

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre YAVUZER

**DOĞAL VE TİCARİ YEMLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI
ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*) BUZDA DEPOLANMA
SÜRESİNCE KİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK
DEĞİŞİMLER**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞAL VE FARKLI TİCARİ YEMLERLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI
ALABALIKLARININ (Oncorhynchus Mykiss) BİYOJENİK AMİN İÇERİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Emre YAVUZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

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

.....
Doç.Dr. Fatih ÖZOĞUL
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOĞA
ÜYE

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

Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF 2010 YL13

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOĞAL VE TİCARİ YEMLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI
ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*) BUZDA DEPOLANMA
SÜRESİNCE KİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK
DEĞİŞİMLER**

Emre YAVUZER

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

Danışman : Doç.Dr. Fatih ÖZOĞUL

Yıl : 2011, Sayfa:72

Jüri : Prof. Dr. Abdurrahman POLAT

Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOĞA

Araştırmada, doğal yemlerle ve yetiştiricilik koşullarında yalnızca ticari yemle beslenen Gökkuşığı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) buzda depolanması süresince kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik değişimleri incelenmiştir. Depolama başlangıcında doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıkların duyuşal parametreleri arasında önemli farklılıklar bulunmamasına karşın, depolama süresi ilerledikçe gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemli olmuştur. (P<0.05). Duyusal analiz sonuçları mikrobiyolojik sonuçlarla uyum göstermiştir. Mikrobiyolojik ve duyuşal analiz sonuçlarına göre buzda depolanan doğal ve kültür alabalığın raf ömrü 14. gün olmuştur. Doğal ve kültür alabalığındaki başlangıç TVB-N değerleri sırasıyla 11.15 ve 14.13 mg/100 g olup, depolama sonunda 17.08 ve 14.48 mg/100 g'a ulaşmıştır. Doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen alabalıkların TBA değerlerinde depolama süresince önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değeri depolama süresince 3 mg malonaldehit/kg'ın altında kalmıştır. Depolama süresince peroksit değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Doğal yemle beslenen balıklarda ticari yemle beslenen balıklara göre serbest yağ asitleri miktarı daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Alabalık etinde amonyak ve biyojenik amin üretimi bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir (P<0.05). Doğal alabalık filetoları kültür alabalığına kıyasla genellikle daha yüksek düzeyde amonyak ve biyojenik amin içermiştir. Balık etinde en yüksek düzeyde bulunan aminler dopamin, serotonin ve tiramin olmuştur. Araştırma sonucunda, doğal ve kültür alabalığındaki kimyasal ve mikrobiyolojik farklılıkların spesifik depolama gününe göre değişkenlik gösterdiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı Alabalığı, Biyojenik aminler, Balık kalitesi

ABSTRACT

MSc THESIS

<p>CHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL, CHANGES OF NATUREL AND CULTURED RAINBOW TROUT (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) DURING ICE STORAGE</p>
--

Emre YAVUZER

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

Supervisor : Doç.Dr. Fatih ÖZOĞUL

Year : 2011, Pages: 72

Jury : Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOĞA

In this study, chemical, sensory and microbiological changes of natural and cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) during the iced storage period. There was not significant differences in sensory parameters of natural and cultured rainbow trout at the beginning of the storage, although differences between groups were in significant towards the end of the storage periods ($P<0.05$). the sensory results correlated well with microbiological results. The sensory and microbiological results showed that the shelf-life of natural and cultured rainbow trout was 14 days in ice. Initial TVB-N level of natural and cultured rainbow trout were 11.15 and 14.13 mg/100 g and reached the value of 17.08 ve 14.48 mg/100 g at the end of the storage periods, respectively. TBA values of natural and cultured trout were statistically significant during storage periods ($p<0.05$). Peroxide value of trout meat fluctuated during storage periods. Natural trout fillets had higher FFA values than aquacultured fish. Significant differences were observed in ammonia and biogenic amine accumulation between natural and aquacultured trout ($P<0.05$). Natural trout generally had higher ammonia and biogenic amine production compared to cultured trout. The most accumulated amine in trout fillets were dopamine, serotonin and tyramine. The result of the study showed that chemical and microbiological changes in wild and aquacultured rainbow trout varied depending on spesific storage days.

Key words: Rainbow Trout, Biogenic amines, Fish quality.

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca geniő bilgi birikimi ve deneyimiyle bana ıőık tutan danışman hocam Do. Dr. Fatih ÖZOĞUL'a, çalıőmalarımnda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Yeőim ÖZOĞUL, Doç. Dr. Bilge KARATEPE, Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOĞA, Arő. Gör. Esmeray Küley BOĞA, Arő. Gör. Mustafa DURMUŐ ve Arő. Gör. Ayőe őİMŐEK'e, tez çalıőmam sırasında her türlü desteği esirgemeyen değerli eőim Su Ürünleri Mühendisi M. Nüket YAVUZER'e ve oğlum Barbaros YAVUZER'e, çalıőmam sırasında yardımlarını esirgemeyen Doktora Öğrencisi Esra BALIKÇI, Yüksek Lisans Öğrencisi Saadet GÖKDOĞAN, Yüksek Lisans Öğrencisi iğdem KAÇAR ve diğer laboratuvar arkadaşlarıma, tezin yürütölmesi sırasındaki aőamalarda yardımlarını esirgemeyen Çukurova Üniversitesi Su ürünleri Faköltesi İşleme Anabilim Dalı öğretim üyelerine, maddi ve manevi destekleriyle bana her zaman yardımcı olan annem, babam ve diğer aile üyelerime teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
RESİMLER DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOT.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Metot.....	11
3.2.1. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri.....	12
3.2.1.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi.....	12
3.2.1.2. Ham Protein Analizi.....	13
3.2.1.3. Lipit Analizi.....	13
3.2.1.4. Yağ Asitleri Analizi.....	14
3.2.2. Kalite Kontrol Analizleri.....	15
3.2.2.1. Toplam Uçucu Bazık Azot (TVB-N) Analizi.....	16
3.2.2.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Analizi.....	16
3.2.2.3. Peroksit Sayısı.....	17
3.2.2.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi.....	17
3.2.3. Balık Etindeki Biyojen Amin Analizi.....	18
3.2.3.1. Biyojen Amin Analizi İçin Örneğin Ekstrakte Edilmesi.....	18
3.2.3.2. Standart Amin Solüsyonunun Hazırlanması.....	19
3.2.3.3. Balık Örneklerinin ve Standart Amin	

Solüsyonlarının Türevlendirme Prosedürü	19
3.2.3.3.(4). Kromatografik koşullar.....	19
3.2.3.3.(5). Ekipman ve Kolon.....	20
3.2.4. Duyusal Analiz.....	20
3.2.4.1. Çiğ Alabalıktaki Duyusal Analiz.....	20
3.2.4.2. Pişmiş Alabalıktaki Duyusal Analiz.....	21
3.2.5. Mikrobiyolojik Analiz.....	23
3.2.5.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı (TMBS).....	23
3.2.5.2. Toplam Koliform ve <i>E. coli</i> Sayımı.....	23
3.2.6 İstatistik Analizler	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	25
4.1. Alabalıkların Besin Değeri.....	25
4.1.2. Yağ Asitleri	26
4.2. Doğal ve Farklı Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların 4 °C'de Depolanması Süresince Duyusal Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler.....	31
4.2.1. Çiğ Alabalık İçin Duyusal Bulgular.....	31
4.2.2. Pişmiş Alabalık İçin Duyusal Bulgular.....	32
4.3. Doğal ve Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Kimyasal Kalite Kontrol Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler.....	34
4.3.1. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N).....	34
4.3.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri.....	35
4.3.3. Peroksit Değerindeki (PV) Değişimler.....	37
4.3.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler.....	39
4.4. Doğal ve Yemle Beslenen Alabalıkların Amonyak ve Biyojenik Aminlerindeki Değişimleri.....	40
4.5. Doğal ve Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Mikrobiyolojik Değişimleri.....	45
4.5.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı.....	45
4.5.2. Toplam Koliform ve <i>E. coli</i> sayısı.....	47

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	63
EKLER.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Çizelge 3.1. Çiğ Gökkuşığı Alabalığı Filetosunun Duyusal Değerlendirme Tablosu	20
Çizelge 3.2. Pişmiş Sardalya Filetosunun Duyusal Değerlendirme Tablosu).....	22
Çizelge 4.1. Çizelge 4.1. Gökkuşığı alabalığının besin değeri.....	25
Çizelge 4.2. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların yağ asitleri Kompozisyonu.....	27
Çizelge 4.3. 4 °C' de depolanan doğal alabalık filetosunun çiğ olarak duyusal kalitesinin değerlendirilmesi.....	31
Çizelge 4.4. 4 °C' de depolanan kültür alabalık filetosunun çiğ olarak duyusal kalitesinin değerlendirilmesi.....	31
Çizelge 4.5. 4 °C' de depolanan doğal alabalık filetosunun pişmiş olarak duyusal kalitesinin değerlendirilmesi.....	33
Çizelge 4.6. 4 °C' de depolanan kültür alabalık filetosunun pişmiş olarak duyusal kalitesinin değerlendirilmesi.....	33
Çizelge 4.7. Doğal ve ticari yemle beslenen gökkuşığı alabalıkların TVB-N değişimleri.....	34
Çizelge 4.8. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değerlerindeki Değişimler.....	36
Çizelge 4.9. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolanması süresince peroksit değerlerinde meydana gelen değişimler...	38
Çizelge 4.10. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolanması süresince FFA değerlerinde meydana gelen değişimler....	39
Çizelge 4.11. Doğal ve Ticari Yemle Beslenen Alabalıklarda Biyojenik Amin Üretimi.....	41

ŒEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Œekil 4.1. Doğal ve Farklı Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı.....	45
--	----

RESİMLER DİZİNİ	SAYFA
Resim 3.1. Doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen Gökkuşığı Alabalıklarının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) görünümü.....	11
Resim 3.2. Gaz Kromatografisi Genel Görünümü (Orijinal).....	15

KISALTMALAR DİZİNİ

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

1. GİRİŞ

Ülkemizde özellikle balık yetiştiriciliği ve üretimi konularında 1970’li yıllardan bu yana önemli gelişmeler yaşanmakta ve son yıllarda bu gelişim daha fark edilebilir düzeylerde sürdürülmektedir (Emre ve ark., 2008). 1995-2014 yılları için yapılan bir öngörü çalışmasında; 2005 yılı için 49.124 ton, 2006 yılı için 54.036 ton ve 2007 yılı için ise 59.440 ton üretim öngörülmesine karşın, toplam yetiştiricilik üretimi 2006 yılında 128.943 ton ve 2007 yılında ise 139.873 ton’a ulaşmıştır (Atay ve ark., 1995). Alabalık yetiştiriciliğinin hızla artmasına paralel olarak balıkların depolama süresi de son derece önem kazanmaktadır. Bilindiği üzere balık dokusu protein ve protein olmayan nitrojen bakımından zengindir. Balık kasında bağ doku yapısının zayıf olması, yüksek enzim aktivitesi, pH değeri, sıcaklık ve su içeriği balık etini bozulmaya karşı hassas hale getirmektedir. Genel olarak bu sorunlar tat ve kokunun değişmesi, yumuşama, gaz çıkışı, renksizleşme, dokuda değişme, aminoasitlerde ve yağ asitlerinde bozulma olarak kendini göstermektedir (Özden ve Gökoğlu, 1997).

Balıklar oldukça hassas yapıya sahip bir gıda maddesi olup, bu ürünlerin raf ömrü oksijen ve aerobik mikroorganizmaların gelişimi ile sınırlanmaktadır. Balık bozulması başlıca balığın kalite kaybına ve bozulmasına öncülük eden bakteriyolojik aktiviteler sonucu ortaya çıkmaktadır (Liston, 1980). Post-mortem aşamasında, bozulmaya yol açan mikroorganizmalar, aminoasitlerin ve diğer azotlu bileşiklerin bakteriyel dekarboksilaz enzim faaliyeti ile amonyak gibi bir takım uçucu bazik azotlu bileşiklerin (TVB-N) birikimine yol açmaktadır (Liston, 1980; Alur ve ark., 1995; Özogul ve ark., 2007).

Balık yağları insan beslenmesinde önemli bir yere sahip EPA (eikosapentaenoik asit, C20:5n3) ve DHA (dokosaheksaenoik asit, C22:6n3) gibi çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) içermektedir. Ancak, balık yağında bulunan PUFA oksidatif yıkıma karşı oldukça hassastır. Lipit oksidasyonu, gıdaların tat, tekstür ve aromasında organoleptik değişimlere yol açan lipit peroksidlerini oluşturmak amacıyla doymamış lipitlerle reaksiyona giren moleküler oksijenli zincir reaksiyon dizisidir (Sarkardei & Howell, 2007). Lipit oksidasyonunun öncül ürünü

peroksit değeri (PV) olarak ölçülen hidroperoksit olmaktadır. Peroksitler kararlı bileşikler olup, üründe kötü kokuya yol açan uçucu bileşik olan aldehit, keton ve alkole yıkımlanmaktadır. Oksidatif acılaşmayı belirlemede PV ve tiyobarbitürik asit (TBA) önemli kimyasal indeksler olmaktadır (Melton, 1983; Rossell, 1989). TBA lipit oksidasyonunun ikincil ürünlerini ölçmektedir. TBA başlıca malonaldehitten oluşmaktadır. Oksidasyon gıdanın besinsel kalitesini düşürmekle birlikte tekstür ve rengini değiştirmektedir (Lie, 2001).

Balık kalitesini belirlemede tazelik önemli bir kriter olmaktadır. Balığın duyuşal özellikleri tüketiciler için önemlidir. Balığın tüketici tarafından kabul edilebilirliğini ve tazelik kalitesini belirlemek amacıyla, duyuşal metotlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Connel, 1995). Balığın tazelik kalitesini belirlemede ayrıca kimyasal (TVB-N, lipit oksidasyonu, biyojenik amin), fiziksel ve mikrobiyolojik metotlarda kullanılmaktadır (Gill, 1992; Ozogul, Özogul, & Gökbulut, 2006; Raatikainen et al., 2005; Özoğul ve ark., 2005; Özyurt ve ark., 2009).

Biyojenik aminler gıdaların bozulması ve güvenliği açısından önemli toksik bileşiklerdir. Biyojenik aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyonu ile oluşan azotlu bileşiklerdir (Halasz ve ark., 1994; Silla-Santos, 1996). Biyojenik aminler genellikle serbest aminoasitlerin bakteriler tarafından dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadır. Bu aminler, kimyasal olarak alifatik (putresin, kadaverin, spermin, spermidin), aromatik (tiramin, β -feniletilamin) veya heterosiklik (histamin, triptamin) yapıda olabilirler. Biyojenik aminler balık bozulmalarında kimyasal indikatör vazifesi görmeleri ve gıda zehirlenmesi riskinden dolayı önemlidir (Zaman ve ark., 2009). Gıdalarda üretilen en önemli biyojenik aminler histamin, tiramin, putresin, kadaverin, triptamin, 2-feniletilamin, spermin ve spermidindir. Putresin ve kadaverin gibi diğer biyojenik aminlerin histamin toksisitesini arttırdığı bilinmektedir. Biyojenik aminler ısıda kararlı bir yapıya sahip oldukları için, balıklar ısı işleme maruz kalsa dahi biyojenik amin içerdikleri zaman insanlar için toksik olabilirler.

Balık ve balık ürünlerindeki biyojenik amin konsantrasyonu (özellikle histamin), insan sağlığı ve ürün kalitesini etkilediğinden dolayı bu değerlerin tespiti büyük bir önem taşımaktadır (Shalaby, 1996; Özoğul ve ark., 2004). Avrupa Birliği

(EU) 100 g balık etindeki histaminin yasal limitini 10 mg olarak belirtirken (EEC, 1991), FDA bu limiti 5 mg olarak belirlemiştir (FDA, 1996). İnsan tüketimi için gıdadaki tiramin üst sınır limiti 100-800 mg/kg, feniletılamin için ise 30 mg/kg olarak belirlenmiştir (Brink ve ark., 1990). Gıdalarda toplam biyojenik amin seviyesi 1000mg/kg'a ulaştığı zaman, insan sağlığı için tehlikeli kabul edilir (Taylor; 1986). Histamin, tiramin, agmatin, putresin, kadaverin, spermin ve spermidin gibi biyojenik aminlerin tespiti sadece toksik etkilerinden dolayı önemli olmamakta, aynı zamanda gıdaların tazelik veya bozulma derecesinin bir indikatörü olarak da kullanılmaktadır (Halasz ve ark., 1994). Biyojenik aminler arasında histamin, potansiyel olarak tehlikeli olmakta ve histamin zehirlenmesine yol açmaktadır. Histamin skombroid balık zehirlenmesine yol açan etken maddedir. Histamin içeriğinin düşük olduğu ancak zehirlenme vakasının ortaya çıktığı durumda, toksisiteye yol açan diğer faktörlerinde olduğu belirtilmiştir (Arnold ve ark., 1978; Murray ve ark., 1982; Taylor, 1986; Clifford ve ark., 1989; Soares ve ark., 1994). Gıdadaki putresin, kadaverin, spermin ve spermidin gibi diğer biyojenik aminlerin histamini metabolize eden enzimleri (diamin oksidaz) engellemesiyle (Hungerford ve ark., 1992) ve iç organ sıvısında endojen histaminin birikimine yol açması ile histaminin toksik etkisini artırdığı bilinmektedir (Flick ve ark., 2005). Tiramin ise monoamin oksidaz inhibitör ilaçlarla antidepresan tedavisi gören hastalarda gıda kaynaklı migren ve hiper tansiyon krizine yol açmaktadır. Putresin ve kadaverin gibi diaminler bu aminlerin toksikliğini artırmaktadır. Ayrıca diaminlerin, gıdada nitro grubunu oluşturan maddeler mevcut olduğu zaman, kanserojenik nitrozaminlerin oluşumuna yol açmaktadır (Bovercid ve ark., 2000). Balıklarda biyojenik amin üretimi, balık türüne, balığın beslenme şekline, balık etindeki serbest amino asit içeriğine, balıkta mevcut bakteriyel floraya, balığın depolama sıcaklığına ve koşuluna bağlı olarak değişmektedir (Brink ve ark., 1990).

