

FARKLI MUHAFAZA SÜRELERİNDE DERİN
DONDURUCUDA DEPOLANARAK SICAK
DUMANLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus
mykiss*, Walbaum 1792) FİLETOLARINDA KALİTE
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

BAYRAM KÖSTEKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI MUHAFAZA SÜRELERİNDE DERİN DONDURUCUDA
DEPOLANARAK SICAK DUMANLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARINDA KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ

BAYRAM KÖSTEKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM

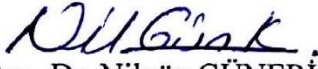
SİNOP – 2016

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

BAYRAM KÖSTEKLİ tarafından hazırlanan “FARKLI MUHAFAZA SÜRELERİNDE DERİN DONDURUCUDA DEPOLANARAK SICAK DUMANLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARINDA KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı bu çalışma, 23.12.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM
Jüri Başkanı



Doç. Dr. Nilgün GÜNERİ
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL
Jüri Üyesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

**FARKLI MUHAFAZA SÜRELERİNDE DERİN DONDURUCUDA
DEPOLANARAK SICAK DUMANLANAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARINDA KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada, taze (K: kontrol) ve derin dondurucuda (-18°C) 6 ay (A) ile 12 ay (B) boyunca depolanmış gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) sıcak dumanlanmıştır. Sıcak dumanlanan gökkuşağı alabalıkları bozuluncaya kadar buzdolabında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiş ve derin dondurucuda depolanma süresinin raf ömrüne etkisi kimyasal (TVB-N, TBA, pH,), mikrobiyolojik (TMAB, TPAB, TMK, TKB) ve duyu analizler (renk, koku, tat, tekstür, genel beğeni) ile tespit edilmiştir.

K, A ve B gruplarında deneme başında sırasıyla $15,41\pm 0,25$, $22,99\pm 0,68$ ve $25,84\pm 0,12$ mg/100 g olarak tespit edilen TVB-N değerleri, deneme sonunda (K, A ve B için; 14. 9. ve 3. günde) sırasıyla $36,56\pm 0,35$, $36,80\pm 0,33$ ve $36,63\pm 0,58$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. Deneme başında K, A ve B gruplarında sırasıyla $0,62\pm 0,05$, $0,71\pm 0,01$ ve $1,75\pm 0,02$ malonaldehit/kg olarak belirlenen TBA miktarları, deneme sonunda $8,55\pm 0,01$, $8,35\pm 0,1$ ve $8,19\pm 0,01$ malonaldehit/kg olarak belirlenmiştir. K, A ve B gruplarının deneme başında ölçülen pH değerleri ise, $5,93\pm 0,04$, $5,47\pm 0,02$ ve $6,02\pm 0,01$ iken, deneme sonunda bu değerler 16. günde $6,11\pm 0,01$, 13. günde $6,24\pm 0,02$ ve 7. günde $5,96\pm 0,06$ olarak tespit edilmiştir. Derin dondurucuda depolama süresinin TVB-N, TBA ve pH değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

K, A ve B gruplarındaki TMAB sayıları, deneme başında $1,63\pm 0,02$, $2,29\pm 0,03$ ve $2,3\pm 0,02$ logkob/g iken, deneme sonunda $6,33\pm 0,08$, $6,31\pm 0,07$ ve $6,29\pm 0,05$ logkob/g olarak tespit edilmiştir. Bu artışlarda depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Duyusal kontrol yöntemlerinden tüm kriterler (renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni) ile belirlenen raf ömrü K grubunda 15, A grubunda 12 ve B grubunda ise 5 gün olarak tespit edilmiştir.

Bu verilere göre 6 ay derin dondurucuda depolanmış alabalıkların işlenerek tüketilmesinin uygun olacağı, 12 ay depolanan ürünlerin işlenmesinin ise raf ömrü açısından uygun olmayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, donmuş muhafaza, sıcak dumanlama, raf ömrü, kalite.

DETERMINATION OF QUALITY CHANGES OF HOT SMOKED RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS KEPT IN THE DEEP FREEZE FOR DIFFERENT STORAGE TIME PERIODS

ABSTRACT

In this study, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792), stored for 6 months (A) and 12 months (B) in deepfreeze (-18°C) and fresh (K: control) was subjected to hot smoking. Hot smoked rainbow trout was kept in refrigerator conditions (4±1°C) and the effect storage time in deep freezing on shelf life was evaluated by chemical (TVB-N, TBA, pH), microbiological (TMAB, TPAB, TYM, TCB) and sensory analyzes (color, smell, taste, general appreciation).

TVB-N values which were determined as 15,41±0.25, 22,99±0,68 and 25,84±0,12 mg/100 g at the beginning of the experiment in K, A and B groups and determined as 36,56±0,35 (14th day), 36,80±0,33 (9th day) and 36,63±0,58 mg/100g (3th day) at the end of experiment, respectively. At the beginning of the trial, amounts of TBA, was determined as 0,62 ± 0,05, 0,71 ± 0,01 and 1,75 ± 0,02 malonaldehyde/kg in K, A and B groups and found as 8,55±0,01, 8,35±0,1 and 8,19±0,01 malonaldehyde/kg at the end of the trial respectively. The measured pH values of the K, A and B groups at the beginning of the experiment were 5,93 ± 0,04, 5,47±0,02 and 6,02 ± 0,01, respectively. These values were found as 6,11±0,01, 6,24±0,02 and 5.96±0.06, at the end of trial for K, A and B. The effect of freezing storage time on TVB-N, TBA and pH values was found significantly important (p<0.05).

While the numbers of TMAB in groups K, A and B were 1,63±0,02, 2,29±0,03 and 2,3±0,02 logkob/g at the beginning of the experiment and these values were found as 6,33±0,08, 6,31±0,07 and 6,29±0,05 logkob/g at the end of experiment, respectively.

When all the criteria (color, odour, flavour, texture and overall acceptance) of sensory freshness control methods were evaluated, shelf life was determined as 15 in group K, 12 in group A and 5 days in group B.

According to these results, it is considered that the processing of trout stored for 6 months in deep freezing will be suitable for consumption and the processing of products stored for 12 months will not be suitable for shelf life.

Key words: Rainbow trout, frozen storage, hot smoke, shelf life, quality.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince benden bilgisini, tecrübesini, yardımını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen başta danışman Hocam Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM'e, tez çalışmam sırasında her konuda beni destekleyen, bilgileri ve önerileri ile yönlendiren, zaman mekan ayırmaksızın yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Arş. Gör. İrfan Keskin, Arş. Gör. Serpil YAVUZ KESKİN, Arş. Gör. Murat Kerim, Arş. Gör. Ayşe PARLAK AKYÜZ, Doktora öğrencileri Gökhan YILDIZ ve Mehmet Bedrettin DUMAN'a tezime yaptıkları katkılardan dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Denemede kullanılan balıkların temin edilmesinde sağladıkları imkânlardan dolayı Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti. Yönetim Kurulu Başkanı Osman PARLAK'a teşekkür ederim.

Bütün hayatım ve tez çalışmam boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, büyük fedakârlıklar yaparak benim bu noktaya gelmemi sağlayan Sevgili Babam Hasan KÖSTEKLİ ve sevgili Annem Hürriyet KÖSTEKLİ'ye, kardeşlerim Burcu KÖSTEKLİ ve Kadir KÖSTEKLİ'ye ve her zaman yanımda olan ve sevgisini, gülümsemesini, desteğini eksik etmeyen sevgili gönül eşim Esin GÜRSOY'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri Üretimi	2
1.2. Balık Etinin Beslenme Açısından Önemi ve Kimyasal Bileşimi	8
2. GENEL BİLGİLER.....	12
2.1. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi.....	12
2.1.1. Dondurulmuş Su Ürünleri Teknolojisi	12
2.1.2. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi.....	14
2.1.2.1. Soğuk Dumanlama	16
2.1.2.2. Sıcak Dumanlama.....	16
2.1.2.3. Sıvı Dumanlama	17
2.1.2.4. Duman Elde Edilmesi ve Dumanın Bileşimi	18
2.1.2.5. Dumanlama İşleminde Dumanın Etkileri	19
2.1.2.6. Dumanlanmış Ürünlerde Kalite.....	22
2.1.2.7. Dumanlanmış Balıkta Bozulma ve Bozulmayı Etkileyen Faktörler	23
2.1.2.8. Dumanlanmış Ürünlerin Raf Ömrü	24
2.2. Literatür Özeti.....	24
2.2.1. Verim Hesabı ile İlgili Literatür Özeti	24
2.2.2. İnorganik Madde İçeriğindeki Değişimler ile İlgili Literatür Özeti	25
2.2.3. Yağlardaki Değişim ile İlgili Literatür Özeti.....	25
2.2.4. Protein İçeriğindeki Değişimler ile İlgili Literatür Özeti	26
2.2.5. Su ve Kuru Madde İçeriğindeki Değişimler ile İlgili Literatür Özeti.....	26
2.2.6. pH Değişimleri ile İlgili Literatür Özeti.....	26
2.2.7. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değeri ile İlgili Literatür Özeti.....	27
2.2.8. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri ile İlgili Literatür Özeti	28
2.2.9. Mikrobiyolojik Değişimler ile İlgili Literatür Özeti	29

2.2.10. Duyusal Değerlendirme ile İlgili Literatür Özeti.....	30
2.2.11. Raf Ömrü ile İlgili Literatür Özeti	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1. Materyal	33
3.1.1. Balık	33
3.1.2. Derin Dondurucu ve Buzdolabı	33
3.1.3. Dumanlama Fırını	34
3.1.4. Dumanlamada Kullanılan Talaş.....	34
3.1.5. Ambalaj Materyali	34
3.2. Yöntem.....	35
3.2.1. Deneme Aşamaları.....	35
3.2.1.1. Örneklerin Hazırlanması.....	35
3.2.1.2. Fileto Çıkarma.....	35
3.2.1.3. Salamura İşlemi	36
3.2.1.4. Sıcak Dumanlama İşlemi	36
3.2.1.5. Soğutma ve Paketleme İşlemleri	38
3.2.1.6. Soğuk Depolama	38
3.3. Analiz Metotları.....	39
3.3.1. Biyokimyasal Analiz Metotları.....	39
3.3.1.1. Ham Protein Analizi	39
3.3.1.2. Ham Yağ Analizi.....	39
3.3.1.3. Nem Analizi	40
3.3.1.4. Ham Kül Analizi.....	40
3.3.2. Kimyasal Analizler.....	40
3.3.2.1. pH Tayini	40
3.3.2.2. Toplam Uçucu Bazık Azot (TVB-N) Tayini	41
3.3.2.3. Tiyoarbitürik Asit (TBA) Tayini	41
3.3.3. Mikrobiyolojik Analizler.....	42
3.3.3.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örneklerin Hazırlanması	42
3.3.3.2. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) ve Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı	42
3.3.3.3. Toplam Maya-Küf Sayımı	43
3.3.3.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı.....	43
3.3.4. Duyusal Analiz.....	44

3.3.5. Et Verimi Hesaplama	44
3.3.6. İstatistiksel Değerlendirme	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. Verime Ait Bulgular	45
4.2. Biyokimyasal Kompozisyon Bulguları	45
4.3. Kimyasal Kalite Kriterleri	50
4.3.1. pH Tayini.....	50
4.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini.....	52
4.3.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini.....	53
4.4. Mikrobiyolojik Kalite Kriterleri	55
4.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı (TMAB)’na Ait Bulgular	55
4.4.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayımı (TPAB)’na ait Bulgular	56
4.4.3. Toplam Maya-Küf Sayımına Ait Bulgular	58
4.4.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımına Ait Bulgular	60
4.5. Duyusal Kalite Analizine Ait Bulgular	60
5. TARTIŞMA.....	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ.....	97

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

%	Yüzde
±	Artı eksi
≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit
°C	Santigrat derece
μL	Mikro litre
a _w	Su aktivitesi
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
CuSO ₄	Bakır sülfat
g	Gram
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
H ₃ BO ₃	Borik asit
HCl	Hidroklorik asit
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
kg	Kilogram
log	Logaritma
M	Molar
m ³	Metreküp
mg	Miligram
MgO	Magnezyum oksit
ml	Mililitre
N	Normal
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre

pH	Power hidrogen
α	Alfa
μ	Mikron
μg	Mikrogram
ω	Omega

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ALA	α -Linolenik Asit
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
BaP	Benzo(A)Pyrene
DHA	Decosaheenoik Asit
EPA	Eicosapentaenoik Asit
FAO	Food And Agriculture Organization
M.Ö.	Milattan Önce
MUFA	Monounsaturated Fatty Acid
PAH	Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potatos Dextros Agar
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid
SFA	Saturated Fatty Acid
TBA	Tiyobarbitürik Asit
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TK	Toplam Koliform
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
TMK	Toplam Maya Küf
TPAB	Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TVB-N	Total Volatine Basic Nitrojen
UFA	Unsaturated Fatty Acid
VRBA	Violet Red Bile Agar

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1.1. 2008'den itibaren üretilen su ürünleri miktarının kullanımı (milyon ton) (FAO, 2016)	3
Şekil 1.2. 2014 yılı Dünyada toplam su ürünleri üretimi (milyon ton) (FAO, 2016)	3
Şekil 1.3. 1960 ve 2014 arasında yıllarında dünyada kişi başına düşen balık miktarı (FAO, 2016)	4
Şekil 1.4. 2008'den itibaren dünya su ürünleri üretimi (milyon ton) (FAO, 2016)	4
Şekil 1.5. 2014 yılı Türkiye su ürünleri üretimi (bin ton) (TÜİK, 2015)	5
Şekil 1.6. 2014 yılı Türkiye avcılıktan elde edilen su ürünleri üretimi (TÜİK, 2015)	5
Şekil 1.7. 2014 yılı Türkiye yetiştiricilik su ürünleri üretimi (TÜİK, 2015)	5
Şekil 1.8. Ülkemiz iç sularında yetiştiriciliği yapılan alabalık miktarları (bin ton) (TÜİK, 2015)	6
Şekil 1.9. 2008 yılı avcılık ve yetiştiricilik yolu ile üretilen su ürünlerinin değerlendirilme oranları (Özer, 2010)	7
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalığı (Orijinal)	33
Şekil 3.2. Yarı mekanik dumanlama fırını (Orijinal)	34
Şekil 3.3. Paketlenmiş ürün (Orijinal)	35
Şekil 3.4. %20'lik tuz çözeltisine yerleştirilmiş filetolar (Orijinal)	36
Şekil 3.5. Salamuradan çıkartılan filetoların süzdürülmesi (Orijinal)	36
Şekil 3.6. Dumanlama fırını içine örneklerin yerleştirilmesi (Orijinal)	37
Şekil 3.7. Dumanlama fırınına hafif ıslatılmış talaşın yerleştirilmesi (Orijinal)	37
Şekil 3.8. Dumanlama fırınından çıkan dumanlanmış filetolar (Orijinal)	38
Şekil 3.9. Dumanlama işleminden sonra tabaklara yerleştirilen ve paketlenen örnekler (Orijinal)	38
Şekil 3.10. Buzdolabına yerleştirilmiş dumanlanmış fileto paketleri (orijinal)	39
Şekil 4.1. Sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının verim sonuçları	45
Şekil 4.2. Ham protein değerine ilişkin bulgular	48
Şekil 4.3. Ham kül değerine ilişkin bulgular	49
Şekil 4.4. Ham yağ değerine ilişkin bulgular	49
Şekil 4.5. Nem değerine ilişkin bulgular	50
Şekil 4.6. Depolama süresi boyunca pH değişimleri	51
Şekil 4.7. Depolama süresi boyunca TVB-N miktarındaki değişimler (mg/100g)	53

Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca gruptaki TBA miktarları (malonaldehit/kg)	54
Şekil 4.9. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam Mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)	56
Şekil 4.10. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam psikrofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)	58
Şekil 4.11. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam maya-küf sayılarındaki değişim (logkob/g)	59
Şekil 4.12. Depolama süresi boyunca grupta ait renk puanları	64
Şekil 4.13. Depolama süresi boyunca grupta ait koku puanları	64
Şekil 4.14. Depolama süresi boyunca grupta ait tat puanları	65
Şekil 4.15. Depolama süresi boyunca grupta ait tekstür puanları.....	65
Şekil 4.16. Depolama süresi boyunca grupta ait genel görünüş puanları	65

ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 2.1. Odun dumanında bulunan temel organik bileşikler (Doe ve ark., 1998)....	19
Çizelge 3.1. Çalışmada oluşturulan gruplar	35
Çizelge 3.2. Mikrobiyolojik analizlerde uygulanan parametreler	42
Çizelge 3.3. Duyusal değerlendirme tablosu	44
Çizelge 4.1. Gökkuşuğı alabalığının besin kompozisyonu sonuçları.....	47
Çizelge 4.2. Depolama süresi boyunca taze ve dumanlanmış örneklerde belirlenen pH değişimleri.....	51
Çizelge 4.3. Depolama süresi boyunca TVB-N miktarındaki değişimler (mg/100g).....	52
Çizelge 4.4. Depolama süresi boyunca TBA miktarları (malonaldehit/kg)	54
Çizelge 4.5. Depolama süresi boyunca gruplardaki toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)	55
Çizelge 4.6. Depolama süresi boyunca gruplardaki toplam psikrofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)	57
Çizelge 4.7. Depolama süresi boyunca gruplardaki toplam maya-küf sayılarındaki değişim (logkob/g).....	59
Çizelge 4.8. Depolama süresi boyunca tüm gruplardaki duyusal kalite değişimi	62

1. GİRİŞ

İnsanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gereksinim duyduğu günlük enerji alımının yanında protein, yağ, mineral maddeler ve vitaminlerin yeterli düzeyde alınması bir zorunluluktur. 1948 yılında kurulan FAO Daimî Tavsiye Kurulu insanlar için kalori ve besin maddeleri gereksiniminin en önemli sorun olduğunu bildirmiştir (FAO, 2003).

İçinde bulunduğumuz çağın bir gereksinimi olarak meslek faaliyetleri, bedensel güçten ziyade daha çok beyin gücü gerektirir bir hale gelmiş, buna bağlı olarak proteince zengin, kolay sindirilebilir gıdalara yönelim görülmüş, bilinçli beslenme alışkanlıklarının kazanılmasıyla da doymamış yağ asitlerince zengin olan gıdaların tüketimi kaçınılmaz olmuştur (Varlık ve ark., 2004).

Bu gıdalar içerisinde çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri ilk sıralarda yer almaktadır. Balık eti besleyici değeri oldukça yüksek, insan beslenmesi için mükemmel bir gıda kaynağıdır. Aynı zamanda zengin protein içeriği ve yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri ile vücudun temel besin maddeleri ihtiyacını karşılaması, insan fizyolojisi ve metabolizma fonksiyonları üzerinde olumlu etki yapması yönüyle hastalıklardan korunma ve sağlıklı bir yaşam sürdürmede önemli besin maddeleri arasında gösterilmektedir (Kaya ve ark., 2004).

İnsanların kültür düzeylerinin gelişmesi ile birlikte dengeli ve sağlıklı beslenmeye verdikleri önem de artmıştır. Yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanabilmesi için protein temininin kaçınılmaz olduğu ve günlük alınması gerekli proteinin üçte birinin hayvansal kaynaklı olması gerekliliği de bilinmektedir. Alternatif protein kaynakları ile kıyaslandığında, su ürünlerinin daha ekonomik besin kaynağı olduğu ve değişik yöntemlerle işlenerek depolandığında, zaman içinde protein değerini yitirmeden tüketilme özelliğine sahip olduğu da bilinmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artmasına karşılık, hayvansal protein kaynaklarının buna paralel olarak artmaması, kişi başına düşen hayvansal protein açığını gittikçe daha büyük boyutlara taşımaktadır. Ülkemizde hayvansal protein açığının kapatılmasında tavuk eti ve yumurtanın gerek üstün besleme gücü gerekse hayvansal proteini kısa sürede ve en ucuz olarak sağlayabilmesi bakımından önemli bir yeri vardır (Anonim, 2016a). Ekonomik beslenmenin önem kazandığı günümüzde ise, hayvansal protein açığını kapatmada su ürünlerinin önemi ayrıca fark edilmekte ve bu ürünlere talep giderek artmaktadır (Yaşar, 2011; Özer, 2010).

Günümüzde endüstrinin gelişmesi besinlerin üretim ve tüketim ilişkileri ile besin üretimi ve işlenmesinin artması, teknolojik bir zorunluluk olarak ortaya koymaktadır. Ev dışında çalışanların artması, beslenme alışkanlıklarının değişmesi, besin hazırlama için az zaman kalması veya besin hazırlama için az zaman harcama isteği yarı-hazır veya ticari olarak tamamen hazırlanmış olan besin üretimini teşvik etmiştir (Angiş ve Oğuzhan, 2008).

Su ürünleri üretiminde dünyada oldukça iyi konumda olan Türkiye’de gerek denizlerimizden gerekse yetiştiricilikle elde edilen balıkların hemen hemen tamamı taze olarak pazarlanmaktadır, işlenmiş balık çok az bir kısmı oluşturur. Oysaki dünyada elde edilen balığın büyük bir kısmı işlenerek tüketime sunulmakta, böylece balığın hem raf ömrü artırılmakta hem de piyasaya farklı tat ve aromada ürün sağlanarak ürün çeşitliliği oluşturulmaktadır (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998). 2006 yılında elde edilen verilerin sonuçlarına göre ülkemizde su ürünleri sektöründe yapılan üretimin %77 oranı doğrudan insanın beslenmesi ile tüketilmiştir. Su ürünleri üretiminin %48,5 oranında taze olarak tüketilmekteyken, kalan kısım ise işlenerek tüketiciye ulaştırılmaktadır (Yazıcıoğlu, 2015).

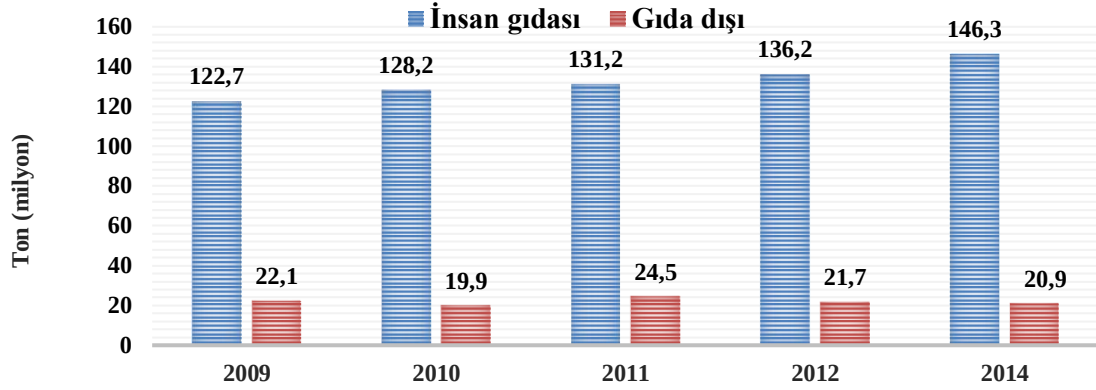
Su ürünlerinin; bozulmadan hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun olarak uzun süreli muhafaza ihtiyacının artması, ürünün bol olduğu dönemlerde işlenerek diğer mevsimlerde tüketime sunulması, uygun işleme tekniği ile işlenerek atıklarının da ekonomiye kazandırılması, hazır ürün haline getirilerek tüketiciye kolaylık ve seçenekli ürün sağlanması gibi pek çok gereksinim nedeniyle işlenerek değerlendirilmesi son yıllarda oldukça önem kazanmıştır (Günlü, 2007).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığının taze, 6 ay ve 12 ay derin dondurucuda donmuş depolanma sonrasında dumanlanarak, yılın her döneminde alternatif bir ürün oluşturması ve bu sayede de tüketiminin arttırılması, ürünün dumanlama teknolojisine uygunluğunun belirlenmesidir. Ayrıca dumanlama işlemiyle ürüne farklı bir renk, lezzet ve hoş bir koku kazandırılarak tüketici tarafından benimsenmesi ve ülkemizde fazla yaygınlaşmayan dumanlanmış ürün tüketiminin arttırılması amaçlanmıştır.

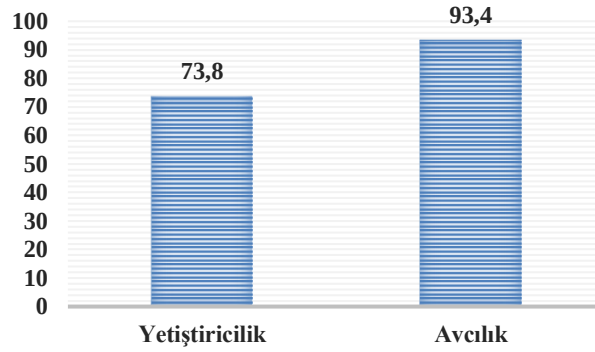
1.1. Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri Üretimi

Dünya’da su ürünleri üretimi ve ticaretinde temel olarak 58 ülke faaliyet göstermektedir. 2010 yılında toplam su ürünleri üretimi 148 milyon ton olmakla birlikte bu üretimin 128 milyon tonu gıda olarak tüketilmiştir. 2011’de üretim miktarı 155

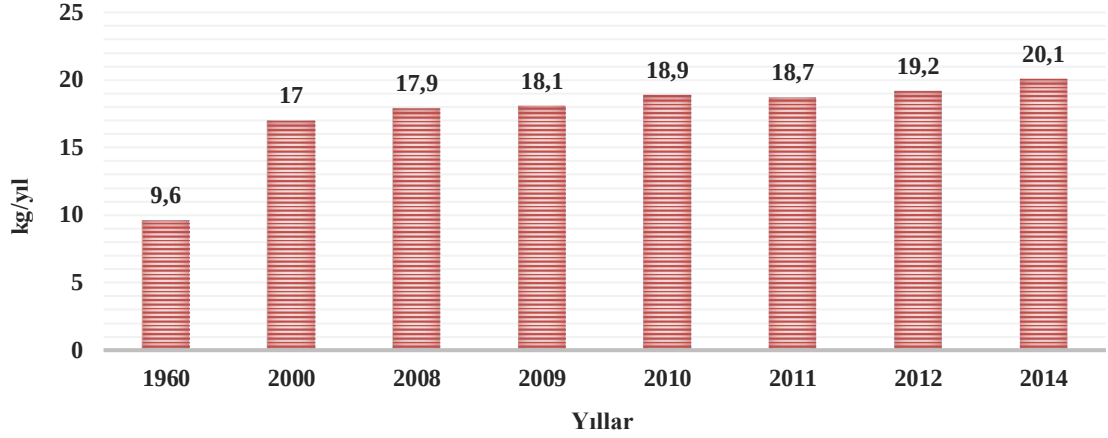
milyon tona çıkarken bu üretimin 131 milyon tonu gıda olarak tüketilmiştir. 2014 yılında 167,2 milyon ton olmuştur (Şekil 1.1). Bunun 93,4 milyon tonu avcılık 73,8 milyon tonu ise yetiştiricilik ile olmuştur. 2014’de dünya su ürünleri üretimi Şekil 1.2’de verilmiştir. Su ürünleri üretimindeki sürekli büyüme ve gelişen dağıtım kanalları ile birlikte 1960’larda ve 2014 yıllarında kişi başına düşen su ürünleri miktarı Şekil 1.3’de 2008’den itibaren dünya su ürünleri üretimi ise Şekil 1.4 de verilmiştir (FAO, 2016).



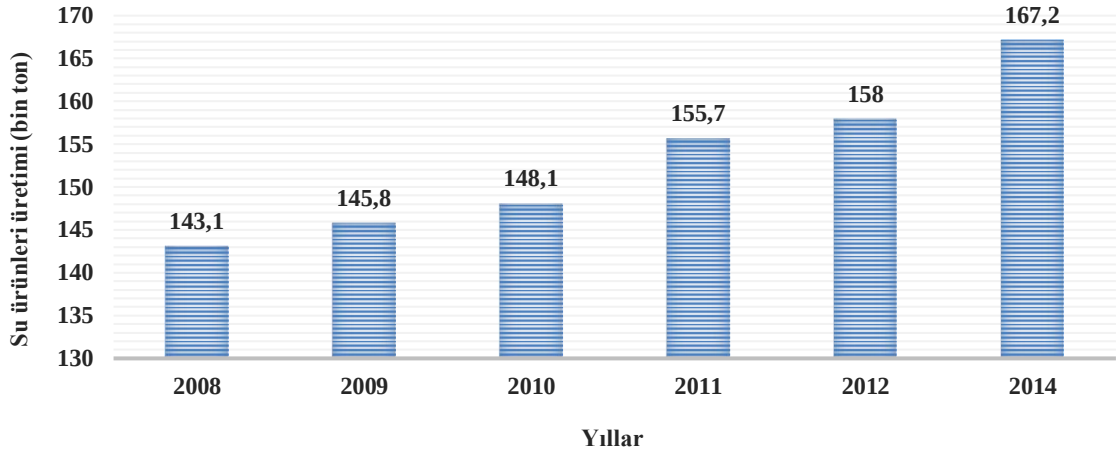
Şekil 1.1. 2008’den itibaren üretilen su ürünleri miktarının kullanımı (milyon ton) (FAO, 2016)



Şekil 1.2. 2014 yılı Dünyada toplam su ürünleri üretimi (milyon ton) (FAO, 2016)



Şekil 1.3. 1960 ve 2014 arasında yıllarında dünyada kişi başına düşen balık miktarı (FAO, 2016)



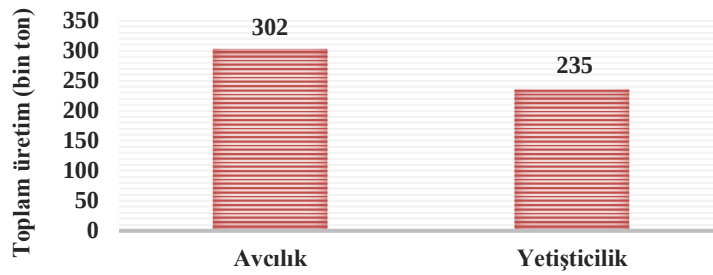
Şekil 1.4. 2008’den itibaren dünya su ürünleri üretimi (milyon ton) (FAO, 2016)

2006 yılında elde edilen verilere göre Avcılık ve yetiştiricilik yöntemiyle üretilen su ürünlerinin yaklaşık %85’i insan gıdası olarak tüketilmektedir. Geriye kalan %15’lik bölümün tamamına yakını ise balık unu ve balık yağı şeklinde balık yemi hammaddesine dönüştürülmekte, çok az bir bölümü ise kozmetik ve ilaç sektöründe kullanılmaktadır (FAO, 2013).

Su ürünleri potansiyelinin yüksek olduğu ülkemizde balıkçılık her geçen gün büyüyen bir sektördür. Hem iç hem de dış taleplerin karşılanması amacıyla denizlerimizde avcılık yanında yetiştiricilik yapan tesislerimiz de hızla artmaktadır. Ülkemizde su ürünleri, Avrupa Birliği ülkeleri ile kıyaslandığında üretim yönünden 7. sırada bulunurken, tüketimde son sıralarda yer almaktadır. Dünyada kişi başı ortalama balık tüketimi 19,2 kg, Avrupa Birliği’nde ortalama 24 kg, İspanya’da 40 kg, Yunanistan’da 23,1 kg, Fas’ta 28 kg, Mısır’da 11,2 kg, Tunus’ta 9,3 kg, iken

Türkiye’de kişi başı yıllık ortalama balık tüketimi 5,5 kg olup dünya ortalamasının çok altındadır (Yazıcıoğlu, 2015).

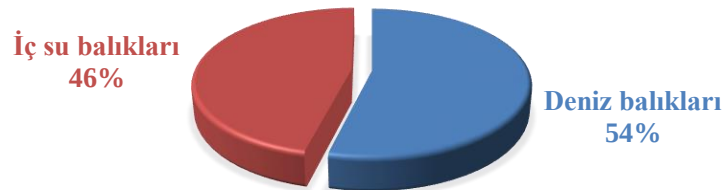
Ülkemizde su ürünleri üretimi 2014 yılında 537 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1.5.). Üretimin %43’ünü deniz balıkları, %6,5’ini diğer deniz ürünleri, %6,7’sini iç su ürünleri ve %43,8’ini yetiştiricilik ürünleri oluşturmuştur. Avcılıkla yapılan üretim 302 bin ton olurken bunun %76’sı deniz, %11’i iç su balıkları %13’ü diğer deniz ürünleri olmuştur (Şekil 1.6.). Yetiştiricilik üretimi ise 235 bin olurken bunun %54’ü deniz balıkları, %46’sı ise iç su balıkları olmuştur (Şekil 1.7.) Deniz ürünleri avcılığı bir önceki yıla göre %21,5 azalırken, iç su ürünleri avcılığı %3 artmıştır (TÜİK, 2015).



Şekil 1.5. 2014 yılı Türkiye su ürünleri üretimi (bin ton) (TÜİK, 2015)

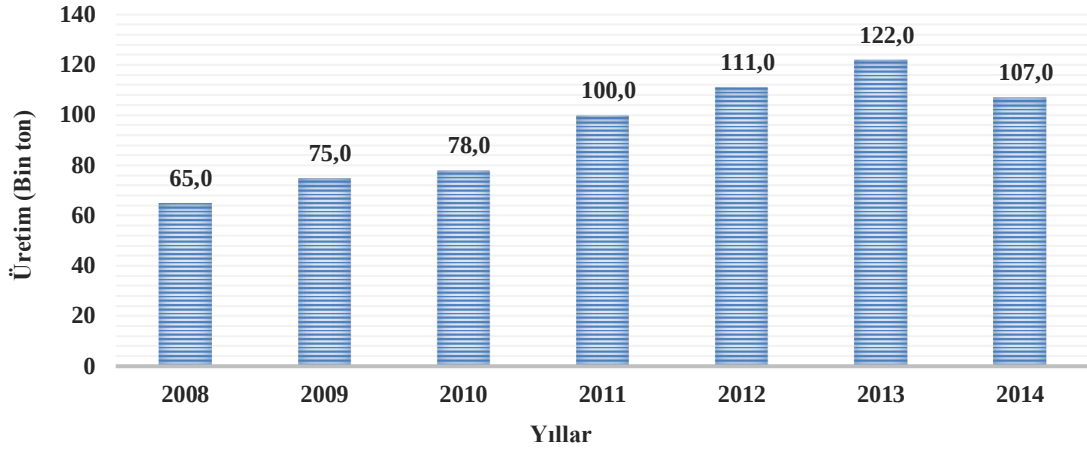


Şekil 1.6. 2014 yılı Türkiye avcılıktan elde edilen su ürünleri üretimi (TÜİK, 2015)



Şekil 1.7. 2014 yılı Türkiye yetiştiricilik su ürünleri üretimi (TÜİK, 2015)

2014 yılında yetiştirilen en önemli türler iç sularda %45,73 ile alabalık, denizlerde %31,74 ile levrek ve %17,80 ile çipuradır. İç sularda yetiştirilen 108,5 bin ton balığın yaklaşık 108 bin tonu alabalıktır (TÜİK, 2015). 2008-2014 yılları arasında iç sularda yetiştiriciliği yapılan alabalığın miktarlarındaki değişim Şekil 1.8’de verilmiştir.



