 3.5’luk tuzlu *Cyclopterus lumpus* yumurtalarının toplam canlı sayısı 7 log’dan fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızdaki sıvı duman uygulanmış grup hariç tüm gruplarımız gıda güvenliği bakımından limitleri farklı dönemlerde aşarak tüketilemez duruma gelmiştir (Tablo 5.1)

Tablo 5.1: Alabalık havyarlarında tüketim sınır değerlerinin aşımı ve günler.

Gruplar	Gün	Mezofilik Bakteri Gelişimi (log kob/g)	Psikrotrofik Bakteri Gelişimi (log kob/g)
A	Sınır değerleri aşmamıştır	Sınır değer aşılmamıştır	Sınır değer aşılmamıştır
B	40	7.61 ±0.16	7.39±0.00
C	20	5.98 ±0.71	7.25 ±0.04
D	20	7.23 ±0.13	7.27 ±0.01
E	60	6.72 ±0.19	6.80 ±0.17
K	30	7.09 ±0.00	7.05 ±0.16

5.5. SONUÇ

“Havyar” balıkların isimleri bu terimin başına getirilmek suretiyle isimlendirilen işlenmiş balık yumurtalarıdır. Bu ürünler dünyada farklı konsantrasyonlarda/yöntemlerle tuz kullanımı ve koruyucu katkı ilavesi gibi farklı işleme teknikleri ile yapılan ve tüketiciler tarafından yoğun talep gören delikat ürünlerdir. Tez çalışmamızla bu ürünler arasına dünyada henüz uygulanmamış katkı maddelerinin kullanımıyla yeni aroma/tat’larda yeni ürünler geliştirerek bunların raf ömrü üzerine etkilerini araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda özellikle kimyasal parametrelerin raf ömrü belirlemesi açısından yetersiz kaldığı sonucuna verilmiştir. Hiçbir grubumuzda genelde balıklar için verilen tüketim sınır değerleri raf ömrü yönünden kimyasal parametreler yönünden aşılmamıştır. İleriki süreçte bu tarz balık dokusal yapısından farklı olan balık yumurtalarının raf ömrünü belirlemeye yönelik yeni kimyasal yöntemlerin veya şu anda kullanılan yöntemlerin sınır değerlerinin bozulmuşluk limit değerlerin yeniden çalışılarak irdelenmesi gerekmektedir.

Ürünlerimiz besin bileşimi yönünden diğer balıkların havyar ürünlerinden farklı çıkmamış ve balıketi gibi yüksek oranda protein ve yağ içerdiği tespit edilmiştir. Bu proteinlerin ve yağların esansiyel içerik bakımından zengin olduğu düşünüldüğünde bu

ürünlerin besinsel tüketim açısından büyük önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle balık yumurtası iyi bir besin takviyesi olarak kabul edilebilir.

Duyusal açıdan tüketici ve değerlendirici konumundaki panelistler ürünlerin Görünüş, Koku, Tekstür ve Tat parametreleri yönünden tüketim tercihleri arasında yer alabileceklerini panel süreçlerinde belirtmişlerdir. Tat bakımından kontrol grubunun 40. günde, kekik + keten + üzüm çekirdeği yağı uygulanan grupların 50. günde bozulduğu, diğer grupların ise duyuasal açıdan tüketim sınırları içinde yer aldıkları bulunmuştur. Parametrelerin ortalamalarının değerlendirilmesinde ise üzüm çekirdeği yağı ile kontrol grubunda 50. günde bozuldukları tespit edilmiştir. Diğer gruplar (sıvı duman, kekik yağı, limon yağı ve keten yağı) kriterlerin ortalamaları bakımından tüketim sınır değerlerinin içerisinde yer almışlardır. Duyusal değerlendirmeler ürünün pazarda yer alabilmesi ve tüketiciler tarafından tercih edilmesi anlamında büyük önem taşımaktadır. Fakat raf ömrünün belirlenmesinde bu değerlendirmelerin aynı zamanda mikrobiyolojik yönden gıda güvenliği ile de ilişkilendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Balık yumurtalarındaki yüksek nem içeriği ve buna bağlı su aktivitesinin de yüksek olması mikrobiyel faaliyetlerin hızla gelişimini tetiklemekte ve buna yönelik önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Tez çalışmasında uyguladığımız koruyucu katkıların bu anlamda etkileri de araştırılmış ve tüketim sınırları yönünden değerlendirilmiştir. Olafsdottir ve diğ. (1997) tarafından belirtildiği gibi su ürünleri için genel mikrobiyolojik (toplam bakteri) tüketim sınır değeri 7 log kob/g olarak kabul edilmekle birlikte gıda güvenliği açısından 6 log kob/g değerinin kullanımı tercih edilmektedir. Çalışma sonuçlarımızın mikrobiyolojik verileri (toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrotrofik bakteri) gıda güvenliği bakımından ortak değerlendirildiğinde “Sıvı Duman” uygulamasının tüm depolama sürecinde mikrobiyolojik yük bakımından sınır değerleri aşmadığı, ikinci sırada 50. gündeki bozulma süreci ile “Üzüm Çekirdeği” nin geldiği, “Kekik” yağı grubunda ise 40. günde bozulma gerçekleştiği ve diğer iki grup “Limon ve Keten” de ise 20. günde bozulmuşluk sınır değerlerine depolamada ulaştığı bulunmuştur. Hiçbir ekstra koruyucu ve işlem uygulanmamış “Kontrol” grubumuz ise 30. günde tüketim sınırlarının üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sıvı dumanın anti mikrobiyal etkisi bu çalışma ile de teyit edilmiştir. Doğal yağlar arasında antimikrobiyal etki bakımından

