



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



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KÜLTÜR BALIKLARINA FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN
UYGULANMASI VE KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

İdil CAN

Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Özkan ÖZDEN**

Aralık, 2018

İSTANBUL

Bu çalışma, 20.12.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

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

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

Prof. Dr. Candan VARLIK
İstanbul Aydın Üniversitesi
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte



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

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2017-26220 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez konumun tarafıma önerilmesinde, tezimin uygulama ve yazım aşamasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam sayın Prof. Dr. Özkan ÖZDEN'e teşekkür ederim.

Karşılaştığım sorunlarda değerli fikirlerinden yararlandığım ve tezin yazımında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan sayın hocam Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN'e en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Sühendan MOL TOKAY'a, Dr. Öğr. Üyesi Şehnaz Yasemin TOSUN'a, Dr. Öğr. Üyesi Didem ÜÇOK ALAKAVUK'a, Dr. Öğr. Üyesi Şafak ULUSOY'a ve Araş. Gör. Dr. Hande DOĞRUYOL BAYAR'a teşekkür ederim. Ayrıca tezin düzenlemesindeki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Dr. Özgür ÇANAK'a teşekkürlerimi sunarım

Çalışmam süresince ve tezimin yazım aşamasında her türlü konuda bana destek olan değerli arkadaşım Araş. Gör. Gökhan TUNÇELLİ'ye, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Aralık 2018

İdil CAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xvi
SUMMARY.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	6
2.1. TUZLAMA TEKNOLOJİSİ.....	6
2.1.1. Tuzlanmış Ürün Tanımı	7
2.1.1.1. Kuru Tuzlama	7
2.1.1.2. Salamura ile Tuzlama.....	8
2.1.1.3. İki Yöntemin Kombine Uygulanması	9
2.1.2. Tuzlama Teknolojisini Etkileyen Faktörler.....	9
2.1.2.1. Ham Madde	10
2.1.2.2. Tuzun Etkileri	10
2.1.3. Tuzlanmış Ürünler.....	12
2.2. KURUTMA TEKNOLOJİSİ	14
2.2.1. Kurutulmuş Ürün Tanımı	15
2.2.2. Kurutma İşlem Basamakları	15
2.2.3. Kurutma Teknolojisini Etkileyen Faktörler.....	18
2.2.4. Kurutulmuş Su Ürünleri	21
2.3. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ.....	23
2.3.1. Dumanlanmış Ürün Tanımı	24
2.3.2. Dumanlama İşlem Basamakları.....	24
2.3.2.1. Sıcak dumanlama.....	25
2.3.2.2. Soğuk dumanlama	26
2.3.2.3. Sıvı Dumanlama	26

2.3.3. Dumanlama Teknolojisini Etkileyen Faktörler	27
2.3.4. Dumanlanmış Ürünler	28
2.4. KOMBİNE TEKNİKLER.....	29
2.4.1. Kombine Tekniklerle Geliştirilen Ürünler	29
3. MALZEME VE YÖNTEM	32
3.1. MALZEME.....	32
3.1.1. Gökkuşığı Alabalığının Ön Hazırlığı ve İşlenmesi.....	33
3.1.2. Granyöz Balığının Ön Hazırlığı ve İşlenmesi	37
3.1.3. Paketleme	39
3.2. YÖNTEM.....	40
3.2.1. Besin Bileşimi Analizleri	40
3.2.1.1. <i>Ham Protein Analizi</i>	40
3.2.1.2. <i>Yağ Analizi</i>	42
3.2.1.3. <i>Nem Analizi</i>	43
3.2.1.4. <i>Kül Analizi</i>	44
3.2.2. Kimyasal Analizler	45
3.2.2.1. <i>Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini</i>	45
3.2.2.2. <i>Trimetilamin Azot (TMA-N) Tayini</i>	46
3.2.2.3. <i>Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini</i>	48
3.2.2.4. <i>pH Analizi</i>	49
3.2.2.5. <i>Tuz Analizi</i>	49
3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler.....	50
3.2.3.1. <i>Mezofilik Aerobik Bakteri</i>	51
3.2.3.2. <i>Psikrotrofik Bakteri</i>	51
3.2.3.3. <i>Mezofilik Anaerobik Bakteri</i>	51
3.2.3.4. <i>Maya-Küf</i>	51
3.2.4. Duyusal Analizler	51
3.3. İSTATİSTİK.....	52
4. BULGULAR	53
4.1. İŞLENMİŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINA İLİŞKİN BULGULAR	55
4.1.1. BESİN BİLEŞİMİ BULGULARI	55
4.1.1.1 <i>Ham Protein Bulguları</i>	55
4.1.1.2 <i>Yağ Bulguları</i>	56
4.1.1.3. <i>Nem Bulguları</i>	57

4.1.1.4. Kül Bulguları	58
4.1.2 KİMYASAL ANALİZ BULGULARI	59
4.1.2.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analiz Bulguları	59
4.1.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Analiz Bulguları	60
4.1.2.3. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri (TBA) Bulguları	61
4.1.2.4. pH Analizi Bulguları	62
4.1.2.5. Tuz Analiz Bulguları	63
4.1.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI	64
4.1.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları	64
4.1.3.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri Bulguları	65
4.1.3.3. Toplam Maya-Küf Bakteri Bulguları	66
4.1.3.4. Toplam Anaerobik Bakteri Bulguları	66
4.1.4. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI	67
4.2. İŞLENMİŞ GRANYÖZ BALIĞINA İLİŞKİN BULGULAR	68
4.2.1. BESİN BİLEŞİM BULGULARI	68
4.2.1.1 Ham Protein Bulguları	68
4.2.1.2 Yağ Bulguları	69
4.2.1.3. Nem Bulguları	70
4.2.1.4. Kül Bulguları	71
4.2.2 KİMYASAL ANALİZ BULGULARI	72
4.2.2.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analiz Bulguları	72
4.2.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Analiz Bulguları	73
4.2.2.3. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri (TBA) Bulguları	74
4.2.2.4. pH Analizi Bulguları	75
4.2.2.5. Tuz Analiz Bulguları	76
4.2.3. MİKROBİYOLOJİK BULGULAR	77
4.2.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları	77
4.2.3.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri Bulguları	78
4.2.3.3. Toplam Maya-Küf Bakteri Bulguları	79
4.2.3.4. Toplam Anaerobik Bakteri Bulguları	80
4.2.3. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI	81
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	82
5.1. BESİN DEĞERİ ANALİZ SONUÇLARI	82
5.2. TUZ ANALİZİ SONUÇLARI	85

5.3. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI	85
5.3.1. TVB-N.....	85
5.3.2. TMA-N	89
5.3.3. TBA	92
5.3.4. pH	94
5.4. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI	96
5.5. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI.....	100
5.6. SONUÇ.....	103
KAYNAKLAR.....	104
ÖZGEÇMİŞ	121



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: İzlanda'nın tuzlanmış morina ihracat rakamları.	13
Şekil 2.2: Avrupa'daki ağırlıklı tuzlanmış balık üretici ülkeleri ve ihracat noktaları (Thórarinsdóttir ve diğ., 2010)	13
Şekil 2.3: Farklı balıklardan tuzlanmış örnekler.	14
Şekil 2.4: Balık için örnek bir kuruma eğrisi (Gürses, 1986).	16
Şekil 2.5: Katı gıdalar için oluşturulan ısı ve su buharı transfer şeması (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2015).	18
Şekil 2.6: Uskumru çirozu görseli.....	21
Şekil 2.7: Askıda kurutulan morina balıkları (Anon., 2018a).....	22
Şekil 2.8: Tuzlanmış ve kurutulmuş bir ürün olan “Stockfish” örneği (Anon., 2018b).	22
Şekil 2.9: Sıcak füme uygulanmış alabalık örneği.....	25
Şekil 2.10: Ülkemizden kombine tekniklerle üretilmiş Füme Mersin balığı ve Uskumru Çiroz örnekleri.	30
Şekil 3.1: Fileto işleminden önce ağırlık ve boy ölçümü yapılan Gökkuşağı alabalığı örneği.	32
Şekil 3.2: Fileto işleminden önce ağırlık ve boy ölçümü yapılan Granyöz.	32
Şekil 3.3: Balıklara ön işlem, tuzlama, kurutma ve sıvı duman uygulama, ambalajlama/depolama süreci akış şeması.	33
Şekil 3.4: İç organları çıkartılmış, %2'lik tuzlu buzlu suda arındırılan filetolar.	33
Şekil 3.5: Tuz-Sıvı duman solüsyonunda 18 saat bekletilen filetolar ile uygulamada kullanılan Alfamol marka sıvı duman.....	34
Şekil 3.6: Plastik kaplarda tuzlanan Gökkuşağı alabalığı filetoları.	34
Şekil 3.7: Tuzlama işleminde kullanılan karıncabaş tuz.	35
Şekil 3.8: Tuzlama işleminden sonra soğuk depoya konulan örnek muhafaza kapları.	35
Şekil 3.9: Tülbent kumaş ile sarılan ve soğuk hava deposunda kurutmaya alınan filetolar ve kuruma sonrası görünüm.....	36

Şekil 3.10: %2 tuz ve %0,5-1 sıvı duman solüsyonunda 18-24 saat bekletilen filetolar.	37
Şekil 3.11: Granyöz filetolarının kuru tuzlanma işlemine ait fotoğraflar.	38
Şekil 3.12: Kurutma sonrasında fileto örneği.	38
Şekil 3.13: Vakum paketlenen işlenmiş Gökkuşığı alabalıkları.	39
Şekil 3.14: Vakum paketlenen işlenmiş Granyöz.	39
Şekil 3.15: Protein yakma ünitesine yerleştirilen balık örnekleri.	41
Şekil 3.16: Yakma ünitesinden sonra protein reaksiyon tüpünün destilasyon işlemi.	41
Şekil 3.17: Plaka üzerinde ısıtılan yağ analizi örnekleri.	42
Şekil 3.18: Hassas terazide ölçümü yapılan nem örneği petrilere.	43
Şekil 3.19: Kül fırınında yakılan balık eti örneği.	44
Şekil 3.20: TVB-N analizlerinde kullanılmak üzere için balık etinin perklorik asit ile homojenizasyonu.	45
Şekil 3.21: Homojen süzüntüye NaOH ve fenolftaleyn eklenerek oluşan pembe-menekşe renk.	46
Şekil 3.22: TMA-N'un reaktif tüplerine toluol faz aktarımı.	47
Şekil 3.23: TBA tüpleri su banyosundan çıktıktan sonraki renk değişimi.	49
Şekil 3.24: Titrasyon öncesi ve sonrası süzüntüde oluşan renk dönüşümü (kiremit kırmızısı renk).	50
Şekil 3.25: Sunulan duyusal gruplarından bir örnek.	52
Şekil 4.1: Gökkuşığı alabalığı işleme sürecinde ham protein miktarı değişimleri.	55
Şekil 4.2: Alabalık işleme sürecinde yüzde yağ miktarı değişimleri.	56
Şekil 4.3: Alabalık işleme sürecinde yüzde nem miktarı değişimleri.	57
Şekil 4.4: Alabalık işleme sürecinde yüzde kül miktarı değişimleri.	58
Şekil 4.5: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının TVB-N miktarındaki değişim (mg/100g).	59
Şekil 4.6: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının TMA-N miktarındaki değişim.	60
Şekil 4.7: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının TBA miktarındaki değişim.	61
Şekil 4.8: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının pH miktarındaki değişim.	62

Şekil 4.9: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının tuz miktarındaki değişim.	63
Şekil 4.10: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki toplam mezofilik anaerobik bakteri bulguları.....	64
Şekil 4.11: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki toplam psikrotrofik bakteri bulguları.....	65
Şekil 4.12: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki toplam maya-küf bakteri bulguları.....	66
Şekil 4.13: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki toplam anaerobik bakteri bulguları.....	66
Şekil 4.14: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki duyuşal analiz bulguları.....	67
Şekil 4.15: Granyöz işleme sürecinde ham protein miktarı değişimleri.	68
Şekil 4.16: Granyöz işleme sürecinde yüzde yağ miktarı değişimleri.	69
Şekil 4.17: Granyöz işleme sürecinde yüzde nem miktarı değişimleri.	70
Şekil 4.18: Granyöz işleme sürecinde yüzde kül miktarı değişimleri.....	71
Şekil 4.19: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının TVB-N miktarındaki değişim (mg/100 g).....	72
Şekil 4.20: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının TMA-N miktarındaki değişim	73
Şekil 4.21: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının TBA miktarındaki değişim.	74
Şekil 4.22: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının pH miktarındaki değişim.	75
Şekil 4.23: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının tuz miktarındaki değişim.	76
Şekil 4.24: Granyözün depolama sürecindeki toplam mezofilik anaerobik bakteri bulguları.....	77
Şekil 4.25: Granyözün depolama sürecindeki toplam psikrotrofik bakteri bulguları.	78
Şekil 4.26: Granyözün depolama sürecindeki toplam maya-küf bakteri bulguları.....	79
Şekil 4.27: Granyözün depolama sürecindeki toplam anaerobik bakteri bulguları.	80
Şekil 4.28: Granyözün depolama sürecindeki duyuşal analiz bulguları.	81
Şekil 5.1: Protein yıkımlanması ve bozulma oluşumu (Varlık ve diğ., 2007).	90

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1: Tuz uygulaması ve tuzlamanın sınıflandırması.....	8
Tablo 2.2: Gıdalardaki mikroorganizmaların gelişebildiği minimum aw değerleri (Erkan ve diğ., 2011).	19
Tablo 2.3: Kurutulmuş su ürünlerinde su aktivite değerlerine bağlı mikroorganizma faaliyetleri (Varlık ve diğ., 2007).	23
Tablo 3.1: Panelistlere sunulan duyusal tablo örneği.	52
Tablo 4.1: Gökkuşaağı alabalığı ve Granyözün depolama sürecindeki duyusal analiz bulgularında meydana gelen değişimler.	53
Tablo 4.2: Gökkuşaağı alabalığı ve Granyözün depolama sürecindeki TVB-N, TBA, TMA-N ve pH değerlerinde meydana gelen değişimler.	54
Tablo 5.1: Belirli su ürünleri kategorileri için TVB-N limit değerleri (EC, 1995).	87

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
----------	----------

%	: Yüzde
/	: Bölü
<	: Küçüktür
±	: Artı Eksi
≥	: Büyük Eşittir
μL	: Mikrolitre
μL	: Mikrolitre
°C	: Santigrad Derece
α	: Alfa

Kisaltmalar	Açıklama
-------------	----------

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AgNO ₃	: Gümüş Nitrat
AK	: Sıvı Duman İçermeyen Gökkuşığı Alabalığı Grubu
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
APROMAR	: İspanya Su Ürünleri İş Birliği
AS	: Sıvı Duman İçeren Gökkuşığı Alabalığı Grubu
a _w	: Water Activity (Su Aktivitesi)
BHT	: Butil Hidroksi Toluen
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbon Dioksit
DHA	: Dokozahekzaenoik Asit
dk	: Dakika
DRBC	: Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol
EC	: Avrupa Komisyonu (European Comission)
EPA	: Eikozapentaenoik Asit
EVOH	: Ethylene Vinyl Alcohol (Etilen Vinil Alkol)
FAO	: Food and Agriculture Organization
FDA	: Food and Drug Administration

g	: Gram
GHP	: Good Hygiene Practices
GK	: Sıvı Duman İçermeyen Granyöz Grubu
GMP	: Good Manufacturing Practices
GS	: Sıvı Duman İçeren Granyöz Grubu
H₃BO₃	: Borik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
ICMSF	: The International Commission on Microbiological Specifications for Foods
K₂CR₂O₄	: Potasyum Dikromat
kg	: Kilogram
kob	: Koloni Oluşturan Bakteri
KOH	: Potasyum Hidroksit
LDPE	: Low-density Polyethylene (Düşük Yoğunluklu Polietilen)
log	: Logaritma
m	: Metre
mg	: Miligram
M.Ö.	: Milattan Önce
m²	: Metrekare
mbar	: Milibar
MDA	: Malondialdehit
mL	: Mililitre
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
PCA	: Plate Count Agar
SD	: Standart Sapma
TBA	: Tiyoarbitürik Asit
TCA	: Trikloroasetik Asit
TEP	: Malondialdehyde bis (diethylacetal)
TMA-N	: Trimetil Amin Azot
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
UV-VIS	: Ultraviole-Visible (Ultraviyole-Görünür Işık)

w/v : weight/volume



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜLTÜR BALIKLARINA FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI VE KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

İdil CAN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Günümüzde doğal kaynaklardan elde edilen su ürünleri av miktarlarında yaşanan azalmayla ters orantılı olarak yetiştiricilik sektörü hızla büyümekte ve tüm dünyada toplam üretim kapasitesi 2016 yılında 110,2 milyon tona ulaşmıştır. Bu büyüme ivmesi ülkemizde de benzer şekilde olup yetiştiricilik miktarı 2017 yılında 276,502 ton olarak kayda geçmiştir ve bunun büyük bir kısmı taze tüketime ve ihracata gönderilmektedir.

Tüketicilerin su ürünlerini tercihi 80'li yıllardan itibaren dünya pazarlarında hazır tüketim ürünlerine doğru bir yönelim göstermektedir. Özellikle çalışan insanların sağlıklı beslenme ihtiyaçları güvenilir hazır gıdaların geliştirilmesini günümüzde gerekli kılmaktadır. Bu hızlı artışla birlikte yerli gıda üretim sektöründeki tüketiciye yönelik işlenmiş hazır gıda ürün çeşitliliği gün geçtikçe artmakla birlikte, su ürünleri bakımından bu çeşitliliği henüz yakalayamamıştır. Bu anlamda işlenmiş su ürünlerinde katma değeri yüksek, yeni ürün pazarlarının oluşturulması ve bunlara yeni ürünlerin ilave edilmesi ekonomi açısından büyük bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada yetiştiricilik balıklarına, tuzlama/kurutma ve füme yöntemlerinin kombine uygulanmasıyla farklı tat/aromada ürünler geliştirilerek elde edilen ürünlerde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizlerle raf ömrüne dayalı kalite parametreleri belirlenmiştir.

Çalışmada sıvı duman uygulaması yapılan Gökkuşığı alabalıkları (AS) ve Granyöz (GS) balıklarına sırasıyla kuru tuzlama ve soğukta hava akımında kurutma işlemi uygulanmış, elde edilen son ürünler vakum paketlerde ambalajlanarak $4\pm2^{\circ}\text{C}$ depolanmıştır. Ürün geliştirme sürecinde besin bileşim analizleri ile depolama sürecinde raf ömrünün belirlenmesine yönelik olarak duyuşsal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Görünüş, tat, koku ve tekstür duyuşsal parametrelerinin ortalaması alınarak yapılan değerlendirmeye göre, alabalık örneklerinde sıvı duman içermeyen grubun 80. gün, sıvı duman içeren grubun 90. gün; Granyöz örneklerinde sıvı duman içermeyen grubun 60. gün, sıvı duman içeren grubun ise 70. gün itibarıyla tüketilebilirlik limitini aştığı tespit edilmiştir. İncelenen kimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametrelerine göre bozulma limitleri her iki balıktan yapılan ürün gruplarında aşılmamıştır.

Bu analizler sonucunda elde edilen alabalık ve granyöz ürünleri Türkiye tüketim piyasaları için uzun raf ömrüne sahip alternatif ürünler olup, dumanlama-tuzlama ve kurutma tekniklerinin birlikte uygulanmasıyla, yapılan ürünlerin duyuşsal analizler sonucu panelistler tarafından oldukça beğeni gördüğü tespit edilmiştir. Geliştirilen bu ürünlerin taze tüketim yanında geleneksel işleme metotları ile hazırlanmış su ürünlerine göre, tüketici açısından alternatif oluşturulacak, sektörün büyümesi ve gelişimine katkı sağlayacak, ihracat ve iç piyasaya yönelik katma değerli farklı ürünlerin kazandırılması mümkün olacaktır. Sonuçlardan görüldüğü gibi kombine tekniklerin uygulanarak geliştirildiği bu ürünlerin gıda güvenliği bakımından da güvenli gıdalar olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Kasım 2018, 141 sayfa.

Anahtar kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, Granyöz, tuzlama, kurutma, raf ömrü

SUMMARY

M.Sc. THESIS

APPLICATION OF DIFFERENT PROCESSING TECHNIQUES TO CULTURED FISH AND DETERMINATION OF THEIR QUALITY

İdil CAN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Fisheries and Seafood Processing Technology

Supervisor : Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Nowadays, the aquaculture sector, which is inversely proportional to the decrease in the amount of fisheries obtained from natural resources, is growing rapidly and the total production capacity in the world has reached 110.2 million tonnes in 2016. This growth acceleration is similar in our country and the amount of aquaculture is recorded as 276.502 tonnes in 2017 and a large part of this is sent to fresh consumption and export.

Since the 1980s, consumers' choice of aquatic products has shown a trend towards ready-to-use products in the world markets. In particular, healthy nutrition needs of working people make it necessary to develop reliable prepared foods. With this rapid increase, the variety of processed ready-to-eat food for the consumer in the domestic food production sector has increased day by day but has not yet achieved this variety in terms of aquaculture. In this sense, the creation of new product markets with high added value in processed aquaculture and the addition of new products to them is of great importance for the economy.

In this study, the quality, based on the shelf life of chemical, microbiological and sensory analyzes, was determined by using the combined application of salting /drying and smoking methods to fish obtained from aquaculture.

In this study, chemical, microbiological and sensory analyzes and quality parameters based on shelf life were determined in the products obtained from aquaculture by developing different taste/aroma products by combining salting/drying and smoking methods.

In this study, liquid smoked applied rainbow trout (AS) and meagre (GS) fish were applied to dry salting and drying in cold air flow. The final products were vacuum packed and stored at $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. In the product development process, sensory, chemical and microbiological analyzes were carried out in order to determine the shelf-life during the storage process with nutrient composition analyzes. According to the evaluation of the sensory parameters of the appearance, taste, smell and texture, trout sample group which contains no liquid smoke was in the 80th day, trout sample group consisting of liquid smoke was in the 90th day; meagre sample group with no liquid smoke in the 60th day and the meagre sample group containing liquid smoke exceeded the consumption limit on the 70th day. According to the chemical and microbiological quality parameters, the deterioration limits are not exceeded in the product groups made from both fish.

The rainbow trout and meagre products obtained as a result from this study are product with a long shelf life for the consumer market of salted, dried and liquid smoke flavor applied products have been appreciated highly by sensory analysis results. With this developed product, it will be possible to create alternative in consumption and gain different products with added value for export and domestic market which will contribute to the growth and development of the sector.

November 2018, 141 pages.

Keywords: Rainbow trout, meagre, salting, drying, shelf life

1. GİRİŞ

Dünyada artan popülasyonla birlikte gelişen kıtlık, dengeli ve yeterli beslenme konularında yapılan bilimsel çalışmaların artmasına sebep olurken, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticari değeri (katma değer) yüksek hazır gıdaların geliştirilmesine yönelik araştırmalar da artmaktadır. Özellikle son yüz yılda beslenme alışkanlıklarındaki ve çalışma şartlarındaki değişimler hazır gıda tüketimini artırmış ve bu tüketimin de sağlıklı ürünlerden oluşması eğilimi, tüketici nezdinde önemli bir beklenti olmuştur. Balık eti ise özellikle protein, vitamin ve mineral gibi besleyici maddeler ile EPA (Eikozapentaenoik Asit) ve DHA (Dokosaheksaenoik Asit) gibi elzem yağ asitlerini yüksek değerlerde bulundurması bakımından, 6-18 yaş grubu tüketicide büyümeyi etkileyen ve ileri yaşlarda da sağlıklı yaşamı desteklemesi bakımından hazır tüketim gıda üretiminde önemli bir hammadde ve gıdadır.

Zengin miktarda su ürünleri içeren diyetlerin tüketiminin yararlı etkileri yapılan çalışmalarla belgelenmiş, bu yararlı etkilerin yüksek miktardaki esansiyel amino asit içeriğinden, omega-3 kökenli çoklu doymamış yağ asitlerinden ve önemli antioksidan etkili mineral ve vitaminler gibi diğer bileşenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir (Varlık ve diğ., 2004; Bjorndal ve diğ., 2012; Mirsadeghi ve diğ., 2015).

Su ürünlerinin gıda olarak tüketim verileri incelendiğinde, 1961'den bu yana, dünyadaki balık tüketimindeki yıllık ortalama artışı (%3,2) nüfus artışını (%1,6) geride bırakmıştır. 2016 yılı verilerine göre, dünyada tüketilen toplam su ürünleri miktarı yıllık 151 milyon tonu aşmaktadır. Kişi başına düşen balık tüketimi ise, 1961 yılında 9 kg iken, 2016 yılında yıllık ortalama yüzde 1,5'lik bir artışla 20,3 kg olmuştur (FAO, 2018).

Su ürünleri sektörü de küresel tüketimin artmasıyla birlikte büyümeye devam ederken, küresel avlama miktarı son yıllarda durağan bir pozisyona gelerek azalma eğilimi göstermektedir (FAO, 2017). Bu durum tüketici nezdinde ise talep artışı yönündedir. Artan tüketici talebinin karşılanması amacıyla su ürünleri yetiştiricilik sektörü üretimde büyük bir ivmeyle gelişme göstermektedir.

Yetiştiricilik verileri incelendiğinde ülkemizde balık yetiştiriciliği dünya verileriyle uyumlu bir artış göstermektedir. Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) göre, ülkemizde yetiştiricilik giderek

daha da gelişmekte olup, 2001–2010 döneminde Türkiye'de kültür balığı üretimi yüzde 148 artarak, 67,244 ton'dan 167,141 ton'a yükselmiştir (TÜİK, 2011). Ülkemiz su ürünleri üretimi 2017 yılında bir önceki yıla göre %7,2 artarak 630 bin 820 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin büyük bir bölümünü deniz balıkları (%42,8) ve yetiştiricilik ürünleri (%43,8) oluşturmaktadır (TÜİK, 2017). Yetiştiricilik ürün profiline bakıldığında, 2017 yılında Gökkuşaağı alabalığı 111,705 ton üretimle, kültür balıkçılığının nerdeyse yarısını oluşturmaktadır (Yaşar, 2015; TÜİK, 2017).

Gökkuşaağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) Türkiye'de yetiştiriciliği 1970'li yıllarda kamu ve özel girişimciler tarafından başlatılmıştır. Dünya genelindeki kültür balıkçılığının gelişimine paralel olarak ülkemizde de özellikle yetiştiricilikteki avantajları nedeniyle, Gökkuşaağı alabalığı üretimi büyük aşamalar kat etmiştir. Önceleri küçük işletmeler tarafından gerçekleştirilen Gökkuşaağı alabalığı üretimi, 1990'lı yıllardan itibaren entegre üretim tesislerine dönüşmüştür (Yaşar, 2015).

Diğer türlerine göre nispeten yüksek su sıcaklıklarına daha toleranslı olması, yüksek büyüme hızı, kısa üretim süresi, üretiminin yıl boyunca mümkün olması Gökkuşaağı alabalığını tatlı su yetiştiriciliği için tercih edilen bir tür haline getirmiştir (Rad, 1999).

Yeni bir su ürünleri yetiştiriciliği türünü oluşturan sariağız diğer adıyla Granyöz balığı ya da sariağız balığı (*Argyrosomus regius*, Asso 1801), Avrupa'da 2015 yılında 4,871 ton üretilmişken, 2016 yılında ise üretim bir önceki yıla göre %25,4'lük bir artışla 7,488 tona ulaşmıştır (APROMAR, 2017). Yetiştiricilik sistem koşullarına iyi adapte edilebilen ve tüketicilerin beslenme alışkanlıklarına uyum sağlayabilen bir tür olan Granyözün üretimini gerçekleştiren başlıca ülkeler Türkiye (3,000 ton), Yunanistan (1,800 ton) ve İspanya'dır (1,798 ton). Üretim miktarının önümüzdeki yılda % 6'luk ek bir büyüme 8,000 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (APROMAR, 2017).

A. regius, Portekiz ve Türkiye'de ekonomik değeri yüksek olan bir balıktır. FAO'nun istatistiklerine göre 2001 ve 2002 yılında Portekiz'de sariağız balığı toplamda 66 ton/yıl, Türkiye'de ise aynı yıllarda toplamda 113 ton/yıl olarak avlanmıştır (FAO, 2008). Daha sonraki 2006-2009 yıllarını içeren 4 yıllık periyotta avcılık yoluyla elde edilen Granyöz miktarı sırasıyla 20, 60, 56 ve 23 ton olarak belirtilmiştir. TÜİK verilerine göre Granyözün 2016

yılındaki üretim miktarı 2,463 ton, 2017 yılında ise 697 ton olarak kayda geçmiştir (TÜİK, 2011; TÜİK, 2017).

Granyöz balığı taze, soğutulmuş ve donmuş olarak pazarlanmaktadır. İyi bir albenisi olan Granyöz balığının ortalama boyu, 50 – 60 cm olup en çok 2 m ve 75 kg olanlarına da rastlanır. Etinin lezzet ve verimliliğinden dolayı ekonomik değeri yüksektir. Hızlı büyümesi, yem dönüşüm oranının yüksek olması, geniş tuzluluk aralığında yaşayabilmesi ve kaliteli et yapısı ile yetiştiricilik için büyük potansiyele sahip alternatif bir tür olarak kabul edilmektedir (Toksen ve diğ., 2007).

Yirminci yüzyılın ortalarından beri ve özellikle son yirmi yıldır, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde yaşanan önemli artış, dünyanın farklı türlerdeki yiyeceklerini tüketme kapasitesini artırmıştır. Su ürünleri tüketimindeki bu artışın, daha sağlıklı bir tüketim profiline yol açması muhtemeldir (Lund, 2013). Bu eğilimin yanı sıra, tüketiciler taze, kurutulmuş, dondurulmuş, marine edilmiş veya kroket benzeri kaplanmış ürünler gibi farklı işleme teknikleri uygulanmış, alternatif su ürünlerini (EC, 2017) tüketmek istemektedir (Tveteras ve ark., 2012).

Pek çok dünya ülkesinde su ürünleri, gıda zincirinde çok önemli bir yere sahipken, bazı bölgelerde ise ana gıda maddesi durumundadır (Alpbaz, 2005). Gıda konusundaki yönelimler, geçtiğimiz yıllarda genellikle insanların değişen yaşam şartlarının da etkisiyle, daha az zaman alan gıdalara doğru yol almıştır. Su ürünleri sektörü, tüketicilerin bu yönelimine genellikle fileto edilmiş ve kemiksiz balıklar ile karşılık vermektedir. Su ürünlerinin çabuk bozulabilen gıdalar arasında olduğu bilinmektedir. (Varlık ve ark., 2004). Bu nedenle, bozulmayı önlemek için bir önlem olarak, balık hızlı bir şekilde işlenmeli veya korunmalıdır. Pişirme, tuzlanarak, tutsülenerek veya kurutularak su içeriğinin azaltılması ve pH'ın düşürülmesi, balıkların korunmasında kullanılabilen yöntemlerdir (Fellows ve Hampton, 1992).

Son yıllarda tüketicilerin; lezzetli, besin değeri yüksek doğal gıdalara olan artan talepleri doğrultusunda gıda teknolojisi alanında yapılan çalışmaların çoğunluğu, yeni muhafaza tekniklerinin geliştirilmesine ve kombine tekniklerin uygulanmasına yönelmiştir (Devlieghere ve diğ., 2004).

Gıda muhafazası, gıdaları bozan veya güvenli olmayan mikroorganizmalara karşı sürekli bir mücadeledir. Daha lezzetli, besleyici ve kullanımı kolay ürünlere karşı tüketici talebinin

artmasına bağlı olarak, gıda endüstrisinde kullanılan geleneksel gıda koruma tekniklerinin (yoğun ısıtıl işlem, tuzlama, asit kullanımı, kurutma ve kimyasal koruma) yerini yeni muhafaza teknikleriyle değişmektedir (Devlieghere ve diğ., 2004).

Su ürünleri ülkemizde genellikle taze olarak tüketilmektedir. Su ürünlerinin fazla miktarda bulunduğu ve maliyetinin az olduğu dönemlerde ürünlerin derin dondurucu koşullarında taze haline göre daha uzun süreli depolanabildiği bilinmektedir. Ancak su ürünlerinin daha uzun süreli muhafazası için değişik teknikler uygulanmaktadır. Gıda muhafazasında kullanılan güneşte kurutma, dumanlama ve tuzlama gibi geleneksel işleme yöntemleri uzun süreli ürün muhafazasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle son yıllarda modifiye atmosfer paketlenme, kontrollü atmosferde depolama ve farklı kombine tekniklerinin bir arada kullanımı gibi modern yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaların ekonomik getirilerindeki pozitif sonuçlara bağlı olarak bu yöntemlerin her zaman kullanılması önerilmektedir (Erkan, 2012). Tuzlama, kurutma, dumanlama gibi işleme yöntemleri balık taze olarak bulunmadığı zamanlarda, tüketimi yanında ürüne yeni tat ve sunumlar oluşturmak üzere uygulanmaktadır (Erkan, 2004). Bu teknikler kombine olarak uygulanarak talepler doğrultusunda daha uzun süreli raf ömrüne sahip lezzetli ve sağlıklı besinler geliştirilebilmektedir.

Tarihi kaynaklara göre tuzlama ve kurutma, su ürünlerinin dayanımını artırmak için kullanılan en eski işleme teknikleridir. Özellikle bu yöntemler, soğutma tekniklerinin uygulanamadığı çağlarda ürünlerin depolanması ile, bu balıkların avlanmadığı bölgelere ticaretinde, denize kıyısı bulunan ülkeler tarafından yoğun olarak kullanılmış ve geliştirilmiştir (Trakadas, 2005). Kurutulmuş balıkların kalitesi mikroorganizmaların varlığından etkilenmektedir ve tüketicinin sağlığı ve hijyeni göz önüne alındığında, kurutulmuş balıkların ve diğer işlenmiş balıkların mikrobiyolojik kalitesinin belirlenip muhafaza süresinin değerlendirilmesi çok önemlidir (Lilabati ve Vishwanath, 1999). Bu ürünler Portekiz, İspanya, Japonya, Kanada, Norveç, Çin ve İzlanda gibi ülkeler başta olmak üzere tüm dünyada yayılım göstermektedir (Trakadas, 2005).

Dumanlama teknolojisi bilinen en eski gıda muhafaza tekniklerinden biri olmakla birlikte, M.Ö 1000 yıllarında etlere tuzlama ve dumanlama tekniklerinin birlikte uygulandığı bilinmektedir. Modern anlamda dumanlama teknolojisi ilk kez orta çağda ringa balıklarına uygulanmıştır. Bu yöntem günümüzde her türlü et ürünlerine ve kabuklular dâhil tüm su ürünlerine uygulanabilmektedir (Karaca ve Saygın, 2008).

Su ürünleri sanayisinin geliştirilmesi için, ürünlerin kalitesi bozulmadan, tüketiciye ulaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle ülkemizde soğuk ve donmuş zincirin sağlanarak balıkların avcılık, yetiştiricilik, pazarlama ve değerlendirme ile etkin ve kapasitesi fazla olan bir sistemin kurulması önem arz etmektedir (Erkan ve Çağıltay, 2011).

Bu çalışmada Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Granyöz balığına (*Argyrosomus regius*) tuzlama, kurutma ve sıvı duman işlemlerinin kombine uygulanmasıyla yeni ürünlerin geliştirilmesi hedeflenirken, soğuk depolama sırasındaki kalite değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır.



2. GENEL KISIMLAR

2.1. TUZLAMA TEKNOLOJİSİ

Su ürünleri, dengeli ve yeterli beslenmede bütün bileşenleriyle oldukça önemli bir konuma sahipken hayvansal protein açığını karşılamada da geleceğin önemli kaynaklarından biri olarak görülmektedir. Ülkemiz coğrafi yapı ve iklim koşulları dikkate alındığında, deniz ve iç sularında çeşitli su ürünlerinin yetiştirilmesine ve geliştirilmesine imkan verecek kaynaklara sahiptir (Gökoğlu ve diğ., 1994).

Tuzlama işlemi, dünya genelinde en yaygın ve en eski kullanılan (M.Ö. 3500-4000) su ürünleri işleme yöntemlerinden biridir. Tuzlama yöntemleri balık türü, coğrafi bölge ve damak tadı gibi faktörlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Gökoğlu, 2002).

Balıkların tuzlanması avcılıktaki artışa ve balıkların büyük miktarlarda denizde ve kıyıda muhafaza ihtiyacından doğmuştur (Vidaçek ve Janči, 2016). Tuzlama işlemi özellikle birçok ülkeye özgü ürünlerde özel bir lezzet kazandırmak ve/veya ürünlerin olgunlaşması ile raf ömrünü artırmak amacıyla uygulanmaktadır. Gıda maddelerinin özellikle de su ürünlerinin tuzlanması hem ekonomik açıdan hem de tüketici alışkanlığı gibi nedenlerden kaynaklı olarak günümüzde gelişmiş ülkeler dahil hala en yaygın uygulanan bir işleme yöntemidir (El-Sebaiy ve Metwalli, 1989; Doe ve diğ., 1998). Ayrıca tuzlama teknolojisi kendi başına raf ömrünü artırmak için kullanılabildiği gibi birçok işleme teknolojisi için de ön işlem basamağını oluşturmaktadır (Gökoğlu, 2002).

Tuz, düşük maliyetli ve çeşitli organoleptik/koruyucu özellikleri nedeniyle gıda endüstrilerinde en yaygın kullanılan katkı maddelerinden biridir. Sodyum klorürün (NaCl) su aktivite değerini azaltma kapasitesi ile doğrudan ilişkili koruyucu ve antimikrobiyal bir etkiye ve ürünlerde organoleptik parametrelerin geliştirilmesinden sorumlu bazı enzimlerin enzimatik aktivitesini azaltma ya da artırmaktan kaynaklanan tat geliştirici etkilere de sahip olduğu bilinmektedir (Albarracín ve diğ., 2011).

Tuzlama yöntemi olarak geleneksel bazda kullanılan üç farklı yöntem vardır;

- Kuru tuzlama,
- Islak tuzlama (salamura solüsyonu ile) ve
- İki yöntemin kombine uygulanması

Genellikle de kombine yöntemler kurutma, dumanlama, marinasyon ve fermentasyon gibi diğer geleneksel işleme yöntemleri ile birleştirilerek geliştirilmiştir (Vidaček ve Janči, 2016). Tüm bu yöntemlerde tuzlama konsantrasyonu kadar tuzlama süresi de beklenen nihai ürüne bağlıdır (Bellagha ve diğ., 2007).

Tuzlamanın koruyucu etkisi esas olarak su aktivitesindeki azalmaya (a_w) (tuzun penetrasyonu ile gerçekleşen osmoz-difüzyon sürecine) ve bu nedenle mikroorganizmaların büyümesini engelleyen çok membranlı bir yüzey oluşumuyla birlikte, enzimatik faaliyetlerin engellenmesi ile gerçekleşmektedir (Leroi ve Joffraud, 2000).

2.1.1. Tuzlanmış Ürün Tanımı

Gıdaların konserve edilmesi ve olgunlaştırma proseslerinde genelde katı ve salamura formunda tuzla muamele edilmesine “Tuzlama” denir. Bu işleme teknolojisi ile hammaddenin dış görünüşü, lezzeti, kokusu, yapısı ve kimyasal bileşimi gibi karakteristik özellikleri tüketici tercihleri yönünde değiştirilir (Lüleci, 1991).

Bu tanıma göre de tuzlamanın su ürünleri işleme teknolojisinde temel iki görevi vardır;

1. Konserve edici etki
2. Ürünleri tüketime hazırlama (olgunlaştırma)

Tuzlama için balıkların hazırlanması, genellikle baş, solungaç, bağırsak ile bazı durumlarda yüzgeç ve derinin uzaklaştırılması gibi ön işlemler sonrası yapılmaktadır. Tuzun ette geçişi balıkların boyutu ve kalınlığı ile doğru orantılı olup boyut arttıkça süreç uzar (Cutting, 1961).

2.1.1.1. Kuru Tuzlama

Kolay bir yöntem olduğundan dolayı kuru tuzlamanın uygulama alanı daha yaygındır. Kuru tuzlama; balığın üzerine tuz ilavesiyle (1 kat tuz 1 kat balık) osmoz aktivitesi ile tuzun ete penetrasyonu (geçmesi) sonucu doku suyunun dışarı çıkması ile etin olgunlaştırılması yöntemidir. Yoğun tuz uygulamasının yapıldığı bir yöntemdir. Kuru tuzlamada tuzun balık

etine geçişi ile doku suyu dokulardan ayrılır. Bu yöntemin dehidrasyon etkisi çok fazladır. Balık etine tuzun geçiş etkisi de çok fazla olduğundan ürün kısa sürede meydana gelen bozulmadan da korunmuş olur (Gökoğlu ve diğ., 1994). Dokulara tuz nüfuz ederken balık proteinleri ise çökelme etkisi gösterir, doku suyuyla (lak) birlikte aynı zamanda mineraller ve suda çözünen vitaminler ile bir miktar yağ balık etinden uzaklaşır. Kuru tuzlamada dokudan ayrılan suyun (lak) uzaklaşmasına izin verilirse yöntemle “tam kuru tuzlama” “kench” eğer bu sıvının ortamda kalmasına izin verilirse “yarı kuru tuzlama” “brine pickle” ifadesi kullanılabilir. Özellikle yarı kuru tuzlamada gerçekleşen otoliz ile proteolitik enzimler ve mikroorganizma aktivitelerinin ürün olgunlaşmasında esansiyel etkisi vardır (Cutting, 1961).

Kuru tuzlama uygulanmış balık üç kategoride sınıflandırılır (Beatty ve Fougère, 1957) (Tablo 1.1):

1. Hafif Tuzlama
2. Orta Sertlikte Tuzlama
3. Sert Tuzlama

Tablo 2.1: Tuz uygulaması ve tuzlamanın sınıflandırması.

Tuzlama Düzeyi	90 kg balık için	Üründeki Ağırlık Kaybı	Nem Miktarındaki Değişim	Tuz Miktarı	Tuzlama Süresi Gün (18°C de)
Hafif Tuzlama	7,26 kg	% 16	% 74	% 4	2
	9,07 kg	% 18	% 72	% 6	2
Orta Sertlikte Tuzlama	10,88 kg	% 20	% 70	% 8	3
	12,70 kg	% 22	% 64	% 9	5
	14,51 kg	% 26	% 63	% 10	8
Sert Tuzlama	27,21 kg	% 30	% 57,5	% 20	21

2.1.1.2. Salamura ile Tuzlama

Salamura ile tuzlama ise, balığın değişik konsantrasyonlardaki tuz çözeltisine konularak muhafaza edilmesi yöntemidir. Salamura işlemi paslanmaz çelik tank, fıçı, cam kavanoz gibi değişik kaplarda veya özel havuzlarda gerçekleştirilir. Protein ve yağları parçalayan enzimlerin faaliyetleri sonucu tuzlama işleminde doku içinde bulunan bileşiklerin (proteinler, su da çözünen vitaminler, mineraller ve yağ) parçalanarak/çözünerek salamura sıvısına geçmesi söz konusudur (Cutting, 1961; Voskresensky, 1965).

Su kaybıyla birlikte ortaya çıkan kuruma sonucu proteinlerdeki denatürasyon ve doku yağındaki otooksidasyon artmaktadır (Cutting, 1961; Kundakçı, 1979a). Bu yöntemle ürünün hava ile teması kesilerek yağların oksidasyonu engellenir. Salamura ile tuzlamada ürüne tuz geçişi homojen olarak gerçekleşir ve tuz çözeltisinin derişimi ayarlanabilerek dehidrasyon azaltılabilir. Ticari açıdan salamura balığın değeri kuru tuzlanmış olan ürüne göre daha düşüktür (Gökoğlu ve diğ., 1994).

Salamura ile tuzlamada %16'ya kadar olan konsantrasyonlardan elde edilen ürünlere "hafif", %16 < tuz $\geq$ 20 "orta" ve %20 < tuz $\geq$ 24 olanlara ise "sert" tuzlanmış ürün denir (Ludorff ve Meyer, 1973).

Salamura ile yapılan tuzlama işlemlerinde ürünün üzerine ağırlık konması otooksidasyonun engellenmesi dâhil sürecin daha iyi yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Salamura tuzlamada enjeksiyon ve vakum yöntemleri kullanılarak tuzlama süreçlerinin hızlandırılması da son zamanlarda revaçta olan yöntemlerden bir kaçıdır (Mol ve Özden, 2004).

2.1.1.3. İki Yöntemin Kombine Uygulanması

Kuru tuzlama ve salamura tuzlamanın farklı süre ve işlem basamaklarında uygulanması bu yöntemin temellini oluşturmakta olup, kombine yöntemlerdeki diğer hususlar ilgili yöntemlerin temel hususlarıyla birebir aynıdır. Bu konuda en iyi örnekler ise lakerda ve tuzlanmış ringadır (Cutting, 1961; Varlık ve diğ., 2007).

2.1.2. Tuzlama Teknolojisini Etkileyen Faktörler

Tuz, düşük maliyeti ve geniş spektrumlu etkileri nedeniyle gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan katkı maddelerinden biridir. Su aktivite değerini azaltmak kapasitesi sodyum klorürün en bilinen gıdalardaki koruyucu ve antimikrobiyal etkilerinden bir tanesidir. Aynı zamanda NaCl, farklı biyokimyasal mekanizmalar üzerindeki etkileri ile ciddi bir "aroma" artırıcıdır (güçlendiricidir). Bu etkilerin yanında, NaCl'ün farklı organoleptik parametrelerin gelişmesinden sorumlu olan bazı enzimlerin enzimatik aktivitesini azaltma ya da geliştirmekten kaynaklanan "olgunlaştırma" süreçleri üzerine de kontrolü bulunmaktadır. Tuz ürün üzerinde doğrudan etkili olmakla birlikte, son ürün oluşumu üzerinde hammadde kalitesi ve seçiminin de büyük önemi vardır.

2.1.2.1. *Ham Madde*

Tuzlanmış su ürünleri teknolojisinde niteliği ve ürün kalitesini etkileyen diğer bir unsur kullanılan ham maddedir. Tuzlama işlemi, balığın rigor durumundan, yağ veya su içeriğinden ve donmuş depolama süreçleri dahil olmak üzere çeşitli ham madde özelliklerinden etkilenir (Rørå ve diğ., 2004; Wang ve diğ., 2000; Foucat ve diğ., 2006; Gallart-Jornet ve diğ., 2007). İyi nitelikli bir ürün için ham maddenin taze olması, ham madde işlemeye kadar bekletilecekse soğutulmuş ortamlarda bekletilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Connell, 1995; Yapar, 1989). Ham madde özellikleri, verim ve nihai ürün kalitesi için büyük önem taşımaktadır (Sigurgisladottir ve diğ., 2000).