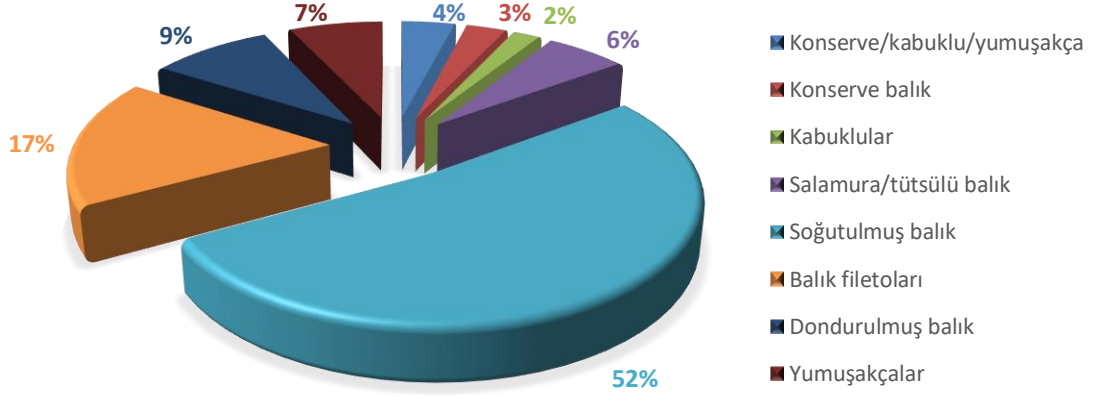
Şekil 1.8. Ülkemiz iç sularında yetiştiriciliği yapılan alabalık miktarları (bin ton) (TÜİK, 2015)

Su ürünleri istatistiklerine göre; 2008-2014 yıllarında ülkemiz su ürünleri kişi başına tüketimi sırasıyla 7.8, 7.6, 6.9, 6.3, 7.1, 6.3, 5.5, kg/fert/yıl olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2014). Bu değerlerden ülkemizdeki balık tüketiminin balığın sağlıklı beslenme açısından olumlu yanlarına rağmen ne denli düşük olduğu anlaşılmaktadır. Su ürünleri üretimimizin az ve nüfusumuzun yüksek olması, kişi başına düşen su ürünleri tüketimimizin diğer ülkelere göre düşük kalmasına neden olmuştur. Tüketimler arasındaki bu büyük farklılığın nedeni; ülkemizde balığın büyük bir kısmının taze tüketilmesi ve taze ürünün ülkenin iç kısımlarına programlı bir şekilde nakledilememesi ve en önemlisi su ürünlerini dayanıklı hale getiren ve taşımacılığının kolay olduğu, işlenmiş su ürünlerinin halk tarafından bilinmemesi ve tercih edilmemesi olarak görülmektedir (Gökten, 1990).

Türkiye’deki tüketimin oransal olarak büyük kısmını taze balık oluşturmaktadır. İşlenmiş su ürünleri tüketimi nispeten daha azdır. Ancak önceki yıllara göre Türk halkının işlenmiş su ürünlerine olan talebinin de giderek arttığı gözlenmektedir. Son yıllarda ton balığı konservesi ve füme balığa olan ilgideki artış bu duruma örnek gösterilebilir (Bilgin, 2003).

Ülkemizde 2008 yılı verilerine göre avcılık ve yetiştiricilik yoluyla üretilen su ürünlerinin değerlendirme oranı %52 soğutulmuş balık, %17 balık filetoları, %9

dondurulmuş balık, %7 yumuşakçalar, %6 salamura/tütsülü balık, %4 konserve/kabuklu/yumuşakça, %3 konserve balık, %2 kabuklular olarak verilmiştir (Şekil 1.9.) (Özer, 2010).



Şekil 1.9. 2008 yılı avcılık ve yetiştiricilik yolu ile üretilen su ürünlerinin değerlendirilme oranları (Özer, 2010)

Türkiye su ürünleri işleme tesislerinde Marmara bölgesinde olan işletmelerde başta ton balığı konservesi ve kum midyesi (*Venus gallina*) olmak üzere istiridye, karides, ahtapot, sübye ve çeşitli deniz balıklarının işlenmesi yapılmaktadır. Çoğu türde, dondurarak muhafaza teknolojisi kullanılmaktadır.

İç Anadolu bölgesinde tesisler daha çok sudak balığının değerlendirilmesi yönünde çalışılmaktadır. Karadeniz bölgesinde ise hamsi balığı ve deniz salyangozu ile az bir miktarda da denizanasının değerlendirilmesine yönelik işleme tesisleri bulunmaktadır. Akdeniz bölgesinde bulunan tesis sayısı son derece azdır ve var olan tesislerde çeşitli deniz ve tatlı su balıklarının değerlendirilmesi yapılmakta olup, bir miktar da mavi yengeç işlenmektedir. Ege bölgesindeki işletmelerde ise sardalya, karides, kalamar, ahtapot gibi türlerin dondurularak muhafazası önde gelen değerlendirme şeklidir.

Birkaç işletme de canlı kabuklu su ürünleri ihracatı ve marinat üretimi söz konusudur. Ayrıca Ege bölgesinde önemli oranda deniz ve iç su kültür balıkçılığı yaygın olduğu için, üretim tesislerinde taze balık paketlenme, fileto ve iç organları temizlenmiş donmuş ürünler üretilmektedir. Bunun dışında bölgede kültür balıklarının değerlendirilmesine yönelik füme üniteleri mevcuttur (Çaklı, 2007).

Türkiye’de insan gıdasına yönelik dumanlanmış su ürünleri (somon, alabalık, uskumru) işleyen ya da pazarlayan firmalar; Alba Su Ürünleri (Aydın), Antalya Balık A.Ş. (Antalya), Bağcı Alabalık (Aydın), Cesurlar (İzmir), Gümüşdoğa (Muğla), Güney

Balıkçılık (Antalya), Kısmet Balıkçılık Su Ürünleri (Antalya), Nevzat Su Ürünleri (İstanbul), Özbekler (Denizli), Pusula Gıda (İzmir)'dir (Köse ve ark., 2010).

1.2. Balık Etinin Beslenme Açısından Önemi ve Kimyasal Bileşimi

İnsan beslenmesi için gerekli olan proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler ve minerallerin gıdada bulunup şekillenen bileşimlerine ve sindirim kanalı enzimleriyle kolayca sindirilebilme derecelerine göre, gıdaların kalitesini belirlerler. Balıklar başta olmak üzere su ürünleri tüm bu özelliklere neredeyse tek başına sahip olan önemli besinlerdir (Metli, 2006). Balık etinin biyokimyasal bileşimi çevre ve su sıcaklığına, cinsiyeti, boyu, yaşı ve olgunluk durumu gibi balıkların biyolojik ve gelişim durumuna, beslenme ve üreme gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Gökoğlu, 2002). Balık etinin ana bileşenleri su, yağ, mineral madde ve proteinlerden oluşmaktadır (Türker 1997).

Günümüzde sosyal, kültürel ve ekonomik açılardan hızlı bir değişim dünyamızın en önemli sorunlarından biri de yeterli, dengeli ve sağlıklı gıdalarla beslenmedir. Su ürünlerinin sağlıklı beslenme, büyüme, gelişme ve yaşamı devam ettirme için dengeli bir biçimde ve oranda protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral içeren tek diyet gıda olduğu bildirilmektedir (Koral, 2006).

Balık etindeki protein miktarı türlere göre az çok değişir, çok büyük sapmalar görülmez. Fakat belirli bir ölçüdeki değişimler balığın olgunluk ve beslenme derecesine bağlıdır (Günlü, 2007; Burt, 1988).

Balık eti, %70–80 oranında su içermekte olup, türlere, cinsiyete ve yaşa göre oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Su oranı yağ oranı ile ters orantılıdır. Genellikle yağlı balıklarda su miktarı oldukça düşük olup, genç balıklarda daha yüksektir (Türker 1997, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Balıklarda protein oranı %17–22 düzeyinde olup, türler arasında fazla değişim göstermez. Doğada bulunan hemen hemen tüm aminoasitleri, özellikle de insan organizması için esansiyel olan lizin, triptofan, fenilalanin, löysin, izolöysin, treonin, metiyonin, sistin, sistein ve valini yeterli miktarda içermelerinden dolayı da balıkların biyolojik değerleri oldukça yüksektir (Türker 1997; Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999; Gökoğlu, 2002).

Balıkların temel bileşenlerinden biri de yağlardır. Yağlar gliserolün yağ asitleri ile oluşturduğu ester sınıfı bileşiklerdir. Bir molekül gliserolün üç molekül yağ asidi ile esterleşmesiyle bir trigliserid oluşmaktadır (Kaya ve ark., 2004).

Yağ asitleri genel olarak çift sayıda karbon atomu içeren, düz zincirli ve değişik zincir uzunluğuna sahip monobazik organik asitler şeklinde tanımlanmaktadır (Achman, 1995; Çaklı, 2007). Yağ asitleri içerdikleri karbon atomlarının sayısı, zincir uzunlukları, karbon atomları arasındaki çift bağların sayıları ve doymamışlık derecelerine göre sınıflandırılmaktadırlar (Dönmez ve Tatar, 2001). Bugüne kadar tanımlanabilmiş yağ asitleri en az 2, en çok 26 karbon atomu içerirler. Karbon sayısı 6'dan az olan yağ asitlerine kısa, 6-12 karbonlu yağ asitlerine orta, 14 ve daha fazla karbon atomu içeren yağ asitlerine uzun zincirli yağ asitleri denir (Achman, 1995; Çaklı, 2007).

Yağ asitlerinin zincir yapısındaki farklılıklar düz ya da dallanmış yapıda olmalarının yanı sıra doymuş, doymamış ve halkalı yapıda olup olmamalarına göre de farklılık göstermektedir. Molekül yapılarındaki bu farklılıklar yağ asitlerinin fiziksel, kimyasal ve fizyolojik niteliklerinde de değişikliklere neden olduklarından sınıflandırılarak incelenmektedirler (Achman, 1995). Yağ asitleri; doymuş yağ asitleri (Saturated Fatty Acid: SFA) ve doymamış yağ asitleri (Unsaturated Fatty Acid: UFA) olmak üzere iki gruba ayrılırken, Doymamış yağ asitleri kendi aralarında Tekli doymamış yağ asitleri (Mono Unsaturated Fatty Acid: MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (Poly Unsaturated Fatty Acid: PUFA) olarak ikiye ayrılmaktadır (Aydın, 2004).

Yağların isimlendirilmesi, yağın metil ve karboksil ucunda bağlı olan bileşenlere göre yapılmakta olup Cenova sistemine göre işlevsel olan gruptaki karbon atomuna; omega sisteminde ise molekülün metil ucuna göre isimlendirme yapılmakta ve ilk çift bağın bulunduğu karbon atomu esas alınmaktadır (Aydın, 2004). Doymuş yağ asitleri zincir yapılarında hiç çift bağa sahip değilken, doymamış yağ asitleri yapılarında bir veya daha fazla sayıda çift bağ içerirler. Bu nedenle doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında katı form da iken, doymamış yağ asitleri ise sıvı formdadırlar (Kaya ve ark., 2004).

Doymuş yağ asitleri en çok tereyağı, kuyruk yağı, kırmızı etler, kümes hayvanlarının derisi, tam yağlı süt ve süt ürünlerinde bulunurken (Baysal, 2004), doymamış yağ asitleri ise zeytin yağı, fındık, kanola, mısır, soya, ayçiçek yağı gibi bitkisel yağlar ve özellikle soğuk sularda yaşayan uskumru, ton, somon gibi balıklarda yoğun olarak bulunmaktadır (Şahingöz, 2007).

Çoklu doymamış yağ asitleri omega-3 (ω -3) ve omega-6 (ω -6) olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar. Omega-3 yağ asitlerini; α -linolenik asit (ALA)(C_{18:3}), eicosapentaenoik asit (EPA)(C_{20:5}) ve decosahexaenoik asit (DHA) (C_{22:6}) oluştururken,

omega-6 yağ asitlerini linoleik asit ve araşidonik asit oluşturmaktadır (Kaya ve ark., 2004; Şahingöz, 2007).

Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri insan vücudunda sentezlenmedikleri için dışarıdan zorunlu olarak alınmalıdırlar (Leaf ve Weber, 1988). Elzem (esansiyel) yağ asitleri denilen bu bileşiklerin çok önemli görevleri vardır; hücre zarının fosfolipit yapısında bulunurlar, hücre sinyal sistemini modifiye ederler, gen ekspresyonunda görevlidirler ve biyosentetik fonksiyonların oluşumunu kolaylaştırırlar (Aydın, 2004; Kaya ve ark., 2004; Şahingöz, 2007).

Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri grubunu oluşturan yağ asitlerinin özellikle de eicosapentaenoik asit (EPA)(C20:5n-3) ve decosaheptaenoik asit (DHA) (C22:6n-3) tüketimleri ile insanlarda koroner kalp hastalıkları başta olmak üzere, kanser, şeker hastalığı ve yüksek tansiyon gibi pek çok hastalığın oluşumu önlenmekte ve bu yağ asitleri bağışıklık sisteminin güçlenmesine yardımcı olmaktadır (Eseceli ve ark., 2006).

Balıklar yağ oranlarına göre 3 ayrı grupta incelenebilir. Yağ oranı %0–5 arasında olanlar yağsız balıklar, yağ oranı %5–10 oranında olanlar yağlı balıklar, yağ oranı %10'dan fazla olan balıklara da çok yağlı balıklar denir. Alabalık kırmızı etli ve yağlı balıklardandır (Gökoğlu 2002). Balıklarda yağ miktarı proteinlerde olduğu gibi sabit olmayıp çeşitli faktörlere bağlı olarak oldukça büyük değişkenlik göstermektedir. Balığın türüne, cinsiyetine, yaşına, beslenme durumuna ve yaşadığı ortama bağlı olarak yağ oranı değişir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Gökoğlu 2002). Buna göre yavru ve genç balıklarda yağ oranı düşükken, yaş ilerledikçe yağ oranında artış olduğu gözlenir.

Dişi balıklarda yumurtlama öncesinde yağ oranı yüksektir. Göç öncesinde çok yüksek olan yağ miktarı göç ve üreme sırasında büyük oranda yıkılmayarak azalır. Balık vücudunun her bölgesinde yağ oranı homojen değildir. Karın bölgesi genelde daha yağlıdır. Genellikle balıklardaki yağ kas içerisinde, deri altında, karın bölgesinde ve karaciğerde depolanmıştır. (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Balık eti, zengin protein içeriği ve yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ile vücudun temel besin maddeleri ihtiyacını karşılaması, insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerine olumlu etki yapması yönüyle sağlıklı bir yaşam sürdürmede önemli olan besin maddeleri arasında gösterilmektedir (Bilgin, 2003; Alak, 2008).

Balıketinde inorganik madde %1–2 civarında olup, beslenme açısından önemli olan inorganik maddeleri içermektedirler. Bunların en önemlileri fosfor, kalsiyum, magnezyum, kükürt, potasyum, sodyum, iyot ve klorürdür. Minerallerin

konsantrasyonları mevsim, biyolojik farklılık, beslenme, isleme yöntemi ve çevresel koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Balık vücudunda mineral maddelerin en fazla bulunduğu yer iskelet dokudur. Balık, kılçığıyla birlikte yendiğinde, kalsiyum ve fosfor da günlük ihtiyacı karşılayacak kadar alınmış olunur (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Balıklar önemli bir A, D ve E vitamini kaynağıdır. Özellikle balık karaciğer yağı A ve D vitamini bakımından zengindir. Suda eriyen vitaminlerden B₆ ve B₁₂ de balık etlerinde önemli miktarlarda bulunur. Niasin yağlı balıklarda bulunurken, B₂ (riboflavin) özellikle yassı balıkların gözlü taraflarındaki sırt kısımlarındaki deride önemli ölçüde bulunur (Türker 1997, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Gökoğlu 2002).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi

Su ürünleri işleme teknolojisi; deniz ve iç sulardan avlanan ve toplanan tüm ürünlerin insanlarda sağlık riski yaratmadan korunmasını, işlenmesini, raf ömrü süresinin uzatılmasını, kalitesinin ölçülmesi ve geliştirilmesi gibi konuları tüm yönleriyle inceleyen bir anabilim dalıdır (Çaklı, 2007).

Su ürünleri içerdiği besin bileşenleri yönünden en değerli besin maddesidir. Protein oranının çok yüksek olması, doğada bulunan hemen hemen tüm amino asitleri, bulundurması, vitamin yönünden zengin olması biyolojik değerinin yüksek olması, su ürünlerini değerli kılmaktadır. Bu denli değerli olan su ürünleri mevcut besin maddeleri, içinde en hızlı bozulan ve en seri kokuşan besin maddesidir. Balık yakalandıktan itibaren uygun koşullarda korunmazsa kısa süre içinde kokuşabilir. Bu nedenle su ürünleri tutulduktan veya hasat edildikten itibaren uygun tekniklerle korunmalı, taşınmalı ve işlenmelidir.

Su ürünleri işleme tekniklerini iki ana grupta toplamak mümkündür: Yenebilen su ürünleri işleme teknikleri ve yenmeyen su ürünleri işleme teknikleridir. Yenebilen su ürünleri işleme tekniklerini kendi içinde 8 ana başlık altında toplayabiliriz;

- ❖ Dondurulmuş ürün teknolojisi
- ❖ Tuzlanmış ürün teknolojisi
- ❖ Kurutulmuş ürün teknolojisi
- ❖ Dumanlanmış ürün teknolojisi
- ❖ Konserve ürün teknolojisi
- ❖ Ezme ürün teknolojisi
- ❖ Paketleme teknolojisi
- ❖ Radyoaktif ışınlarla saklama teknolojisi (Anonim, 2016b).

2.1.1. Dondurulmuş Su Ürünleri Teknolojisi

Gıda maddelerinin muhafazasında, yüksek ve düşük sıcaklık uygulaması, kurutma, çeşitli kimyasal maddelerle muamele, radyasyon, fermantasyon ve mekanik işleme gibi değişik yöntemler uygulanmaktadır (Yiğit ve ark., 1982).

Düşük sıcaklık uygulaması içine giren soğutarak ve dondurarak muhafaza, gıda sanayinin üretim, depolama, pazarlama ve tüketim gibi birçok safhasında kullanılan en etkin ve yaygın muhafaza yöntemidir. Bununla beraber bu muhafaza yöntemi, gıda

maddelerinin tüketiciye miktar ve kalite yönünden en az kayıpla ulaşmasını da sağlamaktadır (Kundakçı, 1982; Yiğit ve ark., 1982).

Dondurma işlemi, gıda maddelerinin yapısında bulunan ısı enerjisinin bir soğutucuya aktararak uzaklaştırılmasıyla, suyun faz değiştirerek sıvı halden buz haline gelmesi olarak tanımlanmaktadır (Yurtman, 2003).

Donma işlemi, ürün sıcaklığının donma noktasına kadar soğutulması; ürünün donma noktasında buz kristalleri oluşturarak donması; donmuş ürün sıcaklığının donmuş yapıda istenen depolama sıcaklığına kadar soğutulması aşamalarından oluşmaktadır (Yurtman, 2003).

Dondurma işlemi gıdaların kalite, tat, koku ve besin değerinin en iyi korunduğu gıda saklama yöntemi olarak kabul edilmektedir. Dondurma işlemi sayesinde gıdaların içerdikleri su, buz kristallerine dönüşerek bozulmasına yol açan mikroorganizmalar yaşayamamakta, kimyasal ve biyokimyasal değişimler asgariye indirilerek gıdaların en doğal haliyle korunması sağlanmaktadır. Dondurulmuş gıdaların diğer saklama türlerine nazaran bazı avantajları bulunmaktadır. Örneğin; Dondurulmuş gıdalar katkı maddesi içermemektedir. Uygun ortamlarda uzun süre saklanmaları mümkündür. Yıkanmış, ayıklanmış ve pişirmeye hazır halde tüketime sunulduklarından özellikle çağımızın hız gerektiren yaşamı için pratik bir gıda maddesidir (Yurtman, 2003).

Dondurma teknolojisinin tuzlama, kurutma ya da dumanlama gibi geleneksel işleme yöntemlerinden farkı ürünün neredeyse değişmeden kalmasıdır. Öyle ki taze balık uygun şekilde dondurulup depolanır ve çözündürülürse soğutulan taze balıktan ayırt edilemeyecek kalitededir (Graham, 1982).

Balıkların dondurulmasında çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ancak hangi yöntem uygulanırsa uygulansın esas olan çabuk dondurmaktır. Balıklar türlere bağlı olarak %70 ile %80 arasında su içerirler. Suyun büyük bir kısmı çözünmüş tuzlar ve çözünebilir proteinlerle beraber hücre dokusunda, bir kısmı da hücreler arası boşluklarda bulunur. Dondurucuya alınan balığın sıcaklığı çok kısa sürede 0°C 'ye düşer. Balık etindeki bu ısı düşüşü -1,8°C ile -2,2°C arasındaki sıcaklığa ulaşınca kadar düzenli bir hızdadır. Buna etin ısı penetrasyonu denir. Bu sıcaklıkta dokular içerisinde buz kristalleri oluşmaya başlar ve sıcaklık oldukça sabit kalır. Hücre suyunun büyük bir kısmı donduğunda, balık sıcaklığı ortam sıcaklığı ile aynı düzeye gelinceye kadar yeniden düşmeye başlar. Hücrede doğal olarak bulunan tuzların konsantrasyonu hücre içinde donmadan kalan suda giderek artar ve buna bağlı olarak donma noktası düşer. Yani, balıktaki suyun buza dönüşümü sabit bir sıcaklıkta değil, belli bir sıcaklık

aralığında gerçekleşir (Licciardello,1990). Dondurma sırasında balıktaki suyun %80'i -1°C ile -5°C arasında buza dönüşür. Bu aralık donma zonu ya da kritik zon olarak adlandırılır (Garthwaite, 1992). Bu sıcaklık aralığının 2 saatten daha kısa sürede geçilmesi ve ürünün merkez sıcaklığının -15°C veya daha aşağıya düşecek şekilde dondurucuda tutulması çabuk dondurma olarak adlandırılmaktadır (Licciardello, 1990).

Dondurulmuş balıkların kalitesini hammadde ve dondurma hızından başka dondurma sonrası uygulanan işlemler ve saklama koşulları etkiler. Dondurularak saklanan balıklarda su kaybı ve yağların oksidasyonu kalite kaybına neden olan iki önemli faktördür.

Su kaybı, donmuş ürünün depolanması sırasında buharlaşma ile veya çözdürmede sızma şeklinde olur. Dehidrasyon, donmuş ürünün yüzeyi hava akımına maruz kaldığı durumlarda daha çok gerçekleşir. Soğuk depolardaki havanın nemi yüzde 100'e ulaşmadıkça ürün süblimleşme ile havaya nem verir. Bu işlem depo neminin düşük olması ile hızlanır. Depo sıcaklığının değişken olması durumunda da dehidrasyon hızlanır. Depo sıcaklığının yükselmesiyle ortamdaki havanın su tutma kapasitesi artar ve gerekli nem üründen karşılanır. Böylece ürün dehidrasyon ile su kaybeder (Gorga, 1998).

Dehidrasyon ile balık yüzeyi kurur ve ağırlığı azalır. Ayrıca protein denatürasyonu ve yağ oksidasyonu da hızlanır. Kurumanın giderek iç kısımlara doğru ilerlemesi ile et süngerimsi bir yapıya dönüşür. Balığın kendine özgü kokusu kaybolarak renk değişir ve lezzet kaybı ile birlikte kalite önemli derecede düşer. (Graham, 1982)

Balık dondurma teknolojisinde dehidrasyonu önlemek için yaygın olarak uygulanan koruyucu önlemlerden birisi glaze (buzla kaplama) işlemidir. Glaze işlemi, dondurulmuş balıkların soğuk suya daldırılması ya da dondurulmuş balık bloklarının üzerine soğuk su püskürtülmesi ile balık yüzeyinde çok ince bir buz tabakası oluşturulmasıdır. Glaze işlemi, su kaybını azaltmasının yanı sıra balıkları oksidasyondan da korur (Bykowski ve Dutkiewicz, 1996).

2.1.2. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi

Dumanlama ilk çağlardan beri kullanılan geleneksel bir işleme ve koruma yöntemidir. M.Ö. 1000 yıllarında etlere dumanlama ve tuzlama tekniğinin uygulandığı bilinmektedir. Modern anlamda dumanlama işlemi ise orta çağda ringa balıklarına uygulanmıştır (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Su ürünlerinin dumanlanmasında ilk gelişmeler 13. ve 14. yüzyıllarda Avrupa’da kaydedilmiştir. Dumanlamanın balık endüstrisinde kullanılması ise 19. yüzyılda başlamış ve günümüze kadar önemli gelişmeler kaydedilmiştir (İnal, 1992). Modern dumanlama, tüketicinin duyuşal tercihleri üzerinden şekillenmektedir (Ayas, 2004).

Dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi Kuzey Avrupa (İskandinav) ülkeleri, Japonya ve Uzak Doğu ülkeleri, Kanada, Avrupa Birliğı (AB) ülkelerinde oldukça gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Dumanlanmış ürünün en çok üretildiğı ülkeler; Hollanda, İngiltere, Norveç, Kanada, Japonya, Amerika, İspanya, İtalya, Polonya, İskoçya ve Almanya olup, su ürünlerini dumanlayarak pazara sunan diğerk ülkeler; Hindistan, Endonezya, Malezya, Filipinler, Polonya, Tayland, Batı Afrika ve Zambiya’dır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Tütsüleme teknolojisi dünyanın pek çok yerinde, uzun yıllardan beri yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Köse ve Erdem, 2004). Bunun nedeni tütsüleme teknolojisinin içinde barındırdığı her bir aşamanın ürün üzerindeki pozitif etkileridir. Bu aşamalardan ilki olan tuzlama ürüne aroma kazandırmanın yanı sıra et içinde bulunan suyun önemli bir kısmını uzaklaştırmaktadır (Loje ve ark., 2007). Tütsülemeden önce balığı tuzlamak su aktivitesi değerini azaltarak; yüksek sıcaklıkta tütsülemek antibakteriyel etkisini artırarak koruma sağlar. Su aktivitesi, tütsülenmiş ürünün oluşmasıyla ve su fazındaki tuz kapasitesi ile ilişkilidir. Ürün %30-50 oranında su kaybetmeli ve yüksek çöküntülü duman ile korunmalıdır (Çaklı, 2007). Bu sayede mikrobiyal gelişim için gerekli olan su azaltılır ve protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkılmamasını önemli ölçüde yavaşlamış olur (Göğüş ve Kolsarıcı 1992; Cardinal ve ark., 2001).

Dumanlama işlemi ile bakteri öldürücü, bakteri ve mantarların faaliyetlerini durdurucu ve antioksidatif etki ile kısmen koruma ve daha uzun bir raf ömrü sağlanır. Ayrıca ürüne arzu edilir bir renk, tat ve aroma verilir (Horner, 1992). Koruma etkisi balık üzerine antioksidan ve antimikrobiyal fenolik maddelerin çökmesi, yüzey kuruması ve tuzlamanın kombine etkisi ile oluşur (Burt, 1988). Tütsüleme teknolojisinin bir diğerk aşaması olan kurutma işlemi, balıkların su kaybından dolayı balık etinin sıkı bir hal almasını sağlayarak fırınlama işleminde balıkların dizildiğı şişlerden sıyrılıp düşmesini engellenmektedir (Alçıçek, 2010).

Tütsüleme işlemine geçildiğinde ise kullanılan odunun kalitesine de bağılı olarak dumanın bileşiminde bulunan antimikrobiyal ve antioksidan (fenoller (pirokateşol, eugenol, hidrokinon, isoeugenol, vanilin, salisilaldehit, 2-hidrobenzoik asit ve 4-

hidrobenzoik asit, asetaldehit), kresoller, asidik maddeler, furfuraldehit, 5-metil furfuraldehit, diasetil, etil alkol, metil alkol, formik asit, resinler, mumlar, formaldehit vb.) maddeler ete nüfuz ederek önemli kalite katkıları sağlamaktadır. Bunun yanı sıra bu maddeler ete has hoş koku, lezzet ve renk katar ve otolitik enzimleri faaliyete geçirerek istenilen yumuşamayı sağlar (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992, Günlü, 2007).

Tütsüleme uzun süreli bir koruma yöntemi değildir. Bu nedenle tütsülenmiş balıklarda bozulma oranını azaltabilmek için balıklar mutlaka soğukta muhafazaya alınmalıdırlar. Ancak, bu aşamada depolama sürelerine etki eden bazı etmenler vardır. Bunlar arasında işlenecek su ürünlerinin türü, ham materyalin kalitesi, tuz konsantrasyonu, etin su aktivitesi, tütsüleme süresi ve sıcaklığı, paketlemenin tipi, sağlığa uygun standartlar ve depolama sıcaklığı önemli rol oynamaktadır (Kaya ve Erkoyuncu, 1999).

2.1.2.1. Soğuk Dumanlama

Düşük sıcaklıkta yapılan dumanlamadır. Balık etinin tipik soğuk duman lezzetinin korunması için sıcaklık ayarlanmasının iyi yapılması gereklidir (Patır ve Duman, 2006). Uygulanan sıcaklık etin pişme ve proteinlerin koagüle sıcaklığından daha düşüktür (Kaya, 2006). Soğuk dumanlama 20-30°C arasında gerçekleştirilir ve hiçbir zaman sıcaklığın 30°C 'yi aşmaması gerekir. Bu değerin üzerine çıkılırsa, dumanlama sırasında ürün kokuşabilir. Bu yöntemde dumanlama süresi birkaç saatten birkaç güne kadar değişir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Soğuk dumanlama öncesi dumanlanacak balık 3–7 gün boyunca tuzda muhafaza edilir, tuzlama işlemi kuru tuz veya doymuş tuz çözeltisiyle yapılmaktadır. Soğuk dumanlama ile dumanlanan ürünlerdeki su oranı %40'ın altına düşürülmelidir. Yıkama ile balıktaki tuz oranı %5'e kadar düşebilir (Karaca ve Saygın, 2008). Soğuk dumanlamada, dumanın koruyucu etkisi, balığın yüksek oranda tuz ve düşük oranda su içermesi özelliği ile birleşerek ürünün düşük sıcaklıkta muhafaza edilmesi ile daha uzun süre dayanması sağlanır (Gökoğlu, 2002). Yağ oranı %7-10 civarında olan balıkların ham madde olarak kullanımı önerilmektedir. Soğuk dumanlamada kullanılan balıklar; somon, uskumru, alabalık, ringa'dır. Soğuk dumanlama ticari anlamda daha çok kullanılmaktadır (Kaya, 2006).

2.1.2.2. Sıcak Dumanlama

Bu yöntemde ürünün yüksek sıcaklıkta pişirilmesi, duman lezzetinin kazandırılması ön plandadır. Sıcak dumanlamada, ürünlerdeki su içeriğinin yüksek oluşu

nedeniyle kurutma işlemi daha önemlidir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). 30–120 °C sıcaklık aralıklarında yapılan dumanlamadır. Amaç, dumanlama işleminin yanında ham materyali pişirme işlemi ile tüketilebilir hale getirmektir (Varlık ve ark, 2004). Ham materyal olarak daha çok yağ oranı %10'dan fazla olan balıklar kullanılmaktadır. Sıcak dumanlama yönteminde işlenecek materyalin yağ oranının yüksek olması ürünün kalitesini de olumlu yönde etkilemektedir. Dumanlama süresi; uygulanan sıcaklık derecelerine göre 3–8 saat arasında değişebilmektedir. Sıcak dumanlanmış ürünlerinin tuz miktarı %1-3'tür (Çaklı, 2007). Genellikle daha az tuzlu ve su içeriği yüksek olduğu için dayanma süresi soğuk dumanlanan ürünlerden az olmakla beraber soğukta dumanlanmış ürünlere göre daha lezzetlidir. Sıcak dumanlanmış ürünler dumanlamadan hemen sonra soğutulup paketlenerek buzdolabı ya da derin dondurucularda saklanırlar. Sıcak dumanlanmış ürün 4/7°C'de 6–10 gün dayanır. Vakum paketlenip -30°C'de depolanan ürünlerin raf ömrü en az 6 aydır (Varlık 2004; Kaya, 2006).

2.1.2.3. Sıvı Dumanlama

Sıcak ve soğuk tütsüleme tekniklerinde tuzlama süresi birbirinden farklı olduğu gibi kurutma ve dumanlama süresi de oldukça farklıdır. Ancak her iki teknikte de ortak olan duman bileşiminde bulunan, PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar) adı verilen kanserojen ve mutajenik yapıya sahip bileşenlerin, dumanlama süresince ete bulaşmasıdır. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması için dumandaki bu bileşenler elimine edilmelidir. Bu doğrultuda son 30 yıldır kullanılan sıvı dumanlama tekniği PAH bileşenlerini iz miktarda ihtiva ettiğinden güvenle kullanılmaktadır. Ancak sıvı tütsülenmiş ürünlerde tuzlama ve kurutma işlemlerinin uygulanmasının yanı sıra sıvı tütsü, ürüne daldırma, püskürtme ya da buharında bekletme şeklinde verilerek sadece duman tadı ve kokusu sunma hedefi ve ürünün pişirilmesi temellerine dayanmaktadır. Ülkemizde sıvı tütsülenmiş ürünlerle ilgili resmi bir prosedür bulunmamaktadır (Alçıçek, 2010).

Sıvı tütsüleme metodunda, genellikle sıvı tütsü pişirmeden hemen önce ürün üzerine püskürtülmektedir. Sıvı tütsüleme maddesi su ile veya çoğunlukla sirke veya sitrik asitle seyreltilmektedir. Uygulamada genellikle %20-30 sıvı tütsü maddesi, %5 sirke veya sitrik asit, %65-75 su karıştırılır ve pişirme işleminden önce ürünün yüzeyine püskürtülür. Püskürtme başka bu tür tütsülemeyi uygulamanın diğer bir yolu ürünü çözelti içine daldırmaktır. Fakat bu da püskürtme kadar başarılı olmamaktadır (Kundakçı, 1979).