üzüm çekirdeğinin de bu tip ürünlerde rahatlıkla ve güvenle kullanılabilceğı bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır.

Yapılan bu tez çalışması arama/tat oluşturma bakımından sıvı duman ile kekik, limon, keten ve üzüm çekirdeğı yağları muamele edilmiş tüm gruplarımızın rahatlıkla tüketime sunulabileceğı düşünölmektedir. Raf ömrü konusunda ise içerdığı antimikrobiyal etkiler bakımındada sıvı duman alternatıfsız bir ürün grubunu oluşturacağı tespit edilmiştir. Alabalık havyarlarında sıvı duman uygulaması üzerine daha derin ve detaylı çalışmaların yapılarak bu ürün grubunun su ürünleri üretim sektörüne kazandırılması gerektiğı sonucuna bu çalışmayla varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Adli, A., & Baghaei, F., 2013, Production and supply of rainbow trout in Iran and the World, *Fish and Marine Sciences*, 5 (3), 335-341.
- Airado-Rodríguez, D., Høy, M., Skaret, J., & Wold, J.P., 2014, From multispectral imaging of autofluorescence to chemical and sensory images of lipid oxidation in cod caviar paste, *Talanta*, 122, 70-79.
- Alfonzo, A., Martorana, A., Guarrasi, V., Barbera, M., Gaglio, R., Santulli, A., & Francesca, N., 2017, Effect of the lemon essential oils on the safety and sensory quality of salted sardines (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792), *Food Control*, 73, 1265-1274.
- AL-Jabri, N.N., & Hossain, M.A., 2016, Chemical composition and antimicrobial potency of locally grown lemon essential oil against selected bacterial strains, *Journal of King Saud University-Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2016.08.008> [Ziyaret tarih: 31 Mayıs 2017].
- Antonacopoulos, N., & Vyncke, W., 1989, Determination of volatile basic nitrogen in fish: a third collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA), *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forscdetthung A*, 189 (4), 309-316.
- AOAC, 1998a, *Meat and Meat Products: Official Method 928.08, Nitrojen in Meat, Kjeldahl Method*, Official Methods of Analysis of AOAC International, In: Cunniff, P. (ed.), Chapter 39, 16th Ed. AOAC, Gaithersbury, MD., USA.
- AOAC, 1998b, *Official Method 980.46, Moisture in Meat*, Official Methods of Analysis of AOAC International, In: Cunniff, P. (ed.), Chapter 39, 16th Ed. AOAC, Gaithersbury, MD., USA.
- AOAC, 1998c, *Fish and Other Marine Products, Official Method 938.08, Ash of Seafood*, Official Methods of Analysis of AOAC International, In: Cunniff, P. (ed.), Chapter 35, 16th Ed. AOAC, Gaithersbury, MD., USA.
- Baker, A.K., Vixie, B., Rasco, B.A., Ovissipour, M., & Ross, C.F., 2014, Development of a lexicon for caviar and its usefulness for determining consumer preference, *Journal of Food Science*, 79(12); 2533-2541.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M., 2008, Biological effects of essential oils—a review, *Food and Chemical Toxicology*, 46 (2), 446-475.
- Balaswamy, K., Prabhakara Rao, P.G., Rao, D.G., & Jyothirmayi, T., 2010, Effects of pretreatments and salt concentration on rohu (*Labeo rohita*) roes for preparation of roe pickle, *Journal of Food Science and Technology*, 47 (2), 219-223.