2.1.2.2. *Tuzun Etkileri*

Tuz bileşimi: Balıkların tuzlanmasında kullanılan tuzun kalitesi, ürün için uygun bir bileşime sahip olmalıdır. Tuz bileşimi, deniz, yeraltı kaya tuzu çökelleri veya vakumla işlenmiş olmasına göre değişir. Maden tuzu ve deniz kaynaklı güneş tuzu, kalsiyum sülfat, magnezyum sülfat ve klorür gibi sodyum klorürün yanı sıra başka tuzlar da içerir. Vakumla işlenmiş ve yeniden işlenmiş tuz neredeyse saf sodyum klorürdür (NaCl) (Codex Alimentarius, 2003).

Tuzlama işleminde kullanılan tuzun uygunluğu aşağıdaki verilen faktörlere bağlıdır (Clucas, 1990):

1. Kimyasal bileşim
2. Mikrobiyolojik saflık
3. Fiziksel özellikler

Balıkları kaliteli bir şekilde tuzlamak için tuzun ete hızlı geçişi büyük önem taşımaktadır. Tuz halofilik türlerdeki bakterileri içinde bulundurmamalıdır. Bu özelliklerin yanı sıra tuz uygun partikül büyüklüğünde olmalıdır. İnce tuz ile yapılan işlemede ürünü eşit şekilde tuzlamak kaba taneli tuza göre daha kolaydır. Aynı zamanda kaba tuz daha yavaş ete geçer ve balığın yüzeyini lekeleyebilir, bunun dışında kaya tuzu gibi keskin kenarlar da balık dokularına zarar verebilmektedir (Beatty ve Fougere, 1957).

Yağlı balıkların kuru tuzlanması için nispeten saf bir tuz gereklidir; ancak bazı ürünler için az miktarda kalsiyum tuzlarının bulunması ürünün duysal açıdan görünümünü iyileştirecektir. Çok fazla kalsiyum, bozulmanın meydana gelebileceği bir dereceye kadar tuz penetrasyon oranını azaltabilir (Codex Alimentarius, 2003).

Kullanılan tuzda özellikle magnezyum, demir ve bakır gibi bileşiklerin bulunmaması gereklidir. İçerisinde çok yüksek konsantrasyonda magnezyum tuzları mevcutsa, bu üründe hoş olmayan acı tatlara neden olur ve tuzlama işlemi sırasında bozulmaya neden olabilir. Deniz kaynaklarından elde edilen tuz, kuru tuzlanmış balıklarda yaşamaya devam eden ve bozulmaya katkıda bulunabilen halofilik bakteriler ve küfler içerebilir (Codex Alimentarius, 2003).

Çoğu tuz, ihmal edilebilir miktarda demir ve bakır veya bunların bileşiklerini içerir. Bu metallerin yüksek oranda bulunması tuzlanmış balıkların yüzeyinde sarı ve kahverengi lekeler oluşturabilir. Tuzlanmış su ürünlerinin uzun süreli muhafazası bu metallerin tuzun içinde bulunmamasına bağlıdır (Beatty ve Fougere, 1957).

Tuz Tipi: Su ürünlerinin tuzlanmasında, elde edilmiş yöntemlerine göre solar tuz, evaporasyon tuzu, kaya tuzu ve rafine tuz olmak üzere dört tipte tuz kullanılmaktadır.

1. **Solar tuz:** Solar tuzları, deniz veya tuz göllerinden elde edilen suyun güneş ve rüzgar ile buharlaştırılmasıyla, uzun ve kesintisiz buharlaşma sürelerine izin verecek kadar yağışların düşük olduğu bölgelerden elde edilirler (Beatty ve Fougere, 1957). Elde edilen tuz, sodyum klorürden başka tuzlar da içerdiği (kalsiyum ve magnezyum klorürler ve sülfatlar gibi) için saf değildir. Solar tuzlar çoğunluğunu halofillerin oluşturduğu genellikle diğer tuzlardan daha fazla bakteri içerirler (Gökoğlu, 2002; Çaklı, 2007).
2. **Evaporasyon tuzu:** Yüzeye yakın bir tuz tortusu genellikle çıkarılır; ancak eğer çökelti derinse, su deliklerden aşağıya doğru pompalanır ve geri dönen konsantre tuzlu su ısı ile buharlaştırılır. Buharlaşma dikkatli bir şekilde kontrol edildiğinden, bu buharlaştırılmış tuz çok saf olabilir. Sofra tuzu evaporasyon ile elde edilen tuz türüne örnektir (Beatty ve Fougere, 1957).
3. **Kaya tuzu:** Katı halde yeraltında az veya çok derinlerden elde edilen tuzlar kaya tuzu olarak tanımlanır. Jeolojik devirlerde denizlerin veya kapalı iç havzaların buharlaşması sonucu oluşan kaya tuzu yatakları, ülkemizde de birçok bölgede bulunmaktadır. Deniz tuzlarının aksine kaya tuzları kompozisyonlarına giren maddelerin oranları bakımından büyük değişiklikler gösterirler. Bu tuzların saflık oranları her maden için farklılaşabileceği gibi aynı madenden alınan tuz örnekleri de çok büyük farklılıklar gösterebilir (Ergin, 1988).
4. **Rafine tuz:** Saf imalat tuzu % 99.9 NaCl içeren kristal tuz türüdür. Diğer tuzların sanayide işlenmesi ile elde edilmektedir. Rafine tuz genelde kalsiyum klorür, sodyum

sülfat, magnezyum karbonat ve ağır metallerin yanı sıra diğer kirlilik maddelerini içermezler (Gökoğlu, 2002; Çaklı, 2007).

Tuzlu sudan elde edilen tuzlar temiz, daha önce kullanılmamış, yabancı maddelerden ve yabancı kristallerden arındırılmış olmaları ve kir, yağ, sintine veya diğer yabancı maddelerle kontaminasyon belirtilerinin görülmediğinden emin olmak için kontrol edilmelidir (Codex Alimentarius, 2003).

Bunun yanı sıra kullanılan tuz granüllerinin büyüklüğü de dikkate alınmalıdır. Çok ince tuz granüllerinin kullanılması, balıkların üzerinde tuzun eşit dağılımını sağlamak için uygun olmayan kümelerin oluşmasına neden olabilir. Çok kaba tuz granülünün kullanımı ise tuzlanma sırasında balık etine zarar verebilir ve olgunlaşma oranını azaltabilir. Yağlı balıkların kuru tuzlanması için küçük tuz kristalleri ve yağsız balıklar için büyük kristaller kullanılmalıdır. Ayrıca kullanılan tuzun gıda kullanımına uygun kalitede olması da önemli bir faktördür (Codex Alimentarius, 2003).

2.1.3. Tuzlanmış Ürünler

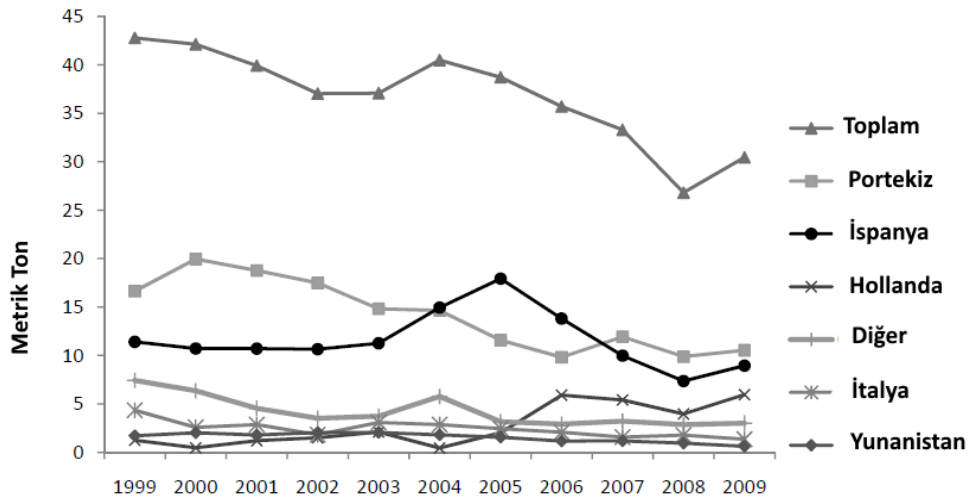
Balıkların tuzla muhafaza yöntemlerinde coğrafi olarak değişimler olmakla birlikte tuzlama genelde ön işlem olabildiği gibi, farklı işleme teknikleriyle de kombine kullanılabilmektedir. Tuzlamanın kombine farklı yöntemlerle birlikte kullanımı ürünün raf ömrünü daha da artırmak ve farklı tatta ürünler elde etmek için yapılmaktadır. Bu konudaki farklı coğrafyalardan temin edilmiş en iyi örneklerle ise, İskandinav ülkelerinde tuzlanmış ve hava akımında kurutulmuş balık, Türkiye’de mumlu havyar ve çiroz verilebilir.

Ülkemizde tuzlanmış balık tüketimi bölgesel olarak yaygınlık göstermektedir. Karadeniz bölgesinde hamsi balığının geleneksel olarak tuzlanması yapılarak mevsim dışı dönemlerde tüketimi yapılmaktadır. Marmara bölgesinde palamuttan lakerda, kolyozdan çiroz, sardalyadan tuzlu sardalya, ançuez en sıklıkla yapılan tuzlanmış ürünlerdendir. Van Gölü’nden yoğun avcılık dönemlerinde yakalanan inci kefalı de av sezonu dışı tüketimler için halk tarafından tuzlanmakta ve sonrası da pazarlanmaktadır (Koral ve diğ., 2016; Güngörmez ve diğ., 2017).

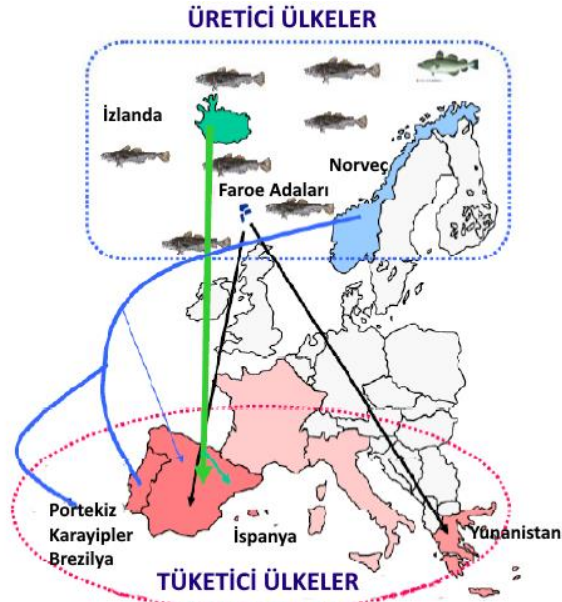
Dünya su ürünleri sektöründe tuzlama teknolojisi morina, sardalya, uskumru, ton balığı, somon, yayın, alabalık gibi farklı balık türleri ve değişik balık yumurtalarının işlenmesi ile çeşitli su ürünlerinden tüketime hazır ürünlerin üretim proseslerinde kullanılmaktadır (Sigurgisladottir ve diğ. 2000; Thorarinsdottir ve diğ., 2002; Barat ve diğ., 2003; Chouliara ve diğ., 2004; Goulas

ve Kontominas, 2005; Gallart-Jornet ve diğ., 2007; Goulas ve Kontominas, 2007; Albarracín ve diğ. 2011).

Özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde büyük kapasitelerde tuzlanmış morina üretimi ve ihracatı söz konusu olup ağırlık tüketici grubunu ise Orta ve Güney Avrupa ülkeleri oluşturmaktadır (Şekil 1.1 ve 1.2.) (Thórarinsdóttir ve diğ., 2010). Şekil 2.3'te dünyadan tuzlama işlemi uygulanmış farklı balık ürünleri görülmektedir.



Şekil 2.1: İzlanda'nın tuzlanmış morina ihracat rakamları.



Şekil 2.2: Avrupa'daki ağırlıklı tuzlanmış balık üretici ülkeleri ve ihracat noktaları (Thórarinsdóttir ve diğ., 2010)



Şekil 2.3: Farklı balıklardan tuzlanmış örnekler.

2.2. KURUTMA TEKNOLOJİSİ

Farklı balık türlerinin kurutulması, dünyanın bilinen en eski koruma yöntemlerinden biridir ve kurutulmuş balıklar uzun bir depolama ömrüne sahiptir. Balıkların kurutulması tek başına yapılabildiği gibi, tuzlama teknolojileri ile birlikte kombine de yapılabilen, temel prensibi dokulardan suyun uzaklaştırılması ve böylece mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi prensibine dayanan önemli bir muhafaza yöntemidir. Kurutma sürecinde balık enzimleri inaktive olur ve bakteri/küf gelişimi için gerekli olan nem ortadan kaldırılarak koruma sağlanır. Kurutma teknolojisi gıdada bulunan suyun kontrollü koşullarda, üretimi yapılan üründen uzaklaştırılması işlemidir. Kurutulmuş balık, İran, Hindistan, Tayland, Rusya, Çin, Malezya ve Amerika gibi birçok ülkelerin önemli ihraç ürünlerinden biridir (Bala ve Mondol, 2001; Bellagha ve diğ., 2002; Duan ve diğ., 2004; ; Erkan ve diğ., 2011; Vidaček ve Janči, 2016).

Su ürünleri ve diğer gıdaların kurutulması ile raf ömrünün uzatılması temel iki faktörle gerçekleşir:

1. Mikroorganizmaların gelişimi ve enzimlerin aktivitesi için gerekli olan doku suyu ortamdan uzaklaştırılır.
2. Doku suyunun uzaklaştırılması ile gıdada mevcut olan tuzların ve diğer bileşiklerin konsantrasyonunda artış meydana gelerek mikroorganizmaların gelişimi için olumsuz bir ortam oluşturulur ve üreme engellenerek daha uzun dayanım ömrü elde edilir (Bingöl ve Devres, 2010).

2.2.1. Kurutulmuş Ürün Tanımı

Kurutulmuş balık/gıda, hammaddeden doku suyunun uzaklaştırılması ile elde edilen uzun raf ömrüne sahip aromatik tüketim ürünleridir. Farklı üretim teknikleriyle doğrudan tüketilebildiği gibi ön hazırlık süreçleriyle tüketim için servis edilebilmektedir. Kurutma işlemi tek başına uygulanan bir teknoloji olabildiği gibi, aynı zamanda tuzlama ve füme işleme teknolojileri ile birlikte kombine de uygulanabilmektedir.

Kurutma işlemi su ürünlerinin su aktivite düzeyini düşürmesinden dolayı, bozulmaya karşı direncin arttırılmasında önemli bir işleme teknolojisidir. Ürünün kalitesi ve maliyeti kullanılan kurutma tekniğine bağlıdır. Tuzlanan balıklarda ikinci işleme olarak kurutma, gelişmekte olan birçok ülkede balıkların korunmasında yaygın kullanılan önemli bir yöntemdir (Bellagha ve diğ, 2002).

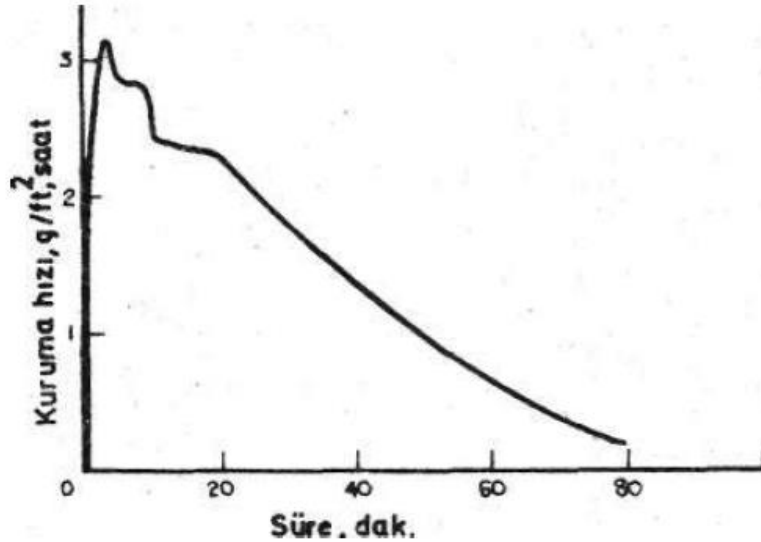
2.2.2. Kurutma İşlem Basamakları

Kurutma teknolojisine ait metotlar, doğal ve diğer kurutma teknikleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Diğer kurutma yöntemleri ise kendi içerisinde;

1. Mekanik kurutma,
2. Dondurarak kurutma ve
3. Güneş ile kurutma olmak üzere üçe ayrılır.

Doğal yöntemlerde; güneşin ve/veya rüzgârın enerjisi birçok ülkede balıkları kurutmak için kullanılır. Yine tuzun rehidrasyon kabiliyeti de kurutma amacıyla değerlendirilmektedir. Diğer kurutma tekniklerinde en çok kullanılan yöntemlerde ise tünel, kabin ve konveyörde kurutma veya soğutucu cihazların düşük bağıl nem oranından faydalanarak “soğuk hava akımında kurutma” yer almaktadır (Cole ve diğ, 1990; Varlık ve diğ., 2004).

Geçmiş yıllarda balıkların kurutulması temel olarak, açık güneş altında bağıl nemi düşük rüzgârların olduğu bölgelerde geleneksel olarak yapıldı, ayıklanan ve yüzey alanı genişletilen balık açık havada asılmak suretiyle, sıcak kuru havanın etkisiyle tüketim ürünüde aranan nitelikler oluşuncaya kadar kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir. En basit geleneksel kurutma yönteminde ise, küçük veya büyük balıklar bütün olarak, birkaç gün boyunca güneşin altında ya da doğrudan zemine yayılmaktadır. Bu yöntem, kurutma süreleri üzerinde çok az kontrol sağlar; ancak tamamen hava koşullarına bağlıdır ki bu yeterli değilse, kurutma süresini uzatılabilmekte ve işlem sırasında mikrobiyal aktivitenin gelişmesi sağlanabilmektedir. Bu nedenle, bu yöntem sadece kısa sürede kurutulabilen çok küçük balık türlerinin kurutulması için tercih edilmektedir. Ayrıca, bu yöntemle işlenen balıklar kum, kir ve haşarat veya böcek istilasası ile kontaminasyona maruz kalmaktadır. Gelişmekte olan ülke ve bölgelerde halen bu yöntem kullanılmaktadır. Su içten balık yüzeyine yayılır ve buharlaşır. Başlangıçta balığın yüzeyi doymuş ve yüzeyde su mevcut olduğu sürece buharlaşma oranı sabit kalacaktır. Birçok kurutma çalışması bu sürecin bir “sabit oran” ve bir ya da iki “düşme hızı” dönemine ayrılabilirliğini göstermesine rağmen, bu sabit oran, çoğu biyolojik ürün için ve spesifik koşullar altında mevcut değildir (Şekil 2.4.) (Fornell ve diğ., 1980; Park ve diğ., 1996; Vidaçek ve Janči, 2016).



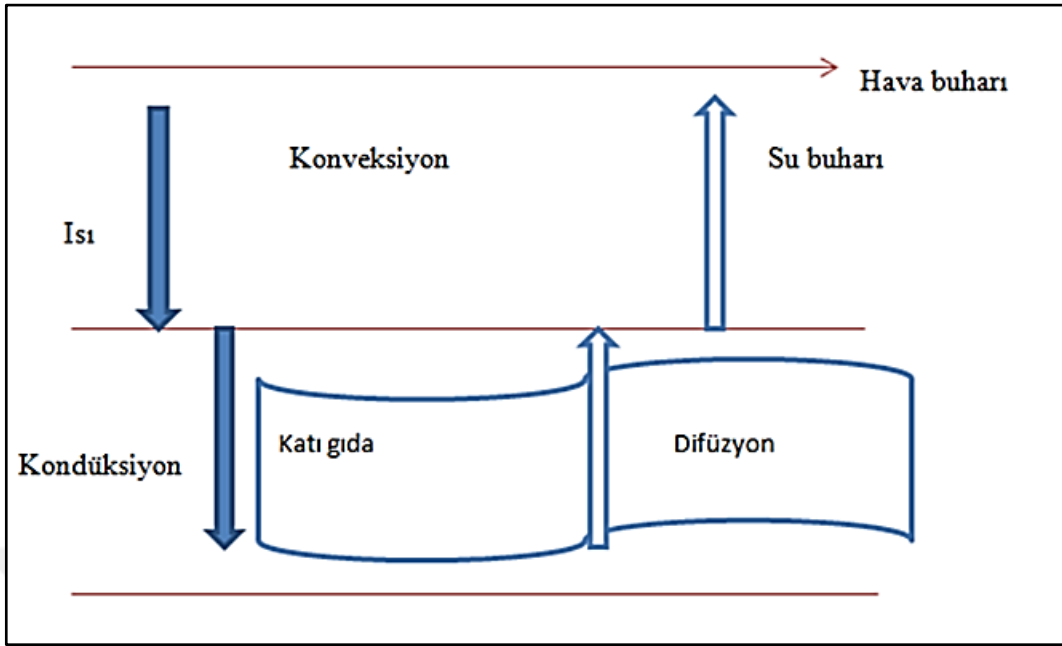
Şekil 2.4: Balık için örnek bir kuruma eğrisi (Gürses, 1986).

Kurumanın sabit orandan (kuruma hızından) daha aşağıya düşmesi yani kurumanın yavaşlaması gıdadan gıdaya değişmekle birlikte, genelde nem oranının %58-65 bağıl nemli havayla dengeye ulaşması durumunda gerçekleşir. Kuruma hızında değişikliğin gerçekleştiği nem düzeyine ise “kritik nem” denmektedir (Gürses, 1986).

Düşen kuruma periyodunda, balık kurudukça, su yüzeyde daha az bulunur ve merkezden yüzeye yayılır. Merkez ve yüzey arasında bir nem gradyanı oluşur ve kurutma havası ile denge sağlanana kadar kurutma hızı kademeli olarak düşer. Bu süre zarfında, iç nem akışının mekanizması kuruma hızına baskındır. Aslında, birçok çalışma, tuzlanmış balıkları kuruturken farklı difüzyon katsayıları ile iki düşen hız periyodunu göstermektedir (Şekil 2.5) (Sainclivier, 1985; Poernomo ve diğ., 1992). Çoğu endüstriyel işlem için, kurutma, ikinci düşme hızı döneminin başlangıcından önce durdurulur (Sainclivier, 1985).

Günümüzde güneş ve rüzgarın kurutma etkisi, mekanik cihazlarla modellenerek, daha verimli, hızlı ve hijyenik kurutma teknolojileri geliştirilmiştir.

Doğal yöntemlerle kurutulacak balıkların raflara veya askılara yerleştirilmesiyle daha hızlı bir kuruma oranı oluşturulabilir, böylelikle sadece üst taraftan değil balıkların altında da hava akımının geçmesi sağlanır. Yüksek raflara yerleştirilen balıklar, kirlenmeye daha az meyillidir ve plastik örtü veya kapaklar ile yağmurdan korunabilir. Kurutmadan önce balıkların tuzlanması da mikrobiyal aktivitenin ve haşere istilasının azaltılmasına yardımcı olur. Balıkların etrafındaki hava sıcaklığını arttıran ve kurutmayı hızlandıran cam veya plastik kapaklı çeşitli tipte güneş kurutucuları, farklı kurutuma ekipmanları olarak doğal yöntemleri destekleyici olarak tasarlanmıştır (Doe ve diğ., 1977; Excell ve Kornsakoo, 1978). Yapılan çalışmalar, geliştirilmiş olan her üç tip güneş kurutucunun doğrudan güneşle kurutma işlemine göre daha etkili olduğunu ve daha yüksek kalitede balık ürettiğini göstermiştir (Trim ve Curran, 1983). Dünya çapında çok sayıda kurutulmuş su ürünleri olmasına rağmen, genellikle tamamen kurutulmuş ve kısmen kurutulmuş ürünler olarak a_w değerlerine göre kategorize edilmektedirler (Doe, 2002).



Şekil 2.5: Katı gıdalar için oluşturulan ısı ve su buharı transfer şeması (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2015).

Tamamen kurutulmuş balık ürünlerinin a_w değeri 0,75'e yakın ya da daha düşüktür, depolama sıcaklığı ve şartlarına bağlı olarak 1 hafta ile birkaç ay arasında bir raf ömrü verilmektedir. Kısmen kurutulmuş ürünler ise genellikle buzdolabında tutulursa 0,8'in üzerinde bir a_w değerine sahip ürünleri kapsar ve 1 haftaya kadar raf ömrüne sahiptirler (Vidaček ve Janči, 2016).

2.2.3. Kurutma Teknolojisini Etkileyen Faktörler

Kurutma, daha uzun süre balıkları depolamak için kullanılan en eski balık işleme yöntemlerinden biridir. Temel koruma/raf ömrü artış etkisi, balıklarda su içeriğinin azaltılması ve a_w 'nin mikrobiyal büyümeyi ve aktiviteyi önleyen bir seviyeye indirilmesiyle gerçekleştirilir. Balık kurutma işlemi genellikle, dünya çapında çok sayıda balık türüne uygulanan, çok çeşitli kurutulmuş balık ürünleri ile sonuçlanan, tuzlama veya dumanlama gibi diğer koruma yöntemleri ile kombine edilebilen bir yöntemdir. Bazı gelişmekte olan ülkelerde, kurutulmuş balık ürünleri genellikle düşük maliyetli hammaddelerden üretilmekte, beslenme ve ulusal gastronomik sunum ile kültürlerinde önemli bir yer işgal etmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise, kurutulmuş morina (stockfish) gibi daha yüksek değerli ürünler için yoğun bir talep bulunmaktadır (Vidaček ve Janči, 2016).

Üretim süreci, göreceli basit ve iyi anlaşılmış fiziksel ilkelere dayanmaktadır. Balık güneşe ve bir hava akımına maruz kaldığında, yüzeyindeki su buharlaşır ve yüzeyde serbest su olduğu

sürece hava akımı tarafından sabit bir hızda uzaklaştırılır. Yüzeyden su buharlaşma oranı, esas olarak hava akımının nem ve hızından etkilenir. İkinci aşamada, yüzey kurumaya başlar ve bir nem gradyanı oluşumu, balığın iç kısmından yüzeye doğru su hareketine neden olur. Su yüzeye hareket ettikçe, nem gradyanı azalır ve kurutma işlemi, denge noktasına ulaşılan kadar devam eder, yavaş seyir izler (Vidaček ve Janči, 2016).

Balıkların yakalanması ve işlenmesi ile ilgili diğer tehlikeler, harici kaynaklardan olası fiziksel ve kimyasal kirletici maddeleri de içerebilmektedir. Bu nedenle, üretim sürecinin başlangıcında iyi üretim uygulamaları (GMP) prensipleri ve iyi hijyenik uygulamalarının (GHP) balık yakalama ve hammaddelerin alınması için uygulanması önemlidir. Yakalamadan hemen sonra, balıklar mikrobiyal büyümeyi en aza indirmek için 5°C'nin altındaki bir sıcaklığa soğutulmalıdır. Balıkların yakalanıp, yıkanması ve tuzlanması sırasında kimyasal ve mikrobiyal kontaminasyondan kaçınmak için sadece temiz buz, su ve tuz kullanılmalıdır. İşlemin sonraki aşamalarında, nemli koşullarda depolamanın bir sonucu olarak bitmiş ürüne su emiliminin yanı sıra böcek istilasının ve mikrobiyal büyümenin önlenmesi için özen gösterilmelidir. Doe (2002), işlem sırasında mikrobiyal büyümeyi ve kalite kaybını en aza indirmek için kurutma işleminin 48 saat içinde a_w değerini 0,91'e azaltmasını önermektedir. Kurutma, böceksiz bir ortamda yapılmalıdır ve bitmiş ürün, olası küf oluşumunu önlemek için düşük nem oranına sahip (<%65) ve sıcaklığı 10°C'nin altında böceksiz bir ortamda saklanmalıdır (Vidaček ve Janči, 2016) (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Gıdalardaki mikroorganizmaların gelişebildiği minimum a_w değerleri (Erkan ve diğ., 2011).

Organizma Grupları	a_w
Bozulma etmeni bakteriler	0,91
Bozulma etmeni mayalar	0,88
Bozulma etmeni küfler	0,80
Halofilik bakteriler	0,75

Kurutulmuş balık ürünlerindeki parazitlerin sağlık riski düşük olarak öngörülmemektedir. Bu ürünlerin kurutulmadan önce dondurulması, pişirilmesi ve ağırlıklı olarak yüksek oranda tuzlanmalarından kaynaklanmaktadır. Kullanılmadan önce dondurulmayan, pişirilmeyen ve tuz içeriği parazit giderimi için yeterli düzeyde olmayan ürünlerde farklı parazit türleri üzerindeki

öldürücü etkilerinden dolayı uygun şartlar altında donma, ısıtma yöntemlerinin kullanılması tavsiye edilir (Köse ve diğ., 2012).

İşlem sürecinde oluşan ağırlık kaybı aroma oluşumu, ürünün sertlik düzeyi kurutulmuş ürünlerdeki en önemli kalite faktörleridir. Kurutma sürecinde kurutulan hammaddelerin birbirine temas etmesi istenmemektedir. Temas etmesi durumunda temas bölgelerinde uzun süre kurumama ve bu süreçte mikroorganizma gelişimi söz konusudur. Özellikle et ürünlerindeki iç ve dış ısı dirençleri son ürün (kurutulmuş ürün) kalitesi ile kurutma süreçleri üzerinde doğrudan etkilidir. Yine ürünlere uygulanan yüksek kurutma ısısı yüzey tarafından absorplanarak hızlı yüzey kuruması gerçekleşmekte (kabuklu=yüzey kavrulması) bu da iç bölgelerdeki kurumayı geciktirmektedir (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2015).

Tüm bu faktörler göz önüne alındığında kurutulmuş son ürün kalitesini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir;

1. Ön işlemler
2. Kurutma süreci
3. Kurutma yöntemi
4. Isıl ve Bağıl nem faktörleri
5. Hammaddenin başlangıç kalitesi
6. Hammaddenin yağ içeriği
7. Hammaddenin yüzey alanı ve kalınlığı
8. Hammaddenin türü

2.2.4. Kurutulmuş Su Ürünleri

Birçok tür su ürünlerine ve bunların yumurtalarına, dünyada raf ömrü uzun aromatik ürünler elde etmek için kurutma teknolojileri uygulanmaktadır. Bu konuda ülkemizde son yıllarda üretiminde büyük bir azalma görülen Marmara ve Ege bölgesine has olan en iyi örnek “çiroz” ve “mumlu havyar” dır (Varlık ve diğ., 2004) (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Uskumru çirozu görseli.

Tamamen kurutulmuş balık ürünlerinin iyi bir örneği Norveç’in geleneksel kurutulmuş morina (*Gadus morhua*) ürünü olan “stockfish” adı verilen üründür (Şekil 2.7 ve 2.8). Uzunlamasına bölünmüş, kuyruğa ayrılmış halde bırakılan kurutulmuş morina, tatlı su ile durulanır ve % 70-80 bağıl nemde 1 ila 2 ay boyunca kurumaya asılır ve daha sonra bir kuyuya kurumaya bırakılır (Burt, 1988). Son ürünün a_w değeri yaklaşık 0,74 civarındadır. Kurutulmuş palamut (Japonya), hamsi (Malezya) ve yazılı orkinos (Sri Lanka) da bu ürün kategorisine örnektir ve sırasıyla 0,76, 0,79 ve 0,64-0,67 a_w değerlerine sahiptirler (Vidaček ve Janči, 2016).



Şekil 2.7: Askıda kurutulan morina balıkları (Anon., 2018a)

Bir diğer geleneksel ürün ise Norveç'e ait olan tuzlanmış, kurutulmuş ringa balığıdır. Kelebek formunda açılan yıkanmış ringa balıkları 15 dakika boyunca %80 tuzlu suya batırılıp 4 saat boyunca 29°C'de mekanik bir fırında dumanlamadan önce 1 saat boyunca drenaja asılmaktadır. 0,98'lik bir a_w seviyesinde, kısmen kurutulmuş bir ürün olarak sınıflandırılırlar (Burt, 1988).



Şekil 2.8: Tuzlanmış ve kurutulmuş bir ürün olan “Stockfish” örneği (Anon., 2018b).

Bu kurutulmuş ürünler mevcut ürünlerin küçük bir bölümüdür. Mevcut kurutulmuş balık ürünlerinin çeşitliliği ve özellikleri nedeniyle, bu ürün grubu için gıda güvenliği ve sağlık tehlikeleri ile ilgili genel kurallar oluşturmak zordur. Zaitsev ve diğ. lerine göre (2004), çoğu kurutulmuş ürünün nem içeriği düşüktür, bu sebeple kullanımdan önce ıslatılmalı ya da pişirmek suretiyle yumuşatma gerçekleştirilmelidir. Özellikle bu ürünlerdeki tuzlama ve kurutulma işlemine bağlı su aktivite değeri 0,8'in altında ise patojenik ve histamin oluşturan bakteri aktivite riski düşüktür (Köse, 2010) (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: Kurutulmuş su ürünlerinde su aktivite değerlerine bağlı mikroorganizma faaliyetleri (Varlık ve diğ., 2007).

Mikroorganizma	a_w Değeri	Su Ürünleri Kökenli Gıda Maddeleri
<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>V. parahaemolyticus</i>	1,00-0,98	Taze su ürünleri (balık, kabuklu, yumuşakça ve vs.) Konserve su ürünleri
<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>V. parahaemolyticus</i> , <i>Lactobacillus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Micrococcus sp.</i> , <i>Enterobacteriaceae</i>	0,98-0,93	Az tuzlu su ürünleri, Marinat ürünleri, Füme su ürünleri,
<i>S. aureus</i>	0,93-0,85	Islak tuzlama uygulanmış su ürünleri
Halofil bakteriler	0,85-0,60	Kuru tuzlama uygulanmış su ürünleri
Mikrobiyal aktivite yok	0,60-0,00	Tam kurutulmuş su ürünleri

Ülkemizde ise 2000 yılında 5,964 kg olan kurutulmuş balık ithalatı 2001-2003 yılları arasında sırasıyla 28,925, 63,067 ve 26,013 kg rakamlarına ulaşmıştır (Özdemir ve Aras, 2005). 2013 yılında Türkiye İstatistik Kurumu'nun yayınlamış olduğu verilere göre ise, ülkemizin tuzlanmış veya kurutulmuş balık ihracat miktarı 10 kg, ithalatı ise 450 kg olarak bildirilmiştir.

2.3. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ

Gıdaların dumanlanarak (füme) muhafazası, bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinden birisi olup, insanların ateşi keşfetmesi sonucunda maddelerinin tütsülenmesi ve kurutulması mümkün olmuştur. Arkeolojik bulgular 90,000 yıl önce gıdaların hazırlanmasında tütsünün kullanıldığını göstermektedir (Toth ve Potthast, 1984; Muratore ve Licciardello, 2005; Stolhywo ve Sikorski, 2005). Modern anlamda tütsüleme işlemi ise ilk defa Orta Çağ'da ringa balıklarına uygulanmıştır. Kuvvetli füme aroması ve kokusuna sahip olan tuzlanmış ve

tütsülenen ringa balıklarının yüzeyinde kabuk oluşmuş et tekstürü, günümüzde bile tüketiciler tarafından hala özellikle tercih edilmektedir (Gökalp ve diğ., 2002).

Dumanlama teknolojisi, dehidrasyonun etkilerini, tuzun eklenmesiyle ısıнын azaltılmasını, ısı ve duman bileşenlerinin balık yüzeyine çökmesini ve ürünün duysal özelliklerini, güvenliğini ve raf ömrünü artırma yönünde etkileyen bir muhafaza yöntemidir (Vidaček ve Janči, 2016).

Horner'e (1997) göre, dumanın koruyucu etkisi dört ana faktörden dolayı meydana gelmektedir:

1. Bakteriyel patojenlere karşı fiziksel bir bariyer oluşturan ve aerobik mikrobiyal proliferasyonu önleyen yüzey kurumasına neden olması,
2. Tuz eklenmesiyle birlikte belirli bir tuz içeriğine ulaşırsa, a_w değeri düşüp ve patojenik bakteri gelişiminin önlenmesi,
3. Oksidatif süreçleri geciktiren fenolik antioksidan maddelerin su ürünleri dokularında ve yüzeyinde birikimi
4. Fenol, formaldehit ve nitrit gibi antimikrobiyal maddelerin birikmesi

2.3.1. Dumanlanmış Ürün Tanımı

Dumanlanmış ürün tanımı ön işlemlerle hazırlanmış su ürünlerinin odun, odun talaşı veya bunlardan elde edilen yoğunlaştırılmış sıvı dumanla (gıdalarda kullanıma uygun) muamele edilerek tüketime hazır hale ürünleri kapsamaktadır. Dumanla tekniklerinde kışın yaprağını döken sert reçinesiz ve aromatik ağaçların talaşı kullanımı ile kaliteli ürün edilmektedir. Genelde tütsülemeye kullanılan ağaç türleri gürgen, meşe, kavak, dişbudak, defne, kayın, ıhlamur ve mısır koçanlarıdır (Kundakçı, 1979b; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

2.3.2. Dumanlama İşlem Basamakları

Dumanlama için taze balıkların hazırlanması; balıkların büyüklüğüne, türüne ve istenen nihai ürüne bağlı olarak, çeşitli şekillerde yapılan ön işlem ve kesim işlemlerini içerir. Küçük balıklar pek çok bölgede yaygın olarak temizlenmeden bütün olarak dumanlanmaktadır (Vidaček ve Janči, 2016).

Daha büyük balıklar oluşabilecek acımtırak tadı ve aromasızlığı önlemek için genellikle ayıklanır ve uygun formlarda kesilmektedir. Bu balıklar, kuru veya ıslak tuzlama yöntemiyle tuzlanmakta, eklenen tuz ise ürünün duysal özelliklerini iyileştirirken yapılan dumanlama işleminin koruyucu etkisini sinerjik olarak önemli ölçüde artırmaktadır. Gıda renklendiricileri

ve nitrit gibi maddeler de tuzlu suya tüketici ürün beklentilerine göre eklenerek kullanılabilir. Tuzlamanın süresi, tuzlu suyun konsantrasyonu, balığın yağ içeriği ve önceki ön işlem ve kesim (balıkların büyüklüğü ve kalınlığı) ile ilişkilendirilmektedir (Vidaček ve Janči, 2016).

Dumanlama çeşitli geleneksel fırınlarda veya modern dumanlama odalarında mekanik olarak yapılabilir gibi, sıvı duman uygulaması da salamura daldırma, aerosol olarak, püskürtme (sprey) şeklinde ve basınç altında havayla uygulanabilmektedir (Vidaček ve Janči, 2016).

Dumanlama 30°C'nin üzerinde uygulanıyorsa “sıcak dumanlama”, dumanın sıcaklığı 30°C'yi aşmadığı durumlarda “soğuk dumanlama” ve sıvı formda uygulanıyorsa “sıvı dumanlama” olarak 3 grupta toplanmaktadır (Stołyhwo ve Sikorski, 2005).

2.3.2.1. Sıcak dumanlama

Sıcak dumanlamada ürün 50-85°C (pişmiş veya haşlanmış ürünlerde 25-50°C) sıcaklıklarda yaklaşık bir veya birkaç saat süresince dumanlanır (Motohiro, 1988) (Şekil 2.9). Dumanlama süresi 3-8 saat arasında değişiklik gösterebilir. Bir gece önceden salamurada bekletilen balıklar önce temiz suyla yıkanır ve sularından süzülür. Eğer ürünün bir miktar kuruması isteniyorsa sıcaklık düşürülerek dumanla muamele zamanı 2-3 güne çıkartılabilir. Son ürünün nem oranı %65-70, tuzluluk oranı ise %2-3 arasında olmaktadır. Çok yağlı balıklar sıcak dumanlamada tercih edilmemelidir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Ünlüsayın ve diğ., 2001).



Şekil 2.9: Sıcak füme uygulanmış alabalık örneği.

2.3.2.2. Soğuk dumanlama

Soğuk dumanlama prosesinde ise ürüne iki gün ila birkaç haftalık süre boyunca 12-25°C’de (15-30°C) dumanlama işlemi uygulanmaktadır (Belitz ve diğ., 2009; Motohiro, 1988). Soğuk dumanlamada dumanlama süresi 1 hafta-2 ay süre aralıklarında olabilmektedir.

Soğuk dumanlama öncesinde ürün kuru veya doymuş tuz çözeltisiyle muamele edilir. 3-7 gün boyunca tuzlamaya maruz bırakılır ve ardından tuzla muamelesi kesilen balıklar yıkanır ve bir süre askıda bekletilip fazla suyun akması sağlanır. 4-6 hafta olan uzun hazırlanma süresi dolayısıyla hava sıcaklığının düşük olduğu bölgelerde uygulanabilen bir metottur (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Motohiro, 1988). Dumanlanmış ürünler kısa raf ömürleri dolayısıyla mutlaka dondurulmuş veya soğutulmuş olarak muhafaza edilmelidirler (Poulter, 1988).

2.3.2.3. Sıvı Dumanlama

Sıvı dumanlama sıcak ve soğuk geleneksel dumanlama yöntemlerine alternatif oluşturan bir yöntemdir (Hattula ve diğ., 2001). Odun talaşı dumanının yoğunlaştırılmasıyla elde edilen sıvı duman aroması genellikle aroma artırıcı olarak kullanılır (Siskos ve diğ., 2007).

Sıvı duman, suda çözünebilen odun bileşenlerinin su içerisindeki çözeltisidir. Uygun ağaçlardan elde edilen odun ve talaş belirli bir nem içeriğine gelinceye kadar kurutulup, oksijen içeren fırınlarda yavaş yavaş yanması sağlanır. Oluşan dumandan katran ve uçucu küller uzaklaştırılır. Duman unsurları ters akımlı ekstraksiyon yöntemiyle absorbe edilir, istenen konsantrasyona ulaşana dek kondanase edilen duman 10 gün çözünmeyen katran bileşiklerinin çökmesi için bırakılır. Üstte kalan koyu renk ve yoğun kokuya sahip faz püskürtme veya daldırma yöntemiyle gıdaya uygulanır (Erkan, 2004).

Düşük maliyeti, kolay ve daha hızlı uygulanması, diğer dumanlama yöntemlerine göre çevreci olması ve ürün yüzeyine eşit derecede dağılması gibi nedenlerden dolayı avantajlı bir dumanlama yöntemidir (Simon ve diğ., 2005). Sıvı dumanlanacak ürün hazırlanırken duman sıvısına konulmadan önce solüsyon belli oranlarda seyreltilir ve % 0,5-2,00 oranında tuz eklenir. Bunun yanı sıra solüsyona baharat katkısı yapılarak da lezzet artırılabilir (Bykowski ve Dutkiewicz, 1996, Horner, 1997, Dillon ve diğ., 1994). Sıvı dumanlanmış üründe amaç kurutulacak veya konserve yapılacak ürüne fume aroması katmaktır (Aitken ve diğ., 1982). Ülkemizde sıvı dumanlanmış ürünlerle ilgili resmi bir uygulama şekli bulunmamaktadır (Çaklı, 2007).

2.3.3. Dumanlama Teknolojisini Etkileyen Faktörler

Füme balık ürünlerinin teknolojisi ve işlenmesi, hammadde özellikleri, iklim koşulları ve işleme ekipmanı nedeniyle farklı bölgelerde önemli ölçüde değişiklik göstermektedir (Vidaček ve Janči, 2016).

Füme balık ürünlerinin raf ömrü büyük ölçüde ham maddenin başlangıçtaki bakteriyel kontaminasyonuna bağlıdır. Dumanlama, tuzlama ve kurutma gibi işlemlerle birlikte uygulanmaktadır. Tuzlama, dumanlamadan önce hammaddeye uygulanan ön işlemlerden birisi olup, ürüne lezzet vermesiyle birlikte bakterilerin gelişmesini önleyici etki de göstermektedir (Goulas and Kontominas 2005; Yanar ve diğ., 2006; Gallart-Jornert ve diğ., 2007; Koral ve diğ., 2009). Bu durum, ön işlemlerde uygulanan salamura ve ön-kurutmadan ötürü a_w seviyesinin düşmesi, ısı muamelesine bağlı olarak çürütücü mikrofloranın inaktivasyonu, ürüne giren duman bileşenlerinin miktarı ve sıcaklık, hava nemi ve depolama sırasındaki oksijen seviyesi gibi etkenlerden kaynaklanır (Sikorski ve diğ., 1998).

Dumanlama işleminde kurutma önemli bir işlem basamağı olup, son ürün niteliği üzerinde etkilidir. Duman veriminin artmasında ön kurutma önemli bir yere sahiptir. Genel olarak duman içindeki organik bileşikler aldehit, fenol, keton, ester, organik asit, hidrokarbon, alkol ve çeşitli heterosiklik bileşiklerden oluşur. Antioksidan özelliğe sahip olan fenol, balığın duyu kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar (Kaba ve ark., 2009).

Ek olarak, özellikle sıcak dumanlamada ısının bazı parazitler, patojenik ve histamin oluşturan bakteriler üzerindeki öldürücü etkisine bağlı olarak, ürünün kalite ve güvenliğini de etkiler. Ayrıca, ürünün güvenliği, soğutma ve dondurma gibi depolama koşullarından önemli ölçüde etkilenir (Vidaček ve Janči, 2016).

Sıcak dumanlama gibi bazı işleme prosedürleri hammaddenin yeniden kontaminasyonu ile ilgili belirli tehlikeleri ortadan kaldıracak, paketleme ve depolama gibi daha sonraki aşamalarda patojen büyümesi mümkün olsa da, ön koşul program taleplerinin yerine getirilmesi ve GMP (Good Manufacturing Practices-İyi Üretim Uygulamaları) ve GHP (Good Hygiene Practices-İyi Hijyen Uygulamaları) prensiplerinin takip edilmesi şarttır (Vidaček ve Janči, 2016).