2.1.2.4. Duman Elde Edilmesi ve Dumanın Bileşimi

Dumanlamada duman elde etmek için kullanılabilen en uygun ağaç türleri kışın yapraklarını döken ve sert yapıdaki; meşe, diş budak, söğüt, akasya, ak kayın, kızılâğaç, akağacın yanında değişik aroma ve koku kazandırmak için portakal, limon ve elma gibi meyve ağaçlarıdır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Çam vb. iğne yapraklı ağaçlar, yüksek oranda katran içerdiklerinden dolayı bu ağaçların dumanında dumanlanan ürünlerde acımsı bir tat oluştuğundan tercih edilmemektedir. Dumanın ana bileşenleri; aldehitler, ketonlar, fenoller, organik asitler, kresoller ve çeşitli aromatik hidrokarbonlardır (Erkan, 2004).

Klasik duman üretiminde odun talaşı yakılmakta ve hava akımıyla yanma işlemi hızlandırılmaktadır. Talaş fırın içerisindeki nem oranı azalmakta, sıcaklık yükselmektedir. 150°C sıcaklıkta kısa zincirli karbondioksit ve karbon monoksit açığa çıkarken, 250-280°C'lerde hidrokarbonlar oluşmaya baslar. Bu esnada lignin, selüloz, ham selüloz parçalanır ve duman yoğunluğu artar. 260- 310°C'lerde katran ve benzeri maddeler oluşurken, daha yüksek sıcaklıklarda (340-400°C) fenoller ve türevleri oluşmaktadır. Fenol ve türevlerinin fazla oluşmaması için dumanlama işlemi sırasında sıcaklığın 340°C civarında tutulması tavsiye edilmektedir (Erkan, 2004). Odun dumanında bulunan temel bileşikler Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Odun dumanında bulunan temel organik bileşikler (Doe ve ark., 1998)

BİLEŞİKLER	BİLEŞİK SAYISI
Karboksilli asitler	66
Alkol	24
Esterler	18
Aldehitler	22
Ketonlar	86
Laktonlar	13
Eterler	14
Furanlar	9
Hidrokarbonlar	4
Alifatik Hidrokarbonlar	82
Aromatik Nitrojen bileşikleri	8

Dumanlama yöntemleri çeşitli şekillerde sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada dumanın elde edilme ve uygulama şekli ile uygulanan ısı işlem esas alınmaktadır (Varlık ve ark., 2004). Balıkların dumanlanmasında, ısı ve dumanın, odun ve talaştan elde edildiği geleneksel yöntem, ısıнын elektrik ile sağlandığı soğuk ($\leq 30^{\circ}\text{C}$) veya sıcak ($\geq 60^{\circ}\text{C}$) dumanlama ve kanserojen etkileri azaltmak için kullanılan sıvı dumanlama olmak üzere üç farklı yöntem kullanılır (Duffes, 1999). Yöntemlerin uygulamasında, ülkelere hatta aynı ülke içerisinde balık türlerine ve tüketici isteklerine göre farklılıklar olabilir (Motohiro, 1988).

2.1.2.5. Dumanlama İşleminde Dumanın Etkileri

Dumanın aroma, renk ve koruyucu etkisi bulunmaktadır. Dumanın ürün rengine olan etkisi, renkli duman öğelerinin besine alınması, yoğunlaşması ve yükseltgenmesi, duman içeriği maddelerin proteinlerle tepkimeye girmesi, asitlerle rengin sabitlenmesi, fenollerle diğer duman bileşimindeki maddelerin tepkimeleri sonucu gerçekleşmektedir. Bu etkiler duman bileşiminde mevcut olan yaklaşık 250 kadar bileşik tarafından gerçekleştirilmektedir (Ertaş, 2000; Gökalp ve ark., 2002).

Dumandaki asıl kimyasal bileşikler formaldehit ve diğer basit aldehitlerle, metanol, aseton, formik asit ve diğer benzer alifatik bileşikler, fenoller, reçineler ve mumlardır. Bu bileşikler arasında formaldehitler ve fenoller önem sırasına göre en etkili olanlardır. Dumanın buharı içerisindeki fenolik bileşikler, organik asitler ve

karbonillerin, ürünün biyolojik stabilitesini artırdığı saptanmıştır (Frazier, 1967; Deng ve ark., 1974; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Parlak, koyu kahverengi, altın sarısı renk göze hoş görünmekte ve tüketiciye daha cazip gelmektedir. Tütsülenmiş ürünün rengi, kullanılan ağaç türüne bağlıdır. Reçineli odunlar ürüne sert odunlardan daha koyu renk verir (Gökoğlu, 2002; Çaklı 2007).

Dumanın arzu edilmeyen etkileri de bulunmaktadır. Tütsü dumanında bulunan 100 çeşit polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşiğinin büyük bir kısmı kanserojendir. Bunlardan 2 µg/kg ağırlığında bulunan benzo(a)pyrene (BaP) kanserojenik olarak bilinen ve tütsülenmiş balıklarda bulunan bir türdür. Dumanın içeriği ve dumanlama şartları, duysal kaliteyi ve raf ömrünü etkiler. Nitro-PAH, oksijenli-PAH gibi temelde PAH olan ve PAH indirgenmeleri sonucu oluşan N-nitrosa bileşikleri ve heterosilik aromatik aminler kanserojen etkilere neden olan türlerdir. PAH'ların oluşumunu etkileyen en önemli faktör, dumanın oluşum sıcaklığıdır. Bazı araştırmacılara göre, 2 bölümlü duman jeneratöründe odun sıcaklığı 425°C'nin altında ve değişken ürünlerin erimeleri sonucu oksidasyon sıcaklığı 375°C'nin altındaysa BaP oluşmaz. İçin için yanan talaşın kümelerinin sıcaklığının 300–400°C'ye düşürülmesi ve filtre kullanılmasıyla dumandaki PAH'ların içeriği 10 kat azalabilir.

Tütsülenmiş balıktaki PAH'ların çoğu odun dumanından ileri gelir. Balığın özellikleri, tütsüleme metodu, dumanın kompozisyonu ve dumana maruz kalan yenebilir bölümlere bağlı olarak, soğuk ve sıcak tütsülenmiş balıklar; 0,05'den 60 µg BaP/kg'a kadar PAH içerir. Tütsülenmiş balıklar ve deniz ürünleri PAH içerseler de insanlar için zararlı olabilecek düzeyde değillerdir (Çaklı, 2007). Türk Gıda Kodeksi 'nin 2008 yılında 17.05.2008- 26879 no'lu resmî gazetede yayınladığı tebliğe göre tütsülenmiş et ve tütsülenmiş et ürünleri, Tütsülenmiş balık eti, tütsülenmiş su ürünleri ve tütsülenmiş kabuklular (yengeç etinin kahverengi kısmı, istakoz ve benzeri büyük kabukluların (*Nephropidae* ve *Palinuridae*) baş ve göğüs etleri hariç) için 5 µg/kg BaP yaş ağırlık, balık eti için ise 2 µg/kg BaP yaş ağırlık maksimum limitleri belirtmiştir TGK, 2008).

Dumanlama teknolojisindeki amaç, ısının ve tuzun etkisi ile ürünün içerdiği suyun bir kısmının uzaklaştırılarak ve dumandaki bakterisid maddelerin ürüne nüfuz etmesi sağlanarak mikroorganizmaların üreme ve gelişmesinin önlenmesidir (Goulas ve Kontaminas, 2005, Yanar ve ark., 2006).

Duman bileşenlerinin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi, anlaşılması güç bir etki olup, dumanı oluşturan her farklı bileşik kendi başına bakteristatik ve bakterisidal

etkiye sahiptir. Dumanın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi dumanlama sıcaklığına ve bu bileşiklerin konsantrasyonlarına bağlı olarak artmaktadır (Sikorski ve Sun Pan, 1994).

Özellikle, formaldehitler, fenollü bileşikler ve karboksilik asitler kuvvetli antimikrobiyal etki sergilemekte iken, karbonil bileşikleri ve esterleri daha az antimikrobiyal etki göstermektedirler. Formaldehitler, fenollere göre daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olmakla birlikte, hidrokarbonlar ise aynı etkiye sahip değildir. Duman bileşiminin antimikrobiyal etkisinin yanı sıra antioksidatif etkiye de sahip olduğu bilinmektedir. Fenollü bileşikler bakteristatik etki ile birlikte oksidatif etkiye de sahiptirler. Özellikle dumanlanmış ürünlerde arzu edilen tadın sürdürülebilmesi açısından fenollü bileşikler oldukça önemlidirler (Gray ve Pearson, 1984, Miler ve Sikorski, 1990).

Duman etin üzerini ince bir zar gibi örter ve mikroorganizmaların et girişini önler. Duman yoğunluğu arttıkça stafilokoklarda ve basillerde ölüm oranı yükselmektedir. Bunlar dumana maruz kalmalarını takip eden yarım saat içerisinde ölmeye başlamakta ve üç saat sonra tümüyle yok olurlar. Spor oluşturan bakteriler ise dumana oldukça dayanıklıdır (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Dumanlanmış gıdalardaki lezzet ve koku oluşumu, duman bileşenleri, ısı ve tuzun gıda maddesi ile olan etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Tüm bu faktörlere bağlı olarak dumanlanmış ürünlerde fiziksel ve kimyasal yönden değişimler meydana gelmektedir. Özellikle dumanlama işlemi öncesinde yapılan tuzlama işlemi proteinlerde lezzet yönünden istenen değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır (Miler ve Sikorski, 1990). Duman bileşikleri öncelikle dumanımsı koku ve tattan sorumludurlar. Dumanlanmış ürünlerin aroması üzerinde çok sayıda duman bileşiğinin etkisi vardır. Duman bileşiminde yer alan asitler, aldehitler, fenollü bileşikler ve polisiklik aromatik hidrokarbon bileşikleri dumanlanmış ürünlerde hoş giden lezzet ve kokudan sorumludurlar. Özellikle siringol ve 2,6-dimethoksi-metilfenol dumanımsı koku oluşumuna, guaiakol ve eugenol dumanımsı tat oluşumuna katkıda bulunmaktadırlar (Lorient, 1999). Dumanlama işleminde kullanılan ağacın cinsi arzu edilen tat ve kokunun oluşumunda oldukça önemlidir. Sert odunlar lignin içeriği fazla odunlardır. Bundan dolayı ürüne yumuşak, hafif bir lezzet kazandırmaktadırlar. Özellikle meşe, kiraz, elma ve kayın gibi sert ağaçlardan elde edilen duman, fenollü bileşikler yönünden oldukça zengindir. Bu da ürünün karakteristik lezzetinin oluşumunda önemli bir etkiye

sahiptir. Yumuşak odunlar ise, çok fazla miktarda selüloz içerdiklerinden dolayı ürüne asidimsi sert bir tat verirler (Horner, 1997).

Dumanın ürün rengine olan etkisi, balığın derisindeki pigmentasyona bağlı olmakla birlikte duman bileşenlerinin miktarına, kompozisyonuna ve bu bileşenlerin doku bileşenleri ile etkileşimlerine bağlıdır. Duman bileşiminde yer alan kompleks bileşikler, ısının da etkisi ile yüzeyde oluşan değişimler, tipik dumanlanmış ürün renginin oluşumuna yardım etmektedirler. Balıkta meydana gelen renk değişimi dumanlama işlemi esnasında kullanılan odun talaşının cinsine bağlı olarak, parlak, koyu kahverengimsi bir renkten altın sarısı renge kadar değişim göstermektedir. Özellikle, sıcak dumanlanmış yağlı balıklarda dumanlama esnasında balık yüzeyinde ince, yağlı bir film tabakası oluşmakta, böylelikle balık eti daha parlak bir yüzeye sahip olmaktadır. Yağsız balıklarda ise bazı balık proteinlerinin tuz salamurasında çözünmesi ile balık yüzeyinde ince parlak bir tabaka oluşmakta bu da balığa parlak bir görünüm kazandırmaktadır (Doe ve ark, 1998).

Amerikan çınarı, akağaç, ıhlamur ve kayın ağaçlarından elde edilen odun talaşı ile dumanlanmış ürünlerde, altın sarısı renk oluşumu meydana gelmekte iken, fındık ve meşe ağaçlarından elde edilen odun talaşı ile dumanlanmış ürünlerde, kahverengimsi sarı renk, akasya ağacından elde edilen duman ile dumanlanmış ürünlerde ise limon sarısı bir renk ve kozalaklı ağaçlardan elde edilen duman kullanılıyor ise, ürünlerde siyah renk oluşumu meydana gelmektedir. Aynı zamanda duman içeriğindeki reçineler ürün yüzeyinde birikerek et renginin parlak bir görünüme sahip olmasını sağlamaktadırlar (Sikorski ve Sun Pan, 1994).

2.1.2.6. Dumanlanmış Ürünlerde Kalite

Kalite; gıdanın tüketiciler tarafından kabul gören karakteristik özellikleridir ve tüketici istek ve tercihlerine göre değişebilmektedir (Peri, 2006).

Dumanlanmış balıkta kaliteyi etkileyen başlıca faktörler; hammadde kalitesi, hammaddenin bileşimi, dumanlanmış balığın üretim yöntemi, dumanlama ünitesinin hijyenik üretim koşulları, üretim miktarı ve üretim sıcaklığı, dumanlanacak balığın mikroflorası, işlenecek olan ürün dondurulmuşsa depolama sürecindeki kalite kaybı, çözündürme şekli, dumanlama öncesi uygulanacak tuzlama solüsyonunun kalitesi, tuz oranı, depolama süresi, depolama sıcaklığı ve ambalajlama yöntemidir (Dondero ve ark., 2004, Connell, 1975). Görünüm (şekil, büyüklük, renk, parlaklık, kıvam), tekstür

ve tat, besleyicilik özelliği gibi parametreler ise diğer kalite özellikleri olarak sıralanabilir.

Dumanlanmış su ürünlerindeki kalite bozulmaları tüketime sunulan ürünün tür özellikleri, işleme koşulları, uygun paketlenmesi, depolama süresi ve sıcaklığına bağlıdır (Kılıç, 2005). Ayrıca hasat sonrası hızla işlenen su ürünlerinin daha iyi kalitede oldukları bildirilmiştir (Duran ve ark., 2008).

2.1.2.7. Dumanlanmış Balıkta Bozulma ve Bozulmayı Etkileyen Faktörler

Bozulma; bir gıda ürününün çeşitli etkenlerle tüketiciler tarafından tüketimi kabul edilemeyecek derecede değişiklik göstermesi olarak tanımlanır. Fiziksel zarar, kimyasal değişimler (oksidasyon renk değişimleri) veya mikrobiyal gelişimle metabolizma artıklarının meydana getirdiği tat ve koku değişiklikleri olabilir (Gram ve ark., 2002).

Dumanlanmış su ürünlerinin raf ömrünü etkileyen faktörler; kullanılan balığın türü, dumanlama yöntemi, dumanlanmış ürünün su ve tuz oranı, paketlenme ve depolama şekli olarak sıralanabilir (Gülyavuz ve Altinkurt, 1991). Tuz ve nem içeriği yeterli ve uygun olmayan dumanlanmış su ürünleri neme ve sıcaklığa daha duyarlı olmaktadır (Gökoğlu, 2002). Sıcak dumanlanmış ürünlerin 2°C ve daha düşük sıcaklıklarda depolama ve dağıtımının kalitenin korunması için önemli olduğu bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2006).

Dumanlanacak balığın taze olması önemli bir ön şarttır. Dumanlama sırasında yeterli sıcaklığa ulaşılmadığında bazı mezofilik hatta psikrofilik bakterilerin yaşayabileceği mümkün olduğu gibi, bakterisit etkisi olan dumanın fırın içinde yeterli derecede sirküle olamaması patojen mikroorganizmaların sporlarla yaşamasına ve dolayısıyla bozulmanın hızlanmasına neden olur (Varlık ve ark., 2007). Dumanlama sırasında deri etten ayrılmadıysa mikroorganizmaların ete bulaşması ve çoğalması daha kolay olur. Bunun yanı sıra paketlenme, depolama ve nakliyat gibi durumlarda soğuk zincirin kırılması veya kontaminasyon olması da kalitenin bozulmasında etkindir (Connell, 1975). Ayrıca dumanlama sırasında inhibe olmayan *Pseudomonas sp.* ve *Aeromonas sp.* Türleri depolama sırasında çoğalarak dumanlanmış balıkların etlerinin yapışkan bir hal almasını ve kokularının yakıcı hale gelmesini sağlayabilirler. Sıcak dumanlanmış balıkların vakum paketlenmesi sonucu laktobasillerin zamanla balık etinde ekşimsi bir tat oluşturduğu gözlemlenebilir. Dumanlanmış balık ürünleri su aktivitesi düşük ürünler olduğu için bu ürünlerde baskın mikroorganizmalar küf ve mayalardır

(Varlık ve ark., 2007). Meydana gelen bozulmanın büyük çoğunluğunda bu mikroorganizmalar etkilidir. Balık kaslarındaki lipitler yüksek seviyede çoklu doymamış yağ asitlerini ihtiva ederler ve bu durum yüksek derecede oksidasyon oluşmasını tetikler. Böylece bu yağ asitlerinde meydana gelecek kalite kayıplarını engellemek için işleme ve depolama sırasında ekstra önem gösterilmelidir (Choubert ve ark., 2005).

2.1.2.8. Dumanlanmış Ürünlerin Raf Ömrü

Dumanlanmış balıkların dayanma süresi, diğer gıda maddelerinde olduğu gibi, su oranı, tuz, yağ miktarı, su aktivitesi (a_w), paketleme şekline ve muhafaza sıcaklığı gibi faktörlere yakından ilgilidir. Genel olarak, tuzlama işlemi uygulanarak hazırlanmış tütsülenmiş balık ürünleri için dayanma süresi en az 14 gün olarak kabul edilir (Miler ve sikorski, 1990). Bu süre sıcak tütsü ile hazırlanmış olanlar için 3 ile 6 gün olarak hesap edilir. Bu nedende, özellikle sıcak tütsü ile hazırlanmış olanların 4-10°C arasında taşınmaları ve muhafazaları gerekir. 0°C'in altındaki sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen, tütsülenmiş balığın görünümünde değişiklikler olur. Özellikle yüzeydeki tipik parlaklık kaybolarak, mat bir görünüm kazanır (İnal, 1992).

2.2. Literatür Özeti

2.2.1. Verim Hesabı ile İlgili Literatür Özeti

Dore (1991), dumanlama sırasında ağırlık kaybının genellikle %30-40 civarında olduğunu bildirmiştir.

Cardinal ve ark. (2001), dumanlama parametrelerinin somon (*Salmo salar*)'un renk ve kalitesine etkisi ile ilgili çalışmada, dumanlama kaybını %4,1 olarak bildirmişlerdir.

Koral ve Köse (2005), tütsülenmiş hamsinin (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) buzdolabı koşullarında ($4\pm1^\circ\text{C}$) depolanması esnasında kalite değişimlerinin belirlenmesi çalışmalarında, tütsülenmiş hamsinin verimini %51,5 bulmuşlardır.

Erdem ve ark. (2010), tütsülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında (*Dicentrarchus labrax*) kalite değişimlerinin incelemişler ve incelenen levreklerde et verimi %52 iken, normal tütsüleme sonucunda bu oran %37,40, marine tütsülerde ise %33,57 olarak hesaplamışlardır.

2.2.2. İnorganik Madde İçeriğindeki Değişimler ile İlgili Literatür Özeti

Ünal (1995), %6 ve %21 oranlarında tuzladıkları gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın inorganik madde içeriğinin tuz oranıyla doğru orantılı olarak arttığını tespit etmiştir. Taze balıklarda inorganik madde miktarı %1.43, tuz %0.46 iken, %6 oranında tuzlanarak dumanlanan örneklerde bu değerler sırasıyla %3 ve %3,06 olarak bulunmuştur. %22 oranında tuzlanarak dumanlananlarda ise inorganik madde miktarının %3,76 ve tuz miktarının %4,21 olduğunu bildirmiştir.

Dumanlanmış balıklarda inorganik madde (kül) içeriğinin arttığı bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) tütsülenmesi sonucu kül içeriğinde istatistiksel olarak önemli artışların olduğu ($P<0.01$) görülmektedir. Bu çalışmada taze balıkların kül içeriği $1,31\pm0,11$ iken, sıcak dumanlanan örneklerin kül içeriği $4,70\pm0,10$ olarak bulunmuştur (Kolsarıcı ve Özkaya 1998).

Ünlüsayın ve ark. (2001a), taze yılan balığında $1,25\pm0,21$, gökkuşağı alabalığında $1,80\pm0,14$, sudakta $2,02\pm0,01$ olan inorganik madde miktarının dumanlama sonrası sırası ile $2,30\pm0,16$, $3,52\pm0,11$ ve $4,47\pm0,21$ 'e yükseldiğini tespit etmişlerdir.

2.2.3. Yağlardaki Değişim ile İlgili Literatür Özeti

Bligh ve ark. (1988), dumanlanmış balıkların yağlarında değişimlerin olabileceğini, balıketine uygulanan ısı işlemlerin aşırı doymamış yağ asitlerinde oksidasyona neden olabileceğini bildirmiş olup bu yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit, 22:5n-3 ile dokosaheksaenoik asit, 22:6n-3 yağ asitlerinin oksidasyona eğilimli olduklarını açıklamışlardır.

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) dumanlanması ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada dumanlanan örneklerde yağ oranının arttığını saptamıştır.

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın raf ömrü üzerine dumanlama yöntemlerinin ve depolama sıcaklıklarının etkisi konulu çalışmada, sıcak dumanlanan örneklerde yağ içeriğinin arttığı (taze örneklerde $8,45\pm0,65$, dumanlanmışlarda $11,23\pm1,27$) kaydedilmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998).

Bilgin ve ark. (2001), *Clarias gariepinus* türüyle yaptıkları çalışmada sıcak dumanlanmış balıklarda yağ içeriğinin arttığını vurgulamışlardır.

2.2.4. Protein İçeriğindeki Değişimler ile İlgili Literatür Özeti

Farklı işleme teknolojileri uygulanan somon balığının kimyasal bileşenlerinin belirlenmesine yönelik çalışmada taze örneklerde %18,4 olan protein oranının dumanlanmış balıklarda %25,4'e çıktığı saptanmıştır (Holland ve ark., 1991).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) tarafından dumanlanmış gökkuşaağı alabalığı örneklerinde protein oranlarında artış olduğu saptanmıştır. Sıcak dumanlanmış balıkların protein içeriklerinde benzer bir artış diğer bazı araştırmacılarca da kaydedilmiştir. Dumanlanmış yılan balıkları (*Anguilla anguilla*)'nda kuru madde de protein içeriğinin %40,62'den %46.07'ye çıktığı saptanmıştır (İkiz ve ark., 1994).

Ünlüsayın ve ark. (2003), havuz balığı (*Carassius auratus* L. 1758)'nın sıcak dumanlama çalışmasında, protein içeriğı taze balıkta %17,34±1,72 (erkek balık) ve %16,69±1,01 (dişi balık) iken sıcak dumanlanmış örneklerde erkek ve dişi balıklarda sırasıyla %21,65±1,01 ve %20,34±0,69 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada protein oranında görülen bu artışın oransal bir artış olduğu ve bu artışın su içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı belirtilmiştir.

2.2.5. Su ve Kuru Madde İçeriğindeki Değişimler ile İlgili Literatür Özeti

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), *Oncorhynchus mykiss*'de raf ömrüne tütsüleme yöntemlerinin etkisini araştırmış, taze örneklerde %29,05±0,75 olan kuru madde miktarının (%70,95 su) sıcak dumanlanmış balıklarda %43,65±0,45 (%56,35 su) değerine yükseldiğini belirtmiştir. Bu araştırmacıların yaptığı önem testi sonucu kuru maddedeki bu artışın önemli olduğu belirlenmiştir.

Ünlüsayın ve ark. (2001b), gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), yılan balığı (*Anguilla anguilla*) ve sudak (*Stizostedion lucioperca*) balıklarına uyguladıkları sıcak dumanlama sonrasında üç türün de dumanlama sonrasında su kaybettiğini saptamışlardır.

Bilgin (2003), taze dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858) örneklerinde %78,90 olan su içeriğinin, sıcak dumanlama sonrası %50,86'ya düştüğünü, 4±0,5°C'de depolanan dumanlanmış örneklerde 7. gününde %50,81 olan su içeriğı depolama sonunda (51. günde) %53,70 olduğunu saptamıştır.

2.2.6. pH Değişimleri ile İlgili Literatür Özeti

Özkaya (1995), alabalıkları soğuk ve sıcak dumanlama yöntemiyle dumanlayarak farklı sıcaklık derecelerinde muhafaza etmiştir. Çalışmada pH değerini,

sıcak tütülenmiş ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiş örneklerde 1. günde 6.45, 60. günde 6.33 olduğunu saptamıştır.

Bilgin (2003), çalışmasında dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*)'nın sıcak dumanlama sonrası $4\pm0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 51 gün koruma altına alınarak pH değişimlerinin belirlendiği bir çalışmada, başlangıçtaki 6,60 olan pH değerinin 51. günde 6,29'a düştüğünü saptamıştır.

Tütülenmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının 4°C 'de depolandığı çalışmada, 0. günde 6,30, 6,36 olarak belirlenen pH değerleri, 60. günde 6,56- 6,59 ve 6,57-6,53 olarak tespit edilmiştir. 0 ve 60. günler arasında pH değerlerinde artmalar ve azalmalar gözlenmiştir (Göysaya, 2005).

Erdem ve ark. (2010), tütülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında 110 gün boyunca pH değerinde artmalar ve azalmalar gözlendiğini bildirmiştir.

2.2.7. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değeri ile İlgili Literatür Özeti

Gökoğlu ve Varlık (1992), sıcak dumanlama teknolojisi uyguladıkları ve vakum paketledikleri gökkuşağı alabalıklarını (*Oncorhynchus mykiss*) buzdolabı koşullarında ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) depoladıklarında, taze balıktaki 17 mg/100 g olan TVB-N değerinin 30. günde 26 mg/100 g'a ulaştığını, depolamanın 60. gününde ise 62 mg/100 g'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Kaya (1994), sıcak dumanlanan gökkuşağı alabalığı, som balığı, palamut ve tirsî balıklarının TVB-N değerlerinin depolama süresince düzenli olarak arttığını ve ürünlerde kalite kaybının başladığını tespit etmiştir.

Özkaya (1995), sıcak dumanlanıp $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalığın başlangıçtaki TVB-N değerini 18,55 mg/100 g, 60. gündeki TVB-N değerini ise 34,94 mg/100 g olarak bildirmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi çalışmalarında, taze balıkta 17,60 mg/100 g olarak belirlenen TVB-N değerinin sıcak dumanlama yapılarak $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerde 8. günde 21,45 ve 28. günde 27,57 mg/100 g'a kadar düzenli bir artış gösterdiğini ve bu artışın dumanlama işlemi sırasında oluşan ağırlık kaybından kaynaklandığı belirtmişlerdir. Depolamanın son günü (48. gün) TVB-N değerini 32,72 mg/100 g saptamışlardır.

Bilgin (2003), sıcak dumanlama işleminin uygulandığı çalışmasında $4\pm0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 51 gün süreyle depolanmış dağ alabalığının TVB-N değerinin başlangıçta $13,97\pm1,94$ mg/100 g iken 51. günde $34,38\pm0,54$ mg/100 g'a yükseldiğini belirlemiştir.

Goulas ve Kontominas (2005), uskumru (*S. japonicus*)'da TVB-N içeriği depolama sonucunda taze örneklerde, tuzlanmış ve sıcak dumanlanmış örneklerle göre önemli oranda yüksek bulmuştur. Taze ve tuzlanmış örneklerle göre dumanlanmış örneklerde dumanlama sonucunda oluşan yüksek su kaybı nedeniyle önemli artış saptamıştır. Dumanlanmış örneklerde depolamaya bağlı olarak görülen önemsiz değişimler, ürünün düşük su ve yüksek tuz içeriği, çeşitli fenol bileşikleri ile formaldehit gibi anti-mikrobiyal duman bileşenlerine sahip olmasına bağlanmıştır.

Bilgin ve ark. (2007), yaptıkları araştırmada balığı sıcak dumanlama tekniğine göre dumanlamışlar ve farklı sıcaklıklarda depolamışlar. *Salmo trutta macrostigma*'nın TVB-N değerinin tüm gruplarda depolama günlerine bağlı olarak artış gösterdiğini tespit etmişler.

Erdem ve ark. (2010), tütsülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında kalite parametrelerini incelemişler ve depolama boyunca TVB-N değerinin düzenli olarak arttığını bildirmişlerdir. Normal tütsülenen levrek balıklarının bozulma parametresini 105. günde 37,12 mg/100g değeriyle aştığını bildirmişler.

2.2.8. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri ile İlgili Literatür Özeti

Su ürünlerinde oksidasyon derecesinin belirlenmesinde kullanılan TBA değerinin, 7-8 mg malonaldehit/kg olması gerektiğini ve bu değer üzerindeki su ürünlerinin bozulmuş olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993).

Etlerdeki TBA değeri, yağ oksidasyonunun bir sonucu olarak meydana gelmektedir ve kalite parametrelerinin en önemli ölçütlerinden bir tanesi olarak değerlendirilmektedir (Günlü, 2007).

Kaya (1994), balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerini araştırdığı çalışmada sıcak dumanlama yapılarak depolanan (4°C) gökkuşağı alabalığı, palamut, som balığı ve tirsi balıklarının TBA değerinin depolama süresince düzenli olarak yükseldiğini belirtmiştir. Sıcak dumanlanarak 4°C 'de depolanan alabalıkta 5. günde 0,86 olan TBA, 35. gün sonunda 2,02 tirsidede ise sırasıyla 0,79 ve 2,56 mg malonaldehit/kg'a yükseldiğini belirtmiştir.

Koral (2006), çalışmasında tütsüleyerek buzdolabı koşullarında muhafaza edilen palamut balıklarında TVB-N yönünden bozulmanın olduğu 11. günde TBA değerini

1,26 mg malonaldehit/kg olarak belirlemiş ve TBA yönünden ürünün kalite standart değerini aşmadığını ifade edilmiştir.

Erdem ve ark. (2010), tütsülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında kalite değişimlerinin incelemişler tütsülenen levreklerde, saklama süresi ve normal ile marine tütsü arasında TBA miktarı açısından önemli artışlar meydana geldiğini vurgulamışlardır. Depolamanın sonu olan 110. günde normal tütsüde TBA değeri $2,07 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg, marine tütsüde $2,34 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg hesaplamışlar.

2.2.9. Mikrobiyolojik Değişimler ile İlgili Literatür Özeti

Dumanlanmış balıklarda bozulmaya neden olan mikroorganizma faaliyetleri üzerine düşük su aktivitesi ve pH değerlerinin de etkili olduğu belirtilmektedir (Toth ve Potthast 1984).

Soğukta muhafaza edilen dumanlanmış ürünlerin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesinde toplam aerobik psikrofilik ve mezofilik bakteriler önemli bir indikatördür. Bu bakteriler sıcak ve soğuk dumanlanmış ürünlerin bozulmasında etkin rol oynayan bakterilerdir. Dumanlanmış ürünlerde, bu bakteriler için bildirilen kabul edilebilir mikrobiyolojik limit 6 logkob/g'dır (Olafsdottir ve ark., 2005; Truelstrup Hansen ve ark., 1998; Espe ve ark., 2004).

Ünal (1995)'ın bildirdiğine göre Kyzlink (1990), dumanlama ile besinlerin korunması, mikroorganizmaların yayılmasını elverişsiz kılacak ya da uzun bir süre yayılmayı inhibe edici odun dumanı öğelerinin asetik asit, formik asit, metil alkol, aseton, formaldehit, fenol, kresol içeren maddeler, terpenler gibi volatil bileşikler olduğunu bildirmiştir. Ancak halofilik bakteriler çeşitli maya küflerin, dumanlamadan sonra canlı kaldığını belirtmiştir. Sıcak dumanlanmış ürünlerde patojenik bakterilerin tamamen inaktif hale geldiği ve geriye kalan mikrofloranın hasar gördüğü, bununla birlikte sıcak dumanlamanın çok uzun sürmemesi nedeniyle ürünün içine nüfuz eden dumanın yüzey üzerindeki koagule proteinler tarafından kısmen bloke edildiğinde bu etkinin ortadan kalktığı ve birkaç gün içinde mikrofloranın ürün içinde yeniden yayılmaya başladığı kaydedilmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşağı alabalığının raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada 28 °C'de 8 saat tütsüleyip vakum paketledikleri gökkuşağı alabalıklarını, 4°C'de depolamışlardır. TMAB sayısı, başlangıçta 5,39 logkob/g iken 16. günde 8,55 logkob/g olarak

bulunurken, TPAB sayısı ise, 3,82 logkob/g değerinden 5,63 logkob/g değerine yükseldiği belirtilmiştir.

Lyhs ve ark. (2001), Dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoalarının farklı sıcaklıklarda depolandığı çalışmada, 3°C’de depolanan dumanlanmış alabalıkların 27. günde 106-107 kob/g bakteri yükü, 8°C de depolanan örneklerin ise 20. günde 107-108 kob/g bakteri yükü olduğunu tespit etmişlerdir.

Dumanlanmış ve vakum paketlenmiş alabalıkların 2°C’de depolandıkları çalışmada araştırmacılar tarafında depolama boyunca toplam bakteri değerinin 5,62 logkob/g ile 8,39 logkob/g arasında tespit edildiğini bildirmiştir (Gonzalez-Rodriguez ve ark., 2002).

Kılıç (2005), soğuk dumanlanmış 4°C’de depolanmış gökkuşağı alabalığı üretiminde antimikrobiyal ve antioksidan maddeler kullanımını araştırdığı çalışmasında TPAB ve toplam maya-küf değerleri, kontrol grubunda hızlı bir artış gösterirken katkı ilaveli ürünlerde daha düşük bir artış göstermiştir.

Kaba (2009)’nın bildirdiğine göre, dumanlama işlemi sırasında yüzeyin hafifçe kuruması ile mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan su yüzeyden uzaklaştırılmaktadır, duman bileşimindeki formaldehit, fenolik bileşikler, reçineli maddeler dumanlama işlemi sırasında ürün üzerinde bakteriyostatik etkiye sahip ince bir tabaka oluşturmaktadır. Dumanlamanın küf gelişimini engellediği de bildirilmektedir. Dumanlama sırasında oluşan en aktif antimikrobiyal bileşiklerin; quaiacol ve bunun metil propil izomerleri, krezol, katechol, pyrogallol ve onun metil esteri olduğu açıklanmıştır.

2.2.10. Duyusal Değerlendirme ile İlgili Literatür Özeti

Gökoğlu ve Varlık (1992), dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalıklarında 5-6°C depolama sıcaklığında, duyusal özellikleri bakımından 50 gün iyi kalitede kaldıklarını belirtmişlerdir.

Kaya (1994), buzdolabı sıcaklığında (4°C) muhafaza edilen sıcak dumanlanmış balıkların duyusal olarak 13-16 günler arasında bozulduğunu belirlemiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), vakum paketlenmiş sıcak tütsülenmiş alabalıkların, buzdolabı koşullarında 48 günlük depolama boyunca duyusal kalite değişimini incelemişler. Depolamanın 44. gününden sonra tadında yavanlaşma, duman tadının azalmış olduğu ve duyusal özelliklerini yitirdiği bildirilmiştir.