- Basby, M. 1997, Lightly salted lumpfish roe composition, spoilage, safety and preservation, DFU-rapport No. 46-97, *Ministry of Feed Agriculture and Fisheries, Lyngby, Denmark*, 223, <http://www.fao.org/3/a-a0685e/a0685e03.pdf> [Ziyaret tarihi: 27 Eylül 2016].
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., & Karadoğan, T., 2004, Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey, *Food Control*, 15 (3), 169-172.
- BBC, 2016. Caviar recipes. <http://www.bbc.co.uk/food/caviar> [Ziyaret tarihi: 09 Kasım 2016].
- Bekhit, A.E.D.A., Morton, J.D., & Dawson, C.O., 2008, Effect of processing conditions on trace elements in fish roe from six commercial New Zealand fish species, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (12), 4846-4853.
- Bekhit, A.E.D.A., Morton, J.D., Dawson, C.O., Zhao, J.H., & Lee, H.Y., 2009, Impact of maturity on the physicochemical and biochemical properties of chinook salmon roe, *Food Chemistry*, 117 (2), 318-325.
- Bjørndal, B., Burri, L., Wergedahl, H., Svardal, A., Bohov, P., & Berge, R.K., 2012, Dietary supplementation of herring roe and milt enhances hepatic fatty acid catabolism in female mice transgenic for hTNF α , *European Journal of Nutrition*, 51 (6), 741-753.
- Bledsoe, G.E., Bledsoe, C.D., & Rasco, B., 2003, Caviars and fish roe products, *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 43 (3), 317-356.
- Bledsoe, G., & Rasco, B., 2006, Caviar and fish roe, *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, 135.
- Brandas, V., Orrù, G., Carraro, V., Sanna, A., Brajon, G., Salati, F., & Coroneo, V., 2015, Recovery of *Staphylococcus aureus* in Gray Mugil cephalus Roe (Bottarga): Investigation by an Integrated Cultural/Molecular Approach, *Journal of Food Science*, 80 (6), 1285-1290.
- Brezil, 2013, Trout caviar developed, *FIS*, <http://fis.com/fis/Worldnews/worldnews.asp?monthyear=82013&day=15&id=62876&l=e&country=&special=&ndb=1&df=1>, [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2016].
- Bronzi, P., & Rosenthal, H., 2014, Present and future sturgeon and caviar production and marketing: a global market overview, *Journal of Applied Ichthyology*, 30 (6), 1536-1546.
- Burt, S., 2004, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223-253.
- Calo, J.R., Crandall, P.G., O'Bryan, C.A., & Ricke, S.C., 2015, Essential oils as antimicrobials in food systems—A review, *Food Control*, 54, 111-119.

- Caprino, F., Moretti, V.M., Bellagamba, F., Turchini, G.M., Busetto, M.L., Giani, I., & Pazzaglia, M. 2008, Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), *Analytica Chimica Acta*, 617 (1), 139-147.
- Cardinal, M., Cornet, J., & Vallet, J.L., 2002, Sensory characteristics of caviar from wild and farmed sturgeon, *International Review of Hydrobiology*, 87 (5-6), 651-659.
- Çelik, U., Altinelataman, C., Dinçer, T., & Acarlı, D., 2012, Comparison of Fresh and Dried Flathead Grey Mullet (*Mugil cephalus*, Linnaeus 1758) Caviar by means of Proximate Composition and Quality Changes during Refrigerated Storage at 4±2 C., *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(1), 1-5
- Çoban, Ö.E., Patir, B., & Yilmaz, Ö., 2014, Protective effect of essential oils on the shelf life of smoked and vacuum packed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) fillets, *Journal of Food Science and Technology*, 51 (10), 2741-2747.
- De Meulenaer, T., & Raymakers, C., 1996, Species in Danger, *Traffic International*, Cambridge, UK, 75.
- Devatkal, S.K., Narsaiah, K., & Borah, A., 2010, Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties, *Meat Science*, 85 (1), 155-159.
- El, S. N., Karagozlu, N., Karakaya, S., & Sahin, S., 2014, Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils extracted from *Laurus nobilis* L. Leaves by using solvent-free microwave and hydrodistillation, *Food and Nutrition Sciences*, 5, 97-106.
- Erkan, N., & Bilen, G., 2010, Effect of essential oils treatment on the frozen storage stability of chub mackerel fillets, *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5 (1), 101-110.
- FAO 2016, FAO FishFinder, In FAO fisheries and aquaculture department. *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en, [Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2016].
- FDA, 1984, Bacteriological Analytical Manual, 6th ed., Food and Drug Administration, Washington, D.C.
- Fernandes, L., Casal, S., Cruz, R., Pereira, J.A., & Ramalhosa, E., 2013, Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties, *Food Research International*, 50 (1), 161-166.
- Fioretto, F., Cruz, C., Largeteau, A., Sarli, T.A., Demazeau, G., & El Moueffak, A., 2005, Inactivation of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis* in tryptic soy broth and caviar samples by high pressure processing, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38 (8), 1259-1265.