Füme ürünlerde düşük tuz içeriği ve kısa tuzlanma süresi parazit eliminasyonu için yeterli değildir. Sıcak füme balıkların işlenmesinde, sıcaklığın kontrol edilmesi genellikle ürünün yeterince uzun bir süre boyunca uygun sıcaklığa ulaşması gerekmesine rağmen, genellikle

parazit eliminasyonu için yeterli bir yöntemdir. Soğuk fümelenmiş ürünler ise, canlı parazitleri gidermek için fümeden önce veya sonra 24 saatten az olmamak üzere -20°C’de dondurulmalıdır (EC, 2004).

Dumanlanmış balık üretimiyle ilgili olası kimyasal tehlikeler arasında PAH’lar (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar) ile kirlenme ve füme üründe nitrozamin oluşumu yer almaktadır. Füme ürünlerde duman PAH’ların ana kaynağıdır; çünkü çok çeşitli PAH ve bunların alkillenmiş türevleri içerebilmektedir. Benzo (α) piren gibi bu kimyasal bileşiklerin çoğunun yüksek oranda kanserojen ve mutajenik olduğu bilinmektedir (Scientific Committee on Food, 2002).

Odun dumanında PAH oluşumu ve içeriği esas olarak üretilen dumanın sıcaklığından etkilenir. Stołyhwo ve Sikorski (2005), PAH içeriğinin odun talaşı veya talaş yığınının sıcaklığını 300-400°C’ye düşürerek ve filtre kullanımıyla azaltılabileceğini öne sürmektedir. Sıvı duman preparatları, reçineli maddeleri (en yüksek PAH içeriğiyle) filtrelemek ve ayırmak suretiyle üretilir ve sadece eser miktarda PAH içerir. Modern dumanlama teçhizatının uygun şekilde kullanılması halinde PAH kirliliğini en aza indirdiği, geleneksel fırınların ise duman üretim parametreleri üzerinde çok az kontrol olanağı sağladığı bilinmektedir. Sıcak dumanlanmış balıkların etindeki PAH içeriği, geleneksel fırınlarda üretilen bazı yoğun dumanlanmış ürünler yüksek seviyelerde PAH içerebilse de, farklı ulusal düzenlemeler tarafından belirlenen sınırları nadiren geçmektedirler (Stołyhwo ve Sikorski, 2005).

2.3.4. Dumanlanmış Ürünler

Dumanlanmış ürün teknolojisi, özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde çok gelişmiş olup bu ülkelerde su ürünleri geniş çapta dumanlanmaktadır. En çok tütsülenmiş ürün üreten ülkeler; Norveç, Hollanda, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Almanya ve İngiltere’dir. Dünyada su ürünlerini dumanlayarak işleyen diğer ülkeler ise; Polonya, Endonezya, Filipinler, Hindistan, Zambiya, Malezya ve Tayland’dır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Günlü, 2007).

Türkiye’de ise dumanlama teknolojisinin sınırlı tercih ve tüketimi bulunmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda bazı su ürünleri işleme tesislerinin bu teknolojiye ilgisi artmış özellikle alabalıkların dumanlanarak ihracatı ciddi boyutlara ulaşmıştır. Ülkemiz verileri incelendiğinde balık kapsamında (Tuzlanmış, Kurutulmuş, Dumanlanmış) ürünlerin ihracat miktarları 2014-

2016 yılları arasında artış göstererek sırasıyla 274.596, 269.512 ve 410.965 kg'a ulaşmıştır (TÜİK, 2017).

2.4. KOMBİNE TEKNİKLER

Gıdalarda uzun süreli ürün korunmasında kullanılan tuzlama, kurutma ve dumanlama gibi geleneksel işleme metotları tek başına sınır depolama süreçleri sunmaktadır. Bu nedenle son yıllarda vakum paketlenme, modifiye atmosfer paketlenme farklı ambalajlama gibi işleme teknolojilerinin de kombine bir arada kullanımı gibi modern uygulamalara talep artmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda bu yöntemlerin ekonomik getirilerindeki pozitif sonuçlara bağlı olarak uzun süreli ürün muhafazasında her zaman kullanılmaları önerilmektedir (Erkan, 2012). Tuzlama, kurutma, dumanlama gibi işleme yöntemleri balık taze olarak bulunmadığı zamanlarda, ürüne yeni aroma ve farklı sunum/pazarlama alternatifleri oluşturmak üzere bireysel veya birlikte uygulaması söz konusudur (Erkan, 2004). Bu teknikler kombine olarak uygulanarak daha uzun süreli raf ömrüne sahip lezzetli ve sağlıklı besinler oluşturulması Pazar beğenisine yeni ürünlerin sunulması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Kombine yöntemlerin kullanıldığı gıda muhafazası, çeşitli tekniklerin ardışık veya eşzamanlı uygulamalarını içerir. Kombine teknikler, gıda güvenliği veya stabilitesini sağlamak için tek başına birçok bireysel işlemin yeterli görülmediği durumlarda avantajlıdır. Bazı durumlarda kombine teknikler, tek bir işlemin daha hafif bir şekilde kullanılmasını sağlar ve bunun sonucunda gıda kalitesinde iyileşme sağlanır. Birkaç işleme teknolojisinin birleştirilmesi veya ardışık kullanımı ürün depolama sürecine etkisi gıda kalitesi ve güvenliği açısından ancak sinerjik bir etkiye sahipse tercih edilmektedir (Raso ve Barbosa-Cánovas, 2003).

Bu kombine uygulamalarla balıkların patojen ve saprofit mikroorganizmalarca kontamine olmalarına engel olunurken, enzim faaliyetlerini de engelleyerek raf ömrünün uzaması ve farklı olgunlaştırma prosesleriyle de kendine özgü lezzet ve aromaya sahip ürünler elde edilmektedir (Poligne ve Collignan, 2000).

2.4.1. Kombine Tekniklerle Geliştirilen Ürünler

Etin dumanlanması ile sağlanan değişik tat ve aromaya bağlı olarak taze etten tamamen farklı et ve balık ürünlerini elde edilebilmektedir. Böylece tüketimin çeşit yönünden zenginliği artmakta ve tüketici için çekicilik oluşturulabilmektedir (Kundakçı, 1979b).

Bazı balık ürünlerinde tuzlama ve kurutma teknikleri birlikte kullanılmaktadır. “Klippfish” adı verilen ürün de bunlardan biridir. Klippfish özellikle Almanya, Norveç, Newfoundland, İzlanda ve Faroe Adaları'nda popüler bir tüketim ürünüdür. Bu ürün genelde beyaz etli balıklar kullanılarak yapılmaktadır. Ürünün yapımında yağlı balık tercih edilmemektedir. Balıklar kafaları kesilir, içleri temizlenir, kuru tuzlanır ve balıklar kayalarda veya ahşap çerçevelerde güneşte kurutulur. Günümüzde kurutma işlemi genellikle iç mekanlarda elektrikli ısıtma ile yapılmaktadır. “Klippfish” üretimi için özellikle tercih edilen türler; morina, kömür balığı, mezgit ve mavi mezgit gibi diğer beyaz etli balıklardır (Schormüller, 1968; Xie ve Myrland, 2010; Ceballos, 2012).

Türkiye ve Yunanistan'ın Ege ve Marmara bölgelerinde yapılan geleneksel tuzlanmış ve kurutulmuş balık ürünleri ise “çiroz” olarak adlandırılır. Klippfish’ in aksine, çiroz yapımında yağlı balık türleri edilmektedir. *Trachurus trachurus*, *Trachurus mediterraneus*, *Scomber japonicus* ve *Scomber scombrus* gibi uskumru türleri olan yağlı balıklar yumurta dökümünden sonra (daha az yağ içeriğine sahip olduklarında) yakalanırlar. Kuru tuzlanarak, daha sonra hafif rüzgarlı, düşük nemli havada kurutulmaktadırlar. Ürünler genellikle vakumlu veya modifiye atmosfer ile paketlenir ve soğuk depo veya buzdolabı koşullarında saklanırlar (Özden ve diğ., 2001; Kolcuoğlu, 2013). Ülkemizden kombine işlenmiş ürün örnekleri Şekil 2.10’da görülmektedir.



Şekil 2.10: Ülkemizden kombine tekniklerle üretilmiş Füme Mersin balığı ve Uskumru Çiroz örnekleri.

Bu çalışmada, ülkemizde taze balıkla kısıtlı kalan yetiştiricilik sektörünün pazarını genişletmek, katma değerli uzun dayanım ömrüne sahip alternatif ürünler sunarak tüketicinin taleplerini artırmak, gıda güvenliği bakımından tercih edilir işlenmiş su ürünlerinin sektöre kazandırılması amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda Türkiye'nin en önemli yetiştiricilik balıklarından Gökkuşağı alabalığı ve granyöz kombine yöntemlerle işlenmek üzere seçilmiştir. Bu balıklara sıvı duman aroması ile birlikte kuru tuzlama ve soğukta hava akımında kurutma teknikleri birlikte uygulanıp tüketicisi nezdinde beğeni düzeyi ve ürünlerin raf ömürleri belirlenerek ülkemizde bu konudaki çalışmalara öncülük edilmeye çalışılmıştır.



3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

Bu tez çalışmasında materyal olarak Türkiye’ de yetiştiriciliği yoğun olarak yapılan Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Granyöz (*Argyrosomus regius*) kullanılmıştır.

Gökkuşaağı alabalıkları Kuzey Su Ürünleri Ltd. Şti.’nden strafor (polystyren) kutularda buzlanmış olarak soğuk zincir kırılmadan 13 saatlik süreçte İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Analiz Laboratuvarları’na getirilmiştir. Balıkların fiziksel ölçümlerinde örneklerin ortalama $66,08 \pm 3,43$ cm boy ve $4381,23 \pm 809,64$ g ağırlıkta olduğu hesaplanıp, yaklaşık 56 kg ağırlığındaki toplamda 13 adet alabalık çalışma için laboratuvarlarımızda ön işlemlere alınmıştır (Şekil 3.1.).



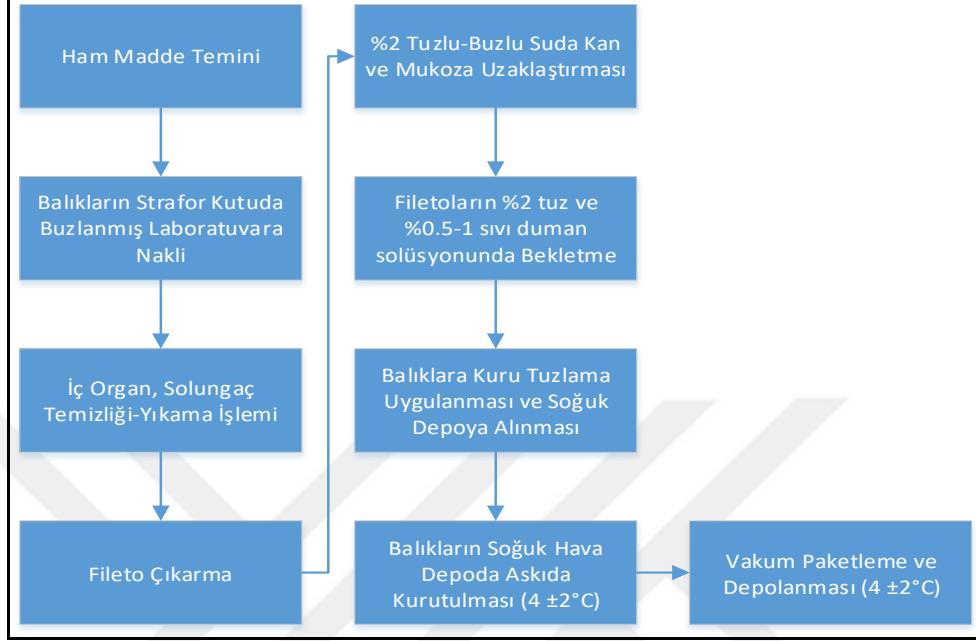
Şekil 3.1: Fileto işleminden önce ağırlık ve boy ölçümü yapılan Gökkuşaağı alabalığı örneği.

Granyözler ise Metro Toptancı Market’lerinden tedarik edilen toplamda yaklaşık 50 kg’lık polystyren kutular içerisinde buzlu olarak İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Analiz Laboratuvarlarına ulaştırılmıştır, örneklerin ortalama boy değerleri $58,67 \pm 2,52$ cm ile ağırlıkları 2053 ± 253 g olarak ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Fileto işleminden önce ağırlık ve boy ölçümü yapılan Granyöz.

Fiziksel verilerin ölçümü sonrası alabalık ve Granyöz balıklarına ön işlemler, tuzlama, kurutma ve sıvı dumanlama Şekil 3.3’de verilen akış şemasına göre uygulanmıştır.



Şekil 3.3: Balıklara ön işlem, tuzlama, kurutma ve sıvı duman uygulama, ambalajlama/depolama süreci akış şeması.

3.1.1. Gökkuşağı Alabalığının Ön Hazırlığı ve İşlenmesi

Fileto şeklinde kesilmiş ve su ile yıkama işlemi yapılan Gökkuşağı alabalıkları %2’lik tuzlu buzlu suda bekletilerek kan ve mukozadan da arındırılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: İç organları çıkartılmış, %2’lik tuzlu buzlu suda arındırılan filetolar.

Alabalıklar sıvı duman içeren AS grubu ve içermeyen AK grubu şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Sıvı duman grubu filetoları %2 tuz ve % 0.5-1 sıvı duman (Alfasol-Türkiye gıdaya uygun sıvı duman) solüsyonunda 18-24 saat bekletilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Tuz-Sıvı duman solüsyonunda 18 saat bekletilen filetolar ile uygulamada kullanılan Alfasol marka sıvı duman.

AK ise doğrudan kuru tuzlama işlemine alınmıştır. Kuru tuzlama işleminde balık eti:tuz oranı 1:3 şeklinde, Kar Tuz Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti'nden alınan Karıncabaş tuz ile bir kat tuz bir kat balık olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.6 ve 3.7). Tuzlama işlemi geniş hacimli kapaklı plastik kaplarda gerçekleştirilmiştir. 18 saat sonunda sıvı duman işleminden alınan AS grubu filetoları da aynı işleme tabi tutulmuşlardır. Kuru tuzlanan balıklar 5 gün boyunca soğuk hava deposunda ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) bekletilmişlerdir (Şekil 3.8).



Şekil 3.6: Plastik kaplarda tuzlanan Gökkuşaağı alabalığı filetoları.

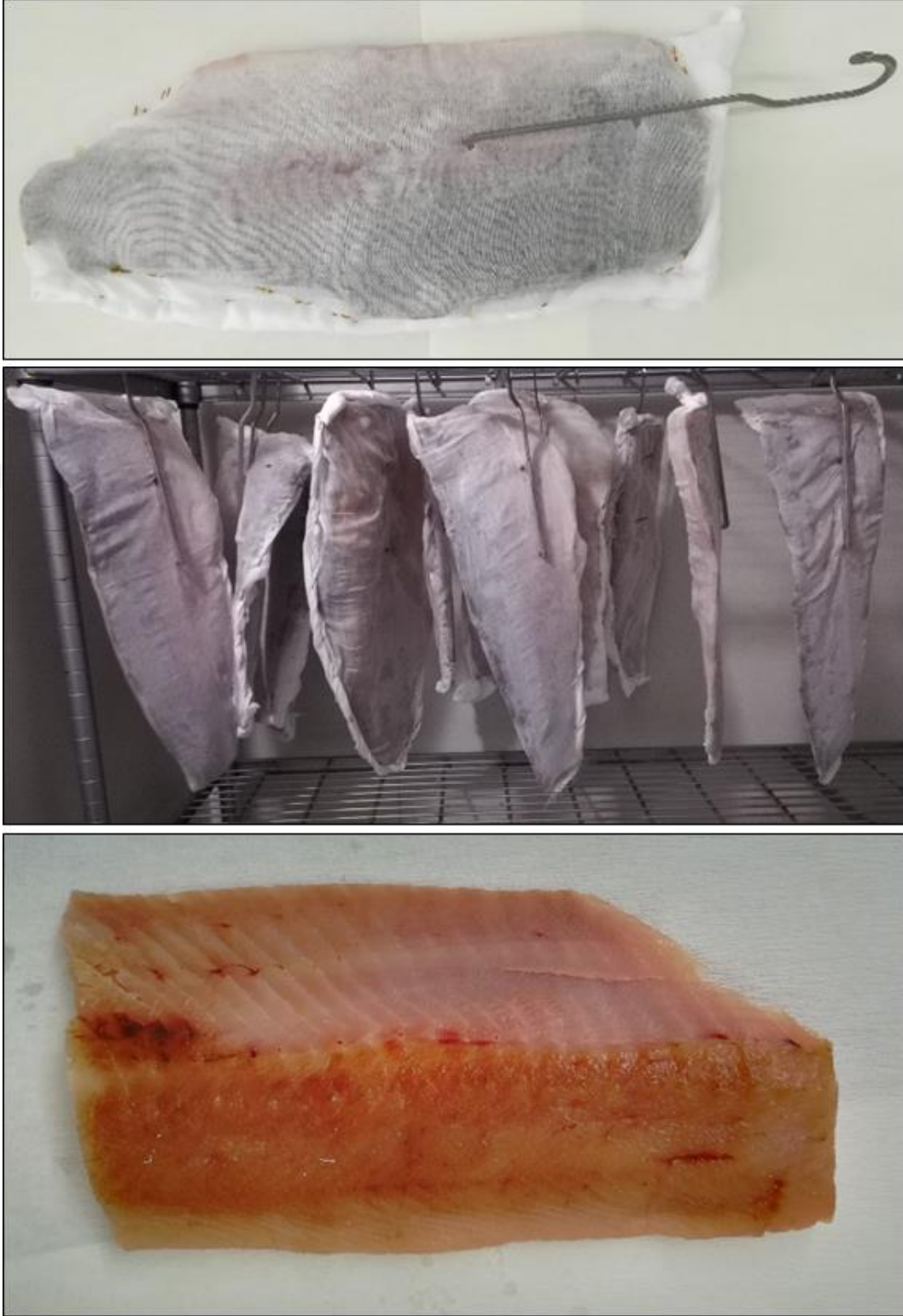


Şekil 3.7: Tuzlama işleminde kullanılan karıncabaş tuz.



Şekil 3.8: Tuzlama işleminden sonra soğuk depoya konulan örnek muhafaza kapları.

Tuzdan çıkan AK ve AS grubu filetolar üzerindeki fazla tuz partikülleri süpürülerek kurutma işlemine alınmak üzere askıya hazırlanmıştır (60 x 45 cm'lik tülbent kumaşa sarılarak). Şekil 3.9.'de görüldüğü üzere kurutma işlemi filetoların kanca yardımıyla $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de bağıl nemi kontrollü soğuk hava deposunda 4 gün boyunca asılı bırakılması suretiyle gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9: Tülbent kumaş ile sarılan ve soğuk hava deposunda kurutmaya alınan filetolar ve kuruma sonrası görünüm.

3.1.2. Granyöz Balığının Ön Hazırlığı ve İşlenmesi

Gökkuşığı alabalıklarına uygulanan işlemler Granyözlere de uygulanarak (fileto şeklinde kesim, su ile yıkama ve %2'lik tuzlu buzlu suda bekletme) kan ve mukozadan örnekler maksimum düzeyde arındırılmıştır.

Sıvı duman içeren GS grubu ve içermeyen GK grubu şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Sıvı duman grubu filetoları %2 tuz ve %0,5-1 sıvı duman (Alfasol-Türkiye gıdaya uygun sıvı duman) solüsyonunda 18-24 saat bekletilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.10: %2 tuz ve %0,5-1 sıvı duman solüsyonunda 18-24 saat bekletilen filetolar.

GK grubu ise doğrudan kuru tuzlama işlemine alınmıştır. Kuru tuzlama işleminde balık eti:tuz oranı 1:3 şeklinde, Kar Tuz Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti'nden alınan karıncabaş tuz ile bir kat tuz bir kat balık olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.7). Tuzlama işlemi geniş hacimli kapaklı plastik kaplarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8). 18 saat sonunda sıvı duman işleminden alınan AS grubu filetoları da aynı işleme tabi tutulmuşlardır. Kuru tuzlanan balıklar 5 gün boyunca soğuk hava deposunda ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) bekletilmişlerdir (Şekil 3.11).

Beş günlük tuzda olgunlaştırma işleminden sonra filetolarının üzerindeki fazla tuz partikülleri süpürülerek filetolar bağıl nemi kontrollü soğuk hava deposunda askıya alınmak (tülbentte sarma işlemi yapılarak) suretiyle 2 gün boyunca soğuk havada ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) kurutma işlemi uygulanmıştır. Şekil 3.12'de görüldüğü üzere kurutma sonunda kumaştan çıkartılan filetoların derileri çıkartılmak suretiyle paketlemeye alınmıştır.



Şekil 3.11: Granyöz filetolarının kuru tuzlanma işlemine ait fotoğraflar.



Şekil 3.12: Kurutma sonrasında fileto örneği.

3.1.3. Paketleme

Kurutma sonunda derileri çıkartılan Gökkuşaağı alabalığı ve Granyöz düşük yoğunluklu polietilen / etilen vinil alkol-hol / polietilen poşet (LDPE / EVOH / LDPE) kullanılarak Şekil 3.13 ve 3.14'teki gibi 150 g'lık ve 50 g'lık ambalajlarda vakum paketlemek suretiyle raf ömrü çalışmaları için depolanmaya hazır hale getirilmiştir. Paketlemede kullanılan materyal, Systech 8000 (Systech Instruments Ltd, A.B.D.) cihazı ile ölçümü yapılan 175 ve 194 mL/m²/gün özellikteki bariyerli vakum ambalajdır. Vakum paketle sürecinde HenkoVac marka (E-173, Hollanda) paketleme cihazı (999 mbar vakum) kullanılmıştır. Paketler raf ömrü analizleri için 4±2°C'de bağıl nemi kontrollü soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.13: Vakum paketlenen işlenmiş Gökkuşaağı alabalıkları.



Şekil 3.14: Vakum paketlenen işlenmiş Granyöz.

3.2. YÖNTEM

Taze ve işlem prosesleri sürecinde tuzlanmış, kurutulmuş, sıvı duman uygulanmış ara ürünler dahil natürel (kontrol) ve sıvı dumanlı son ürünlerde besin bileşimi (Protein, Yağ, Nem ve Kül) ile birlikte pH ve tuz analizleri yapılmıştır. Ürün gruplarımızda [Natürel sadece tuzlama ve kurutma uygulanmış Gökkuşaağı alabalığı (AK) ve Granyöz (GK) grubu ile bu işlemlere ilaveten sıvı duman uygulanmış Gökkuşaağı alabalığı (AS) ve Granyöz (GS) grubu] pH, kimyasal (TVB-N, TMA-N, TBA), mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik bakteri, toplam mezofilik anaerobik bakteri ve maya- küf analizi) ile duyu analizler her 10 günde bir (her bir deney grubu için ayrı vakum paket açılmak suretiyle) raf ömrü süresince yapılmıştır. Tüm çalışma boyunca yapılan deneyler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Besin Bileşimi Analizleri

3.2.1.1. Ham Protein Analizi

Ham protein tayini AOAC 981.10 Kjeldahl metoduna (AOAC, 1984) göre VELP SCIENTIFICA, (DK8, İtalya) yakma ünitesi ve protein destilasyon (UDK 149, İtalya) cihazları kullanılarak yapılmıştır.

Bir gram ($\pm 0,0001$ g hassasiyetinde) balık örneği (Ohaus, PA214C, Çin) azot içermeyen tartım kâğıdına tartılmak suretiyle iki adet protein tableti ile beraber Kjeldahl tüpü içerisine yerleştirilmiş, üzerlerine 20 mL sülfirik asit ve 5 mL hidrojen peroksit ilave edilerek tüplerdeki karışım ile oluşan reaksiyon bitip soğuyana kadar bekletilmiştir. Reaksiyon sonrası tüpler yakma ünitesine yerleştirilmek suretiyle aşağıda verilen yakma programı uygulanmıştır (Şekil 3.15):

- 250°C'de 30 dakika.
- 350°C'de 30 dakika.
- 420°C'de 60 dakika.



Şekil 3.15: Protein yakma ünitesine yerleştirilen balık örnekleri.

Yakma işlemi sonrası Kjeldahl tüpleri içerisinde elde edilen çözelti protein destilasyon cihazı (VELP scientifica, UDK 149, İtalya) kullanılarak %35'lik sodyum hidroksit ile destile edilmiştir (Şekil 3.16). Destilasyon sonucu erlende toplanan distilata 4-5 damla Taşhiro indikatörü eklenerek 0,2N HCl asit ile titre edilmek suretiyle aşağıdaki formüle göre ham protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\%Protein = (Harcanan\ HCl - K\ddot{o}r) \times 6.25 \times 0.2803$$

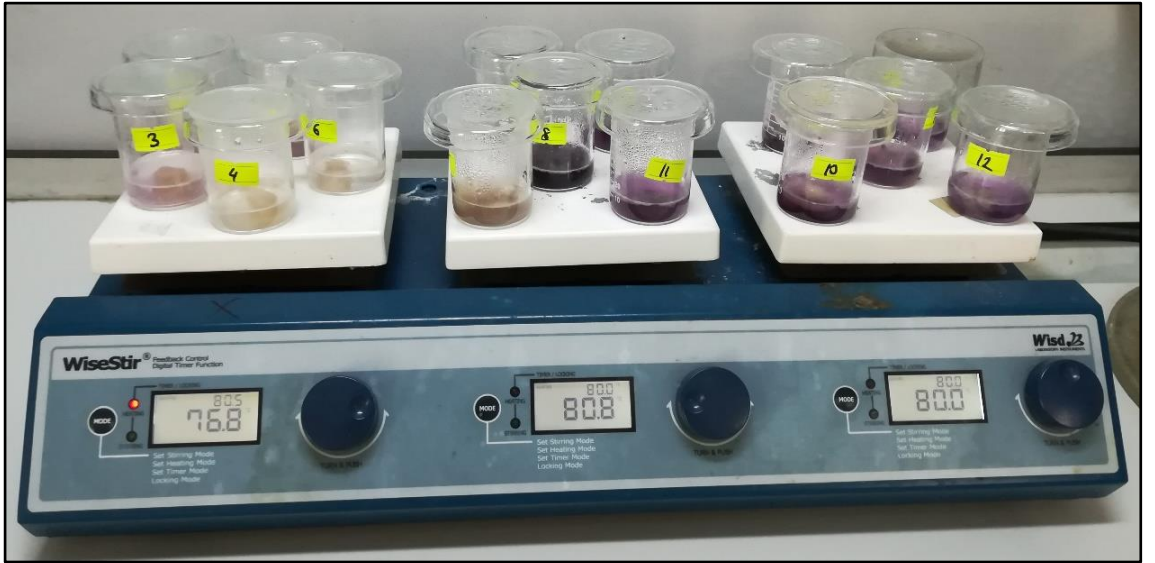


Şekil 3.16: Yakma ünitesinden sonra protein reaksiyon tüpünün destilasyon işlemi.

3.2.1.2. Yağ Analizi

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

- 2-2,5 g balık eti 100 mL'lik beher içerisinde hassas terazide (0,0001 g, Ohaus, PA214C, Çin) tartılır
- Balık eti üzerine 2 mL su ve 6 mL HCl (%37'lik) asit eklenerek cam çubuk yardımıyla ezilir ve çubuk 6 mL HCl (%37'lik) asit ile yıkanır
- Karışım 80°C plaka ısıtıcılar üzerinde çeker ocak koşullarında 90 dakika hidrolize edilir (Şekil 3.17)
- İşlem sonrası beher ve içerisindeki örnekler 7 mL etanol ve 20 mL aseton ile yıkanarak 50 mL cam kapaklı santrifüj tüplerine alınır
- Tüpler vorteks yardımıyla (1 dakika) içeriğin iyice karışması sağlanır
- 15 mL petrol eter tüplere ilave etmek suretiyle karıştırma işlemi tekrar edilir
- Ayrım tabakaları gözle görünür olana kadar beklenerek üst faz darası alınmış balona aktarılır (santrifüjde kullanılabilir)
- Aynı işlem 25 mL petrol eter ilave edilerek üç kere tekrar edilir
- Rotary Evaporator (Buchi Rotavapor, R-3000, İsviçre) kullanılarak balondaki petrol eter fazının uçurulması suretiyle yağ elde edilir



Şekil 3.17: Plaka üzerinde ısıtılan yağ analizi örnekleri.

Yağ içeriğiyle birlikte balonlar etüvde (Wise Ven, Won-105, Güney Kore) son tartıma alınmak üzere (105°C’de üç saat boyunca nem uzaklaştırması) neminden arındırılır. Etüv sonrası soğuması desikatörde gerçekleştirdikten sonra oda sıcaklığında 0,0001 g hassasiyetli terazide tartım işlemi yapılarak yağ miktarı % veya g/100g olarak hesaplanır.

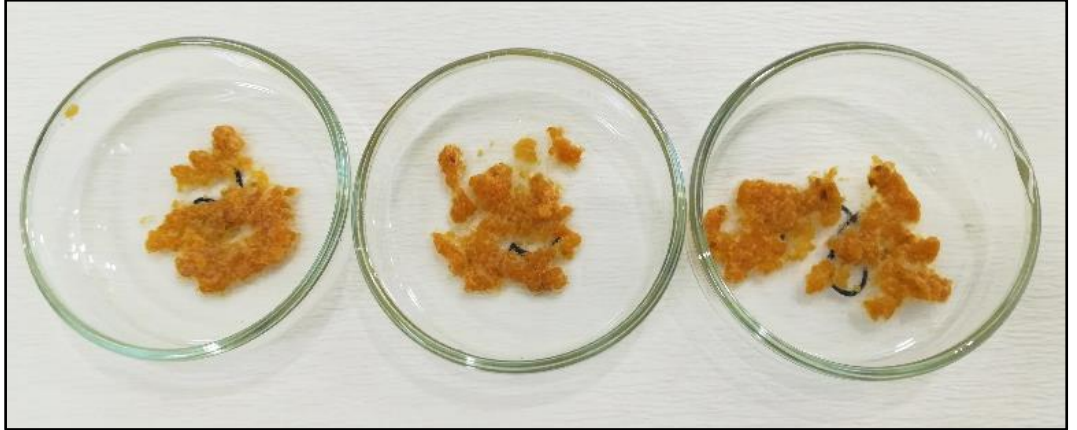
$$\text{Yağ Miktarı} \left(\frac{g}{100g} \right) = \frac{[\text{Ekstraksiyon sonrası ağırlık} - \text{Balon darası}] \times 100}{\text{Örnek ağırlığı (g)}}$$

3.2.1.3. Nem Analizi

AOAC 980.46 (1998a) metodu nem analiz tayininde kullanılmıştır. Yaklaşık 1-1,5 g (0,0001 g hassasiyette) homojenize balık eti örneği darası alınmış bir petri kabına tartılır. Örnek ile birlikte petri kabı 105°C’de sabit tartıma gelene kadar etüvde (Wise Ven, Won-105, Güney Kore) bekletilir. Şekil 3.18’de sabit tartıma gelen petrilere yüzde nem sonuçları, desikatörde soğutulduktan sonra 0,0001 g hassasiyetinde terazide tartılarak aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\%Nem = \frac{(M1 - M2)}{m} \times 100$$

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



Şekil 3.18: Hassas terazide ölçümü yapılan nem örneği petrilere.

3.2.1.4. Kül Analizi

Kül analizi AOAC 938.08 (1998b) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılacak porselen krozeler 550°C’de 6 saat boyunca kül fırınında (Protherm, PLF 100/6, Türkiye) bekletildikten sonra desikatörde soğutulmak suretiyle tartıma hazır hale getirilmiştir. Hassas terazi (Ohaus, PA214C, Çin) kullanılmak suretiyle içlerine balık etinden 1-1,5 g (0,0001 g hassasiyette) tartılan krozeler 3 saat, 550°C kül fırınında tutulmuştur. Yakılan örnek ve krozeler soğutma işlemi (desikatörde) sonrası krozelerin tartım işlemiyle birlikte % kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanır (Şekil 3.19).

$$\%Kül = \frac{(M2 - M1)}{m} \times 100$$

M₁: Sabit tartım getirilen krozelerin ağırlığı/g

M₂: Örnekle yakılan kroze ağırlığı/g

m: Örnek ağırlığı/g

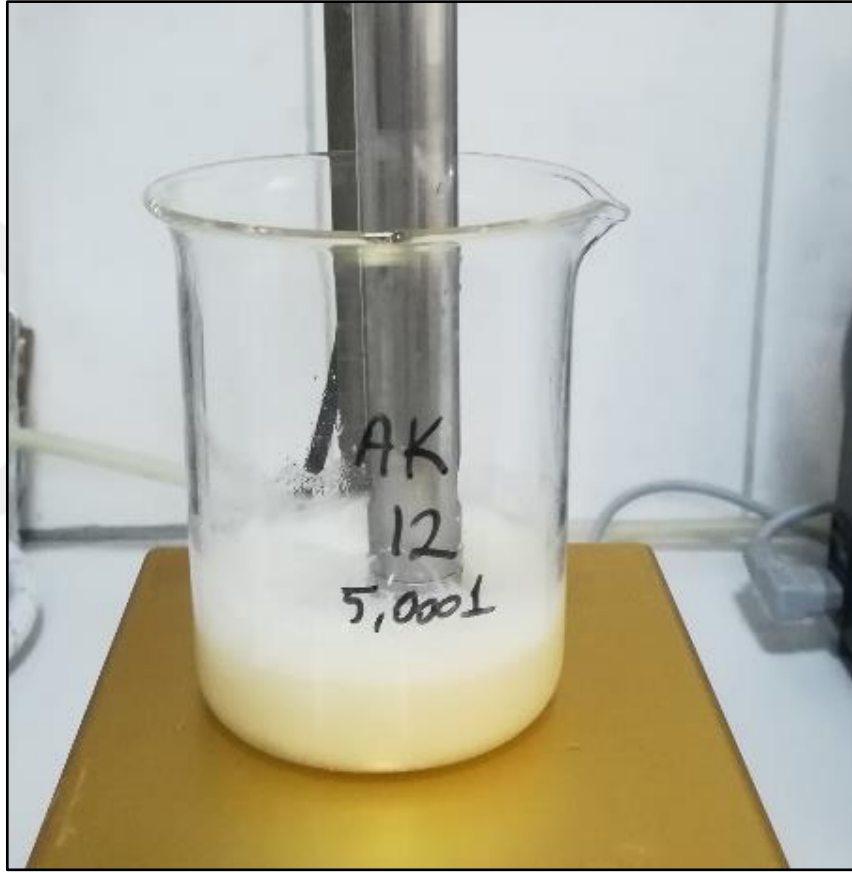


Şekil 3.19: Kül fırınında yakılan balık eti örneği.

3.2.2. Kimyasal Analizler

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

TVB-N analizleri, Avrupa Birliği'nin 1995 yılında yayınladığı referans limit değerlere uygun olarak Antonocopoulos ve Vyncke (1989) yöntemine göre yapılmıştır. 10 g balık etine, 90 mL %6,5'luk perklorik asit solüsyonu ilave edilip, 1-2 dk süreyle IKA Ultra Turrax (Janke&Kunkel, T-25, Almanya) ile karıştırılıp homojen hale getirilmiştir (Şekil 3.20).

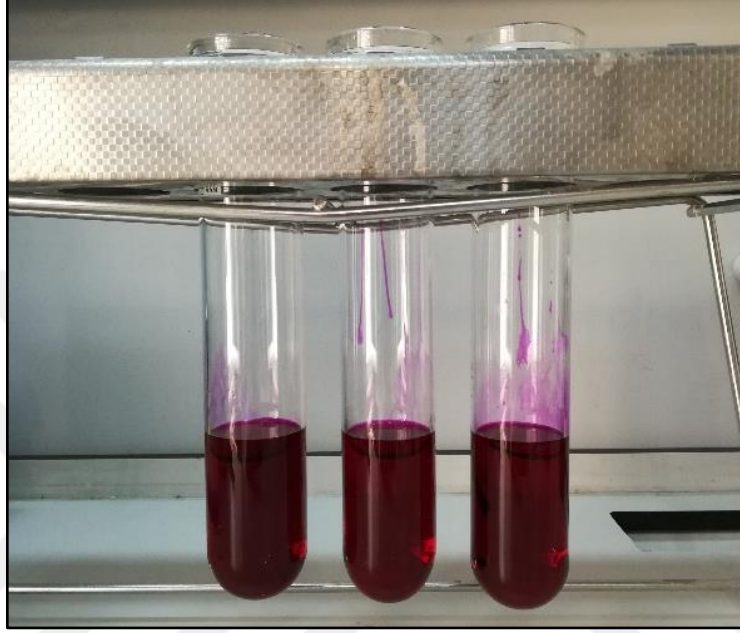


Şekil 3.20: TVB-N analizlerinde kullanılmak üzere için balık etinin perklorik asit ile homojenizasyonu.

Karıştırılan örnekler 1-2 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra kaba filtre kâğıdından süzülerek 250 mL'lik erlen mayerlere aktarılmıştır. Elde edilen destilattan 50 mL Kjeldahl tüpüne alınmış, üzerine 50 mL destile su, 5-10 mL %20'lik NaOH (pembe renk oluşana dek), 1 mL fenolftaleyn (%95'lik alkolde hazırlanmış) ve bir kaç damla köpük önleyici eklenmiştir. Toplama ünitesine yerleştirilecek olan erlen içine 10 mL %3'lük borik asit (H_3BO_3), 100 mL saf su ve 4-5 damla Taşiro indikatörü eklenip, destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.21). İşlem sonucu erlende elde edilen destilat 0,01 N HCl asit ile homojen bir pembe-menekşe

renk oluşuncaya kadar otomatik dijital büret (BRAND GMBH Titrette, Almanya) ile titrasyon edilerek TVB-N değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$TVB - N \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{(\text{Örnek için harcanan HCl} - \text{Köre harcanan HCl}) \times 14 \times 0,01 \times 2 \times 100}{\text{Örnek ağırlığı}}$$



Şekil 3.21: Homojen süzüntüye NaOH ve fenolftaleyn eklenerek oluşan pembe-menekşe renk.

3.2.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Tayini

TMA-N analizi Erkan ve Özden (2008) tarafından verilen metoda göre yapılarak, hesaplaması standartlara karşı okunan absorbans değerlerinin verdiği sonuçlarla elde edilen eğriden hesaplanır.

TMA-N standartlarının hazırlanması ve okuması:

0.170 g Trimetilamonyum klorid'in 100 mL'lik balon jodede saf su ile çözündürülmesi suretiyle stok standart hazırlanır.

Sıra ile aşağıdaki stok standarttan seri standartlar hazırlanır (Şekil 3.22).

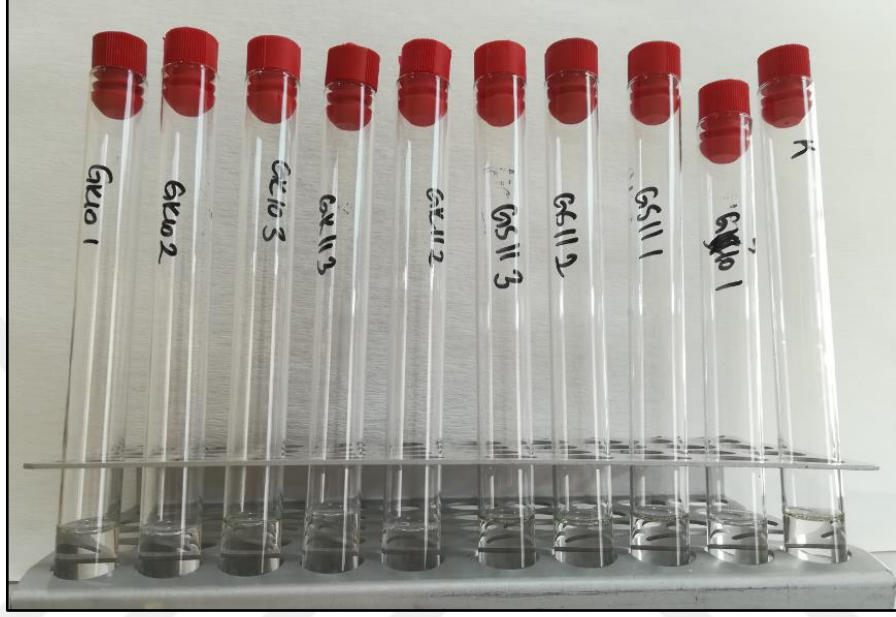
Standart 1: Stok standarttan 1 mL alınır ve balon jodede 100 mL'ye saf su ile tamamlanır.

Standart 2: Stok standarttan 2 mL alınır ve balon jodede 100 mL'ye saf su ile tamamlanır.

Standart 3: Stok standarttan 3 mL alınır ve balon jodede 100 mL'ye saf su ile tamamlanır.

Standart 4: Stok standarttan 4 mL alınır ve balon jojede 100 mL'ye saf su ile tamamlanır.

Seri standart çözeltilerinden 4'er mL alınarak deney tüplerine aktarılmış ve örnek okuma prosedürleri standartlar için de uygulanmıştır.



Şekil 3.22: TMA-N'un reaktif tüplerine toluol faz aktarımı.

TMA-N analizinde kullanılmak üzere, 10 g balık etine 90 mL %7,5'luk TCA (triklorasetik asit) solüsyonu ilave edilip, IKA Ultra Turrax (Janke&Kunkel, T-25, Almanya) ile 1-2 dk süreyle karıştırılmıştır. Homojen hale gelen karışım örnekler 1-2 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra kaba filtre kâğıdından süzülerek 250 mL'lik erlen mayerlere aktarılmıştır. Elde edilen homojen solüsyondan 4 mL süzüntü alınarak deney tüplerine konur, tüplerin üzerine 1 mL %20'lik formaldehit ve 3 mL %45'lik KOH i lave edildikten sonra 10 mL toluol eklendikten sonra vorteksle (Labart MVS-1, Çin) 2 dakika süresince karıştırılıp faz oluşumu sağlanmıştır. Üst fazda birlikte tutunan uçucu bileşikler ve toluol fazından 5 mL alınarak deney tüpüne aktarılır ve üzerine okuma öncesinde 5 mL toluolde hazırlanmış %0,02'lik pikrik asit ilave edilmiştir. Cam küvezlerde UV-VIS spektrofotometrede 410 nm'de (PG Instruments UV/VIS Spektrometer, T80+, İngiltere) köre karşı okuması yapılmıştır. TMA-N değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$TMA \text{ değeri } \left(\frac{mg}{100g} \text{ balık eti} \right) = \text{Standart eğriden okunan TMA değeri} \times \text{dilüston faktörü} / \text{Örnek ağırlığı}$$

3.2.2.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini

TBA deneyi Erkan ve Özden (2008) tarafından verilen metoda göre yapılmış olup, hesaplaması standartların eğrileri üzerinden oluşturulan denklem (Eğrinin denklemi) vasıtasıyla seyreltme faktörünün kullanımıyla yapılmıştır.

1. TBA standartlarının hazırlanması ve okuması:

Malonaldehid bis (diethylacetal) (TEP) 50 µL, 100mL'lik beherde 50mL 0,1N HCl ile dilüe edilerek petri ile üstü kapatılarak plaka üzerinde çeker ocak içinde 100°C'de 10 dakika ısıtılarak reaksiyona sokulur.

Stok standardı hazırlamak için elde edilen hidrolize asetalin 2,4 mL si 100 mL'lik balon jodede saf su ile işareti kadar tamamlanır. Standart 1, 2, 3 ve 4 aşağıda gibi hazırlanmıştır:

- Standart 1: Stok standarttan 1 mL alınır ve balon jodede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır
- Standart 2: Stok standarttan 3 mL alınır ve balon jodede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır
- Standart 3: Stok standarttan 5 mL alınır ve balon jodede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır.
- Standart 4: Stok standarttan 7 mL alınır ve balon jodede 50 mL'ye saf su ile tamamlanır

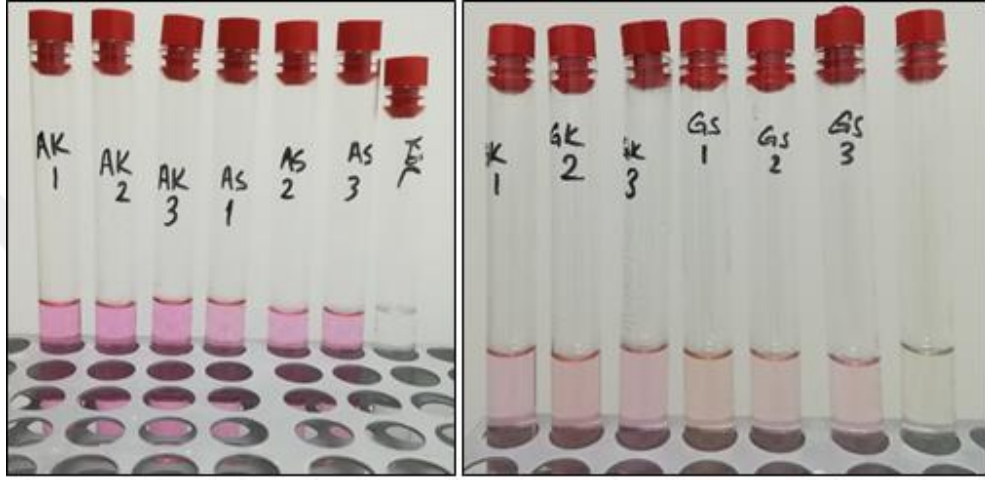
Deney tüplerine bu standartlardan 5 mL alınarak üzerine aynı miktarda TBA reaktif solüsyonu eklenerek 80°C'de 30 dakika süresince su banyosunda tutularak soğutulma işlemi sonrası 532 nm'de UV-VIS spektrofotometre ile okuması yapılmıştır.

2. TBA deneyi ve okuması:

IKA Ultra Turrax kullanılarak, 10 g balık etine 90 mL %5'lik TCA solüsyonu ilave edilip üzerine etanolde 1 g/L olacak şekilde hazırlanan BHT (Butylated hydroxytoluene)'den 500 µL eklenir ve karışım 1-2 dk homojen hale gelinceye dek karıştırılmıştır. Homojen hale gelen karışım örnekler 1-2 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra kaba filtre kâğıdından süzülerek 250 mL'lik erlen mayerlere aktarılmıştır. Elde edilen örnek süzüntü solüsyonundan 5 mL süzüntü alınarak deney tüpleri içerisine aktararak üzerine 5 mL TBA reaktif solüsyonu

(Thiobarbituric acid, 0,02 mol/L %10'luk glasiyel asetik asitte hazırlanmış) ilave edildikten sonra tüpler 80°C'de 30 dakika su banyosunda tutulmuştur. Metodu takiben tüpler soğutulup 532 nm'de UV-VIS spektrofotometrede köre (TCA kullanılır) karşı okuma yapılmıştır (Hamre, 2001) (Şekil 3.23).

Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden hesaplanarak aşağıdaki formülde yerine konarak sonuçlar bulunmuştur.



Şekil 3.23: TBA tüpleri su banyosundan çıktıktan sonraki renk değişimi.

$$TBA \text{ değeri } \left(mg \frac{MDA}{kg} \text{ balık eti} \right) = \frac{\text{Standart eğriden okunan MDA değeri} \times \text{dilüsyon faktörü}}{\text{Örnek ağırlığı}}$$

3.2.2.4. pH Analizi

pH ölçümü, olarak pH metre (Inolab, pH level 1, Germany) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Homojenize örneklerden 1/10 (w/v) karışım elde edilecek şekilde 1 gram et tartılarak üzerine 100 mL saf su ilave edilmek suretiyle IKA Ultra Turrax (Janke & Kunkel, T25, Almanya) cihazıyla çekilmiştir. Kalibrasyonu önceden yapılmış pH metre cihazının probunun bu karışıma daldırılması suretiyle pH okumaları yapılmıştır (Vyncke, 1981).

3.2.2.5. Tuz Analizi

Tuz analizi Varlık ve diğ. (2007) tarafında verilen tuz analizi yöntemine göre yapılmıştır. Analizi yapılacak homojen parçalanmış örnek 250 mL'lik erlene 20 g tartılarak üzerine 100 mL saf su ilavesiyle 45 dk boyunca su banyosunda (kaynar halde) tutulmak suretiyle kaba filtre kağıdından 250 mL'lik balon jojeye süzülerek aktarılmış ve işareti kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Analizin devamında 20 mL süzüntü erlene alınarak, üzerine 2,5 mL %5'lik potasyum kromat ($K_2Cr_2O_4$) eklenerek 0,1 N gümüş nitrat ($AgNO_3$) ile titre edilmiş ve aşağıdaki formüle dayalı olarak sonuçlar hesaplanmıştır (Şekil 3.24).

$$\%Tuz (g) = \frac{(0.00585 \times V)}{m} \times SF \times 100$$

V= Harcanan $AgNO_3$ çözeltisinin hacmi (mL)

m= Alınan numune miktarı (g)

SF= Seyreltme faktörü



Şekil 3.24: Titrasyon öncesi ve sonrası süzüntüde oluşan renk dönüşümü (kiremit kırmızısı renk).

3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerin örnek alımı aseptik şartlarda gerçekleştirilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri, psikrofilik aerobik bakteri ve mezofilik anaerobik bakteri sayımı için FDA'nın (Food and Drug Administration) (1984) dökme plak yöntemi kullanılmıştır. Her grup için, 10'ar gram balık eti aseptik koşullarda steril kabin içerisinde steril poşetlere alınarak üzerlerine steril 90 mL %0,1'lik tuzlu meat pepton (Himedia RM635-500G, India) ilave edilerek Stomacher cihazında (IU Instruments, İspanya) oda sıcaklığında 1-2 dakika süresince dilimli balık eti parçalanmış ve homojen bir solüsyon elde edilmiştir. Elde edilen homojen solüsyonlardan 1 mL örnek alınarak 9 mL tuzlu meat pepton ile 1:9 oranında seyreltilmek suretiyle steril deney tüplerine aktarılmıştır. Hazırlanan dilüsyon tüpleri vorteks (Elektro-Mag, M16, Türkiye) yardımıyla homojen olarak karıştırılmıştır. Stok dilüsyondan (10^{-1}) diğer dilüsyonlar hazırlanmıştır. Tüm bu işlemler her grup için iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan

besiyeri, pepton ve dilüsyonlara Hernández-Herrero ve diğ. (1999)'in belirttiği üzere %3,5 tuz ilave edilmiştir.

3.2.3.1. Mezofilik Aerobik Bakteri

Mezofilik aerobik mikroorganizmalar dökme plak yöntemine göre Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) besiyeri kullanılmak suretiyle 37°C'de 24-48 saat inkübasyon sonrası log kob/g olarak hesaplanarak yapılmıştır.

3.2.3.2. Psikrotrofik Bakteri

Psikrotrofik bakteri deneyleri de mezofilik aerobik mikroorganizmalardaki yöntem kullanılmak suretiyle 7°C'da 10 gün inkübe edilerek sonuçlar log kob/g olarak değerlendirilmiştir.

3.2.3.3. Mezofilik Anaerobik Bakteri

Mezofilik anaerobik bakteri deneyleri de PCA'da (Merck, Almanya) dökme plak yöntemi kullanılarak 37°C'de CO₂'li inkübatör (Heal Force, HF90 CO₂ İnkübatör, Çin) içerisinde muhafaza edilerek 24-48 saat sonucunda elde edilen sonuçlar log kob/g olarak değerlendirilmiştir.

3.2.3.4. Maya-Küf

Maya ve küf analizleri için yayma plak yöntemi kullanılarak Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar ile uygulanıp, yayılan petriler 25°C'de 10 gün muhafaza edilerek üreyen koloniler üzerinden sonuçlar hesaplanmıştır.

3.2.4. Duyusal Analizler

Duyusal analizlerde Varlık ve diğ. 2007'ce verilen hedonik duyusal skala kullanılıp değerlendirmeler 5 deneyimli panelistin (1 erkek ve 4 kadın, yaş aralığı 28-45) katılımıyla laboratuvar koşullarında (oda sıcaklığında) raf ömrü sürecinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.25).

Duyusal skalada 10-9 puan arası "Mükemmel"; 8.9-8 puan "Çok iyi"; 7.9-6 "İyi"; 5.9-5 "Yeterli" ve ≤ 4.9 "Tüketilmez" olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.1.).



Şekil 3.25: Sunulan duyuşal gruplarından bir örnek.

Tablo 3.1: Panelistlere sunulan duyuşal tablo örneğı.

İsim & Soyad: Panel tarihi ve saati:						
		10-9=Mükemmel	8. 9-8=Çok iyi	7. 9-6=İyi	5. 9-5= Yeterli	≤4.9=Tüketilmez
AK	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
AS	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
GK	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
GS	Görünüş					
	Koku					
	Tekstür					
	Tat					
AK: Sıvı duman içermeyen Gökkuşığı alabalık grubu AS: Sıvı duman içeren Gökkuşığı alabalık grubu GK: Sıvı duman içermeyen Granyöz grubu GS: Sıvı duman içeren Granyöz grubu						

3.3. İSTATİSTİK

Alabalık ve Granyöz ürünlerinin deneysel sonuçları paralellerin ortalaması ile bunların standart sapması $\pm$ (SD) şeklinde verilirken, analiz sonuçlarının hesaplanmasında iki ayrı grubun ortalamalarının karşılaştırılmasının yapıldığı istatistik analizlerinde bağımsız gruplarda T-Testi yapılmıştır ($p<0.05$) (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002). Bütün testler IBM SPSS Statistics 21 (IBM Corp., USA) programı kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada Gökkuşluğu alabalıklarından ve Granyözden elde edilen filetoların sade ve sıvı duman uygulaması sonrası tuzlama ve kurutma teknolojileriyle işlenmesi, oluşan kalite ve buna bağlı raf ömrü araştırılmıştır. Balıkların ham materyal olarak ve işleme süreçlerindeki besin bileşimi (ham protein, yağ, nem ve kül) ile tuz analizleri depolama öncesinde yapılmıştır. Depolama sürecinde ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) ise kimyasal (TVB-N, TMA-N ve TBA) ve mikrobiyolojik (Toplam Mezofilik Aerobik ve Anaerobik Bakteri, Psikrotrofik Bakteri ve Maya-Küf) analizler ile ürünlerin duyuusal testleri uzman panelistlerce yapılarak depolama süreçleri belirlenmiştir.

Her iki balığın ürünlere işlenmesi sonrası depolama süreçlerindeki duyuusal analiz sonuçları genel olarak Tablo 4.1 ve kimyasal parametrelerindeki değişimler sonuçları ise Tablo 4.2’de verilmiştir. Gökkuşluğu alabalıklarının ve Granyözlerin işleme sonrası raf ömrü değerlendirmelerinde Tablo 4.1’e göre sıvı duman grubunun her iki balıkta da daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Genel Tablolar kimyasal ve duyuusal değerlendirmelerde iki balık türünün aynı ürüne işlenmesi sonrası yeteri derecede hijyenik ve kontrollü çalışıldığında ürün bazında raf ömrü açısından benzer bir sonuç verdiği gözlemlenmiş olup, analiz sonuçları detaylı olarak ileriki başlıklarda grafik değerlendirmeler ile sunulmuştur.

Tablo 4.1: Gökkuşluğu alabalığı ve Granyözün depolama sürecindeki duyuusal analiz bulgularında meydana gelen değişimler.

GRUPLAR	GÜNLER								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
AK	8,16 ^a ±0,31	8,11 ^a ±0,38	7,96 ^a ±0,25	6,94 ^a ±0,29	6,67 ^a ±0,27	6,66 ^a ±0,24	5,89 ^a ±0,26	4,98 ^a ±0,31	4,88 ^a ±0,48
AS	8,25 ^a ±0,50	8,97 ^b ±0,06	8,56 ^b ±0,11	7,31 ^a ±0,49	7,09 ^a ±0,59	6,71 ^a ±0,34	6,11 ^a ±0,63	5,34 ^a ±0,89	4,22 ^a ±0,44
GK	7,21 ^a ±0,26	6,90 ^a ±0,60	6,82 ^a ±0,37	5,13 ^a ±0,47	5,09 ^a ±0,40	4,94 ^a ±0,43	3,94 ^a ±0,43	3,91 ^a ±0,19	
GS	7,61 ^a ±0,32	7,30 ^a ±0,47	6,91 ^a ±0,25	5,28 ^a ±0,47	5,06 ^a ±0,38	5,03 ^a ±0,33	4,13 ^a ±0,43	4,28 ^a ±0,43	

*a,b: farklı harf işaretleri aynı günlerdeki her bir balığın grupları arasındaki farkın $p < 0,05$ aralığındaki önemini göstermektedir.

AK: Sıvı duman içermeyen Gökkuşluğu alabalık grubu

AS: Sıvı duman içeren Gökkuşluğu alabalık grubu

GK: Sıvı duman içermeyen Granyöz grubu

GS: Sıvı duman içeren Granyöz grubu

Tablo 4.2: Gökkuşığı alabalığı ve Granyözün depolama sürecindeki TVB-N, TBA, TMA-N ve pH değerlerinde meydana gelen değişimler.

ANALİZ	GRUPLAR	GÜNLER											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
TVBN mg/100g	AK	5,59 ^{a*} ±0,04	7,45 ^a ±0,12	8,72 ^a ±0,07	8,41 ^a ±0,02	8,53 ^a ±0,02	9,46 ^a ±0,09	9,61 ^a ±0,16	9,05 ^a ±0,05	8,99 ^a ±0,11	11,38 ^a ±0,15	10,33 ^a ±0,27	10,75 ^a ±0,53
	AS	4,27 ^b ±0,09	6,64 ^b ±0,04	7,45 ^b ±0,07	8,28 ^b ±0,05	8,35 ^b ±0,04	8,69 ^b ±0,03	8,84 ^b ±0,15	8,91 ^b ±0,03	8,25 ^b ±0,07	9,36 ^b ±0,20	9,43 ^b ±0,04	11,68 ^b ±0,13
	GK	8,84 ^a ±0,05	11,39 ^a ±0,05	10,34 ^a ±0,13	8,44 ^a ±0,04	8,94 ^a ±0,27	10,25 ^a ±0,17	11,21 ^a ±0,35	11,1 ^a ±0,29	12,57 ^a ±0,19	13,57 ^a ±0,27	13,13 ^a ±0,03	11,8 ^a ±0,07
	GS	7,86 ^{b*} ±0,05	8,67 ^b ±0,08	7,49 ^b ±0,09	8,24 ^a ±0,42	7,62 ^b ±0,06	9,17 ^b ±0,09	9,19 ^b ±0,10	10,53 ^a ±0,26	12,44 ^a ±0,40	8,27 ^b ±0,08	6,21 ^b ±0,17	6,41 ^b ±0,03
TMA mg/100g	AK	0,38 ^a ±0,02	0,64 ^a ±0,03	0,5 ^a ±0,02	0,46 ^a ±0,01	0,58 ^a ±0,04	0,51 ^a ±0,07	0,68 ^a ±0,03	0,91 ^a ±0,05	1,00 ^a ±0,04	2,49 ^a ±0,11	2,90 ^a ±0,06	3,30 ^a ±0,03
	AS	0,38 ^a ±0,07	0,57 ^a ±0,16	0,44 ^b ±0,02	0,41 ^a ±0,04	0,39 ^b ±0,04	0,58 ^a ±0,05	0,75 ^b ±0,03	1,09 ^b ±0,08	0,92 ^a ±0,03	2,14 ^b ±0,09	2,94 ^a ±0,03	1,55 ^b ±0,30
	GK	0,49 ^a ±0,01	0,56 ^a ±0,08	0,62 ^a ±0,02	2,18 ^a ±0,06	2,49 ^a ±0,13	1,68 ^a ±0,17	2,20 ^a ±0,13	1,77 ^a ±0,24	1,80 ^a ±0,42	1,66 ^a ±0,23	2,68 ^a ±0,51	3,30 ^a ±1,12
	GS	0,54 ^b ±0,02	0,58 ^a ±0,02	0,95 ^b ±0,06	2,14 ^a ±0,07	2,64 ^a ±0,11	1,88 ^a ±0,18	2,71 ^b ±0,15	1,61 ^a ±0,33	1,90 ^a ±0,53	2,00 ^a ±0,78	3,17 ^a ±0,09	3,03 ^a ±0,16
TBA mg/100g	AK	2,79 ^a ±0,09	6,12 ^a ±0,12	2,14 ^a ±0,04	3,2 ^a ±0,01	2,95 ^a ±0,03	3,84 ^a ±0,01	3,76 ^a ±0,01	3,66 ^a ±0,01	4,56 ^a ±0,01	5,15 ^a ±0,13	5,52 ^a ±0,04	2,92 ^a ±0,03
	AS	1,32 ^b ±0,04	1,16 ^b ±0,04	1,36 ^b ±0,02	1,48 ^b ±0,01	2,17 ^b ±0,01	2,27 ^b ±0,04	2,76 ^b ±0,02	2,64 ^b ±0,07	3,05 ^b ±0,02	3,81 ^b ±0,04	2,43 ^b ±0,01	2,87 ^b ±0,02
	GK	2,59 ^a ±0,03	0,97 ^a ±0,02	1,26 ^a ±0,03	2,07 ^a ±0,02	0,93 ^a ±0,04	1,86 ^a ±0,01	1,71 ^a ±0,01	0,93 ^a ±0,03	6,25 ^a ±0,33	1,42 ^a ±0,01	0,53 ^a ±0,02	0,35 ^a ±0,02
	GS	0,29 ^b ±0,01	0,45 ^b ±0,10	0,50 ^b ±0,00	0,52 ^b ±0,01	0,55 ^b ±0,05	1,00 ^b ±0,02	0,78 ^b ±0,03	1,07 ^b ±0,01	4,11 ^b ±0,14	0,24 ^b ±0,02	0,35 ^b ±0,02	0,75 ^b ±0,01
pH	AK	6,24 ^a ±0,01	6,24 ^a ±0,01	6,31 ^a ±0,01	6,36 ^a ±0,00	6,28 ^a ±0,02	6,38 ^a ±0,00	6,35 ^a ±0,00	6,35 ^a ±0,05	6,34 ^a ±0,01	6,48 ^a ±0,01	6,51 ^a ±0,01	6,54 ^a ±0,01
	AS	6,22 ^a ±0,01	6,22 ^b ±0,00	6,08 ^b ±0,01	6,36 ^a ±0,00	6,39 ^b ±0,00	6,37 ^a ±0,01	6,31 ^b ±0,00	6,38 ^a ±0,01	6,25 ^a ±0,10	6,40 ^b ±0,00	6,50 ^a ±0,00	6,54 ^a ±0,00
	GK	6,54 ^a ±0,00	6,49 ^a ±0,00	6,27 ^a ±0,00	6,66 ^a ±0,02	6,58 ^a ±0,01	6,25 ^a ±0,00	6,40 ^a ±0,02	6,52 ^a ±0,01	6,63 ^a ±0,01	6,64 ^a ±0,01	6,43 ^a ±0,00	6,36 ^a ±0,00
	GS	6,40 ^b ±0,00	6,31 ^b ±0,00	6,36 ^b ±0,00	6,45 ^b ±0,02	6,57 ^a ±0,01	6,44 ^b ±0,01	6,24 ^b ±0,01	6,32 ^b ±0,01	6,44 ^b ±0,00	6,50 ^b ±0,01	6,37 ^b ±0,00	6,31 ^b ±0,00

*a,b: farklı harf işaretleri aynı günde her bir balığın grupları arasındaki farkın p<0,05 aralığındaki önemini göstermektedir.

AK: Sıvı duman içermeyen Gökkuşığı alabalık grubu

AS: Sıvı duman içeren Gökkuşığı alabalık grubu

GK: Sıvı duman içermeyen Granyöz grubu

GS: Sıvı duman içeren Granyöz grubu

4.1. İŞLENMİŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINA İLİŞKİN BULGULAR

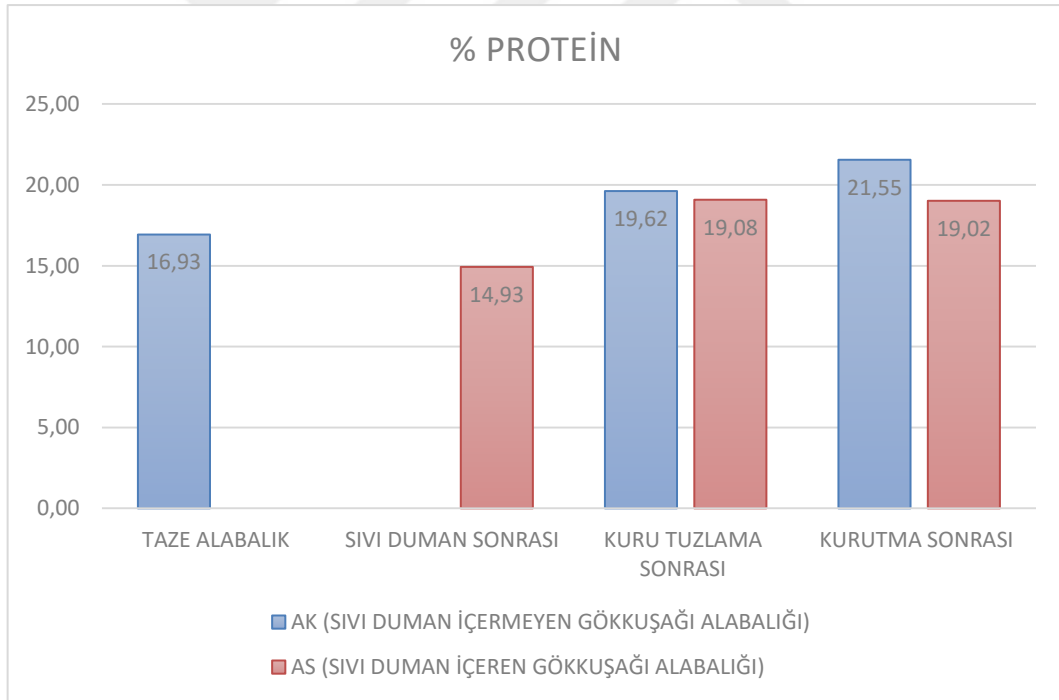
4.1.1. BESİN BİLEŞİMİ BULGULARI

Bu tez çalışmasında Gökkuşığı alabalığının işleme sürecinde besin bileşimlerindeki değişimler ham protein, yağ, nem ve kül olarak araştırılmıştır.

4.1.1.1 Ham Protein Bulguları

Gökkuşığı alabalıklarının işleme sürecindeki ham protein sonuçları Şekil 4.1’de verilmiştir.

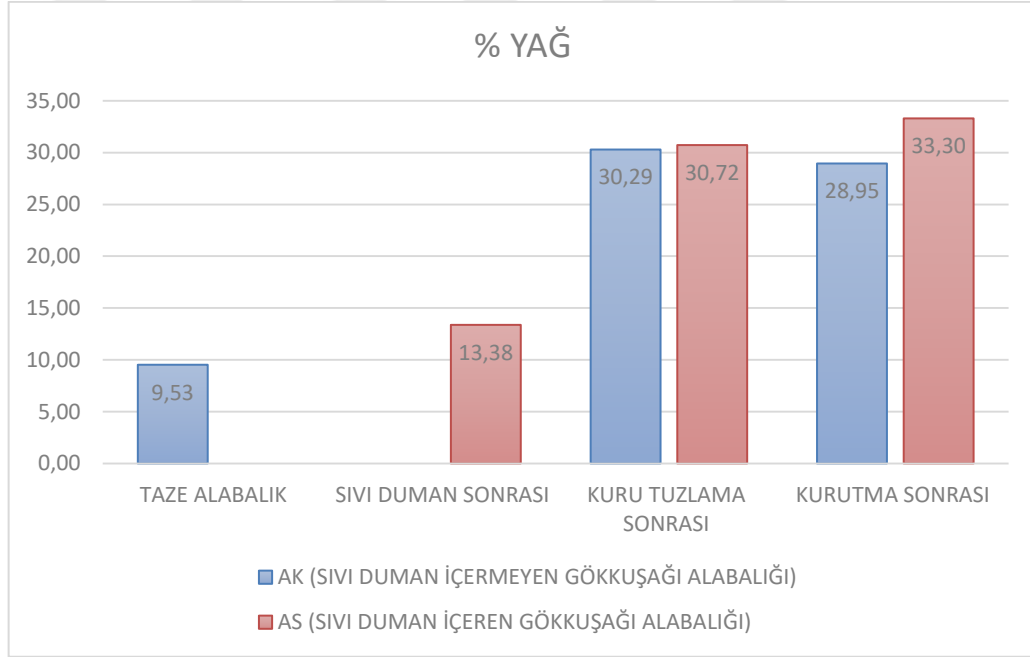
Taze Gökkuşığı alabalığının ham protein miktarı 16.93 ± 0.19 olarak tespit edilmiştir. Sıvı duman uygulaması sonrası bu değer 14.93 ± 0.58 ’e düşmüştür. Kuru tuzlama uygulaması sonrası bu değer AK grubu için 19.62 ± 0.89 ve AS grubu için 19.08 ± 1.18 olarak tespit edilmiştir. Kurutma uygulamasından sonra protein miktarı AK için 21.55 ± 0.54 ve AS grubu için 19.02 ± 0.21 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1: Gökkuşığı alabalığı işleme sürecinde ham protein miktarı değişimleri.

4.1.1.2 Yağ Bulguları

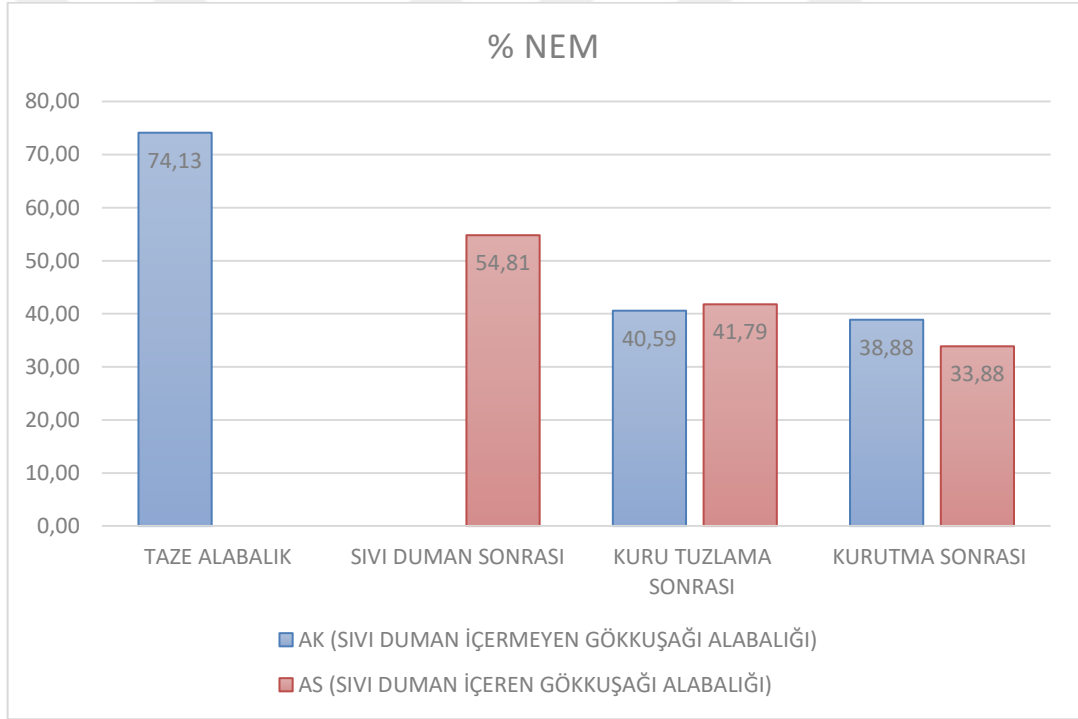
Balıkların işleme sürecindeki % yağ sonuçları Gökkuşaağı alabalığı için Şekil 4.2’de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin başlangıç yağ miktarı Gökkuşaağı alabalığı için $9,53 \pm 0,09$, %2 tuz ve %0,5-1’lik sıvı duman solüsyonunda (18-24 saat) bekletilen filetoların yağ miktarı alabalık için $13,38 \pm 0,87$ olarak kaydedilmiştir. Gökkuşaağı alabalığı filetolarında sıvı duman uygulaması sonrasında 1:3 oranında kuru tuzlama uygulanan AK ve AS gruplarında yüzde yağ miktarı sırasıyla $30,29 \pm 0,34$ ve $30,72 \pm 2,71$ olarak ölçülmüştür. Kurutma işlemi uygulanan filetoların yüzde yağ miktarları ise AK ve AS grupları için sırasıyla $28,95 \pm 2,30$ ve $33,30 \pm 5,14$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2: Alabalık işleme sürecinde yüzde yağ miktarı değişimleri.

4.1.1.3. Nem Bulguları

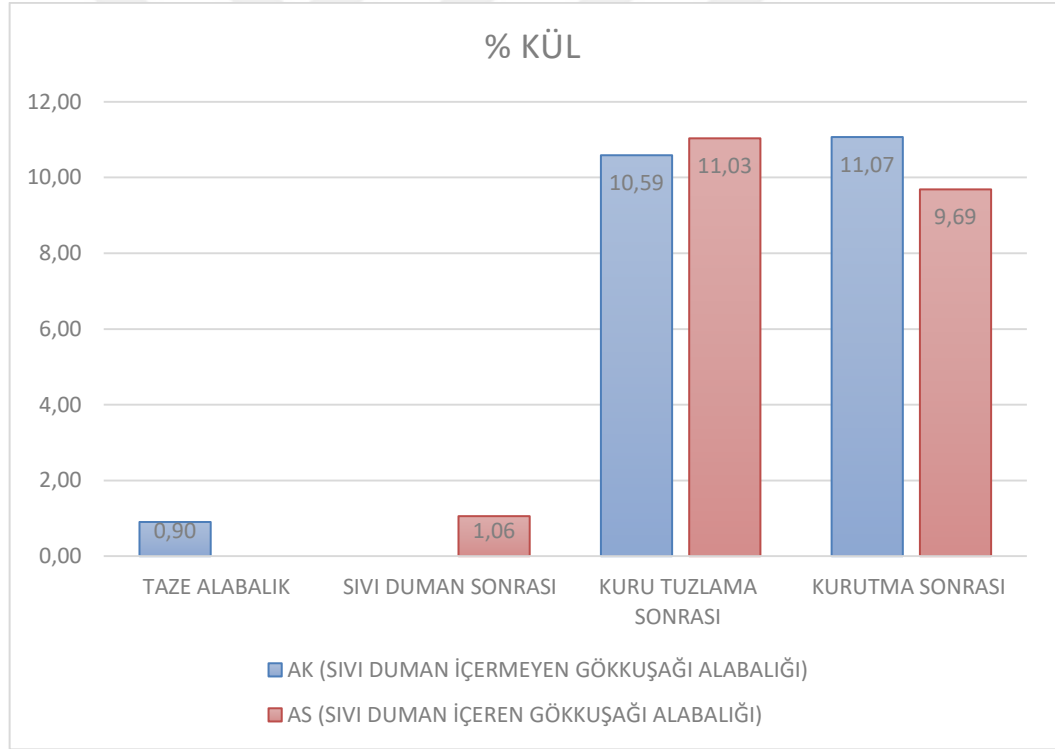
Yüzde nem sonuçları Gökkuşığı alabalığı için Şekil 4.3’de verilmiştir. Taze Gökkuşığı alabalığının nem içeriği $74,13 \pm 0,15$ olarak bulunmuştur. Ham materyal %2 tuz ve %0,5-1’lik sıvı duman solüsyonunda (18-24 saat) bekletildikten sonra nem miktarı $54,81 \pm 0,43$ ’e düşmüştür. Sonrasında 1:3 oranında kuru tuzlama uygulanan Gökkuşığı alabalığına ait AK ve AS gruplarında sırasıyla $40,59 \pm 0,47$ ve $41,79 \pm 0,50$ olarak ölçülen yüzde nem miktarları soğuk hava deposunda askıda uygulanan kurutma işlemi sonucunda AK ve AS için sırasıyla $38,88 \pm 0,74$ ve $33,88 \pm 0,70$ değerlerine düşmüştür.



Şekil 4.3: Alabalık işleme sürecinde yüzde nem miktarı değişimleri.

4.1.1.4. Kül Bulguları

İşleme sürecindeki % kül sonuçları Gökkuşığı alabalığı için Şekil 4.4’de toplu olarak verilmiştir. İşlenmemiş ham Gökkuşığı alabalığı materyalinin kül miktarı $0,90 \pm 0,00$ olarak tespit edilirken, %2 tuz ve %0,5-1’lik sıvı duman solüsyonunda (18-24 saat) bekletilen örneklerde kül miktarı $1,06 \pm 0,05$ bulunmuştur. Gökkuşığı alabalığına ait grupların kuru tuzlama sonucu yüzde kül miktarı değerleri AK grubu için $10,59 \pm 0,04$ ve AS grubu için $11,03 \pm 0,07$ ’dir. Kurutma işlemi sonucunda ise AK için $11,07 \pm 0,04$ hesaplanan yüzde kül miktarı AS grubu için $9,69 \pm 0,11$ olarak bulunmuştur.



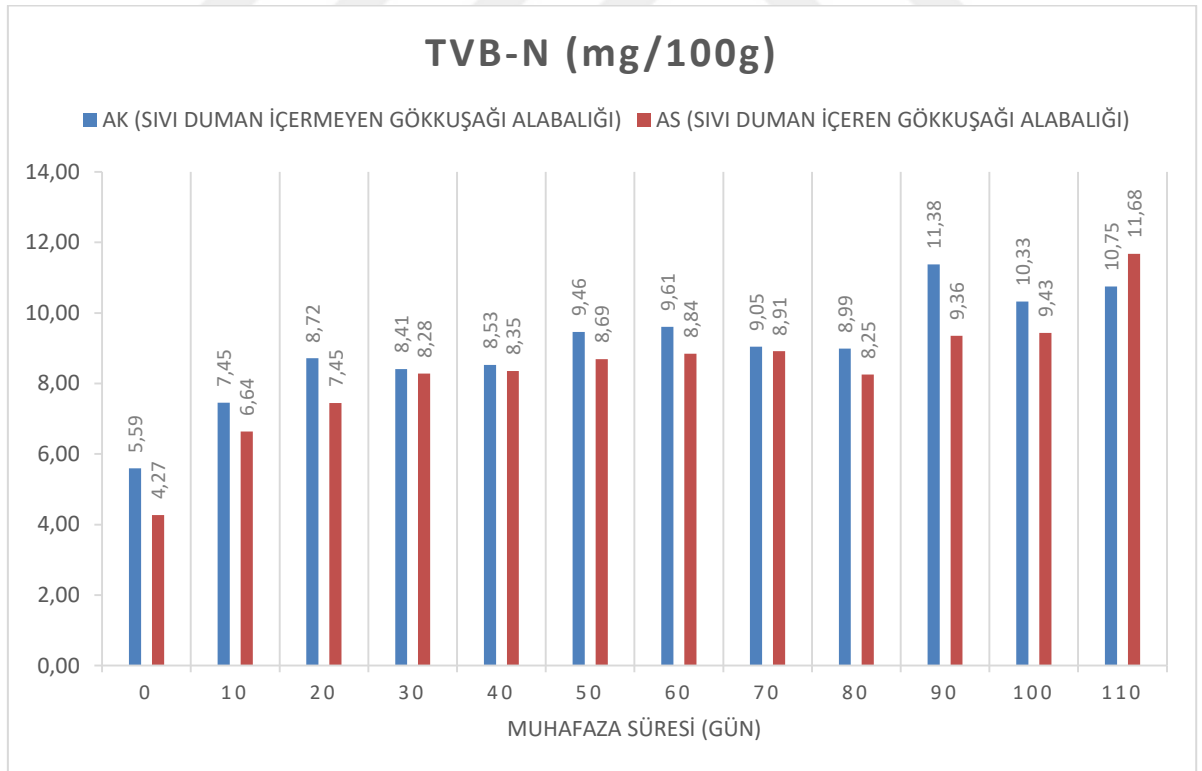
Şekil 4.4: Alabalık işleme sürecinde yüzde kül miktarı değişimleri.

4.1.2 KİMYASAL ANALİZ BULGULARI

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

Ham materyal ve işlenmiş alabalık filetolarının depolama sürecindeki TVB-N değerlerindeki değişim Tablo 4.2 'de ve Şekil 4.5'de toplu olarak verilmiştir.

Taze Gökkuşuğu alabalığı ham materyalindeki TVB-N değeri $6,48 \pm 0,07$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir. TVB-N değerleri 0. gün analizlerinde AK ve AS gruplarında sırasıyla $5,59 \pm 0,04$ mg/100g ve $4,27 \pm 0,09$ mg/100g olarak bulunmuştur. 10 günlük soğuk hava deposu muhafazasından sonra AK ve AS gruplarının TVB-N değerleri sırasıyla $7,45 \pm 0,12$ mg/100 g ve $6,64 \pm 0,04$ mg/100 g olarak bulunmuştur. Soğuk hava deposunda ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) 110 gün muhafaza boyunca her 2 grubun örneklerinde kayda değer bir yükselme olmamıştır. Grupların depolama sürecinde kendi içindeki (aynı günlerdeki) TVB-N değerlerindeki değişimler $p < 0,05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

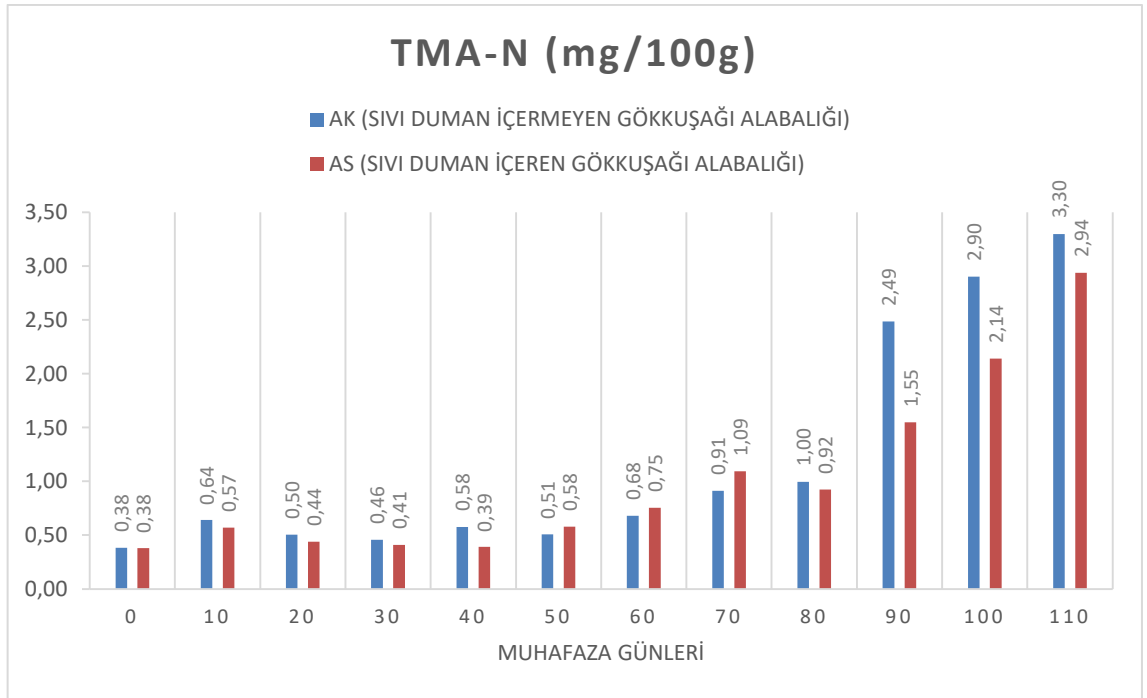


Şekil 4.5: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının TVB-N miktarındaki değişim (mg/100g).

4.1.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Analiz Bulguları

Gökkuşağı alabalığı ham materyalinin depolama sürecindeki TMA-N değerlerindeki değişim Tablo 4.2 ve Şekil 4.6’de toplu olarak verilmiştir.

Ham alabalık materyalinin TMA-N değeri $1,16 \pm 0,02$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında AK grubunun TMA-N değeri $0,38 \pm 0,02$ mg/100g’ iken AS grubunun TMA-N değeri $0,38 \pm 0,07$ mg/100g olarak bulunmuştur. 10 gün soğuk hava deposu muhafazasından sonra AK ve AS gruplarının TMA-N değerleri sırasıyla $0,64 \pm 0,03$ mg/100g ve $0,57 \pm 0,16$ mg/100g olarak bulunmuştur. Her iki grupta soğuk hava deposunda muhafaza ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) 110 gün boyunca TMA-N değerlerinin kayda değer bir artış gözlemlenmemiştir. Hiçbir grupta 3,3 mg/100 g geçen bir sonuç bulunmamıştır. 110 günlük muhafaza sonrasında AK ve AS gruplarına ait TMA-N değerleri $3,30 \pm 0,03$ mg/100g ve $1,55 \pm 0,30$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 20., 40., 60., 70., 90. ve 110. günlerdeki gruplar arası TMA-N değerlerinin karşılaştırması $p < 0,05$ güven aralığında önemli bulunmuş diğer günlerde ise fark bulunmamıştır.

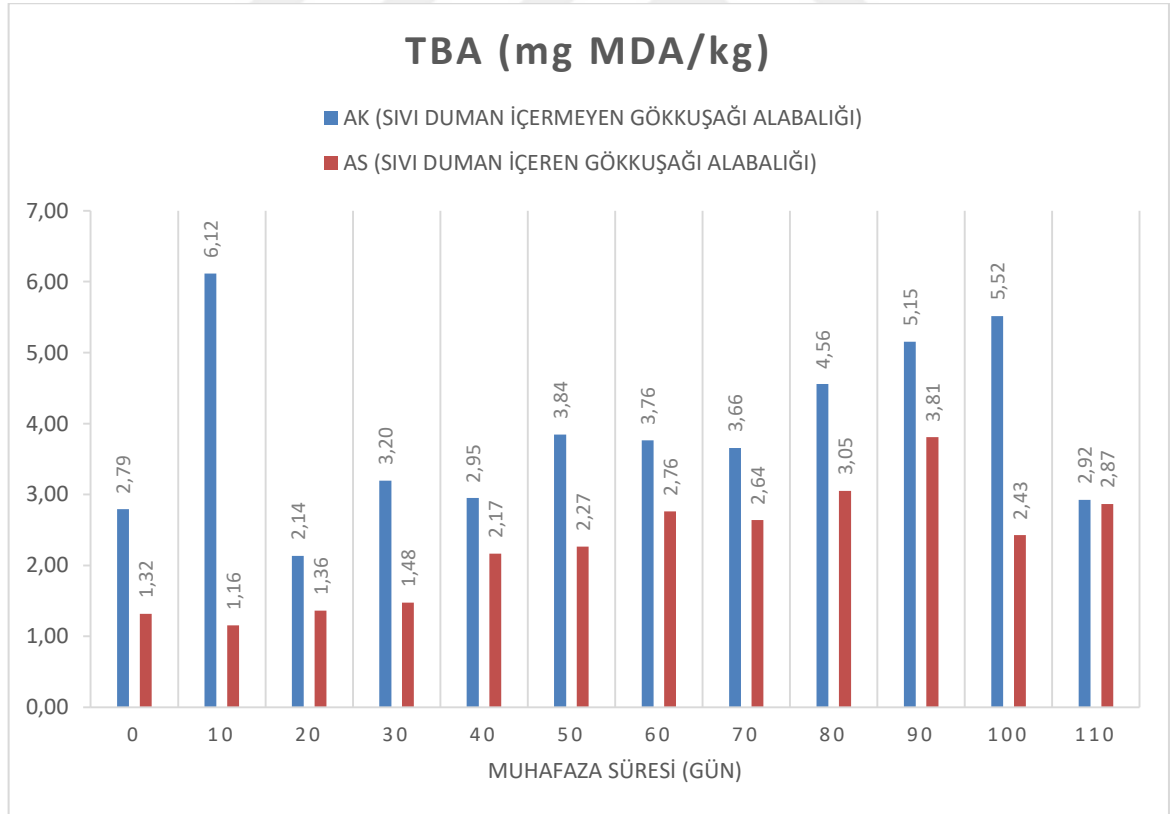


Şekil 4.6: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının TMA-N miktarındaki değişim.

4.1.2.3. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri (TBA) Bulguları

Tablo 4.2’de ve Şekil 4.7’de örneklerin TBA değerlerindeki değişimler görülmektedir. Çalışmamızda ham materyal örneklerinde başlangıç TBA değeri Gökkuşaağı alabalığı için $0,45 \pm 0,10$ mg MDA/kg bulunmuştur.

Depolama başlangıcında AK grubunun TBA değeri ise $2,79 \pm 0,09$ mg MDA/kg olarak tespit edilirken AS grubunun TBA değerleri sırasıyla $1,32 \pm 0,04$ mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. Depolamanın 10. gününde AK ve AS gruplarının TBA değerleri sırasıyla $6,12 \pm 0,12$ mg MDA/kg ve $1,16 \pm 0,04$ mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. 110 günlük depolama sonunda AK ve AS gruplarının TBA değeri düzeyleri sırasıyla $2,92 \pm 0,03$ µg MDA/g ve $2,87 \pm 0,02$ mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Gökkuşaağı alabalık grupları arasındaki depolama sürecindeki günlerde TBA düzeyindeki değişimler $p < 0,05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

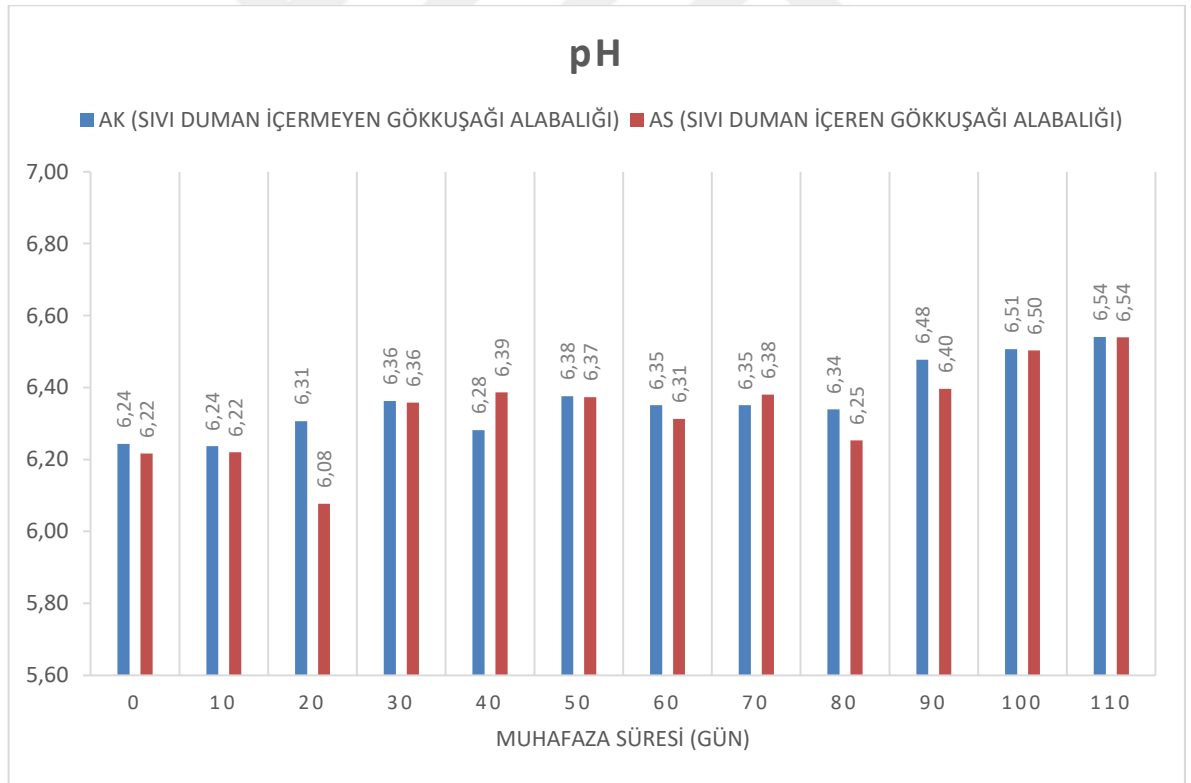


Şekil 4.7: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının TBA miktarındaki değişim.

4.1.2.4. pH Analizi Bulguları

Depolama sürecindeki pH değişimleri Şekil 4.8’de ve Tablo 4.2’de toplu olarak verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan taze Gökkuşaağı alabalığının pH değeri $6,69 \pm 0,01$ olarak tespit edilmiştir. Sıvı duman uygulamasında 18 saat bekletilen AS grubunun pH değeri $6,48 \pm 0,01$ olarak ölçülmüştür.