Mikrobiyolojik testler geneldeki kontaminasyon seviyelerini yada spesifik organizmalarla yapılan kontaminasyon seviyelerini ölçmek için kullanılmaktadır. Yeni yakalanmış materyaldeki mikrobiyolojik populasyon (toplam veya spesifik organizmalar) sayımı balık işlemlerinde kalite kontrol amacıyla yapılmaktadır. Mikrobiyolojik olarak balık kalitesini belirlemek için en çok kullanılan dolaylı metot

TVC (toplam canlı miktar) olmaktadır (Özoğul, 2001). Spesifik organizmalardan insanlarda hastalığa yol açan *E. coli* ve *Salmonella* gibi bakteriler özellikle kontamine olmuş kıyı bölgelerde, glcklerde ve bu alanlarda bulunan canlı balıkta ortaya çıkmaktadır. Bu bakteriler insan sağlığı için büyük bir riske sahiptir (Feldhusen, 2000).

Balık ve balık ürünlerinin depolanması süresince duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri hakkında oldukça fazla çalışma mevcuttur. Ancak literatürlerde doğal ve ticari yemlerle beslenen balıklardaki kalite değişimleri hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu araştırmada, doğal ya da ticari yem ile beslenen gökkuşağı alabalığının buzda depolanması süresince kimyasal, duysal ve mikrobiyolojik değişimlerinin incelenmesi (*Oncorhynchus mykiss*) hedeflenmiştir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Rezaei ve ark. (2007), gökkuşağı alabalıklarında 18 günlük buzda depolama süresince biyogen amin içerikleri ve bakteriyel değişimlerle ilişkisini inceledikleri çalışmada putresin, kadaverini, histamin ve bakteri yükünün depolama boyunca azaldığını fakat analiz edilen gruplar içinde tyramin gözlenmediğini saptamışlardır. Histamin seviyesinin depolamanın en son gününde gözlenmesinden dolayı histaminin tazelik açısından daha az yararlanılabilir bir amin olduğu kararına varmışlardır.

Chytiri ve ark. (2003), kültüre alınmış gökkuşağı alabalıklarında filetolamanın buzda depolama süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal parametrelerde meydana gelen değişimleri incelemiş, iç organları çıkarılmamış alabalıklardaki bakteri miktarının filetoları alınmış balıklara nazaran daha az olduğunu gözlemlemiştir. Aynı çalışmanın kimyasal parametrelerinde TVB-N değeri iç organı çıkarılmamış balıklarda 18. günde 20.16 mg/100 gr ile en yüksek değere çıkarken, filetoları alınmış balıklarda bu değerin 26.06 mg/100 gr olduğu gözlenmiştir. Sonuçlar hem filetoları alınmış hemde iç organları çıkarılmamış alabalıkların duyuşal analiz verilerine göre 15–16 günden sonra ve mikrobiyolojik verilere göre 10–12 günden sonra istenmeyen seviyeye geldiğini göstermiştir.

Chytiri ve ark. (2004), tüm ve fileto edilmiş gökkuşağı alabalıklarının biyogen amin içeriklerini 18 günlük buzda depolama boyunca gözlemleyip, aynı periyot boyunca oluşan duyuşal ve mikrobiyolojik değişimlerle ilişkilendirip balıklarda putresin, kadaverin, tyramin, spermidin, tyriptamin, beta-feniletilamini, spermin ve histamin düzeylerini belirlenmişlerdir. Bütün durumlarda biyogenik amin konsantrasyonu tüm balıklara kıyasla fileto edilen balıklarda daha yüksek oranda tespit edilmiştir.

Rezaei ve ark. (2007), gökkuşağı alabalıklarının yakalanıp buza alındıktan sonraki 0, 4 ve 8. saatteki kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal parametrelerini incelemiş, TVB-N, FFA, PV ve TBA değerlerinin buzda depolama süresince artış gösterdiğini tespit etmiştir.

Özoğul ve ark. (2004), modifiye atmosfer paketlenmiş ve buzda depolanmış gökkuşağı alabalığı kalitesi üzerine kesim metotlarının etkilerini inceledikleri bir çalışmada biyogen amin değerlerinin kesim şekline bağlı olarak değişmediğini tespit etmişlerdir.

Krizek ve ark., (2004) sazan balığında (*Cyprinus carpio*) vakum ve polietilen film olmak üzere iki farklı koşulda depolanmış 15°C’de depolanan her iki koşuldaki balıklar için 3 gün, 3°C’ de vakum paketlenmiş örnekler 16 gün, polietilen filme sarılmış örneklerin ise 12 günde bozulduğunu rapor etmişlerdir.

Özoğul ve ark., (2007) lagos balığında (*Epinephelus aeneus*) 4 °C ve buzda depolayarak yapmış oldukları çalışmada duyu analize göre raf ömrünü buzda depolama için 16 gün, 4 °C de ise 4 gün olarak rapor etmişlerdir. Depolama sonunda kadaverin ve putresin konsantrasyonu buzda depolanan örneklerde (22. günde) 8.04 mg/100g’a ulaştığını +4 °C de depolanan örnekler için ise 7.79 mg/100g olduğunu rapor etmişlerdir. Putresin, -18 ve -25 °C’ de dondurularak depolanan beyaz ton balığında 9 aylık depolama sonucu en yüksek artış gösteren biyogenik amin olmuştur. Bu seviye -18 °C de 59.04 ppm’e -25 °C de ise 68.26 ppm’e ulaşmıştır.

Rezaei ve ark. (2008), buzda depolanmış kültür gökkuşağı alabalıklarındaki kalite değişimlerini 20 günlük depolama periyodu boyunca belirleyip, depolama boyunca dalgalanmalar gösteren TVB-N değerinin gökkuşağı alabalıklarının kalitesi için iyi bir indikatör olmadığını tespit etmişlerdir. Depolama başlangıcından itibaren yükselen toplam canlı sayımı 0.gün 4,0 log CFU/g iken 20. Gün 7.04 4,0 log CFU/g olarak kayıt edilmiştir.

Özoğul ve ark. (2006) kalkan (*Scophthalmus maximus*) balığını buzda depolayarak biyokimyasal, duyu ve mikrobiyolojik olarak yapmış oldukları raf ömrü çalışmasında, toplam canlı miktarı başlangıç (0. gün) değeri 3.3 log kob/g olup depolama süresi sonunda 7.87 logkob/g’a ulaştığını rapor etmişlerdir

Ababouch ve ark. (1991), Scombridae (uskumru ve ton gibi) ve Scomberesocidae familyalarına ait scombroid balıkları, histamin balık zehirlenmesiyle ilişkili en yaygın türler olarak belirlemiştir. Fakat bu zehirlenmeye, kaslarında yüksek düzeyde serbest amino asit bulunduran scombroid olmayan balık türlerinin de (ringa, sardalye,hamsi) neden olabildikleri bulunmuştur.

Yoshida ve Nakamura (1982), taze uskumruda histamin bulunmadığını rapor etmiştir. Okuzumi ve ark. (1990), 30°C' de depolanan kıyılmış uskumru etinde yüksek düzeyde histamin (210–1336 mg /100g) tespit etmişlerdir.

Wendakoon ve ark. (1990), uskumrunun buzda depolanması süresince hiçbir amin üretiminin olmadığını, 20°C'lik depolamada ise histamin, putresin, kadaverin ve tiraminin büyük miktarlarda üretildiğini kaydetmişlerdir. 4°C' de normal hava koşullarında, vakum pakette ve modifiye atmosfer paketlerde (%60 CO₂ ve %40 N₂) 15 gün depolanan sardalye örneklerinde histamin sırasıyla, 20 mg/100g, 13 mg /100g ve 10 mg /100g değerlerine ulaştığı belirlenmiştir Özoğul ve ark. (2004).

Özoğul ve ark. (2004), buzda ve buzsuz ortamda iç organları çıkarılmış bir şekilde soğukta muhafaza edilen ringa balığı üzerine yaptıkları başka bir çalışmada, histamin içeriği depolama süresince artış göstererek 16 günlük depolama sonunda sırasıyla 27.14 mg /100g ve 39.64 mg/ 100g'a ulaştığını belirtmişlerdir.

Ben-Gigirey ve ark. (1998), -18°C ve -25' de 3 ay dondurularak depolanan beyaz ton balığında (albacore) histamin içeriği sırasıyla 1.17 ppm'e (başlangıç seviyenin %25,4'ü) ve 1.62 ppm'e (başlangıç seviyenin % 34,5'i) düştüğünü belirtmişlerdir.

Veciana-Nogues ve ark. (1997), histamin seviyesi işlenmemiş taze ton balığında ortalama 0.32 µg /g olurken, konserve ton balığında bu değer en yüksek 40.5 µg /g olarak belirlemiştir.

Taylor (1986), Fernandez-Salguero ve ark. (1987), mide ve bağırsağı çıkartılan 12 gün buzda depolanan ringadaki putresin ve kadaverin konsantrasyonunu sırasıyla 1.49 8 mg/100g ve 14.77 mg/100g bulmuşlardır. Putresin, 18°C ve -25°C'de dondurularak depolanan beyaz ton balığında 9 aylık depolama sonucu en yüksek artış gösteren biyojen amin olmuştur.

Klausen ve ark. (1986), 2°C ve 10°C' de vakum pakette depolanmış ringanın ve uskumrunun biyojen amin üretimini araştırmış olup uskumruda yüksek bir kadaverin içeriği bulmuşlardır.

Veciana-Nogues ve ark. (1997), tiramin seviyesi taze ton balığında en yüksek 10.65 µg /g, konserve ton balığında ise en yüksek 3 µg /g olarak tespit etmişlerdir.

Veciana-Nogues ve ark. (1997), Mackie ve ark. (1997), spermin ve spermidin konsantrasyonunun taze kasta 1mg/100g'dan daha düşük olduğunu, fakat bu değer in balık türlerine, kaslardaki serbest amino asit miktarına ve bakterilerin bulunma durumuna bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Özoğul ve ark. (2002), Ringa balığının tüm depolama koşulları altında ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de buzda, buzsuz ortamda ve modifiye atmosfer pakette), kaslarındaki spermidin ve spermin içeriğinin 1 mg 100/g' dan düşük olduğu gözlenmiştir.

Wendakoon ve ark. (1990), uskumrunun buzda depolanması sırasında hiçbir amin üretiminin olmadığını rapor etmiştir

Rodriguez-Jerez ve ark. (1994), Histamin ile diğer aminleri üretmede yetenekli olan bakterilerin genellikle benzer türlerden oldukları bildirilmiştir.

Klausen ve ark. (1986), uskumru ve ringada 10°C ' deki biyojen amin içeriğinin 2°C ' ye göre 20 kat daha yüksek olduğu rapor etmiştir.

Wendakoon (1990), tarafından yapılan başka bir çalışmada uskumrunun buzda depolanması sırasında hiçbir amin üretiminin olmadığı bildirilmiştir.

Silla-Santos. (1996), histamin, putresin, kadaverin, tiramin, spermin, spermidin gibi pek çok farklı çeşit biyojen amini uskumru, ringa, ton balığı ve sardalya gibi balıklarda tespit etmiştir.

Uysal ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada Abant Gölü'nden yakaladıkları Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) anaçlarından alınan yavruları ve kültürel ortamdaki aldıkları gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularını extrude pelet yemle beslemişler ve biyokimyasal kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda ortalama ağırlıkları 154,75 g tespit edilen Gökkuşağı Alabalıkları'nın biyokimyasal kompozisyon oranları (ham protein (%17), ham yağ (%1.62), nem (%78.06), kül (%1.42) ve karbonhidrat (%2.52) ile ortalama ağırlıkları 4.966 g tespit edilen Abant Alabalıkları'nın biyokimyasal kompozisyon oranları ham protein (%19), ham yağ (%1.44), nem (%78.02), kül (%1.20) ve karbonhidrat (%2.64) oranları tespit edilmiştir.

Arashisar (2002) gökkuşağı alabalığı ile yaptığı çalışmada, TVB-N değerini 0. günde $12.16\pm 0,80$ mg/100 g, 14. günde $38,68\pm 2,46$ mg/100 g olarak belirlemiştir.

Yılmaz (2004) tarafından alabalık filetoları üzerinde yürütülen çalışmada ise, TVB-N değeri başlangıçta (0. gün) $8,95 \pm 0,58$ mg/100 g, son günde (18. gün) $35,56 \pm 9,87$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Özoğul ve ark. (2004), modifiye atmosfer paketlenme ve vakum paketlenmenin 4°C 'de 15 güne kadar depoladıkları sardalyanın (*Sardina pilchardus*) duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda sardalyanın TVB-N değerlerinin depolama süresiyle birlikte artış gösterdiğini bulmuşlardır. Depolama başlangıcında paketlenmemiş sardalyanın TVB-N değeri 5 mg/100 g olarak bulunurken, depolama sonunda bu değer 15 mg/100 g' a çıkmıştır. Vakum paketli sardalyanın TVB-N değeri 19 mg/100 g, modifiye atmosfer paketli sardalyanın TVB-N değeri ise 17 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Erkan ve ark. (2008), bütün halde ve iç organları çıkarılmış sardalyayı (*Sardina pilchardus*) 7 gün boyunca 4°C ' de buzda depolayarak kalitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonunda bütün haldeki sardalyanın başlangıç TBA değeri 2.86 MA kg^{-1} olarak bulunmuş ve depolama sonunda bu değer 21.54 MA kg^{-1} ' a çıkmıştır. İç organları çıkarılarak depolanan sardalyanın TBA değeri başlangıçta 2.7 MA kg^{-1} iken depolama sonunda 21.54 MA kg^{-1} olmuştur.

Goulas ve ark. (2007), buzdolabı koşullarında depolanan kolyoz balığının duyusal ve biyokimyasal özelliklerine modifiye atmosfer ve vakum paketlenmenin etkilerini araştırmışlardır. Modifiye atmosfer paketli kolyoz, vakum paketli kolyoz ve kontrol grubunun başlangıç TBA değerleri 0.32 MA kg^{-1} olarak bulunmuş ve depolamanın sonunda bu değerler sırayla 2.43 MA kg^{-1} , 0.91 MA kg^{-1} ve 1.64 MA kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Özyurt ve ark. (2007), farklı yaşlardaki (2, 4 ve 6) ince dudaklı kefallerin (*Liza ramada*) yağ asidi kompozisyonu ve buzdolabı koşullarında (4°C) depolanması sırasında lipit oksidasyonunda meydana gelen değişimleri araştırmışlardır. Depolama başlangıcında kefallerin peroksit değerleri sırayla 1.54 meq/kg , 1.67 meq/kg ve 2.52 meq/kg olarak bulmuşlardır. Depolama sonunda bu değerler artış göstererek 18.59 meq/kg , 17.26 meq/kg ve 19.73 meq/kg olmuştur.

Özyurt ve ark. (2009), 11 gün süreyle buzda depolanmış kırmızı barbun (*Mullus barbatus*) ve çizgili barbun (*Upeneus moluccensis*) balığının depolama

süresince duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak tazelik parametrelerini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada başlangıç peroksit değerlerinin kırmızı barbun için 0.64 meq/kg, çizgili barbun için 0.84 meq/kg olduğu görülmüştür. Ancak depolama süresince peroksit değerleri dalgalanmalar göstererek depolama sonunda sırayla 1.31 meq/kg ve 1.33 meq/kg olarak tespit edilmiştir.

Ali ve ark. (1992) buzda depolanan tropik tatlı su balığında (*Labeo rohita*) 12 günün üzerinde bir raf ömrü saptamışlardır. Taze balığın mikroflorası *Staphylococcus*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Aeromonas*, *Moraxella*, *Pseudomonas* ve *Moraxella* olarak belirlenmiştir. Balık bozulduğu zaman mikrobiyal floranın *Aeromonas* (48%) ve *Pseudomonas* (34%) ile baskın olduğu bulunmuştur. Araştırma sonunda, *Aeromonas* üyelerinin tatlı su balığının bozulmasında önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada balık materyali olarak Niğde ilinin Çamardı İlçesinde bulunan bir alabalık üretim tesisinde üretilen ve aynı tesisten yavru aşamasında kaçıp doğal ortamda (Ecemiş Çayı) beslenen Gökkuşığı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) (25.10.2010) yakalanarak buzdolabı koşullarında (3 ± 1 C) de depolanmak suretiyle kullanılmıştır.