- Fisher, K., & Phillips, C., 2008, Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer?, *Trends in Food Science & Technology*, 19 (3), 156-164.
- Flick, G.J., & Kuhn, D.D., 2012, Smoked, cured, and dried fish, *The Seafood Industry: Species, Products, Processing, and Safety, Second Edition*, 404-426.
- Fodor, A., Bungău, S., Pallag, A.M., & Mirela liŃ, D., 2011, Assessment of Degree of Freshness and Quality Of Products Type "Fish Roe" Sold In Supermarket Chain Stores. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie şi Tehnologii de Industrie Alimentară*, 10(A), 177-181, [Ziyaret tarihi: 02 Ekim 2016].
- Food Standards Agency 2000, The Food Standards Agency Approach to Risk, London: The Food Standards Agency, 2000 ISO. *BS 5098:1992 (ISO 5492). Glossary of Terms relating to sensory analysis*, Geneva: International Standards Organisation, 1992.
- FSAI (Food Safety Authority of Ireland), 2012, Guidance on flavourings. <https://www.fsai.ie/guidanceonflavourings.html> [Ziyaret tarihi: 04 Aralık 2016].
- Gall, K., Reddy, K.P., & Regenstien, J.M., 2000, "Specialty Seafood product". Marine science and Freshwater Products handbook. In: Ed Martin, R.E., Carter, E.P., Ed Flick, G.J., Davis, L.M. (ed.), Pennsylvania, U.S.A, 403-416.
- García-Díez, J., Alheiro, J., Pinto, A.L., Soares, L., Falco, V., Fraqueza, M.J., & Patarata, L., 2016, Behaviour of food-borne pathogens on dry cured sausage manufactured with herbs and spices essential oils and their sensorial acceptability, *Food Control*, 59, 262-270.
- Gessner, J., Wirth, M., Kirschbaum, F., & Patriche, N., 2002, Processing techniques for caviar and their effect on product composition, *International Review of Hydrobiology*, 87 (5-6), 645-650.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı., 2017. Su Ürünleri İstatikleri. <https://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf> [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2017].
- Gill, C.O., 1986, The control of microbial spoilage in fresh meats, In *Advances in meat research*, Macmillan Education UK, 49-88.
- Goulas, A.E., & Kontominas, M.G., 2005, Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes, *Food Chemistry*, 93 (3), 511-520.
- Gram, L., 2009, *Microbial spoilage of fish and seafood products*, Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages, In: Sperber, W.H., and Doyle, M.P (ed.), Springer, New York, USA, 87-120.

- Hanganu, A., Todaşcă, M.C., Chira, N.A., Maganu, M., & Roşca, S., 2012, The compositional characterisation of Romanian grape seed oils using spectroscopic methods, *Food Chemistry*, 134 (4), 2453-2458.
- Heshmati, M.K., Hemdani, N., & Shahedi, M., 2011, Evaluation of nano-composite packaging containing ZnO on Shelf-life of caviar, *6th International CIGR Technical Symposium Towards a Sustainable Food chain, Food Process, Bioprocessing and Food Quality Management*, Nisan 18-20, Nantes, Fransa.
- Himelbloom, B.H., & Crapo, C.A., 1997, Microbial evaluation of Alaska Salmon Caviar, *Journal of Food Protection*, 61(5); 626-628.
- Holley, R.A., & Patel, D., 2005, Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22 (4), 273-292.
- Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R.L., 2012, Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components, *Frontiers in Microbiology*, 3, 1-24.
- IHOC (International House of Caviar Limited), 2015, Trout caviar. http://caviarco.com/index.php?route=product/category&path=67_73 [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2016].
- İnanlı, A.G., Coban, Ö.E. & Dartay, M., 2010, The chemical and sensorial changes in rainbow trout caviar salted in different ratios during storage, *Fisheries Science*, 76(5); 879-883.
- Inanli, A.G., Oksuztepe, G., Ozpolat, E., & Coban, O.E., 2011, Effects of acetic acid and different salt concentrations on the shelf life of caviar from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W. 1972), *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (23), 3172-3178.
- Ingólfssdóttir, S. 1987. Investigations of the bacteriological status of lumpfish roe in sac. (In Icelandic). Doktora tez, University of Iceland, Reyjavk.
- Intarasirisawat, R., Benjakul, S., & Visessanguan, W., 2011, Chemical compositions of the roes from skipjack, tongol and bonito. *Food Chemistry*, 124 (4), 1328-1334.
- Jami, M., Ghanbari, M., Zunabovic, M., Domig, K.J., & Kneifel, W., 2014, *Listeria monocytogenes* in aquatic products –A review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Technology*, 13 (5), 798-813.
- Jelodar, A. S., & Safari, R. 2006, Microbial and chemical quality evaluation of caviar in Iranian processing plants in line with the European Community code, *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (s1), 411-415.
- Johannesson, J., 2006, *Lumpfish caviar: from vessel to consumer* (No. 0-485), Food & Agriculture Org. <http://www.fao.org/docrep/009/a0685e/a0685e00.htm> [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2016].