Koral ve Köse (2005), dumanlanmış ve buzdolabında muhafaza edilmiş hamsi örneklerinin, duysal olarak 11. günde insan tüketimine uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Koral (2006), çalışmasında duysal yönden, yedi kişilik panelist grubun kriter tablosuna göre yaptıkları değerlendirmeler sonucunda verilen puanların ortalamaları alınmış ve araştırmada kullanılan sıcak tütsülenmiş oda ve buzdolabında muhafaza edilen kefal ve palamut balıklarının raf ömürleri, kefalde oda sıcaklığında muhafaza edilen grupta 5 gün, buzdolabında muhafaza edilen örneklerde 14 gün olarak tespit edilmiştir. Palamutta ise oda koşullarında muhafaza edilen grupta 3 gün, buzdolabında muhafaza edilen grupta ise 9 gün olarak tespit edilmiştir.

Erdem ve ark. (2010), tütsülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında, depolama basında tütsü levrek balıkları, tat, koku, görünüş ve doku yönünden büyük beğeni kazanmış, fakat depolama süresine bağlı olarak puanlamada önemli düşüşler meydana geldiğini saptamışlar. Yapılan puanlama sonucunda normal tütsü levreklerin bozulma değeri olan 4 değerini 105. günde aştığı, buna karşılık marine tütsü levreklerin duysal açıdan 110. günde tüketilebilir özelliklerini kaybettikleri belirtmişlerdir.

Özer (2010), zargana balıkları üzerine yaptığı araştırmada zerdeçal ve sunset yellow FCF katkılı grupta duysal değerlendirme (görünüş, koku, tat, doku) sonuçlarına göre 17 günlük depolama süresince değerlerin zamana bağlı olarak azaldığını bildirmiştir.

2.2.11. Raf Ömrü ile İlgili Literatür Özeti

Schulze (1985), alabalıkla yaptığı bir çalışmada, fileto ve tüm halde 72°C'de dumanladıkları alabalıkları vakum paketlenip 4°C ve 10°C'da depolamıştır. Araştırma sonucunda, dumanlanmış fileto alabalıkların 10°C'de 10 gün, 4°C'de 21 gün muhafaza edilebilecekleri belirlenmiştir.

Kaya ve Erkoyuncu (1999), yaptıkları çalışmada, palamut, tirs, somon ve gökkuşığı alabalığı tütsülenmemiş halde ve soğuk, sıcak olmak üzere iki farklı şekilde tütsülen ürünlerin hem oda sıcaklığı (18°C), hem de buzdolabı koşullarında (4°C) muhafaza etmişlerdir. Bu araştırma sonucunda, buzdolabında muhafaza edilen sıcak dumanlanan balıkların 13–15 günde bozulduğunu tespit etmişlerdir.

Atlantik uskumrularının 15 gün süresince buzda depolandığı çalışma da duysal analiz sonuçlarının depolama süresine bağlı olarak düşüş gösterdiği, 12. günde ise kabul edilebilir sınır değerini aştığı saptanmıştır (Öksüz, 2001).

Dondero ve ark. 2004, salmonları soğuk dumanlama yöntemiyle dumanlanıp vakum paketlenerek farklı sıcaklıklarda depolanarak kalite parametrelerini incelemişlerdir. Raf ömrünün en düşük sıcaklıkta (0°C) 46 gün olarak belirlemiş, en yüksek sıcaklıkta 19 gün olarak belirlemişlerdir.

Tütsülenmiş balıkların raf ömrü ile ilgili çalışmalarda, Rorvik ve ark. (1991), hazır yemek olarak satılan dilimlenmiş vakum ambalajlı fûme alabalığın 4°C’de 3-4 hafta olduğunu belirlerken Yanar ve ark. (2006), sıcak dumanlanmış tilapianın 4°C’de 35 gün muhafaza etmişlerdir. Dillon ve ark. (1994), tütsülenmiş morina filetolarının vakum paketlenmiş örneklerini -20 °C’de muhafaza süresini 3 ay, 4°C’de 3 hafta olarak tespit etmişlerdir.

Bhandary (1993), farklı baharatlar kullanarak tütsülenen uskumruların 29°C’de 3 hafta muhafaza edilebileceğini belirlemiştir. Bir başka çalışmada Ikeme ve Gugnani (1989) tütsülenmiş uskumruların 5-7°C arasında 7 hafta depolanabileceğini belirtmektedirler.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Balık

Araştırma materyali olarak Samsun-Bafra'da bulunan özel bir işletme olan Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'nden temin edilen ortalama boyu $51,95 \pm 0,99$ cm ve ortalama ağırlığı $1956,56 \pm 124,53$ gr olan 18 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM, 1972) balık çiftliğinden soğuk muhafaza altında, strafor kutulara konularak Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Toplamda 35 kg olan 18 adet gökkuşağı alabalığı 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Depolanmadan dumanlanacak grup (Kontrol) için 14,5 kg, derin dondurucuda 6 ay ve 12 ay boyunca depolanacak gruplar için ise sırasıyla 12 kg ve 8,5 kg gökkuşağı alabalığı ayrılıp, derin dondurucuda (-18°C) paketlenmeden muhafaza edilmiştir. Daha sonra taze ve donmuş depolanmış olan balıklar dumanlanarak paketlenmiş ve kalite tespiti için buzdolabında ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilerek bozuluncaya kadar analizleri yapılmıştır. (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalığı (Orijinal)

3.1.2. Derin Dondurucu ve Buzdolabı

Üretim tesisinden temin edilen balıklar Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi laboratuvarında bulunan uğur marka derin dondurucuda -18°C 'de 6 ay ve 12 ay süresince muhafaza edilmiştir. Deneme başladıktan sonra, Dumanlanmış ve paketlenmiş balıkların depolanmasında ise, $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa sahip olan Bosch marka buzdolabı kullanılmıştır.

3.1.3. Dumanlama Fırını

Araştırmada Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik laboratuvarında bulunan Apparatebau Gunther Kronawitter (AGK) marka Alman yapımı, 5 kg kapasiteli yarı mekanik dumanlama fırını kullanılmıştır. Fırın elektrik ısıtmalı olup sıcaklık ve zaman ayarı yapılabilmektedir. Fırın kapağının üzerinde termometre yer almakta ve bu sayede fırın iç ısı kontrolü yapılabilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yarı mekanik dumanlama fırını (Orijinal)

3.1.4. Dumanlamada Kullanılan Talaş

Dumanlamada kayın ağacının ince talaşı kullanılmıştır.

3.1.5. Ambalaj Materyali

Ambalaj materyali olarak strafor tabaklar (18x25cm) ve bu tabakların üzerlerini kapatmak için streç film kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Paketlenmiş ürün (Orijinal)

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Aşamaları

3.2.1.1. Örneklerin Hazırlanması

Araştırmada kullanılan balıklar üretim tesisinden temin edildikten sonra buzlanarak Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine İşleme laboratuvarına 3 grup halinde getirilerek bu 3 gruptan birincisi için (Kontrol grubu) 14,5 kg gökkuşağı alabalığı taze olarak ayrılmış, ikinci grup için 12 kg gökkuşağı alabalığı 6 ay süresince derin dondurucuda depolanmış (A grubu) ve üçüncü grup için ise 8,5 kg gökkuşağı alabalığı 12 ay süresince derin dondurucuda herhangi bir paketlenme işlemi yapılmadan depolanmıştır. Derin dondurucuda kalma sürelerine göre balık gruplarına A ve B isimleri verilmiştir (Çizelge 3.1). Deneme gününde derin dondurucudan çıkarılan gruplar oda koşullarında (+18°C) çözündürülmüştür. Daha sonrasında ise dumanlama işlemi yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada oluşturulan gruplar

Gruplar	Derin Dondurucuda Kalma Süresi (ay)
K	-
A	6
B	12

3.2.1.2. Fileto Çıkarma

Deneme günü derin dondurucudan çıkartılarak oda sıcaklığında çözündürülen gökkuşağı alabalıklarının ilk olarak her birinin; ölçme tahtası ve 1 g duyarlı hassas terazi (KERN CB 12K1N) yardımıyla boy ve ağırlık değerleri ölçülmüş ve elde edilen

değerler kaydedilmiştir. Tüm balıkların iç organları, baş ve kuyruk kısmı kesilmiş, derili kılçıksız filetoları çıkarılmıştır. Ardından çıkartılan filetolar kan ve yabancı maddelerden arındırmak amacı ile musluk suyu ile iyice yıkanarak kalıntılardan arındırılmıştır. Filetolar daha sonra terazi ile tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir.

3.2.1.3. Salamura İşlemi

Fileto çıkarma işleminden sonra balık salamura oranı 1:2 olacak şekilde %20 oranında tuz içeren salamura hazırlanmış ve salamura işlemi uygulanmıştır. Bir saat süreyle filetolar bu salamura içerisinde bekletilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. %20'lik tuz çözeltisine yerleştirilmiş filetolar (Orijinal)

Salamuradan çıkarılan balıklar ızgaralara konularak sularının sızması amacı ile 30 dakika süzdürme işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Salamuradan çıkartılan filetoların süzdürülmesi (Orijinal)

3.2.1.4. Sıcak Dumanlama İşlemi

Dumanlama işlemi 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada fırının sıcaklığı 30°C'ye ayarlanarak filetolar ızgaralar ile birlikte dumanlama fırınına yerleştirilmiş (Şekil 3.6) ve 30 dakika süresince kurutmak için bu sıcaklıkta fırın kapağı kapalı bir şekilde bekletilmiştir. Daha sonra ikinci aşamaya geçilerek sıcaklık 50°C'ye yükseltilmiş ve tepsiye yerleştirilen talaş hafif ıslatılarak fırına koyulmuş ve dumanlama

işlemine geçilmiştir (Şekil 3.7). Bu aşamada duman oluşumu sağlanarak 45 dakika dumanlama işlemi yapılmıştır. Üçüncü aşamada ise, sıcaklık 80°C'ye ayarlanmış ve 45 dakika boyunca balığın pişmesi sağlanmıştır (Şekil 3.8). Her 3 grupta ayrı ayrı olarak sıcak dumanlanmıştır.



Şekil 3.6. Dumanlama fırını içine örneklerin yerleştirilmesi (Orijinal)



Şekil 3.7. Dumanlama fırınına hafif ıslatılmış talaşın yerleştirilmesi (Orijinal)



Şekil 3.8. Dumanlama fırınından çıkan dumanlanmış filetolar (Orijinal)

3.2.1.5. Soğutma ve Paketleme İşlemleri

Dumanlama işleminden sonra, örnekler 30 dakika boyunca oda sıcaklığında soğutulmuş ve daha sonra tartılmıştır. Her 3 gruba ait filetolar strafor tabaklara yerleştirilerek, ürünün üzerinin kaplaması için streç film ile paketlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Dumanlama işleminden sonra tabaklara yerleştirilen ve paketlenen örnekler (Orijinal)

3.2.1.6. Soğuk Depolama

Strafor tabaklarda streç filmle paketlenmiş olan örnekler, soğutma derecesi $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı, buzdolabına yerleştirilmiş ve bozuluncaya kadar depolanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Buzdolabına yerleştirilmiş dumanlanmış fileto paketleri (orijinal)

3.3. Analiz Metotları

Buzdolabında depolanan K, A ve B gruplarının her birine, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler uygulanmıştır. Kimyasal analizler bir tekerrür 3 paralel üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Biyokimyasal Analiz Metotları

3.3.1.1. Ham Protein Analizi

Ham protein analizi Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 1980). Bu yöntemde balık eti için 1 g yaş örnek tartılıp, üzerine K_2SO_4 ve $CuSO_4$ karışımından oluşan katalizörden 5-6 g ve derişik H_2SO_4 'dan 15 ml ilave edilmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirildikten sonra, $420^\circ C$ 'de 2-3 saat süreyle yakılmışlardır. Yakma işlemi bittikten sonra, soğutulan tüplere 50 ml saf su ve 75 ml %33'luk NaOH ilave edilerek, destilasyon ünitesinde yaklaşık 100 ml destilat elde edilene kadar 12 dakika destilasyon işlemine devam edilmiştir. Elde edilen destilat üzerine 2-3 damla metil kırmızısı damlatılarak, 0.1 N HCl ile titre edilmiş, harcanan çözelti kaydedilerek aşağıdaki formüle göre ham protein miktarı % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham protein \%} = \frac{\text{Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)} \times 0.1 \times 0.0014 \times 6.25}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

3.3.1.2. Ham Yağ Analizi

Ham yağ analizi Soxhlet Gerhardt marka cihazı ile yapılmıştır. Ham yağ miktarının belirlenmesi için 2-3 g yaş örnek tartılıp K_2SO_4 ile nemi alındıktan sonra Soxhlet kartuşuna konulmuştur. Kartuşun ağzı pamukla kapatılıp Soxhlet tüpüne yerleştirilmiş ve etüvde kurutulup darası alınan balona sabitlenmiştir. Üzerine 250 ml

saf eter ilave edilerek 60-70°C’de 3 saat bekletilmiştir. Ekstrasyon işlemi bittikten sonra balonlar 105°C’de etüvde kurutulmuş ve tartımları yapıldıktan sonra aşağıdaki formül kullanılarak ham yağ miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1980).

$$\text{Ham yağ \%} = \frac{\text{Balon son ağırlık (g)} - \text{Balon dara (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

3.3.1.3. Nem Analizi

Nem analizi Ludorf ve Meyer (1973)’in uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Krozeler etüvde 105°C’de 1 saat süreyle kurutulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra 0.0001 mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş örnekten darası alınan petrilere yaklaşık 3-5 g koyularak sabit bir ağırlığa ulaşana kadar (12 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir.

$$\text{Nem \%} = \frac{\text{Son tartım(g)}}{\text{Numune ağırlığı(g)}} \times 100$$

$$\text{Son tartım} = [(\text{Kroze Darası} + \text{Örnek}) - (\text{Dara} + \text{Kurutulmuş Örnek})]$$

3.3.1.4. Ham Kül Analizi

Ham kül analizi Protherm marka kül fırınında yapılmıştır. Ham kül analizinde kullanılacak porselen krozeler ilk önce 550°C’de 4 saat süreyle kül fırınında bekletilip daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra 0.0001 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içerisine homojenize edilmiş örnekten 0.5–1 g tartılıp bu örnekler 6 saat 550°C’de rengi açık gri oluncaya kadar yakılmış ve ardından desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır (AOAC, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = [(\text{Son tartım (g)} / \text{Numune ağırlığı (g)})] \times 100$$

$$\text{Son tartım} = [(\text{Dara} + \text{Örnek}) - (\text{Dara} + \text{Yanan örnek})]$$

3.3.2. Kimyasal Analizler

3.3.2.1. pH Tayini

Dumanlanmış balık örneklerinden 2’şer g tartılıp üzerine 20 ml saf su ilave edilerek sulandırılmış, 1 dk. homojenize edildikten sonra, pH metrenin (WTW pH3110 82362 Weilheim, Germany) probunu homojenize edilen balıketine daldırılması suretiyle pH ölçümleri yapılmıştır (Varlık ve ark., 2007).

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

Araştırmada, bozulma parametresi olarak Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) miktarı belirlenmiştir. TVB-N tayini Antonacopoulos tarafından modifiye edilmiş Lucke- Geidel metoduna göre yapılmış ve sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Varlık ve ark., 1993; İnal, 1992). Bir balonun içerisine 10 g parçalanmış örnek konulmuştur. Üzerine 1 g magnezyum oksit (MgO) ve köpürmeyi önlemek için birkaç damla silikon yağı ve bir miktar saf su ilave edilmiştir. Titrasyon kabı olarak kullanılan 500 ml'lik erlenmayer içerisine %3'lük borik asitten (H_3BO_3) 10 ml, Taşhiro indikatör karışımından 8 damla ve yaklaşık 100 ml saf su ilave edilmiştir. İçerisinde örnek bulunan balon, düzeneğe ve saf su bulunan başka bir balon ısıtıcıya yerleştirildikten sonra soğutucu musluğa bağlanarak 15–20 dk. destilasyona tabi tutulmuştur. Meydana gelen destilat, 0.1 N hidroklorik asitle (HCl) ile titre edilmiş ve aşağıdaki formüle göre toplam uçucu bazik azot miktarı hesaplanmıştır (İnal, 1992; Varlık ve ark., 1993).

$$TVB-N \text{ mg/100g} = \text{Harcanan HCl} \times 0.0014008 \times 100 \times 1000 / \text{Örnek miktarı (g)}$$

3.3.2.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini

Tiyobarbitürik asit tayini Tarladgis yöntemine göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş 10 g balık eti örneği 50 ml distile su yardımıyla 1000 ml'lik distilasyon balonuna aktarılmış, daha sonra balona 47.5 ml saf su ve 4 N'lik HCl'den 2.5 ml ilave edilerek pH 1.5'e ayarlanmıştır. Bu işlemlerden sonra balon destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve soğutucu çıkış borusunun ucuna elenmeye koyulmuştur. Erlenmayer içerisine 50 ml destilat toplayıncaya kadar, yaklaşık 10 dk. işleme devam edilmiştir. Bu süre sonunda elde edilen destilat karıştırılarak 5 ml'si kapaklı deney tüpüne konmuş ve üzerine %90'lık glasiyalasetik asitle hazırlanmış olan 0.02 M tiyobarbutirik asit ayıracından 5 ml ilave edilerek kapak kapatılmış ve tüp karıştırılmıştır. Kör deney içinde kapaklı başka bir deney tüpüne 5 ml saf su ile 5 ml TBA ayıracı koyulup karıştırıldıktan sonra kapatılmıştır. Elde edilen her iki tüp de kaynayan su banyosunda (NB 20 Nüve) 35 dakika tutulmuş ve daha sonra tüpler musluk suyu altında soğutulmuştur. Bu çözelti spektrofotometre kuvvetlerine aktarılmış, spektrofotometrede (Rayleigh VIS-7236) 538 nm dalga boyunda köre karşı optik yoğunluk okunmuştur. Okunan optik yoğunluk değeri 7.8 ile çarpılarak 1000 g örnekte mevcut malonaldehit miktarı miligram olarak saptanmıştır (Smith ve ark., 1992; Varlık ve ark., 1993; Yakupitiyage, 1994).

3.3.3. Mikrobiyolojik Analizler

3.3.3.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örneklerin Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler için, her gruba ait her paketten aseptik şartlarda örnekler alınmıştır. Örneklerden 10 g balık eti tartılarak üzerine 90 ml %0,85 steril serum fizyolojik ilave edilmiş ve daha sonra MAYO Homogenius marka stomakerde antiseptik koşullarda homojenize edilmiştir. Homojenize örnekten 1 ml seyrelti + 9 ml serum fizyolojiktan oluşan seyreltme çözeltisi şeklinde dilisyonlar oluşturulmuş ve sonra 10^{-4} 'e kadar seyreltilmiştir. Her bir dilisyonun iki paralel olmak üzere bunlardan dökme plak yöntemiyle Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri, Toplam Maya- Küf Ve Toplam Koliform Bakteri ekimi yapılmıştır (Baumgart, 1986; Varlık ve ark., 1993).

Petri kutularına 1 ml seyreltme yapılan dilusyonlardan eklenerek üzerine hazırlanmış besiyerinden ≥ 12 ml dökülüp petriler sekiz çiçek şeklide sallanmıştır. Çizelge 3.2.'de belirtilen sürede inkubasyonun ardından petri kutularına sayımı yapılmıştır. İnkubasyondan sonra elde edilen sayım sonuçları ise logkob/g olarak verilmiştir (Kılıç, 2005).

Çizelge 3.2. Mikrobiyolojik analizlerde uygulanan parametreler

Sayımı yapılan mikroorganizma grupları (logkob/g)				
Parametreler	TMAB ¹	TPAB ²	TMK ³	TK ⁴
Besiyeri	PCA	PCA	PDA	VRBA
İnkübasyon	28°C/3 gün	7°C/10 gün	28°C/3-5 gün	35°C/1 gün
Yöntem	Dökme plak	Dökme plak	Dökme plak	Dökme plak

1.Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, 2.Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri, 3.Toplam Maya-Küf, 4.Toplam Koliform bakteri

3.3.3.2. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) ve Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA), (LabM 149) besiyeri kullanılmıştır. Depolama süresi boyunca bakılan toplam mezofilik aerobik bakteri ve psikrofilik bakteri yükü için örnek (10 g) tartıldıktan sonra 90 ml'lik %0,85 fizyolojik tuzlu su (8.5 g NaCl, 1000 ml saf su) su ilave edilerek homojenize edilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Bu işlemle ilk seyreltme 10^{-1} gerçekleştirilmiştir (Gürgün ve Halkman, 1990).

Daha sonra seyreltme sıvısı olarak %0,85 serum fizyolojik tuzlu su kullanılarak 10-2, 10-3, 10-4 oranlarında dilusyonlar hazırlanmıştır. Ekimler 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarındaki dilusyonların her birisinden 2 steril boş petri kutusuna, steril uçlu

otomatik pipetler (eppendorf, 1000µL) ile 1'er ml aktararak yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutularına sterilize edilmiş ve 44-46°C ye kadar soğutulmuş Plate Count Agar (PCA) besiyerinden dökme yöntemi ile 10-15 ml kadar koyularak karıştırılmıştır (Roger ve ark., 1987; Gökten, 1990).

Besiyeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek, toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için inkubatorde 28°C'de 3 gün, toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımı için ise buzdolabı şartlarında 7°C'de 10 gün inkube edilmiştir (Roger ve ark. 1987; Gökten, 1990).

İnkubasyondan sonra üreme görülen plaklardan 30-300 koloni içeren plaklar sayıma alınmış toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.3.3.3. Toplam Maya-Küf Sayımı

Maya-küf sayımı için PDA (Potatos Dextroz Agar) (Lab M 98) besiyeri kullanılmıştır. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarında dilüsyonlar hazırlanmıştır. Ekimler 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarındaki dilüsyonların her birisinden 2 steril boş petri kutusuna eppendorf (1000µL) ile 1'er ml aktararak yapılmıştır. Ekim yapılan steril petri kutularına 44-46°C civarında Potatos Dextroz Agar (PDA) besiyerinden dökme yöntemi ile 10-15 ml kadar koyularak karıştırılmıştır. Besiyeri donduktan sonra petri kutuları ters çevrilerek, 28°C'de 3 günlük inkübasyondan sonra sayım yapılarak maya ve küf sayısı belirlenmiştir (Roger ve ark., 1987; Gökten, 1990; Varlık ve ark., 1993).

3.3.3.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Toplam Koliform bakteri sayımı için VRBA (Violet Red Bile Agar) (Lab M 31) besiyeri kullanılmıştır. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarında dilüsyonlar hazırlanmıştır. Ekimler 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} oranlarındaki dilüsyonların her birisinden 2 steril boş petri kutusuna eppendorf (1000µL) ile 1'er ml aktararak yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutularına 44-46 °C civarında Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyerinden 10-15 ml kadar koyularak karıştırılmış ve besiyerinin katılaşması beklenmiştir. Petrilerdeki besiyeri donduktan sonra petri kutuları ters çevrilerek, 35°C'de 1 gün inkübe edilmiştir (Roger ve ark., 1987).

3.3.4. Duyusal Analiz

Duyusal analiz için dumanlanmış balık örnekleri tabaklara konularak etiketlenilip panelistlere sunulmuştur. Beş kişilik panelist grup tarafından dumanlanmış balıkların görünüş, koku, tat ve tekstür kriterleri değerlendirilmiştir. Panelistlerden her örnekte puan kriterleri bakımından 1 ile 10 arasında bir değerlendirme yapmaları istenmiştir (1-2: kötü, 3-4: tüketilemez, 5-6: tüketilebilir, 7-8: iyi, 9-10: mükemmel). Depolama süresince boyunca analizlerin yapıldığı günlerde örnekler duysal olarak da değerlendirilmiştir. Panelistlere verilen puanlama tablosu Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Duyusal değerlendirme tablosu

Tarih: Grup:	Sıcak Dumanlanmış Balık İçin Duyusal Değerlendirme Tablosu									
Değerlendirme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Görünüş										
Koku										
Tat										
Tekstür										
Genel Görüş										

3.3.5. Et Verimi Hesaplama

Çalışmada balıklar 1 gram hassasiyetli terazi ile tartılarak % et verimi ve dumanlama verimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%Verim = \frac{\text{Fileto ağırlığı (g)}}{\text{Toplam ağırlık (g)}} \times 100$$

3.3.6. İstatistiksel Değerlendirme

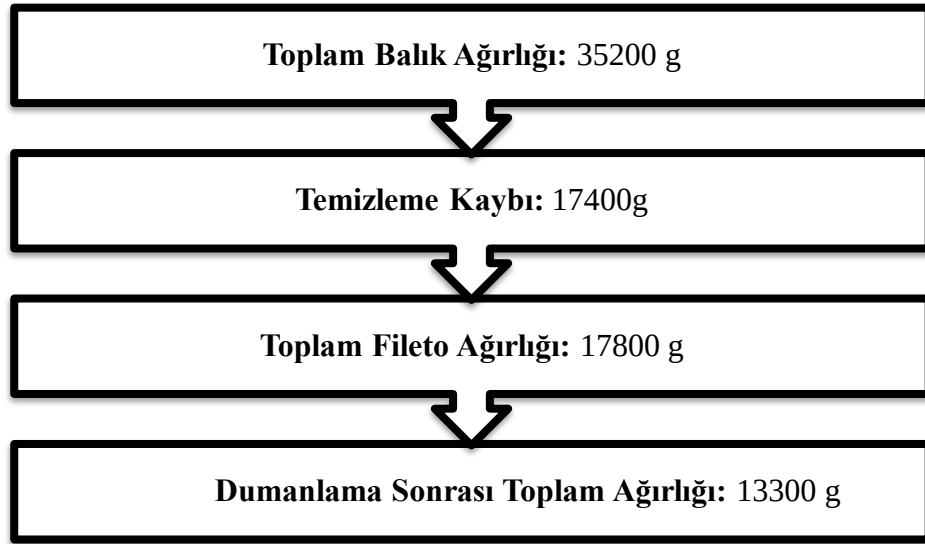
Araştırmada elde edilen sonuçların ortalama ve standart sapmaları Microsoft Office Excel 2010 paket programı ve istatistik değerlendirme Minitab 17 paket programı yardımıyla tek yönlü varyans analizi ve tukey testi kullanılarak yapılmıştır. (Düzgüneş ve ark., 1993; Özdamar, 1999).

4. BULGULAR

Yapılan bu çalışmada alabalık yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığının farklı sürelerde donmuş muhafaza koşullarında depolandıktan sonra sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının soğuk muhafaza koşullarında depolanması sırasında örneklerinde meydana gelen fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik değışimleri araştırılmıştır.

4.1. Verime Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalıkları her aşamada hassas terazi ile tartılmış ve kayıplar belirlenmiş, sonuçlar Şekil 4.1’de verilmiştir. Gökkuşağı alabalıklarının temizlenmesi ve fileto çıkarma işlemi sonucunda %49,4 sıcak dumanlama sonrasında ise %25,11 oranında kayıp meydana gelmiştir ve et verimi %50,18 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. Sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının verim sonuçları

4.2. Biyokimyasal Kompozisyon Bulguları

K, A ve B gruplarının deneme başındaki % ham protein değerleri sırasıyla $16,75 \pm 0,11$, $18,04 \pm 0,05$, $17,78 \pm 0,31$, % ham yağ değerleri sırasıyla $5,38 \pm 0,29$, $9,90 \pm 0,02$, $4,01 \pm 0,02$, % ham kül değerleri sırasıyla $1,42 \pm 0,04$, $2,32 \pm 0,04$, $1,85 \pm 0,01$ ve % nem değerleri ise sırasıyla $75,80 \pm 0,18$, $69,34 \pm 0,17$, $75,58 \pm 0,28$ olarak tespit edilmiştir. Besin kompozisyonu sonuçları Çizelge 4.1’de, verilmiştir. Tüm sonuçlara bakıldığında % ham protein değerine ilişkin bulgular Şekil 4.2’de, % ham kül

değerlerine ilişkin bulgular Şekil 4.3’de, % ham yağ değerlerine ilişkin bulgular Şekil 4.4’de, % nem değerlerine ilişkin bulgular Şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Gökkuşığı alabalığının besin kompozisyonu sonuçları

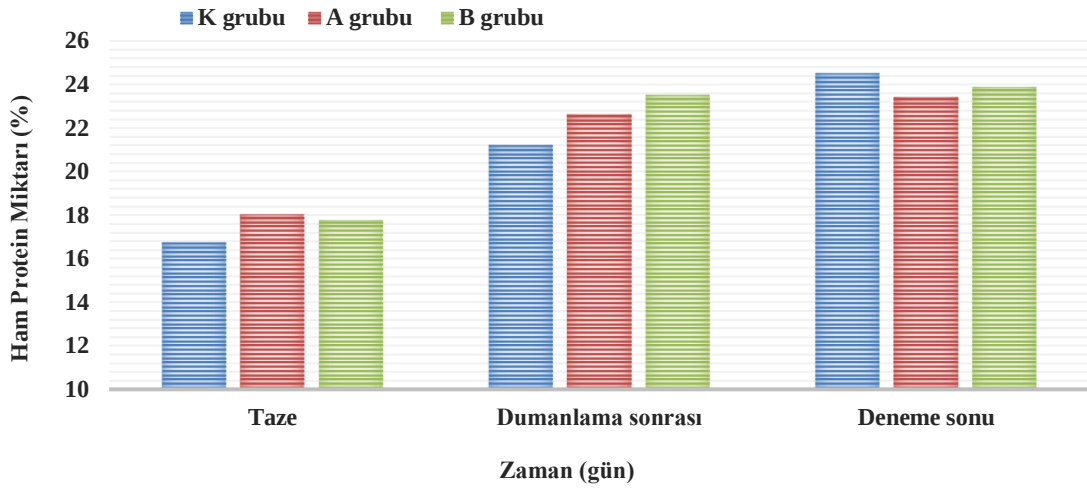
Zaman (Gün)/ Gruplar	%Nem			%Ham Protein			%Ham Yağ			%Ham Kül		
	K	A	B	K	A	B	K	A	B	K	A	B
Taze	75,80±0,18 ^{Aa}	69,34±0,17 ^{Ba}	75,58±0,28 ^{Aa}	16,75±0,11 ^{Bc}	18,04±0,05 ^{Ab}	17,78±0,31 ^{Ab}	5,38±0,29 ^{Bc}	9,90±0,02 ^{Ab}	4,01±0,02 ^{Cc}	1,42±0,04 ^{Cc}	2,32±0,04 ^{Ab}	1,85±0,01 ^{Bc}
Dumanlama sonrası	65,63±0,06 ^{Cb}	63,25±0,04 ^{Ab}	68,36±0,13 ^{Bb}	21,22±0,26 ^{Ab}	22,64±0,30 ^{Aa}	23,50±0,66 ^{Aa}	9,90±0,35 ^{Bb}	10,41±0,09 ^{Aa}	4,78±0,02 ^{Cb}	1,93±0,02 ^{Bb}	2,81±0,21 ^{Aab}	2,27±0,03 ^{ABb}
Deneme Sonu	58,82±0,05 ^{Cc}	62,03±0,09 ^{Ac}	63,87±0,09 ^{Bc}	24,52±0,19 ^{Aa}	23,43±0,26 ^{Aa}	23,87±0,95 ^{Aa}	12,50±0,08 ^{Aa}	10,61±0,02 ^{Ba}	5,93±0,04 ^{Ca}	2,84±0,08 ^{Aa}	3,20±0,04 ^{Aa}	2,85±0,07 ^{Aa}

A,B,C(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

a,b,c,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli (p<0.05)

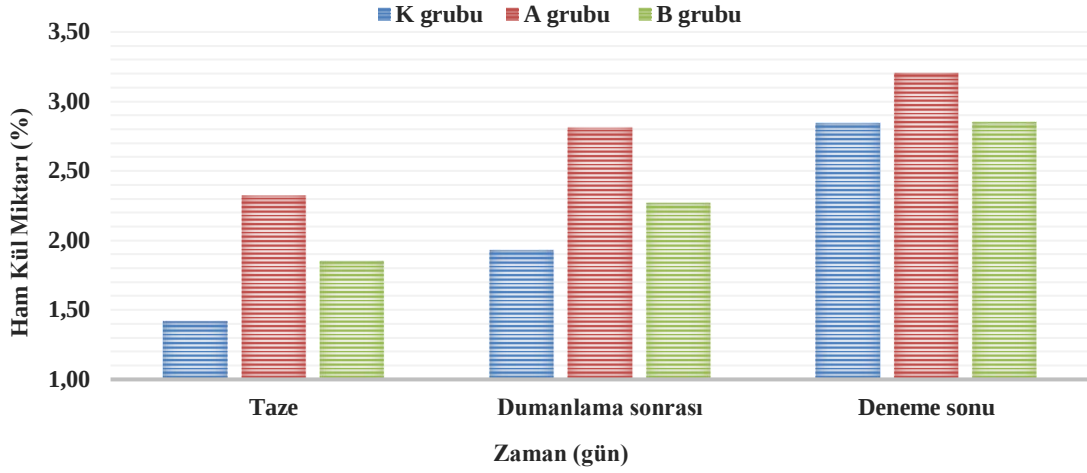
K: Kontrol grubu, A: -18°C'de 6 ay depolanmış, B: -18°C'de 12 ay depolanmış.