Resim 3.1. Doğal ve ticari yemlerle beslenen Gökkuşığı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) görünümü.(Üstteki doğal, alttaki ticari yemle beslenen alabalık)

3.2. Metot

Balıklar yakalandıkları gün buz içerisinde Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına getirilip, aynı gün strafor kutu içerisine alınarak iki grup halinde buzdolabında depolanmıştır (3 ± 1 C). Buzdolabında depolanan balık filetoları daha sonra bozulmaya bağlı olarak 0. gün den itibaren

her iki günde bir duyuşal ve kimyasal analizleri yapılmış, bu analizler balık bozuluncaya kadar yani insan tüketimi için uygun olmayana kadar devam etmiştir.

3.2.1. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri

Araştırmada, doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıklarda buzda depolama öncesinde kuru madde, ham kül, ham protein, lipit ve yağ asitleri kompozisyonları analiz edilmiştir. Balıklar depolamanın 0, 3, 7, 10, 14, 17, 19. günlerinde yağ asitleri analizleri yapılmıştır. Analiz öncesinde filetolar kıyılarak homojenize edilmiş ve tüm analizler en az 3 paralel olarak uygulanmıştır.

3.2.1.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Ham kül analizinde kullanılan porselen krozeler ilk önce 103 °C'de 2 saat süreyle etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra 0.1 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içerisine homojenize edilmiş örnekten 3-5 g tartılıp bu örnekler 4 saat 550 °C'de rengi açık gri oluncaya kadar yakılmıő ve ardından desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır (AOAC, 1998b). Örneğe ait % ham kül sonuçları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Ham kül miktarı (\%)} = \frac{[\text{Son tartım (g)}] - [\text{İlk tartım (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.1.2. Ham Protein Analizi

Toplam ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC, 1998a) göre yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri içerisindeki 1 g homojenize edilmiş örnek üzerine, 2 adet kjeldahl katalizör tablet (Merck, TP826558) ve 20 mL H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesinde örnekler yeşil-sarı saydam bir renk alana kadar yaklaşık 2-3 saat yakılmıştır. Oda sıcaklığına geldikten sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 mL distile su eklenmiştir. 25 mL %40' lık borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen ile, kjeldahl tüpleri kjeldahl distilasyon cihazına yerleştirilerek %40' lık NaOH ile 6 dakika distilasyon işlemi yapılmıştır. Kjeldahl cihazından alınan erlen içerisindeki solüsyon 0.1 M HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları hesaplanmıştır.

$$\%N = \frac{14.1 \times (A-B) \times M}{g \times 10} \times 100$$

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

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

g: Örnek miktarı

3.2.1.3. Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959)'in geliştirdiği yönteme göre yapılmıştır. 15 g homojenize edilmiş örnek üzerine 120 mL metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra ultraturaks ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 20 mL %0.4'lük CaCl₂ solüsyonundan eklenerek süzme kağıdından (Scliecher&Schuell, 5951/2 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat etüvede

bekletildikten sonra darası alınmış olan balon jojelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform 60 °C'de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 90 °C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Lipit miktarı (\%)} = \frac{[\text{Son tartım (g)}] - [\text{İlk tartım (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.1.4. Yağ Asitleri Analizi

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichibara ve ark. (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4ml 2M'lık KOH ve 2ml n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm' de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası GC'de analiz için alınmıştır.



Resim 3.2. Gaz Kromatografisi Genel Görünümü (Orijinal)

Yağ asitleri kompozisyonu alev iyonizasyon dedektörlü (FID) ve 30m x 0.32mm ID x 0.25µm film kalınlığında SGE kolonlu otomatik örneklemeli (Perkin Emler, USA) GC (Gaz kromatografik) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220 °C sonra 280 °C' ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140 °C'de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C'ye kadar, her dakika 4 °C arttırılarak, 200 °C'den 220'ye de her dakika 1°C arttırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1ml olup, taşıyıcı gazı kontrolü 16 ps'de olması sağlanmıştır. Split uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları \pm standart sapma değerleri ile % olarak GC bölümünde ifade edilmiştir.

3.2.2. Kalite Kontrol Analizleri

Araştırmada, doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıklarda buzda depolama (depolamanın 0, 3, 7, 10, 14, 17, 19. günlerinde) kalite ile ilgili değişimler incelenmiştir. Bu amaçla filetolar kıyılarak homojenize edilmiş ve Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı, Peroksit Sayısı (PV) ve

Serbest Yağ Asitleri (FFA) analizleri yapılmış. Tüm örnekler en az 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

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

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

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

A: ml olarak harcanan 0.1 N asit miktarı

B: Örneğin tartım ağırlığı

3.2.2.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Analizi

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

kapağı kapatılıp yine vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, soğumaya bırakılmıştır.

Daha sonra spektrofotometre tüplerine aktarılarak 538nm dalga boyunda köre karşı, optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7.8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır Varlık ve ark. (1993).

3.2.2.3. Peroksit Sayısı

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

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

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

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

W: Örnek Ağırlığı

3.2.2.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi

Serbest yağ asit analizi AOCS (1994) metoduna göre belirlenmiştir. Önceden ekstrakte edilmiş lipitten 0,5 g örnek tartılarak, dietileter:ethanol (25:25 ml oranında) içerisinde çözüldürülmüştür. Daha sonra 1ml %1'lik fenolftalein

indikatörü ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım 0.1 M'lık sodyum hidroksit ile kalıcı pembe renk oluşuna kadar (en az 15 saniye) titre edilmiştir. Aynı işlemler yağ kullanmadan kör deneme için tekrarlanır. %'de serbest asit miktarı oleik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesap edilmiştir.

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

C: Harcanan 0.1M'lık NaOH miktarı ml cinsinden

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

W: Örnek ağırlığı

2.805: Dönüşüm faktörü

3.2.3. Balık Etindeki Biyojen Amin Analizi

Araştırmada, doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıklarda buzda depolama (depolamanın 0, 3, 7, 10, 14, 17, 19. günlerinde) biyojenik amin değişimleri incelenmiştir.

3.2.3.1. Biyojen Amin Analizi İçin Örneğin Ekstrakte Edilmesi

Balık etindeki biyojen amin üretimi, Özoğul ve ark. (2002) tarafından geliştirilen hızlı bir HPLC metodu kullanılarak analiz edilmiştir. 5g balık kası alınarak 250 ml'lik ultraturax tüplerine aktarılmıştır. Örnekler sonrasında 20 ml % 6'lık TCA ile 2 dk Ultra-Turax (T 25 basic IKA-WERKE, Staufen, Germany) kullanılarak homojenize edilerek, Whatman No. 1 filtre kâğıdı (Maidenstone, UK) ile filtre edilmiştir. Elde edilen solüsyon distile su ile 50 ml'e tamamlanarak derivitasyon (türevlendirme) işlemine kadar derin dondurucuda (-18°C) muhafaza edilmiştir.

3.2.3.2. Standart Amin Solüsyonunun Hazırlanması

Çalışmada kullanılan bütün biyojen amin standartları Sigma–Aldrich (Munich, Germany)’den sağlanmıştır. Triptamin hidroklorid (122.8 mg), putresin dihidroklorid (182.9 mg), 2-feniletülin hidroklorid (130.1 mg), kadaverin dihidroklorid (171.4 mg), spermidin trihidroklorid (175.3 mg), spermin tetrahidroklorid (172.0 mg), histamin dihidroklorid (165.7 mg), tiramin hidroklorid (126.7 mg), 5-hidroksitriptamin (serotonin) (133.9 mg), 3-hidroksitiramin hidroklorid (dopamin) (123.8 mg), agmatin sülfat (175.4 mg), ammonia chloride (296.9 mg) ve trimetilamin hidroklorid (161.7 mg) 10 mL ultra saf suda çözödürölmüştür. Her bir amin için serbest bazın son konsantrasyonu 10 mg/mL olmuştur.

3.2.3.3. Balık Örneklerinin ve Standart Amin Solüsyonlarının Türevlendirme Prosedürü

Türevlendirme maddesi olarak benzoil klorid kullanılmıştır. Standart amin solüsyonunu türevlendirmek için, her bir serbest baz standart solüsyonundan (10 mg/mL) 50 µL, (ekstrakte balık örneği için ise 2 mL) alınmıştır. Örnek üzerine 1 mL 2 M sodyum hidroksid ve 20 µl benzoil klorid (%2) eklendikten sonra 1 dk vortekste karıştırılmıştır. Reaksiyon karışımı 40 dk, oda sıcaklığında (24 °C) bırakılmıştır. Benzolasyon işlemi 2 mL doymuş sodyum hidroksit eki ile durdurularak, solüsyon iki kez 2mL dietil eter ile ekstrakte edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra üst organik faz temiz tüp içerisine alınarak azotta uçurulmuştur. Tüp içerisinde bulunan kalıntılar 1 mL asetonitrilde çözödürölererek, 1 µL örnek HPLC’e enjekte edilmiştir.

3.2.3.3.(4). Kromatografik koşullar

Amin analizi için mobil faz, asetonitril ve HPLC ultra saf su olmuştur. Toplam aminlerin ayırım süresi 20 dk olmuştur. Biyojen amin ayırım işlemi

gerçekleştikten sonra başlangıç koşula dönmek için program 1 dk almakatadır. Enjeksiyon seviyesi 5 µl olup, 254 nm’de tespit gerçekleşmiştir.

3.2.3.3.(5). Ekipman ve Kolon

Biyojen amin analizi için bir SPD-M20A diode array dedektör, iki kanallı gradient pompa (Shimadzu LC-10AT), autosampler (SIL 20AC), kolon fırını (CTO-20AC), FCV-11AL dalga birimli communication bus module (CBM-20A) sahip Shimadzu Prominence HPLC cihazı (Shimadzu, Kyoto, Japan) kullanılmıştır. Biyojen amin analizi için ters-fazlı Spherisorb 5 Si C18 pH-St, 250X4.6 mm kolon (Phenomenex, Macclesfield, Cheshire, UK) kullanılmıştır.

3.2.4. Duyusal Analiz

3.2.4.1. Çiğ Gökkuşığı Alabalığındaki Duyusal Analiz

Balığın çiğ olarak duyusal değerlendirilmesi TFRU (Tasmanian Food Research Unit) şemasına (Branch ve Vail, 1985) göre yapılmıştır. Her değerlendirme 6-8 deneyimli panelist tarafından yürütülmüştür. Duyusal şema toplam 29 puan üzerinden değerlendirilmiştir (Çizelge 3.1). Her bir parametre için 0 çok taze balıketini gösterirken, daha yüksek puanlar daha düşük kaliteyi belirtmiştir.

Çizelge 3.1. Çiğ Gökkuşığı Alabalığı Filetosunun Duyusal Değerlendirme Tablosu (Branch ve Vail 1985)

Puan	0	1	2	3
Genel				
Görünüm	Çok parlak	Parlak	Hafif mat	Mat
Deri	Sert	Yumuşak		
Mukus	Yok	Hafif mukuslu	Mukuslu	Çok mukuslu
Sertlik	Rigor öncesi	Rigor	Rigor sonrası	
Gözler				
Parlaklık	Açık	Hafif bulutlu	Bulutlu	
Şekil	Normal	Hafif batık	Batık	
İris	Görünür	Görünmez		

Kan	Kansız	Hafif kanlı	Çok kanlı	
Solungaçlar				
Renk	Karakteristik	Hafif koyu Hafif solgun	Çok koyu Çok solgun	
Mukus	Yok	Orta	Aşırı	
Koku	Taze yağlı Metalik deniz yosunu	Balığimsı	Bayat	Bozuk
Karın Bölgesi				
Renk	Opak	Gri	Sarı kahve	
Kan	Kırmızı	Koyu kırmızı	Kahve rengi	
Toplam puan				

3.2.4.2. Pişmiş Gökkuşığı Alabalığındaki Duyusal Analiz

Pişmiş alabalık filetosunun duyusal değerlendirilmesi Branch (1985) tarafından alabalık için geliştirilen skalaya göre yapılmıştır (Çizelge 3.2). Pişmiş alabalık filetoları, deneyimli 6-8 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Balık filetoları 300 °C'de yaklaşık 2 dakika mikrodalga fırında pişirildikten hemen sonra panelistlere sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Pişmiş Alabalık Filetosunun Duyusal Değerlendirme Tablosu Howgate (1982).

PUAN	KOKU	TAT	TEKSTUR	PUAN
10	Başlangıçta zayıf şekerimsi koku bunu takiben nişasta kokusu	Sulu metalik nişastalı hafif şekerimsi tatla birlikte et aroması	Kuru, az sert yapılı kolay ufalanabilir.	10
9	Kabuklu balık deniz yosunu kaynamış et	Şeker ,et, krem karakteristik yeşil bitki	Kuru, ufalanabilir, lifli, sulu	9
8	Koku kaybı kaynamış süt kaynamış patates	Şeker ve ancak yoğunluğu azalmış karkarakteristik aroma	Kuru,az sulu, lifli, yapışkan	8
7	Talaş kaynamış patates	Nötral	Hafif kuru az sulu yapışkan lifli	7
6	Yoğun süt karamel	Tatsız		6
5	Süt kabı kokusu kaynamış papates ve kaynamış kıyafet	Hafif ekşi, kötü tat izlenimi	Az sulu az lifli	5
4	Laktik asit ekşimiş süt ahır benzeri bozulmuş ot	Hafif acı, ekşi kötü tat.	Depolama süresine bağlı yumuşaklık	4
3	Daha düşük yağ asitleri (Asetik asit butirik asit) yoğun ot kaynamış kıyafet kokusu	Yoğun acı hafif sülfid ekşimiş		3

3.2.5. Mikrobiyolojik Analiz

3.2.5.1. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı (TMBS)

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

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

3.2.5.2. Toplam Koliform ve *E. coli* Sayımı

Toplam koliform bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA, Oxoid, CM0107) ile çift katlı dökme plak yöntemi (FDA, 1998) kullanılmıştır. Uygun dilüsyon serisinden 1 ml alınarak petri kutusuna aktarılmış ve üzerine 45–50°C’ye kadar soğutulmuş VRBA agar çift kat olarak dökülmüştür. Petri kutuları sonrasında 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir.

E.coli analizi için uygun dilüsyondan MUG katkılı Mac Conkey Agar (Merck 1.01406) besi yerine 0,5 veya 1 ml aktararak yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri kutuları sonrasında 30 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir.

3.2.5.6. İstatistik Analizler

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 13.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Doğal ve ticari yemle beslenen balıklarda yakalanan alabalıklar arasındaki farkları ve depolanması sonucu elde edilen verilerin birbirleriyle karşılaştırmasında faktöriyel tesadüf parselleri deneme planı uygulanmış. Depolama süresi arasında duncan çoklu karşılaştırma testi ($P<0,05$) uygulanmıştır (Efe ve ark., 2000). Deneme planının matematik modeli;

$$Y_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+(\alpha\beta)_{ij}+e_{ijk}$$

Y_{ijk} =Yemlemenin sisteminin i. seviyesi, depolama süresinin j. seviyesi ve k. tekrüre ait gözlem sayısı

μ =popülasyon ortalaması

α_i :Yemleme sisteminin i.seviyeye etkisi

β_j :Depolama süresinin j. seviyeye etkisi

$(\alpha\beta)_{ij}$:yemleme sisteminin i. seviyesi ile depolama süresinin j. seviyesinin interaksiyon etkisi

e_{ijk} = Y_{ijk} nın tesadüf hatasını gösterir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Alabalıkların Besin Değeri

Doğal ve ticari yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının besin değeri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre doğal ve kültür alabalığının protein, lipit ve nem oranı bakımından önemli bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Doğal alabalığın protein değeri % 21.43 iken, kültür alabalığı % 18.17 protein içeriğine sahip olmuştur. Doğal yemle beslenen alabalıklar, ticari yemle beslenen alabalığa kıyasla daha yüksek lipit içeriğine sahip olmuştur. Doğal alabalık %5.77 lipit içeriğine sahipken, kültür alabalığı %3.02 lipit içeriğine sahip olmuştur. Fallah ve ark. (2011) kültür gökkuşacağı alabalığında benzer bir protein (%18.7) ve kül (%1.26), daha yüksek lipit (%5.11) ve daha düşük nem (%74.5) düzeyi rapor etmişlerdir. Tokur ve ark. (2006) gökkuşacağı alabalığı üzerine yaptıkları bir araştırmada daha yüksek protein değeri %22.96 ve daha düşük lipit içeriği (%2.71) saptamışlardır.

Besin değeri (%)	Gruplar	
	Doğal	Kültür
Protein	21.43±0.25	18.17±0.45
Lipit	5.77±0.61	3.02±0.22
Nem	71.46±0.21	77.33±1.27
Ham kül	1.37±0.01	1.48±0.03

Çizelge 4.1. Gökkuşacağı alabalığının besin değeri

Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların nem oranları sırayla %71.46 ve %77.33 olarak gözlenmiştir. Araştırma gruplarına ait farklı beslenme rejimleri olan alabalık filetoalarının ham kül oranlarında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıkların ham kül oranları sırasıyla %1.37, %1.45 olarak bulunmuştur. Ayas (2006), yaptığı çalışmada gökkuşacağı alabalığının ham protein %19.23, lipit %7.02, ham kül %1.54 ve nem miktarını %72.06 olarak bulmuştur. Özpolat ve Patır (2008),

yaptıkları çalışmada gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) etinde protein değerlerini %19.6 mg/100g ve ham kül değerlerini %1.6 mg/100g olarak bulmuşlardır. Oğuzhan ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada taze gökkuşağı alabalığı filetolarında %72.31 nem, %20.15 ham protein, %1.29 ham kül ve %4.61 lipit saptamışlardır.