- Kaba, N., Corapci, B., Eryasar, K., & Karabek, H.N., 2013, Sensory, chemical and microbiological characteristics of canned smoked whiting roe pate, *GIDA Journal of Food*, 38 (5), 259-266.
- Kaitaranta, J.K., Lamppu, R., & Linko, R.R., 1980, Amino acid content of Baltic herring and rainbow trout roe, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28 (5), 908-911.
- Kirschbaum, J., Krause, C. and Brückner, H., 2006, Liquid chromatographic quantification of synthetic colorants in fish roe and caviar, *European Food Research and Technology*, 222 (5-6), 572-579.
- Kocatepe, D., Turan, H., Kaya, Y., Erden, R., Erdoğan, F., 2012, Proximate chemical composition of Whiting (*Merlangius Merlangus euxinus* Nordmann, 1840) roe, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21; 362-368.
- Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G., 2009, Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets, *Food Microbiology*, 26(5), 475-482.
- Kramer, D.E., 1997, *Seafood quality assurance*, Elsevier, Amsterdam, 220.
- Kykkidou, S., Giatrakou, V., Papavergou, A., Kontominas, M.G., & Savvaidis, I.N., 2009, Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 °C, *Food Chemistry*, 115 (1), 169-175.
- Lee, H.J., Park, S. H., Yoon, I.S., Lee, G., Kim, Y.J., Kim, J. & Heu, M.S., 2016, Chemical composition of protein concentrate prepared from Yellowfin tuna *Thunnus albacores* roe by cook-dried process, *Fisheries and Aquatic Science*, 19(12); 1-8.
- Leitritz, E., 1959, *Trout and Salmon Culture (Hatchery Methods)*, State of California Department of Fish and Game Fish Bulletin, 107
- Li, C., Huang, L., & Hwang, C.A. 2017, Effect of temperature and salt on thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in Salmon Roe, *Food Control*, 73, 406-410.
- Lingbeck, J.M., Cordero, P., O'Bryan, C.A., Johnson, M.G., Ricke, S.C., & Crandall, P.G., 2014, Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation, *Meat Science*, 97 (2), 197-206.
- Lu, X., & Rasco, B.A., 2014, Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sexual maturation and caviar quality, *Reviews in Aquaculture*, 6 (2), 89-99.
- Lucera, A., Costa, C., Conte, A., & Del Nobile, M. A., 2012, Food applications of natural antimicrobial compounds, *Frontiers in Microbiology*, 3, 103-115.

- Ludwig, A., Lieckfeldt, D., & Jahrl, J., 2015, Mislabeled and counterfeit sturgeon caviar from Bulgaria and Romania, *Journal of Applied Ichthyol*, 31, 587-591.
- Machado, T.M., Tabata, Y.A., Casarini, L.M., & Sumico, N., 2015, Economic Viability to Produce Caviar Substitute Using Roes of Rainbow Trout, *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 41 (1), 69-77.
- Machado, T.M., Tabata, Y.A., Takahashi, N.S., Casarini, L.M., Neiva, C.R.P., & Henriques, M.B., 2016, Caviar substitute produced from roes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Acta Scientiarum. Technology*, 38 (2), 233.
- Magnusson, H., & Martinsdottir, E., 2006, Microbiological changes during the storage of Lumpfish caviar, *Icelandic Fisheries Laboratory report*, 02-06.
- Mahmoud, K.A.S., Linder, M., Fanni, J., & Parmentier, M., 2008, Characterisation of the lipid fractions obtained by proteolytic and chemical extractions from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe, *Process Biochemistry*, 43 (4), 376-383.
- Mandal, S., & Debmandal, S., 2015, *Thyme (Thymus vulgaris L.) oils*, Essential oils in Food Preservation, Flavor and Safety, In: Preedy, V. (ed.), Chap. 94, London, UK, 825-832.
- Manuela A.G., Robert, V.A., Yoannis, N., Elvira, L., Rossana, R., Roberta, M., & Daniele, G., 2011, Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus L.*) and their salted product "Bottarga", *Food and Nutrition Sciences*, 2, 736-743.
- Marsh, L.S., 2012, Major Cultured Species. *The Seafood Industry: Species, Products, Processing, and Safety, Second Edition*, ISBN: 978-0-8138-0258-9, 63-70.
- Martinez, O., Salmeron, J., Guillen, M.D., & Cassas, C., 2007, Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo Salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings, *Food Chemistry*, 100(2); 498-503.
- Mastromatteo, M., Incoronato, A.L., Conte, A. and Del Nobile, M.A., 2011, Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging, *International Journal of Food Microbiology*, 150 (1), 1-7.
- Matthäus, B., 2008, Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight?, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110 (7), 645-650.
- Medford, B.A., & Mackay, W.C., 1978, Protein and lipid content of gonads, liver, and muscle of northern pike (*Esox lucius*) in relation to gonad growth, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 35 (2), 213-219.
- Mejlholm, O., & Dalgaard, P., 2002, Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34 (1), 27-31.