% Ham protein değerleri deneme başında ve deneme sonunda sırasıyla; K grubunda $16,75 \pm 0,11$ ve $24,52 \pm 0,19$, A grubunda $18,04 \pm 0,05$ ve $23,43 \pm 0,26$, B grubunda ise $17,78 \pm 0,31$ ve $23,87 \pm 0,95$ olarak tespit edilmiştir. Ham protein değerleri ile ilgili bulgular Şekil 4.2’de verilmiştir. % Ham protein değerleri incelendiğinde deneme başında, A ve B grupları arasındaki fark önemsiz ($p > 0.05$), K grubunun A ve B gruplarının herbiriyle arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Dumanlama işlemi sonrası istatistiksel bakımından tüm gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



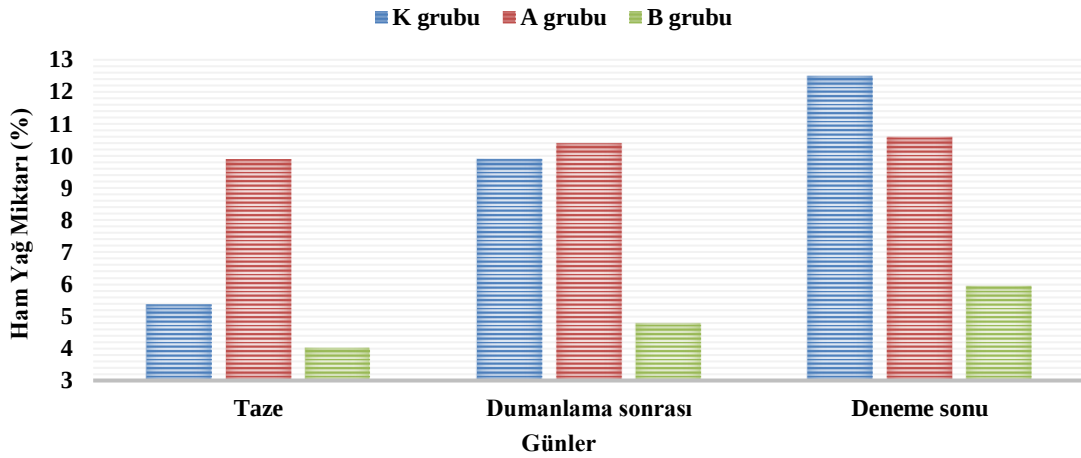
Şekil 4.2. Ham protein değerine ilişkin bulgular

% Ham kül değerleri deneme başında ve deneme sonunda sırasıyla; K grubunda $1,42 \pm 0,04$ ve $2,84 \pm 0,08$, A grubunda $2,32 \pm 0,04$ ve $3,20 \pm 0,04$, B grubunda ise $1,85 \pm 0,01$ ve $2,85 \pm 0,07$ olarak tespit edilmiştir. Ham kül değerleri ile ilgili bulgular Şekil 4.3’de verilmiştir. % Ham kül değeri incelendiğinde deneme başında, taze K, A ve B gruplarının herbirinin kendi arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Dumanlama sonrasında ise, A ve B grupları arasındaki fark önemsiz bulunurken ($p > 0.05$), K grubunun A ve B gruplarının herbiri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Deneme sonunda ise, % ham kül değerleri bakımından tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).



Şekil 4.3. Ham kül değerine ilişkin bulgular

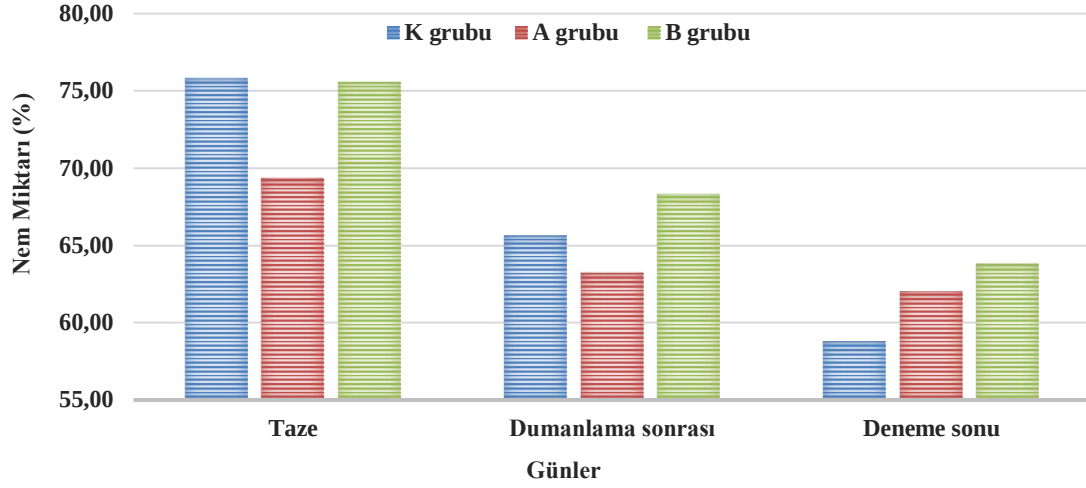
% Ham yağ değerleri deneme başında ve deneme sonunda sırasıyla; K grubunda $5,38 \pm 0,29$ ve $12,50 \pm 0,08$, A grubunda $9,90 \pm 0,02$ ve $10,61 \pm 0,02$, B grubunda ise $4,01 \pm 0,02$ ve $5,93 \pm 0,04$ olarak tespit edilmiştir. Ham yağ değerleri ile ilgili bulgular Şekil 4.4’de verilmiştir. % Ham yağ verilerine bakıldığında; deneme başında taze, dumanlama sonrası ve deneme sonunda K, A ve B grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 4.4. Ham yağ değerine ilişkin bulgular

% Nem değerleri ile ilgili bulgular dikkate alındığında ise; deneme başında ve deneme sonunda sırasıyla, K grubundaki % nem değeri $75,80 \pm 0,1$ ve $58,82 \pm 0,05$, A grubundaki % nem değeri $69,34 \pm 0,17$ ve $62,03 \pm 0,9$, B grubundaki % nem değeri ise $75,58 \pm 0,28$ ve $63,87 \pm 0,09$ olarak tespit edilmiştir. % Nem değerleri ile ilgili bulgular Şekil 4.5’de verilmiştir. % Nem değerlerine bakıldığında deneme başında taze

K ve B grupları arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) iken A grubunun, K ve B gruplarının herbiri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Dumanlama işlemi sonrasında ve deneme sonunda ise tüm gruplar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.5. Nem değerine ilişkin bulgular

4.3. Kimyasal Kalite Kriterleri

4.3.1. pH Tayini

K, A ve B grubu alabalıklarının taze ve dumanlama sonrası muhafazası sırasında meydana gelen pH değişimleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.2. Depolama süresi boyunca taze ve dumanlanmış örneklerde belirlenen pH değişimleri

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar (Ort.+S.H.)		
	K	A	B
Taze	6,52±0,01 ^{Aa}	6,25±0,01 ^{Ba}	6,19±0,04 ^{Ba}
0*	5,93±0,04 ^{Bde}	5,47±0,02 ^{Ce}	6,02±0,01 ^{Aab}
1	5,62±0,05 ^{Ag}	5,81±0,04 ^{Bd}	5,58±0,01 ^{Bd}
2	5,71±0,01 ^{Bfg}	5,85±0,03 ^{Acđ}	5,97±0,01 ^{ABcd}
3	5,61±0,02 ^{Ag}	5,91±0,01 ^{Bcd}	5,69±0,04 ^{Bd}
5	5,79±0,02 ^{Af}	6,07±0,04 ^{Bb}	5,75±0,06 ^{Bd}
7	5,72±0,01 ^{Afg}	6,01±0,05 ^{Abc}	5,96±0,06 ^{Bbc}
9	5,82±0,01 ^{Aef}	6,13±0,06 ^{Bab}	-
12	5,93±0,01 ^{Ade}	6,14±0,02 ^{Bab}	-
13	6,01±0,04 ^{Abc}	6,24±0,02 ^{Ba}	-
14	6,02±0,01 ^b	-	-
15	6,01±0,05 ^{cd}	-	-
16	6,11±0,01 ^{bc}	-	-

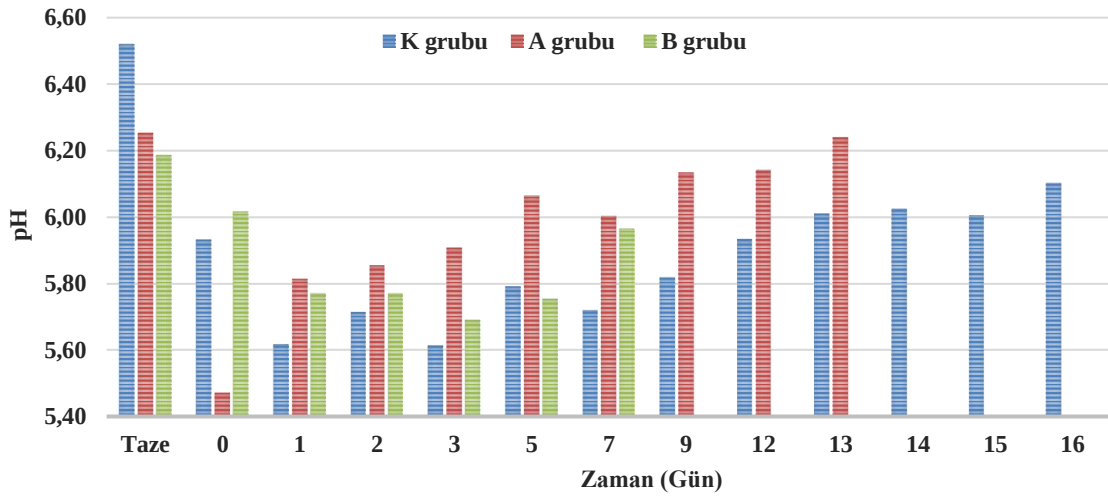
A,B,(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

a,b...g,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli (p<0.05)

K: Kontrol grubu, A; -18°C'de 6 ay depolanmış, B; -18°C'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan günde ilk dumanlama işlemi sonrası.

-: Analiz yapılmadı.



Şekil 4.6. Depolama süresi boyunca pH değişimleri

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda pH değeri üzerine depolama süresinin ve grupların etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05).

Bulunan pH değerleri açısından gruplar arasındaki fark önemli ($p<0,05$), ayrıca K, A ve B gruplarının her üçünde de pH değeri üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

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

TVB-N bulguları incelendiğinde 1. gün K, A ve B gruplarının ortalama değerleri sırası ile $17,97\pm0,14$ mg/100 g, $26,14\pm0,34$ mg/100 g ve $28,25\pm0,55$ mg/100 g olarak belirlenmiştir. TVB-N miktarı depolama süresi boyunca tüm gruplarda artış göstermiş ve deneme sonunda (14. gün) K grubu $36,56\pm0,35$ mg/100g, A grubu (9. gün) $36,83\pm0,33$ mg/100 g ve B grubu (3. gün) $36,63\pm0,58$ mg/100g değerlerine ulaşarak tüketilebilirlik sınır değerini aşmıştır.

Dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarında TVB-N değerlerinin günlük değişimi Çizelge 4.3.'de ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Depolama süresi boyunca TVB-N miktarındaki değişimler (mg/100g)

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar (Ort.+S.H.)		
	K	A	B
Taze	$13,69\pm0,29^{Aa}$	$20,18\pm0,5^{Ba}$	$24,18\pm0,17^{Ca}$
0*	$15,41\pm0,25^{Ab}$	$22,99\pm0,68^{Bb}$	$25,84\pm0,12^{Ca}$
1	$17,97\pm0,14^{Ac}$	$26,14\pm0,34^{Bc}$	$28,25\pm0,55^{Cb}$
2	$18,56\pm0,23^{Ac}$	$28,15\pm0,2^{Bd}$	$30,98\pm0,38^{Cc}$
3	$18,99\pm0,43^{Ac}$	$29,59\pm0,16^{Bde}$	$36,63\pm0,58^{Cd}$
5	$21,98\pm0,58^{Ad}$	$30,70\pm0,11^{Be}$	-
7	$23,37\pm0,23^{Ad}$	$32,60\pm0,45^{Bf}$	-
9	$27,18\pm0,18^{Ae}$	$36,80\pm0,33^{Bg}$	-
12	$29,69\pm0,22^f$	-	-
13	$32,72\pm0,32^g$	-	-
14	$36,56\pm0,35^h$	-	-

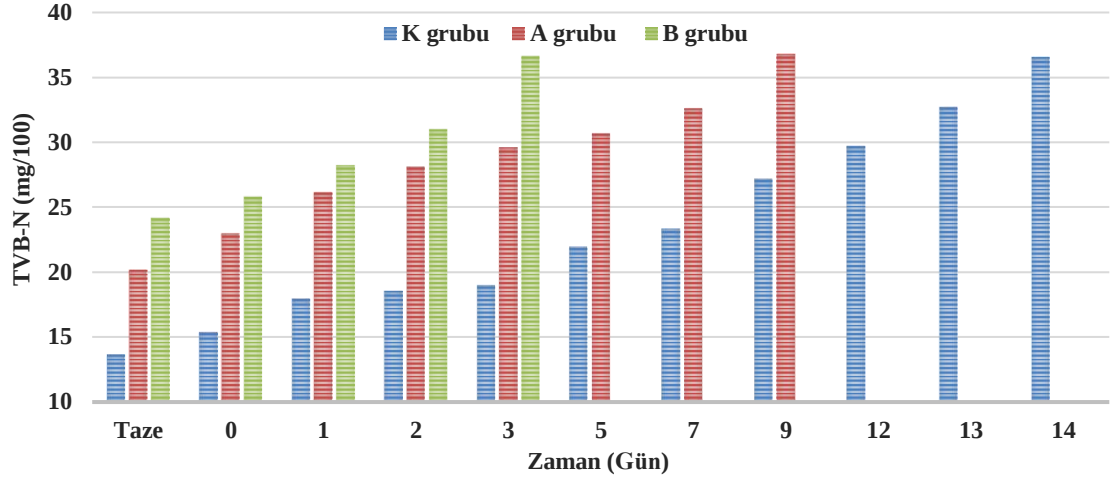
A,B,C,(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli ($p<0,05$)

a,b...h,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli ($p<0,05$)

K: Kontrol grubu, A; -18°C 'de 6 ay depolanmış, B; -18°C 'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan gündeki ilk dumanlama işlemi sonrası.

-: Analiz yapılmadı.



Şekil 4.7. Depolama süresi boyunca TVB-N miktarındaki değişimler (mg/100g)

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, TVB-N miktarı üzerine depolama süresinin ve grupların etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

TVB-N miktarları açısından 1. gün, 2. gün, 3. gün, 5. gün, 7. gün ve 9. gün gruplar arasındaki fark önemli, ayrıca A ve B gruplarının her ikisinde de TBV-N miktarları üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini

Dumanlanmış olarak buzdolabı koşullarında muhafaza edilen gökkuşağı alabalıklarında TBA değerlerinin günlük olarak değişimi Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

TBA bulguları incelendiğinde; K, A ve B gruplarında, taze örneklerin ortalama değerleri sırası ile $0,38\pm0,01$ mg malonaldehit/kg, $0,62\pm0,01$ mg malonaldehit/kg ve $1,51\pm0,01$ mg malonaldehit/kg olarak belirlenmiştir. TBA değerleri depolanma sonunda ise, K grubunda 16. günde $8,55\pm0,01$ mg malonaldehit/kg, A grubu 13. günde $8,35\pm0,1$ mg malonaldehit/kg ve B grubu 7. günde $8,19\pm0,01$ mg malonaldehit/kg değerlerine ulaşarak tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmıştır.

Çizelge 4.4. Depolama süresi boyunca TBA miktarları (malonaldehit/kg)

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar (Ort.+S.H.)		
	K	A	B
Taze	0,38±0,01 ^{Aa}	0,62±0,01 ^{Ba}	1,51±0,01 ^{Ca}
0*	0,62±0,05 ^{Ab}	0,71±0,01 ^{Aa}	1,75±0,02 ^{Bb}
1	0,78±0,01 ^{Ac}	1,10±0,03 ^{Bb}	2,26±0,01 ^{Cc}
2	0,92±0,02 ^{Ad}	1,14±0,01 ^{Bc}	3,09±0,01 ^{Cd}
3	1,51±0,02 ^{Ae}	2,22±0,05 ^{Bd}	4,01±0,01 ^{Ce}
5	1,84±0,01 ^{Af}	3,02±0,01 ^{Be}	7,22±0,01 ^{Cf}
7	2,50±0,01 ^{Ag}	3,70±0,01 ^{Bf}	8,19±0,01 ^{Cg}
9	3,14±0,01 ^{Ah}	4,61±0,03 ^{Bg}	-
12	4,57±0,01 ^{At}	6,87±0,01 ^{Bh}	-
13	5,18±0,01 ^{Aj}	8,35±0,01 ^{Bi}	-
14	6,59±0,01 ^k	-	-
15	7,76±0,02 ^l	-	-
16	8,55±0,01 ^m	-	-

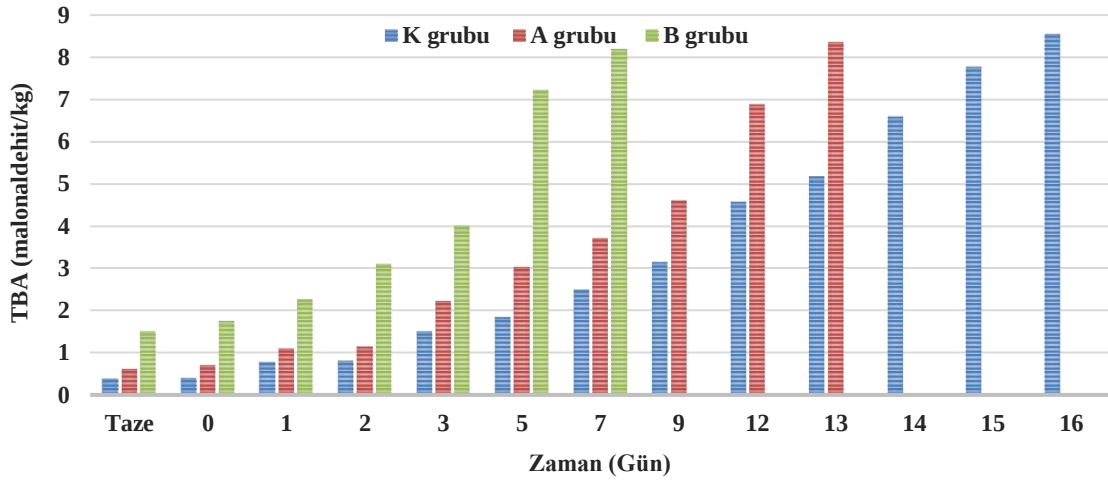
A,B,C,(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

a,b...m,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli (p<0.05)

K: Kontrol grubu, A; -18°C'de 6 ay depolanmış, B; -18°C'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan günde ilk dumanlama işlemi sonrası.

-: Analiz yapılmadı.



Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca gruplardaki TBA miktarları (malonaldehit/kg)

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, TBA miktarı üzerine depolama süresinin ve grupların etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05).

TBA miktarları açısından bütün günlerde gruplar arasındaki fark önemli, ayrıca A ve B gruplarının her ikisinde de TBA miktarı üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05).

4.4. Mikrobiyolojik Kalite Kriterleri

4.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı (TMAB)'na Ait Bulgular

Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısındaki değişimler Çizelge 4.5. ve Şekil 4.9'da verilmiş olup, K grubunda taze örnekte TMAB miktarı $1,95 \pm 0,05$ logkob/g, A grubunda $2,6 \pm 0,01$ logkob/g ve B grubunda $2,62 \pm 0,01$ logkob/g olarak bulunmuştur. Bu değerler dumanlama işleminden sonra ilk gün K grubunda $1,63 \pm 0,02$, A grubunda $2,29 \pm 0,03$ ve B grubunda $2,3 \pm 0,02$ değerlerine düştüğü ve sonra muhafaza süresince arttığı, sadece A grubunda 5 günde yeniden azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Depolama süresi boyunca gruplardaki toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar (Ort± S.SP.)		
	K	A	B
Taze	$1,95 \pm 0,05^{Aab}$	$2,60 \pm 0,01^{Aa}$	$2,62 \pm 0,01^{Aab}$
0*	$1,63 \pm 0,02^{Aa}$	$2,29 \pm 0,03^{B1}$	$2,3 \pm 0,02^{Ba}$
1	$1,73 \pm 0,04^{Aa}$	$2,71 \pm 0,02^{Ba}$	$2,72 \pm 0,01^{Bab}$
3	$2,24 \pm 0,23^{Abc}$	$2,72 \pm 0,03^{Aa}$	$3,15 \pm 0,15^{Abc}$
5	$2,57 \pm 0,02^{Ac}$	$2,69 \pm 0,00^{Aa}$	$3,72 \pm 0,12^{Bc}$
7	$3,11 \pm 0,04^{Ad}$	$3,47 \pm 0,03^{Bb}$	$4,66 \pm 0,02^{Cd}$
9	$3,31 \pm 0,09^{Aed}$	$3,70 \pm 0,03^{Ac}$	$5,24 \pm 0,24^{Bd}$
10	$3,51 \pm 0,00^{Adef}$	$4,33 \pm 0,06^{Bd}$	$6,29 \pm 0,05^{Ce}$
11	$3,71 \pm 0,02^{Aefg}$	$4,65 \pm 0,02^{Be}$	-
12	$3,92 \pm 0,08^{Afg}$	$5,23 \pm 0,02^{Bf}$	-
13	$4,02 \pm 0,02^{Ag}$	$5,65 \pm 0,03^{Bg}$	-
14	$4,48 \pm 0,03^{Ah}$	$6,31 \pm 0,07^{Bh}$	-
16	$4,67 \pm 0,05^{hi}$	-	-
18	$4,95 \pm 0,05^h$	-	-
20	$5,73 \pm 0,02^j$	-	-
21	$6,33 \pm 0,08^k$	-	-

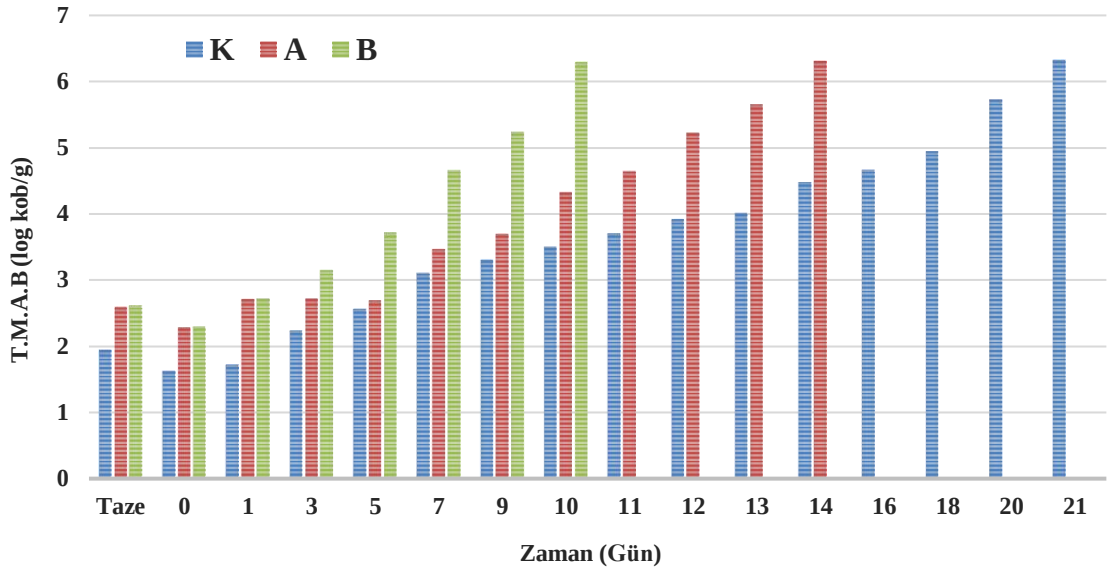
A,B,C,(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli ($p < 0,05$)

a,b...k,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli ($p < 0,05$)

K: Kontrol grubu, A; -18°C'de 6 ay depolanmış, B; -18°C'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan gündeki ilk dumanlama işlemi sonrası.

-: Analiz yapılmadı.



Şekil 4.9. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam Mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)

TMAB değerleri dumanlama işleminden sonra depolama süresi boyunca tüm gruplarda artış göstererek K grubunda depolamanın 21. günde $6,33 \pm 0,08$ logkob/g, A grubunda 14. günde $6,31 \pm 0,07$ logkob/g ve B grubunda 10. günde $6,29 \pm 0,05$ logkob/g değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir.

TMAB miktarları açısından 3. gün hariç tüm gruplar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$), ayrıca K, A ve B gruplarının her üçünde de TMAB miktarı üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.4.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayımı (TPAB)'na ait Bulgular

Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısındaki değişimler Çizelge 4.6. ve Şekil 4.10.'da verilmiştir. K, A ve B gruplarında 5. Güne kadar TPAB'ye rastlanılmamıştır 5. Günde yapılan mikrobiyoloji analizlerinden sonra TPAB miktarı K grubunda $1,38 \pm 0,09$ logkob/g, A grubunda $1,73 \pm 0,04$ logkob/g ve B grubunda $1,98 \pm 0,03$ logkob/g olarak bulunmuştur. Bu değerler depolama süresi boyunca tüm gruplarda artış göstererek K grubunda 21. günde $3,78 \pm 0,02$ logkob/g, A grubunda $3,38 \pm 0,04$ logkob/g ve B grubunda $3,11 \pm 0,04$ logkob/g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam psikrofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar (Ort± S.H.)		
	K	A	B
Taze	**	**	**
0*	**	**	**
1	**	**	**
3	**	**	**
5	1,39±0,09 ^{Aa}	1,73±0,04 ^{Ba}	1,98±0,03 ^{Ba}
7	1,86±0,09 ^{Ab}	2,12±0,05 ^{ABb}	2,25±0,02 ^{Bb}
9	2,06±0,01 ^{Abc}	2,21±0,01 ^{Bb}	2,53±0,02 ^{Cc}
10	2,23±0,02 ^{Ac}	2,42±0,01 ^{Bc}	2,95±0,05 ^{Cd}
11	2,24±0,03 ^{Ac}	2,53±0,02 ^{Bc}	3,11±0,04 ^{Cd}
12	2,65±0,02 ^{Ad}	2,82±0,01 ^{Bd}	-
13	2,78±0,00 ^{Ad}	2,81±0,01 ^{Aed}	-
14	2,82±0,01 ^{Aed}	2,96±0,01 ^{Be}	-
16	3,02±0,02 ^{Ae}	3,38±0,04 ^{Bf}	-
18	3,48±0,02 ^f	-	-
20	3,66±0,01 ^{fg}	-	-
21	3,78±0,02 ^g	-	-

A,B,C,(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

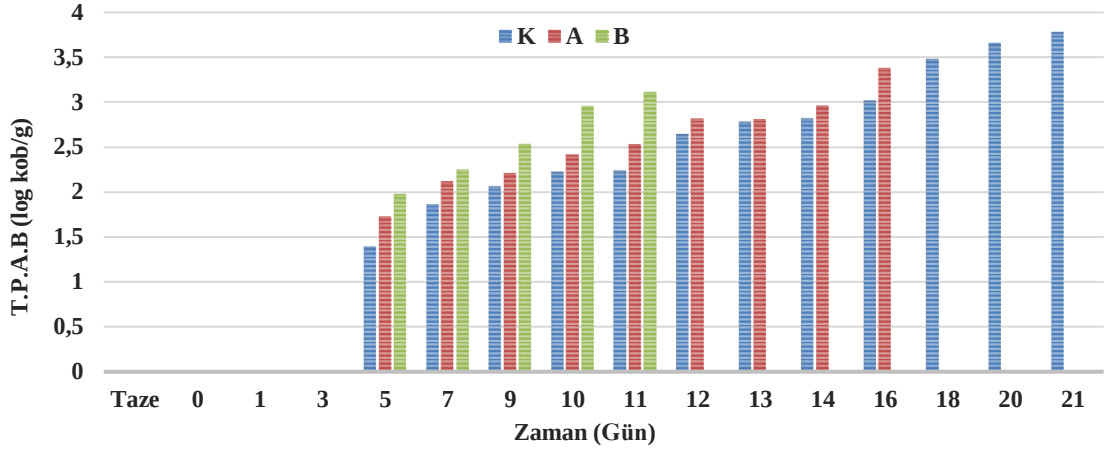
a,b...g,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli (p<0.05)

K: Kontrol grubu, A; -18°C'de 6 ay depolanmış, B; -18°C'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan günde ilk dumanlama işlemi sonrası.

-: Analiz yapılmadı.

** : 10 kob/g'dan azdır.



Şekil 4.10. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam psikrofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (logkob/g)

İstatistiksel sonuçlarda, her üç grupta da depolama süresi boyunca önemli değişimler kaydedilmiştir ($p<0.05$).

TPAB miktarları açısından 5.günden itibaren tüm gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.4.3. Toplam Maya-Küf Sayımına Ait Bulgular

Toplam maya ve küf sayısına (TMK) sayısındaki değişimler Çizelge 4.7. ve Şekil 4.11.'de verilmiştir. K grubunda başlangıçta taze örnekte maya ve küf miktarı $1,84\pm0,06$ logkob/g, A grubunda $1,9\pm0,05$ logkob/g ve B grubunda $1,93\pm0,03$ logkob/g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam maya-küf sayılarındaki değişim (logkob/g)

Depolama Süresi (Gün)	Gruplar (Ort± S.H.)		
	K	A	B
Taze	1,84±0,06 ^{Ab}	1,9±0,05 ^{Aab}	1,93±0,03 ^{Aa}
0*	1,15±0,15 ^{Aa}	1,73±0,04 ^{Ba}	1,84±0,06 ^{Ba}
1	2,02±0,02 ^{Ab}	2,19±0,04 ^{Abc}	2,31±0,08 ^{Ab}
3	2,06±0,05 ^{Ab}	2,30±0,02 ^{Bc}	2,49±0,01 ^{Bb}
5	2,11±0,04 ^{Ab}	2,28±0,02 ^{Bc}	2,81±0,03 ^{Bc}
7	2,58±0,01 ^{Ac}	3,04±0,03 ^{Ad}	3,50±0,00 ^{Bd}
9	3,35±0,03 ^{Ad}	3,82±0,00 ^{Be}	4,12±0,05 ^{Ce}
10	3,64±0,01 ^{Aed}	4,47±0,04 ^{Bf}	5,4±0,03 ^{Cf}
11	3,81±0,02 ^{Aef}	4,66±0,04 ^{Bfg}	6,08±0,04 ^{Cg}
12	3,84±0,00 ^{Aed}	4,85±0,04 ^{Bgh}	-
13	4,06±0,02 ^{Afg}	5,10±0,1 ^{Bh}	-
14	4,26±0,01 ^{Ag}	5,5±0,1 ^{B₁}	-
16	4,73±0,01 ^{Ah}	6,21±0,04 ^{Bj}	-
18	5,05±0,15 ^h	-	-
20	5,77±0,02 ⁱ	-	-
21	6,12±0,05 ^j	-	-

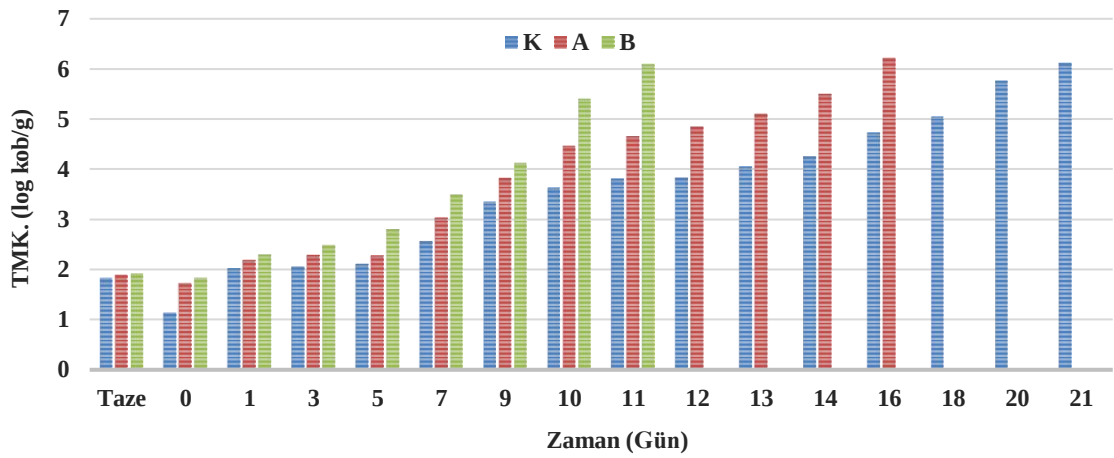
A,B,C,(→): Aynı satırda gruplar arasında fark önemli (p<0.05)

a,b...k,(↓): Aynı sütunda günler arasında fark önemli (p<0.05)

K: Kontrol grubu, A; -18°C'de 6 ay depolanmış, B; -18°C'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan gündeki ilk dumanlama işlemi sonrası.

-: Analiz yapılmadı.



Şekil 4.11. Depolama süresi boyunca gruptaki toplam maya-küf sayılarındaki değişim (logkob/g)

Bu değerler dumanlama işleminden sonra depolama süresi boyunca tüm gruplarda artış göstererek K grubunda 21.günde $5,12 \pm 0,05$ logkob/g, A grubunda $6,21 \pm 0,04$ logkob/g ve B grubunda $6,08 \pm 0,04$ logkob/g değerlerine ulaşmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, TMK miktarı üzerine depolama süresinin ve grupların etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

TMK miktarları açısından grupların taze örnekleri ve muhafazanın 1.gününde bulunan balıklar hariç tüm gruplar arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$), ayrıca K, A ve B gruplarının her üçünde de TMK miktarı üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

4.4.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımına Ait Bulgular

Deneme boyunca depolanan sıcak dumanlanarak paketlenmiş örneklerde mikrobiyolojik parametrelerden toplam Koliform bakteri türlerine rastlanılmamıştır.

4.5. Duyusal Kalite Analizine Ait Bulgular

Dumanlanmış gökkuşağı alabalığındaki tüm duyusal değerlendirme puanları depolama süresince düşüş göstermiştir. Gruplar arasında duyusal özellik puanları bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0,05$). Depolama süresi boyunca K grubu balıklardan dumanlanmış rnler A ve B grubu balık ürünlerinden, B grubu balık ürünleri ise A grubu balık ürünlerinden daha çok beğenildiği, tat ve tekstür açısından daha yüksek puan aldığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda sıcak dumanlanarak paketlenmiş örneklerin soğuk depolanması sırasında duyusal kalite değerlerinde meydana gelen değişimleri tespit etmek amacı ile yapılan kalite analizi sonuçları izelge 4.8.'de ve şekil 4.12., şekil 4.13., şekil 4.14., şekil 4.15., şekil 4.16.'da verilmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarından renk puanlarına göre dumanlama sonrasında sonuçlar; K grubunda $9,20 \pm 0,13$, A grubunda $8,70 \pm 0,15$ ve B grubunda $7,90 \pm 0,1$ olarak bulunmuştur.

Bu değerler depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalış göstererek depolamanın son gününde K grubunda (15. gün) $4,00 \pm 0,00$ A grubunda (12. gün) $5,80 \pm 0,20$ ve B grubunda (5. gün) $4,50 \pm 0,17$ olarak belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarından koku puanlarına göre dumanlama sonrasında sonuçlar; K grubunda $9,60 \pm 0,16$, A grubunda $8,70 \pm 0,15$ ve B grubunda $8,1 \pm 0,1$ olarak bulunmuştur.

Bu değerler depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalış göstererek depolamanın son gününde K grubunda (15. gün) $3,80\pm0,12$ A grubunda (12. gün) $5,50\pm0,22$ ve B grubunda (5. gün) $4,80\pm0,2$ olarak belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarından tat puanlarına göre dumanlama sonrasında sonuçlar; K grubunda $9,60\pm0,13$, A grubunda $8,20\pm0,2$ ve B grubunda $6,6\pm0,16$ olarak bulunmuştur.