Depolama başlangıcında 0. gün analizlerinde AK ve AS gruplarına ait örneklerde pH değeri $6,24 \pm 0,01$ ve $6,22 \pm 0,01$ olarak ölçülmüştür. Soğuk depolama sürecinin 10. gününde AK ve AS gruplarının pH değerleri sırasıyla $6,48 \pm 0,01$ ve $6,40 \pm 0,00$ olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda (110. günde) AK, AS gruplarının pH değerleri $6,54 \pm 0,01$ ve $6,54 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. Gökkuşaağı alabalığının depolanması sırasında gruplar arasındaki istatistiksel önemli fark 10., 20., 40., 60. ve 90. günlerdeki sonuçlarda bulunurken diğer günlerde $p < 0,05$ aralığında önemli bir fark bulunmamıştır.

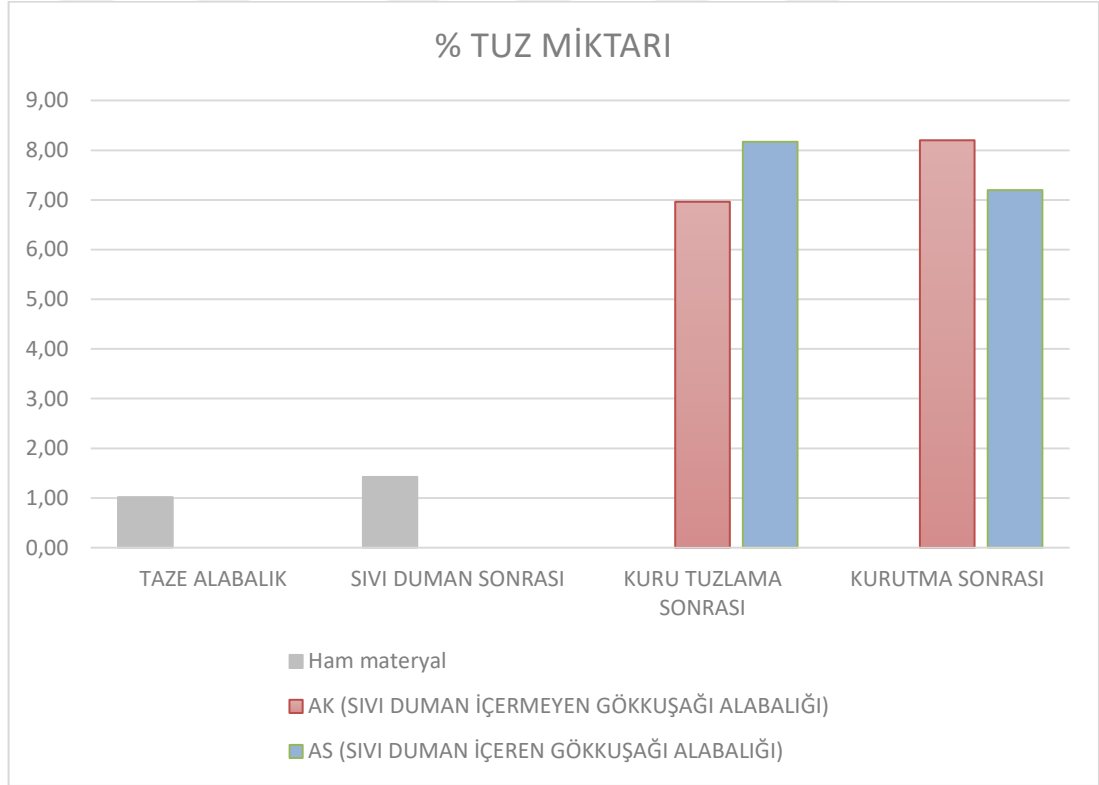


Şekil 4.8: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının pH miktarındaki değişim.

4.1.2.5. Tuz Analiz Bulguları

Alabalıkların tuzlanması, kurutulması ve işlenmesi sırasında tuz geçişlerini ve son ürünlerdeki tuz miktarını belirlemek amacıyla tuz analizleri de yapılmış olup sonuçlar Şekil 4.9’da verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan alabalık ham materyalinin tuz miktarı % $1,02 \pm 0,17$ olarak tespit edilmiştir. Sıvı duman uygulaması sonrası ise bu % $1,47 \pm 0,08$ ’ye yükselmiştir. Kuru tuzlama prosesi sonrasında AK grubunun tuz miktarı % $6,96 \pm 0,09$ iken AS grubunda ise % $8,17 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur. Filetolara uygulanan soğuk depoda askıda kurutma işlemi sonucunda ise AK ve AS gruplarında sırasıyla tuz miktarı % $8,20 \pm 0,09$ ve % $7,20 \pm 0,04$ olarak hesaplanmıştır.



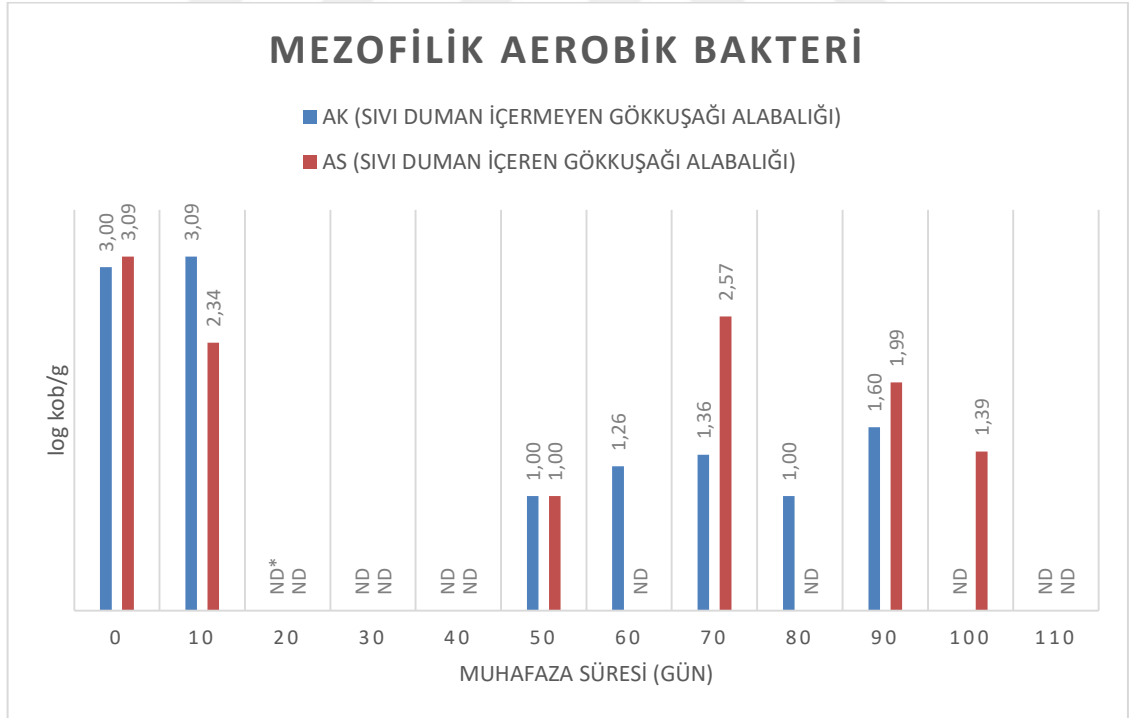
Şekil 4.9: Muhafaza süresi boyunca alabalık gruplarının tuz miktarındaki değişim.

4.1.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI

4.1.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

Gökkuşığı alabalığı'nın tüm gruplarına ait toplam mezofilik aerobik bakteri yükleri Şekil 4.10'de verilmiştir.

Yapılan analiz sonucu Gökkuşığı alabalığı ham materyalinde toplam mezofilik aerobik bakteriye rastlanmamıştır. Depolama başlangıç yükü AK grubunda $3,00 \pm 0,93$ log kob/g, AS grubunda ise $3,09 \pm 0,90$ log kob/g'dır. Depolamanın 10. gününde AK ve AS grubunun toplam mezofilik bakteri yükü sırasıyla $3,09 \pm 0,90$ log kob/g ve $2,34 \pm 0,96$ log kob/g ve başlangıç yükleriyle karşılaştırıldığında AS grubunda az miktarda düşüş gözlenmiştir. Raf ömrünün 50. gününde AK ve AS gruplarının bakteri yükü $1,00 \pm 0,00$ log kob/g'a ulaşmıştır. Depolama ilerledikçe AK ve AS gruplarında kayda değer değişiklikler görülmemiştir. Örneklerin 110 günlük depolama sonucunda bakteri yükleri tüketim sınır değerlerinin altında yer almıştır.



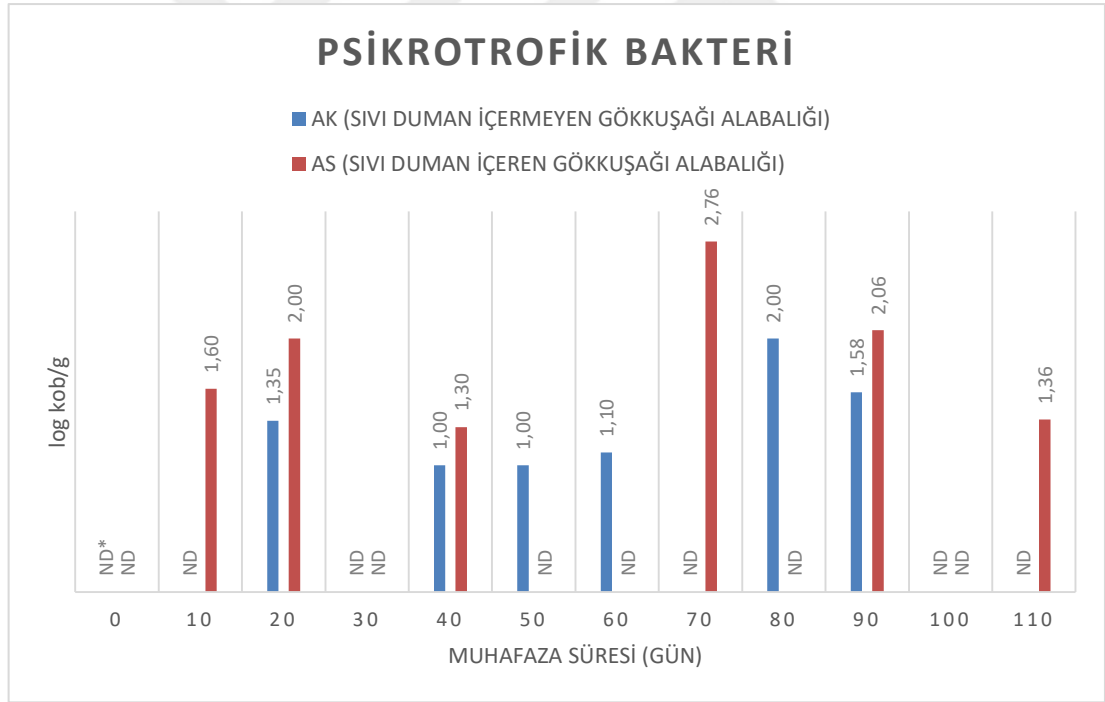
*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

Şekil 4.10: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki toplam mezofilik anaerobik bakteri bulguları.

4.1.3.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri Bulguları

Gökkuşığı alabalığı'nın tüm gruplarına ait toplam psikrotrofik bakteri yükleri Şekil 4.11'de verilmiştir.

Yapılan analiz sonucu Gökkuşığı alabalığı ham materyalinde psikrotrofik bakteriye rastlanmamıştır. Depolama başlangıcında AK ve AS gruplarında bakteri oluşumu gözlemlenmemiştir. AS grubunda 10. gün bakteri yükü $1,60 \pm 0,00$ log kob/g'dır. Depolamanın 80. gününde AK grubu 70. gününde ise AS grubunun toplam psikrotrofik bakteri yükü en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Depolama ilerledikçe AK ve AS gruplarında kayda değer değişiklikler görülmemiştir. Örneklerin 110 günlük depolama sonucunda bakteri yükleri tüketim sınır değerlerinin altında yer almıştır.

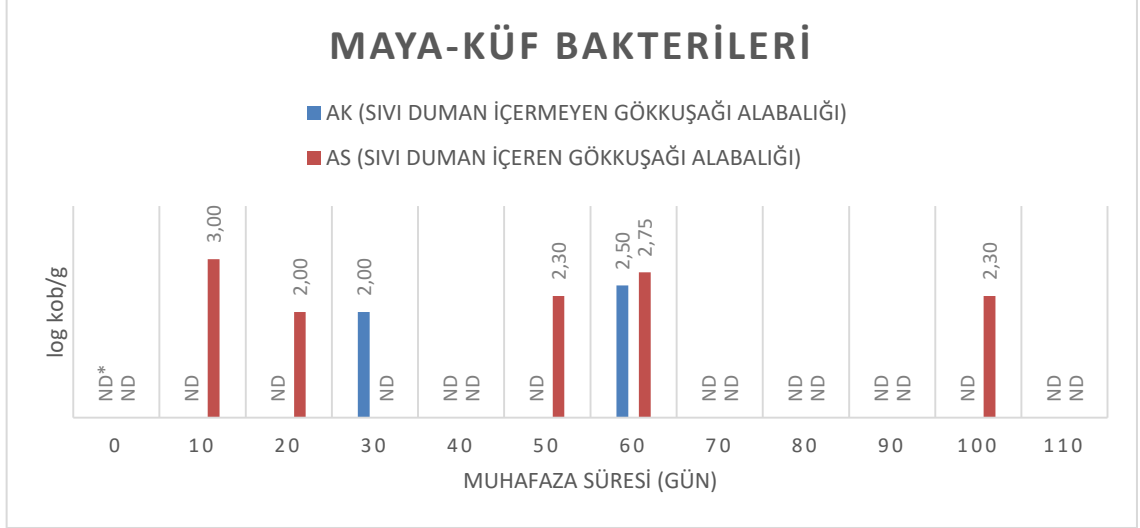


*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

Şekil 4.11: Gökkuşığı alabalığının depolama sürecindeki toplam psikrotrofik bakteri bulguları.

4.1.3.3. Toplam Maya-Küf Bakteri Bulguları

AK ve AS gruplarına ait toplam maya-küf bakteri bulguları Şekil 4.12’de verilmiştir. Ham materyalde ve depolama başlangıcının 0. gününde üreme görülmemiştir. Depolamanın 60. gününde AK grubunun maya-küf bakteri yükü $2,50 \pm 0,71$ log kob/g, AS grubunun ise $2,75 \pm 1,06$ log kob/g’dir. Depolama boyunca bakteri yükü $3,00 \pm 1,41$ log kob/g’ı geçmemiştir.

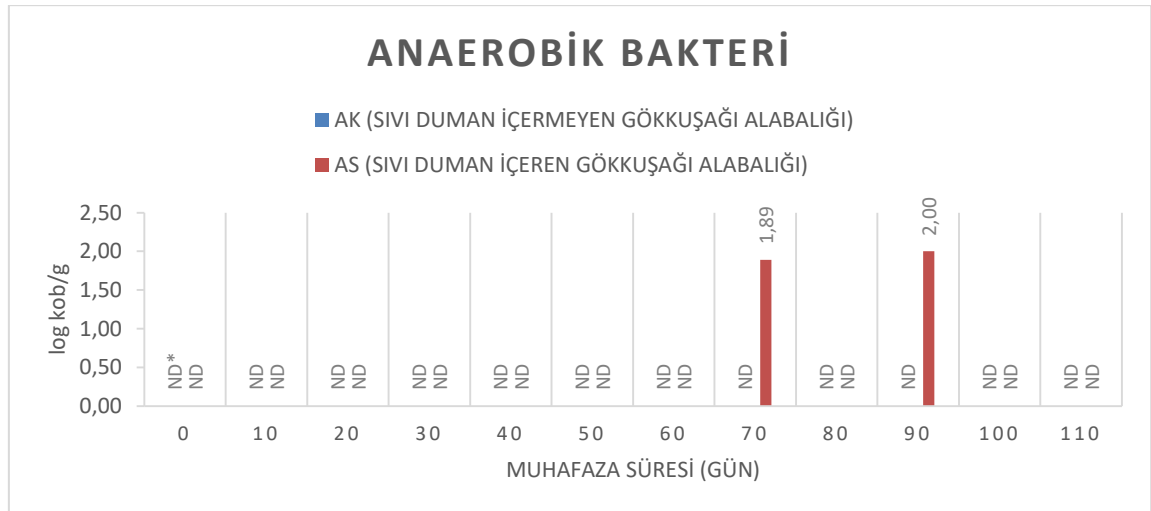


*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

Şekil 4.12: Gökkuşaağı alabalığının depolama sürecindeki toplam maya-küf bakteri bulguları.

4.1.3.4. Toplam Anaerobik Bakteri Bulguları

Örneklere ait toplam anaerobik bakteri bulguları Şekil 4.13’de verilmiştir. Muhafaza süresince AK grubu örneklerinde bakteriye rastlanmamıştır. AS grubu örneklerinin 70. günündeki bakteri yükü $1,89 \pm 0,37$ log kob/g iken bu rakam 90. günde $2,00 \pm 0,00$ log kob/g olarak ölçülmüştür.



*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

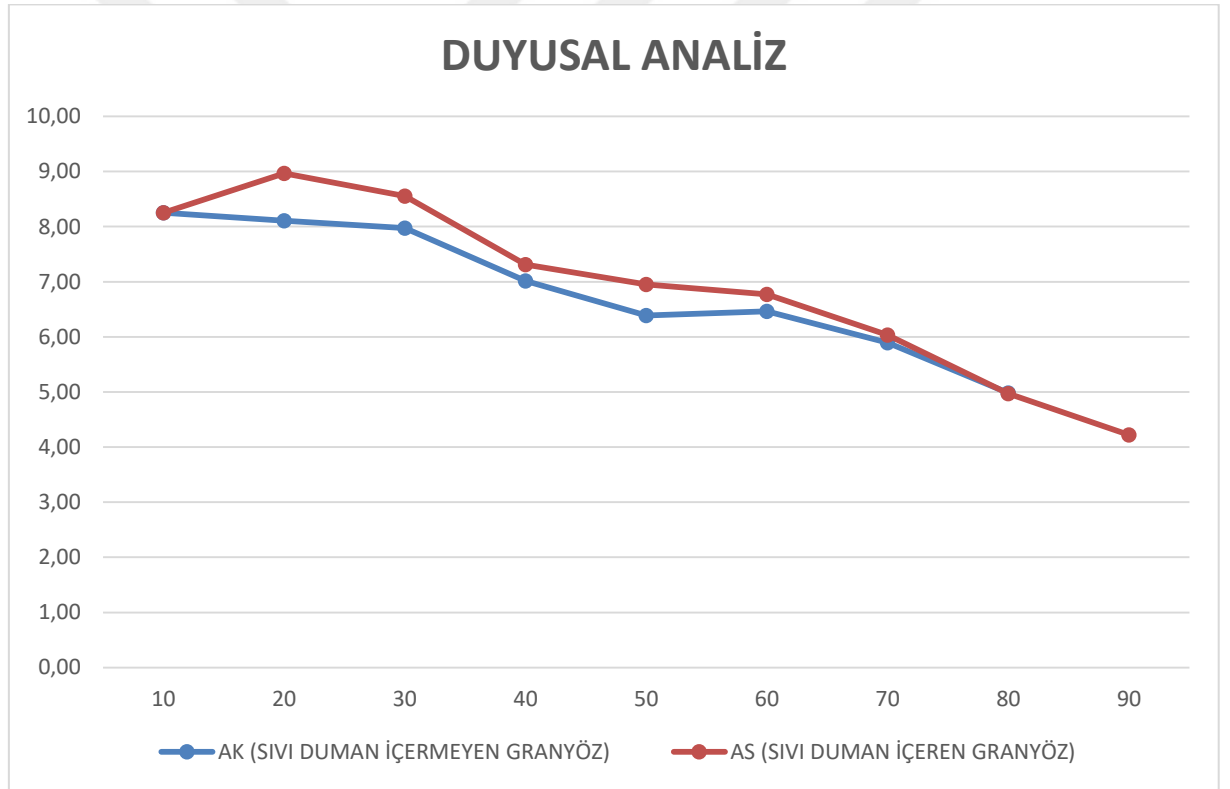
Şekil 4.13: Gökkuşaağı alabalığının depolama sürecindeki toplam anaerobik bakteri bulguları.

4.1.4. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

Görünüş, koku, tekstür ve tat parametrelerine göre değerlendirilen Gökkuşáğı alabalığının AK ve AS örnek gruplarının 90 günlük duyuusal analiz bulguları Tablo 4.1’de ve Şekil 4.14’de verilmiştir.

Analizde kullanılan duyuusal skalada 10-9 puan arası “Mükemmel”; 8,9-8 puan “çok iyi”; “7,9-6” iyi; “5,9-5” Yeterli ve “≤4,9” tüketilmez olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.1).

Yapılan değerlendirme sonucunda panelistler tarafından değerlendirilen AK ve AS grubu örnekleri 0. günde 8,25±0,50 olarak değerlendirilmişken bu rakamlar süreç boyunca azalarak her AK grubu 80. AS grubu ise 90. günde tüketilemez limitinin altına inmiştir.



Şekil 4.14: Gökkuşáğı alabalığının depolama sürecindeki duyuusal analiz bulguları.

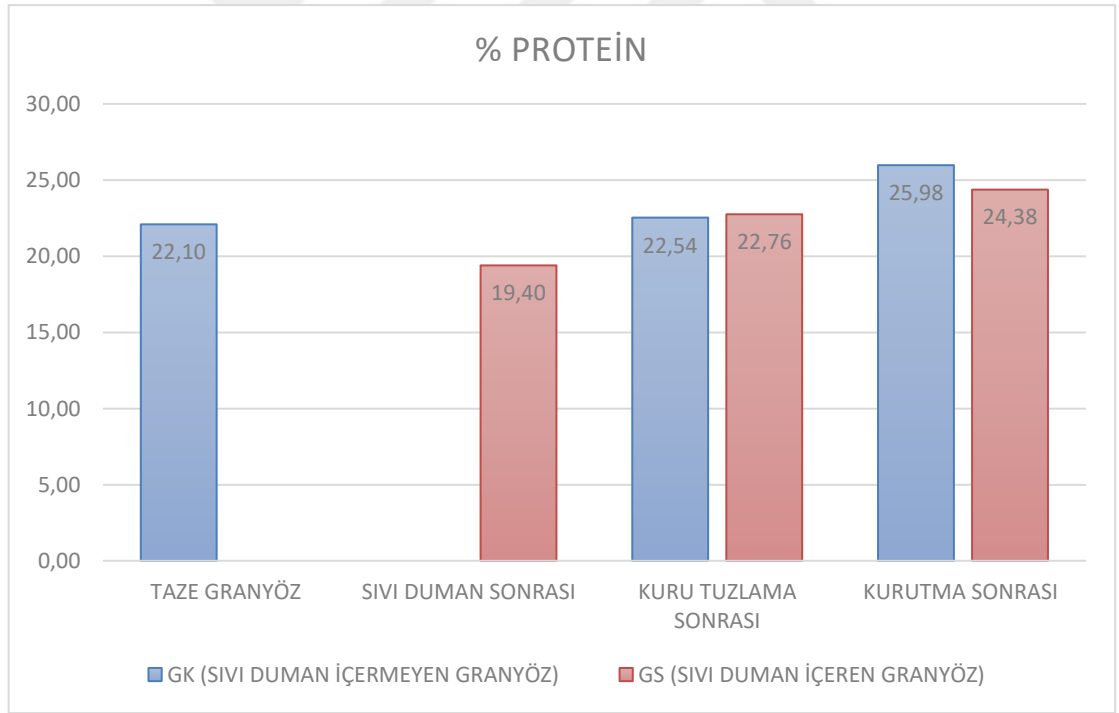
4.2. İŞLENMİŞ GRANYÖZ BALIĞINA İLİŞKİN BULGULAR

4.2.1. BESİN BİLEŞİM BULGULARI

Çalışmalarda Granyöz balığının işleme süreçleri sürecinde besin bileşimlerindeki değişimler ham protein, yağ, nem ve kül olarak araştırılmıştır.

4.2.1.1 Ham Protein Bulguları

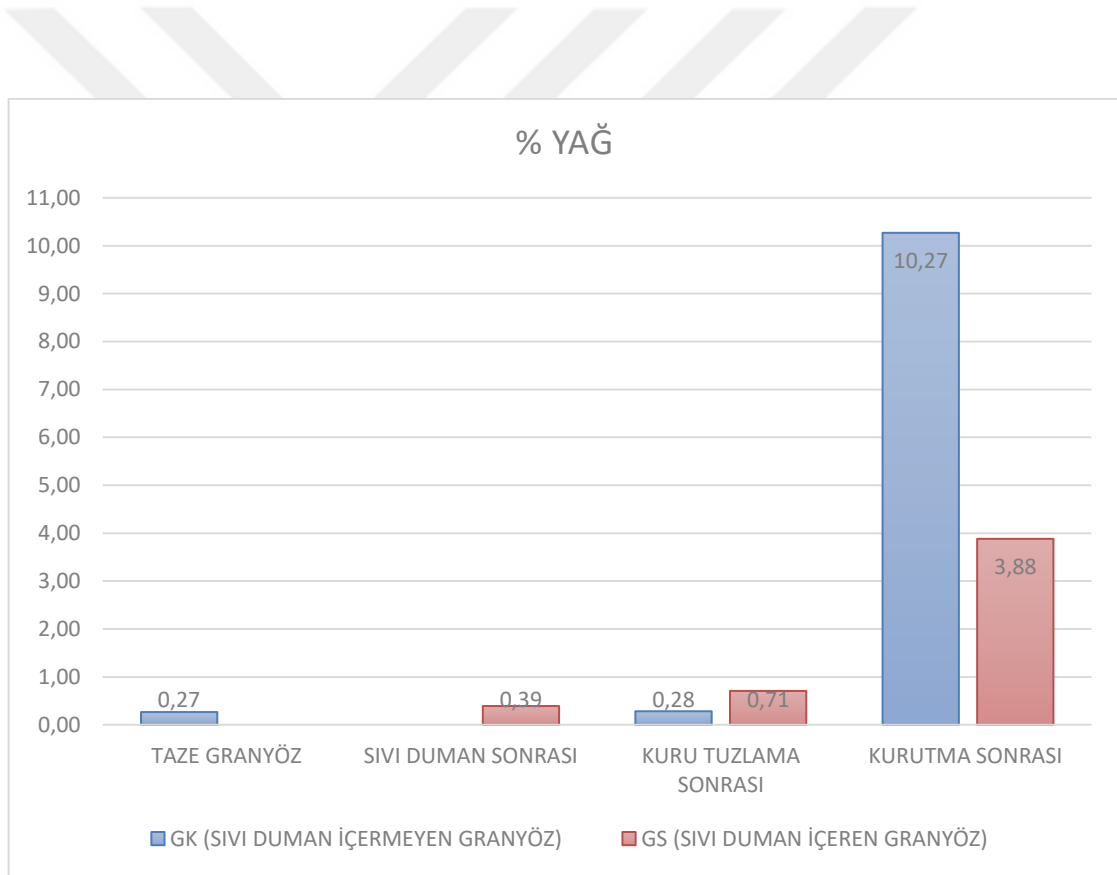
Taze Granyöz balığında ham protein miktarı $22,10 \pm 0,06$ olarak bulunmuştur. Sıvı duman uygulaması sonrası bu değer $19,40 \pm 0,14$ 'e düşmüştür. Kuru tuzlama uygulaması sonrası bu değer GK grubu için $22,54 \pm 0,89$ ve GS grubu için $22,76 \pm 1,18$ olarak tespit edilmiştir. Kurutma uygulamasından sonra protein miktarı GK için $25,98 \pm 0,54$ ve GS grubu için $24,38 \pm 0,21$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Granyöz işleme sürecinde ham protein miktarı değişimleri.

4.2.1.2 Yağ Bulguları

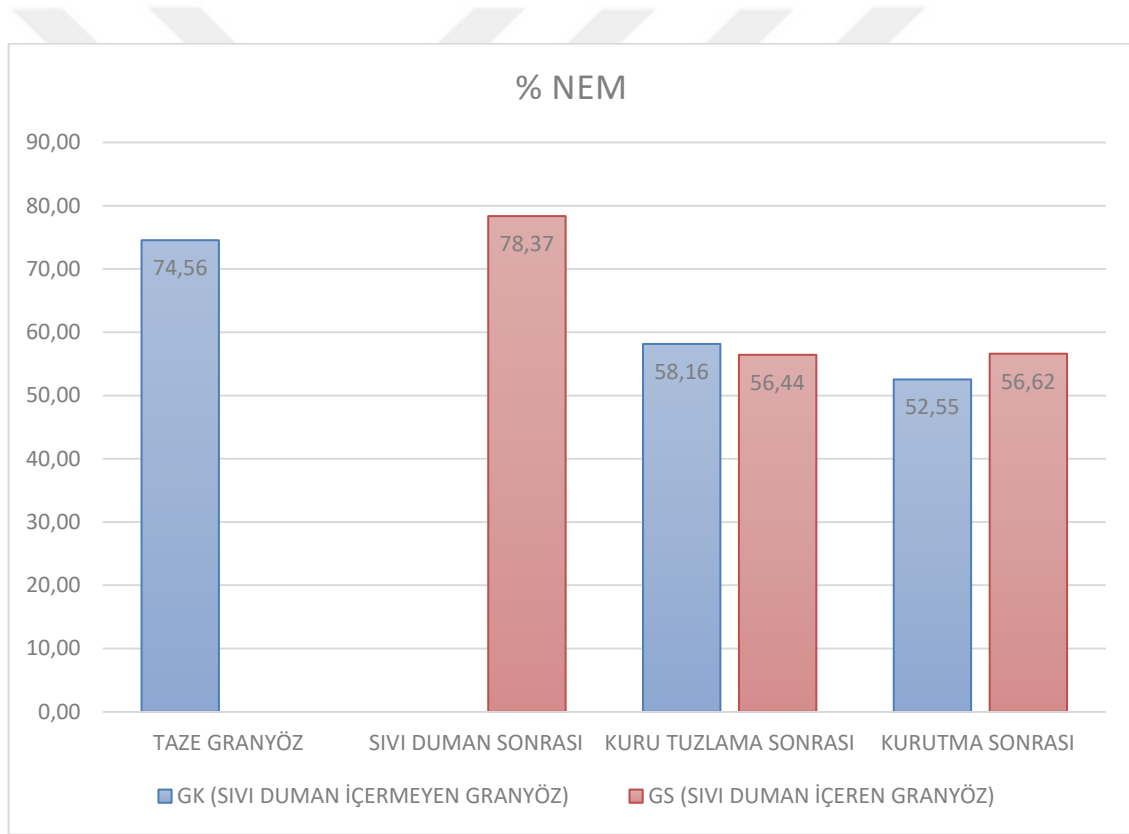
Balıkların işleme sürecindeki % yağ sonuçları Granyöz için Şekil 4.16'da toplu olarak verilmiştir. Örneklerin başlangıç yağ miktarı Granyöz balığında $0,27 \pm 0,06$ olarak tespit edilmiştir. Yüzde 2 tuz ve $0,5-1$ 'lik sıvı duman solüsyonunda (18-24 saat) bekletilen filetoların yağ miktarı Granyöz için $0,39 \pm 0,24$ olarak kaydedilmiştir. Filetolarda sıvı duman uygulaması sonrasında 1:3 oranında kuru tuzlama uygulanan GK ve GS gruplarında yüzde yağ miktarı sırasıyla $0,28 \pm 0,04$ ve $0,71 \pm 0,17$ bulunmuştur. Kurutma işlemi uygulanan filetoların yüzde yağ miktarları ise GK ve GS grupları için sırasıyla $10,27 \pm 0,65$ ve $3,88 \pm 1,01$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.16: Granyöz işleme sürecinde yüzde yağ miktarı değişimleri.

4.2.1.3. Nem Bulguları

Yüzde nem sonuçları Granyöz için Şekil 4.17’de verilmiştir. Taze Granyöz nem içeriği $74,56 \pm 0,35$ olarak bulunmuştur. Ham materyal %2 tuz ve %0,5-1’lik sıvı duman solüsyonunda (18-24 saat) bekletildikten sonra nem miktarı $78,37 \pm 0,11$ ’e yükselmiştir. Sonrasında 1:3 oranında kuru tuzlama uygulanan Granyöze ait GK ve GS gruplarında sırasıyla $58,16 \pm 0,10$ ve $56,44 \pm 0,07$ olarak ölçülen yüzde nem miktarları soğuk hava deposunda askıda uygulanan kurutma işlemi sonucunda GK ve GS için sırasıyla $52,55 \pm 0,71$ ve $56,61 \pm 0,73$ değerlerine düşmüştür.

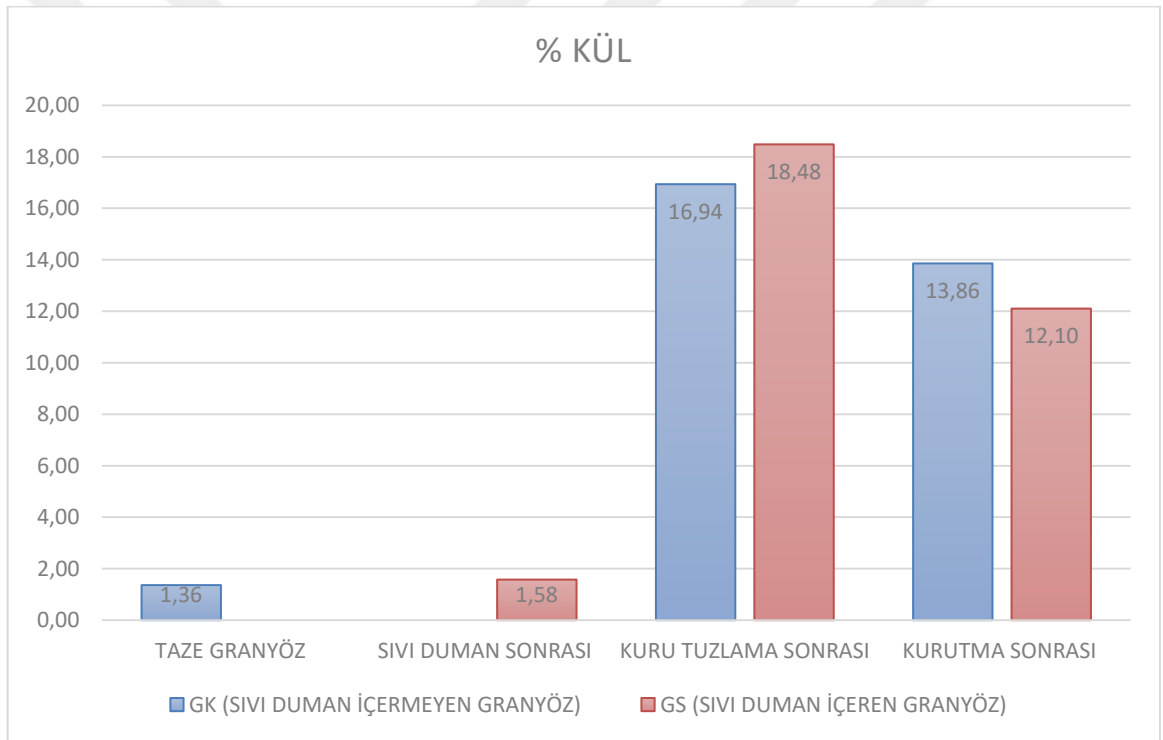


Şekil 4.17: Granyöz işleme sürecinde yüzde nem miktarı değişimleri.

4.2.1.4. Kül Bulguları

İşleme sürecindeki % kül sonuçları Granyöz için Şekil 4.18’de toplu olarak verilmiştir.

Granyöz materyalinin başlangıçtaki yüzde kül miktarı $\%1,36 \pm 0,05$ iken sıvı duman solüsyonunda bekletilmesi sonrası bu değer $\%1,58 \pm 0,01$ olmuştur. Kuru tuzlama prosesi sonrası Granyöz balığına ait GK ve GS gruplarına ait yüzde kül miktarları sırasıyla $\%16,94 \pm 0,06$ ve $\%18,48 \pm 0,02$ iken bu değerler kurutma prosesi sonrasında sırasıyla $\%13,86 \pm 0,21$ ve $\%12,10 \pm 0,08$ değerlerine düşmüştür.



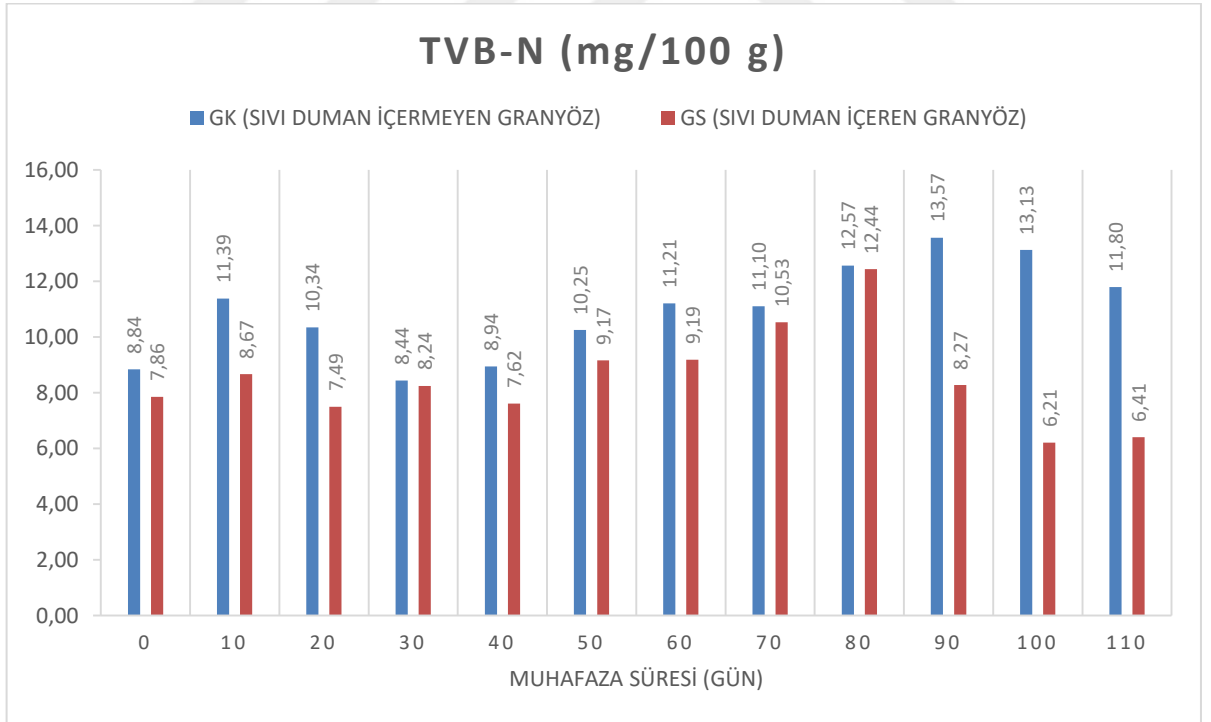
Şekil 4.18: Granyöz işleme sürecinde yüzde kül miktarı değişimleri.

4.2.2 KİMYASAL ANALİZ BULGULARI

4.2.2.1. Toplam Uçucu Bazık Azot (TVB-N) Analiz Bulguları

Ham materyal ve işlenmiş Granyöz filetolarının depolama sürecindeki TVB-N değerlerindeki değişim Tablo 4.2’de ve Şekil 4.19’da toplu olarak verilmiştir.

Taze Granyöz ham materyalindeki TVB-N değeri $8,35 \pm 0,02$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir. TVB-N değerleri 0. gün analizlerinde GK ve GS gruplarında sırasıyla $8,84 \pm 0,05$ mg/100g ve $7,86 \pm 0,05$ mg/100g olarak bulunmuştur. Depolamanın onuncu gününden sonra GK ve GS gruplarının TVB-N değerleri sırasıyla $11,39 \pm 0,05$ mg/100g ve $8,67 \pm 0,08$ mg/100g olarak bulunmuştur. Soğuk hava deposunda ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) 110 gün muhafaza boyunca her 2 grubun örneklerinde kayda değer bir yükselme olmamıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre depolama boyunca gruplar arasında ve her grubun depolama günlerine göre TVB-N değerleri 30., 70. ve 80. günlerde önemli bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$).

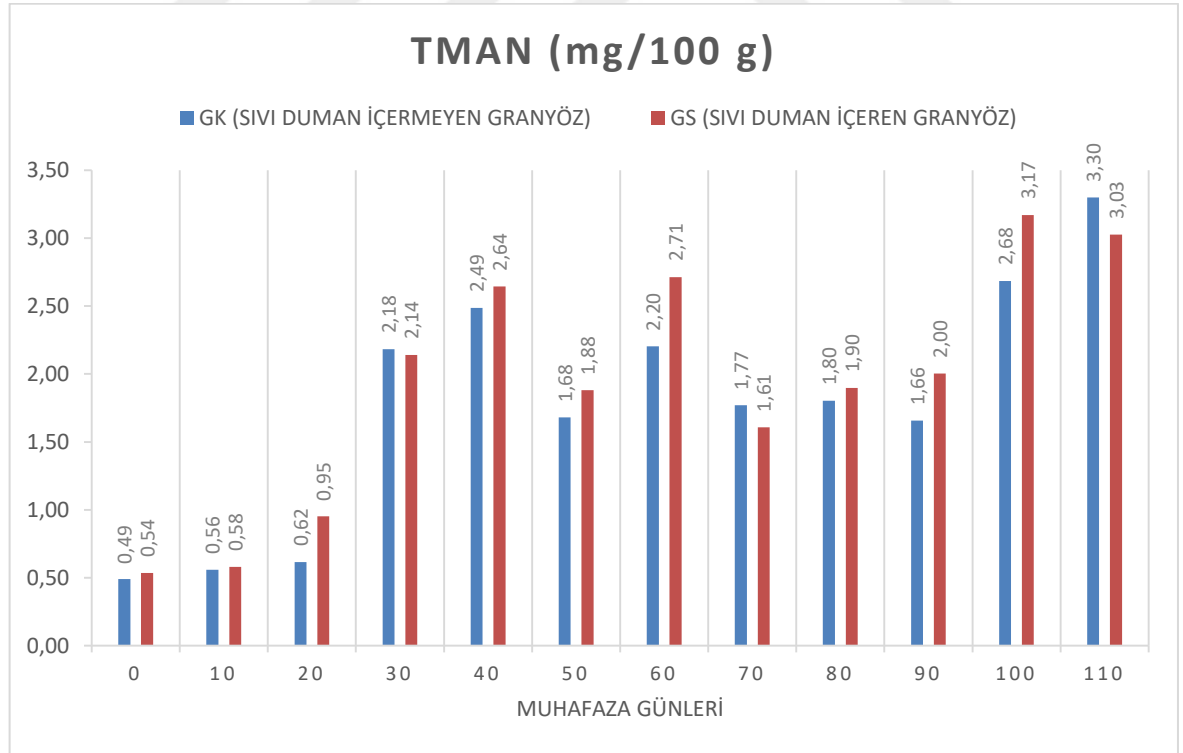


Şekil 4.19: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının TVB-N miktarındaki değişim (mg/100 g)

4.2.2.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Analiz Bulguları

Ham materyal ve grupların depolama sürecindeki TMA-N değerlerindeki değişim Tablo 4.2 ve Şekil 4.20’de toplu olarak verilmiştir.

Ham Granyöz materyalinin TMA-N değeri $0,36 \pm 0,06$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında GK grubunun TMA-N değeri $0,49 \pm 0,01$ iken GS grubunun TMA-N değeri $0,54 \pm 0,02$ mg/100g olarak bulunmuştur. Soğukta muhafaz sırasında yapılan ilk analizden sonra GK ve GS gruplarının TMA-N değerleri sırasıyla $0,56 \pm 0,08$ mg/100 g ve $0,58 \pm 0,02$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Her iki grupta da soğuk hava deposunda muhafaza ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) 110 gün boyunca TMA-N değerlerinin bir artış eğilimde olduğu gözlemlenmemiştir. Hiçbir grupta 3,3 mg/100 g geçen bir sonuç bulunmamıştır. 110 günlük muhafaza sonrasında GK ve GS gruplarının TMA-N değerleri $3,30 \pm 1,12$ mg/100g ve $3,03 \pm 0,16$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. Grupların depolama sürecindeki TMA-N düzeylerindeki karşılaştırmalar istatistiki olarak 0., 20. ve 60. günleri $p < 0,05$ güven aralığında önemli bulunurken diğer günler deki sonuçlar arasındaki fark önemli bulunmamıştır.

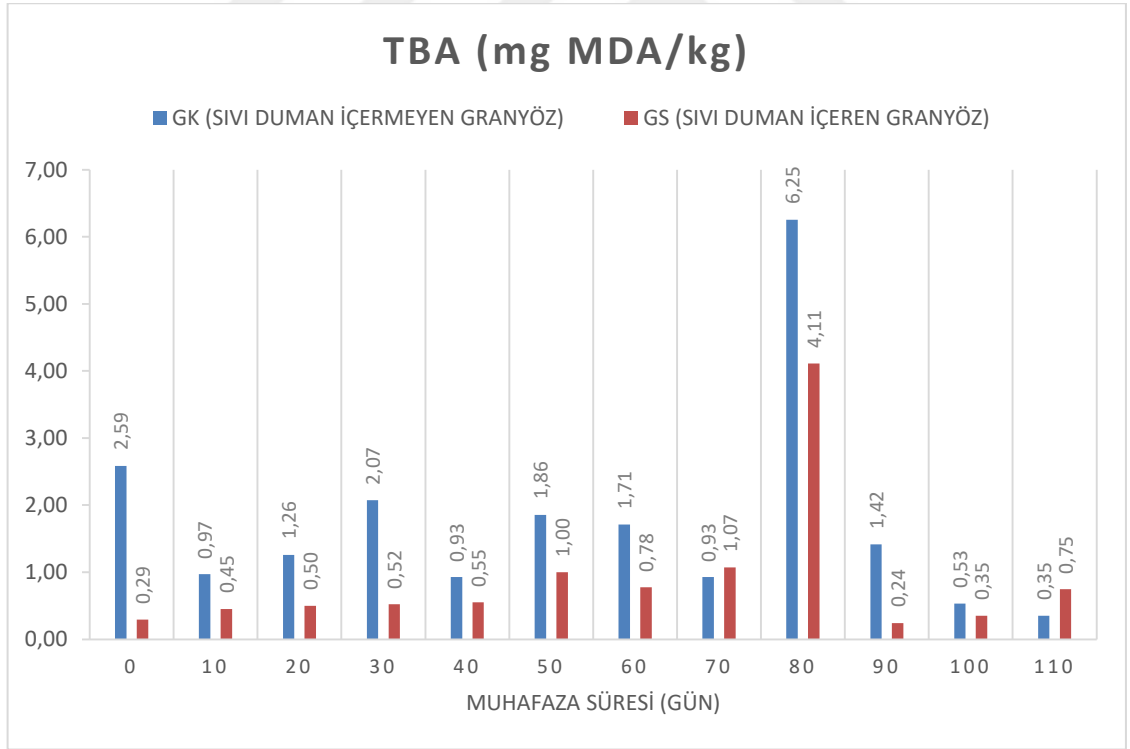


Şekil 4.20: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının TMA-N miktarındaki değişim

4.2.2.3. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri (TBA) Bulguları

Çalışmamızda ham materyal örneklerinde TBA değeri Gökkuşluğu alabalığı için 0.45 ± 0.10 mg MDA/kg ve Granyöz balığı için 0.13 ± 0.01 mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Granyözün depolama boyunca TBA değişimi Tablo 4.2 ve Şekil 4.21’de verilmiştir.