4.1.2. Yağ Asitleri

Çalışmada kullanılan standart yağ asitleri kromotogramı Ek 1'de verilmiştir. Ek 2 ve Ek 3, 0. günde sırasıyla doğal ve kültür alabalık etindeki yağ asitleri kromotogramlarını göstermektedir. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların temel yağ asitleri oleik asit (C18:1ω9), dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6ω3), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1) ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5ω3) olmuştur (izelge 4.2).

Çizelge 4.2. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların yağ asitleri kompozisyonu

Yağ Asitleri	Beslenme Şekli	Depolama Süresi (Gün)										
		0	3	7	10	14	17	19				
12:0	Doğal	0,52±0,69	0,52±0,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ticari	0,32±0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14:0	Doğal	3,29±1,25	3,09±0,20	2,87±0,17	1,72±0,05	1,44±0,19	1,51±0,08	1,52±0,01				
	Ticari	2,99±0,07	2,78±0,12	2,89±0,07	2,84±0,06	2,92±0,01	2,79±0,18	2,52±0,07				
16:0	Doğal	13,01±2,65	13,91±1,17	14,63±0,12	13,81±0,26	14,91±1,47	14,04±2,14	13,78±0,01				
	Ticari	11,54±0,21	12,05±0,37	12,03±0,41	12,88±0,31	11,62±0,50	12,39±0,41	13,44±0,06				
17:0	Doğal	0,31±0,30	0,19±0,03	0,15±0,04	0,09±0,02	0,19±0,08	0,16±0,021	0,16±0,11				
	Ticari	0,15±0,70	0,17±0,00	0,17±0,07	0,13±0,007	0,14±0,007	0,16±0,021	0,11±0,01				
18:0	Doğal	-	2,69±0,76	4,04±0,21	3,96±0,19	3,67±1,03	2,85±0,88	4,33±0,00				
	Ticari	2,75±0,16	3,01±0,33	2,85±0,08	3,12±0,05	1,44±1,70	3,05±0,36	3,40±0,24				
20:0	Doğal	-	0,21±0,04	0,13±0,02	0,11±0,01	0,16±0,03	0,25±0,02	0,08±0,00				
	Ticari	0,17±0,00	0,16±0,01	0,18±0,00	0,17±0,04	0,15±0,007	0,18±0,04	0,12±0,00				
21:0	Doğal	-	0,80±0,12	-	1,03±0,03	-	-	-				
	Ticari	0,21±0,00	-	-	-	-	-	-				
23:0	Doğal	1,54±0,00	0,20±0,00	0,19±0,00	0,12±0,00	0,15±0,02	0,13±0,21	0,16±0,00				
	Ticari	0,11±0,007	0,05±0,00	0,10±0,08	0,06±0,00	0,04±0,00	0,095±0,07	0,17±0,00				
24:0	Doğal	-	-	-	-	-	-	-				
	Ticari	1,59±0,00	-	-	-	-	-	-				
Σ SFA	Doğal	19,00±4,89	21,63±2,99	22,02±0,38	20,94±0,59	20,54±2,85	18,95±3,18	20,03±0,14				
	Ticari	18,25±0,53	18,23±0,84	18,23±0,60	19,20±0,48	16,33±2,23	18,67±1,10	19,77±0,39				

Çizelge 4.2. (Devamı) Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların yağ asitleri kompozisyonu

		Depolama Süresi (Gün)									
Yağ Asitleri	Beslenme Şekli	0	3	7	10	14	17	19			
14:1	Doğal	0,22±0,26	0,05±0,007	0,10±0,014	0,07±0,02	0,035±0,035	0,025±0,007	0,12±0,007			
	Ticari	0,05±0,014	0,055±0,03	0,05±0,00	0,08±0,00	0,055±0,007	0,055±0,007	0,07±0,007			
16:1	Doğal	5,27±0,10	5,30±0,35	4,45±0,66	6,41±0,26	5,61±0,84	4,19±4,96	0,08±0,00			
	Ticari	5,65±0,36	5,33±0,49	5,37±0,07	4,26±0,65	4,74±0,62	5,10±0,50	2,69±3,06			
17:1	Doğal	0,09±0,00	0,29±0,02	0,26±0,014	0,41±0,07	0,24±0,11	0,27±0,014	0,41±0,07			
	Ticari	0,25±0,15	0,33±0,00	0,17±0,19	0,22±0,01	0,30±0,03	0,31±0,02	0,23±0,014			
18:1 n9	Doğal	10,66±0,36	18,88±3,43	20,31±1,45	24,51±0,16	20,79±2,97	28,07±8,87	21,19±0,00			
	Ticari	30,47±1,4	29,25±2,00	29,08±1,70	27,17±0,04	31,27±2,02	25,55±1,42	24,79±0,32			
20:1	Doğal	0,93±0,00	-	0,67±0,04	-	-	1,39±0,14	0,91±0,04			
	Ticari	0,74±0,00	0,79±0,04	0,84±0,01	-	0,83±0,00	0,85±0,02	0,78±0,021			
22:1 n9	Doğal	-	0,075±0,007	0,075±0,007	-	0,09±0,02	0,10±0,007	0,08±0,00			
	Ticari	0,08±0,00	0,080±0,007	0,08±0,00	0,08±0,00	0,08±0,014	0,085±0,007	0,085±0,007			
Σ	Doğal	17,18±0,72	24,60±3,83	25,87±2,20	31,41±0,53	26,77±4,00	34,06±14,01	22,80±0,13			
	Ticari	37,24±1,93	35,90±2,58	36,60±1,99	31,81±0,70	37,28±2,70	31,95±2,00	28,65±3,44			

Çizelge 4.2. (Devamı) Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların yağ asitleri kompozisyonu

		Depolama Süresi (Gün)									
Yağ Asitleri	Bestenme Şekli	0	3	7	10	14	17	19			
18:2	Doğal	0,11±0,00	0,01±0,00	0,02±0,00	0,12±0,007	0,07±0,08	0,01±0,00	0,12±0,00			
	Ticari	0,32±0,00	0,01±0,00	0,31±0,02	0,01±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00			
18:3 n6	Doğal	1,09±1,06	0,17±0,02	0,39±0,26	0,37±0,19	0,17±0,02	0,18±0,01	0,42±0,00			
	Ticari	0,22±0,00	0,22±0,00	0,24±0,007	0,24±0,00	0,24±0,00	0,25±0,02	0,22±0,007			
18:3 n3	Doğal	0,31±0,12	0,72±0,09	0,52±0,00	0,55±0,00	0,35±0,04	0,35±0,00	0,65±0,00			
	Ticari	0,83±0,06	0,69±0,08	0,86±0,035	0,71±0,00	0,82±0,09	0,73±0,07	0,63±0,02			
20:2 cis	Doğal	0,60±0,35	0,41±0,056	0,33±0,01	0,53±0,007	1,17±0,21	0,75±0,09	0,56±0,02			
	Ticari	0,34±0,007	0,35±0,007	0,42±0,00	0,84±0,07	0,56±0,26	0,35±0,02	0,31±0,007			
20:3 n6	Doğal	1,07±0,00	0,81±0,056	0,89±0,06	1,13±0,04	1,32±0,10	1,12±0,19	1,44±0,00			
	Ticari	0,54±0,07	0,54±0,07	0,52±0,02	0,55±0,01	0,51±0,01	0,55±0,09	0,57±0,02			
20:4 n6	Doğal	1,28±0,00	0,23±0,035	0,26±0,014	0,31±0,00	0,26±0,28	0,24±0,02	0,31±0,00			
	Ticari	0,11±0,16	0,25±0,02	0,25±0,00	0,27±0,00	0,25±0,007	0,26±0,007	0,25±0,00			
20:5 n3	Doğal	11,11±0,00	4,40±0,22	5,15±0,66	3,75±0,00	3,46±0,15	2,98±0,35	3,90±0,007			
	Ticari	2,16±0,11	3,61±0,07	3,68±0,007	3,65±0,70	3,73±0,17	3,47±0,00	3,41±0,02			
22:2 cis	Doğal	-	0,14±0,04	0,1±0,00	0,13±0,00	0,16±0,02	0,17±0,02	0,18±0,00			
	Ticari	0,035±0,007	0,04±0,00	0,045±0,007	0,03±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00			
22:6 n3	Doğal	10,29±2,49	19,82±2,00	16,59±0,10	14,74±0,65	23,72±1,04	18,48±4,08	11,65±0,007			
	Ticari	15,57±1,53	12,52±3,04	11,71±2,00	13,57±0,77	11,27±0,77	12,13±2,45	13,75±0,53			
Σ PUFA	Doğal	14,87±2,92	26,72±2,55	24,26±1,13	21,65±0,91	30,69±1,73	24,29±4,78	19,24±0,04			
	Ticari	14,87±2,92	18,25±3,30	18,05±2,11	19,88±0,93	17,44±1,33	17,81±2,67	19,21±0,63			

Çalışmada doğal beslenen alabalıklardaki DHA oranları %11.65 (19. gün) ve %23.72 (14. gün) arasında değişkenlik gösterirken, EPA oranları %2.98 (17. gün) ile %11.11 (0.gün) arasında olmuştur. Ticari yemle beslenen alabalıklarda

ise bu değerler depolama süresince sırasıyla %10.29 ve 2.16 'nın üzerinde olmuştur.

Deneme başlangıcında (0. gün), doğal ve ticari yemle beslenen alabalıklardaki toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranları sırasıyla %19.00 ve %18.25 olarak bulunmuştur. Doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıkların depolama süresince doymuş yağ asitleri bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak, Haliloğlu ve ark. (2001), aynı yemle beslenen üç farklı alabalık türlerinin (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario* ve *Oncorhynchus mykiss*) SFA değerleri bakımından önemli farklılıklar gözlendiğini saptamışlardır. Bu araştırmacılar *Oncorhynchus mykiss*'in en yüksek SFA değerlerine (%31.92) ve *Salmo trutta fario*'ın ise en düşük SFA değerlerine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Blanchet ve ark. (2005), kültürü yapılan gökkuşığı alabalıklarının doğadan avlanan gökkuşığı alabalıklarına göre daha yüksek yağ içeriğine sahip olduğu ancak daha düşük ω -3 PUFA değerine sahip olduğunu saptamışlardır. Bu araştırmada, doğal yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıkları kültür alabalıklarına kıyasla daha yüksek düzeyde SFA ve PUFA değerlerine sahip olurken, ticari yemlerle beslenen kültür alabalıkları doğadan avlanan alabalıklara oranla daha yüksek tekli doymamış yağ asitlerine (MUFA) sahip olmuştur.

Depolama süresince en yüksek yağ asidi ticari yemle beslenen alabalıklarda oleik asit (C18:1 ω 9) olurken, doğal yemle beslenen alabalıklarda palmitik asit (C16:0) en yüksek oranda bulunan yağ asidi olmuştur.

HMSO (1994) insan besini olarak minimum PUFA/SFA oranını 0.45 olarak önermiştir. Bu araştırmada en düşük PUFA/SFA oranı 0.81 değer ile depolama başlangıcında gözlenmiş olup, depolamanın 14. gününde doğal (1.49) ve kültür (1.06) alabalıklarında gözlenmiştir. Depolama boyunca PUFA/SFA değerleri her iki grupta da dalgalanmalar göstermiştir.

4.2. Doğal ve Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Duyusal Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler

4.2.1. Çiğ Alabalık İçin Duyusal Bulgular

Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolama süresince duyusal parametrelerindeki değişimleri sırasıyla Çizelge 4.3 ve 4.4' da verilmiştir.

Çizelge 4.3. 4 °C' de depolanan doğal alabalık filetosunun çiğ olarak duyusal kalitesinin değerlendirilmesi.

Depolama Süresi	Genel	Göz	Solungaç	Karın Bölgesi	Toplam Puan
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
3	2.00 ^e ±0.00	0.00 ^d ±0.00	0.00 ^d ±0.00	0.00 ^e ±0.00	2.00±0.00
7	3,50 ^{de} ±0.71	2.00 ^{bcd} ±2.83	0.50 ^d ±0.71	0.00 ^e ±0.00	6.00±4.25
10	2,50 ^e ±2.12	3.00 ^{bc} ±0.00	2.00 ^c ±1.41	1.00 ^{cde} ±0.00	8.50±3.53
14	6,00 ^{bcd} ±1.41	4.50 ^{ab} ±2.12	4.00 ^b ±0.00	1.50 ^{bcd} ±0.71	16.00±4.24
17	6.50 ^{abc} ±0.71	4.50 ^{ab} ±0.71	4.00 ^b ±0.00	2.00 ^{bc} ±0.00	17.00±1.42
19	8.00 ^{ab} ±1.41	6.00 ^a ±0.00	6.50 ^a ±0.71	5.00 ^a ±1.41	25.50±3.53

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

Çizelge 4.4. 4 °C' de depolanan kültür alabalık filetosunun çiğ olarak duyusal kalitesinin değerlendirilmesi.

Depolama Süresi	Genel	Göz	Solungaç	Karın Bölgesi	Toplam Puan
0	0.00 ^d ±0.00	0.00 ^c ±0.00	0.00 ^d ±0.00	0.00 ^c ±0.00	0.00±0.00
3	3.00 ^c ±0.00	0.00 ^c ±0.00	0.00 ^d ±0.00	0.00 ^c ±0.00	3.00±0.00
7	3.00 ^{bc} ±0.00	1.00 ^{bc} ±1.41	1.00 ^{cd} ±0.00	0.00 ^c ±0.00	5.00±1.41
10	2.50 ^e ±2.12	2.50 ^{abc} ±0.71	0.50 ^c ±0.71	0.50 ^{bc} ±0.71	6.00±4.25
14	4.50 ^{ab} ±2.12	4.00 ^{ab} ±0.00	3.50 ^{ab} ±0.71	2.00 ^{bc} ±0.00	14.00±2.83
17	8.00 ^{ab} ±0.00	6.00 ^{ab} ±0.00	7,00 ^{ab} ±0.00	2.50 ^b ±0.71	23.5±0.71
19	9.00 ^a ±0.00	6.00 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00	4.50 ^a ±0.71	26.5±0.71

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

Depolama başlangıcında doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların duyuşal parametreleri arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Ancak depolama süresi ilerledikçe gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.05$). Depolama süresi ilerledikçe balığın duyuşal puanlarında artışlar gözlenmiştir. Duyuşal analiz sonuçlarına göre buzda depolanan doğal ve kültür alabalığının raf ömrü 14 gün olmuştur. Chytiri ve ark (2004) iç organları çıkarılmadan bütün olarak ve fileto olarak buzda depolanan kültür gökkuşuğalı alabalıklarının sırasıyla 15-16 ve 10-12 günlük bir raf ömrüne sahip olduğunu bulmuşlardır. Benzer olarak, Özoğul ve Özoğul (2004) buzda depolanan gökkuşuğalı alabalığının raf ömrünü 14 gün olarak saptamışlardır. Vünnenberg ve Oehlschlager (2008) buzda depolanan sonbaharda avlanan gökkuşuğalı alabalığının raf ömrünün 14 gün, kış, bahar ve yaz mevsiminde avlanan balığın ise 16 gün raf ömrüne sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ancak Rezaei ve ark. (2008) avlandıktan hemen sonra buzda depolanan gökkuşuğalı alabalığı için daha düşük (9-11) bir raf ömrü saptamışlardır. Bu araştırmada, doğal ve kültür alabalıktaki başlangıç genel duyuşal puan 2 olup, depolama sonunda bu değer doğal alabalık için 8, kültür alabalık için ise 9 olmuştur. Göz, solungaç ve karın bölgesi için başlangıç duyuşal puan 0 olmuştur. Depolama sonunda doğal ve ticari yemle beslenen kültür alabalığında sırasıyla göz için 6-6, solungaç için 6.5-7 ve karın bölgesi için 5-4.5 olmuştur. Balığın duyuşal olarak ret edildiğı depolamanın 14. gününde toplam duyuşal puan doğal alabalık için 16, kültür alabalık için 14 olmuştur.

4.2.2. Pişmiş Alabalık İçin Duyuşal Bulgular

Doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıkların depolama süresince pişmiş olarak duyuşal parametrelerindeki değışimler sırasıyla Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir

Çizelge 4.5. 4 °C’ de depolanan doğal alabalık filetosunun pişmiş olarak duyuşal kalitesinin değerlendirilmesi.

Günler	Duyusal parametreler		
	Koku	Lezzet	Doku
0	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00
3	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00
7	9.5 ^{ab} ±0.71	9.5 ^a ±0.71	9.5 ^a ±0.71
10	8.5 ^{abc} ±0.71	8.5 ^b ±0.71	9.50 ^a ±0.71
14	8.0 ^{bc} ±0.00	8.0 ^b ±0.00	7.5 ^b ±0.71
17	7.0 ^c ±1.41	7.0 ^c ±0.00	6.0 ^c ±0.00
19	4.5 ^d ±0.71	5.0 ^d ±0.00	5.0 ^c ±0.00

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

Çizelge 4.6. 4 °C’ de depolanan kültür alabalık filetosunun pişmiş olarak duyuşal kalitesinin değerlendirilmesi.