Bu değerler depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalış göstererek depolamanın son gününde K grubunda (15. gün) $1,40\pm0,16$ A grubunda (12. gün) $3,3\pm0,15$ ve B grubunda (5. gün) $1,70\pm0,26$ olarak belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarından tekstür puanlarına göre dumanlama sonrasında sonuçlar; K grubunda $8,90\pm0,1$, A grubunda $7,80\pm0,25$ ve B grubunda $7,00\pm0,21$ olarak bulunmuştur.

Bu değerler depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalış göstererek depolamanın son gününde K grubunda (15. gün) $1,10\pm0,1$, A grubunda (12. gün) $3,00\pm0,15$ ve B grubunda (5. gün) $1,90\pm0,38$ olarak belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre dumanlama sonrasında genel beğeni puanları; K grubunda $9,50\pm0,17$, A grubunda $8,30\pm0,26$ ve B grubunda $6,70\pm0,15$ olarak bulunmuştur.

Bu değerler depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalış göstererek depolamanın son gününde K grubunda (15. gün) $1,50\pm0,17$, A grubunda (12. gün) $2,60\pm0,16$ ve B grubunda (5. gün) $1,60\pm0,27$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Depolama süresi boyunca tüm gruplardaki duyusal kalite değişimi

Depolama süresi (Gün)												
Özellik	Grup	0*	1	2	3	5	7	9	12	13	14	15
Renk	K	9,20±0,13 ^{Aa}	9,20±0,13 ^{Aa}	8,80±0,20 ^{Aa}	8,80±0,13 ^{Aa}	7,70±0,15 ^{Ab}	7,20±0,13 ^{Abc}	7,00±0,15 ^{Ac}	6,60±0,16 ^{Acd}	6,10±0,1 ^{de}	5,70±0,15 ^e	4,00±0,00 ^f
	A	8,70±0,15 ^{Ba}	8,40±0,16 ^{Ba}	7,60±0,16 ^{Bb}	7,60±0,16 ^{Bb}	7,30±0,15 ^{Ab}	6,00±0,15 ^{Bc}	5,80±0,2 ^{Bc}	5,80±0,20 ^{Bc}	-	-	-
	B	7,90±0,1 ^{Ca}	7,60±0,16 ^{Ca}	7,40±0,16 ^{Ba}	6,60±0,16 ^{Cb}	4,50±0,17 ^{Bc}	-	-	-	-	-	-
Koku	K	9,60±0,16 ^{Aa}	9,40±0,16 ^{Aab}	8,90±0,10 ^{Ab}	8,20±0,13 ^{Ac}	7,30±0,15 ^{Ad}	6,90±0,18 ^{Ad}	6,80±0,13 ^{Ad}	6,00±0,15 ^{Ae}	5,80±0,13 ^e	4,90±0,1 ^f	3,80±0,12 ^g
	A	8,70±0,15 ^{Ba}	8,60±0,16 ^{Ba}	7,60±0,16 ^{Bb}	7,20±0,13 ^{Bbc}	6,70±0,15 ^{Bcd}	6,10±0,1 ^{Bde}	5,70±0,26 ^{Be}	5,50±0,22 ^{Ae}	-	-	-
	B	8,10±0,1 ^{Ca}	7,50±0,17 ^{Cab}	6,90±0,18 ^{Cb}	6,10±0,18 ^{Cc}	4,80±0,2 ^{Cd}	-	-	-	-	-	-
Tat	K	9,80±0,13 ^{Aa}	9,70±0,15 ^{Aa}	8,70±0,15 ^{Ab}	8,50±0,17 ^{Ab}	8,10±0,18 ^{Abc}	7,70±0,15 ^{Acd}	7,30±0,15 ^{Ad}	5,70±0,21 ^{Ae}	4,80±0,13 ^f	3,30±0,21 ^g	1,40±0,16 ^h
	A	8,20±0,20 ^{Ba}	8,10±0,1 ^{Ba}	6,60±0,16 ^{Bb}	6,10±0,1 ^{Bb}	5,30±0,15 ^{Bc}	5,00±0,15 ^{Bcd}	4,50±0,17 ^{Bd}	3,30±0,15 ^{Be}	-	-	-
	B	6,60±0,16 ^{Ca}	6,40±0,16 ^{Ca}	5,20±0,13 ^{Cb}	3,80±0,13 ^{Cc}	1,70±0,26 ^{Cd}	-	-	-	-	-	-
Tekstür	K	8,90±0,1 ^{Aa}	8,40±0,16 ^{Aab}	8,00±0,15 ^{Abc}	7,50±0,17 ^{Acd}	7,00±0,15 ^{Ad}	6,80±0,13 ^{Ade}	6,20±0,13 ^{Ae}	5,00±0,00 ^{Af}	4,10±0,18 ^g	3,60±0,27 ^g	1,10±0,1 ^h
	A	7,80±0,25 ^{Ba}	7,30±0,15 ^{Ba}	6,30±0,15 ^{Bb}	6,10±0,1 ^{Bb}	5,20±0,13 ^{Bc}	4,80±0,20 ^{Bcd}	4,10±0,1 ^{Bd}	3,00±0,15 ^{Be}	-	-	-
	B	7,00±0,21 ^{Ca}	6,10±0,1 ^{Cb}	5,10±0,1 ^{Cc}	3,20±0,13 ^{Cd}	1,90±0,38 ^{Ce}	-	-	-	-	-	-
Genel Beğeni	K	9,50±0,17 ^{Aa}	9,60±0,16 ^{Aa}	9,00±0,00 ^{Aab}	8,70±0,15 ^{Abc}	8,20±0,13 ^{Ac}	7,50±0,17 ^{Ad}	6,90±0,1 ^{Ad}	6,20±0,13 ^{Ae}	4,90±0,1 ^f	2,40±0,16 ^g	1,50±0,17 ^h
	A	8,30±0,26 ^{Ba}	8,10±0,18 ^{Ba}	7,20±0,13 ^{Bb}	6,40±0,16 ^{Bb}	5,30±0,15 ^{Bc}	5,10±0,23 ^{Bc}	5,00±0,15 ^{Bc}	2,60±0,16 ^{Bd}	-	-	-
	B	6,70±0,15 ^{Ca}	6,60±0,16 ^{Ca}	5,00±0,15 ^{Cb}	3,60±0,22 ^{Cc}	1,60±0,27 ^{Cd}	-	-	-	-	-	-

Devamı arkada

Depolama süresi (Gün)												
	Grup	0*	1	2	3	5	7	9	12	13	14	15
	K	9,40	9,26	8,68	8,34	7,66	7,22	6,84	5,9	5,14	3,98	2,36
Ort.	A	8,34	8,1	7,06	6,68	5,96	5,4	5,02	4,04	-	-	-
	B	7,26	6,84	5,92	4,66	2,9	-	-	-	-	-	-

A,B,C,(↓): Aynı sütunda gruplar arasında fark önemli ($p<0.05$).

a,b...h,(→) : Aynı satırda duyuşal özelliğe göre günler arasında fark önemli ($p<0.05$).

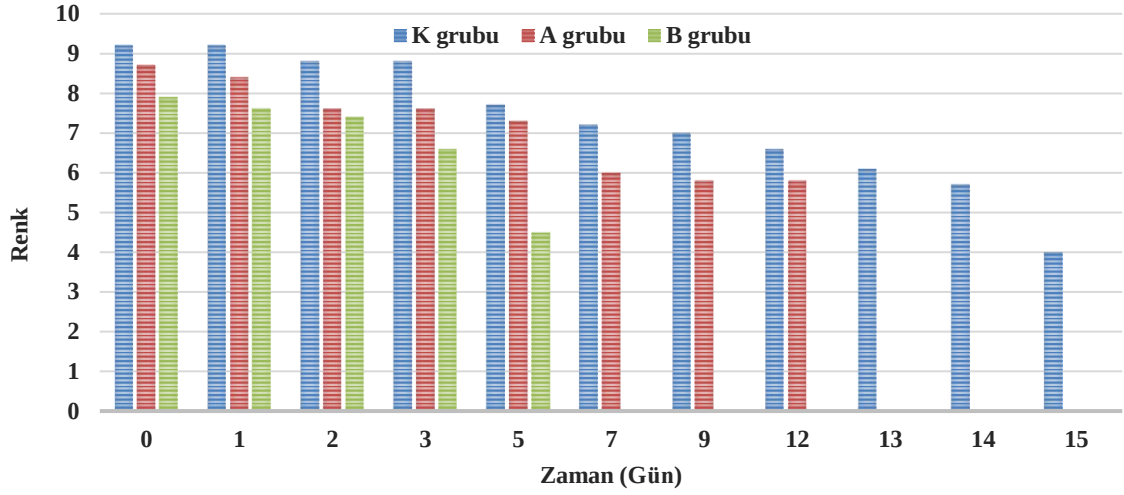
K: Kontrol grubu, A; -18°C'de 6 ay depolanmış, B; -18°C'de 12 ay depolanmış.

*: Denemeye başlanan günde dumanlama sonrası.

Ort: Renk, koku, tat, tekstür, genel beğeni puanları ortalaması.

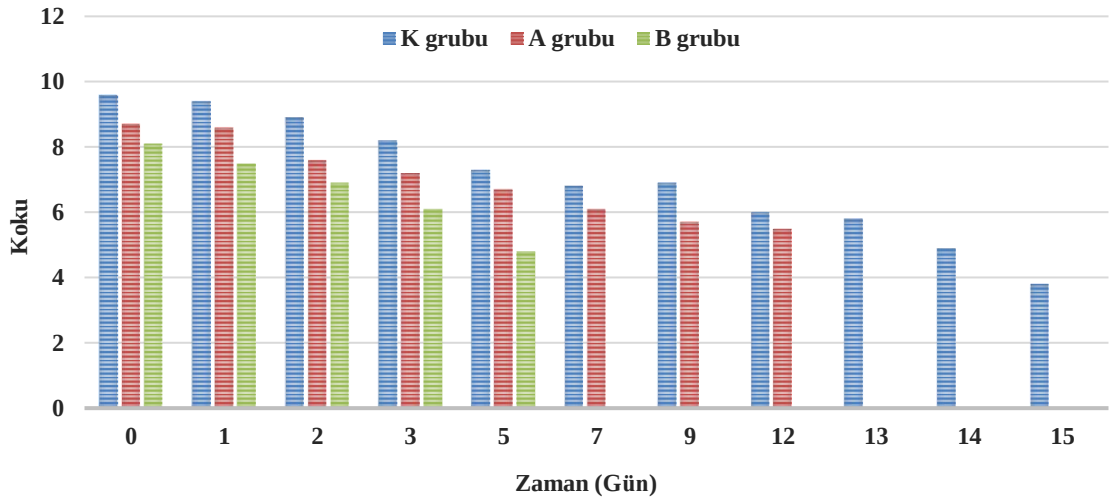
-: Analiz yapılmadı.

Yapılan istatistiksel analizler sonucuna göre; K grubu, A grubu ve B grubuna ait renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni puanları üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



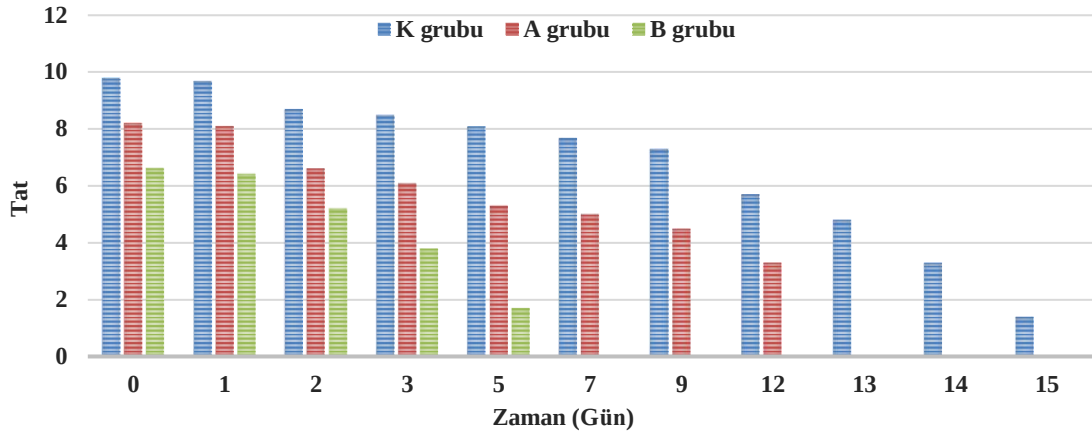
Şekil 4.12. Depolama süresi boyunca gruplara ait renk puanları

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, renk puanları açısından tüm günlerde gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



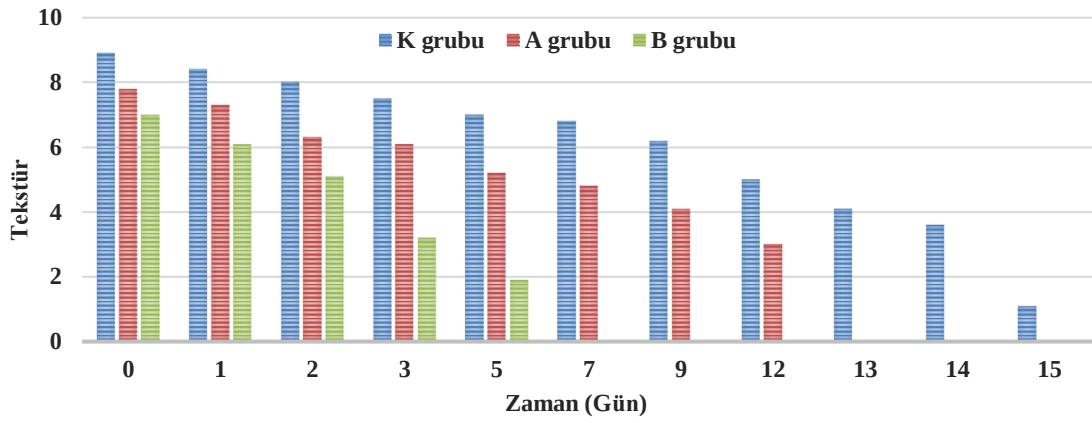
Şekil 4.13. Depolama süresi boyunca gruplara ait koku puanları

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, koku puanları açısından 12. gün K ve A grupları arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$), dumanlama sonrası, 1., 2., 3., 5., 7., ve 9. günlerde tüm gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



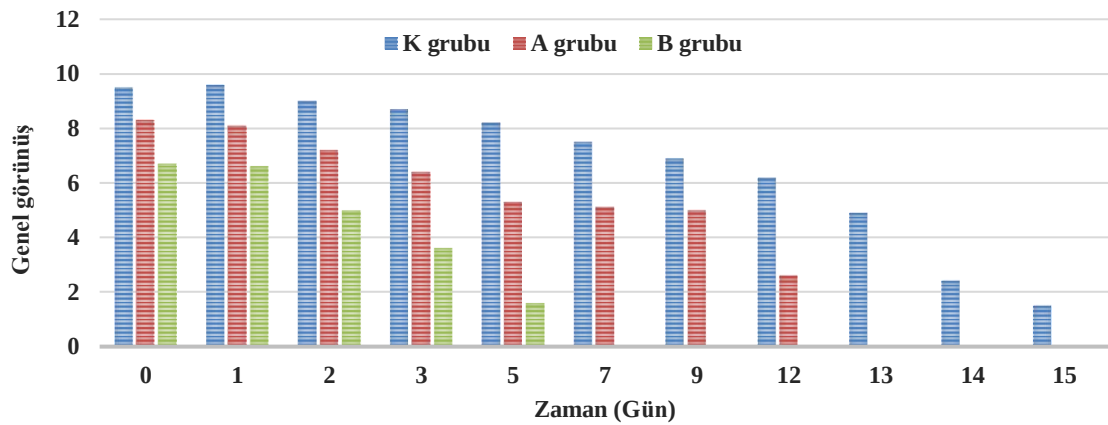
Şekil 4.14. Depolama süresi boyunca gruplara ait tat puanları

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, tat puanları açısından tüm günlerde gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4.15. Depolama süresi boyunca gruplara ait tekstür puanları

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, tekstür puanları açısından tüm günlerde gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4.16. Depolama süresi boyunca gruplara ait genel görünüş puanları

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, genel beğeni puanları açısından tüm günlerde gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda K, A ve B gruplarının nem miktarı arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Deneme başında K ve B gruplarının taze örnekleri benzer nem oranına sahip iken (K:75,80±0,18, B:75,58±0,28) A grubu örneklerinin daha düşük nem değerine (A: 69,34±0,17) sahip olduğu tespit edilmiştir. Her üç grup örneklerinin arasında da dumanlama işlemi sonrası (K:65,63±0,06, A:63,25±0,04, B: 68,36±0,13) ve deneme sonunda (K: 58,82±0,05, A: 62,03±0,09, B: 63,87±0,09) nem değerlerinde farklılar tespit edilmiştir. Tespit edilen bu farklılıkların taze örneklerde sızma kaybı, donmuş ürünlerin çözülme süreleri ile balığın türü, cinsiyeti, avlanma mevsimi, balığa uygulanan donmuş muhafaza süresinden kaynaklanabileceği, dumanlama sonrası farklılıkların ise dumanla öncesi uygulanan tuz salamurasının konsantrasyonundan, balığın cinsiyeti, balığın su kaybetme oranı ve tütsüleme süresinden kaynaklandığı söylenebilir.

Balık etinin en yüksek orandaki bileşeni su olup ortalama %66-%81 oranında bulunmakta ve yağ oranı artıkça azalmaktadır (Huss, 1995). Holland ve ark., (1991), su oranının uskumrulara dumanlama sonrasında %64'den %47,1'e, Atlantik salmonlarında ise %68'den %64,9'a düştüğünü bulmuşlardır. Benzer şekilde, Motohiro (1988), Vishwanath ve ark. (1998), Sigurgisladottir ve ark. (2000) dumanlama sırasında balık etinde su kaybı olduğunu saptamışlardır.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütsüleme çalışmasında taze alabalık, sıcak ve soğuk tütsülenmiş alabalıklarda % kuru madde miktarını sırasıyla 29,05±0,75, 37,80±0,80 ve 43,65±0,45 olarak tespit etmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda alabalık filetosunda nem miktarını İnanlı ve Patır (2004), %77,25; Özyılmaz (2007), %74,19, Kolsarıcı ve Özkaya (1998), %70,95, Duman (1995), %76,76 olarak belirlemişlerdir. Sıcak dumanlanmış farklı balık türlerinde nem miktarları, gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) %56,35 (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998), aynalı sazanda (*Cyprinus carpio*) %47,76 (Patır ve Duman, 2006), karabalıkda (*Clarias gariepinus*) %66,38, sudakta (*Sander lucioperca*) %56,28, yılan balığında (*Anguilla anguilla*) %65,25 (Bilgin ve ark., 2001; Ünlüsayın ve ark., 2001a), olarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızda bulunan değerler bahsedilen araştırmacıların bulduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda K, A ve B gruplarının taze örnekleri ve dumanlanmış örneklerinde % ham protein ve % ham kül değerlerinde gruplar arasında farklılık tespit edilmiştir (K, A ve B gruplarının taze örnekleri için sırasıyla; $16,75 \pm 0,11$, $18,04 \pm 0,05$, $17,78 \pm 0,31$ -K, A ve B gruplarının dumanlanmış örnekleri için sırasıyla; $21,22 \pm 0,26$, $22,64 \pm 0,30$, $23,50 \pm 0,66$). Deneme başında gruplar arasında oluşan bu farklılığın balığın su kaybetme oranı ve balığın cinsiyeti ile ilgili olabileceği, dumanlama sonrası oluşan farklılıkların ise dumanlama işlemi öncesi tuz salamura konsatrasyonu ile balığın kuruması gibi sebeplerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Birçok kemikli balık türünde protein miktarı %18-22 arasında değişiklik gösterir (Sidwell, 1981).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütsüleme çalışmasında taze alabalık, sıcak ve soğuk tütsülenmiş alabalıklarda % ham protein miktarını sırasıyla $19,05 \pm 0,05$, $23,65 \pm 0,95$ ve $25,60 \pm 1,00$ olarak tespit etmişlerdir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütsüleme çalışmasında çiğ alabalık, sıcak ve soğuk tütsülenmiş alabalıklarda % ham kül miktarını sırasıyla $1,31 \pm 0,11$, $3,35 \pm 0,05$ ve $4,70 \pm 0,10$ olarak tespit etmişlerdir.

Balıkentinin ham kül ve ham protein miktarı; hammadde, zaman, cinsiyet, üreme dönemi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca dumanlama yöntemi, işleme sıcaklığı, balığın su kaybetme oranı ve kullanılan balıktan dolayı bu ufak farklılıkların da oluştuğu söylenebilir.

Balıklarda yağ ve nem içeriği arasındaki ters yönde bir ilişki vardır ve bu ilişki balık türleri arasında farklılık gösterir: *Clupea harengus* (Stroud, 1972) gibi balık türlerinde yağ oranı arttıkça nem oranında düşüş olduğunu bildirilmiştir.

Çalışmamızda K, A ve B gruplarının taze örneklerinde % ham yağ miktarları sırasıyla; $5,38 \pm 0,29$, $9,90 \pm 0,02$, ve $4,01 \pm 0,02$ olarak tespit edilmiştir. Dumanlama sonrası bu değerler sırasıyla; $9,90 \pm 0,35$, $10,41 \pm 0,09$ ve $4,78 \pm 0,02$ değerlerine ulaşmıştır. Deneme sonunda ise yine bu değerler artış göstererek K, A ve B gruplarında sırasıyla; $12,50 \pm 0,08$, $10,61 \pm 0,02$, $5,93 \pm 0,04$ değerlerine ulaşmıştır.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütsüleme çalışmasında taze alabalık, sıcak ve soğuk tütsülenmiş alabalıklarda % ham yağ miktarını sırasıyla $8,45 \pm 0,65$, $9,96 \pm 0,54$ ve $11,23 \pm 1,27$ olarak tespit etmişlerdir.

Özyılmaz (2007) yaptığı çalışmasında taze alabalıkların ham yağ içeriği $4,61 \pm 0,20$ ve $6,08 \pm 0,57$ olarak tespit edilmiştir.

Bazı çalışmalarda; sıcak dumanlanma sonucunda ham yağ içeriğinde önemli artışların olduğu, bu durumun dumanlama öncesi uygulanan tuzlama ve dumanlama sırasında uygulanan ısı işlem dolayısıyla su kaybının gerçekleşmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Ünal, 1995; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Diler ve ark., 2002; Jittinandana ve ark., 2002; Bilgin ve Ertan, 2004; Birkeland ve ark., 2004; Cardinal ve ark., 2004).

Örneklerimizde tespit ettiğimiz yağ miktarı araştırmacıların bulgularına benzerlik göstermektedir. Balıklarda yağ miktarı, türe, cinsiyete, yaşa, avlanma mevsimine, işleme şekli ve metoduna bağlı olarak değişmektedir.

Çalışmamızda K, A ve B gruplarının taze örneklerinde elde edilen % nem, % ham protein, % ham yağ ve % ham kül değerleri sırasıyla K grubunda; $75,8 \pm 0,18$, $16,75 \pm 0,11$, $5,38 \pm 0,29$, $1,42 \pm 0,04$ A grubunda; $69,34 \pm 0,17$, $18,04 \pm 0,05$, $4,01 \pm 0,02$, $2,32 \pm 0,04$ B grubunda ise $75,58 \pm 0,28$, $17,78 \pm 0,31$, $4,01 \pm 0,02$, $1,85 \pm 0,01$ olarak tespit edilmiştir. Bu değerler balıklar dumanlandıktan sonra deneme sonunda yine sırasıyla K grubunda; $58,82 \pm 0,05$, $24,52 \pm 0,19$, $12,50 \pm 0,08$, $2,84 \pm 0,08$ A grubunda; $62,03 \pm 0,09$, $23,43 \pm 0,26$, $10,61 \pm 0,02$, $3,20 \pm 0,04$ ve B grubunda ise; $63,87 \pm 0,09$, $23,87 \pm 0,95$, $5,93 \pm 0,04$ ve $2,85 \pm 0,07$ olarak tespit edilmiştir. Deneme başında dondurulmamış ve donmuş olarak muhafaza edilmiş taze örnekler ile deneme sonunda dumanlanmış örneklerden elde edilen bu bulgularda % nem değerlerinde azalış % ham protein, % ham yağ ve % ham kül miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Bu artışın sebebi nemin azalmasına paralel olarak kuru maddenin artması ve bu değerinde buna paralel olarak yükseldiği söylenebilir.

Oğuzhan ve ark. (2006), taze olarak ve sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) ile ilgili çalışmalarında, taze gökkuşağı alabalığının ham protein, ham yağ, nem ve ham kül değerlerini sırasıyla $20,15 \pm 0,24$, $2,62 \pm 0,2$, $70,32 \pm 0,67$ ve $1,29 \pm 0,01$ tespit etmişlerdir.

Kocatepe (2010), levrek balığı üzerine yaptığı çalışmasında taze levrek balığının ham protein, ham yağ, nem ve ham kül değerlerini sırasıyla $18,63 \pm 0,00$, $10,72 \pm 0,20$, $69,26 \pm 0,20$ ve $1,34 \pm 0,01$ tespit etmişlerdir.

Kerim (2011), çalışmasında başlangıçta gökkuşağı alabalığının ortalama, ham protein, nem, ham yağ ve ham kül değerlerini $18,30$, $76,06$, $4,46$, $1,10$, Berik ve

ark. (2011), %15,70, %76,40, %4.46, %2,51, Özpolat ve Patır (2009), ise bu değerleri %19,16, %72,9, %4, %1,6 bulmuştur.

Günlü (2007), yapmış olduğu araştırmasında kültür deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nin sıcak ve soğuk dumanlama sonrasında ham protein, ham yağ, ham kül ve tuz içeriğinin arttığını ve su içeriğinin azaldığını, en yüksek fire, su kaybı, ham yağ ve ham protein değerinin ise sıcak dumanlanmış örneklerde görüldüğünü belirtmiştir.

Kimyasal analizlerden olan TVB-N analizi; balık kas etinde protein ve protein olmayan azotlu bileşiklerin mikrobiyal ve enzimatik yıkımı sonucu oluşan maddelerin bir ölçüsüdür. Ayrıca taze ve işlenmiş ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birisidir. TVB-N değerleri için kalite sınıflandırmasında, 25 mg/100 g TVBN içeren örnekler çok iyi, 30 mg/100 g TVB-N içeren örnekler iyi, 30-35 mg/100 g TVB-N içeren örnekler pazarlanabilir, 35 mg/100 g'dan fazla TVB-N içeren örnekler bozulmuş olarak kabul edilmektedir (Varlık ve ark., 1993).

Çalışmamızda K, A ve B gruplarında elde edilen TVB-N değerleri sırasıyla $13,69 \pm 0,29$, $20,18 \pm 0,5$, $24,18 \pm 0,17$ olarak tespit edilmiş ve bu değerler deneme sonuna kadar artış göstermiş ve deneme sonunda K grubunda (14. gün) $36,56 \pm 0,35$, A grubunda (9. gün) $36,80 \pm 0,33$ ve B grubunda ise (3. gün) $36,63 \pm 0,58$ olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında TVB-N değerlerinin sınır değerlerini aştığı günler arasındaki fark ürünlerin donmuş depolanma süreleri ile başlangıçta ve soğuk muhafazası sırasında barındırdığı mikrobiyal yük ile alakalı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz TVB-N değerleri Varlık ve ark., (1993)'nın kalite değerleri esas alınarak değerlendirme yapılmıştır.

İnal (1992)'a göre tazeliğini kaybetmemiş balıkentinin TVB-N değeri 25-30 mg/100 g arasında olup tüketilebilirdik sınır değeri 30-35 mg/100 g arasındadır.

Kietzmann ve ark. (1969), Ludorf ve Meyer (1973) genel bir değerlendirme ile balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını 25 mg/100g'a kadar "çok iyi", 30 mg/100g'a kadar "iyi", 35 mg/100g'a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100g'dan yukarısı ise "bozulmuş" şeklinde tanımlamışlardır.

Ünal ve Tatar (1991), donmuş depolanan mürekkep balıklarının bütün halde dondurulan grubunda TVB-N miktarının, iç organları temizlenen gruptakilerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir

Çalışmamızda A ve B gruplarının donmuş depolaması sırasında artışların olduğu görülmektedir. Buna benzer bir çalışmada Turan ve Erkoyuncu (2004) palamut balıklarını (*Sarda sarda* Bloch, 1793) -35°C'de dondurmuş ve -25°C'de 6 ay süresince

depolamışlar. Başlangıçta 7,004 mg/100g olan TVB-N değeri depolama süresince artarak 6 ay sonunda 22,7 mg/100g seviyesine ulaştığını tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2011) yürüttükleri çalışmalarında inci kefalini (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) -18°C'de 120 gün süresince depolamışlar. Başlangıçta 11,09 mg/100g olarak buldukları TVB-N değerini 120 günün sonunda artış göstererek 17,5 olarak tespit etmişlerdir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1996) sıcak ve soğuk dumanlama üzerine yaptığı çalışmada başlangıçta taze örnekte 17,6 mg/100g olan TVB-N değerini sıcak ve soğuk dumanlama sonrası sırasıyla 18,55 mg/100g ve 20 mg/100g olarak bulmuş, 6 ay süresince -18±1°C koşullarında muhafazası sonrasında sıcak dumanlanmış ürünlerde TVB-N değerini 32,72 mg/100g soğuk dumanlanmış ürünlerde ise 50,45 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Bilgin ve ark. (2007) yaptıkları araştırmada balığı sıcak dumanlama tekniğine göre dumanlamışlar ve farklı sıcaklıklarda depolamışlar. *Salmo trutta macrostigma*'nın TVB-N değerinin tüm gruplarda depolama günlerine bağlı olarak artış gösterdiğini tespit etmişler.

Dağ alabalığının sıcak dumanlama işleminin uygulandığı ve 4°C' de depolandığı çalışmada; TVB-N değeri başlangıçta 13,97 mg/100g iken çalışmanın 51. gününde 34,38 mg/100g değerine yükseldiğini belirlemiştir (Bilgin, 2003).

Koral ve ark. (2009), çalışmalarında zargana balığının dumanlama yapmadan buzdolabında ve oda koşullarında depolamışlar ayrıca sıcak dumanlanma yöntemiyle dumanlanarak buzdolabı ve oda koşullarında depolanıp kalite parametrelerini incelemişlerdir. Çalışmada TVB-N değerlerinde önemli değişiklikler olduğunu belirlemişler. Dumanlanmış ve buzdolabı koşullarında depolanmış örneklerin TVB-N değerini 1. gün 11,21 mg/100 g iken depolamanın sonunda (25. gün) 37,47 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. Dumanlanmış ve oda koşullarında muhafaza edilen örneklerin TVB-N sonuçları ise 1. gün 17,86 mg/100 g iken depolamanın sonunda (9. gün) 38,87 mg/100 g olarak saptandığını belirlemişlerdir.

Özkaya (1995), sıcak dumanlanıp 4°C' de depoladığı alabalığın başlangıçtaki TVB-N değerini 18,55 mg/100 g, 60. gündeki TVB-N değerini ise 34,94 mg/100 g olarak bildirmiştir.

Kaya (1994) sıcak dumanlanan gökkuşağı alabalığı, palamut ve tirsi balıklarının TVB-N değerlerinin depolama süresince düzenli olarak arttığını tespit etmiştir.

Bu çalışmadaki TVB-N değerlerindeki yükselmeye benzer bir artış Gökoğlu ve ark. (1994)'nın alabalık lakerdasının depolanması sırasındaki değişimler konulu çalışmalarında da belirlenmiştir

Turan ve Erkoyuncu (1997), salmon ve gökkuşağı alabalıklarında farklı tuzlama yöntemleri uygulayarak kalitesini araştırmışlar ve 165 gün boyunca TVB-N değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Gökkuşağı alabalığının raf ömrüne, tütsüleme ve depolama sıcaklıklarının etkisini araştırdıkları çalışmalarında sıcak dumanlanarak 4°C' de depolandıkları balığın TVB-N değerinin depolamanın son gününde (48. gün) 32,72 mg/100g olarak tespit etmişler (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Erdem ve ark. (2010) tütsülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında kalite parametrelerini incelemişler ve depolama boyunca TVB-N değerinin düzenli olarak arttığını bildirmişlerdir. Tütsülenen levrek balıklarının bozulma parametresini 105. günde 37,12 mg/100g değeriyle aştığını bildirmişler.

Chytiri ve ark (2004) buzda depolanan iç organları çıkarılmamış kültür gökkuşağı alabalığında TVB-N miktarının depolama boyunca önemli bir artış göstermediği (depolamanın 18. gününde 20,16 mg/100 g) ve fileto balıkların TVB-N değerlerinin depolama sonunda 26,06 mg/100 g'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Sıcak dumanlanmış zargana balıklarının salamurasına doğal ve yapay renklendiriciler uygulanarak buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir. Sıcak dumanlanmış zargana balıklarında, TVB-N miktarının depolama süresi boyunca tüm gruplarda artış gösterdiği ve 17 günlük depolanma sonrasında gruplarının ortalama 33,44 mg/100 g, 36,63 mg/100 g ve 39,42 mg/100 g değerlerine ulaştığı ve bu sonuçların tüketilebilirlik sınır değerini aştığı saptanmıştır (Özer, 2010).

Çalışmamızda elde edilen TVB-N değerleri, yapılmış diğer araştırma sonuçları ile genel olarak karşılaştırıldığında TVB-N değerleri açısından diğer çalışmalarla benzer şekilde depolama süresine bağlı olarak artış göstermiştir (Muratore ve Licciardello 2005; Bilgin, 2003; Günlü 2007; Bilgin ve ark 2007; Kaya 1994; Kolsarıcı ve Özkaya 1998; Ünal, 1995; Özkaya 1995). Ayrıca yapılan diğer çalışmalara göre rakamsal ve depolama süresince meydana gelen farklılıkların nedeni olarak; balığın türü, balığın yakalanma şekli, hammaddenin kalitesi, salamura konsantrasyonu ve süresi, kurutma işleminin uygulanıp uygulanmaması, dumanlama sırasında uygulanan sıcaklık ve süre, talaş tipi, dumanlama metodu, duman yoğunluğu gibi çeşitli dumanlama koşulları, paketlenme ve depolama koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Tiyobarbütirik asit (TBA) değeri, yağlardaki acılaşmayı gösteren parametrelerden birisi olup lipid oksidasyonu derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bligh ve ark., 1959; Ünal, 1995). Balık etlerindeki oksidasyon düzeyi türe, yağ içeriğine, diğer kimyasal özelliklere, uygulanan işleme teknolojisine ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Balığın depolama süresini etkileyen faktörlerden biri de yağların hidrolizi ve oksidasyonu sonucu bozulmalarıdır. Yağların ootooksidatif bozulması, ürünlerde renk, aroma, tat, tekstür ve besinsel değer gibi gıda kalitesindeki değişimler olarak ortaya çıkmaktadır (Fernandez ve ark., 1997). Tiyobarbitürik asit sayısının çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7–8 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993).