Depolama başlangıcında GK grubunun TBA değeri 1.32 ± 0.04 mg MDA/kg olarak tespit edilirken GS grubunun TBA değeri 0.29 ± 0.01 mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. Depolamanın 10. gününde GK ve GS gruplarının TBA değerleri sırasıyla 0.97 ± 0.02 mg MDA/kg ve 0.45 ± 0.01 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. 110 günlük depolama sonunda GK ve GS gruplarının TBA değeri düzeyleri sırasıyla 1.84 ± 0.04 mg MDA/kg ve 0.75 ± 0.01 mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Granyöz balık grupları arasındaki depolama sürecindeki günlerde TBA düzeyindeki değişimler $p < 0.05$ güven aralığında önemli bulunmuştur.

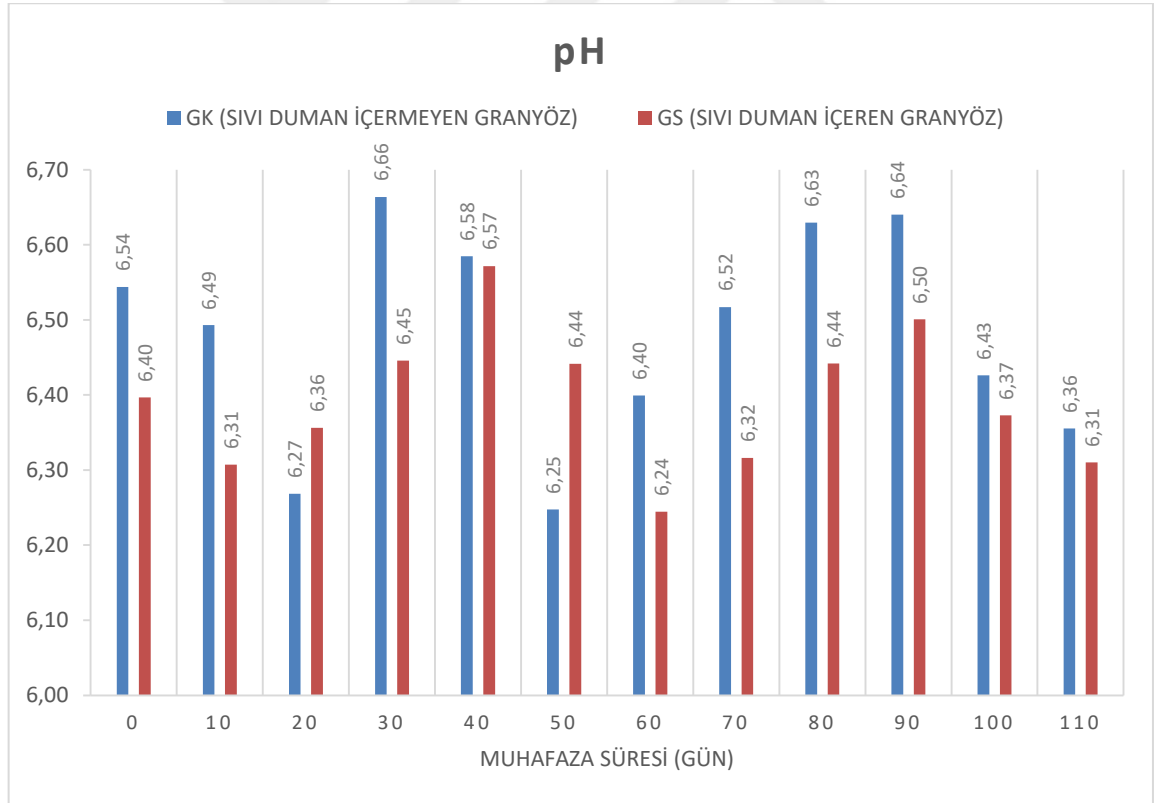


Şekil 4.21: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının TBA miktarındaki değişim.

4.2.2.4. pH Analizi Bulguları

Örneklerin depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.2 ve Şekil 4.22’de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan taze Granyöz balığının pH değeri $6,47 \pm 0,00$ olarak tespit edilmiştir. Sıvı duman uygulamasında 24 saat bekletilen GS grubunun pH değeri sırasıyla $6,31 \pm 0,00$ olarak ölçülmüştür.

Depolama başlangıcında 0. gün analizlerinde Granyöz gruplarının başlangıç pH değerleri GK için $6,54 \pm 0,01$ ve GS için $6,40 \pm 0,01$ olarak ölçülmüştür. Soğuk depolama sürecinin 10. gününde GK ve GS gruplarının pH değerleri sırasıyla $6,49 \pm 0,01$ ve $6,31 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda (110. günde) GK ve GS gruplarının pH değerleri $6,36 \pm 0,00$ ve $6,31 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. Granyöz balığının depolanması sırasında gruplar arasındaki istatistiksel önemli bir fark 0., 10. ve 40. günlerde bulunmaz iken diğer günlerde $p < 0,05$ aralığında önemli bir fark bulunmuştur.

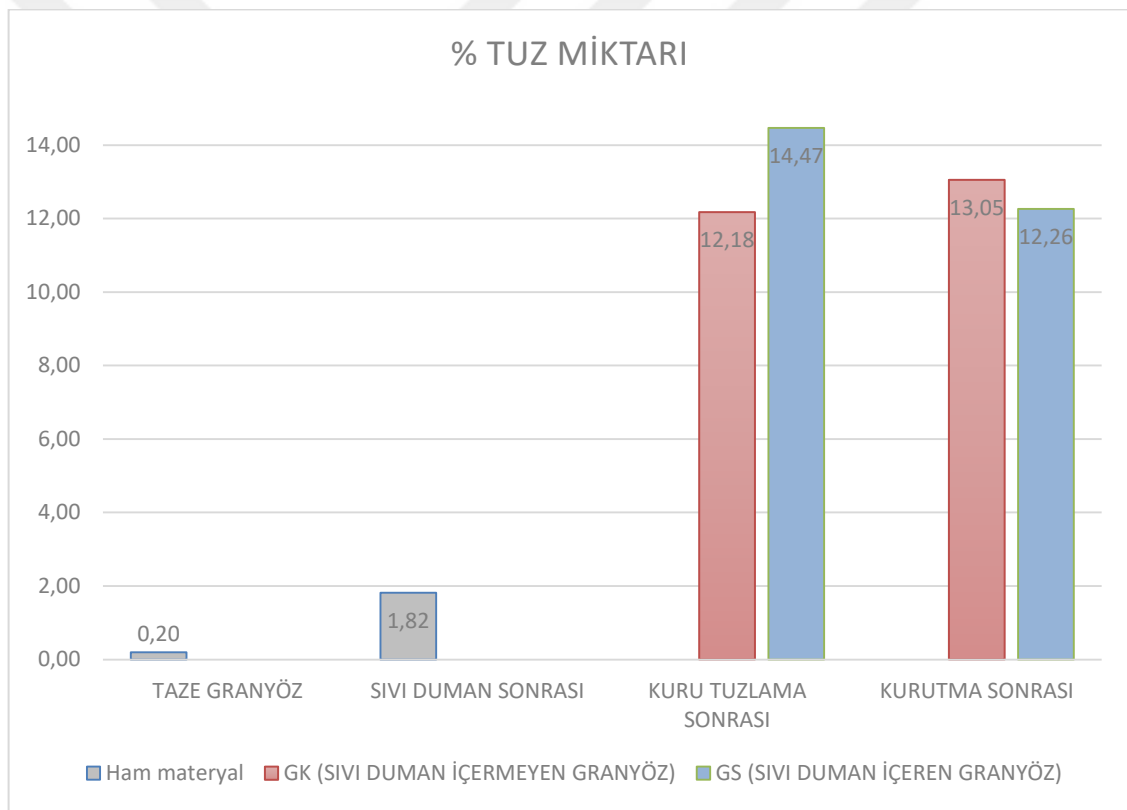


Şekil 4.22: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının pH miktarındaki değişim.

4.2.2.5. Tuz Analiz Bulguları

Granyözün tuzlanması, kurutulması ve işlenmesi sırasında tuz geçişlerini ve son ürünlerdeki tuz miktarını belirlemek amacıyla tuz analizleri de yapılmış olup sonuçlar Şekil 4.23'te verilmiştir.

Taze Granyözün ölçülen tuz miktarı $0,20 \pm 0,17$ iken sıvı duman sonrası $1,82 \pm 0,04$ 'e yükselmiştir. Tuzlama işlemi sonucunda tuz miktarı GK grubunda $12,18 \pm 0,24$, GS grubunda $14,47 \pm 0,00$ olarak tespit edilmiştir. GK ve GS gruplarının kurutma işlemi sonucu % tuz miktarları ise sırasıyla $13,05 \pm 0,02$ ve $12,26 \pm 0,2$ 'dir.

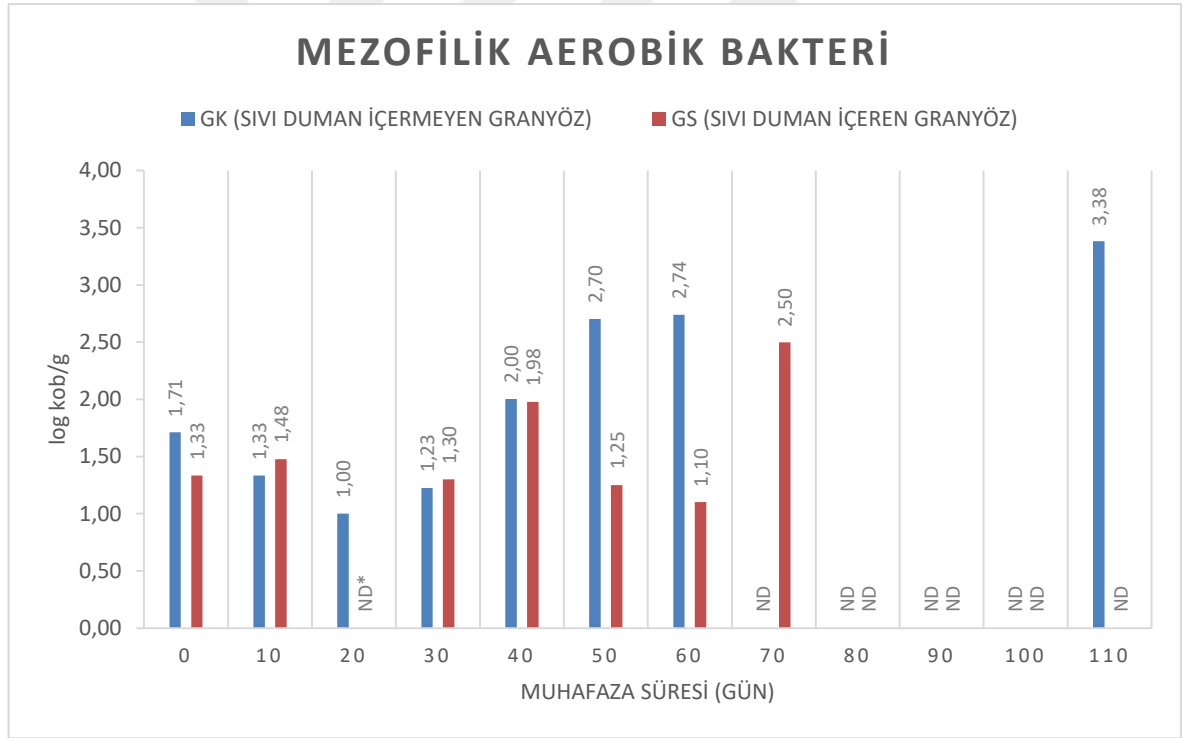


Şekil 4.23: Muhafaza süresi boyunca Granyöz gruplarının tuz miktarındaki değişim.

4.2.3. MİKROBİYOLOJİK BULGULAR

4.2.3.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

Granyözün tüm gruplarına ait toplam mezofilik aerobik bakteri yükleri Şekil 4.24'te verilmiştir. Yapılan analiz sonucu Granyöz ham materyalinde toplam mezofilik aerobik bakteri yükü $1,27 \pm 0,37$ log kob/g'dır. Depolama başlangıç yükü GK grubunda $1,71 \pm 0,41$ log kob/g, GS grubunda ise $1,33 \pm 0,58$ log kob/g'dır. Depolamanın 10. gününde GK ve GS grubunun toplam mezofilik bakteri yükü sırasıyla $1,33 \pm 0,58$ log kob/g ve $1,48 \pm 0,00$ log kob/g olarak hesaplanmıştır. Raf ömrünün 80, 90 ve 100. günlerinde üreme görülmezken 110. depolama gününde GK grubunun bakteri yükü $3,38 \pm 0,88$ log kob/g'a ulaşmıştır. Örneklerin 110 günlük depolama sonucunda bakteri yükleri tüketim sınır değerlerinin altında yer almıştır.



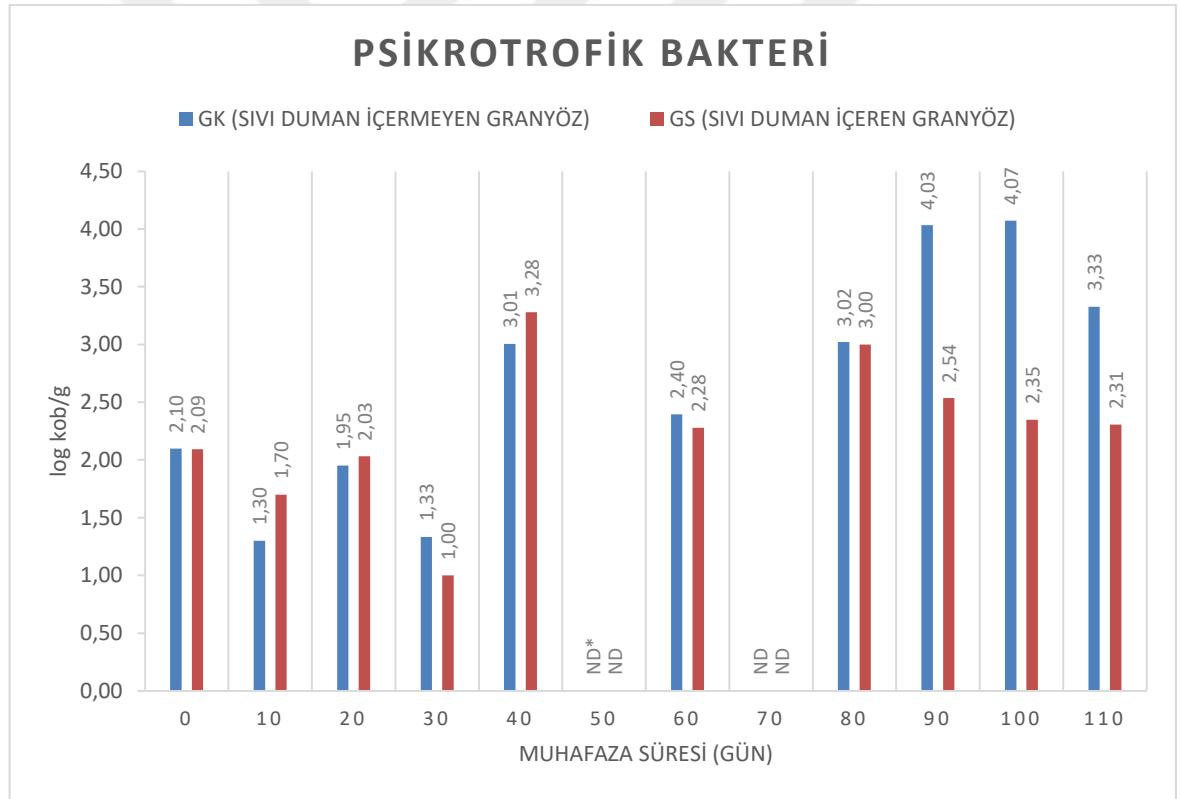
*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

Şekil 4.24: Granyözün depolama sürecindeki toplam mezofilik anaerobik bakteri bulguları.

4.2.3.2. Toplam Psikrotrofik Bakteri Bulguları

Tüm gruplara ait toplam psikrotrofik bakteri yükleri Şekil 4.25’de verilmiştir.

Yapılan analiz sonucu Granyöz ham materyalinde psikrotrofik bakteri yükü $2,18 \pm 0,21$ log kob/g olarak ölçülmüştür. Depolama başlangıcında GK ve GS gruplarında bakteri oluşumu miktarı sırasıyla $2,10 \pm 0,07$ log kob/g ve $2,09 \pm 0,29$ log kob/g’dir. GK grubunda depolamanın 10. günü bakteri yükü $1,30 \pm 0,19$ log kob/g, GS grubunda ise $1,70 \pm 0,00$ log kob/g’dir. Depolamanın 80. gününden itibaren 110.güne kadar gruplarda kayda değer değişiklikler görülmemiştir. Depolamanın 110. gününde GK grubu $3,33 \pm 0,85$ log kob/g iken görülmemiştir. Örneklerin 110 günlük depolama sonucunda bakteri yükleri tüketim sınır değerlerinin altında yer almıştır.



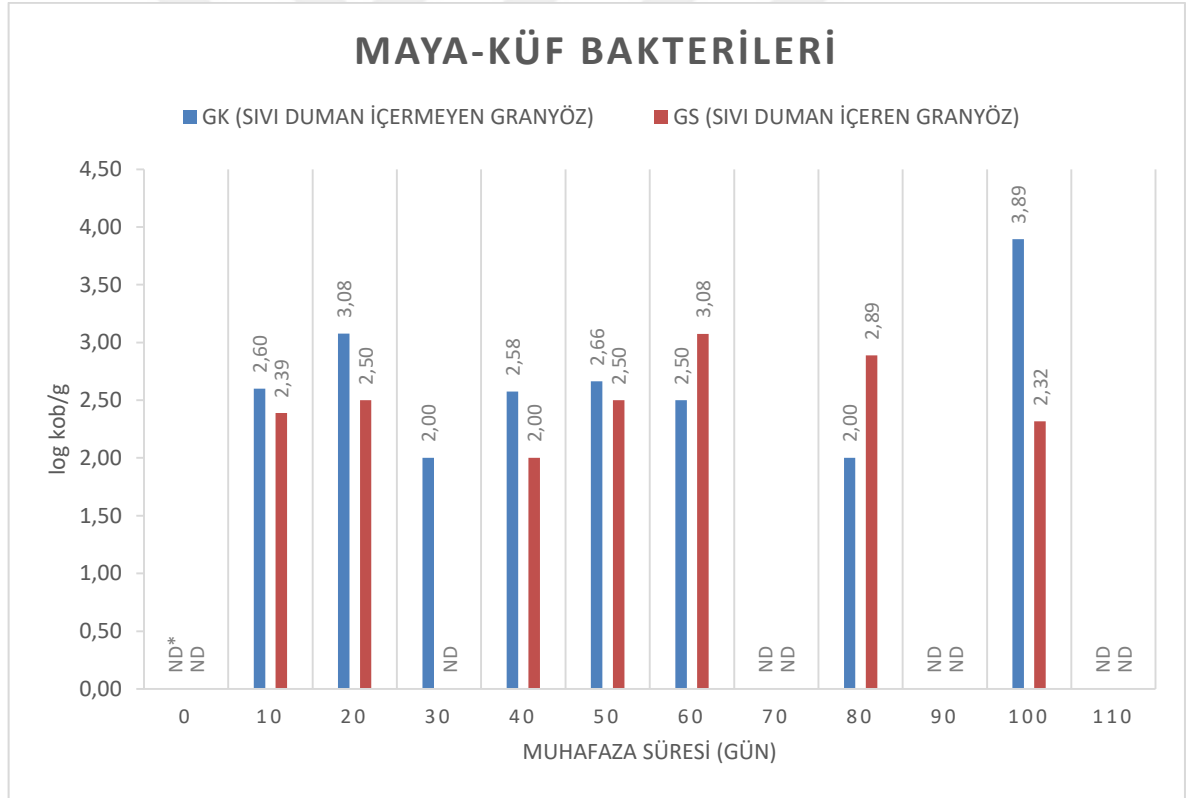
*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

Şekil 4.25: Granyözün depolama sürecindeki toplam psikrotrofik bakteri bulguları.

4.2.3.3. Toplam Maya-Küf Bakteri Bulguları

Granyöze ait GK ve GS gruplarına ait toplam maya-küf bakteri bulguları Şekil 4.26'da verilmiştir.

Ham materyaldeki bakteri yükü $1,65 \pm 1,14$ log kob/g'dır. Depolama başlangıcının 0. gününde gruplarda üreme görülmemiştir. Depolamanın 10.gününde GK grubunun maya-küf bakteri yükü $2,60 \pm 0,00$ log kob/g, GS grubunun ise $2,39 \pm 0,12$ log kob/g'dır. Depolama boyunca bakteri yükü değişiklik göstermiştir. 100. gün itibariyle GK ve GS sırasıyla $3,89 \pm 0,01$ log kob/g, $2,32 \pm 0,28$ log kob/g'a ulaşmıştır. GK ve GS gruplarının 110 günlük depolama boyunca bakteri yükleri tüketim sınır değerlerinin altında yer almıştır.



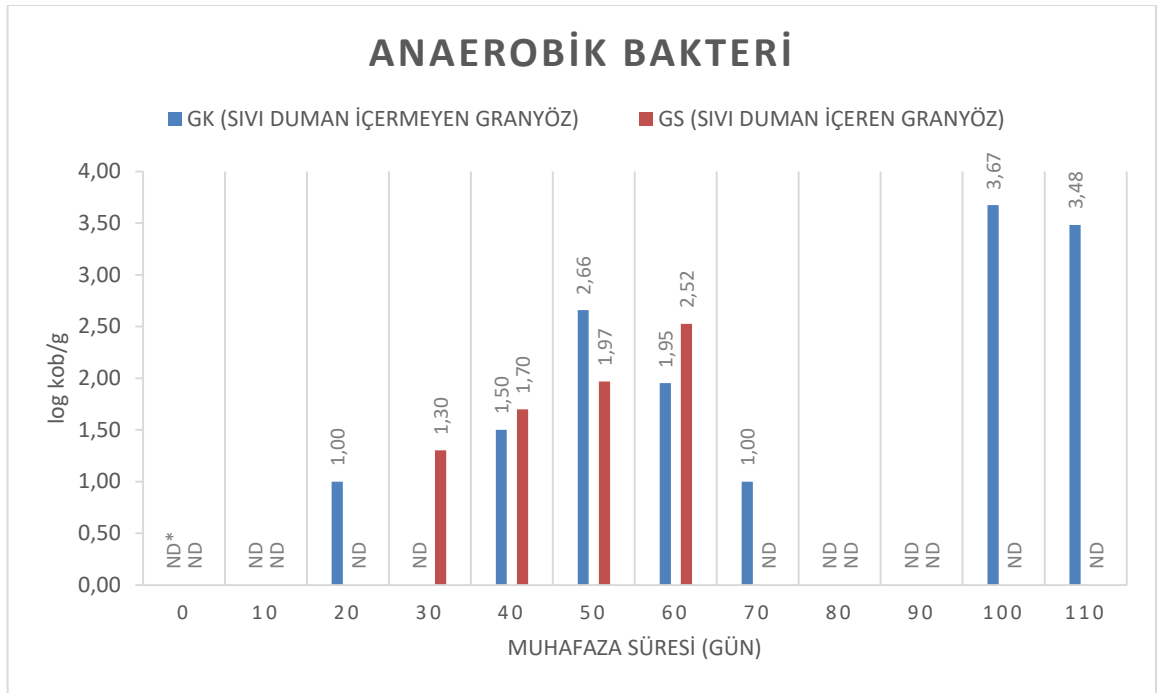
*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

Şekil 4.26: Granyözün depolama sürecindeki toplam maya-küf bakteri bulguları.

4.2.3.4. Toplam Anaerobik Bakteri Bulguları

Gruplara ait toplam anaerobik bakteri bulguları Şekil 4.27’de verilmiştir.

Muhafaza süresince en yüksek bakteri yükü GK’da $3,67 \pm 0,49$ log kob/g GS’de ise $2,52 \pm 0,03$ log kob/g’dır. Depolama sonunda GK grubu örneklerinin 100. ve 110. günündeki bakteri yükleri sırasıyla $3,67 \pm 0,49$ ve $3,48 \pm 1,09$ log kob/g olarak ölçülmüştür.



*ND(Not Detected):Tespit Edilmedi

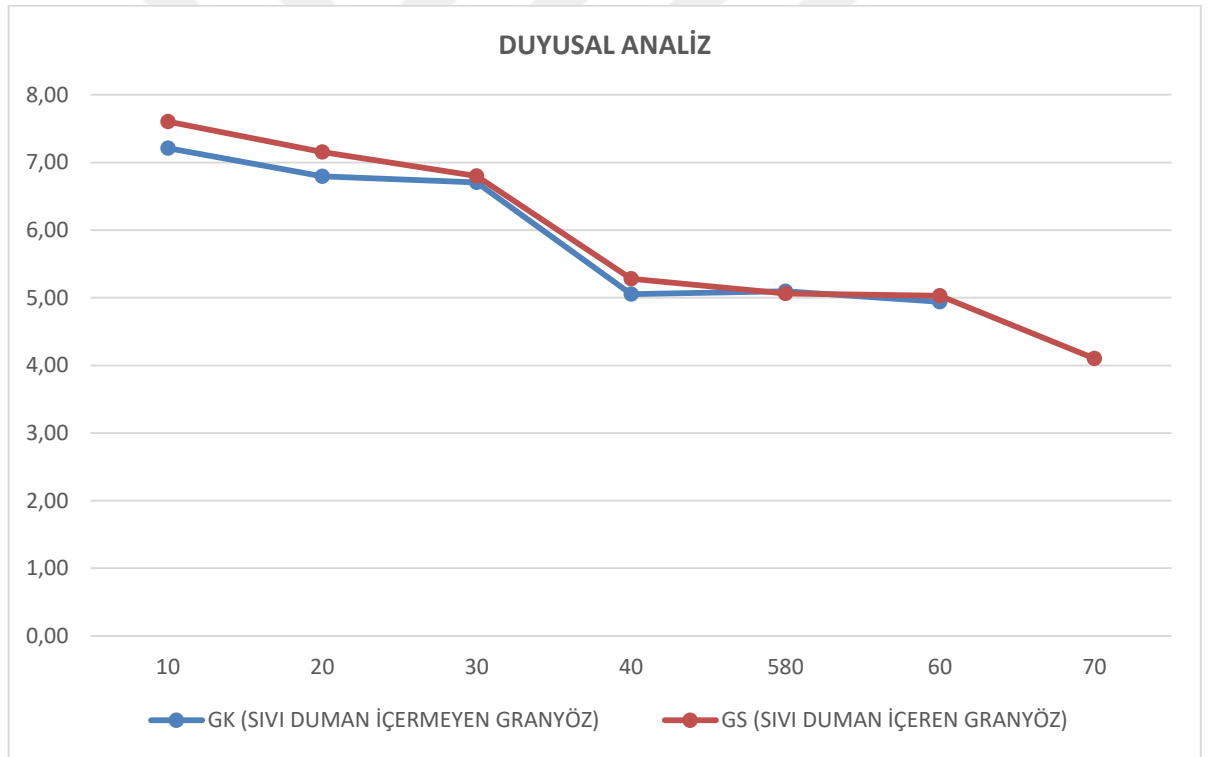
Şekil 4.27: Granyözün depolama sürecindeki toplam anaerobik bakteri bulguları.

4.2.3. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

Görünüş, koku, tekstür ve tat parametrelerine göre değerlendirilen Granyözün GK ve GS örnek gruplarının 80 günlük duyusal analiz bulguları tablo 4.1 ve Şekil 4.28’de verilmiştir.

Ürünler, 10-9 puan arası “Mükemmel”; 8,9-8 puan “çok iyi”; “7,9-6 iyi”; “5,9-5” Yeterli ve “≤4.9” tüketilmez olarak puanlandırılan bir duyusal skalada değerlendirilmiştir (Tablo 3.1).

Duyusal analizler sonucunda panelistler tarafından değerlendirilen GK ve GS grubu Granyöz örnekleri ilk analizde GK grubunda $7,21 \pm 0,26$; GS grubunda ise $7,61 \pm 0,32$ olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bu başlangıç rakamları 80 günlük depolama boyunca azalarak GK grubunda 60.günde $4,94 \pm 0,43$; GS grubunda ise 70. günde $4,10 \pm 0,26$ seviyesine ulaşarak tüketilemez limitinin altına inmiştir.



Şekil 4.28: Granyözün depolama sürecindeki duyusal analiz bulguları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. BESİN DEĞERİ ANALİZ SONUÇLARI

Çalışmamızdaki Gökkuşuğu alabalıklarına ait ham materyal besin bileşim değerleri protein, yağ, nem ve kül için sırasıyla $16,93 \pm 0,19$, $9,53 \pm 0,09$, $74,13 \pm 0,15$ ve $0,90 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. Sıvı duman solüsyonu uygulandıktan sonra bu değerler proteinde $14,93 \pm 0,58$, yağda $13,38 \pm 0,87$, nemde $54,81 \pm 0,43$ ve külde $1,06 \pm 0,05$ ölçülmüştür. Kuru tuzlama uygulaması sonrası bu değerler AK grubunda sırasıyla $19,62 \pm 0,89$, $30,29 \pm 0,34$, $40,59 \pm 0,47$ ve $10,59 \pm 0,04$ tespit edilmiştir. AS grubuna ait kuru tuzlama besin bileşimi değerleri ise protein için $19,08 \pm 1,18$, yağ için $30,72 \pm 2,71$, nem için $41,79 \pm 0,50$ ve kül için $11,03 \pm 0,07$ belirlenmiştir. Kurutma uygulamasından sonra ise protein, yağ, nem ve kül miktarları sırasıyla AK grubu için $21,55 \pm 0,54$, $28,95 \pm 2,30$, $38,88 \pm 0,74$, $11,07 \pm 0,04$ ve AS grubu için $19,02 \pm 0,21$, $33,30 \pm 5,14$, $33,88 \pm 0,70$, $9,69 \pm 0,11$ olarak deney sonuçları hesaplanmıştır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4).

Yapılan analiz sonuçlarına göre ham materyal olarak kullanılan taze Granyözün besin bileşimine ait protein, yağ, nem ve kül miktarları sırasıyla $22,10 \pm 0,06$, $0,27 \pm 0,06$, $74,56 \pm 0,35$ ve $1,36 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur. Sıvı duman solüsyonu uygulandıktan sonra bu değerler proteinde $19,40 \pm 0,14$, yağda $0,39 \pm 0,24$, nemde $78,37 \pm 0,11$ ve külde $1,58 \pm 0,01$ ölçülmüştür. Kuru tuzlama uygulaması sonrası bu değerler GK grubunda sırasıyla $22,54 \pm 0,89$, $0,28 \pm 0,04$, $58,16 \pm 0,10$ ve $16,94 \pm 0,06$ tespit edilmiştir. GS grubuna ait kuru tuzlama besin bileşimi değerleri ise protein için $22,76 \pm 1,18$, yağ için $0,71 \pm 0,17$, nem için $56,44 \pm 0,07$ ve kül için $18,48 \pm 0,02$ belirlenmiştir. Kurutma uygulamasından sonra ise protein, yağ, nem ve kül miktarları sırasıyla GK grubu için $25,98 \pm 0,54$, $10,27 \pm 0,65$, $52,55 \pm 0,71$, $13,86 \pm 0,21$ ve GS grubu için $24,38 \pm 0,21$, $3,88 \pm 1,01$, $56,61 \pm 0,73$, $12,10 \pm 0,08$ olarak deney sonuçları hesaplanmıştır (Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18).

Her iki balık türünde de işlem proseslerine bağlı besin bileşimlerinde değişimler olmuştur. Değişimlerin ana nedeni ise nem miktarındaki azalmaya bağlı diğer bileşimlerin yüzde oran içerisinde miktarlarının artmasıdır. Aynı zamanda kül miktarındaki artışın tuzlama işlemine bağlı NaCl iyonlarındaki artış ile analiz sonuçlarını etkilemesine dayandığı belirlenmiştir.

Vuorela ve diğ. (1979) aynı türdeki farklı balık örneklerinde protein, nem ve yağ gibi besin bileşimi içeriklerinin birbirinden farklılar arz edebileceğini belirtmişlerdir. Balıkların yağ miktarları bulundukları çevreye, türe, mevsime, yaş ve beslenme alışkanlıkları gibi birçok etkiye bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Pekcan, 2016). Balık etinin yapısında yüksek oranda su bulunmakta olup ortalama %65-80 arasında değişim gösterebilmekte ve yağ oranı artıkça azalmaktadır (Huss, 1995).

Tuz ve ısı etkisi altında balık etinde nem içeriğinin azaldığı vurgulanmıştır (Sigurgisladottir ve diğ., 2000). Tuzlama işlemi sonrasında başlangıçtaki nem miktarları bu bilgiyle doğru orantılı olarak hem Gökkuşuğu alabalığında hem Granyöz gruplarında düşüşler görülmektedir. Nem miktarı AK ve AS gruplarında sırasıyla $40,59 \pm 0,47$ ve $41,79 \pm 0,50$ seviyelerine kadar düşmüş, kurutma işlemi sonrası ise değerler daha da düşerek AK'da $38,88 \pm 0,74$ ve AS'de $33,88 \pm 0,70$ olarak ölçülmüştür. Granyöz gruplarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Örneklerdeki işlem süreçleri boyunca protein değerlerinde, tuz ilavesine bağlı olarak bir artış gözlenmektedir. Başlangıçta %16,93 protein içeriğine sahip gökkuşuğu alabalığı gruplarında AK ve AS'den alınan numunelerde kuru tuzlama sonrası bu rakam sırasıyla %19,62 ve %19,08 seviyelerine ulaşmıştır. Kurutma sonrası bu rakamlar tuz ve nem kaybıyla birlikte AK'da %21,55 ve AS'de %19,02'e ulaşmıştır. Granyözde ise %22,10'luk protein miktarı kuru tuzlama sonrası GK'da %22,54, GS'de ise %22,76 olarak bulunmuştur. Kurutma sonucu bu rakamlar, GK ve GS'de sırasıyla %25,98 ve %24,38'e yükselmiştir. Elde edilen bu sonuçlar temel bilimsel verileri destekler nitelikte olduğu sonuçlarımızdan anlaşılmakta ve literatürler de bunu desteklemektedir.

Farklı işleme tekniklerinin popüler işlenmiş su ürünlerinin besin bileşimine olan etkisini inceledikleri çalışmada Mol ve diğ. (2008), kurutma işleminden sonra istavritin protein, yağ, kül, karbonhidrat ve enerji değerlerinin anlamlı şekilde arttığını, nem içeriğinin ise azaldığını belirtmişlerdir.

Taze materyalden kurutma prosesi sonuna kadarki süreçte ürünün protein miktarındaki hafif kaybın, su ve tuzda çözünebilir proteinlerin kaybına bağlı olduğu düşünülmektedir; çünkü miyofibrillar proteinlerin yapısal stabilitesi ve denatürasyonu, kas içerisindeki tuz konsantrasyonundan büyük ölçüde etkilenmektedir (Thorarinsdottir ve diğ., 2002).

Rodrigues ve diğ. (2016) Gökkuşığı alabalığı etinin ortalama nem, protein, lipit ve kül içeriğinin analiz edildiği bir çalışmada sırasıyla $71,38 \pm 0,50$, $18,28 \pm 1,19$, $8,26 \pm 0,52$ ve $1,16 \pm 0,02$ sonuçlarına ulaşmıştır. Bu değerler çalışmamızdaki ham materyal sonuçlarıyla yakınlık göstermektedir.

Ünlüsayın ve diğ. (2001) ve Gokoglu ve diğ. (2004), ham Gökkuşığı alabalığının ortalama nem, protein, kül ve yağ oranlarının sırasıyla 73-75, 16-20, 1-2 ve 3-4 arasında değişmekte olduğunu bulmuştur. Pekcan (2016) taze alabalık besin değerinin $17,77$ protein, $73,24$ nem, $7,04$ yağ ve $1,18$ kül değerlerinden oluştuğunu belirtmiştir.

Özden (2005) yapmış olduğu araştırma sonucunda çalışmamızdaki besin bileşimi değerlerine yakın olarak taze Gökkuşığı alabalığının toplam nem, kül, protein ve yağ içeriklerini sırasıyla $76,23$, $1,47$, $18,57$ ve $3,71$ olarak bildirmiştir. Diğer çalışmalarda ise, Gökkuşığı alabalığının $73,38$ ile $76,99$ arasında değişen nem, $18,7$ ile $20,83$ arasında protein, $1,83$ ile $5,11$ arasında yağ ve $0,91$ ile $1,35$ 'si arasında kül içerdiği rapor edilmiştir (Ashgari ve diğ., 2013; Fallah ve diğ., 2011; Gokoğlu ve diğ., 2004).

Costa ve diğ.'leri (2013) Granyözün yüksek protein içeriğine sahip (>20) yağsız bir tür olduğunu bildirmişlerdir. Taze Granyöze ait nem, kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla $76,3$, $1,29$, $21,0$ ve $1,4$ olarak verilmiştir (Costa ve diğ., 2013). Çalışma sonuçlarımız da bu verilerle uyumluluk göstermektedir.

Farklı yetiştiricilik sistemlerinin denendiği bir başka çalışmada Martelli ve diğ., (2013), Granyözün nem miktarını $75,99-75,29$, protein miktarını $21,04-20,74$, kül miktarını $1,39-1,37$ ve yağ miktarını $2,12-3,00$ arasında bulmuştur.

Hernández ve diğ., (2009) taze Granyözün besin bileşimini $19,8$ protein, $2,49$ yağ, $76,3$ nem ve $1,26$ olarak kül belirlemişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada farklı Granyöz türüne ait büyük boyutlu örneklerde besin bileşiminin $76,8 \pm 1,2$ nemden, $0,73 \pm 0,36$ yağdan, $20,1 \pm 0,6$ proteinden ve $1,36 \pm 0,02$ külden oluştuğu bulunmuştur (Giogios ve diğ., 2013).

Poli ve diğ. (2003), füme işlenmiş Granyözün et kalitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada işlenen ürünlerde $66,13$ nem, $26,83$ protein, $3,32$ yağ ve $3,72$ kül tespit edilmiştir.

Taze Granyözün kimyasal bileşimini analiz eden Bilgin ve Değirmenci (2018), %79,28 nem, %17,28 protein, %2,19 yağ ve %1,25 kül içerdiğini bulmuşlardır. Literatürde aynı türe ait benzer besin bileşimi sonuçları bulunmaktadır (Hernández ve diğ., 2009; Grigorakis ve diğ., 2011).

5.2. TUZ ANALİZİ SONUÇLARI

Tuz analizi depolama başlangıcına kadar ürünlere uygulanmış olup taze gökkuşağı alabalığı ve taze granyözde sıvı duman solüsyonu uygulaması ve kuru tuzlama işlemlerinden sonra artmıştır. AK ve AS gruplarında sırasıyla kuru tuzlama sonunda $6,96 \pm 0,09$ ve $8,17 \pm 0,04$ seviyelerine ulaşmıştır. Granyöz gruplarında ise GK grubunda kuru tuzlama sonucunda $12,18 \pm 0,24$ ve GS grubunda $14,47 \pm 0,00$ seviyelerinde ölçülmüştür. Ürünün su aktivitesini azaltıp, böylece bozulma için bir ön koşul olan mikroorganizmaları sınırlayan kurutma ve tuzlama tekniklerinin benzer kombinasyonu Farid ve diğ. (2017) tarafından da incelenip, çalışmalarında başarılı olarak uygulanmıştır. Farid ve diğ. (2017) çalışmalarının sonucunda tüketicilere, düşük depolama sıcaklığı (4°C) ve geleneksel güneş-kurutma yöntemleriyle birlikte kolayca temin edilebilen ve ucuz maliyetli olan NaCl (sofra tuzu) gibi geleneksel koruyucuların kullanımını önermektedirler.

5.3. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

5.3.1. TVB-N

Yapmış olduğumuz çalışma sonuçlarına göre taze Gökkuşağı alabalığının başlangıçtaki TVB-N değeri $6,48 \pm 0,07$ mg/100g olarak ölçülmüştür. Genellikle depolama sırasında balık ve balık ürünlerinde artış eğilimi gösteren TVB-N değerleri bu çalışmada depolama süresince tüm gruplarda kayda değer ($p < 0,05$) bir artış göstermemiştir, en yüksek TVB-N değeri AK grubu için 90. günde $11,38 \pm 0,15$ mg/100 g, AS grubu için 110. günde $11,68 \pm 0,13$ mg/100g ölçülmüştür (Tablo 4.2 ve Şekil 4.5).

Taze Granyözün ise başlangıçtaki TVB-N değeri $8,35 \pm 0,02$ mg/100g olarak belirlenmiş ve bu değer ham materyalin tazeliğini göstererek nispeten düşük başlangıç TMA-N içeriğiyle uyumludur (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20). GK ve GS gruplarında 110 gün boyunca önemli bir artış

görülmemiştir. Depolama sonucunda GK grubunun TVB-N değeri $11,8 \pm 0,07$ mg/100g iken GS grubunda bu rakam $6,41 \pm 0,03$ mg/100 g olarak analiz edilmiştir (Tablo 4.2 ve Şekil 4.19).

Çalışmada kullanılan tüm örnek gruplarında depolama sonuna kadar TVB-N değerleri, kabul edilebilirlik eşiğinin altında kalmıştır (25 mg/100 mg'dan daha az (Schormüller, 1968)). Depolama sonuna doğru duyusal test sonuçlarına göre açıkça bozulmuş filetoların TVB-N seviyeleri kabul edilebilir olarak bildirilen TVB-N sınır değerleri içerisinde bulunmuştur. 110 günlük depolama sonrası TVB-N'nin nispeten düşük seviyelerine rağmen, Gökkuşluğu alabalığı 80 gün, Granyöz ise 60-70 gün itibariyle koku ve istenmeyen tat gibi benzeri nedenlerden dolayı ürün panelistlerce duyusal olarak reddedilmiştir.

Balıklar için bir kalite endeksi olan TVB-N değerinin ürünlerdeki gelişimi bozulma bakterilerinin ve endojen enzimlerin aktivitesi ile ilişkilidir (Özoğul ve diğ., 2004; Ruiz-Capillas ve Moral, 2005). Literatürlerde değişik araştırmacılarca TVB-N için farklı kabul edilebilirlik limit değerleri verilmektedir. Taze balık etindeki kabul edilebilir TVB-N limit değeri yaklaşık 30 mg/kg'dır; bununla birlikte, bu değer balık türlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Tablo 5.1). Ringa ve uskumru gibi yağlı balıklar için yaklaşık 20 mg/100 g, istiridyede 17 mg/100 g ve kalamar için 45 mg/100 g'lık bir değer sınır değer olarak verilmiştir (Sikorski ve diğ., 1990). Deniz balıklarında 15-20 mg/100 g TVB-N değerleri iyi kaliteli olarak değerlendirilirken, 50 mg/100 g TVB-N değeri düşük kaliteli olarak değerlendirilmektedir (Connell, 1980). Connell (1990)'a göre ise, buzdolabı koşullarında depolanmış balık ürünleri için TVB-N'nin tüketim sınırı miktarı 20 mg/100 g'dır. Bu farklı limit değerlerinin ürün çeşitliliği, özel uygulamalar ve işleme koşulları nedeniyle olduğu bildirilmiştir (Goulas ve Kontominas, 2005). Gökkuşluğu alabalığı için Arashisar ve diğ. (2004) tarafından 25 mg/100'lük bir üst sınır limit değeri olarak önerilmiştir.

TVB-N esasen balık kasındaki serbest azotlu madde miktarının ölçülmesidir. Serbest azotlu bileşiklerin başında da osmoregülasyondan sorumlu TMA-azot oksit gelir ve bu bileşik enzimatik ve bakteriyel yıkımlanma ile TMA-N'a indirgenir. Ölçülen TVB-N değeri TMA-N azot başta olmak üzere TMA-N'un yıkımlanma ürünleri olan DMA-N ve MMA-N içeriğini kapsar. Tatlı su balıkları TMA-O bakımından fakir balıklardır doğal olarak TVB-N değerinin çok yüksek olması beklenemez (Varlık ve diğ., 2007). Aynı zamanda türlere bağlı bozulmuşluk TVB-N limitlerinin değişim gösterdiği Avrupa Birliği normlarınca da teyit edilmektedir (Tablo 5.1). Tüm bu limit değişkenliklerinin yanında Bala ve diğ. (2018) ürün çeşitliliği ve işleme

prosedürleri nedeniyle, kürlenmiş veya farklı yöntemlerle işlenmiş ürünler için TVB-N limit değerinin sabitlenmesinin mümkün olmadığı ifade edilmiştir.

Tablo 5.1: Belirli su ürünleri kategorileri için TVB-N limit değerleri (EC, 1995).