Günler	Duyusal parametreler		
	Koku	Lezzet	Doku
0	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00
3	10.0 ^{ab} ±0.00	10.0 ^a ±0.00	10.0 ^a ±0.00
7	9.5 ^{ab} ±0.71	9.5 ^a ±0.71	9.5 ^a ±0.71
10	9.0 ^{ab} ±0.00	9.0 ^a ±0.00	9.0 ^a ±0.00
14	8.0 ^b ±0.00	8.0 ^b ±0.00	8.0 ^b ±0.00
17	6.0 ^d ±1.41	5.5 ^c ±0.71	5.0 ^c ±0.00
19	3.5 ^d ±0.71	4.0 ^d ±0.00	3.5 ^d ±0.71

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

Doğal ve yemlerle beslenen alabalıkların depolanması süresince duyuşal parametrelerde önemli farklılıklar gözlenmiştir (P<0.05). Ancak, alabalıkların koku, lezzet ve doku parametreleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Depolama süresi ilerledikçe duyuşal puanlarda düşüşler belirlenmiştir. Depolama başlangıcında tüm parametreler için duyuşal puan en yüksek düzeyde (10) olmuştur. Depolama sonunda pişmiş balığın koku, lezzet ve doku parametreleri doğal alabalık için sırasıyla 4.5, 5 ve 5 iken, kültür alabalığında bu parametreler daha düşük düzeyde (sırasıyla 3.5, 4 ve 3.5) kalmıştır. Çiğ alabalık eti depolamanın 14. gününde ret edilmesine karşın, pişmiş alabalık depolamanın 19. gününde panelistler tarafından reddedilmiştir. Bu durum pişirme işleminin balık etinde bazı uçucu kötü bileşiklerin uzaklaştığını göstermektedir. Bütün ve fileto olarak buzda depolanmış pişmiş alabalığın koku

parametresi için kabul edilebilir limite 15-17 günde ancak fileto balıklarda doku için bu limite depolamanın 18 gününden sonra ulaşıldığı rapor edilmiştir (Chytiri ve ark., 2004).

4.3. Doğal ve Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Kimyasal Kalite Kontrol Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler

4.3.1. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N)

TVB-N başlıca mikrobiyal aktivitenin bir sonucu olarak, proteinlerin ve protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkımı sonucu üretilmektedir (Connell, 1975). Çizelge 4.7 doğal ve ticari yemle beslenen 4 °C’de depolanan alabalıkların zamana bağlı olarak TVB-N değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.7. Doğal ve ticari yemle beslenen gökkuşuğu alabalıkların TVB-N değişimleri

Depolama Süresi (Gün)	TVBN (mg/100g)	
	Doğal	Kültür
0	11.15 ^e ±0.02	14.13 ^e ±0.80
3	14.97 ^{cd} ±0.54	16.35 ^a ±0.50
7	14.41 ^d ±1.02	15.48 ^{ab} ±1.67
10	12.20 ^e ±0.53	10.46 ^b ±0.96
14	16.21 ^{bc} ±0.77	15.48 ^{ab} ±0.22
17	28.56 ^a ±0.92	11.68 ^b ±0.28
19	17.08 ^b ±0.59	14.48 ^{ab} ±0.28

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

TVB-N başlıca mikrobiyal aktivitenin bir sonucu olarak, proteinlerin ve protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkımı sonucu üretilmektedir (Connell, 1975). Depolama süresince doğal ve ticari yemle beslenen alabalıklar arasında TVB-N bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.05$) bulunmuştur. Doğal ve kültür alabalıktaki başlangıç TVB-N değerleri sırasıyla 11.15 ve 14.13 mg/100 g olup, depolama sonunda 17.08 ve 14.48 mg/100 g’a ulaşmıştır. Depolamanın 10. gününden itibaren doğal alabalıkların daha yüksek TVB-N içeriğine sahip olduğu

gözlenmiştir. Arashisar (2002) gökkuşağı alabalığında başlangıç TVB-N değerinin 12.16 mg/100 g olduğunu, depolamanın 14. gününde 38.68 mg/100 g' a ulaştığını belirlemiştir. Yılmaz (2004) alabalık filetolarının TVB-N değerinin başlangıçta 8.95 mg/100 g olduğunu, depolama sonunda ise (18. gün) 35.56 mg/100 g' a ulaştığını tespit etmiştir.

Bu araştırmada, TVB-N değerleri depolama süresince dalgalanma göstermiştir. Bu durum TVB-N değerinin alabalığın tazeliğini belirlemede iyi bir indikatör olmadığını göstermektedir. Gökkuşağı alabalığı ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da TVB-N'in iyi bir kalite indikatörü olmadığı belirtilmiştir (Chytiri ve ark. 2004; Rezaei ve Hosseini, 2008; Rezaei ve ark. 2008)

Depolamanın 7. gününe kadar kültür gökkuşağı alabalığı daha yüksek bir TVB-N değerine sahip iken, depolamanın 7. gününden itibaren doğal alabalıklar daha yüksek TVB-N içeriğine sahip olmuştur. TVB-N değeri doğal beslenen alabalıklarda depolamanın 17. gününde 28.56 mg/100 g değeri ile en yüksek seviyede bulunmuştur. Bu çalışmada 35 mg/100g olarak belirtilen kabul edilebilir TVB-N değerlerine (Huss, 1988; Keitzman ve ark., 1969; Varlık, 1990) depolamanın hiçbir gününde ulaşılmadığı gözlenmiştir.

4.3.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri

Doğal ve ticari yemle beslenen 4 °C 'de depolanan alabalıkların TBA değerindeki değişimleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değerlerindeki Değişimler.

Depolama Süresi (gün)	TBA (mg malonaldehit/kg)	
	Doğal	Kültür
0	1.37 ^b ±0.19	0.96 ^a ±0.03
3	0.89 ^c ±0.04	0.87 ^b ±0.04
7	0.48 ^d ±0.02	0.51 ^d ±0.04
10	0.81 ^c ±0.02	0.72 ^c ±0.06
14	0.88 ^c ±0.18	0.86 ^b ±0.04
17	2.08 ^a ±0.35	0.75 ^c ±0.06
19	0.21 ^e ±0.12	0.84 ^b ±0.05

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

TBA değeri, yağlarda meydana gelen acılaşmayı gösteren parametrelerden birisi olup, lipit oksidasyonu derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bligh ve ark., 1959; Ünal, 1995). Balık etlerindeki oksidasyon düzeyi yağ içeriğine, türe, diğer kimyasal özelliklere, uygulanan işleme depolama koşullarına ve teknolojisine bağlı olarak değişmektedir. Yağların otooksidatif bozulması, ürünlerde renk, aroma, tat, tekstür ve besinsel değer gibi gıda kalitesindeki değişimler olarak ortaya çıkmaktadır (Fernandez ve ark. 1997).

Doğal ve ticari yemlerle beslenen alabalıkların TBA değerlerinde depolama süresince önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın 7. ve 19. günü dışında, doğal alabalıkların daha yüksek TBA içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum doğal alabalıkların kültür alabalıklarına oranla daha yüksek lipit içeriğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. TBA değerleri her iki alabalık grubunda depolama süresince dalgalanma göstermiştir. Doğal yemle beslenen alabalıklarda TBA değeri depolama başlangıcında 1.37 MA/kg iken depolamanın sonunda 0.21 malonaldehit (MA)/kg' a düşmüştür. Ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değeri ise 0. günde 0.97 MA/kg olarak bulunmuş ve bu değer depolama sonunda 0.84 MA/kg'a düşmüştür. Nerantzaki ve ark. (2005) 4 °C'de depolanan kültür gökkuşuğu alabalığının TBA değerinin 13 günlük

depolama süresince 3 mg'ın altında kaldığını ancak depolamanın 15. gününde 8.4'e ulaştığını rapor etmişlerdir. TBA değerinin çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7–8 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Ancak, bu araştırmada doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değerinin çok iyi bir materyalde bulunması gereken 3 mg MA/kg aşmadığı gözlenmiştir. En yüksek TBA değeri 2.08 MA/kg olarak doğal beslenen alabalıklarda depolamanın 17. gününde gözlenmiştir. Balığın duyusal olarak ret edildiği depolamanın 14. gününde TBA değerler her iki grup için 1 MA/kg'ın altında kalmıştır. Bu durum ticari yemle beslenen ve buzdolabı koşullarında depolanan alabalıkların lipit oksidasyonunun düşük seviyelerde gerçekleştiğini göstermektedir. Benzer olarak Rezaei ve ark. (2008) buzda depolanan gökkuşuğu alabalığındaki TBA değerinin depolama süresince oldukça düşük düzeylerde (<1 mg MA/kg) kaldığını saptamışlardır. Prygotou ve ark. (2010) lipit oksidasyonunu gösteren TBA değerinin gökkuşuğu alabalığı filetosunun kalitesini belirlemede iyi bir gösterge sağlamadığını belirtmiştir. MA, lipit oksidasyonunun son ürünü olan diğer aldehitler, fosfolipitlerdeki aminoasitler, protein, nükleik asit, nükleosid gibi balık bileşenleri ile reaksiyona girdiği için, TBA değerleri gerçek bir lipit oksidasyon oranını vermemektedir (Auburg, 1993).

4.3.3. Peroksit Değerindeki (PV) Değişimler

Oksidasyonun birinci basamağında doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına oksijenin eklenmesiyle peroksitler meydana gelir. Peroksitler tatsız kokusuz bileşikler olduğu için tüketiciler tarafından ayırt edilemezler. Ancak bunlar gıdada acılaşmaya yol açan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünlerin ortaya çıkmasına neden olurlar (Porter ve ark. 1992).

Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolanması süresince peroksit sayısındaki değişimleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Depolama süresince doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların peroksit değerleri bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince peroksit değerlerinde

dalgalanmalar gözlenmiştir. Rezaei ve ark. (2008) buzda depolanan gökkuşağı alabalığının peroksit değerinin depolama süresince düşük olduğunu rapor etmiştir (<9.8 meq O₂/kg).

Çizelge 4.9. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolanması süresince peroksit değerlerinde meydana gelen değişimler.

Depolama Süresi (Gün)	PV (meqO ₂ /kg)	
	Doğal	Kültür
0	9.00 ^b ±0.26	10.35 ^{bc} ±0.26
3	14.91 ^a ±0.71	12.16 ^a ±0.43
7	4.12 ^e ±0.15	5.14 ^e ±0.13
10	7.18 ^c ±0.40	9.78 ^c ±0.33
14	6.07 ^d ±0.24	4.47 ^e ±0.03
17	7.12 ^{cd} ±0.66	7.54 ^d ±0.56
19	8.98 ^b ±0.37	10.6 ^b ±0.21

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

Doğal yemle beslenen alabalıkların başlangıç peroksit değeri 9.00 meq/kg bulunurken, ticari yemle beslenen alabalıklarda bu değer 10.35 meq/kg olarak bulunmuştur. Hem doğal yemle beslenenlerde hem de ticari yemle beslenen balıklarda da depolamanın 3. gününde peroksit sayısı yüksek çıkmıştır (P<0.05) En yüksek peroksit değeri 3. günde 14.91 meq/kg olarak doğal beslenen alabalıklarda gözlenmiştir. Ticari yemle beslenen alabalıklarda ise en yüksek değer depolamanın 3. gününde 14.16 meq/kg olarak gözlenmiştir.

Özyurt ve ark. (2007), farklı yaşlardaki (2, 4 ve 6) ince dudaklı kefallerin (*Liza ramada*) depolama başlangıcında peroksit değerlerinin sırayla 1.54 meq/kg, 1.67 meq/kg ve 2.52 meq/kg olduğunu bulmuşlardır. Depolama sonunda bu değerler artış göstererek 18.59 meq/kg, 17.26 meq/kg ve 19.73 meq/kg olmuştur. Özyurt ve ark. (2009), 11 gün süreyle buzda depolanmış kırmızı barbun (*Mullus barbatus*) ve çizgili barbunun (*Upeneus moluccensis*) başlangıç peroksit değerlerinin sırasıyla 0.64 meq/kg ve 0.84 meq/kg olduğunu rapor etmiştir. Bu araştırmacılar, depolama süresince peroksit değerlerinin dalgalanma gösterdiğini ve depolama sonunda 1.31 meq/kg ve 1.33 meq/kg'a ulaştığını tespit etmişlerdir.

4.3.4. Serbest Yağ Asidindeki (FFA) Değişimler

Doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen alabalıkların serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolanması süresince FFA değerlerinde meydana gelen değişimler.

Depolama Süresi (Gün)	FFA	
	Doğal	Kültür
0	5.9 ^{bc} ±0.48	4.59 ^{bc} ±0.39
3	6.15 ^b ±0.42	6.01 ^b ±0.21
7	5.09 ^{cd} ±0.42	4.08 ^c ±0.35
10	4.77 ^d ±0.24	3.66 ^c ±0.23
14	5.26 ^{cd} ±0.29	4.31 ^c ±0.07
17	6.51 ^b ±0.01	4.36 ^c ±0.40
19	11.04 ^a ±0.21	10.26 ^a ±1.59

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

Serbest yağ asitlerinin, esterleşmiş lipitlerin enzimatik hidrolizinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı bilinmektedir (Pacheco-Aguilar ve ark., 2000). Depolanması süresince doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların serbest yağ asitleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.05$) gözlenmiştir. Depolama süresince doğal olarak beslenen alabalıkların ticari yemle beslenen alabalıklardan daha yüksek PV değerine sahip olduğu bulunmuştur. Doğal yemle beslenen alabalıklarda depolama başında serbest yağ asidi miktarı %5.90 iken, ticari yemle beslenen alabalıklarda % 4.52 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda bu değerler sırasıyla %11.04 ve %10.23 olarak en yüksek değere ulaşmıştır. Her iki grupta da depolama boyunca serbest yağ asitlerinde dalgalanmalar görülmüştür. Rezaei ve ark. (2008) buzda depolanan gökkuşuğu alabalığının depolanması süresince lipit hidrolizinin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Avlandıktan hemen sonra buzda depolanan gökkuşuğu alabalığının başlangıç FFA değeri yaklaşık %1.5 olarak belirtilirken bu değer 20 günlük depolama sonunda yaklaşık %2.5'a ulaşmıştır. Özyurt ve ark. (2007), 2, 4 ve 6 yaşlarındaki ince dudaklı kefallerin (*Liza ramada*) depolama başlangıcında serbest yağ asidi

değerlerini sırayla %2.91, %2.15 ve %4.08 olarak bulmuşlardır. Depolama sonunda ise bu değerlerin %4.17, %5.26 ve %4.63 olarak arttığını gözlemlemişlerdir. Özyurt ve ark. (2009), kırmızı barbun (*Mullus barbatus*) ve çizgili barbunun (*Upeneus moluccensis*) buzda depolanması süresince yağ asidi değerlerinde dalgalanmalar olduğunu gözlemlemişlerdir. Başlangıç serbest yağ asidi değerleri kırmızı barbunda %0.81, çizgili barbunda %0.69 olarak bulunurken, depolama sonunda bu değerler sırayla %1.12 ve %1.40 olarak gözlenmiştir.

4.4. Doğal ve Ticari Yemle Beslenen Alabalıkların Amonyak ve Biyojenik Aminlerindeki Değişimleri

Biyojenik aminler gıdaların bozulması ve güvenliği açısından önemli toksik bileşiklerdir. Biyojenik aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyonu ile oluşan azotlu bileşiklerdir (Halasz ve ark. 1994; Silla Santos, 1996). Biyojenik aminler balık bozulmalarında kimyasal indikatör vazifesi görmeleri ve gıda zehirlenmesi riskinden dolayı önemlidir.

Ek 4 çalışmada kullanılan standart biyojen aminlere ait kromotogramı göstermektedir. Farklı depolama günlerinde doğal ve ticari yemle beslenen kültür alabalığındaki biyojen amin üretimi ile ilgili kromotogramlar Ek 5-8'de verilmiştir. Çizelge 4.11 ve 4.12 sırasıyla doğal ve ticari yemle beslenen alabalığın depolanması süresince biyojen amin üretimindeki değişimleri göstermektedir. Depolama süresince doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların amonyak ve biyojenik amin içeriğinde önemli farklılıklar bulunurken ($p < 0.05$), triptamin ve tiramin değerleri bakımından istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Doğal yemle beslenen alabalıklarda başlangıçta amonyak değeri 11.16 mg/100 g bulunurken, ticari yemle beslenen alabalıklarda bu değer 16.99 mg/100 g olarak bulunmuştur. Hem doğal hem de ticari yemle beslenen balıklarda da depolamanın 17. gününde amonyak değeri yüksek çıkmıştır ($P < 0.05$).