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

Depolama süresince çalışmadaki TBA bulguları incelendiğinde depolama süresi boyunca TBA miktarında düzenli artış gözlenmiştir. Çalışmamızda yapılan TBA analizi sonucunda çıkan bulgular incelendiğinde deneme başında (K, A ve B) ortalama değerler Kontrol grubunda (K) $0,38 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg, 6 ay dondurucuda bekletilen grupta (A) $0,62 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg ve 12 ay dondurucuda bekletilen grupta (B) $1,51 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg olarak belirlenmiştir. TBA değerleri depolanma sonunda ise K grubu (16.gün) $8,55 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg, A grubu (13.gün) $8,35 \pm 0,1$ mg malonaldehit/kg ve B grubu (7.gün) $8,19 \pm 0,01$ mg malonaldehit/kg değerlerine ulaşmışlardır. Depolama sonunda TBA miktarı tüketilebilirlik sınır değerini aşmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, TBA miktarı üzerine depolama süresinin ve gruplar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Turan ve Erkoyuncu (2004) yaptıkları araştırmada palamut balıklarını (*Sarda sarda* Bloch, 1793) -35°C 'de dondurmuş ve $-25,2^{\circ}\text{C}$ 'de 6 ay süresince depolamışlar. Başlangıçta 0,3 mg malonaldehit/kg olan TBA değerini depolama süresince artarak 6 ay sonunda 3,017 mg malonaldehit/kg seviyesine ulaştığını tespit etmişlerdir.

Can ve Patır (2012), gökkuşağı alabalığı filetolarının raf ömrü üzerine yaptıkları bir araştırmada çiğ alabalık fileto örneğinde TBA değerini $0,4 \pm 0,2$ malonaldehit/kg olarak bulmuştur. 12 günlük bir soğuk muhafaza sonunda bu değeri $3,7 \pm 0,1$ olarak bulmuştur.

İnanlı ve ark. (2011)'de alabalık üzerine yaptığı bir çalışmada taze gökkuşağı alabalığı etinden yapmış olduğu TBA analizi sonucunu $1,32\pm0,24$ olarak bulmuştur.

Gökkuşağı alabalığı ile ilgili yapılan çalışmalarda daha yüksek başlangıç TBA değeri rapor edilmiştir (2-9,6 mg malonaldehit/kg) (Nerantzaki ve ark., 2005; Pyrgotou ve ark., 2010; Frangos ve ark., 2010; Ojagh ve ark., 2010).

Kaya (1994), balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, TBA sayısını sıcak dumanlanmış ve oda sıcaklığında 5 gün süreyle muhafaza edilmiş alabalıklarda 2,02, palamutta 4,24 ve salmonda 2,34 mg malonaldehit/kg değerinde belirlemiştir. Buzdolabı koşullarında 50 gün muhafaza sonrasında, TBA değerini alabalıkta 2,56, palamutta 4,24 ve salmon balığında ise 2,56 mg malonaldehit/kg olarak tespit etmiştir.

Goulas ve Kontominas (2005), sıcak dumanlanmış, 2°C'de depolanmış uskumru balığında TBA içeriğinde depolamaya bağlı olarak görülen artışın, taze ve tuzlanmış örneklerle göre daha düşük olduğunu, bu durumun duman bileşeni olan fenolik maddelerin antioksidatif etkileriyle açıklanabileceğini, dumanlama sırasındaki yüksek sıcaklığa bağlı olarak da balık etinin su kaybetmesi ve atmosferik oksijenin etkisiyle yağların bozulmasının arttığını bildirilmiştir, bu durum bulgularımızla da uyusmaktadır. Erdem ve ark. (2010), tütsülenerek vakum paketlenen 4°C'de depolanan levrek balıklarında kalite değişimlerini incelemişler; tütsülenen levreklerde, saklama süresi ve normal ile marine tütsü arasında TBA miktarı açısından önemli artışlar meydana gelmiştir. Depolamanın sonu olan 110. günde normal tütsüde TBA değerini $2,07\pm0,01$ mg malonaldehit/kg, marine tütsüde $2,34\pm0,01$ mg malonaldehit/kg olarak bildirmişlerdir.

Koral ve ark. (2009), çalışmalarında zargana balığının dumanlama yapmadan buzdolabında ve oda koşullarında depolamış ayrıca sıcak dumanlanma yöntemiyle dumanlanarak buzdolabı ve oda koşullarında depolanıp kalite parametrelerini incelemişlerdir. Çalışmada TBA değerlerinde önemli değişiklikler olduğunu belirlemişler. Dumanlanmış ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin TBA değerini 1. gün 0,90 mg malonaldehit/kg iken depolamanın sonu olan 25. günde 2,98 mg malonaldehit/kg olarak bildirmişlerdir. Dumanlanmış ve oda koşullarında muhafaza edilen örneklerin TBA sonuçları ise 1. gün 1,27 mg malonaldehit/kg iken depolamanın sonu olan 9. günde 5,16 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır.

Çalışmalardan elde edilen TBA değerleri bakımından, çeşitli araştırma sonuçları ile benzerlikler gözleendiği gibi rakamsal farklılıklar da gözlenmiştir. Belirlenen

farklılıkların kullanılan hammadde farklılığından, farklı dumanlama ve muhafaza koşullarından ileri geldiği söylenebilir.

Taze su ürünleride pH değeri 6.0-6.5, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 6,8-7,0 olarak belirtilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Çalışmamızda yapılan pH analizi sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde başlangıçta 3 gruptaki (K, A ve B) ortalama değerler sırası ile $6,52 \pm 0,01$, $6,25 \pm 0,01$, $6,19 \pm 0,04$ olarak belirlenmiştir. Bu pH değerleri depolama sonunda ise K grubunda (16. gün) $6,11 \pm 0,01$, A grubunda (13. gün) $6,24 \pm 0,02$ ve B grubunda $5,96 \pm 0,06$ olarak tespit edilmiştir. Yürütülen çalışmada pH değerinde artışlar ve düşüşler tespit edilmiştir. Ancak tazelik için önerilen 6,0-6,5 değerine uygun aralıklarda bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre pH değeri üzerine depolama süresinin ve gruplar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Ekici ve ark. (2011) yürüttükleri çalışmalarında inci kefalini (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) -18°C 'de 120 gün süresince depolamışlar. 1., 15., 30., 60., 90 ve 120. günlerde ölçümler yapmış ve pH sonuçlarını sırasıyla 6,33; 6,54; 6,54; 6,57; 6,54; 6,39 olarak tespit etmişlerdir.

Jasour ve ark. (2011) taze gökkuşağı alabalığının başlangıç pH değerinin 6,7-6,8 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada alabalık etindeki pH değeri 6,52 ve 5,58 arasında değişkenlik göstermiş olup, depolama süresince değişimler göstermiştir.

Sıcak dumanlanmış ve 4°C 'de depolanmış dağ alabalığının (*Salmo trutta macrostigma*) kalite parametrelerinin incelendiği çalışmada 51 günlük depolama boyunca pH değerinin 6,60'tan 6,29'a düştüğünü saptamıştır (Bilgin, 2003).

Rigormortis süresince pH'daki düşüş balık öldükten sonra oluşan glikogenoliz ile ilişkili olmaktadır (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001). Rigormortis aşamasından itibaren başlıca mikrobiyal aktiviteden dolayı amino bileşiklerin yıkımından dolayı pH'da artış gözlenmektedir (Sallam, 2007; Hernandez ve ark., 2009). Ph'daki bu değişimler başlıca depolama sıcaklığına bağlı olmakla birlikte 7,1'in üzerindeki pH değerleri balığın bozulma durumunu göstermektedir (Özyurt ve ark., 2007). Mevcut çalışmada pH değeri tüm gruplar için depolama sonunda 6.5'in altında kalmıştır.

Siskos ve ark., (2007) Sıvı dumanlama yöntemiyle dumanlanmış *Salmo gairdnerii* filetolarının pH değerinin çalışma boyunca 6,5-6,8 aralığında seyrettiğini bildirmiştir.

Özkaya (1995) alabalıkları soğuk ve sıcak dumanlama yöntemiyle dumanlayarak farklı sıcaklık derecelerinde muhafaza etmiştir. Çalışmada pH değerini, sıcak tütsülenmiş ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiş örneklerde 1. günde 6,45, 60. günde 6,33 değerinde olduğunu saptamıştır.

Tütsülenmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının 4°C’de depolandığı çalışmada, 0. günde 6,30, 6,36 olarak belirlenen pH değerleri, 60. günde 6,56-6,59 ve 6,57-6,53 olarak tespit edilmiştir. 0. ve 60. günler arasında pH değerlerinde artmalar ve azalmalar gözlenmiştir (Göysaya, 2005).

Dumanlanmış balıklar ile ilgili çeşitli araştırmalarda da muhafaza başlangıcı ve muhafaza sonunda benzer pH değişimleri bildirilmiştir. Şöyle ki Goulas ve Kontominas (2005), 6-6,10; Gonzalez-Rodriguez ve ark. (2002), 5,65-6,09; Leroi ve ark. (1998), 5,9-6,1; Kolsarıcı ve Özkaya (1998), 6,25-6,59; Kaya ve ark. (2006), 5,71-5,79 olarak saptamışlardır. Çalışma bulgularımız sözü geçen araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Bütün gruplarda (K, A, B) muhafazanın ilk günlerinde pH değerlerinde nispeten azalmalar görülürken, muhafazanın ileri günlerinde ise önemli artışlar meydana gelmiştir. Başlangıçtaki düşük pH değerlerinin odun dumanında bulunan çeşitli asitli bileşiklerin ete geçmesinden ileri geldiği, daha sonra meydana gelen artışların ise mikroorganizma üremesi ile ilgili olduğu söylenebilir. Mikroorganizmaların faaliyeti sonucu ortamda amonyak, trimetilamin ve diğer azotlu bileşikler meydana gelir. Bu tür uçucu ve uçucu olmayan aminler bazik yapıda olup pH’nın yükselmesine neden olmaktadır (Boskou ve Debevere, 2000; Kyrana ve ark., 2001; Ruiz-Capillas ve Moral, 2001; Masniyom ve ark., 2002).

Dondurularak muhafaza edilen gıdalarda mikroorganizma yükünün yarı yarıya azaldığı, diğer yarısının da mikroorganizma türüne göre değişmekle birlikte yavaşladığı veya durduğu, ancak enzimatik faaliyetlerin azalmakla birlikte devam ettiği bildirilmiştir (Hayes, 1995; Connel, 1995; Ünlütürk, 1998; Gökoğlu, 2002).

Çalışmada TMAB analizi yapılarak paketlenme öncesi ve sonrası değişimleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre başlangıç değeri $1,95 \pm 0,05$ logkob/g olan TMAB değeri, dumanlama sonrası $1,63 \pm 0,02$ logkob/g ve depolamanın 1. günü, $1,73 \pm 0,04$ logkob/g olarak bulunmuştur. Depolama sonu K grubu için (21. gün) bu değer $6,33 \pm 0,08$ logkob/g, A grubu için (14. gün) $6,31 \pm 0,07$ logkob/g ve B grubu için (10.gün) $6,29 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur.

Gökkuşığı alabalığı ile ilgili yapılan çalışmalarda deneme başında yüksek sayıda toplam canlı sayısı rapor edilmiştir (3-4 logkob/g) (Gonzalez, 1999; Özoğul ve Özoğul, 2004; Arashisar ve ark., 2004; Rezaei ve Hosseini, 2008; Frangos ve ark., 2010).

Yapar (1993) çalışmasında taze gökkuşığı alabalığı, TMAB sayısı değerini 3,47 logkob/g, Kolsarıcı ve Özkaya (1998) araştırmasında başlangıç TMAB değerini 2.47 logkob/g olarak tespit etmiştir.

Oğuzhan ve Angiş (2012), vakum paketli tuzlanmış alabalık filetolarının başlangıç TMAB değerini 3.12 logkob/g olarak bulmuştur.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşığı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütsüleme çalışmasında, sıcak tütsülenmiş alabalıkları $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza etmişler. Deneme başında TMAB sayısını; $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerde 4,32 logkob/g, $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerde ise 4,32 logkob/g olarak bulmuşlardır. Deneme sonunda $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerde (48. gün) 7,36 logkob/g, $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerde (6. ay) 2,36 logkob/g tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2011) inci kefalini bütün ve iç organ çıkararak 120 gün süreyle -18°C derecede depolamışlar. Çalışmanın 1.günüde bütün ve iç organ temizlenerek olarak depolanan inci kefallerinde TMAB miktarı sırasıyla $3,03\pm0,061$ ve $3,66\pm0,37$ bulmuş, denemenin sonunda 120. günde bu değerleri sırasıyla $3,03\pm0,11$ ve $2,91\pm0,18$ olarak tespit etmişlerdir.

Chytiri ve ark (2004) buzda 18 gün depoladıkları bütün ya da fileto kültür gökkuşığı alabalıklarının TMAB sayısının bütün ve fileto sırasıyla depolamanın 10 ve 18. günüde 7 logkob/cm' i aştığını rapor etmişlerdir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşığı alabalığının raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada, $+28^{\circ}\text{C}$ 'de 8 saat tütsüleyip vakum paketledikleri gökkuşığı alabalıklarını, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. TMAB sayısı başlangıçta 5,39 logkob/g iken, 16.günde 8,55 logkob/g değerine yükseldiğini belirtmişlerdir.

Patır ve Duman (2006), oda ve buzdolabı koşullarında depolanan tütsülenmiş aynalı sazan filetoları ile yaptıkları çalışmada, dumanlanmak üzere üretimde kullanılan aynalı sazan filetolarının TMAB sayısının 5,52 logkob/g değerinde olduğunu, dumanlamadan sonra hızlı bir şekilde azalarak 1,83-2,41 logkob/g değerleri arasına düştüğünü, muhafaza süresince, TMAB sayısının değişimi incelendiğinde, bütün gruplarda benzerlik seyrettiğini belirtmişlerdir.

Ekici ve ark. (2011) inci kefalini bütün ve iç organ çıkararak 120 gün süreyle -18 derecede depolamışlar. Çalışmanın 1.gününde bütün ve iç organ temizlenerek olarak depolanan inci kefallerinde TPAB miktarı sırasıyla $4,56\pm 0,36$ ve $4,63\pm 0,38$ bulmuş, denemenin sonunda 120. Günde bu değerleri sırasıyla $4,96\pm 0,22$ ve $4,85\pm 0,06$ olarak tespit etmişlerdir

Gökkuşığı alabalığı ile ilgili yapılan çalışmalarda çalışmamıza benzer TPAB sayısı (2,6-3,3 kob/g) bulunmuştur (Pezeshk ve ark., 2011; Erkan, 2012).

4°C’de depolanan gökkuşığı alabalığı filetoalarının depolama süresine bağlı olarak TPAB sayısında önemli artışlar gözleendiğini 3.85 logkob/g’den balığın bozulduğu depolamanın 16. gününde 8,43 logkob/g’a ulaştığı bulunmuştur (Ojagh ve ark., 2010).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), yaptıkları araştırmada sıcak ve soğuk dumanlanmış gökkuşığı alabalığı örneklerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de, TPAB sayılarının genel olarak her iki teknolojiye de arttığını vurgulamışlardır. Sıcak dumanlananların kas dokusunda başlangıçta 3.94 logkob/g olan TPAB değeri 8. günde 5,54 logkob/g, 24. Günde 6,29 logkob/g olarak bulunmuştur.

Korkut (2008), sıcak dumanlanmış $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de depolanmış kadife balığı ile yaptığı çalışmada, TPAB sayısı taze örnekte $5,89\pm 0,03$ log10 kob/g iken dumanlamayla birlikte azalmış, daha sonra depolama müddetince artış gösterdiğini bildirmiştir. TPAB sayısının vakumlu örneklerde 60 günlük depolama boyunca sınır değerlerinin altında iken, vakumsuz paketlenmiş örneklerde 28. günde sınır değerini aştığını bildirmiştir.

Erdem ve ark. (2010), tütsülenen levreklerde, taze levreğin başlangıç TPAB miktarını $2,04\pm 0,02$ logkob/g olarak bildirmişlerdir. Bu değerler tütsüleme işleminin etkisi ile düşüş göstermiş ve psikrofilik bakteri sayısı $1,08\pm 0,02$ logkob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca artış göstermiş ve normal tütsü grubunda bozulmanın olduğu 105. günde psikrofilik bakteri sayısı $2,22\pm 0,01$ logkob/g, marine grupta ise psikrofilik bakteri sayısı $2,16\pm 0,03$ logkob/g değerlerine ulaşmıştır.

Diler ve ark. (2002), sıcak dumanlanan eğrez balığının kalitesine etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir araştırmada, sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak elde edilen ürünü $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de 43 gün süreyle depolamıştır. Araştırmada maya-küf miktarında 43. günde artış saptamışlardır.

Kılıç (2005), soğuk dumanlanmış 4°C’de depolanmış gökkuşığı alabalığı üretiminde antimikrobiyal ve antioksidan maddeler kullanımını araştırdığı çalışmasında, ürünün başlangıç için mikrobiyolojik değerlerine bakmış, TMK miktarı taze üründe

ortalama 3,83 logkob/g olarak belirlenirken, salamura işleminin ardından belirlenen toplam maya küf değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Korkut (2008), sıcak dumanlanmış $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış kadife balığı ile yaptığı çalışmada, sıcak dumanlanıp vakumlu paketlenmiş örneklerde depolama müddetince koliform grubu mikroorganizmalara rastlamadığını bildirmiştir.

Ekici ve ark. (2011) inci kefalini bütün ve iç organ çıkararak 120 gün süreyle -18 derecede depolamışlar. Çalışmanın 1.gününde bütün ve iç organ temizlenerek olarak depolanan inci kefallerinde Koliform miktarı sırasıyla $1,15\pm0,21$ ve $1,39\pm0,13$ bulmuş, denemenin sonunda 120. Günde bu değerleri sırasıyla $1,76\pm0,40$ ve $1,15\pm0,21$ olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen mikrobiyolojik analiz değerlerinin diğer çalışmalarla farklı olmasının nedeni, kullanılan hammaddenin farklı olması, balığın temin edildiği bölgeden ileri gelen farklılıklar, suyun sıcaklığı, kirliliği, balığın işlenmesi sırasında hijyen kurallarına uyum gibi birçok nedenlere bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Duyusal kalite belirlemesi herhangi bir gıda ürünü satın alırken kullanılan öncelikli yöntemlerden birisidir. Kolay, güvenilir ve hızlı bir sonuç verdiğinden dolayı gıda ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır.

Çalışmamızda sıcak dumanlanmış balıklardan deneysel gruplar Kontrol grubuna göre daha düşük puanlar almış ve duyusal olarak kontrol grubundan önce bozuldukları tespit edilmiştir. Değerlendirmede 10 (1-2: kötü, 3-4: tüketilemez, 5-6: tüketilebilir, 7-8: iyi 9-10: Mükemmel) puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Ürünlerinin genel beğeni bakımından 0. Gün (dumanlama sonrası) tercih edilebilen bir ürün olduğu belirlenmiştir. Tüm gruptaki dumanlanmış alabalık filetoları başlangıçta sıkı, düzgün ve güzel bir görünüme sahip iken, zamanla bozulmaya paralel olarak gevşeme, yumuşama, yavanlaşma ve acılaşma görülmüştür. Çalışma içerisindeki tüm gruplarda oluşan bu farklılıklar bozulmaya bağlı olarak değişmiştir. 10 üzerinden en yüksek puanı 0. Günde dumanlama sonrasında K (Kontrol) grubu ($9,50\pm0,17$) en düşük puanı ise 15. günde yine K grubu ($1,10\pm0,10$)'nun aldığı belirlenmiş, K grubu örnekleri en uzun süre muhafaza edilen grup olarak saptanmıştır.

Renk (görünüm) puanları dikkate alındığında gruplar arası farklılığın ve muhafaza süresinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Tüm gruptaki renk puanları depolama süresine bağlı olarak azalış göstermiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tutsüleme çalışmasında, sıcak tutsülenmiş alabalıkları $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de

muhafaza etmişler, görünüş kriterine göre değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan tütülenmiş alabalıkların görünüş puanlarını 1. Günde sırasıyla 8,6 ve 8,6 olarak, deneme sonunda $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de (48. Gün) 4,3, $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ise 6. Ayda 6,7 olarak tespit etmişlerdir.

Günlü (2007) ve Özyılmaz (2007), tütülenmiş balığın görünümünün muhafaza süresi ile değiştiğini bildirmişlerdir.

Dumanlamanın etkisiyle balık eti kendine has bir koku kazanır. Çalışmada dumanlama işleminden hemen sonra koku puanları $9,60\pm0,16 - 8,10\pm0,1$ arasında belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca koku olarak en kısa depolama süresi B grubunda 5. günde ($4,80\pm0,2$) ve en düşük koku puanı 15. günde K grubunda ($3,80\pm0,12$) saptanmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte tüm gruplarda koku puanları azalmıştır. Koku puanlamalarında grupların ve muhafaza süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çalışmamızda elde edilen koku parametresi sonuçları Cardinal ve ark. (2006) ile Özyılmaz (2007)'in bulgularıyla uyum içerisindedir. Bakteri enzim faaliyetleri amonyak, monoetilamin, dimetilamin ve trimetilamin gibi bileşiklerin oluşumu ile sonuçlanarak) balıkta kötü kokuları oluşturur. Bu kokunun oluşumu ürünün bozulma belirtisidir (Debevere ve Boskou, 1996).

Deneme başındaki değerlendirmede tekstür puanlarının $8,90\pm0,1-7,00\pm0,21$ arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte bütün gruplarda tekstür puanlarının düştüğü ve tekstür bakımından gruplar arasında önemli farklılığın olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütüleme çalışmasında, sıcak tütülenmiş alabalıkları $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza etmişler, tekstürlerine göre değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan tütülenmiş alabalıkların görünüş puanlarını 1. günde sırasıyla 8,8 ve 8,8 olarak, deneme sonunda $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de (48. Gün) 3,7, $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ise 6. Ayda 6,0 olarak tespit etmişlerdir. Depolamanın 44. gününden sonra tadında yavanlaşma, duman tadının azalmış olduğu ve duyuşal özelliklerini yitirdiği bildirilmiştir.

Donmuş depolama esnasında su kaybeden üründe oluşan kuruma nedeniyle ette süngerimsi ve kuru bir yapı oluşabilmektedir (Turan ve Erkoyuncu, 2004).

Yanar ve ark. (2006), Cardinal ve ark. (2006) ile Kolsarıcı ve Özkaya (1998) da yaptıkları çalışmalarda tekstür puanlarının muhafaza süresinin ilerlemesiyle azaldığını bildirmişlerdir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütüleme çalışmasında, sıcak tütülenmiş alabalıkları $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza etmişler, lezzetlerine göre değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan tütülenmiş alabalıkların görünüş puanlarını 1. günde sırasıyla 8,9 ve 8,9 olarak, deneme sonunda $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de (48. Gün) 3,2, $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ise 6. Ayda 5,8 olarak tespit etmişlerdir.

Dumanlamanın etkisi sonucunda balık parlak, koyu kahverengimsi, altın sarısı et rengi, kendine has kokusu ve dokusu göze hoş görünmekte ve tüketiciye daha cazip gelmektedir. Çalışmamızda dumanlanan balıkların rengi altın sarımsı bir görünüm almış olup puanlamada 0. günde genel beğeni olarak $9,50\pm0,17 - 6,-70\pm0,15$ puanları arasında değerlendirilmiştir. Deneysel grupların kontrol grubuna göre daha düşük puanlarda olduğu gözlemlenmiştir. Gruplar arası farklılığın genel beğeni açısından önemli olduğu ($p<0,05$) saptanmıştır. Ayrıca muhafaza süresinin de yine genel beğeni puanları açısından önemli farklılık oluşturduğu da belirlenmiştir ($p<0,05$).

Genel beğeni düzeyine ait puanların genellikle K grubunda yüksek olması, deneysel grupların uzun süre boyunca derin dondurucuda bekletilmesi sonucunda renk, koku, tat, tekstür kaybından kaynaklanabileceği düşündürmektedir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları sıcak ve soğuk tütüleme çalışmasında, sıcak tütülenmiş alabalıkları $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza etmişler, genel beğeniye göre değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan tütülenmiş alabalıkların görünüş puanlarını 1. Günde sırasıyla 8,9 ve 8,9 olarak, deneme sonunda $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de (48. Gün) 3,9, $-18\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ise 6. Ayda 6,0 olarak tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2011) inci kefalini bütün ve iç organ çıkararak 120 gün süreyle -18 derecede depolamışlar. Çalışmada renk, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik kriterlerini hedonik skalaya göre 9 puan üzerinden değendirmişler ($9,00-7,00$ puan “çok iyi”, $6,90-4,10$ puan “iyi”, $4,00$ “tüketilebilir” ve $3,90-1,00$ puan ise “bozulmuş”). 1.gününde bütün ve iç organ temizlenerek olarak depolanan inci kefallerinde ortalama duyusal değerini sırasıyla $9,0\pm0,00$ ve $9,0\pm0,00$ bulmuş, denemenin sonunda 120. Günde bu değeri sırasıyla $6,0\pm0,71$ ve $6,8\pm0,84$ olarak tespit etmişlerdir.

Arslan ve ark. (1997) aynalı sazan filetolarında muhafaza süresinin 5. aynaya kadar duyusal analiz puanlarında önemli bir azalma olmadığını bildirmişlerdir. Yılmaz ve Akpınar (2003) dondurularak muhafaza edilen kemani vatozda duyusal analiz puanlarında düşme görüldüğünü bildirmişlerdir.

Buzda 1 günden fazla bekletildikten sonra dondurulan yağlı balıklar -30 derecede depolansa bile lezzet ve koku kaybı ile oksidasyon olmaktadır (Graham, 1982).

Dondurmadan önce ve sonra farklı işlemler uygulanan palamut balıklarında 6 aylık donmuş depolama süresince dokuda oluşan kimyasal değişimlere ilave olarak yapılan duyusal değerlendirmede koku, tekstür, lezzet ve genel beğeni puanlarının tüm gruplarda deneme süresince giderek azaldığı, ancak deneme sonunda bile iyi ve çok iyi kalite özelliklerini koruduğu belirlenmiştir (Turan ve Erkoyuncu, 2004).

Kaya (1994), buzdolabı sıcaklığında (4°C) muhafaza edilen sıcak dumanlanmış balıkların duyusal olarak 13-16 günler arasında bozulduğunu belirlemiştir.

Gökoğlu ve Varlık (1992), dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalıklarında 5-6°C depolama sıcaklığında, duyusal özellikleri bakımından 50 gün iyi kalitede kaldıklarını belirtmişlerdir.

Dondurma öncesi buz içinde 2 gün depolanan berlam (*Merluccius sp*) balığında depolama süresi -18°C’de 12 ay olurken, 4 gün buzda bekleme ile bu süre 6 ay bulunmuştur (Licciardello, 1990).

Balık en uygun şekilde dondurulmuş olsa bile depo ömrü sınırlıdır. Dondurma sırasında oluşan kalite kayıpları dondurma şekline bağlı olarak gelişir. Çabuk dondurmada kritik zon ne kadar hızlı geçilirse etteki su, tuz ve diğer bileşiklerle birlikte hücre içinde donar. Çok sayıda fakat küçük oluşan buz kristalleri nedeniyle hücre zarları parçalanmaz, hücreler arası bağ dokuları kopmaz ve hücreler arası boşluklar küçük olur. Yavaş dondurmada ise sadece hücreler arasında ve çok az sayıda oluşan iri buz kristallerinin hücreleri parçalamasıyla çözündürme sonrası sızma sonucu su kaybı artar. Su kaybıyla birlikte lezzet verici madde kaybı da fazla olur. Ayrıca hücreler arası buz oluşumunda hücre içindeki suyun saf kısmı hücre duvarından çıkarak donarken, hücre içinde tuz ve diğer bileşikler donmamış suda kalır ve hücre içi konsantrasyonunu artırır. Bu durumda proteinler zarar görür ve hücreler arası pH değişiklikleri ile hücre geçirgenliği bozulur. Bunun sonucunda proteinlerin su tutma kapasitesi azalarak, defrost ya da pişirme sırasında büyük miktarda su kaybı olur. Tekstür genellikle lifli ve sert bir yapıya dönüşür. Dondurma sırasında tekstürü korumak için kritik donma sıcaklığının

mümkün olduğunca çabuk geçilmesi gereklidir (Edwards ve Hall, 1988; Harada, 1991; Nickelson ve Hegen, 1984).

Kolodziejska ve ark. (2002) tarafından karton kutularda paketlenmiş sıcak ve soğuk dumanlanmış soğukta muhafaza edilmiş (2°C ve 8°C) uskumru için raf ömrünü duyuşal açıdan 2 hafta olduğunu bildirmişlerdir.

Liljemark (1964)'a göre %2'lik askorbik asit kullanılarak -20 derecede depolanan donmuş ringalar 9 ay, %2'lik askorbik asitle birlikte vakum paketlenerek -30 derecede depolananlar 13 ay, antioksidan kullanılmadan -20 derecede depolananlar 2 ay, -30 derecede depolananlar ise 8 ay pazarlanabilir özelliklerini korumaktadır.

Erkan ve ark. (2011) yılında yaptıkları çalışmada vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetoları için 4 hafta, Çaklı ve ark. (2006), Erkan (2012) ise raf ömrünü 5 hafta olarak bildirmişlerdir.

Özer (2010) yılında zarganlar üzerine yaptığı araştırmada zerdeçal ve sunset yellow FCF katkıli grupta duyuşal değerlendirme (görünüş, koku, tat, doku) sonuçlarına göre 17 günlük depolama süresince zamana bağıli olarak azaldığını bildirmiştir.

Günlü (2007) çalışmasında deniz levreğini vakum paketlenmiş taze, sıcak dumanlama öncesi tuzlanmış, sıcak dumanlanmış, soğuk dumanlama, soğuk dumanlama öncesi tuzlama yapmış ve oluşturduğu bu beş farklı grubun kalite parametrelerini incelemiştir. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonuçları sıcak ve soğuk dumanlanmış ürünlerde 10 üzerinden önce sıcak sonra soğuk dumanlama olacak şekilde sırayla renk; 7,50, 6,50, koku; 7,25, 4,42, tat; 7,08, tekstür; 7,75, 6,08 olarak belirlendiğini bildirmiştir.

Dumanlanmış balığın raf ömrü ve duyuşal kalitesinde çiğ materyalin kalitesi, başlangıç mikrobiyal yükü, işleme koşulları, işleme sonrası kontaminasyona maruz kalması, paketlenme şekli ve materyali, depolama sıcaklığı etkilidir (Kolodziejska ve ark., 2002; Dondero ve ark., 2004; Koral ve ark., 2009).

Yürütölen çalışmada elde edilen sonuçlar Kaya ve ark. (2006), Kolodziejska ve ark. (2002), Özer (2010), Günlü (2007) ve Özyılmaz (2007)'ın yaptıkları çalışmalar ile ve zamana bağıli olarak puan düşüşü açısından Yanar ve ark. (2006), Cardinal ve ark. (2006) ile Kolsarıci ve Özkaya (1998) ile benzer özellikler göstermektedir. Depolama süresinde oluşun farklılıkların sebebi ise başlangıç mikrobiyal yükü, işleme koşulları, işleme sonrası kontaminasyona maruz kalması, paketlenme şekli ve materyali, depolama sıcaklığı kullanılan hammadde, dumanlama yöntemi ve süresi, balığın avlanış şekli ve avlanma dönemi olduğu söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya’da ve ülkemizde balık sadece taze olarak değil işlenmiş ürün olarak da tüketilmektedir. Son yıllarda, çalışan nüfusun artması ile birlikte, işlenmiş su ürünlerine daha fazla ilgi gösterilmeye başlanmıştır. İşlenmiş su ürünlerinin tüketiminin artması balık tüketim alışkanlığının ve yeni lezzet arayışlarının artmasına yardımcı olacaktır.

Gelişen su ürünleri işleme sektörü ile birlikte, daha kaliteli ürünler elde edilmeye başlanmıştır. Bu sayede su ürünleri tüketim alışkanlığı da artmıştır.

Bu bilgiler ışığında çalışmamızda taze olarak tüketilmeyen ya da stok fazlası gökkuşağı alabalıklarının, kalite kaybı ve maddi kayıpları önlemek üzere daha sonra tüketilmesi amacıyla, uzun süre derin dondurucuda muhafaza edilmesiyle, kalitesinde meydana gelen değişimler ve depolanan ürünlere, bir işleme yöntemi uygulandığı takdirde, nasıl bir kalite değerine ulaşabileceği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızda taze olarak (K), derin dondurucuda (-18°C) 6 ay (A grubu) ve 12 ay (B grubu) süresince bekletilen gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) kullanılmıştır. Derin dondurucudan alınan balıklar, çözündürülüp temizlendikten sonra sıcak dumanlama yapılarak, 4°C sıcaklıkta depolanmış, kalite kontrol amacıyla kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizlerine tabi tutularak raf ömrünün tespiti amaçlanmıştır.

Analizler sonucunda kimyasal kalite kriterlerinden olan TVB-N miktarında depolama süresi boyunca artış gözlenmiştir. TVB-N değerleri K (Kontrol) grubunda 14.günde, A grubunda 9. günde ve B grubunda 3. günde sınır değerlerini aşarak duyuşsal kalite kriterleri ile hemen hemen paralellik göstermiştir.

Sıcak tütsülenerek buzdolabında muhafaza edilen gökkuşağı alabalığı örneklerinin duyuşsal analizleri TVB-N analizi ile karşılaştırıldığında K, A ve B gruplarında TVB-N değerleri tüketilebilirlik sınır değerini aştığı günlerden sonra (K: 14. gün, A: 9. gün, B: 3. gün) duyuşsal kalite bakımından da K grubu 1 gün, A grubu 3 gün ve B grubu ise 2 gün sonra bozulmuştur.

TBA miktarı depolama boyunca tüm gruplarda artış göstermiş ve K grubunda 16. günde, A grubunda 13. günde ve B grubunda 7. günde sınır değerini aşmıştır.

Duyuşsal olarak örnekler, K grubunda 15. günde, A ve B gruplarında ise sırasıyla 12. ve 5. günde kalite sınır değerlerini aşmışlardır.