Türler	TVB-N limitleri (mg/100g)
Sebastes sp. <i>Helicolenus dactylopterus</i> <i>Sebastichthys capensis</i>	25
Pisi balığı türleri; <i>Pleuronectes platessa</i> , <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> , <i>Microstomus kitt</i> , <i>Glyptocephalus cynoglossus</i> , (<i>Hippoglossus hippoglossus</i> ve <i>Hippoglossus stenolepis</i> hariç)	30
<i>Salmo salar</i> (Merluccidae familyasına ait türler) Berlam balıkları Morina balıkları, mezgit türleri, Bakalyaro, <i>Trisopterus Luscus</i> , Kömür Balığı, <i>Molva molva</i> , Gelincik balığı	35

4±1°C'de ayçiçek yağında depolanan marine edilmiş levreğin kalitesini inceleyen Alparslan ve diğ. (2013), işlem görmemiş levrek ham materyalinin TVB-N değerini 16,89±1,45 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. 90 günlük depolama sonucunda marine edilmiş ayçiçek yağında saklanan ürünün TVB-N değerlerini 9,82±0,87 mg/100 g (pullu levrek grubu), 9,62±0,43 mg/100 g (pulları çıkartılmış levrek grubu) ve 10,83±0,70 mg/100 g (derisi çıkartılmış levrek grubu) olarak ölçülmüştür. Alparslan ve diğ. (2013)'nin 90 günlük depolama sonucunda elde ettiği sınır değerlere ulaşmayan düşük seviyeli TVB-N rakamları çalışmamızdaki değerlerle yakınlık göstermektedir ve sonuçlarımızı desteklemektedir.

Hernández-Herrero ve diğ. (1999), olgunlaşma sırasında tuzlanmış hamsi içindeki TVB-N değerindeki değişimin özellikle halofilik bakteriler olmak üzere bakteriyel ve enzimatik etkilerden kaynaklandığını ileri sürmüştürler. Güneşte kurutulan üç farklı balık türünün (*Mystus gulio*, *Puntius sophore* ve *Gudusia chapra*) kalitesini inceleyen Nath ve diğ. (2018) balıkların başlangıç TVB-N değerlerini 12,27 mg/100g ile 14,0 mg/100g arasında ölçmüşlerdir. Üretilen kurutulmuş ürünlerin ise TVB-N içeriği, üç türde de yaklaşık 11 mg/100g'dır.

TVB-N değeri, balıkların bozulma derecesinin değerlendirilmesinde, depolamanın ilerleyen zamanlarında meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesinde depolamanın ilk aşamalarına

göre daha faydalıdır (Gokoglu ve diğ., 2009). Soğutulmuş sıcaklıkta (4°C) 24-32 ay boyunca saklanan güneşte kurutulmuş-tuzlanmış *Channa punctatus* ve *Mystus tengra* türlerine ait balık ürünlerinin kalitesini inceleyen Farid ve diğ. (2017), ürünlerin TVB-N değerlerini sırasıyla 2,27-19,96 mg/100 g ve 1,90-20,75 mg/100 g arasında ölçmüşlerdir.

Latifa ve diğ. (2014), tuz-zerdeçalla işlenmiş dumanda kurutulmuş *Mastacembelus pancalus* türü balık ürünlerinde TVB-N değerini 6,62 mg/100g (0. gün) ile 19,07 mg/100g (27. ay) arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Nahid ve diğ. (2017)'ne göre, tuz-sarımsakla işlenmiş ve dumanla kurutulmuş *M. pancalus* türüne ait balık ürününde, TVB-N değerleri sırasıyla 4°C'de depolamanın başlangıcında 5,74 mg/100 g (0 gün) ile başlayıp 24 ayın sonunda 18,92 mg/100 g'a kadar yükseldiğini tespit etmilerdir.

TVB-N değerleri bakımından 110 günlük depolama süreci boyunca elde edilen sonuçlar, Latifa ve diğ. (2014), Farid ve diğ. (2017) ve Nahid ve diğ. (2017) çalışmalarındaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Latifa ve diğ. (2017) çalışmasının sonunda elde edilen TVB-N sonuçları 27 aylık bir süreçte 19 mg/100 g seviyelerine ulaşmıştır, bu da limit değerlerin (Schormüller, 1968) oldukça altındadır.

Farklı kurutma teknolojilerinin ürüne olan etkisini inceleyen Patterson ve diğ. (2018), *Stolephorus commersonii* türü balıkların TVB-N değerleri 1,48±0,37 mg/100 g ile başlayıp 5 aylık depolama sonunda bu değer 3,84±0,35 mg/100 g'a ulaştığını bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmamızda yer alan AK, AS, GK ve GS gruplarına ait TVB-N bulgularıyla karşılaştırıldığında Patterson ve diğ. (2018)'ne ait sonuçlar oldukça düşük seviyelerde artış göstermesi araştırmamızdaki TVB-N gelişimiyle de benzerlik göstermektedir.

TVB-N üretimini etkileyen en önemli faktörlerden biri, proteinleri bozan ve uçucu nitrojen bileşikleri açığa çıkaran mikrobiyal aktivite ve enzimlerdir (Liu ve diğ., 2009). Literatürde, sıvı duman ekstraktının Gökkuşluğu alabalığı filetosunun veya Granyözün TVB-N değerleri üzerine etkisi hakkında bilgi bulunmamaktadır. Bununla birlikte, balık filetolarının TVB-N değerleri üzerindeki diğer ekstraktların ve esansiyel yağların koruyucu etkisi hakkında bazı bilgiler bulunmaktadır (Mahmoud ve diğ., 2006; Goulas ve Kontominas, 2007; Liu ve diğ., 2009).

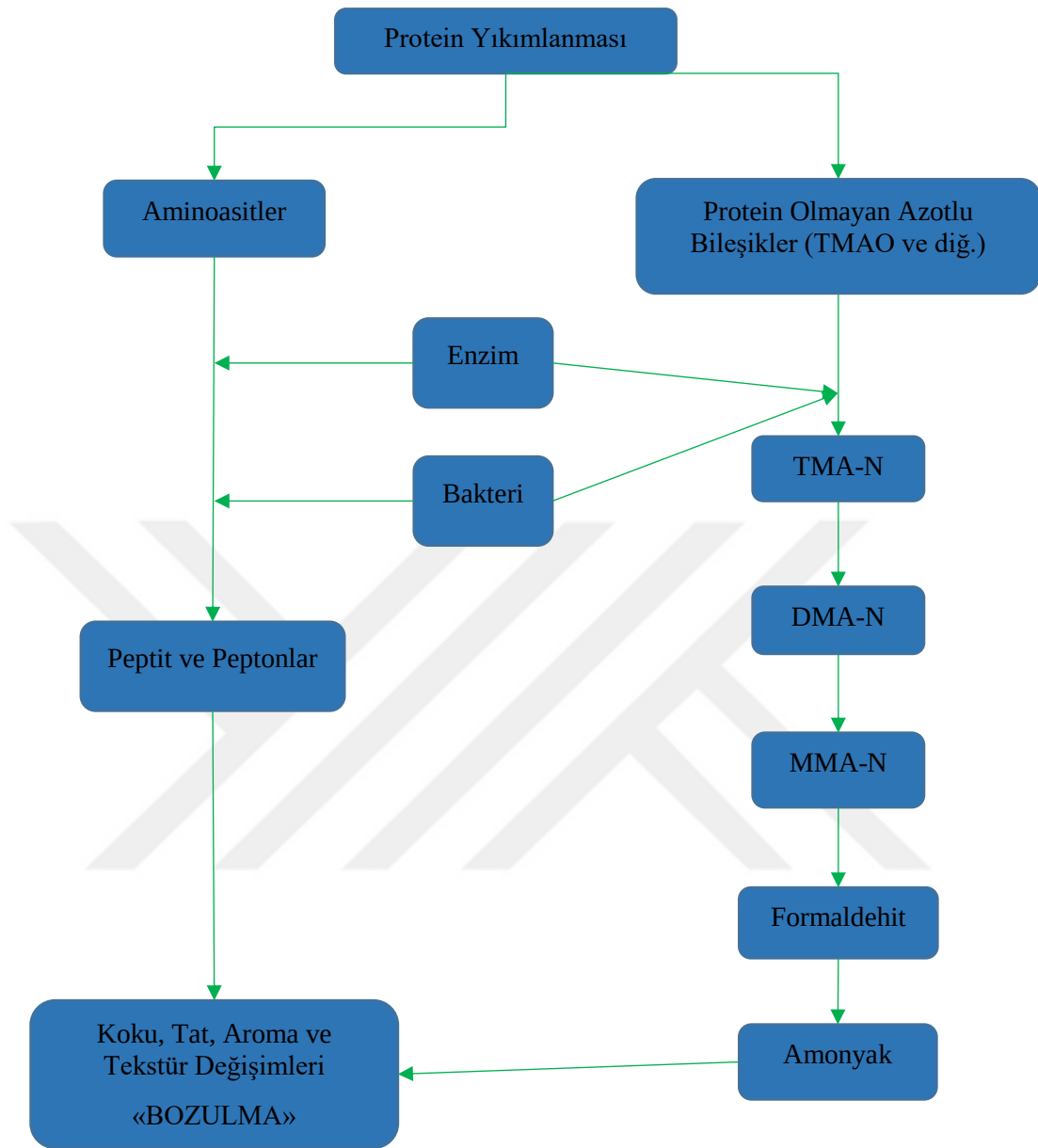
Tuzun su aktivitesini azaltarak bozulma mikroorganizmalarının gelişimini önlediği ve böylece TVB-N üretimini azalttığı bilinmektedir (Leroi ve Joffraud, 2000). Depolama süresince TVB-N değerlerinin limit sınırlar altında kalmasının bunun bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Benzer olarak çalışmadaki Gökkuşığı alabalığı ve Granyöz örneklerinde TVB-N üretiminin inhibisyonu, vakum paketlenme ve tuzlama, kurutma, sıvı duman uygulamalarının kombine bakteriyostatik etkisine ve enzimlerin baskılanmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu sebeple de bu tarz işlenmiş ürünler için klasik verilen limit değerlerin gözlenmesi beklenmemelidir.

Sıvı dumanla işlenmiş balıkların fizikokimyasal özelliklerine ilişkin literatürde fazla bir bilgi bulunmamaktadır. Bugueño ve diğ. (2003) araştırdıkları sıvı duman uygulanarak işlenen somonun, kimyasal veya fiziksel değişkenlerin hiçbirinde (pH, TVB-N ve benzeri) önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Bunun aksine Martinez ve diğ. 2007’de yapmış oldukları bir çalışmada protein-olmayan azot, proteinler ve yağ ve nem içeriğindeki değişiklikleri rapor etmişlerdir.

Benzer olarak çalışmamızdaki Gökkuşığı alabalığı ve Granyöz grupları incelendiğinde depolama sonunda TVB-N klasik taze balıklar için verilen limit değerlere göre düşük çıkması kurutma ve tuzlamaya işlemlerine bağlı mikrobiyal inaktivasyon ve enzimlerin baskılanmasının yanı sıra uçucu bileşiklerin suyun uzaklaştırılması sürecinde kayba uğramasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.3.2. TMA-N

TMA-N, bakteriyel bozulma ve enzimatik aktiviteye bağlı olarak TMAO’nin ayrışmasıyla üretilmektedir (Şekil 5.1). Birçok tatlı su balığı TMAO içermez ve bu bileşik için pek çok tür analiz edilmemiştir. Bu çalışmanın TMA-N sonuçları bir tazelik göstergesi olarak değerlendirilmemelidir. Çalışmamızdaki düşük başlangıçlı TMA-N içeriği ($0,16 \pm 0,02$ mg/100g), Gökkuşığı alabalıklarının iyi kalitede olduğunu ve literatürde bildirilen ilk TMA-N değerleri ham materyal ile uyumlu olduğunu göstermektedir (Nerantzaki ve diğ., 2005; Çaklı ve diğ., 2006; Pyrgotou ve diğ., 2010).



Şekil 5.1: Protein yıkımlanması ve bozulma oluşumu (Varlık ve diğ., 2007).

Su ürünlerinde insan tüketimine uygun olan ürünlerin TMA-N değerinin 1 mg/100g ile 8 mg/100g TMA-N arasında olması gerektiği Varlık ve diğ. (1993) tarafından bildirilmiştir. Avrupa Birliği ise bu TMA-N limit değerini 12 mg/100g olarak belirtmiştir (Goulas ve Kontaminas, 2005).

Bilgin ve Değirmenci (2018) Granyözün sıcak dumanlama teknolojisine uygunluğu üzerine yapmış olduğu tez çalışmasında, taze Granyöz balığının TMA değerini başlangıçta $0,67 \pm 0,35$ mg/100 g olduğunu ve bu değer 7. gün sonunda artarak $4,50 \pm 0,09$ mg /100 g'a ulaştığını bildirmiştir. Sıcak dumanlanmış üründe ise bu değerler, ürün başlangıcı için $1,35 \pm 0,08$ mg/100

g iken 56. günlük depolama sonucunda $5,57 \pm 0,02$ mg/100 g değerine yükselmiştir. Bu bilgilerle birlikte Bilgin ve Değirmenci (2018), Granyöz balığının bu TMA-N değerlerini göz önünde bulundurarak hem taze hem de dumanlanmış ürünlerin tüketilebilirlik özelliklerini kaybetmediğini vurgulamıştır.

Frangos ve diğ. (2010) Gökkuşaağı alabalığında ölçtüğü düşük başlangıç TMA-N içeriği (1,3 mg/100 g), vakum paket altında saklanan Gökkuşaağı alabalığı için bildirilen başlangıç TMA-N değerleri ile benzer olarak alabalıkların iyi kalitede olduğunu göstermektedir (Neratzaki ve diğ., 2005; Çaklı ve diğ., 2006). Teskeredzic ve Pfeifer (1987) tarafından 4°C'de depolanan alabalık için üst kabul edilebilir TMA-N limiti 10 mg/100 g'lık bir değer önerilmiştir.

Alparslan ve diğ. (2013), yapmış oldukları çalışmanın başlangıcında işlem görmemiş levrek ham materyalinin TMA-N değerini $2,86 \pm 0,1$ mg/100 g, marine edilmiş ve ayçiçek yağında saklanan ürünün ise $3,21 \pm 0,12$ mg/100 g (pullu levrek grubu), $2,91 \pm 0,09$ mg/100 g (pulları çıkartılmış levrek grubu) ve $3,03 \pm 0,21$ mg/100 g (derisi çıkartılmış levrek grubu) olarak ölçmüşlerdir. Elde edilen düşük sonuçlar, çalışmamızdaki Gökkuşaağı alabalığı ve Granyöze ait TMA-N değerleriyle uyumluluk sağlamaktadır.

S. commersonii türüne farklı kurutma işlemleri uygulayan Patterson ve diğ. (2018), ürünlerin kalitesini inceledikleri 5 aylık depolama süresi bulunan çalışmalarında TMA-N değerlerini 0,42-1,73 mg/100 g arasında bildirmişlerdir.

A. regius'un kalitesini inceleyen Bilgin ve diğ. (2016)'nin yapmış oldukları çalışmaya göre, tüm araştırmasındaki gruplar için TMA-N değeri $0,58 \pm 0,06$ mg/100 g ile $6,31 \pm 0,93$ mg/100 g arasında değişkenlik göstermektedir.

Pyrgotou ve diğ. (2010) yapmış olduğu bir çalışmada, düşük başlangıçlı TMA-N içeriği (1,1 mg/100 g), alabalıkların iyi kalitede olduğunu, literatürde Gökkuşaağı alabalığı için bildirilen başlangıç TMAN değerleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir (Nerantzaki ve diğ., 2005; Cakli ve diğ., 2006). Araştırmacılar, alabalık örnekleri için TMA-N değerlerinin depolama süresinin sonuna kadar önemli ölçüde düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Soğuk depolama sırasında vakum paketin ürünün kalitesine etkisini inceleyen Genç ve diğ. (2013), çalışmalarında Granyöz filetolarının TMA-N değerini 0. günde $0,70 \pm 0,49$ mg N/100 g olarak bulmuşlardır. Depolama sonunda TMA-N değerleri vakumsuz ve vakumlu paketlerde

sırasıyla $1,43 \pm 1,70$ mg/100 g ve $2,00 \pm 0,96$ mg/100 g olarak belirlenmiş ve TMA-N değeri depolamanın sonunda kayda değer bir artış göstermemiştir.

Yapılan literatür taramalarında, kombine tekniklerin hem TVB-N hem de TMA-N üretimi üzerine alabalık da dahil olmak üzere tatlı su balıklarında ve Granyöze etkisi konusunda çok az veri bulunduğu görülmüştür.

5.3.3. TBA

TBA değerleri, ransidite düzeyini ölçmede yaygın olarak kullanılır ve temel olarak ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu ile ilgilidir (Goulas ve diğ., 2007). Lipit oksidasyonu, çoklu doymamış yağ asitlerinin oksijenle ilk reaksiyon ürünleri olan malondialdehitlerin (MDA) ölçülmesiyle kanıtlanmıştır (Auburg, 1993; Rezaei ve diğ., 2008). Çalışmanın başlangıcında taze Gökkuşığı alabalığının TBA değeri $0,45 \pm 0,10$ mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Can (2011a)'a göre alabalık filetolarının başlangıç TBA indeksi değeri 1,34 mg MDA/kg olarak bildirilmiştir. Benzer TBA indeks değeri sonuçları Çaklı ve diğ. (2006)'leri ile uyumlu olarak, sıcak tütsülenmiş Gökkuşığı alabalıklarında 1,4 mg MDA/kg ölçülmüştür.

“Mükemmel” kalitede bir hammaddede TBA değeri 3 mg MDA/kg'dan az, “iyi” kalitede sınıflandırılan bir hammaddede ise 5 mg'dan fazla olmamalıdır. TBA değeri için tüketim sınırı 7 ile 8 mg MDA/kg arasındadır (Oğuzhan ve Angiş, 2012).

Sallam ve diğ. (2007), farklı asit çözeltilerinde marine ettikleri *Cololabis saira*'nın ham materyal TBA değerini 0,37 mg MDA/kg olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar 90 günlük depolama süresi sonunda sadece tuzlanmış (%4,27 NaCl içeren) kontrol ürün grubunun TBA değerini 2,82 mg MDA/kg olarak ölçülüp, depolama boyunca üründe kayda değer bir artış görülmediğini vurgulamışlardır.

Farklı kurutma işlemlerinin *S. commersonnii* türünün kalitesine etkisini araştıran Patterson ve diğ. (2018), 5 aylık depolama süresi boyunca ürünün TBA değerlerini 0,71-2,3 mg MDA/100g arasında bildirmişlerdir.

TBA olarak ölçülen ikincil lipit oksidasyon ürünlerinin, gıdaların hem duyuşal hem de fonksiyonel özellikleri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Stapelfeldt ve diğ., 1997). Lipid oksidasyonundaki artış, oksijenli ortamda depolanan ve kurutulmuş su ürünlerinin genel bir olgusudur (Horner, 1997). Ayrıca işlemede kullanılan tuz, dumanlanmış ürünlerin raf ömrünü

uzatabilse de, yüksek oranda doymamış lipitlerin oksidasyonunu da arttırabilir, bu da sonuç olarak, tat ve kokuların, protein denatürasyonunun olmasına ve dokusal değişikliklere yol açabilmektedir (Rørå ve diğ., 1998; Aubourg ve Ugliano, 2002). Çalışmamızda kurutulmuş ve tuzlanmış grupların lipit oksidasyonuna bağlı gelişen TBA değerlerindeki artış bu nedenlere bağlanabilir.

Oğuzhan ve Angiş (2012) Gökkuşığı alabalığının ilk TBARS değerini 1,95 μmol MDA/kg olarak ve Hernández ve diğ. (2009), çalışmalarında Granyöz materyalinin başlangıçtaki TBA değerini 0,10 mg MDA/kg olarak bulmuşlardır.

Pyrgotou ve diğ. (2010), alabalık filetosu için başlangıçtaki TBA değerini 2,96 mg MDA/kg olarak bildirmişlerdir. Bu değer Neratzaki ve diğ. (2005) tarafından yapılan çalışmadaki vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalığı örnekleri ile benzerlik göstermiş; ancak Cakli ve diğ. (2006) tarafından yayınlanan çalışmadaki vakum paketlenmiş sıcak füme alabalıklarında TBA değerleri daha yüksek rakamlarda bulunmuştur.

Tüm gruplardan alınan numunelerin TBA değerleri depolama süresi boyunca değişkenlik göstermiştir. Yapılan analizler sonucu, TBA değerleri depolama sırasında kademeli olarak belirli bir noktaya yükselmiştir ve ardından değerlerde bir düşüş ya da daha düşük bir artış oranı meydana gelmiştir.

Yukarıda belirtilen gözlemler, dumanlanmış balıklardaki fenolik bileşenlerin çökmesine bağlanabilir. Duman bileşenleri arasında yer alan fenoller en yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Doe ve diğ., 1998). Bu aktivite sonucu nispeten düşük TBA değerleri elde edildiği düşünülmektedir. Ayrıca TBA değerlerinin depolama sırasında azalabildiği de bilinmektedir (Jeevanandam ve diğ., 2001). Bu durum, malondialdehit (MDA) ve TBA ile reaksiyona girmeye yatkın diğer bileşikler arasındaki etkileşimi ve karbonil bileşikler oluşturan aminoasitler ile renk üretmeye veya MDA'nın miyosin proteiniyle reaksiyona girmesine bağlı olarak gelişebilmektedir (Silva ve Ammerman, 1993).

Granyözün 4°C'deki kalitesini inceleyen Bilgin ve diğ. (2016), çalışmalarında TBA değerlerini $0,11 \pm 0,02$ mg MDA/100g ile $2,32 \pm 0,17$ mg MDA/100g aralığında ölçmüşlerdir.

Pyrgotou ve diğ. (2010), çalışma sonucuna göre ortalama %1,34 tuz içeriğine sahip Gökkuşığı alabalığı numuneleri için TBA değerleri genel olarak 3 mg MDA/ kg'dan daha düşük bulunmuş,

bu da lipit oksidasyonunun çok düşük düzeylerde olduğunu göstermiştir. Depolama süresince MDA ve amino asitler, proteinler, glikoz ve diğer balık bileşenleri arasındaki birkaç etkileşime bağlı olarak TBA değerlerinin gerçek lipit oksidasyon hızını göstermediği vurgulanmaktadır (Auburg, 1993). Bu gözlem önceki literatürdeki verilerle de uyum göstermektedir (Fernández-Palacios ve diğ., 1997; Giatrakou ve diğ., 2008). Sonuç olarak, sıcak füme alabalık için bildirilen sonuçlarla uyumlu olarak (Cakli ve diğ., 2006), bu çalışmanın şartları altında alabalık filetolarının kalitesindeki azalmayı değerlendirmek için TBA'nın lipit oksidasyonu/acılaşma indeksi olarak kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır (Pyrgotou ve diğ., 2010).

Farklı tuz konsantrasyonları ve kurutma yöntemleri ile *Chanos chanos* türü balık ürünlerini inceleyen Hwang ve diğ. (2012) çalışmalarında, nem içeriği, TVB-N ve TBA seviyelerinin artan tuz konsantrasyonları ile azaldığını vurgulamışlardır. Çalışmada aynı tuz konsantrasyonlarına sahip örneklerde, soğuk hava ile kurutulmuş örneklerin TVB-N ve TBA düzeyleri diğer kurutma yöntemleri ile hazırlananlardan önemli ölçüde düşük bulunmuştur. Yapılan çalışma sonuçlarına göre Gökkuşığı alabalığı ve Granyöze ait örnek gruplarının kimyasal analiz ve mikrobiyolojik analiz sonuçları da bu bilgilerle benzer olarak artış göstermemiştir.

5.3.4. pH

Tuzlama ürünün pH'ını düşüren ve böylelikle mikrobiyal gelişimin yavaşladığı bir işlemdir (Leroi ve Joffraud, 2000). Taze balığın kasının pH'ı nötre yakındır. Balık eti, balığın ölümü sonrasında yüksek pH değerine sahiptir (>6). Çoğu balık kas dokusunda çok az karbonhidrat (<% 0,5) içerir ve ölüm sonrası sadece küçük miktarlarda laktik asit üretilir (Venugopal, 2006).

Depolama sırasında balık etinin pH'ı artar, bu da kısmen amonyum ve trimetilamin gibi alkali bileşiklerin yanı sıra bozulma bakterileri tarafından üretilen diğer biyojenik aminlerin üretimine bağlanabilir (Gram ve Huss, 1996; Tang ve Cronin, 2007). Bununla birlikte, çoğunlukla laktik asit üretimine neden olan balık dokularının anaerobik fermentasyonu sonucu, balık dokusunun pH'ı giderek azalır (Huss, 1988). Su ürünleri dokularındaki pH artışı veya azalması, bozulma sırasındaki baskın biyokimyasal olaylarla ilişkilendirilmektedir. Bozulma anaerobik bakterilerden kaynaklanıyorsa, laktik asit üretimi nedeniyle pH düşmektedir. Aksine, bozulma süreci, çoğu temel özellikleri olan biyojenik aminlerin üretimine yol açarsa, pH artmaktadır (Jørgensen ve diğ., 2000).

Balıkların taze olması için pH değerinin 6 ile 6,5 arasında olması gerektiği ve kabul edilebilir pH değeri limitinin 6,8-7,0 olduğu bildirilmiştir (Ludorff ve Meyer, 1973).

Taze Gökkuşaağı alabalığının başlangıç pH değeri $6,69 \pm 0,01$ olarak ölçülmüştür. Gökkuşaağı alabalığı gruplarında 110 günlük depolama boyunca örneklerin pH değerleri artış göstermiştir. Chytiri ve diğ., (2004) taze Gökkuşaağı alabalığının pH değerini $6,43 \pm 0,10$ olarak ölçmüştür. Taze Gökkuşaağı alabalığının pH değerini, Duman ve Karaton (2018) 6,72, López ve diğ. (2017) 6,71, Etemadi ve diğ. (2013) 6,73 olarak bulmuştur.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), Gökkuşaağı alabalığı (*O. mykiss*) üzerine yapmış oldukları çalışmada, başlangıçta 6,12 olan pH'ı 8. günde 6,44 olarak ölçüp, 28. günde 6,25 ve 48 günlük depolama sonucunda ise 6,47 olduğunu bildirmişlerdir.

Sallam ve diğ. (2007), *Cololabis saira*'nın farklı asit çözeltilerinde marine ettikleri çalışmada ham materyalin pH'ını 6.32 olarak ölçmüşlerdir. Sadece tuzlama işlemi uygulanan ve % 4 tuz içeriğine sahip ürün grubunda pH $6,07 \pm 0,04$ ile başlayıp 90 günlük depolama sonunda giderek artış göstererek $6,58 \pm 0,01$ seviyelerine ulaşmıştır. Sallam ve diğ. (2007)'nin bildirdiği sonuçlar, AK, AS, GK ve GS gruplarında elde edilen pH verilerindeki artışla benzerlik göstermektedir.

Güneşte kurutulmuş ve tuzlanmış balık ürünlerinin kalitesini inceleyen Farid ve diğ. (2017), *M. tengra* türü örneklerin başlangıç pH değerinin 5,9 olduğunu, bu rakamların 32 aylık analizler boyunca 6,5, 6,6 ve 6,7 seviyelerini geçerek yavaşça arttığını ve depolama sonunda 7,0 seviyesine ulaştığını bildirmişlerdir.

Bilgin ve diğ. (2016) 4°C'de 9 gün kalitesini inceledikleri Granyöz filetoalarının pH değerlerini $6,52 \pm 0,16$ ile $6,49 \pm 0,07$ arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı tuzlama ve dumanlama işlemlerinin *Scomber japonicus* türüne etkisini araştıran Goulas ve Kontominas (2005) 30 günlük depolamada tuzlanmış ürünün pH'ını $6,12 \pm 0,09$ ile $6,57 \pm 0,10$ arasında bulmuşlardır.

Taze Granyözün ise pH değeri işlemler öncesinde $6,47 \pm 0,00$ olarak bulunmuştur. Depolama boyunca GK ve GS gruplarının pH değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Hernández ve diğ. (2009) taze Granyözün pH değerini $6,49 \pm 0,10$, benzer olarak Genç ve diğ. (2015)

6,48±0,10 olarak bildirmiştir. Elde edilen bu sonuçlar temel bilimsel verileri destekler nitelikte olduğu sonuçlarımızdan anlaşılmaktadır ve literatürler de bunu desteklemektedir.

5.4. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI

Ham veya işlenmiş su ürünleri, özellikle de yanlış sıcaklıklarda tutulduğunda, gıda kaynaklı hastalıkların en yaygın bakteriyel ajanlarının büyümesi için genellikle mükemmel substratlardır. Aynı zamanda bu durum su ürünlerinin raf ömrünü etkilemektedir. Toplam bakteri yükü kalite değerlendirmesi için önemli bir kriterdir. Taze balık ve su ürünlerinde insan tüketimi açısından kaliteli ürünler için kabul edilebilir önerilen maksimum bakteri sayısı 6-7 log kob/g'dır (ICMSF, 1986).

Su ürünleri için toplam mezofilik bakteri limiti 6-7 log kob/g olarak belirlenmiştir (Anon., 1991). Ayrıca işlem görmemiş çiğ balık için aerobik toplam mikrobiyolojik bozunma kriteri 7 log kob/g sınır değeri olarak bildirilmiştir (ICMSF, 1986; Çaklı, 2007; Sallam, 2007). Yapılan toplam mezofilik bakteri sayımlarına göre, Granyöz gruplarında GK ve GS'de sırasıyla 3,38 ve 2,50 log kob/g seviyelerine kadar yükselerek, depolama sırasında Gökkuşaağı alabalığının AK ve AS gruplarına göre kısmen artan bir eğilim göstermiştir (Şekil 4.24).

Bakteri sayımlarına göre Gökkuşaağı alabalığına ait AK ve AS ve Granyöze ait GK ve GS gruplarında üreme görülmeyen farklı sonuçlar, Goulas ve Kontaminas (2005) tarafından belirtilen tuzun koruyucu etkisine dayalı su aktivitesinin düşüklüğü olarak gösterilen duruma bağlanabilir. Bu durum, halofilik bakterilerin büyümesi için su aktivitesinin yüksek olduğu ortamlarda daha uygun olmasıyla ilişkilenebilmektedir (Lupin ve diğ., 1981). Bunun yanı sıra, halofilik bakterilerin büyüme eğilimi ise ürünlerdeki yüksek tuz konsantrasyonu kaynaklı olarak da gelişebilen bir durumdur (Baross ve Lenovich, 1992).

Literatüre göre (Horner, 1997) normalde balıklarda bozulma ile ilişkili mikroorganizmaların çoğu halofobiktir ve genel olarak %5'i aşan tuz konsantrasyonlarında gelişmemektedirler. Tuzun koruyucu etkisi için benzer sonuçları Kolodziejska ve diğ. (2002), tuzlanmış, sıcak fümelenmiş uskumru için de bildirmiştirler.

Balıkların tuz içeriği %1'in üzerinde arttıkça, taze balıkların bozulmasında yer alan bakteriler giderek daha fazla strese girer, %6 ila 8'lik tuz konsantrasyonlarında bu bakterilerin çoğu ölür

veya büyümeyi durdurmaktadır. Bir kısım bakteri ve küf grubu, %6-8 ile %10-13 arasındaki tuz seviyelerinde iyice büyüyecek şekilde adapte edilmiştir. %12-13'ün üzerinde ise bu ikinci grup ölme eğilimi ya da büyümeyi durdurma eğilimi gösterirler ve aşırı halofiller olarak adlandırılan üçüncü bir grup ise büyümeye devam etmektedir (Wheaton ve Lawson, 1985). Bununla birlikte, balıklara sodyum klorür eklenmesi, balık etinde otolitik enzim aktivitesini azaltabilmektedir (Nooralabettu, 2008).

Elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda, düşük su aktivitesi ve yüksek NaCl konsantrasyonlarının (%7,20 - %13,05) tuzlanmış, kurutulmuş ve sıvı duman aroması uygulanmış AK, AS, GK ve GS gruplarında mikrobiyal aktiviteyi belirlediği yönündeki gözlemleri doğrulamaktadır.

Farid ve diğ. (2017), güneşte kurutulmuş ve tuzlanmış balık ürünlerini inceledikleri 32 aylık depolama süresine sahip çalışmada, *C. punctatus*'a ait toplam bakteri yükünü $3,9 \times 10^3$ - $2,8 \times 10^4$, halofilik bakteri sayısını $2,4 \times 10^2$ - $3,9 \times 10^3$ ve *M. tengra*'ya ait grupların toplam bakteri yükünü $2,8 \times 10^3$ - $3,1 \times 10^4$ (24 ay), halofilik bakteri sayısını $1,5 \times 10^2$ - $4,1 \times 10^3$ arasında bulmuşlardır. Çalışmadaki ürünlerin mikrobiyolojik açıdan düşük bakteri yüküne sahip olmasının nedeni, çalışmamızdaki AK, AS, GK ve GS gruplarına benzer olarak tuzlama ve kurutmanın kombine etkisine bağlanmaktadır.

Farklı tuz içeriğine sahip (%2,5 - %15,0) *Chanos chanos* türü balıkların bakteriyolojik ve kimyasal kalitesini belirleyen Hwang ve diğ. (2012) soğuk hava ile kurutulan örneklerin diğer kurutma yöntemleri ile üretilenlerden daha iyi ve hijyenik kaliteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yüzde beşten yüksek tuz içeriğinin bakteriyel büyüme üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Hwang ve diğ., 2012).

Yapılan analiz sonuçlarına göre, toplam psikrotrofik bakteri bulgularına göre, gruplarda depolama boyunca bakteri yüklerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. AK ve AS gruplarında en yüksek bakteri yükleri 2,00 - 2,76 log kob/g iken GK ve GS'de 4,07-3,28 log kob/g seviyeleri ölçülmüştür (Şekil 4.11 ve Şekil 4.25).

Bizim çalışmamıza benzer şekilde Al-Asous ve Al-Harbi (2017) çalışmalarındaki sonuçlarında buzdolabında depolanan kuru tuzlanmış *Valamugil seheli* türüne ait ürünlerdeki toplam mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayımlarını, sırasıyla 3,62 ile 4,52 log kob/g ve 3,43 ile 4,49 log kob/g olarak bulmuşlardır.

Benzer olarak Patir ve diğ. (2006), $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan kuru tuzlanmış inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichii*) toplam mezofilik aerobik bakteri sayımının, ortalama 3,94 log kob/g ile 2,0-5,0 log kob/g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada tuzlanmış uskumru (*Scomber australasicus*) ürünündeki fazla tuz içeriği ($> \%5,0$), bakteri üremesi üzerinde bazı inhibitör etkileri ortaya çıkartmıştır (Tsai ve diğ., 2005). Bu durum balık etindeki tuz içeriğinin %1'in üzerine çıktığında, bakterilerin gelişimini olumsuz etkileyen bir stres faktörü olduğundan çoğalamadığını belirten Wheaton ve Lawson (1985)'nin bilgileriyle çalışmamızdaki bulgular uyumluluk göstermektedir.

Bilgin ve Değirmenci (2018)'nin yapmış oldukları bir çalışmada, mikrobiyolojik analizlerde toplam mezofilik aerobik ve toplam psikrotrofik aerobik bakteri sayımlarının, taze Granyöz için depolamadan sonraki 7. günden sonra ve sıcak füme Granyöz için 35 günden sonra önerilen değeri aştığı bildirilmiştir.

Can (2011a), tuzlama ve kekik yağının Gökkuşaağı alabalığı üzerine etkisini araştırdığı çalışmada ham maddenin (0. gün) toplam bakteri sonucu değerini 2,22 log kob/g olarak bulmuştur. Gökkuşaağı alabalığı için literatürde benzer sonuçlar bulunmaktadır (Arashisar ve diğ., 2004; Frangos ve diğ., 2010; Pyrgotou ve diğ., 2010).

Can (2011b) 4°C 'de 5 ay saklandığında halofilik bakteri popülasyonlarının, kuru tuzlanmış bütün sardalyada 3,59'dan 7,12 log kob/g ve kuru tuzlanmış sardaya filetolarında ise 3,59 ila 6,11 log kob/g arasında arttığını bildirmiştir.

Mayalar küf bakterileri balıkların florasında doğal olarak bulunmamaktadır. Bu mikroorganizmaların topraktan kaynaklandığı ve balık tutulurken veya işlenirken kullanılan ekipmandan aktarılabileceği bildirilmektedir (Oksuztepe ve diğ., 2010).

Yapılan toplam maya-küf analiz sonucuna göre, AK grubunda sadece 2 analizde üreme görülürken AS grubunda üreme görülen gün sayısı daha fazla olup bu sayım sonuçları AK'da 2 log kob/g'ı, AS'de ise 3 log kob/g'ı aşmamıştır. GK ve GS gruplarında sayım miktarı en fazla 3,89-3,08 log kob/g'a ulaşmıştır (Şekil 4.12 ve Şekil 4.26).

Bilgin ve Değirmenci (2018) çalışmalarında, taze Granyözde maya analiz sonucunu 9. günde 2,53 log kob/g olarak kaydetmişlerdir. 0, 3, 5 ve 7 günlerinde taze balık ile bakteri tespit

edilememiştir. Bu değerlerin fûme Granyöz için 56. gün sonunda 2,46 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir (Bilgin ve Değirmenci, 2018). Bu veriler çalışmamızdaki maya-küf sayımlarında üreme görülmemesini ve yapılan sayımların düşük seviyede olmasını desteklemektedir.

Soğutulmuş depolama ile birleştirilmiş vakum paketleme teknolojisi, aerobik bakterilerin büyümesi için gerekli olan O₂'nin mevcudiyetini sınırlandırarak, deniz ürünlerinin raf ömrünü uzatmaktadır. Bununla birlikte, vakum paketlemenin uygun nem ve gaz geçirgenliği, doğru ortam ve dış ortamdan istenmeyen maddelerle kirlenmeden korunma gibi diğer avantajları da rapor edilmiştir (Connel, 1995).

Vakumlu paketlemenin oksijeni içermediğinden ve duman bileşenlerini tutabildiğinden dolayı mikroorganizmanın gelişmesini inhibe ettiği düşünülmektedir. Depolama sıcaklığının önemi de sonuçlardan açıkça görülmüştür ve bu, Bannerman (1990) ile uyumlu olarak, fûme ürünlerde raf ömrünün büyük ölçüde depolamanın süresine ve sıcaklığına bağlı olduğunu kabul etmektedir. Bununla birlikte, Hansen ve diğ. (1995), toplam mikrobiyal sayımlara ek olarak, ürünün kalitesinin daha iyi bir göstergesi olacağından, spesifik bozulma organizmalarının (veya patojenlerin) belirlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Yapılan toplam anaerobik bakteri sayımlarına göre, Gökkuşaağı alabalığı ürünlerinde nadiren üreme görülürken, Granyöz gruplarında GK grubunda maksimum üreme miktarı 3.67 log kob/g, GS'de ise 2.52 log kob/g olarak ölçülmüştür (Şekil 4.13 ve Şekil 4.27).

Yüzde 19'a yakın tuz içeriğine sahip olan tuzlanmış hamsi ürününün olgunlaşma süresindeki durumunu inceleyen Hernández-Herrero ve diğ. (1999), aşırı halofilik bakteri sayısının artan bir eğilim ile 0.22-4.9 log kob/g arasında değişiklik göstermiş olduğunu belirtmişlerdir. Besiyerlerini %3 ile %10 arasında tuz ilavesi ile hazırlayan Hernández-Herrero ve diğ.'nin (1999) 9 haftalık çalışması sonucunda, depolama sonuna doğru ürünün psikrotrofik bakteri yükü 2 log kob/g'ın altında kalmıştır. Benzer olarak besiyerinde ek olarak %3 NaCl kullanmış olduğumuz mikrobiyolojik analiz sonuçlarımızla uyumluluk göstermektedir.

Çalışmamızın sonucunda Gökkuşaağı alabalığı ve Granyöz balıklarına ait tüm toplam bakteri yükleri 4 log kob/g'ın altında kalmıştır. Mikrobiyolojik sonuçlardaki bakteri oluşmaması ve bakteri yükünün bozulma limitlerine ulaşmaması durumunun, ürünün nem ve tuz miktarına bağlı geliştiği düşünülmektedir.

5.5. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI

Su ürünlerinde işlenmiş veya işlenmemiş ürünlerin kalitesinin ve tazeliğin belirlenmesinde kilit role sahip olan duyuusal değerlendirme analizleri, organoleptik yöntem olarak da bilinirler ve bu analizler beş duyu ile gerçekleştirilmektedir (Varlık ve diğ., 1993; Çaklı, 2007).

Hızlı, basit ve anında kaliteli bilgi sağlayan duyuusal değerlendirme, balıkların tazeliğini değerlendirmenin en popüler yoludur. Bu tip analizler ürünlerin duyuusal kalite parametrelerini belirleyerek tüketici memnuniyeti sağlamada büyük önem arz etmektedir (Reineccius, 1990).

Tuzlanmış, kurutulmuş ve sıvı dumanlanmış Gökkuşaağı alabalığı ve Granyöz balıklarının duyuusal değerlendirmesinde panelistlerden ürünlerin renk, görünüm, tat, koku ve tekstür bakımından değerlendirmeleri istenmiş ve bu verilerin ortalaması duyuusal değerlendirmede kullanılmıştır. Kombine yöntemlerle işlenmiş sıvı duman içermeyen alabalık grubu (AK), sıvı duman uygulanmış alabalık grubu (AS), sıvı duman içermeyen Granyöz grubu (GK) ve sıvı duman uygulanmış (GS) gruplarının duyuusal skalada 10-0 puan arasında iyiden kötüye doğru değerlendirmeleri yapılmış ve depolama gelişimine bağılı olarak Varlık ve diğ. 2007’ce verilen limit değer olan $\leq 4,9$ puan alan grup ürünler tüketilemez olarak değerlendirilmiştir.

Gökkuşaağı alabalığı ve Granyöz ürün örneklerinin soğuk depolaması alabalıklarda 90. güne, Granyözlerde 70. güne kadar devam etmiştir. Duyusal değerlendirmeler grupların bozulmuşluk süreçlerine kadar sürdürölmüş 90. gün ile maksimum depolama AS grubunda görölmüşür. Bu süreçte panelistlerce yapılan yorumlarda işleme teknolojilerinin, ambalaj malzemelerinin ve saklama sıcaklığının nihai ürüne etkileri gözlenmiştir.

Analizlerin başlangıcında panelistler her iki türden elde edilen grupların genel olarak tat, aroma ile tekstür bakımında lezzetli ve yenilikçi ürünler olduklarını belirtmişlerdir.

Tüm grupların koku, görünüş, tekstür ve tat için kabul edilebilirlik ortalama duyuusal puanları, soğuk depolama süresi boyunca azalmıştır (Şekil 4.14 ve Şekil 4.28). Depolama başlangıcından muhafazanın 30-40. günlerine kadar, panelistler ürönlere yüksek puanlar (>7) vermişlerdir.

Lipid oksidasyonu, gıdaların depolanması sırasında meydana gelen lezzet değişikliklerine sıklıkla katkıda bulunur ve yüksek yağlı gıdaların kalitesindeki kayıplardan sorumlu olan başlıca degradatif süreçlerden biridir. Depolanma sırasında balık kası renginin değişmesi,

duyusal nitelikte ciddi kayıplara yol açabilir ve bu tip değişimler Maillard tipi reaksiyonlar ve oksidatif boyanma sonucu oluşmaktadır (Pokorny ve diğ., 1974). Poulter (1988), balıklardaki amino asitlerin, özellikle lizin, sistein ve sistinin biyolojik bulunabilirliğinin tuzlanma ve kurutma ile bozulduğunu belirtmiştir.

Balık etinde bulunan yağlar oksidasyona karşı hassas olduklarından, depolama sırasında kabul edilmeyen kokular ve değişik tatlar kolayca gelişebilmektedir. Bunun yanında endojen enzimlerin etkisi, amonyak, monoetilamin, dimetilamin ve ayrıca trimetilamin gibi balıkların karakteristik özellikli bozuk-değişik tat veren bileşiklerin oluşumu ile sonuçlanmaktadır (Debevere ve Boskou, 1996). Geleneksel kurutulmuş tuzlu balıklar genellikle delikat ürün olarak kullanılır ve bu tip ürünlerdeki acılaşma oluşumu ürünün tüketilemez olduğu sonucunu çıkarmaz (Waterman, 1976; Lubis ve Buckle, 1990).

Martinez ve diğ. (2011) göre, kuru tuzlama, somonun sıvı olarak dumanlanması için en iyi yöntemdir; bu teknik ekonomiktir ve besin bileşimi kayıplarını azalttığı belirtilmiştir. Kuru tuzlama ve sıvı dumanlama ile muamele sonucu ürüne özgü bir aroma sağlanırken, geleneksel dumanlamanın ön işlemleri olan kuru veya tuzlu salamura tuzlamasına göre fizyokimyasal ve duyusal özelliklerin daha iyi gelişimi sağlanmaktadır (Martinez ve diğ., 2011). Sıvı dumanlanmış somon üzerine çalışan Martinez ve diğ. (2011), vakumla paketlenmiş ve soğukta depolanan sıvı dumanlanmış ürünlerin antibakteriyel etkisine bağlı olarak ürünlerin 25–45 günlük bir raf ömrü olduğunu bildirmişlerdir.

Soğukta depolama (4°C) ile birlikte düşük dozlu radyasyon ile kombine kullanılarak tuzlanmış, vakum paketlenmiş alabalıkların korunması üzerine bir başka çalışmada Savvaidis ve diğ. (2002), ışınlanmış (2 kGy), tuzlanmış, vakum paketlenmiş örnekler için 28 günlük bir raf ömrü elde etmişlerdir. Duyusal değerlendirme sonucuna göre belirlenen, tuzlanmış, ışınlanmamış alabalık örnek grubu için raf ömrü 7 gün ile sınırlandırılmıştır. Bu çalışmanın sonucu, kombine tekniklerin ürünün raf ömrü üzerindeki olumlu etkilerine örnek oluşturmaktadır. Çalışmamızda tuzlama, kurutma ve sıvı duman aromasının kombine uygulanması, AK, AS, GK ve GS gruplarının duyusal açıdan tüketicide ürüne karşı bir beğeni oluşturmuştur.

Erkan'a (2012) göre, soğutulmuş sıcaklıklarda saklanan vakumla paketlenmiş sıcak füme balıklar, bozulmaya karşı çok hassas olup ve duyusal değerlendirmeye dayanarak yapılan çalışmada 3 ila 4 hafta arasında değişen sınırlı bir raf ömrüne sahip olduğu gözlemlenmiştir.

TBA değeri, 1 ila 2 mg MDA/kg seviyeleri arasındayken balık etindeki duysal olarak tercih edilmeyen tat ve koku gelişiminin başlangıcıyla ilişkilendirilebilir. TBA bir lipid oksidasyonu ürünü olduğu için ilerleyen süreçte tercih edilemeyen bir tat ve kokuya neden olur (Connell, 1995). Gökkuşığı alabalığına ait AK grubunda 80. gün itibariyle panelistler ürünlerdeki acı tat ve bozuk koku nedeniyle ürünleri tüketime uygun bulmazken AS grubunda bu 90. günde ortaya çıkmıştır. Benzer olarak Granyöz balığına ait GK ve GS gruplarının 80. gün TBA analiz sonuçları lipid oksidasyonu için maksimum seviyeleri göstermektedir ve bu günlerden sonra panelistler tarafından ürünler tüketilemez olarak nitelendirilmiştir.