- Memis, D., 2014, A short history of sturgeon caviar production in Turkey, *Journal of Applied Ichthyology*, 30 (6), 1552-1556.
- Menrad, K., 2003, Market and marketing of functional food in Europe, *Journal of Food Engineering*, 56 (2), 181-188.
- Miettinen, H., Arvola, A. and Wirtanen, G., 2005, Pasteurization of rainbow trout roe: *Listeria monocytogenes* and sensory analyses, *Journal of Food Protection*, 68 (8), 1641-1647.
- Mirsadegi, H., Alishahi, A., Shabanpour, B., & Safari, S., 2015, Fatty acid composition and qualitative changes of salted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerator storage, *Persian Journal of Seafood Science and Technology*, 1,21-29.
- Miya, S., Takahashi, H., Ishikawa, T., Fujii, T., & Kimura, B., 2010, Risk of *Listeria monocytogenes* contamination of raw ready-to-eat seafood products available at retail outlets in Japan, *Applied and Environmental Microbiology*, 76(10), 3383-3386.
- Mohamed, H.B., Duba, K.S., Fiori, L., Abdelgawed, H., Tlili, I., Tounekti, T., & Zrig, A., 2016, Bioactive compounds and antioxidant activities of different grape (*Vitis vinifera* L.) seed oils extracted by supercritical CO₂ and organic solvent, *LWT-Food Science and Technology*, 74, 557-562.
- Mol, S., Erkan, N., Uçok, D., & Tosun, Ş.Y., 2007. Effect of Psychrophilic Bacteria to estimate Fish Quality. *Journal of Muscle Foods*, 18, 120-128.
- Mol, S., & Turan, S., 2008, Comparison of proximate, fatty acids and amino acid compositions of various types of fish roes, *International Journal of Food Properties*, 11; 669-677.
- Monavar, H.M., Afseth, N.K., Lozano, J., Alimardani, R., Omid, M., & Wold, J.P., 2013, Determining quality of caviar from Caspian Sea based on Raman spectroscopy and using artificial neural networks, *Talanta*, 111, 98-104.
- Muratore, G., Mazzaglia, A., LANZA, C., & Licciardello, F., 2007, Effect of process variables on the quality of swordfish fillets flavored with smoke condensate, *Journal of Food Processing and Preservation*, 31 (2), 167-177.
- Nordøy, A., Marchioli, R., Arnesen, H., & Videbæk, J. 2001, n 3 Polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases: To whom, how much, preparations, *Lipids*, 36, 127-129.
- Oeleker, K., Alter, T., Kleer, J., Pund, R.P., Gölz, G., Hildebrandt, G. and Huehn, S., 2015, Microbiological and chemical investigation of caviar at retail, *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 10 (1), 35-37.
- Olafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., & Nilsen, H., 1997, Methods to evaluate fish freshness in research and industry, *Trends in Food Science and Technology*, 8(8), 258-265.

- Oraei, M., Motalebi, A.A., Hoseini, E., & Javan, S., 2011, Effect of Gamma irradiation and frozen storage on microbial quality of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10 (1), 75-84.
- Özden, Ö., İnuğur, M., & Erkan, N., 2007, Preservation of iced refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes, *European Food Research and Technology*, 225(5-6), 797-805.
- Özpolat, E., & Patir, B., 2009, Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yumurtasından havyar yapımı ve bazı kimyasal parametreler üzerine araştırmalar, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Derneği*, 5; 1-2.
- Özpolat, R., & Patir, B., 2010, Vakum ambalajlı Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) havyar üretimi ve muhafazası sırasında mikrobiyolojik kalitesinde meydana gelen değişimler, *e-journal of New World Sciences Academy*, 5(4), 336-343.
- Patel, S., 2015, Plant essential oils and allied volatile fractions as multifunctional additives in meat and fish-based food products: a review, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32 (7), 1049-1064.
- Patir, B., Ozpolat, E., Seker, P., & Yalcin, H., 2010, Production of Vacuum Packaged Caviar of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Changes in Microbiological Quality During Storage, Firat University, *Veterinary Journal of Medical Sciences*, 25 (1), 31-36.
- Pourashouri, P., Yeganeh, S., & Shabanpour, B., 2015, Chemical and microbiological changes of salted Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*) roe, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(1), 176-187.
- Raesi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Mirhosseini, S.H., & Hosseini, S.M.H., 2015, Effect of carboxymethyl cellulose-based coatings incorporated with Zataria multiflora Boiss, essential oil and grape seed extract on the shelf life of rainbow trout fillets, *LWT-Food Science and Technology*, 64 (2), 898-904.
- Randazzo, W., Jiménez-Belenguer, A., Settanni, L., Perdonés, A., Moschetti, M., Palazzolo, E., & Moschetti, G., 2016, Antilisterial effect of citrus essential oils and their performance in edible film formulations, *Food Control*, 59, 750-758.
- Rao, P.G.P., Balaswamy, K., Jyothirmayi, T., Karuna, M.S.L., & Prasad, R.B.N., 2015, *Fish Roe Lipids: Composition and Changes During Processing and Storage*, Processing and impact on Active Components in Food, In: Preedy, V.R. (ed.), Chapter 56, Academic Press, United States of America, 463-468.
- Razavilar, V., & Rezvani, S., 2004, Microbial risk assessment of Persian caviar during processing and cold storage, *Developments in Food Science*, 42, 441-446.
- Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Bonesi, M., Tundis, R., Menichini, F., Picci, N., & Loizzo, M.R., 2015, Evaluation of fatty acids and biogenic amines profiles in mullet and