Çizelge 4.11 Doğal ve Ticari Yemle Beslenen Alabalıklarda Biyojenik Amin Üretimi

Depdama	AMN	PUT	KAD	SPD	TRP	FEN	SPN	HIS	SER	TYR	TMA	DOP	AGM	Gruplar
0	11.16±0.82	6.10±0.56	0.00±0.00	1.82±0.14	2.00±0.11	0.00±0.00	1.41±0.03	0.00±0.00	8.47±0.86	12.39±0.82	0.52±0.03	4.27±0.39	1.44±0.05	Doğal
	16.99±0.90	1.44±0.01	0.00±0.00	2.54±0.27	0.01±0.12	0.21±0.00	3.74±0.80	0.00±0.00	8.18±0.56	11.23±0.88	0.04±0.00	3.83±5.42	1.15±0.12	Kültür
3	1.77±0.14	2.41±0.24	0.63±0.89	2.86±0.20	0.93±1.02	0.32±0.03	2.46±0.06	0.00±0.01	4.40±0.21	8.22±0.18	0.04±0.00	4.33±0.19	2.13±0.12	
	7.12±0.32	2.27±0.23	0.13±0.00	3.13±0.13	1.88±0.16	0.49±0.03	4.74±0.39	0.08±0.00	19.5±0.76	56.13±4.38	0.05±0.00	17.54±0.46	0.46±0.00	
7	11.04±1.19	3.26±0.32	0.11±0.01	2.40±0.14	5.20±0.05	0.00±0.00	2.57±0.22	0.50±0.00	15.69±1.18	15.36±0.43	0.05±0.00	24.57±2.41	1.25±0.01	
	9.48±0.15	1.73±0.01	0.15±0.07	2.33±0.13	2.57±0.08	0.02±0.00	2.78±0.13	0.00±0.00	12.73±1.00	35.96±1.45	0.04±0.00	18.81±1.53	0.52±0.02	
10	1.76±0.18	12.82±1.51	0.64±0.06	2.85±0.04	0.06±0.01	0.66±0.04	2.46±0.06	0.00±0.00	13.97±0.59	22.97±1.36	0.05±0.00	11.02±4.19	0.53±0.03	
	2.20±0.17	4.62±0.00	0.00±0.00	5.41±1.30	0.00±0.00	0.68±0.01	5.32±0.48	0.06±0.00	5.03±0.01	22.26±1.78	0.04±0.00	17.11±0.98	1.51±0.12	
14	2.66±0.14	1.89±0.18	2.27±0.17	1.58±0.18	0.03±0.00	0.44±0.01	1.96±0.19	0.00±0.00	10.89±0.74	24.71±1.18	0.03±0.00	27.62±2.40	2.15±0.19	
	3.37±0.25	2.69±0.18	0.00±0.00	3.08±0.35	11.9±16.25	0.54±0.07	3.64±1.24	0.00±0.00	11.25±10.8	38.27±0.98	0.02±0.00	14.60±0.06	0.89±0.03	
17	15.10±1.06	3.94±0.18	0.35±0.06	2.41±0.17	0.19±0.02	0.75±0.06	2.36±0.43	0.00±0.00	18.81±1.03	22.59±1.41	0.03±0.00	23.9±1.29	0.02±0.00	
	14.93±0.91	6.59±0.07	0.00±0.00	3.10±0.03	0.51±0.02	0.52±0.05	2.64±0.14	0.00±0.00	10.27±5.98	41.32±3.55	0.03±0.00	23.66±1.91	0.74±0.02	
19	6.64±0.57	3.37±0.12	7.13±0.59	3.26±0.63	6.64±0.57	0.49±0.00	2.03±0.04	0.00±0.00	8.12±0.01	24.47±1.06	0.02±0.00	10.51±0.47	0.22±0.01	
	5.99±0.32	1.97±0.07	0.00±0.00	1.64±0.03	0.32±0.06	0.39±0.03	1.83±0.02	0.00±0.00	4.44±0.24	34.49±2.46	0.02±0.00	20.20±0.69	1.29±0.02	

AMN, amoniyal PUT, putresin; KAD, kadaverin; SPD, spermidin; TRP, triptofan; FEN, fenilalanin; SPN, spermin; SER, serin; TYR, tirozin; TMA, trimetilamin; AGM, agmatin

Putresin ve kadaverin taze et ürünlerinde kabul edilebilirliğin bir indeksi olarak önerilmiştir. Ruiz-Capillas ve ark. (2004) putresin ve kadaverin konsantrasyonunun depolamanın hemen öncesinde artış gösterdiği ve mikrobiyal yükü iyi bir korelasyon sergilediğini belirtmiştir. Bu araştırmada, depolamanın 14. ve 17. günü dışında putresin üretimi doğal olarak beslenen alabalıklarda daha yüksek olmuştur. Putresin değeri depolamanın 10. gününde 12.82 mg/100 g değeri ile doğal beslenen alabalıklarda en yüksek seviyede gözlenmiştir. Ticari yemle beslenen alabalıklarda ise 17. günde 6.59 mg/100 g olarak en yüksek değere ulaşmıştır. Veciana-Nogues ve ark. (1995), yaptıkları çalışmada balık örneklerinin donmuş muhafazada 2. ve 4. günden itibaren biyojen amin içerdiğini, tüm balıklarda putresini, 2. ve 4.günlerde ortalama 0.55-0.60 mg/100 g düzeyinde, kadaverini, 2. gün ortalama 4.5mg/100 g, 4. gün ise 2.9 mg/100 g, histaminin ise hiç tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

Kadaverin seviyesi doğal ve ticari yemle beslenen alabalıklarda istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Doğal beslenen alabalıklar depolama süresince genellikle daha yüksek düzeyde kadaverin içermiştir. Kadaverin konsantrasyonu doğal yemle beslenen alabalıklarda depolamanın 14. gününde artmış ve 17. gününde 7.13 mg/100 g değeri ile en yüksek seviyeye çıkmıştır. Ticari yemle beslenen alabalıklarda ise kadaverin değeri 0.15 seviyesini geçmemiştir. Özoğul ve ark. (2006), Avrupa yılan balığının (*Anguilla anguilla*) buzsuz ortamda 6. ve 7. gün, buzlu ortamda ise 13. ve 14. gün histamin seviyesinin, FDA (1996) tarafından bildirilen 5 mg/100 g yasal limiti aştığını tespit etmişlerdir. Putresin ve kadaverin miktarlarının ise depolama süresince hızlı bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Özoğul ve ark. (2006), gökkuşağı alabalıklarının 17 günlük buzlu ortamda depolanması süresince histamin oluşumunun gözlenmediği, putresin ve kadaverinin ise çok düşük oranlarda oluştuğunu belirlemişlerdir.

Spermidin ve spermin gıdalarda doğal olarak oluşan biyojen aminler olup bunların formasyonu bakteriyel bozulmayla ilişkili olmamaktadır (Veciana-Nogues ve ark., 1997). Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların spermidin seviyeleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 7. ve 14.

günü dışında kültür alabalıklar doğal olarak beslenen alabalıklardan daha yüksek düzeyde spermidin içermiştir. Doğal yemle beslenen alabalıklarda depolamanın ilk günü 1.82 mg/100 g olan spermidin seviyesi en yüksek değerine depolamanın 19. gününde 3.26 mg/100 g olarak ulaşmıştır. Ticari yemle beslenen alabalıklarda ise depolamanın 10. günü 5.41 mg/100 g değeri ile en yüksek değere ulaşılmıştır. Yine ticari yemle beslenen alabalıkların spermin seviyesi de spermidin seviyesi gibi 10. günde 5.32 mg/100 g ile en yüksek değere ulaşmıştır. Spermidine benzer olarak, kültür alabalığın doğal alabalığa kıyasla daha yüksek düzeyde spermin içerdiği gözlenmiştir. Mackie ve ark. (1997), spermin ve spermidin konsantrasyonunun taze kasta 1 mg/100 g'dan daha düşük olduğunu, fakat bu değer balık türlerine, kaslardaki serbest amino asit miktarına ve bakterilerin bulunma durumuna bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Ringa balığının spermidin ve spermin içeriğinin tüm depolama koşulları altında ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de buzda, buzsuz ortamda ve modifiye atmosfer pakette), 1 mg 100/g'dan düşük olduğu gözlenmiştir (Özogul ve ark., 2002).

Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların triptamin değerleri depolama süresince her iki grupta da dalgalanmalar göstermiş, en yüksek seviyesi ticari yemle beslenen alabalıklarda depolamanın 14. gününde 11.90 mg/100 g olarak gözlenmiştir. Doğal yemle beslenen alabalıklarda ise depolamanın 3. gününde 5.20 mg/100 g değeri ile en üst değere ulaşmıştır. Balığın triptamin seviyesinde depolama süresi ve beslenme şekli açısından istatistiki olarak herhangi bir farklılıklar gözlenmiştir ($p>0.05$).

Balığın beslenme şekline bağlı olarak balık etindeki tiramin düzeyleri önemli farklılıklar göstermesine karşın ($p<0.05$), depolama süresince balığın tiramin içeriğinde istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tiramin değerleri ticari yemle beslenen grupta, doğal yemle beslenen gruba nazaran oldukça yüksek seviyelere çıkmıştır. Ticari yemle beslenen grupta depolamanın 17. gününde 41.32 mg/100 g değeri ile en yüksek seviyeye ulaşan tiramin düzeyi, doğal beslenen alabalıklarda en yüksek seviyesine depolamanın 19. gününde 24.47 mg/g olarak ulaşmıştır. Feier ve ark. (1993) tatlı su levreği örneklerinde ortalama putresin ve kadaverin oranlarının 83 ve 119 mg/100 g

seviyelerinde tespit etmişlerdir. Hamsi etinde ortalama putresin, kadaverin, histamin ve tiramin oranlarını sırasıyla 18, 107, 650 ve 111 mg/100 g olarak saptanmıştır (Çolak ve ark., 2002).

Biyojen aminlerin neden olduğu zehirlenmelerden en sık görüleni histamin ve tiramin zehirlenmesidir (Joosten ve ark., 1996). Depolama süresince hem doğal hemde ticari yemle beslenen alabalıklarda çok düşük seviyelerde gözlenen 2-feniletilamin, TMA ve histamin düzeyleri gruplar arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıklar bir çok depolama gününde histamin içermemiş olup, doğal alabalıklar depolamanın 3. günü kültür alabalıklar ise depolamanın 3. ve 10. günü 0.1 mg/100 g'ın altında histamin içermiştir.

Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların depolanmaları süresince serotonin ve dopamin düzeyleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 0. ve 3. günü dışında doğal alabalığın daha yüksek düzeyde serotonin içerdiği gözlenmiştir. Doğal yemle beslenen alabalıklarda depolamanın 17. günü 18.81 mg/100 g ile en yüksek seviyesine çıkan serotonin değeri ticari yemle beslenen alabalıklarda en yüksek değerine depolamanın 2. günü (19.50 mg/100 g) ulaşmıştır. Dopamin, depolamanın 7. ve 14. gününde doğal alabalıkta yüksek düzeyde bulunurken, depolamanın 3. ve 19. gününde kültür alabalığı daha yüksek düzeyde dopamin içermiştir. Aynı şekilde depolama süresince dalgalanmalar gösteren dopamin düzeyleri de doğal yemle beslenen alabalıklarda depolamanın 14. gününde 27.62 mg /kg ile ve ticari yemle beslenen alabalıklarda ise depolamanın 17. gününde 23.66 mg/100 g değeri ile en yüksek seviyelerine ulaşmışlardır.

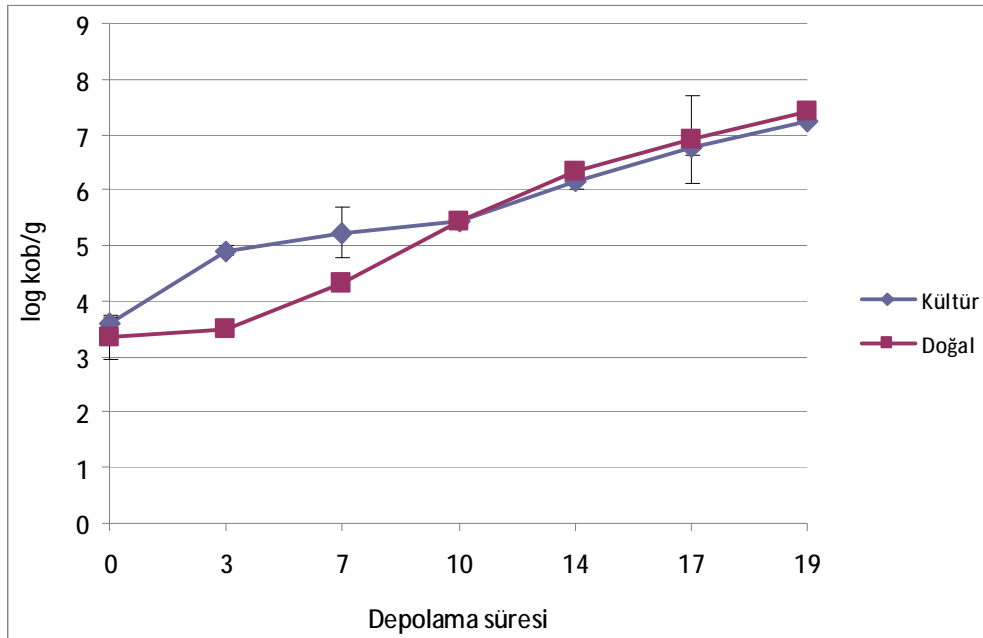
Genellikle balık ve balık ürünlerinde yaygın olarak bulunan agmatin (Smith, 1980), doğal ve ticari yemle beslenen balıklarda depolama süresince istatistiki açıdan önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Depolamanın 14. gününe kadar (10. gün dışında) doğal alabalıklar kültür alabalıklara oranla daha yüksek düzeyde amin içermiştir. Depolamanın ilk günü doğal beslenen balıklarda 1.44 mg/100 g olan agmatin seviyesi, depolamanın 17. gününde 0.02 mg/100 g değerine, depolamanın 19. günün de ise 0.22 mg/100 g değerine düşmüştür. Ticari yemle

beslenen alabalıklarda ise depolamanın ilk günü 1.15 mg/100 g olan agmatin değeri depolama boyunca dalgalanmalar göstermiş olup, en yüksek değerine (1.51 mg/100 g) depolamanın 10. gününde ulaşmıştır. Yamanaka ve ark. (1987), 0, 3, 5 ve 15 °C’de depolanan mürekkep balığı kaslarındaki agmatinin, depolamanın ilk evrelerinde düşük seviyelerde olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu değer bozulma evresinin başlangıcında 30 mg/100g’ a, bozulma evresinin ilerlemesiyle 40 mg/100 g’a ulaşmıştır.

4.5. Doğal ve Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Mikrobiyolojik Değişimleri

4.5.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

Doğal ve ticari yemlerle beslenen ve depolanan alabalıkların toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Doğal ve Ticari Yemlerle Beslenen Alabalıkların Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

Başlangıç toplam canlı sayısının 3.59 log kob/g olması balığın iyi kalitede olduğunu göstermektedir (Stamatis ve ark. 2007). Bu çalışmada, doğal yemle beslenen alabalıkların depolama başlangıcında (0. gün) toplam canlı sayımı 3.36 log kob/g iken, ticari yemle beslenen alabalıklarda bu değer daha yüksek (3.59 log kob/g) bulunmuştur. Depolamanın 10. gününe kadar kültür alabalığın doğal alabalığa kıyasla daha yüksek bir bakteri sayısına sahip olduğu gözlenmiştir. Ancak bu depolama gününden itibaren doğal alabalıklar biraz daha yüksek TAMB sayısına sahip olmuştur. Hem doğal hem de ticari yemle beslenen alabalıklarda depolamanın ilk gününden itibaren toplam canlı sayısında hızlı bir artış gözlenmiştir. Balık duyusal olarak ret edildiği zaman (14. gün) TAMB sayısı her doğal olarak beslenen alabalıklarda 6.16 log kob/g, ticari yemlerle beslenen alabalıkta ise 6.35 log kob/g'a ulaşmıştır. Bu durum mikrobiyolojik sonuçların duyusal sonuçlarla uyumlu olduğunu göstermektedir. Depolama sonunda doğal yemlerle beslenen alabalıklarda toplam canlı sayısı 7.41 log kob/g'a, ticari yemlerle beslenen alabalıklarda ise 7.23 log kob/g'a ulaşmıştır. Rezaei ve Hosseini (2008) buzda depolanan gökkuşuğu alabalığındaki başlangıç TAMB sayısının 4 log kob/g olduğunu depolama sonunda (20. gün) 7.04 log kob/g'a ulaştığını rapor etmiştir. Rezaei ve ark. (2008) avlandıktan sonra 0., 4. ve 8 saat sonra buzda depolanan gökkuşuğu alabalığının başlangıç TAMB sayısının 4, 4.48 ve 4.81 olduğunu belirlemiştir. TAMB sayısının balık avlandıktan hemen sonra buzda tutulan balıklar için depolamanın 12. gününde 6.58 log kob/g, avlandıktan 4 saat sonra buzda depolanan balık için 8. depolama gününde 6.34, avlandıktan 8 saat sonra buzda depolanan balık için depolamanın 4. gününde 6.03'ü aşmıştır. Nerantzaki ve ark. (2005) 4 °C'de depolanan vakum paketlenmiş gökkuşuğu alabalığının başlangıç TAMB sayısının 4.2 log kob/g olduğunu ve bu değerinin depolamanın 8. gününde 7 log kob/g'a ulaştığı rapor edilmiştir.

4.5.2. Toplam Koliform ve *E. coli* sayısı

Depolama boyunca doğal ve ticari yemle beslenen alabalıklarda koliform ve *E. coli* bulunmamıştır. Bu durum Ecemiş Çayından yakalanan alabalıkların herhangi bir fekal kontaminasyonuna maruz kalmadığını göstermektedir.

Katikou ve ark. (2006) vakum paketlenen soğuk derecede depolanan gökkuşığı alabalığında başlangıçta Enterobacteriaceae belirleyememişlerdir. Chytiri ve ark. (2004a) buzda bütün ve fileto olarak depolanan gökkuşığı alabalığındaki toplam Enterobacteriaceae sayısının depolama üsresince 6 kob/g'ın altında kaldığını rapor etmiştir. depolanan Özogul ve ark. (2008), buzda depoladıkları lagos (*Epinephelus aeneus*) balığında depolamanın 1. gününde toplam koliform sayısını 2.8 log₁₀ kob/g olarak bulmuş ve depolama sonunda (22. gün) maksimum koliform sayısını 5.26 log kob/g olarak bulmuşlardır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) 4° C' de buzda depolanması süresince kimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik değişimleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtildiği şekilde sıra ile verilmiştir.