Sıvı duman içermeyen AK ve GK gruplarında sıvı duman içeren AS ve GS gruplarına göre tuz tadının daha baskın hissedildiği panelistler tarafından belirtilmiştir. Sıvı dumanın filetolardaki tuzun algılanmasını bastırması muhtemel bir durumdur. Sallam ve diğ. (2007) çalışmalarında, aynı konsantrasyonda tuz (% 12) içeren hem salamura hem de marine edilmiş örneklerde tuz tadı, salamura örneklerde marine örneklere göre önemli ölçüde düşük bulmuşlardır. Benzer bulgular, asetik asit ve tuz çözeltilerinde marine edilen hamsilerde de görülmüştür (Poligne ve Collignan, 2000). Bu bağlamda Breslin (1996), farklı tat niteliklerini ortaya çıkaran iki bileşiğin, orta veya kuvvetli konsantrasyonlarda çözelti içinde karıştırıldığı zaman, karışımın, genellikle bileşen tatlarının basit toplamından daha az yoğun bir tat hissi vereceğini belirtmiştir.

Granyöz balığına ait örnek gruplarında ise tüm değerlendirme süresi boyunca GS grubu GK grubuna göre daha fazla tercih edilip, puanlamada GK'ya göre daha yüksek puanlar almıştır.

Genel olarak, bahsedilen yöntemler uygulanarak duysal açıdan tuzlanmış, kurutulmuş ve sıvı dumanlanmış Gökkuşığı alabalık filetosunun raf ömrü 80 (AK) – 90 (AS) gün, Granyözün ise 60 (AK) – 70 (AS) gün olarak belirlenmiştir.

Sektörde birçok hazır gıda ürünü içeren su ürünleri için, algılayıcı puanlar ile kalitenin kimyasal indeksleri arasında iyi bir korelasyon belirlenmiştir (Dondero ve diğ., 2004; Goulas ve Kontominas, 2005). Literatürün aksine bu çalışmada saptanan kimyasal parametrelerin (pH, TVB-N, TMA ve TBA) yanı sıra, bakteri popülasyonlarındaki artış, duysal analizlerde yer alan panelistler tarafından puanlanan duysal skorlarla çakışmamıştır. Bunun sonucu olarak limit değerleri aşmayan analiz sonuçları nedeniyle son ürünlerin kalite parametresi olarak duysal analiz sonuçları değerlendirme yönünden doğru bulunmuştur.

Taze alabalık ve Granyöz benzeri işlenmiş katma değeri yüksek ürünlere olan talebin artırılması göz önüne alındığında, raf ömrünü en üst seviyeye çıkaracak, aynı zamanda istenen tazeliği ve kalitenin yanı sıra duyuşsal özelliklerini de koruyan optimum tuzlama konsantrasyonlarına ilişkin daha fazla çalışmanın gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

5.6. SONUÇ

Kimyasal kalite parametreleri açısından pH, TVB-N, TBA, TMA-N ve yapılan mikrobiyolojik değerlendirmelerin sonucunun, kombine işlenmiş alabalık ile Granyöz ürünlerinin depolanması sırasında hiçbir grubun limit değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra panelistler tarafından değerlendirilmeye tabi tutulan ürünlerde, Gökkuşığı alabalığı ürününün 80 (AK)-90 (AS) gün, Granyöz ürününün ise 60 (GK)-70 (GS) günlük bir raf ömrüne sahip olduğu sonucuna varılmıştır. İleriki süreçte farklı ve kombine tekniklerle geliştirilen bu tip ürünlerin tüketilebilirlik seviyelerine yönelik kimyasal bozulmuşluk limit değerlerinin yeniden araştırılarak irdelenmesi gerekmektedir.

Yapılan bu tez çalışması ile tuzlama, kurutma ve sıvı duman aroması uygulanan Gökkuşığı alabalığı ve Granyöz balıklarının kombine işlenmiş ürünlerine ait grupların rahatlıkla tüketime sunulabileceği sonucu elde edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre bu tip ürünlerin tüketicinin beğenisini alarak sektörde ürün çeşitliliği sağlamada büyük önem arz ettiği görülmüştür. Kültürü yapılan türler için bu tip katma değeri yüksek tüketim ürünlerine dönüştürölüp, kalitelerinin incelenmesi üzerine ileride daha derin ve detaylı çalışmalar yapılarak yeni ürünlerin su ürünleri işleme sektörüne kazandırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Katma değeri ve tüketime hazır su ürünleri gün geçtikçe sektörde önemini artırmaktadır. Özellikle pazarlama tüketim sektöründeki darboğazlar uzun raf ömrüne sahip ve tüketici profillerine göre geliştirilecek işlenmiş su ürünleri kültür balıkçılığının büyüme ivmesini devam ettirebilmesi için ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasıyla geliştirilen bu ürünlerde bu anlamda minimum iki aylık raf ömrü ve farklı lezzette hazır gıda tüketicilerine hitap etmesi yönüyle piyasalar arzı yapılabilecek başarılı ürün nitelikleri panellere katılan tüm duyuşsal panelistlerce de vurgulanarak başarılı bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Aitken, A., Mackie, M., Macritch, J.H., Windson, M.L., 1982, *Handling processing*, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Torry Research Station, Bell and Brain Ltd, Second Edition, p.191.
- Al-Asous, A.I., Al-Harbi, A.H., 2017, Microbiological and physicochemical quality of salted bluespot mullet (*Valamugil seheli*) stored at different temperature, *Journal of Food Safety*, 37(1), e12291.7.
- Albarracín, W., Sánchez, I.C., Grau, R., Barat, J.M., 2011, Salt in food processing; usage and reduction: A review, *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 1329-1336.
- Alparslan, Y., Baygar, T., Hasanhocaoglu, H., Metin, C., 2013, Effects of scale and skin on chemical and sensory quality of marinated sea bassfilets (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758) in sunflower oil during storage at 4°C, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 516-523.
- Alpbaz, A., 2005, *Su ürünleri yetiştiriciliği*, Alp Yayınları, İzmir.
- Anonim, 1991, *Su Ürünlerinde Mikrobiyolojik ve Ağır Metal Kabul Edilebilir Değerler*, Resmi Gazete, 28 Mayıs 20884, 5.
- Anonim, 2008, *Fishery and aquaculture statistics*, Food and Agriculture Organization, ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD_yearbook_2008/root/aquaculture, 2008, 1s.
- Anonim, 2018a, *Stockfish*, <https://laruchefineeuropeanfoods.com/stock-fish-2/>, [Ziyaret Tarihi: Ekim 2018].
- Anonim, 2018b, *Bacalao*, <http://ireneu.blogspot.com/2015/12/bacalao-extincion-sobrepesca.html>, [Ziyaret Tarihi: Ekim 2018].
- Antonacopoulos, N., Vyncke, W., 1989, Determination of volatile basic nitrogen in fish: A third collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA) Bestimmung des flüchtigen Basenstickstoffs in Fisch: 3. Ringversuch der WEFTA (Vereinigung westeuropäischer Fischtechnologen), *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 189(4), 309-316.
- AOAC, 1984, *Meat and derived products*: Official Method 981.10: Nitrogen in Meat, Kjeldahl Method. Official Methods of Analysis, 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AOAC, 1998a, Official Method 980.46, Moisture in Meat. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. (ed.) Chapter 39, 16th Ed. AOAC, Gaithersburg, MD., USA

- AOAC, 1998b, *Fish and other marine products*, Official Method 938.08, Ash of Seafood. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. (ed.) Chapter 35, 16th Ed. AOAC, Gaithersburg, MD., USA.
- APROMAR, 2017, *Fish Marine Aquaculture in Spain*, www.apromar.es, [Ziyaret Tarihi: 01.07.2018].
- 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.
- Asghari, L., Zeynali, F., Sahari, M.A., 2013, Effects of boiling, deep-frying, and microwave treatment on the proximate composition of rainbow trout fillets: changes in fatty acids, total protein, and minerals, *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 847e853. <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12212>.
- Aubourg, S.P., Ugliano, M., 2002, Effect of brine pre-treatment on lipid stability of frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *European Food Research and Technology*, 215(2), 91-95.
- Auburg, S.P., 1993, Interaction of malondialdehyde with biological molecules - new trends about reactivity and significance, *International Journal of Food Science & Technology*, 28, 323–335.
- Bala, B.K., Mondol, M.R.A., 2001, Experimental investigation on solar drying of fish using solar tunnel dryer, *Drying Technology*, 19(2), 427-436.
- Bala, F.E., Ikujeunlola, A.V., Omobuwajo, T.O., 2018, Processing and storage effects on the proximate composition, changes in heavy metal contents and total volatile base nitrogen (TVB-N) of selected fish species in Osun State, Nigeria, *International Journal of Aquaculture*, 8.
- Bannerman, A., 1990, *Hot smoking of fish*, Ministry of Africulture, Fisheries and Food Torrey Research Station.
- Barat, J.M., Rodríguez-Barona, S., Andre's, A., Fito, P., 2003, Codsalting manufacturing analysis, *Food Research International*, 36, 447–453.
- Baross, J.A., Lenovich, M., 1992, *Halophilic and osmophilic microorganisms*. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, In: Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F. (ed.), p. 199-212. American Public Health Association, Washington, DC.
- Beatty, S.A., Fougere, H., 1957, *The processing of dried salted fish*, Fisheries Research Board of Canada. P. 6 chapter III about salt.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle P., 2009, *Food Chemistry; Fish, whales, crustaceans, mollusks*, pp 617-639.

- Bellagha, S., Amami, E., Farhat, A., Kechaou, N., 2002, Drying kinetics and characteristic drying curve of lightly salted Sardine (*Sardinella aurita*), *Drying Technology*, 20(7), 1527-1538.
- Bellagha, S., Sahli, A., Farhat, A., Kechaou, N., Glenza, A., 2007, Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*): Experimental kinetics and modeling, *Journal of Food Engineering*, 78, 947-952.
- Bilgin, Ş., Izci, L., Günlü, A., Diken, G., Genç, İ.Y., 2016, Effects of gutting process on the shelf life of cultured meagre (*Argyrosomus regius* ASSO, 1801) stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(2), 344-350.
- Bilgin, Ş., Değirmenci, A., 2018, Quality changes in reared, hot-smoked meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) during chill storage at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, *Food Science and Technology*, (AHEAD).
- Bingol, G., Devres, Y.O., 2010, Processing and Computer Technology, *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 387-403.
- Bjørndal, B., Burri, L., Wergedahl, H., Svardal, A., Bohov, P., Berge, R.K., 2012, Dietary supplementation of herring roe and milt enhances hepatic fatty acid catabolism in female mice transgenic for hTNF α , *European Journal of Nutrition*, 51(6), 741-753.
- Breslin, P.A., 1996, Interactions among salty, sour and bitter compounds, *Trends in Food Science & Technology*, 7(12), 390-399.
- Bugueño, G., Escriche, I., Martínez-Navarrete, N., del Mar Camacho, M., Chiralt, A., 2003, Influence of storage conditions on some physical and chemical properties of smoked salmon (*Salmo salar*) processed by vacuum impregnation techniques, *Food Chemistry*, 81(1), 85-90.
- Burt, J.R., 1988, *Fish smoking and drying: The effect of smoking and drying on the nutritional properties of fish*, Barking, England: Elsevier Science, pp. 166.
- Bykowski, P., Dutkiewicz, D., 1996, Freshwater fish processing and equipment in small plants, *FAO Fisheries Circular (FAO)*.
- Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T., Tolasa, S., 2006, Comparison of the shelf lives of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *European Food Research and Technology*, 224(1), 19-26.
- Can, O.P., 2011a, Combine effect of salting and thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored at 4°C , *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 55, 435-441.
- Can, O.P., 2011b, Combine effect of potassium sorbate and dry salting on the shelf life sardine (*Sardina pilchardus*), *Journal of Food Technology*, 9(1), 43-49.
- Ceballos, M.J., 2012, *Effect of protein and lipid oxidation in the changes of color in salted and dried herring and klippfish*, Norwegian University of Science and Technology,

- Chouliara, I., Savvaidis, I.N., Panagiotakis, N., Kontominas, M.G., 2004, Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated seabream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes, *Food Microbiology*, 21, 351-359.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G., 2004, Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, 21(2), 157-165.
- Clucas, I.J., 1990, *Fish handling, preservation and processing in the tropics*: pt. 1-2.
- Codex Alimentarius Commission, 2003, *Codex Alimentarius: Food hygiene, basic texts*, Food & Agriculture Organisation.
- Cole, M.B., Jones, M.V., Holyoak, C., 1990, The effect of pH, salt concentration and temperature on the survival and growth of *Listeria monocytogenes*, *Journal of Applied Bacteriology*, 69(1), 63-72.
- Connell, J.J., 1980, *Advances in fish science and technology*, Fishing News Books.
- Connell, J.J. 1990, Methods of assessing and selecting for quality, *Control of fish quality*, 2.
- Connell, J.J., 1995, Quality deterioration and extrinsic quality defects in raw material. *Control of Fish Quality*, Fishing News Books Ltd. Surrey, England, 31-35.
- Costa, S., Afonso, C., Bandarra, N.M., Gueifão, S., Castanheira, I., Carvalho, M.L., ... & Nunes, M.L., 2013, The emerging farmed fish species meagre (*Argyrosomus regius*): How culinary treatment affects nutrients and contaminants concentration and associated benefit-risk balance, *Food and Chemical Toxicology*, 60, 277-285.
- Cutting, C.L., 1961, *Fish in nutrition*, Fish in nutrition, In: Heen, E., Kreuzer, R. (eds), pp. 171-172.
- Çaklı, Ş., 2007, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Cilt 1. Ege Üniversitesi Yayınları. No:76. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T., Tolasa, Ş., 2006, Comparison of the shelf lives of Map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *European Food Research Technology*, 224, 19-26.
- Debevere, J., Boskou, G., 1996, Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA-producing microflora of cod fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 31, 221-229.
- Devlieghere, F., Vermeiren, L., Debevere, J., 2004, New preservation technologies: Possibilities and limitations, *International Dairy Journal*, 14, 273-285.
- Dillon, R., Patel, T.R., Martin, A.M., 1994, *Microbiological Control for fish smoking operations*, Fisheries Processing, In: Martin, A.M., (ed.), Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, pp 51-80, London, UK.

- Doe, P.E., 2002, *Fish drying*, Safety and quality issues in fish processing, In: Bremner, H.A., (ed), pp. 350-359, New York: Woodhead Publishing.
- Doe, P.E., Ahmed, M., Muslemuddin, M., Sachithanathan, K., 1977, Polythene tent drier for improved sun drying of fish, *Food Technology in Australia*, 29(11), 437.
- Doe, P., Sikorski, Z., Haard, N., Olley, J., Sun Pan, B., 1998, *Basic principles*, Fish Drying and Smoking. Production and Quality, In: Doe, P.E. (ed.) pp. 13-45, CRC Press, Boca Raton, FL.
- 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(4), 543-550.
- Duan, Z.H., Zhang, M., Tang, J., 2004, Thin layer hot-air drying of bighead carp, *Fisheries Science*, 23(3), 29-32.
- Duman, M., Karaton Kuzgun, N., 2018, Quality changes of nugget prepared from fresh and smoked rainbow trout during chilled storage, *British Food Journal*, 120(9), 2080-2087.
- EC., 2004, *Corrigendum to Regulation* (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004, Laying down specific hygiene rules for food of animal origin. Section VIII. L226/67.
- El-Sebaiy L.A., Metwalli M., 1989, Changes in some chemical characteristics and lipid composition at salted fermented bouri fish muscle (*Mugil cephalus*), *Food Chemistry*, 31, 41-50.
- Ergin, Z., 1988, Tuzun üretim teknolojisi ve insan sağlığındaki yeri, *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 27(1), 9-30.
- Erkan, N., 2004, *Dumanlama teknolojisi*, Su ürünleri işleme teknolojisi kitabı, Varlık, C. (ed) D.Ü. Yayın no: 4465, ISBN:975-404-715-4.
- 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.
- Erkan, N., Çağıltay, F., 2011, The effects of cultural factors and consumer knowledge on fish consumption, *Food Engineering and Ingredients*, 36 (May/June), 42-45.
- Erkan, N., Özden, Ö., 2008, Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice, *International Journal of Food Science & Technology*, 43(9), 1549-1559.
- Erkan, N., Üretener, G., Alpas, H., Selçuk, A., Özden, Ö., Buzrul, S., 2011, The effect of different high pressure conditions on the quality and shelf life of cold smoked fish, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(2), 104-110.

- Etemadi, H., Rezaei, M., Abedian Kenari, A., Hosseini, S. F., 2013, Combined effect of vacuum packaging and sodium acetate dip treatment on shelf life extension of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(5), 929-939.
- European Commission (EC), 2004, *Regulation No 835/2004*, EUOJ L139/55.
- European Commission (EC), 2017, *EU consumer habits regarding fishery and aquaculture products* - Special Eurobarometer 450, Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries.
- European Commission (EC), 1995, Decision 95/149/EC of 8 March, fixing the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used, Official Journal, L 097, pp. 84-87.
- Excell, R.H.B., Kornsakoo, S.A., 1978, Low Cost Solar Rice Dryer, *Appropriate Technology*, 5(1), 23-24.
- Fallah, A.A., Siavash Saei-Dehkordi, 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*): differentiation of farmed and wild rainbow trout, *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 767e773. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02554.x>.
- FAO, 2008, *The State of World Aquaculture 2008*, FAO Fisheries Technical Paper, FAO, Rome.
- FAO, 2017, *Aquaculture Regional Reviews*, FAO Fisheries and Aquaculture Department Online, Rome, [Ziyaret Tarihi: 08.02.2017].
- FAO, 2018, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018* - Meeting the sustainable development goals, Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Farid, F.B., Latifa, G.A., Chakraborty, S.C., Nahid, M.N., Begum, M., 2017, Performance and quality assessment of sun-dried salted *Channa punctatus* (Bloch, 1793) and *Mystus tengra* (Hamilton-Buchanan, 1822) during refrigeration (4°C) storage, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2(1), 157-162.
- FDA (Food and Drug Administration), 1984, FDA Bacteriological analytical manual (6th ed.). Arlington, Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Fellows, P., Hampton, A., 1992, *Small-scale food processing: a guide to appropriate equipment*, Intermediate Technology Publications.
- Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Montero, D., 1997, The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, 148(2-3), 233-246.
- Fornell, A., Bimbenet, J.J., Almin, Y., 1980, Experimental study and modelisation for air drying of vegetable products, *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 14, 96-100.

- Foucat, L., Ofstad, R., Renou, J.-P., 2006, *How is the fish meat affected by technological processes? Modern magnetic resonance*, In; Webb, G. A., (ed.); Springer: The Netherlands, pp 957- 961.
- Frangos L., Pyrgotou N., Giatrakou V., Ntzimani A., Savvaidis I.N., 2010, Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets, *Food Microbiology*, 27, 115-121.
- Gallart-Jornet, L., Barat, J.M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., Fito, P.A., 2007, Comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Journal of Food Engineering*, 79, 261-270.
- Genç, I.Y., Esteves, E., Anibal, J., Diler, A., 2013, Effects of chilled storage on quality of vacuum packed meagre fillets, *Journal of Food Engineering*, 115(4), 486-494.
- Genç, I.Y., Esteves, E., Anibal, J., Diler, A., 2015, Effects of different thawing methods on the quality of meagre fillets, *Veterinary Journal of Ankara University (Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi)*, 62(2), 153-159.
- Giatrakou, V., Kykkidou, S., Papavergou, A., Kontominas, M. G., Savvaidis, I.N., 2008, Potential of oregano essential oil and MAP to extend the shelf life of fresh swordfish: A comparative study with ice storage, *Journal of Food Science*, 73(4), M167-M173.
- Giogios, I., Grigorakis, K., Kalogeropoulos, N., 2013, Organoleptic and chemical quality of farmed meagre (*Argyrosomus regius*) as affected by size, *Food Chemistry*, 141(3), 3153-3159.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E., 2004, Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Food Chemistry*, 84(1), 19-22.
- Gokoglu, N., Topuz, O. K., Yerlikaya, P., 2009, Effects of pomegranate sauce on quality of marinated anchovy during refrigerated storage, *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 113-118.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2005, Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomberjaponicus*): Biochemical and sensory attributes, *Food Chemistry*, 93,511-520.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2007, Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes, *Food Chemistry*, 100(1), 287-296.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., 1992, *Su ürünleri teknolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2002, *Et ürünleri işleme mühendisliği*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:320, Ders Kitabı: 70. Erzurum.

- Gökoğlu, N., 2002, *Su ürünleri işleme teknolojisi*, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Vakfı Yayınları, 117-124 s.
- Gökoğlu, N., Gün, H., Varlık, C., 1994, Alabalık *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) lakerdasının dayanma süresinin belirlenmesi, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 8(1-2), 173-180.
- Gram, L., Huss, H., 1996, Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 121-137.
- Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I., Nathanailides, C., 2011, Lipid quality and filleting yield of reared meagre (*Argyrosomus regius*), *International Journal of Food Science & Technology*, 46(4), 711-716.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M., 1999, *Su ürünleri işleme teknolojisi*, S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, Şahin Matbaası, Ankara, ISBN: 975-96897- 0-7.
- Güngörmez, H., Güzel, Ş., Öksüz, A., Güzel, S., 2017, Tuz ile balığın buluşması: Tuzlu balık, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 149-155.
- Günlü, A., 2007, *Yetiştiriciliği yapılan deniz levreğinin (Dicentrarchus labrax L.1758) dumanlama sonrası bazı besin bileşenlerindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi*, Doktora, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Gürses, Ö.L., 1986, *Gıda işleme mühendisliği*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 963, 132 s.
- Hamre, K., 2011, Metabolism, interactions, requirements and functions of vitamin E in fish, *Aquaculture Nutrition*, 17(1), 98-115.
- Hansen, L.T., Gill, T., Huss, H.H., 1995, Effects of salt and storage temperature on chemical, microbiological and sensory changes in cold-smoked salmon, *Food Research International*, 28(2), 123-130.
- Hattula, T., Elfving, K., Mroueh, U.M., Luoma, T., 2001, Use of liquid smoke flavouring as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*), *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34(8), 521– 525.
- Hernández, M.D., López, M.B., Álvarez, A., Ferrandini, E., García, B.G., Garrido, M.D., 2009, Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage, *Food Chemistry*, 114(1), 237-245.
- Hernández-Herrero, M.M., Roig-Sagues, A.X., Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez-Jerez, J.J., Mora-Ventura, M.T., 1999, Total volatile basic nitrogen and other physicochemical and microbiological characteristics as related to ripening of salted anchovies, *Journal of Food Science*, 64, 344-347.
- Horner, W.F.A., 1997, *Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking)*. Fish processing technology, In: Hall, G.M. (ed), 2nd ed, pp. 32-73, London: Blackie Academic and Professional.

- Huss, H.H., 1995, *Quality and quality changes in fresh fish*, Rome: FAO Fisheries Technical Paper.
- Huss, H.H., 1988, *Fresh fish--quality and quality changes: a training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control* (No. 29), Food & Agriculture Org.
- Hwang, C.C., Lin, C.M., Kung, H.F., Huang, Y.L., Hwang, D.F., Su, Y.C., Tsai, Y.H., 2012, Effect of salt concentrations and drying methods on the quality and formation of histamine in dried milkfish (*Chanos chanos*), *Food Chemistry*, 135(2), 839-844.
- ICMSF, 1986, *Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications* (Vol. 2nd Ed.), London: Blackwell Scientific Publications.
- Jeevanandam, K., Kakatkar, A., Doke, S.N., Bongirwar, D.R., Venugopal, V., 2001, Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice, *Food Research International*, 34(8), 739-746.
- Jørgensen, L.V., Dalgaard, P., Huss, H.H., 2000, Multiple compound quality index for cold-smoked salmon (*Salmo salar*) developed by multivariate regression of biogenic amines and pH, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2448-2453.
- Kaba, N., Özer, Ö., Söyleyen, B., 2009, Dumanlama işleminin balık kalitesine ve raf ömrüne etkisi, *www.akuademi.net -XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 01-04 Temmuz 2009, Rize.
- Karaca, S., Saygın, M., 2008, Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda uygulanan tütsüleme yöntemleri üzerine bir araştırma, *Erzincan Üniversitesi AquaClub Su Ürünleri Araştırma ve Geliştirme Bilim Kulübü Kemaliye 5. Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu* (Ulusal) 31 Mayıs-1 Haziran 2008, Erzincan, Kemaliye.
- Kolcuoğlu, M.K., 2013, *Karye-i Darıca'dan Darıca İlçesine*, Cinius Yayınları, p. 65-66, ISBN 9786051277745.
- Kolodziejska, I., Niecikowska, C., Januszewska, E., Sikorski, Z.E., 2002, The microbial and sensory quality of mackerel hot smoked in mild conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 35(1), 87-92.
- Kolsarıcı, N., Özkaya, Ö., 1998, Gökkuşığı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi, *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 273-284.
- Koral, S., Köse, S., Tufan, B., 2009, Tütsülenmiş palamut (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) balığının oda ve buzdolabı koşullarındaki kalite değişimlerinin işlenmemiş örneklerle karşılaştırılması, *15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildiri Özetleri* (1-4 Temmuz), Rize.
- Koral, S., Tufan, B., Başçınar, N., Köse, S., 2016, Quality changes and shelf life of cultured and wild hot-smoked Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) at

- refrigerated (4 ± 1 C) conditions, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(7), 1021-1033.
- Köse, S., 2010, Evaluation of seafood safety health hazards for traditional fish products: Preventive measures and monitoring issues, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 139-160.
- Köse, S., Koral, S., Tufan, B., Pompe, M., Scavniçar, A., Koçar, D., 2012, Biogenic amine contents of commercially processed traditional fish products originating from European countries and Turkey, *European Food Research and Technology*, 235(4), 669-683.
- Kundakçı A., 1979a., *Haskefal ve sazan balıklarının dondurularak saklanması sırasında lipitlerdeki değişimler*, E. Ü. Ziraat Fakültesi, Doktora, Bornova, İzmir.
- Kundakçı, A., 1979b., Et teknolojisinde tütsüleme, *Gıda Dergisi*, 4(1), 17-24, <http://dergipark.gov.tr/gida/issue/6822/91622> [Erişim Tarihi:29.08.2018].
- Latifa, G. A., Chakraborty, S. C., Begum, M., Farid, F. B., Nahid, M. N., 2014, Comparative Study of Quality-Analysis of Three Different Bangladeshi Smoke-Dried Lean Fishes Using Salt and Turmeric Stored at Refrigeration Temperature (4°C), *American Journal of Food Science and Technology*, 2(6), 209-215.
- Leroi, F., Joffraud, J.J., 2000, Salt and smoke simultaneously affect chemical and sensory quality of cold-smoked salmon during 5 C storage predicted using factorial design, *Journal of Food Protection*, 63, 1222-1227.
- Lilabati, H., Vishwanath, W., 1999, Changes in bacterial and fungal quality during storage of smoked, *Esomus danricus* of Manipur, *Fishery Technology*, 36(1). 36-39.
- Liu, Z. Y., Zhang, M. L., Li, Z. H., Zhang, J., He, L., Hou, F., 2009, Fermentation of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) surimi and the characteristics of fermented bighead carp surimi products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(3), 511-516.
- López, C.C., Serio, A., Montalvo, C., Ramirez, C., Álvarez, J.A.P., Paparella, A., ... & Martuscelli, M. (2017). Effect of nisin on biogenic amines and shelf life of vacuum packaged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets, *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3268-3277.
- Lubis, Z., Buckle, K.A., 1990, Rancidity and lipid oxidation of dried-salted sardines, *International Journal of Food Science and Technology*, 25(3), 295-303.
- Ludorff, A., Meyer, U., 1973, *Fische und fischerzeugnisse*, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 134-137.
- Lund, E.K., 2013, Health benefits of seafood; Is it just the fatty acids? *Food Chemistry*, 140(3), 413-420.
- Lupin, H.M., Boeri, R.L., Moschiar, S.M., 1981, Water activity and salt content relationship in moist salted fish products, *Journal of Food Technology*, 16, 31-38.

- Lüleci, E., 1991, *Palamut balığının Sarda sarda (Block, 1793) lakerdaya işlenmesi ve raf ömrünün belirlenmesi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, İstanbul.
- Mahmoud, B.S., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I.I., Suzuki, T., 2006, A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds, *Food Chemistry*, 99(4), 656-662.
- Martelli, R., Parisi, G., Lupi, P., Bonelli, A., Dalle Zotte, A., Franci, O., 2013, Effect of rearing system on body traits and fillet quality of meagre (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) chilled for a short time, *Italian Journal of Animal Science*, 12(2), e30, DOI: 10.4081/ijas.2013.e30.
- Martinez, O., Salmeron, J., Guillen, M.D., Casas, C., 2007, Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings, *Food Chemistry*, 100(2), 498-503.
- Martinez, O., Salmerón, J., Guillén, M. D., 2011, Characteristics of dry-and brine-salted salmon later treated with liquid smoke flavouring, *Agricultural and Food Science*, 20(3), 217-227.
- Mirsadegi, H., Alishahi, A., Shabanpour, B., Safari, S., 2015, Fatty acid composition and qualitative changes of salted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerator storage, *Persian Journal of Seafood Science and Technology*, 1, 21-29.
- Mol, S., Alakavuk, D. U., Tosun, Ş. Y., 2008, Effects of Different Processing Technologies on the Chemical Composition of Seafoods, *Food Science and Technology Research*, 14(5), 467-467.
- Mol, S., Özden, Ö., 2004, *Su ürünleri işleme teknolojisi, tuzlama teknolojisi*, Varlık, C., (ed)., İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 4465, İstanbul, 181-201s.
- Motohiro, T., 1988, *Effect of smoking and drying on the nutritive value of fish*, Burt, J.R. (ed), Elsevier Applied Science, Aberdeen. pp.91-120.
- Muratore, G., Licciardella, F., 2005, Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the shelf life liquid smoked swordfish (*Xiphias gladius*), *Food Chemistry and Toxicology*, 70, 359-363.
- Nahid, M.N., Latifa, G.A., Chakraborty, S.C., Farid, F.B., Begum, M., 2017, Shelf-life study of salt and garlic treated smoke-dried *Mastacembelus pancalus* (baim) during different storage condition, *International Journal of Advanced Research and Development*, 2(1), 79-85.
- Nath, K.D., Saikia, P., Saikia, N., Chowdhury, P., Majumder, R.K., 2018, Influence of solar drying on the quality of three commercial valued fish species available in NE region, *International Journal of Chemical Studies*, 6 (3), 2052-2056.
- Nerantzaki, A., Tsiotsias, A., Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N., Bezirtzoglou, E., Kontominas, M.G., 2005, Effects of ozonation on microbiological, chemical and sensory attributes of

vacuum-packaged rainbow trout stored at $4\pm0.5^{\circ}\text{C}$, *European Food Research and Technology*, 221(5), 675-683.

- Nooralabettu, K.P., 2008, Effect of sun drying and artificial drying of fresh, salted Bombay duck (*Harpodon neherius*) on the physical characteristics of the product, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 17, 99-116.
- Oğuzhan, P., Angiş, S., 2012, Effect of salting and packaging treatments on fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures, *African Journal of Microbiology Research*, 7(50), 5719-5725.
- Oksuztepe, G., Coban, O.E., Guran, H.S., 2010, The effect of addition of sodium lactate in fish balls made from fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.), *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, S65-S72.
- Özbay Doğu, S., Sariçoban, C., 2015, Et kurutma teknolojisi ve dünyada tüketilen bazı kurutulmuş et ürünleri, *Food and Health*, 1(3), 109-123.
- Özdemir, N., Aras, N.M., 2005, Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) su ürünleri sektörünün üretim, tüketim, ihracat ve ithalat yönünden karşılaştırılması, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 109-116.
- Özden, Ö., 2005, Changes in amino acid and fatty acid composition during shelf-life of marinated fish, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(12), 2015-2020.
- Özden, Ö., İnuğur, M., Erkan, N., 2007, Effect of different dose gamma radiation and refrigeration on the chemical and sensory properties and microbiological status of aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Radiation Physics and Chemistry*, 76(7), 1169-1178.
- Özden, Ö., Metin, S., Erkan, N., 2001, Bestimmung der Herstellungszeit und Haltbarkeit bei vakuumverpackten luftgetrockneten Mittelmeermakrelen, *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung*, 53(5), 111-113.
- Özoğul, F., Özoğul, Y., 2000, Comparison of methods used for determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Turkish Journal of Zoology*, 24(1), 113-120.
- Özoğul, F., Polat, A., Ozogul, Y., 2004. The effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*), *Food Chemistry*, 85, 49-57.
- Park, K.J., Alonso, L.F.T., Godoi, L.F.G., 1996, Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) characteristic drying curve, proceedings of the 10th International Drying Symposium, *Drying '96*, Vol. B, 1001-1008.
- Patir, B., Inanli, A.G., Oksuztepe, G., Ilhak, O.I., 2006, Microbiological and chemical qualities of salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811), *International Journal of Science & Technology*, 1(2), 91-98.

- Patterson, J., Kailasam, S., Giftson, H., Immaculate, J.K., 2018, Effect of drying technologies on the biochemical properties of *Stolephorus commersonnii*, *Food Quality and Safety*, 2(3), 153-158.
- Pekcan, M.R., 2016, *Farklı tuz yoğunluklarının sıcak dumanlanmış somon (Salmo salar), alabalık (Onchorhynchus mykiss) ve uskumru (Scomber scombrus) filetolarının kalitesi üzerine etkisi*, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Kastamonu.
- Poernomo, A., Giyatmi Fawzya, Y.N., Ariyani, F., 1992, Salting and drying of mackerel (*Rastrelliger kanaguta*), *ASEAN Food Journal*, 7(3), 141-146.
- Pokorny, J., El-Zeany, B. A., Janicek, G., 1974, Browning reactions of oxidized fish lipids with proteins, *IV International Congress of Food Science and Technology*, Vol. 1, pp. 217-223.
- Poli, B.M., Parisi, G., Zampacavallo, G., Iurzan, F., Mecatti, M., Lupi, P., Bonelli, A., 2003, Preliminary results on quality and quality changes in reared meagre (*Argyrosomus regius*): Body and fillet traits and freshness changes in refrigerated commercial-size fish, *Aquaculture International*, 11(3), 301-311.
- Poligne, I., Collignan, A., 2000, Quick marination of anchovies (*Engraulis encrasicolus*) using acetic and gluconic acids, Quality and stability of the product, *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 33, 202-209.
- Poulter, R. G., 1988, *Processing and storage of traditional dried and smoked fish products*, FAO Rome.
- 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.
- Rad, F., 1999, *Türkiye’de gökkuşağı alabalığı (Oncorhynchus mykiss, Walbaum, 1792) işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora, Ankara.
- Raso, J., Barbosa-Cánovas, G.V., 2003, Nonthermal preservation of foods using combined processing techniques, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(3), 265-285.
- Reineccius, G. A. (1990). *The influence of Maillard reactions on the sensory properties of foods*. The Maillard reaction in food processing, human nutrition and physiology, In: P. A. Finot, H. O. Aeschbacher, R. F. Hurrell, & R. Liardon (eds.), pp. 157-170, Basel: Birkhauser Publ.
- Rezaei M., Hosseini S.F., Langrudi H.E., Safari R., Hosseini S.V., 2008, Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*), *Food Chemistry*, 106, 1161-1165.
- Rodrigues, B.L., da Silveira Alvares, T., Sampaio, G.S.L., Cabral, C.C., Araujo, J.V.A., Franco, R.M., Junior, C.A.C., 2016, Influence of vacuum and modified atmosphere packaging in

combination with UV-C radiation on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets, *Food Control*, 60, 596-605.

- Rørå, A., Kvåle, A., Mørkøre, T., Rørvik, K.-A., Hallbjørn, S., Thomassen, S., Magny, S., 1998, Process yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) in relation to raw material characteristics, *Food Research International*, 31(8), 601-609.
- Rørå, A.M., Furuhaug, R., Fjaera, S.O., Skjervold, P.O., 2004, Salt diffusion in pre-rigor filleted Atlantic salmon, *Aquaculture*, 232, 201-211.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2005, Sensory and biochemical aspects of quality of whole big eye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres, *Food Chemistry*, 89, 347-354.
- Sainclivier, M., 1985, *L'Industrie Alimentaire Halieutique*, Bulletin Scientifique et Technique de l'ENSAR, Eds.; Rennes, France, 2, 163-218.
- Sallam, K.I., 2007, Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon, *Food Control*, 18(5), 566-575.
- Sallam, K.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M., Eldaly, E.A., 2007, Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C, *Food Chemistry*, 102(4), 1061-1070.
- Savvaidis, I. N., Skandamis, P., Riganakos, K. A., Panagiotakis, N., & Kontominas, M. G., 2002, Control of natural microbial flora and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged trout at 4°C and 10°C using irradiation, *Journal of Food Protection*, 65(3), 515-522.
- Schormüller, J., 1968, *Handbuch der Lebensmittelchemie* (Band III/ 2). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Scientific Committee on Food, 2002, *Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food*, Brussels: European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General.
- Sigurgisladdottir, S., Sigurdardottir, M.S., Torrissen, O., Vallet, J.L., Hafsteinsson, H., 2000, Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets, *Food Research International*, 33(10), 847-855.
- Sikorski, Z., Haard, N., Motohiro, T., Bonnie, S.P., 1998, *Quality, Fish Drying and Smoking, Production and Quality*, In: Doe, P.E. (ed.), pp. 89-94, Lancaster Basel: Technomic publishing Co. Inc.
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Burt, J.R., 1990, *Postharvest biochemical and microbial changes*, Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation, Ch. 4. In: Sikorski, Z.E. (ed.), p. 55-75. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

- Silva, J. L., Ammerman, G.R., 1993, Composition, lipid changes, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage, *Journal of Applied Aquaculture*, 2(2), 39-50.
- Simon, R., Calle, B., Palme, S., Meier, D., Anklam, E., 2005, Composition and analysis of liquid smoke flavouring primary products, *Journal of Separation Science*, 28, 871-882.
- 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.
- Stapelfeldt, H., Nielsen, B.R., Skibsted, L.H., 1997, Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidative stability of whole milk powder, *International Dairy Journal*, 7(5), 331-339.
- Stołyhwo, A., Sikorski, Z.E., 2005, Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – A critical review, *Food Chemistry*, 91, 303-311.
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V., 1990, *Biyoistatistik*, Hatiboğlu yayınevi, İstanbul.
- Tang, X., Cronin, D.A., 2007, The effects of brined onion extracts on lipid oxidation and sensory quality in refrigerated cooked turkey breast rolls during storage, *Food Chemistry*, 100(2): 712-718.
- Teskeredzic, Z., Pfeifer, K., 1987, Determining the degree of freshness of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) cultured in brackishwater, *Journal of Food Science*, 52, 1101-1102.
- Thorarinsdottir, K.A., Arason, S., Geirsdottir, M., Bogason, S.G., Kristbergsson, K., 2002, Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electro-phoresis and differential scanning calorimetry, *Food Chemistry*, 77, 377-385.
- Thórarinsdóttir, K., Bjørkevoll, I., Arason, S., 2010, Production of salted fish in the Nordic countries, *Variation in quality and characteristics of the salted products*, *Skýrsla Mátis, Reikiavik, Iceland*.
- Toksen, E., Buchmann, K., Bresciani, J., 2007, Occurrence of *Benedenia sciaenae* van Beneden, 1856 (Monogenea: Capsalidae) in cultured meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801), (Teleost: Sciaenidae) from western Turkey, *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*, 27(6), 250.
- Toth, L., Potthast, K., 1984, Chemical aspects of the smoking of meat and meat products, *Advances in Food Research*, 29, 87-158.
- Trakadas A., 2005, *The archaeological evidence for fish processing in the Western Mediterranean*, Ancient fishing and fish processing in the Black Sea region, In: Bekker Nielsen, T. (ed), Aarhus: Aarhus University Press, pp. 70.
- Trim, D.S., Curran, C.A., 1983, *A comparative study of solar and sun drying of fish in Ecuador*, Tropical Products Institute.

- Tsai, Y.H., Lin, C.Y., Chang, S.C., Chen, H.C., Kung, H.F., Wei, C.I., Hwang, D.F., 2005, Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan, *Food Microbiology*, 22(5), 461-467.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2011, Su Ürünleri İstatistikleri. Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017, Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara.
- Tveteras, S., Asche, F., Bellemare, M.F., Smith, M.D., Guttormsen, A.G., Lem, A., Lien, K., Vannuccini, S., 2012, Fish is food - The FAO's fish price index, *PLoS One*, 7(5), 1-10.
- Ünlüsayın, M., Aksoylar, M.Y., Gülyavuz, H., 2001, Bazı tatlısu balıklarının sıcak dumanlama sonrası lipitlerindeki kimyasal değişimler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 25, 341-348.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T., 2004, *Su ürünleri işleme teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No. 7. İstanbul.
- Varlık, C., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993, Marinat üretiminde sıcaklığın sirke/tuz geçişi üzerine etkisi, *Gıda Dergisi*, 18(4), 223-228.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Üçok Alakavuk, D., 2007, *Su ürünlerinde temel kalite kontrol*, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No. 8. İstanbul.
- Venugopal, V., 2006, *Seafood processing, adding value through quick freezing, reportable packaging cook-chilling*, Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group Press.
- Vidaček, S., Janči, T., 2016, *Safety of fish products*, In: Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods, Chapter 5, pp.79-97, Academic Press.
- Voskresensky, N.A., 1965, *Fish as food, Salting of herring processing*, Part I, Academic Press New York, San Fransisco, London, 107-131 pp.
- Vuorela, R., Kaitaranta, J., Linko, R.R., 1979, Proximate composition of fish roe in relation to maturity, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 12, 186-188.
- Vyncke, W., 1981, *pH of fish muscle comparison of methods*, Western European Fish Technologists' Association (WEFTA), Copenhagen, Denmark.
- Wang, D., Tang, J., Correia, L.R., 2000, Salt diffusivities and salt diffusion in farmed Atlantic salmon muscle as influenced by rigor mortis, *Journal of Food Engineering*, 43, 115-123.
- Waterman, J.J., 1976, *The production of dried fish*, FAO, Rome.
- Weilmeier, D.M., Regenstein, J.M., 2004, Antioxidant properties of phosphates and other additives during the storage of raw mackerel and lake trout, *Journal of Food Science*, 69(2), fct102-fct108.
- Wheaton, F.W., Lawson, T.B., 1985, *Other preservation methods*, In: Processing aquatic food products, pp. 273-328, New York: John Wiley & Sons press.

- Xie, J., Myrland, Ø., 2010, Modeling market structure of the Spanish salted fish market, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section C Food Economics*, 7(2-4), 119-127.
- 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., 1989, *The investigation of some physical & chemical changes in Trout applied different salting techniques*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, İzmir.
- Yaşar, M., 2015, *Farklı ışık dalga boylarının gökkuşağı alabalığı yavrularında (Oncorhynchus mykiss) yaşama oranı ve büyüme performansı üzerine etkileri*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Van.
- Zaitsev, V., Kizevetter, I., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L., Podsevalow, V., 2004, *Fish curing and processing* (De Merindol, A., Trans from the Russian), pp.737, Honolulu, Hawaii. University Press of the Pacific.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	İdil Can
Doğum Yeri	Fatih
Doğum Tarihi	01.08.1993
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	idilcan@istanbul.edu.tr
Web Adresi	http://aves.istanbul.edu.tr/idil.can/



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Su Ürünleri Fakültesi
Bölümü	Su Ürünleri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	25.06.2015
Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi
Programı	Su Ürünleri İşleme Teknolojisi

Makale ve Bildiriler	
Hakemli Kongre / Sempozyumların Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar	
Can İ. , Özden Ö., "Combined Processing Methods for Delicate Products From Meagre (<i>Argyrosomus regius</i>) ", HydroMediT 2018, Volos, YUNANISTAN, 8-11 Kasım 2018, pp.41-41	
Can İ. , Özden Ö., "Delicate Products by Combined Processing Methods From Rainbow Trout", 1 st International Symposium on Graduate Research in Science Focus on Entrepreneurship and Innovation (ISGRS 2018), İSTANBUL, TÜRKİYE, 4-6 Ekim 2018, pp.48-48	
Özden Ö., Can İ. , Oray I.K. , Kaplan M. , Parildar S., Erkan Özden N., "Toxic Metal Risk Assessment of European Eels (<i>Anguilla anguilla</i>) in Asi River, Turkey", 2nd International Fisheries Symposium, Girne, KUZNEY KIBRIS TÜRK CUM., 4-8 Kasım 2018, pp.01-01	
Can İ. , Erkan Özden N., "Microplastic Risks in Seafood Safety", 1 st International Symposium on Graduate Research in Science Focus on Entrepreneurship and Innovation (ISGRS 2018), İSTANBUL, TÜRKİYE, 4-6 Ekim 2018, pp.161-161	

- Özden Ö., **Can İ.**, Varlık C. , Erkan Özden N., "Taze ve İşlenmiş Su Ürünlerinde Tüketici Güvenliği ve Ambalaj", TÜRKAS Tüm Ürün, Kap ve Ambalaj Standartları Sempozyumu, İSTANBUL, TÜRKİYE, 6-7 Aralık 2017, ss.93-98
- Özden Ö., Erkan Özden N., **Can İ.**, "Farklı Depolama Solüsyonlarının Palamut Lakerdasının Kalitesi Üzerine Etkileri ", 19. ULUSAL SU ÜRÜNLERİ SEMPOZYUMU, SİNOP, TÜRKİYE, 12-15 Eylül 2017, ss.7-7
- Özden Ö., **Can İ.**, Varlık C. , Erkan Özden N., "Kurutulmuş Ve Tuzlanmış Su Ürünlerinin Dünya Ve Türkiye Pazarlarındaki Yeri Ve Tüketici Tercihleri", TÜRKAS Tüm Ürün, Kap ve Ambalaj Standartları Sempozyumu, İSTANBUL, TÜRKİYE, 6-7 Aralık 2017, ss.51-58
- Özden Ö., **Can İ.**, "Jelatinin Kaynağı ve İdentifikasyonunun Önemi", Türkiye 12. Gıda Kongresi, EDİRNE, TÜRKİYE, 5-7 Ekim 2016, ss.524-524