- tuna roe during six months of storage at 4 °C, *Journal of Food Composition and Analysis*, 40, 52-60.
- Roberfroid, M.B., 2000, An European consensus of scientific concepts of functional foods, *Nutrition*, 16, 689-691.
- Rodrigo, J., Ros, G., Periago, M.J., Lopez, C., & Ortuno, J., 1998, Proximate and mineral composition of dried salted roes of hake (*Merluccius merluccius*, L.) and ling (*Molva molva*, L.), *Food Chemistry*, 63(2); 221-225.
- Rosa, A., Scano, P., Melis, M.P., Deiana, M., Atzeri, A., & Dessi, M.A., 2009, Oxidative stability of lipid components of mullet (*Mugil cephalus*) roe and its product "bottarga", *Food Chemistry*, 115 (3), 891-896.
- Safari, R., & Yosefian, M., 2006, Changes in TVN (Total Volatile Nitrogen) and psychrotrophic bacteria in Persian sturgeon Caviar (*Acipenser persicus*) during processing and cold storage, *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (s1), 416-418.
- Safari, R., & Yousefi, Z., 2010, Study of Clostridium botulinum by Various Formulations of Salt and Preservatives in Persian Caviar, *Environmental Justice*, 3 (1), 27-32.
- Saffron, I., 2002, Caviar in crisis: luxury food and market failure (Interview), *Multinational Monitor*, 23(12), 24-29.
- Schröder, M.J.A., 2003, Food quality and Consumer Value, Springer, Germany, ISBN: 3-540-43914-5, 137-157.
- Schubring, R., 2004, Differential scanning calorimetric (DSC) measurements on the roe of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): influence of maturation and technological treatment, *Thermochimica Acta*, 415 (1), 89-98.
- Settanni, L., Palazzolo, E., Guarrasi, V., Aleo, A., Mammina, C., Moschetti, G., & Germanà, M.A., 2012, Inhibition of foodborne pathogen bacteria by essential oils extracted from citrus fruits cultivated in Sicily, *Food Control*, 26 (2), 326-330.
- Shah, A.A., Tokunaga, C., Kurihara, H., & Takahashi, K., 2009, Changes in lipids and their contribution to the taste of migaki-nishin (dried herring fillet) during drying, *Food Chemistry*, 115 (3), 1011-1018.
- Sharma, H., Mendiratta, S.K., Agrawal, R.K., Gurunathan, K., Kumar, S., & Singh, T.P., 2017, Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 81, 118-127.
- Shin, J.H., Oliveira, A., & Rasco, B.A., 2010, Quality attributes and microbial storage stability of caviar from cultivated white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), *Journal of Food Science*, 75 (1), C43-C48.

- Shirai, N., Higuchi, T., & Suzuki, H., 2006, Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko, *Food Chemistry*, 94 (1), 61-67.
- Si, W., Gong, J., Tsao, R., Zhou, T., Yu, H., Poppe, C., & Du, Z., 2006, Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria, *Journal of Applied Microbiology*, 100 (2), 296-305.
- Sikorski, Z.E., 1994, The contents of proteins and other nitrogenous compounds in marine animals, In Sikorski, Z.E., Pan, B.S. and Shahidi, F. (ed.), *Seafood proteins*, New York: Chapman and Hall, 6-12.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., & Lugasi, A., 2008, Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. A review, *Appetite*, 51 (3), 456-467.
- Siskos, I., Zotos, A., Melidou, S., & Tsikritzi, R., 2007, The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical changes during chilled storage, *Food Chemistry*, 101 (2), 458-464.
- Sümbüloğlu, K., & Sümbüloğlu, V., 2002, *Biyostatistik*, Hatiboğlu Basım ve yayım San, Tic. Ltd. Sti., Ankara, ISBN: 975-7527-12-2, 99-100.
- Suñen, E., Aristimuño, C., & Fernandez-Galian, B., 2003, Activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged, cold-smoked rainbow trout stored at 4 °C, *Food Research International*, 36 (2), 111-116.
- Suñen, E., Fernandez-Galian, B., & Aristimuño, C., 2001, Antibacterial activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* at low temperature, *Food Microbiology*, 18 (4), 387-393.
- Şengör, G. F., Cihaner, A., Erkan, N., Özden, Ö., & Varlık, C., 2002, Topan kefalı (*Mugil cephalus*, L. 1758) yumurtasından havyar eldesi, randımanı ve kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26; 183-187.
- Taghiof, M. and Proximate, N.M.P.K., 2012, fatty acid composition of salted caspian kutum (*Rutilus frisii*) roes influenced by storage temperature and vacuum-packaging, *World J Fish Marine Sci*, 4 (5), 525-529.
- Tocher, D.R. and Sargent, J.R., 1984, Analyses of lipids and fatty acids in ripe roes of some northwest European marine fish, *Lipids*, 19 (7), 492-499.
- Tsuyuki, H., Cheng, J., Williscroft, S. N., Ronald, A.P., Huzyk, L., 1977, Pacific Salmon Roe Processing, *Fisheries and Marine Service*, 682, 1-46.
- TÜİK, 2017, Su ürünleri istatistikleri, Tük matbaası, Ankara, ISBN: 978-97519-6242-3.