1. Her iki grupta depolanan alabalıkların TVB-N değerlerinde depolama başlangıcına göre artışlar olduğu, ancak bu değerlerin balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasında “ iyi ” sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir.
2. Araştırmada, doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen alabalıklarda depolama süresince farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Doğal yemle beslenen alabalıklarda TBA değeri depolama başlangıcında 1.37 MA/kg iken depolamanın sonunda 0.21 MA/kg'a düşmüş ve bu değer depolama boyunca en düşük değer olarak gözlemlenmiştir. Ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değeri 0. günde 0.97 MA kg⁻¹ olarak bulunmuş ve depolama sonunda 0.84 MA/kg'a düşmüştür. Her iki grupta da TBA değerleri dalgalanma göstermiştir. Depolamanın 7. ve 19. günü dışında, doğal alabalıkların daha yüksek TBA içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum doğal alabalıkların kültür alabalıklarına oranla daha yüksek lipit içeriğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır.
3. Depolama süresince doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen alabalıkların peroksit değerleri bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0,05$). Doğal yemle beslenen alabalıkların başlangıç peroksit değeri 9.00 meq/kg bulunurken, ticari yemle beslenen alabalıklarda bu değer 10,35 meq/kg olarak bulunmuştur. Hem doğal yemle beslenenlerde hem de ticari yemle beslenen balıklarda da depolamanın 3. gününde peroksit sayısı yüksek çıkmıştır ($P < 0,05$). Ticari yemle beslenen alabalıkların peroksit değerlerinin Özoğul ve Varlık tarafından bildirilen tüketilebilirlik sınırını (20 meq/kg) geçmediği ve alabalıkların kalitesini koruduğu gözlenmiştir. Ancak doğal yemle beslenen alabalıkların peroksit değerlerinin kabul edilebilirlik sınırını aştığı gözlenmiştir.

4. Depolama süresince doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen alabalıkların biyojenik amin içerikleri amonyum, putresin, kadaverin, spermidin, β -feniletilamin, spermin, histamin, serotonin, TMA, dopamin, agmatin bakımından önemli farklılıklar bulunurken ($p < 0.05$). triptamin ve tiramin değerleri istatistiki açıdan önemli çıkmamıştır ($p > 0.05$). Depolamanın 7. ve 14. günü dışında kültür alabalıklar doğal olarak beslenen alabalıklardan daha yüksek düzeyde spermidin içermiştir. Spermidine benzer olarak, kültür alabalığın doğal alabalığa kıyasla daha yüksek düzeyde spermin içerdiği gözlenmiştir.
5. Pişmiş olarak duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre, koku, lezzet, doku açısından duyuşal puanlarda depolama süresi ile birlikte bir azalış görülmüştür. Duyuşal değerlendirmeye bağılı olarak her iki farklı yemle beslenen alabalık fletosunun raf ömrü 14 gün olarak bulunmuştur.
6. Çiğ olarak duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre, doğal ve farklı ticari yemlerle beslenen alabalıklarda depolamanın 19. gününde panelistler tarafından toplam değerlendirilmiş ve red edilmiştir. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların çiğ olarak duyuşal kalitesinde istatistikî açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak farklı depolama sürelerinin etkisi bakımından önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Depolama süresi ve beslenme şeklinin aynı anda önemli derecede fark gösterdiği tek parametre solungaçlarda gözlenmiştir. Doğal ve ticari yemle beslenen alabalıklarda genel, göz ve karın bölgesi arasında bir farklılık gözlenmezken solungaç parametresinin diğere parametrelere göre depolama süresince farklılık gösterdiği saptanmıştır.
7. Doğal yemle beslenen alabalıkların depolama başlangıcında (0. gün) toplam canlı sayımı 3.36 log kob/g iken, ticari yemle beslenen alabalıklarda bu değer daha yüksek (3.59 log kob/g) bulunmuştur. Hem doğal hem de ticari yemle beslenen alabalıklarda depolamanın ilk gününden itibaren toplam canlı sayısında hızlı bir artış gözlenmiştir. Depolama sonunda doğal yemlerle beslenen alabalıklarda toplam canlı sayısı 7.41 log kob/g'a ticari yemlerle beslenen alabalıklarda ise 7.23 log kob/g'a ulaşmıştır. Sonuç olarak bu durum, doğal ve farklı ticari yemlerle

beslenen alabalıkların mikrobiyolojilerinin pek farklı olmadığını göstermektedir. Başlangıç toplam canlı sayısının (TVC) 3.36 log kob/g 3.59 log kob/g olması balığın iyi kalitede olduğunu göstermektedir.

Araştırmada mikrobiyolojik sonuçlar, duyuşal değerlendirmeler ile paralellik göstermesine karşın, TVB-N, TBA ve PV gibi kimyasal parametreler alabalık kalitesini belirlemede iyi bir gösterge sağlamamıştır. İleriye dönük çalışmalarda daha farklı balık türleri kullanılarak kültür ve doğal balıkların mikrobiyolojik, kimyasal parametrelerindeki değişimleri incelenabilmektedir. Kültür ve doğal alabalık buzda depolanma süresince benzer bir raf ömrüne sahip olmasına rağmen, doğal ve kültür alabalığındaki kimyasal ve mikrobiyolojik farklılıklar depolama süresine göre değişkenlik göstermiştir. Çalışma sonucunda lipit içeriği ile bağlantılı olarak genellikle doğal alabalık etinde kültür alabalığına kıyasla daha fazla lipit oksidasyonu gözlenmiştir. İleriye dönük çalışmalarda daha farklı depolama koşulları kullanılarak, farklı bölgelerden avlanan yada farklı yemlerle beslenen alabalıkların kalitesi araştırılmalıdır. Balık etindeki biyojen amin değişimleri biyojenik amin türüne ve depolama süresine bağlı olarak değişkenlik göstermesinin yanında, kültür alabalığının daha yüksek düzeyde tiramin, spermin ve spermidin içerdiği gözlenmiştir. Bu durum ticari yemdeki spesifik aminoasit düzeyinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle farklı aminoasit içeriğine sahip ticari yemlerin balık etindeki biyojenik amin içeriğini nasıl etkileyebileceği konusunda daha spesifik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ABABOUC, L., AFILAL, M. E., RHAFIRI, S., BUSTA, F. F. (1991). Identification of histamineproducing bacteria isolated from sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice and ambient temperature (25°C). Food Microbiol. 8: 127-136.
- ALI, A., KARUNASAGAR, I., KARUNASAGAR, I., and DARDIGNAC, 1992. Bacteriological changes during iced storage of the tropical fresh water carp *Labeo rohita*. Fisheries Research, 2:189-197
- ALUR, M.D., DOKE, S.N., WARRIER, S.B. and NAIR, P.M., 1995. Biochemical methods for determination of spoilage of foods of animal origin. A critical evaluation. Journal of Food Science Technology (Mysore), 32:181–188.
- ANON, (1998). FDA and EPA Guidance levels. Appendix 5. In: Fish and fishery products hazard and controls guide. 2nd ed., sf. 245-248. Department of health and human services, public health service, Food and drug administration, center for food safety and applied nutrition, office of sea food, Washington, DC.
- A.O.A.C., 1984. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists (14th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- _____, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists (15th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- ARAS HISAR, S., 2002. Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- ARNOLD, S.H. and BROWN, W.D. 1978. Histamine toxicity from fish products, adv. Food res., 34, 113–154.

- ATAY, D., KORKMAZ, A.Ş., POLATSU, S., RAD, F., 1995. Su Ürünleri Tüketici Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri, Doğu Anadolu Bölgesi I. (1993) ve II.(1995) Su Ürünleri Sempozyumu, 201-220,
- AYAS, D., 2006 Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlarındaki Değişimleri. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/3): 343-346.
- BEKLEVIK, G., 2005. Farklı Avlama Mevsimlerinin, Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax* Linne, 1758)'nin Kimyasal Kompozisyonu ve Dondurularak Depolamada (-18 °C) Kimyasal ve Duyusal Kalite Kriterlerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, 112s
- BEN-GIGIREY, B., VIEITES BAPTISTA DE SOUSA, J. M., VILLA, T. G., BARROSVELAZQUEZ, J. (1998). Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. J. Food Prot. 61(5): 608-615.
- BEN-GIGIREY, B., CRAVEN, C., AN, H. (1998). Histamine formation in albacore muscle analyzed by AOAC and enzymatic methods. J. Food Sci. 63: 210–214
- BLIGH, E.C. and DYER, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Canadian J of Biochem Physio, 37: 913–917.
- BLIGH, E.C. and DYER, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Canadian J of Biochem Physio, 37: 913–917.
- BOVER-CÍD, S., IZQUIERDO-PULIDO, M. AND VÍDAL-CAROU, M.C. 2000. Influence of hygienic quality of raw materials on biogenic amine production during ripening and storage of dry fermented sausages, J. Food Prot., 63, 1544
- BRANCH, A. C., & VAIL, A. M. A. (1985). Bringing fish inspection into the computer age. Food Technology in Australia, 37(8), 352–355.
- BRINK, B. J., C. DAMINK, H. M. L. J. JOOSTEN., J. H. J. HUIS IN'T VELD, 1990. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. Int. J. Food Microbiol., 11: 73-84.

- CAKLI, S., TASKAYA, L., KISLA, D., CELIK, U., ATAMAN, C.A., CADUN, A., KILINC, B. and HALEKI, R.H., 2005. Production and Quality of Fish Fingers From Different Fish Species. *Eur Food Res Technol*, 220: 526–530.
- CHYTIRI, S., CHOULIARA, I., SAVVAIIS, I.N., KONTOMINAS, M.G., 2003. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology* 21: 157–165
- CHYTIRI, S., PALEOLOGOS, E., SAVVAIDIS, I., KONTAMINAS, MG., 2004. Relation of Biogenic amines with microbial and sensory changes of whole and filleted freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored on ice. *J. Food Protect.* 67(5):960-5
- CLIFFORD, M., WRIGHT, R., WRIGHT, J., HARDY, R. AND MURRAY, C.K. 1989. Studies with volunteers on the role of histamine in suspected scombrototoxicosis, *J. Food sci.*, 47, 365.
- CONNEL, J. J., 1995. Control of fish quality (4th ed.). London: Fishing News Books Limited.
- EMRE Y. SAYIN C., KİŞTİN F., EMRE N.. 2008. Türkiye’de ağ kafeste alabalık yetiştiriciliği, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri.
- ERKAN, N. and ÖZDEN, Ö., 2008. Quality Assessment of Whole and Guttred Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1549–1559
- FALLAH, A. A., SAEI-DEHKORDI, S. S., and NEMATOLLAHI, A. 2011. Comparative assessment of proximate composition, physicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food Science and Technology*, 46:767–773
- FERNÁND. E.Z., PÉREZ-ALVAREZ, J.A. and FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A., 1997. Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. *Food Chemistry*, 59(3): 345-353.
- FERNANDEZ-SALGUERO, J., MACKIE, I. M. (1987). Technical note: Preliminary survey of the content of histamine and other higher amines in some samples of spanish canned fish. *Int. J. Food Sci. Technol.* 22: 409-412.

- FELDHUSEN, F., (2000). The Role of Seafood in Bacterial Foodborne Diseases. *Microbes and Infection*, 2, 1651–1660.
- FLICK, JR. G.J. AND GRANATA L. A. 2005. Biogenic Amines in Foods. Toxins in food. CRC Press LLC
- GILL, T. A., 1992. Chemical and biochemical indices of seafood quality. In H. H. Huss, M. Jakobsen, & J. Liston (Eds.), *Quality assurance in the fish industry. Development in food science* (Vol. 30, pp. 377–387). Amsterdam: Elsevier
- GOULAS, A. E. AND KONTOMINAS, M. G., 2007. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging on the Shelf-Life Refrigerated Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. *European Food Research and Technology*, 224, 545-553.
- GÜZEL Ş., GÜLLÜ K., 2006 17 α -Metiltestosteron'un Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792) Kimyasal kompozisyonu, Fileto Verimi, Viseral Yağ ve Hepatosomatik İndeks Üzerine Etkisi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/2): 233-236.*
- HALASZ, A., A. BARATH, L. S. SARKADI, W. HOLZAPFEL, 1994. Biogenic amines and their production by mikroorganism in food. *Trend. Food Sci. and Technol.*, 5: 42-49.
- HALİLOĞLU H. İ., ARAS N.M., YETİM H., 2001. Comparison of Muscle Fatty Acids of Three Trout Species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) Raised under the Same Conditions. *Turk J Vet Anim Sci.* 26 (2002) 1097-1102.
- HORNERO-MENDEZ, D., GARRIDO-FERNANDEZ, A. (1997). Rapid HPLC analysis of biogenic amines in fermented vegetable brines. *J.Food Protect.* 60 (4): 414-419.
- HUNGERFORD, J.M. AND AREFYEV, A.A. 1992. Flow-injection assay of enzyme-inhibition in fish using immobilized diamine oxidase. *Analytica Chimica Acta*, 261, 351.
- HOWGATE, P.F. 1982. Quality assessment and quality control, in *Fish Handling and Processing* (2nd edition), (edited by Aitken A, Mackie IM, Merritt JH and Windsor ML), Her Majesty's Stationery, Edinburgh, 177-186pp.

- ICHIHARA, K., SHIBAHARA, A., YAMAMOTO, K. and NAKAYAMA, T., 1996. An Improved Method For Rapid Analysis of The Fatty Acids of Glycerolipids. *Lipids* 31: 535-539.
- KLAUSEN, N. K., LUND, E. (1986). Formation of biogenic amines in herring and mackerel. *Zeitsch.Leb. Unter. Forsch.* 182: 459-463.
- KRIZEK, M., VACHA, F., VORLOVA, L., LUKASOVA, J., and CUPAKOVA, S., 2004. Biogenic amines in vacuum-packed and non-vacuum packed flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures. 2:185-191.
- LIE, 2001. Flesh quality – the role of nutrition. *Aquaculture Research*, 32:341–348.
- LISTON, J., 1980. Microbiology in fishery science. In: *Advances in Fishery Science and Technology*. (edited by J.J. Connell). pp. 138–157: Fishing News, Farnham.
- LUDORF, W. and MEYER, V., 1973. *Fische und Fischerzeugnisse*. Hamburg, Berlin: Paul Parey Verlag.
- MACKIE, I. M., PIRIE, L., RITCHIE, A. H., YAMANAKA, H. (1997). The formation of non-volatile amines in relation to concentration of free basic amino acid during postmortem storage of the muscle of scallop (*Pecten maximus*), herring (*Clupea harengus*) and mackerel (*Scomber scombrus*) *Food Chem.* 60(3): 291-295.
- MELTON, S., 1983. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, 37(7), 105–111, p. 116.
- MURRAY, C., HOBBS, G. AND GILBERT, R.J. 1982. Scombrototoxin and scombrototoxin-like poisoning from canned fish, *J. Hyg.*, 88, 215.
- OGUZHAN P., ANGIŞ S., HALİLOĞLU H.İ., ATAMANALP M., 2006 Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarında Sıcak Tütsüleme Sonrası Kimyasal Kompozisyon Değişimleri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/3): 465-466.*
- OKUZUMI, M., FUKUMOTO, I., FUJII, T. (1990). Changes in bacterial flora and polyamines contents during the storage of horse mackerel meat. *Bullet. Japanese Soc. Sci. Fish.* 56 (8): 1307-1312.