Mikrobiyolojik kalite kontrol analizlerinden toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısı, toplam maya ve küf sayısında depolama süresi boyunca artış gözlenmiş

fakat K, A ve B gurupları için duyusal açıdan bozulduğu saptanan günlerde (K: 15. gün, A:12. gün ve B: 5. gün) mikrobiyolojik olarak tüketilebilirlik sınır değerleri aşılmamıştır. Bu sonuca göre, dumanın içinde bulunan antimikrobiyel maddelerin ürüne sağladığı koruyucu etkisi sayesinde ürün duyusal olarak bozulduğu halde mikrobiyolojik açıdan sınır değerlerini aşmamıştır. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayısı K, A ve B gruplarında sırasıyla 21., 14. ve 10. günlerde 6 logkob/g sınır değerini aşarken, Toplam Maya-Küf (TMK) sayıları 21., 16. ve 11. günlerde sınır değerini aşmıştır. 21., 16. ve 11. günlerde ise Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri(TPAB) sayısı sınır değerini aşmamıştır.

Elde edilen sonuçlar ışığında uzun süre derin dondurucuda bekletilen gökkuşağı alabalıklarının taze örnekleri 12 aya kadar kabul edilebilir sınır kalite değerleri içinde olmakta ve kalite olarak 6 aydan sonraki depolama sürelerinde kimyasal ve mikrobiyolojik olarak kalite kaybına uğramaktadırlar.

Derin dondurucuda depolanan balıklar herhangi bir işleme yöntemine tabii tutulacaksa, 6 aya kadar derin dondurucuda depolanmış balıklar tercih edilmelidir. 12 ay depolama yapılması durumunda ürünlerde duyusal ve kimyasal olarak kalite kayıplarının meydana geldiği tespit edildiği için, derin dondurucuda saklanan alabalıkların 12 aydan önce tüketilmesi ve işleme yöntemlerinin uygulanmaması gerektiği tavsiye edilmektedir.

Vakum ve MAP (modifiye atmosfer paketlenme) gibi farklı paketlenme yöntemleri kullanılarak raf ömrü artırılabilir. Çalışmamızda sadece 6 ve 12 ay süresince muhafaze edilmiş örnekler kullanıldı, 6 aydan sonra 9. ay 10. ay ve 11. ay gibi sürelerde muhafaze edilen örneklerle ilgili çalışmalar yürütülebilir ve ideal muhafaza süresi ile ilgili bilgi ortaya konulabilir. Ekonomik öneme sahip (Hamsi, levrek, çipura vb.) farklı balık türleri ile ilgilide çalışmalar yapılabilir. Bu sayede zaman ve ekonomik kayıpların önlenmesi için bilgi temeli kurulabilecektir.

KAYNAKLAR

- Ackman, R.G. 1995.** Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. Fish and fishery products, edited by A. Ruiter. CAB international Wallingford Oxon, OX10 8DE UK, 117-157p.
- Alak, G., Hisar, Ş.A., Hisar, O. 2008.** Tuzlama ve dondurma yöntemlerinin balıkların kalite özellikleri üzerine etkisi. 5. Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu (Ulusal Sempozyum), 31 Mayıs- 1 Haziran 2008, Erzincan, Kemaliye.
- Alçiçek, Z. 2010.** Farklı oranlarda tuzlanarak sıcak tütsüleme ve sıvı tütsüleme teknikleri uygulanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının vakum paketli ve buzdolabı koşullarında depolanmalarının karşılaştırılması olarak incelenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Ankara, 118s.
- Angiş, P., Oğuzhan, P. 2008.** Su ürünlerinde kullanılan katkı maddeleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, 603-606. Erzurum.
- Anonim, 2016a.**
http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/114_tavuk%20yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi_13_09_2011.pdf (Erişim tarihi; 26.06.2016).
- Anonim, 2016b.** <http://www.foodelphi.com/su-urunleri-isleme-teknolojisi-ogr-gor-ekrem-ozturk/> (Erişim tarihi; 27.05.2016)
- AOAC, 1980.** Animal Feed. W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 13th Edition 7:125. USA.
- AOAC, 1984.** Official methods of analysis 14th. ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., Yanık, T. 2004.** Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. International Journal of Food Microbiology, 97:209–214.
- Arsalan, A., Gönülalan, Z., Çelik, C. 1997.** Market sıcaklığında muhafaza edilen aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) pastirmalarında muhafaza süresinin etkisi. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 21(3), 215-220.
- Ayas, D. 2004.** Seyhan baraj gölü sazan (*Cyprinus carpio*)'larının mevsimsel besin kompozisyonu ile sıcak tütsüleme sonrası kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik değişimleri. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 65 s.
- Aydın, A. 2004.** Sağlığımız ve omega-3 yağ asitleri. İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Dizisi, No: 41, 181-189.
- Baumgart, J. 1986.** Microbiologische Untersuchung von Lebensmittel. Behr's Verlag. B. Behr's GmbH & Co., Averhoffstrasse 10, 2000 Hamburg 76.
- Baysal, A. 2004.** Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, 93, 520 s. Ankara.
- Berik, N., Çankırılıgil, C., Kahraman, D. 2011.** Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetosundan kroket yapımı ve kalite niteliklerinin belirlenmesi. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 17 (5): 735-740.
- Bhandary, C.S. 1993.** Effect of spice treatment on lipid oxidation in smoked mackerel (*Scomber Scombrus*). FAO Expert Consultation on Fish Technology in Africa Accra (Ghana) 22-25 Oct 1991, No. 467, 108-113. Roma- İtalya.
- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., Gülyavuz, H. 2001.** *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un farklı işleme yöntemlerine göre değerlendirilmesi ve kimyasal bileşenlerinin tespiti. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 25(3): 309-312.

- Bilgin, Ş. 2003.** Farklı işleme yöntemlerine göre dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858)'nın kimyasal yapısındaki değişimler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Temel Bilimler Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta, 148s.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O. 2004.** *Salmo trutta* L. 1766'nın soğuk dumanlama sonrası besin bileşenleri ve yağlarındaki değişimler. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(2): 76-83.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O., İzci, L. 2007.** Farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858'in kimyasal kompozisyonundaki değişimlerin incelenmesi. Journal of Fisheries Sciences.com, ISSN 1307-234X, 1(2): 68-80.
- Birkeland, S., Rora, A.M.B., Skara, T., Bjerkend, B. 2004.** Effect of cold smoking procedures and raw material characteristics on product yield and quality parameters of cold smoked atlantic salmon (*Salmo salar* L.1766) fillets. Food Research International, 37(3): 273-286.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J. 1959.** A rapid method of total lipid ekstraction and purification, Can. J. Biochem. Physiol., 37: 911-917.
- Bligh, E.G., Shaw, S.J., Woyewoda, A.D. 1988.** Effects of drying and smoking on lipids of fish. fish smoking and drying. (Burt, J. R. -eds.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 41-53.
- Boskou, G., Debevere, J. 2000.** Shelf-life extension of cod fillets with an acetate buffer spray prior to packaging under modified atmosphere. Food addivities and Contaminants, 17(1): 17-25.
- Burt, J.R. 1988.** The effect of drying and smoking on the vitamin content of fish. smoking and drying. Elsevier Applied Science, 85-90.
- Bykowski, P. Dutkiewicz, D. 1996.** Freshwater fish processing and equipment in small plants. FAO Fisheries Circular No. 905. Rome, 59 p.
- Can, Ö.P., Patır, B. 2012.** Kitosan kaplamanın gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, w. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. Türk Mikrobiyol Cem Derg 42(4):148-154.
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladdottir, S., Morkore, T., Thomassen, M., Vallet, J. L. 2001.** Reletion of smoking parameters to the yield, colour and quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). Food Research International, 34: 537-550.
- Cardinal, M., Gunnlaugsdottir, H., Bjoernevik, M., Ouisse, A., Vallet, J. L., Leroi, F. 2004.** Sensory characteristics of cold smoked atlantic salmon (*salmo salar*) from european market and relationships with chemical, physical and microbiological measurements. Food Research International, 37(2): 181-193.
- Cardinal, M., Cornet, J., Serot, T., Baron, R. 2006.** Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content, Food Chemistry, 96:137-146.
- Choubert, G., Dentella E., Atgie C., Baccaunaud, M. 2005.** Effect of light on colour stability of sliced smoked rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fed astaxanthin, Food Research International, 38: 949-952.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I. N., Kontominas, M.G. 2004.** Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aqua cultured rainbow trout. Food Microbiol., 21: 157-65.
- Connell, J.J. 1995.** Control of Fish Quality, Fishing News Book Blackwell, London, UK, pp: 245.

- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T., Tolasa, Ş. 2006.** Comparison of the shelf lifes of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Onchoryncus mykiss*). European Food Research and Technology, 224: 19–26.
- Çaklı, Ş. 2007.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İzmir. 696s.
- Debevere, J., Boskou, G. 1996.** Effect of modified atmosphere packaging techology, A review, Journal of food Protection, 54(1): 58-60.
- Deng, J., Toledo, R. T., Lillard, D.A., 1974.** Effect of smoking temperatures on acceptability and storage stability of smoked Spanish mackerel. Journal of Food Science, 39(3): 596-601.
- Diler, A., Işıklı, B.I., Güner, A., Doğruer, Y. 2002.** Sıcak dumanlamanın eğrez balığının (*Vimba vimba tenella*) kalitesine etkisi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 18(3): 71-77.
- Dillon, R., Patel, T.R., Martin, A.M. 1994.** Microbiological control for fish smoking operations, In: The Stability and Shelf-life of Food, pp 145-169, A.M. Martin (eds), Woodhead Publishing Limited, London.
- Doe, P., Sikorski, Z., Haard, N., Olley, J., Sun Pan, B. 1998.** Basic principles. Edt. Doe, P. E., In: Fish drying and smoking production and quality, pp: 36-45. CRC press Boca Raton, Florida, 1-56676-668-0.
- Dondero, M., Cisternas, F., Carvajal, L., Simpson, R. 2004.** Changes in quality of vacuum packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. Food Chemistry, 87:543–550.
- Dore, I. 1991.** The New Fresh Seafood Buyer's Guide. An Osprey Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, p. 169-172.
- Dönmez, M., Tatar, O. 2001.** Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişmelerin araştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18(1-2): 125-134.
- Duffes, F. 1999.** Improving the control of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon trends in food science and tecnology, 10:211-216.
- Duman, M. 1995.** Cip balık üretim ve yetiştirme tesisinde yetiştirilen gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) kimyasal kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 42s.
- Duran, A., Erdemli, U., Karakaya, M., Yılmaz, M. T. 2008.** Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in- or postrigor periods, Fisheries Science, 74:1146-1156.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F. 1993.** İstatistik Metotları II. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1291, Ders Kitabı: 369, Ankara, 218 s.
- Edwards, M., Hall, M. 1988.** Freezing for quality. Food Manufacture, 63(4):73-75p.
- Ekici, K., Sağun, E., Sancak, Y. C., Sancak, H., Yörük, İ. H., ve İşleyici, Ö. 2011.** Dondurulmuş olarak muhafaza edilen inci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) biyogen amin oluşumu ve mikrobiyolojik değişimlerin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22(2):93-99.
- Erdem, M.E., Koral, S., Kayış, S., Tufan, B. 2010.** Tütsülenerek vakum paketlenen levrek balıklarında (*Dicentrarchus labrax*) kalite değişimlerinin incelenmesi. Sonuç raporu. Bilimsel araştırma projeleri birimi. Rize Üniversitesi, Fen Bilimleri, 52 s.
- Erkan, N. 2004.** Dumanlama Teknolojisi, Edt: Varlık, C. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Kitabı, İ. Ü. Yayın no: 4465, ISBN:975-404-715-4.

- Erkan, N., Ulusoy, Ş., Tosun, Y. 2011.** Effect of combined application of plant extract and vacuum packaged treatment on the quality of hot smoked rainbow trout. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6:419–426.
- Erkan, N. 2012.** The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food and Bioprocess Technology*, 5(4): 1246-1254.
- Ertaş, A. H. 2000.** Tütsülemenin Et Ürünlerindeki Etkileri, *Gıda*, 25(2): 107–111.
- Eseceli, H., Değirmencioglu, A., Kahraman, R. 2006.** Omega yağ asitlerinin insan sağlığı yönünden önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 403-406s, Bolu.
- Espe, M., Kiessling, A., Lunestad, B.T., Torrissen, O.J., Rørå, A.M.B. 2004.** Quality of cold smoked salmon collected in one French hypermarket during a period of 1 year. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37: 627 – 638.
- Fallah, A.A., Saei-Dehkordi, S.S., Nematollahi, A. 2011.** Comparative assessment of proximate composition, physicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 767–773.
- FAO, 2003.** Food Energy-Methods of Analysis And Conversion Factors. Report of a Technical Workshop Rome, 3–6 December 2002. Food Nutrition Paper 77. 87 p.
- FAO, 2013.** Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics, 2011, Rome.
- FAO, 2016.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.
- Fernánd Ez, Pérez-Alvarez, J.A., Fernández-López, J.A. 1997.** Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. *Food Chemistry*, 59(3): 345-353.
- Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., İsavvaidis. N. 2010.** Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelflife of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology*, 27: 115–121.
- Frazier, W.C. 1967.** Presuation by preservation, *Food Microbiology*, Sec. Ed., 140-141.
- Garthwaite, G.A. 1992.** Chilling and freezing of fish. İn: *Fish processing technology*. Ed by: George M. Hall, Blackie Academic & Professional, Published in North America by VCH Publishers, Inc. New York. 89-112.
- Gonzalez, C.J. 1999.** Bacterial microflora of wild brown trout (*Salmo trutta*), wild pike (*Esox lucius*), and aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Food Protection*, 62: 1270–1277.
- Gonzalez-Rodriguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.Á., Otero, A., Garcia-Lopez, M.L. 2002.** Number and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level. *International Journal of Food Microbiology*, 77: 161 – 168.
- Gorga, C. 1998.** Quality assurance of seafood. An avi Book. Published by Van Nostrand Reinhold New York. 245 p.
- Gögüş, A.K., Kolsarıcı, N. 1992.** Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1243, Ders Kitabı, 358 s, Ankara.
- Gökalg H.Y, Kaya, M., Zorba Ö. 2002.** Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, Erzurum.
- Gökoğlu, A., Varlık, C. 1992.** Dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri* R.1836)'nın raf ömrü üzerine araştırma. *Gıda Dergisi*, 17(1): 61-65.
- Gökoğlu, N., Gün. H., C. Varlık. 1994.** Determination of the preservation time of salted trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum,1792) (in Turkish). *İst. Üniv. S.Ü. Derg.* 1-2: 173-180.

- Gökoğlu, N. 2002.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. ISBN:975-9703-48-3. A.Ü. Zir. Fak. Gıda Müh. Bölümü, Su vakfı yayınları, İstanbul, 157s
- Göktan, D. 1990.** Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayın No:21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 292 s.
- Göysaya, E. 2005.** Sıcak tütsülenmiş ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kimyasal özellikleri ve raf ömrünün belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 56 s.
- Graham, J. 1982.** Freezing, in: Fish handling & processing. Chapter 6. Ed. by. A. Aitken, I. M. Mackie, J. H. Merritt and M. L. Windsor. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Research Station. Edinburgh. 56-71.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch M., Bruhn, J.B., Christensen, A.B., Givskov, M. 2002.** Food spoilage- interactions between food spoilage bacteria, International Journal of Food Microbiology, 78: 79- 97
- Gülyavuz, H., Altinkurt, K. 1991.** Besin İşleme Teknolojisi. Milli Eğitim Basım Evi İstanbul, s. 320.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M. 1999.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fak. Ders Kitabı, Şahin Matbaası, ISBN: 975-96897-0-7, Ankara, 366 s.
- Günlü, A. 2007.** Yetiştiriciliği yapılan deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) dumanlama sonrası bazı besin bileşenlerindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 123 s.
- Gürgün, V., Halkman, A.K. 1990.** Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği.
- Harada, K. 1991.** How to handle albacore. Australian Fisheries, 28-30.
- Hayes, P.R. 1995.** Food Microbiology and Hygiene, 2nd ed., Chapman and Hall, London, UK, pp: 516.
- Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garciagarcia, B. 2009.** Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. Food Chem., 114: 237-245.
- Holland, B., Welch, A., Unwin, I.D., Buss, D.H., Paul, A.A., Southgate, A.T. 1991.** The Composition of Foods. Section 2.6. Fish and Fish Products. Fifth revised and Extended Edition. Royal Society of Chemistry. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 462 p.
- Horner, B. 1992.** Fish smoking: ancient and modern. Food Science Technology Today, 6: 166-171.
- Horner, W.F.A., 1997.** Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking). Edt. Hall, G. M., pp: 62-68. In: Fish processing technology, Chapman and Hall, London, 0-7514-0273-7.
- Huss, H.H. 1995.** Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical Paper, 348p, Rome.
- Ikeme, A.I., Gugnani, H.C. 1989.** Effect of smoking time on product quality of hot-smoked mackerel. FAO Expert Consultation on Fish Technology in Africa Abidjan (Ivora Coast), 25(28): 124-130.
- İkiz, R., Gülyavuz, H., Küçük, F. 1994.** Dumanlanmış yılan balıkları (*Anguilla anguilla* L., 1758) etlerinin kimyasal yapısı üzerine bir araştırma. Trakya Üniversitesi XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 6-8 Temmuz, Edirne.

- İnal, T. 1992.** Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. 2.baskı, Final Ofset A.Ş., İstanbul, 783 s.
- İnanlı, A.G., Özpolat, E., Çoban, Ö.E., Karaton, N. 2011.** Alabalık Keki Yapımı ve Ürünün Duyusal, Kimyasal Kalitesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 4(1): 149-153, ISSN: 1308-3961, 2011
- İnanlı, A.G., Patır, B. 2004.** Tuzlanmış ve potasyum sorbat uygulanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W.) filetolarının raf ömrü ile sorbat kalıntılarının incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 17(2): 23-30.
- Jasour, M. S., Rahimabadi, E. Z., Ehsani, A., Rahnama, M., Arshadi, A. 2011.** Effects of Refrigerated Storage on Fillet Lipid Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Supplemented by α -Tocopheryl Acetate Through Diet and Direct Addition after Slaughtering. Journal of Food Processing & Technology, 2011.
- Jittinandana, S., Kenney, P.B., Slider, S.D., Kiser, R.A. 2002.** Effect of brine concentration and brine time on quality of smoked rainbow trout fillets, Journal of Food Science, 67: 2095–2099.
- Kaba, N. 2009.** Besin mikrobiyolojisi, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Ders Teksirleri, Sinop, 109 s.
- Karaca, S., Saygın, M. 2008.** Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda uygulanan tütsüleme yöntemleri üzerine bir araştırma. Erzincan Üniversitesi.
- Kaya, Y. 1994.** Balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 s.
- Kaya, Y., Erkoyuncu, İ. 1999.** Değişik dumanlama metotlarının balık türlerinin kaliteleri üzerine etkisi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1): 93-105.
- Kaya Y., Duyar H.A., Erdem M. E. 2004.** Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 21:365–370.
- Kaya, Y. 2006.** Su Ürünleri İşleme Tekniği. Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Ders Teksirleri, Sinop, 95 s.
- Kaya, Y., Turan, H., Erkoyuncu, İ., Sönmez, G. 2006.** Sıcak dumanlanmış palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) balığının buzdolabı koşullarında muhafazası, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3): 457-460.
- Kerim, M. 2011.** Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yeminde aspir küspesinin kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 s.
- Kılıç, A. 2005.** Dumanlanmış gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretiminde antimikrobiyal ve antioksidan maddeler kullanımı. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 105 s.
- Kietzmann, U., Priebe, K., Rakov, D., Rekhstein, K. 1969.** Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag. Hamburg Berlin, 368 p.
- Kocatepe, D. 2010.** Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenen ve buzdolabı sıcaklığında depolanan levrek balığının (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Sinop, 165s.
- Kolodziejska, I., Niecikowska, C., Januszewska, E., Sikorski, Z. E. 2002.** The microbial and sensory quality of mackerel hot smoked in mild conditions. Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie, 35,87 – 92.
- Kolsarıcı, A., Özkaya, O. 1998.** Gökkuşığı alabalığı (*Salmo gairdneri*)’nın raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 22: 273-284.

- Koral, S., Köse, S. 2005.** Tütsülenmiş hamsinin (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) buzdolabı koşullarında ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) depolanması esnasında kalite değişimlerinin belirlenmesi, Türk Sucul Yasam Dergisi, 3: 551-55.
- Koral, S. 2006.** Taze ve tütsülenmiş kefal (*Mugil so-iuy*, Basilewski, 1855) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) balıklarının oda ve buzdolabı koşullarındaki kalite değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 75 s.
- Koral, S., Köse, S., Turan, T. 2009.** Investigating the quality changes of raw and hot smoked garfish (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) at ambient and refrigerated temperatures. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9: 53-58.
- Korkut, O.S. 2008.** Dumanlanmış kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın farklı paketlerde buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında meydana gelen bazı kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 s.
- Köse, S., Erdem, M.E. 2004.** An investigation of quality changes in anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) stored at different temperatures. Turk J. Vet. Anim. Sci. 28: 575-582.
- Köse, S., Gökoğlu, A., Mol, S., Baygar, T., Özer., Çolakoğlu, F., Meriç, İ., Alçıçek, Z. 2010.** Türkiye'deki su ürünleri işleme sektörünün durumu, sorunları ve çözüm önerileri. TMMOB ziraat mühendisliği VII. teknik kongresi 11-15 Ocak, Ankara.
- Kundakçı, A. 1979.** Et Teknolojisinde Tütsüleme. Gıda Dergisi, 4(1): 17-24.
- Kundakçı, A. 1982.** Balıkların dondurulması ve dondurularak depolanması, Soğuk Tekniği ve Gıda Sanayinde Uygulanması Sempozyumu, Bursa, 4s.
- Kyran, V.R., Lougovois, V.P. 2001.** Sensory, chemical and microbiological assesment of farm-raised european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. International Journal of food Science and Technology, 37: 319-328.
- Kyzkink, V. 1990.** Principles of Food Preservation. Elsevier Amsterdam. Cap. IVB p: 491-499.
- Leaf, A., Weber, P.C. 1988.** Cardiovascular effects of ω -3 fatty acids. The New England Journal of Medicine, 318: 549-557.
- Leroi, F., Joffraud, J.J., Chevalier, F., Cardinal, M. 1998.** Study of The Microbial Ecology of Cold-Smoked Salmon During Storage at 8°C . International Journal of Food Microbiology, 39(1): 111-121.
- Licciardello, J.J., 1990.** Freezing. In: The Seafood Industry. Chapter 13. Ed. by. R.E. Martin, G.J. Flick. Published Van Nostrand Reinhold, New York. 205-218.
- Liljemark, A. 1964.** Cold storage of retail-packed fillets of mackerel and herring. Food Technology, 18: 122-124.
- Loje, H., Jensen, K.N., Hyldig, G., Nielsen, H.H., Nielsen, J. 2007.** Changes in liquid-holding capacity, water distribution ve microstructure during chill storage 97 of smoked salmon. Journal of the Science of Food ve Agriculture, 87: 2684-2691.
- Lorient, D. 1999.** New ingredients in food processing: biochemistry and agriculture, pp:173. Woodhead publishing, ağabeyngton Cambridge, 1855734435.
- Ludorf, W. Und Meyer, V. 1973.** Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 309 p.

- Lyhs, U., Lahtine, J., Fredriksson- Ahomaa, M., Hyytia-Trees, E., Elfing, K., Korkeala, H. 2001.** Mikrobiological quality and shelf-life of vacuum-packaged 'gravad' rainbow trout stored at 3°C and 8°C. *International Journal of Food Microbiology*, 70: 221-230.
- Masniyom, P., Benjakul, S., Visessanguan, W. 2002.** Shelf-life extension of refrigerated sea bass slices under modified atmosphere packaging, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 873–880.
- Metli, M. 2006.** Bursa ili bazı semt pazarları ve marketlerinde satışı sunulan bazı balık türlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. Doktora tezi. Uludağ Üniversitesi Vet. Fak. Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Bursa, 65s.
- Miler, K.B.M., Sikorski, Z.E., 1990.** Smoking. Edt. Skorski, Z. E. In: *Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation*, pp:163-180. CRC Press-Inc. Boca Raton, Florida, 0-8493-5985-6.
- Moody, M.W., Flick J., Martin, R.E., Correa, A. 2000.** Smoked, cured and dried fish, Edt. Martin, R. E., Carter, E. P., Flick, J. and Davis, L. M., pp: 395. In: *Marine and freshwater products handbook*, Technomic Publishing Company, Lancaster, 1-56676-889-6.
- Motohiro, T. 1988.** Effect of Smoking and Drying on The Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies. In: *Fish Smoking and Drying* (Burt, J.R.- eds). Elsevier Applied Science Publishers CTD, pp.91-120, London and New York.
- Muratore, G., Licciardello, F. 2005.** Effect of vacuum ve modified atmosphere packaging on the shelf-life of liquid-smoked Swordfish (*Xiphias gladius*) slices. *Food Chemistry ve Toxicology*, 70(5): 359-363.
- Neratzaki, A., Tsiotsias, A., Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N., Bezirtzoglou, E., Kontominas, M.G. 2005.** Effect of ozonation on the preservation of whole vacuum packaged, refrigerated rainbow trout. *European Food Research & Technology*, 221: 675–6.
- Nickelson, R., Hegen, A.R. 1984.** Freezing fish and shellfish. Texas A&M University Sea Grant College Program. TAMU-SG-77-503. 15 p.
- Oğuzhan, P., Angiş, S., Haliloğlu, H.I., Atamanalp, M. 2006.** Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütsüleme sonrası kimyasal kompozisyon değişimleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 23:(3) 465- 466.
- Oğuzhan, P., Angiş, S. 2012.** Effect of salting and packaging treatments on fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 18(3): 443-448.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H. 2010.** Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120: 193–198.
- Olafsdottir, G., Chame, E., Westad, F., Jonsdottir, R., Thalmann, C. R., Bazzo, S., Labreche, S., Marcq, P., Lundby F., Haugen, J.E. 2005.** Prediction of Microbial and Sensory Quality of Cold Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) by Electronic Nose. *Journal of Food Science*, 70: 563– 574.
- Öksüz, A. 2001.** “Buzda Depolama Esnasında Atlantik Uskumrularındaki Tazelik Değişimi” IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, 98-102, Hatay
- Özdamar, K. 1999.** Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 535 s.

- Özer, Ö. 2010.** Doğal ve yapay renklendiriciler uygulanarak buzdolabı koşullarında muhafaza edilen sıcak dumanlanmış zargana balığının (*Belone belone euxini* gunther, 1866) bazı kalite kriterlerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 122 s.
- Özkaya, O. 1995.** Alabalığın raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemlerinin etkisi. Yüksek lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalı, 74 s.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. 2004.** Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored in ice and MAP. European Food Research & Technology, 219: 211–216.
- Özpolat, E., Patır, B. 2009.** Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yumurtasından havyar yapımı ve bazı kimyasal parametreler üzerine araştırmalar. S.D.Ü. Egirdir Su Ürünleri Fak. Derg., 5: 1-2.
- Özyılmaz, A. 2007.** Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Özyurt, G., Özoğul, Y., Özyurt, C.E., Polat, A., Özoğul, F., Gökbulut, C., Ersoy, B., Küley, E. 2007.** Determination of the quality parameters of pike perch *Sander lucioperca* caught by gillnet, longline and harpoon in Turkey. Fisheries Science. 73: 412–420.
- Patır, B., Duman, M. 2006.** Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Muhafazası Sırasında Oluşan Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Belirlenmesi, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 18(2): 189–195.
- Peri, C. 2006.** The universe of food quality, Food Quality and Preference, 17: 3–8.
- Pezeshk, S., Rezaei, M., Hosseini, H. 2011.** Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4±1 °C. Journal of Food Science, 76: 387-391.
- Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., Savvaidis, I.N. 2010.** Quality assessment of salted, modified atmosphere packaged rainbow trout under treatment with oregano essential oil. Journal of Food Science, 75: 406-411.
- Rezaei, M., Hosseini, S.F. 2008.** Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled atorage. Journal of Food Science, 73: 93-96.
- Roger, S., John, I., Mark, W., Page, P. 1987.** General microbiology. Fifth edition, published by Macmillan Education Ltd, Houndmills, Basingstoke, Hampshire, RG21 2xs and London, 689 p.
- Rorvik, L., Yndestad, M., Skjerve, E. 1991.** Growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packed, smoked salmon, during storage at 4°C, International Journal of Food Microbiology, 14: 111–118.
- Ruiz-Capillas, C., Moral A. 2001.** Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. Food Research International 34: 441-447.
- Sallam, K.I. 2007.** Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. Food Chem., 101: 592–600.
- Schormüller, J. 1969.** Handbuch der lebensmittel chemic. Band IV. Fette und Lipoid (lipids) Springer – Verlag. Berlin, Hidelberg, Newyork. 872 – 878.
- Schulze, K. 1985.** Untersuchungen zur Mikrobiologie Haltberkeit und Zusammensetzung von Raeucherforellen aus einer Aquakultur. Arc. Fuer Lebensm. Hygine, 36(4): 82-84.

- Sidwell, V. 1981.** Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans, mollusks, and their products, NOAA Technical Memorandum NMFSF/SEC-11. United States Department of Commerce, WDC 432
- Sigurgisadottir, S., Sigurgisadottir, M.S., Torrisen O., Vallet, J.L., Hafsteimsson, H. 2000.** Effects of different salting and smoking process on the microstructure, the texture and yield of atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. Food Research International. 33(10): 847-855.
- Sikorski, Z.E., Sun Pan, B. 1994.** Presevation of seafood quality. Edt. Shahidi, F. and Botta, J. R. In: Seafoods cehmistry, processing technology and quality, pp: 168-195. Chapman and Hall, Printed in Great Britain by St Edmundsbury Press, Bury St. Edmunds, Suffolk, 0 7514 0218 4.
- 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: 458-464.
- Smith, G., Hole M., Hanson, S.W. 1992.** Assessment of lipid oxidation in indonesian salted-dried marine catfish (*Arius thalassinus*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 51: 193-205.
- Stroud, G.D. 1972.** The herring. Torry Advisory Note No. 57.
- Şahingöz, S.A. 2007.** Omega-3 Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığına Etkileri. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 21: 1-13.
- TGK, 2008.** Türk Gıda Kodeksi, Sayı 26879, 17 Mayıs 2008, Ankara.
- Toth, L., Potthast, T. 1984.** Chemical aspect of the smoking of meat and meat products. Advances in food research, 29: 87.
- Truelstrup Hansen, L., Drewes Rontved, S., Huss, H.H. 1998.** Microbiological quality and shelf life of cold-smoked salmon from three different processing plants. Food Microbiology, 15, 137-150.
- Turan, H., Erkoyuncu, İ. 1997.** The effects on the quality and storage time of different salting methods in the various fish (in Turkish). Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, 9-11 Nisan. İzmir, 191-197 s.
- Turan, H., Erkoyuncu, İ. 2004.** Farklı İşlemler Uygulanarak Dondurulan Palamut Balığında (*Sarda sarda* Bloch, 1793) Donmuş Depolama Süresince Oluşan Kalite Değişimleri. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 28(6): 1017-1024.
- TÜİK, 2015.** T. C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Sayı 18731, 26 Haziran 2015, Ankara.
- Türker, S. 1997.** Hayvansal Gıdalarda Kalite Kontrolü. Tamer matbaacılık, 103-111, Ankara.
- Ünal, F.G., Tatar, O. 1991:** Dondurularak depolanan mürekkep balığındaki (*Sepia officinalis* L., 1758) kalite değişimlerinin incelenmesi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 739-750.
- Ünal, G. 1995.** Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.1792) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri. Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi. Anabilim Dalı Doktora Tezi, 120s, İzmir.
- Ünlüsayın, M., Ateş, Ş., Gülyavuz, H., 2001a.** Dumanlanmış yılan balıklarının (*Anguilla anguilla* L., 1766) yağlarında fiziksel ve kimyasal değişimler, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, İzmir, 9-11 Nisan, 209-214.
- Ünlüsayın, M., Aksoylar, M.Y., Gülyavuz, H. 2001b.** Bazı Tatlısu balıklarının sıcak dumanlama sonrası lipidlerindeki kimyasal değişimler. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 25: 341-348.

- Ünlüsayın, M., Bilgin, S., İzci, L. 2003.** Havuz balığı (*Carassius auratus* L. 1758)'nın et verimi, sıcak dumanlama sonrası kimyasal bileşenleri ve 4°C'deki raf ömrünün tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 8: 62-70.
- Ünlütürk, A. 1998.** Mikrobiyal Gelişmenin İnhibisyonu. A Ünlütürk, F Turantaş (Editör). Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, İzmir, s: 173-228.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H. 1993.** Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Dernegi Yayın No: 17, Ankara, 174 s.
- Varlık, C., Erkan A., Özden O., Mol S., Baygar T. 2004.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul. Üniversitesi Yayınları No: 4465, Su Ürünleri Fak. No: 7, ISBN: 975-404- 715-4, İstanbul, 491s.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Üçok Alakavuk, D. 2007.** Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ISBN: 975-404-771-5.
- Vishwanath, W., Lilabati, H., Bijen, M. 1998.** Biochemical, Nutritional and Microbiological Quality of Fresh and Smoked Mud Eel Fish *Monopterus albus* – Comparative Study. Food Chemistry, 61(1/2): 153-156.
- Yakupitiyage, A. 1994.** Analytical techniques in fish nutrition. Laboratory manual for ED04.13 Fish nutrition and feed technology. Aquaculture field of study, agricultural and food engineering program, school of environment, resources and environment, Asian Institute of Technology. 30 p.
- Yanar, Y., Çelik, M., Akamca, E. 2006.** Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4°C, Food Chemistry, 97: 244–247.
- Yapar, A. 1993.** Balık pastırması üretimi ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ, 87 s.
- Yaşar, E. 2011.** Yöresel hamsi kaygana' nın üretimi ve üretiminde kullanılan kurutulmuş ot ve baharatların raf ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 73 s.
- Yazıcıoğlu, N. 2015.** Su ürünleri sektörüne genel bakış tüketici davranışları ve su ürünlerinin sağlık açısından faydaları. Yüksek Lisans Tezi, Gediz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 66s.
- Yılmaz A.B., Akpınar, D. 2003.** Kemani Vatozun (*Rhinobatos rhinobatos* L.,1758) besin madde içeriğinin tespiti ve dondurularak muhafazası süresince kalite değişiminin belirlenmesi. Turk J. Vet. Anim. Sci., 27: 207-12.
- Yiğit, V., Evrenuz, Ö., Özırmak, N., Yaşar, Y. 1982.** Gıdaların dondurularak muhafaza tekniği ve Türkiye için önemi, Türkiye 3. Gıda kongresi, 14-16 Nisan 1982, Ankara.
- Yurtman, A. 2003.** Dondurulmuş Gıda Sektör Raporu. İTO Etüt ve Araştırma Şubesi, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Bayram KÖSTEKLİ 1990 yılında Akşehir’de doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Akşehir’de tamamladı. 2009 yılında girdiği Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2013 yılında ikincilikle mezun oldu. Aynı yıl Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.