- UCD Institute of Food and Health, 2013, Fish as a functional food: some issues and outcome, 9A, <http://www.ucd.ie/t4cms/Supplement%209A%20Fish%20as%20a%20functional%20food.pdf> [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2016].
- United States Department of Agriculture (USDA) 2000, Rainbow trout (*Orcorhynchus mykiss*). <https://www.fws.gov/northeast/wssnfh/pdfs/rainbow1.pdf> [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2016].
- Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H., 1993, *Quality control principles and methods in fish association of food technology*, Istanbul University, Istanbul, Publication number 17, 174 p.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., & Baygar, T., 2011, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ISBN:978-975-404-898-9.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., & Üçok Alakavuk, D., 2007, Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol. İstanbul Üniversitesi Yayın No:2 Fakülte Yayın No:8 ISBN 975-404-771-5.
- Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R.K. and Kumar, A., 2015, Essential oils as natural food antimicrobial agents: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55 (10), 1320-1323.
- Villegas, A., 2014, Brazil producers experiment with trout caviars, *Undercurrent news*. <https://www.undercurrentnews.com/2014/01/14/brazil-producers-experiment-with-trout-caviar/> [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2016].
- Voidarou, C., Alexopoulos, A., Plessas, S., Noussias, H., Stavropoulou, E., Fotou, K. and Demertzi-Akrida, K., 2011, Microbiological quality of grey-mullet roe, *Anaerobe*, 17 (6), 273-275.
- Vuorela, R., Kaitaranta, J., and Linko, R.R., 1979, Proximate composition of fish roe in relation to maturity, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 12; 186-188.
- Vyncke, W., 1981, 12th Western European Fish Technologists' Association (WEFTA) Meeting, *Copenhagen, Denmark*.
- Wang, W., Batterman, S., Chernyak, S. and Nriagu, J., 2008, Concentrations and risks of organic and metal contaminants in Eurasian caviar, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 71 (1), 138-148.
- Whiteway, S., 1997, *Evaluation of preservative methods for lumpfish (Cyclopterus lumpus) Caviar* (Doctoral dissertation, Memorial University of Newfoundland), Retrieved from <http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/ftp04/mq25899.pdf> [Ziyaret tarihi: 30 Eylül 2016].

WHO, 2002, The World Health Report 2002: Reducing risks, Promoting Healthy Life, 30 October 2002, World Health Organisation, Geneva.

WHO, 2015, Food safety. World Health Organization 399. <http://www.who.int/campaigns/world-health-day/2015/fact-sheet.pdf?ua=1> [Ziyaret tarihi: 30 Eylül 2016].

Wirth, M., Kirschbaum, F., Gessner, J., Krüger, A., Patriche, N. and Billard, R., 2000, Chemical and biochemical composition of caviar from different sturgeon species and origins. *Molecular Nutrition & Food Research*, 44 (4), 233-237.

World Wide Fund (WWF), 2010, Freshwater Trout Aquaculture Dialogue. http://assets.worldwildlife.org/publications/69/files/original/Freshwater_Trout_Aquaculture_Dialogue_Factsheet_TroutBB.pdf?1344867120 [Ziyaret tarihi: 23 Ekim 2016].

World Wildlife Fund, 2013, The Caviar Trade. http://danube-sturgeons.org/wp-content/uploads/2013/01/Sturgeons_Caviar_Factsheet1.pdf, [Ziyaret tarihi: 09 Nisan 2016].

Zaitsev, V., Kizevetter, I., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L. and Podsevalov, V., 1969, In "Fish Curing and Processing", MIR Publishers, Moscow, 74.

800-Caviar.com. <http://www.1-800-caviar.com/caviar-guide.html>, [Ziyaret tarihi: 15 Aralık 2016].

<https://www.caviarhouse-prunier.com/prunier-malossol-4>, [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2017].

<http://www.deandeluca.com/pressed-caviar-by-jacques-pepin> [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2017].

<https://www.imprentas.eu/en/specialties/205-bottarga-mullet-roe.html> [Ziyaret tarihi: 03 June 2017].

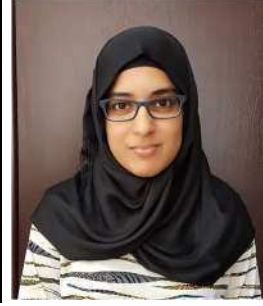
<https://lummiislandwild.com/our-seafood/ikura-salmon-caviar/> [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2017].

<https://www.sushisushi.co.uk/products/tobiko> [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2017].

http://www.azumafoods.ca/products/image_82_160.html [Ziyaret tarihi: 17 Mayıs 2017].

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Bibi Aaishah Ollee
Doğum Yeri	Mauritius
Doğum Tarihi	07.03.1989
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input checked="" type="checkbox"/> Diğer: Mauritius
Telefon	05319184895; +2302839175
E-Posta Adresi	aaish0703@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	University of Mauritius
Fakülte	Faculty of Agriculture
Bölümü	Food Science and Technology
Mezuniyet Yılı	2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi
Programı	Su Ürünleri İşleme Teknolojisi
Mezuniyet Tarihi	2017

Makale ve Bildiriler	
Ollee, B.A. ve Özden, Ö. (2017) The Use of Aromatic Plant Oils in The Processing of Trout Eggs And Their Effect on Sensory Preferences <i>I. Uluslararası Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Kongresi</i> , 09-12 Mayıs 2017, Konya	