- ÖZDEN Ö, N GÖKOGLU. 1997. Sardalya balığının (*Sardina pilchardus* w.1792) soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimlerin incelenmesi. Gıda, 22(4): 309-313.
- ÖZOGUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P. and ÖZOGUL, Y., 2000. A Rapid HPLC Determination of ATP Related Compounds and Its Application to Herring Stored Under Modified Atmosphere. International Journal of Food Science and Technology, 35 (6): 549-554.
- ÖZOGUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P. and ÖZOGUL, Y., 2002. Biogenic Amines Formation in Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored Under Modified Atmosphere Packaging Using a Rapid HPLC Method. Int J Food Sci Technol, 37: 515–522.
- ÖZOĞUL, F., KÜLEY, E., ÖZOĞUL, Y., 2004. Balık ve balık ürünlerinde oluşan biyojenik aminler e.u. Journal of fisheries & aquatic sciences cilt/volume 21, sayı/issue (3-4): 375– 381
- ÖZOGUL, F., POLAT, A. and ÖZOGUL, Y., 2004. The Effect of Modified Atmosphere Packing and Vacuum Packaging on Chemical, Sensory and Microbiological Changes of Sardines (*Sardine pilchardus*). Food Chemistry, 85: 49–57.
- ÖZOGUL, F. and ÖZOGUL, Y., 2006. Biogenic Amine Content and Biogenic Amine Quality Indices of Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging. Food Chemistry,99: 574–578.
- ÖZOGUL, F., ÖZOGUL, Y., and KULEY, E., 2008. Nucleotide degradation and biogenic amine formation of wild white grouper (*Epinephelus aeneus*) stored in ice and at chill temperature (4°C). Food Chemistry, 3: 933-941
- ÖZOGUL, F., 2001. The Effect Packaging systems on quality and safety of herring. PhD dissertation. Lincoln, U.K: Univ. Of Lincoln.
- ÖZOGUL, Y., ÖZOGUL, F. KULEY, E., ÖZKUTUK, A. S., GÖKBULUT, C. and KÖSE, S., 2006. Biochemical, Sensory and Microbiological Attributes of

- Wild Turbot (*Scophthalmus Maximus*), From the Black Sea, During Chilled Storage. Food Chemistry, 99(4): 752-758.
- ÖZOGUL, Y., ÖZOGUL, F., 2004 Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP,” European Food Research and Technology. 219, 211-216
- ÖZOGUL, Y., ÖZOGUL, F., and GÖKBULUT, C., 2006. Quality assessment of wild European eel (*Anguilla anguilla*) stored in ice. Food Chemistry, 95:458–465.
- ÖZOGUL, Y., ÖZYURT, G., ÖZOGUL, F., KULEY, E., and POLAT, A., 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chemistry, 92:745–751.
- ÖZOGUL, F., KULEY, E., and ÖZOGUL, Y., 2007. Sensory, chemical and microbiological quality parameters in sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice or wrapped in cling film or in aluminium foil at 2 ± 1 °C. International Journal of Food Science & Technology, Volume 42, Issue 8, pages 903–999.
- ÖZPOLAT E., PATIR B., 2008 Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yumurtasından Havyar Yapımı İle Bazı Kimyasal Parametreler Üzerine araştırmalar. 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu 14-16 Ekim 2008. ISPARTA.
- ÖZYURT, G., TOKUR, B., ÖZOGUL, Y., KORKMAZ, K. ve POLAT, A., 2007. İncedudaklı Kefal (*Liza Ramada*)’ın Yağ Asidi Kompozisyonu Ve Buzdolabında Muhafazası (4°C) Sırasında Lipit Oksidasyonu. Journal of Fisheries Sciences.com 1 (4): 160-167.
- ÖZYURT, G., KULEY, E., ÖZKÜTÜK, S. and ÖZOGUL, F., 2009. Sensory, Microbiological and Chemical Assessment of The Freshness of Red Mullet (*Mullus Barbatius*) and Goldband Goatfish (*Upeneus Moluccensis*) During Storage in Ice. Food Chemistry, 114: 505–510.
- PACHECO-AGUILAR, R., LUGO-SANCHEZ, M.E. and ROBLOS-BUGUENO, M.R., 2000. Postmortem Biochemical and Functional Characteristics of Monterey Sardine Muscle Stored at 0 °C. Journal of Food Science, 65: 40–47.

- PORTER, P.J., KENNISH J.M. and KRAMER, D.E., 1992. The Effects of Exsanguination of Sockeye Salmon on the Changes in the Lipid Composition During Frozen Storage. In E.G. Bligh, eds, *Seafood and Tech*, Fishing News Boks, 76-84.
- RAATIKAINEN, O., REINIKAINEN, V., MINKKINEN, P., RITVANEN, T., and MUJE, P., 2005. Multivariate modelling of fish freshness index based on ion mobility spectrometry measurements. *Analytica Chimica Acta*, 544:128–134
- REZAEI, M., HOSSEINI, S.F., 2008 Quality Assesment Of Farmed Rainbow Trout (*Onchorynchus Mykiss*). During chilled storage. *J. Food Science*, 2008.
- 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 Chemisttry*, 106(2008)-1161-1165
- REZAEI, M., MONTAZERI, F., LANGRUDI, H. E., MOKHAYER, B., PARVIZ, M., NAZARINIA, A., 2006. The Biogenic Amines and Bacterial changes of farmed rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice, *Food Chemistry* 103 (20079 150-154.
- RODRIGUEZ-JEREZ, J. J., MORA-VENTURA, M. T., LOPEZ-SABATER, E. I., HERNANDEZHERRERO, M. (1994). Histidine, lysine and ornithine decarboxylase bacteria in spanish salted semipreserved anchovies. *J. Food Protect.* 57(5): 784-787, 791.
- ROSSELL, J. B., 1989. Measurement of rancidity. In J. C. Allen & R. J. Hamilton (Eds.), *Rancidity in foods* (pp. 23–52). New York: Elsevier.
- SARKARDEI, H., and HOWELL, N.K., 2007, Effect of natural antioxidants on stored freze-dried foodproduct formulated using horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *International Journal of Food Science and Technology*.
- SHALABY, A. R., 1996, Significance of Biogenic Amines to Food Safety and Human Health, *Food Research International*, 29(7), 675-690.
- SILLA-SANTOS, S. M. H., 1996. biogenic amines: their importance in foods. *int. j. food microbiol.*, 29: 213-231.

- SOARES, V. AND GLORIA, M.B.A. 1994. Histamine levels in canned fish available in the retail market of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, J. Food Comp. Anal., 7, 102.
- SMITH, T. A. (1980). Amines in food. Food Chem. 6: 169-200.
- STAMATİS, N. and ARKOUELOS, J. S., 2007. Effect of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbial, Chemical and Sensory Quality Indicators of Fresh, Filleted *Sardina Pilchardus* at 3 °C. Journal of the Science of Food and Agriculture J Sci Food Agric., 87:1164–1171.
- TARLADGIS, B., WATTS, B.M. and YONATHAN, M., 1960. Distillation Method For Determination of Malonaldehyde in Rancid Food. Journal of American Oil Chemistry Society, 37(1): 44-48.
- TAYLOR, S. L., 1986. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects: rev. Toxicol., 17 (2): 91-128.
- TOKUR, B., ÇAKLI, Ş., and POLAT, A., 2006. The quality changes of trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) with a vegetable topping during frozen storage (-18°C). E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23:345–350.
- UYSAI İ., ÇAKLI Ş., ÇELİK U., 2002. Kültür Şartlarında Extruder Pelet Yemle Beslenen Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus* T., 1954) ile Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nın Biyokimyasal Kompozisyonları. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (3-4): 447 – 454.
- VARLIK, C. ve HEPERKAN, D., 1990. Hamsinin Buzda Muhafazası. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 4, (1): 53-58.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N. ve GÜN, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Gıda Teknolojisi Yayın No: 17. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 173 s.
- VECIANA-NOGUES, M. T., MARINE-FONT, A., VIDAL-CAROU, M. C. (1997). Biogenic amines as hygenic quality indicators of tunas. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines, and organoleptik changes. J. Agric. Food Chem. 45:2036-2041.

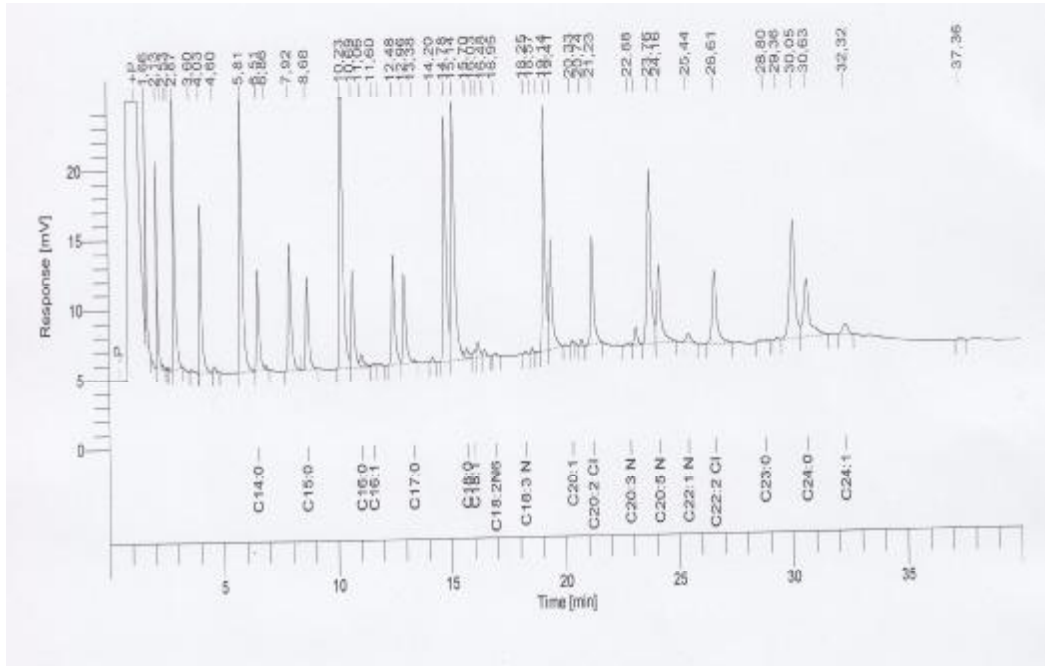
- WENDA KOON, C. N., MURATA, M., SAKAGUCHI, M. (1990). Comparison of non-volatile amine formation between the dark and white muscle of mackerel during storage. Nippon Suis. Gakk. 56(5): 809-818.
- YAMANAKA, H., SHIMAKURA, K., SHIOMI, K., KIKUCHI, T., LIDA, H., NAKAMARA, K. (1987). Concentrations of polyamines in fresh water fishes. Nip. Suisan Gak. 53: 2041-2044.
- YILMAZ, M., 2004. Gökkuşığı Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosunda *Listeria monocytogenes*'in Gelişimi Üzerine Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- YOSHIDA, A., NAKAMURA, A. (1982). Quantitation of histamine in fish and fish products by high performance liquid chromatography. J. Food Hyg. Soc. Jap. 23 (4): 339-343.
- ZAMAN M. Z., ABDULAMİR, A.S., BAKAR, F. A. J. SELAMAT, BAKAR J. (2009). A Review: Microbiological, Physicochemical and Health Impact of High Level of Biogenic Amines in Fish Sauce. American Journal of Applied Sciences, 6 (6): 1199-1211..

ÖZGEÇMİŞ

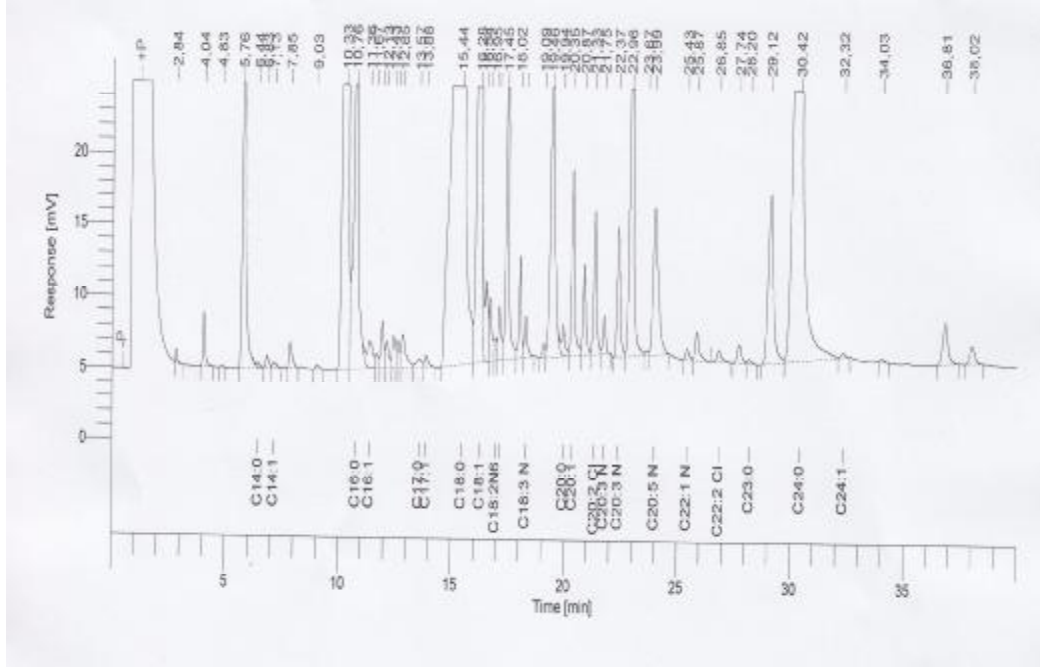
1981 yılında Niğde’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Niğde’de tamamladı. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nde lisans öğrenimine başladı ve 2006 yılında mezun oldu. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.

EKLER

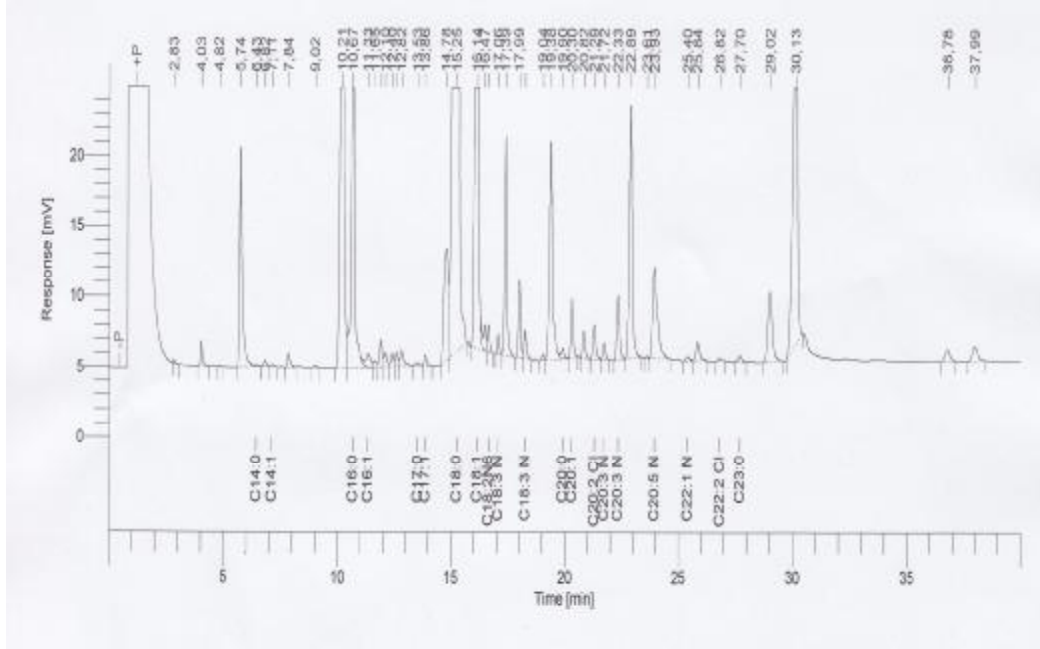
EK 1: Çalışmada kullanılan standart yağ asitlerine özgü kromotogramlar



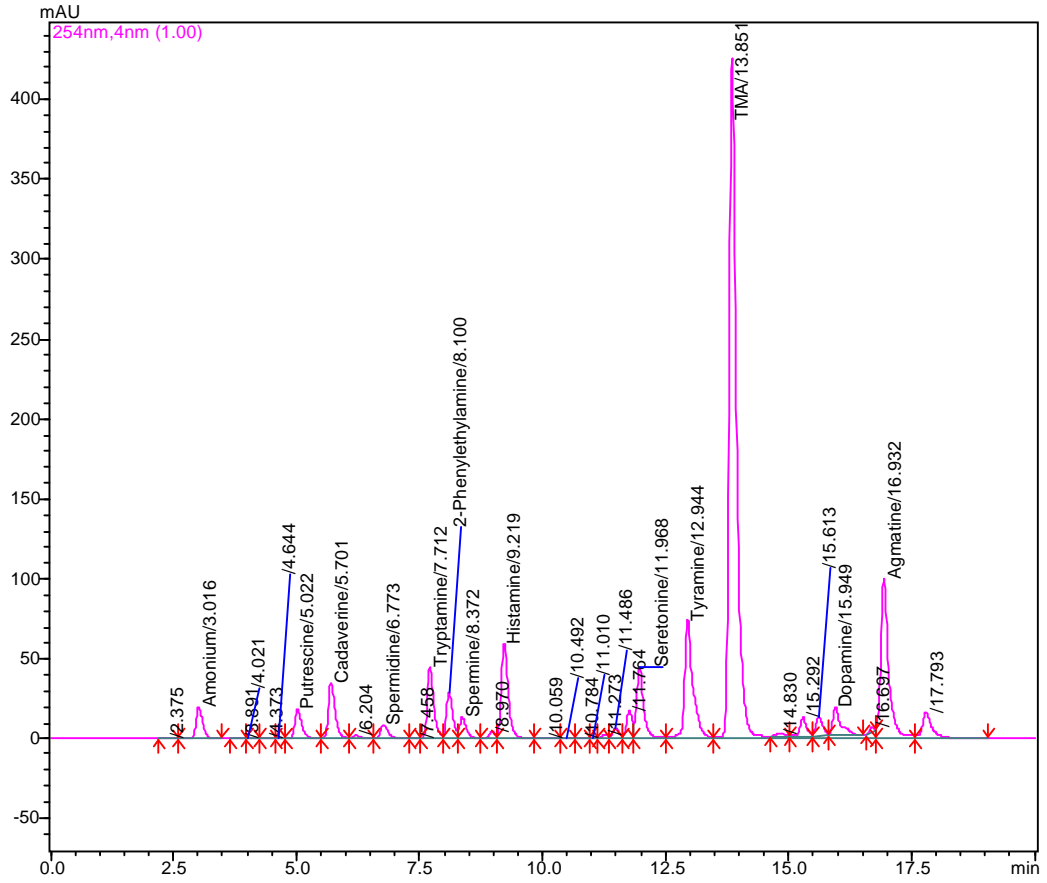
EK 2: Taze (0.gün) doğal alabalığın yağ asitlerine özgü kromotogramlar



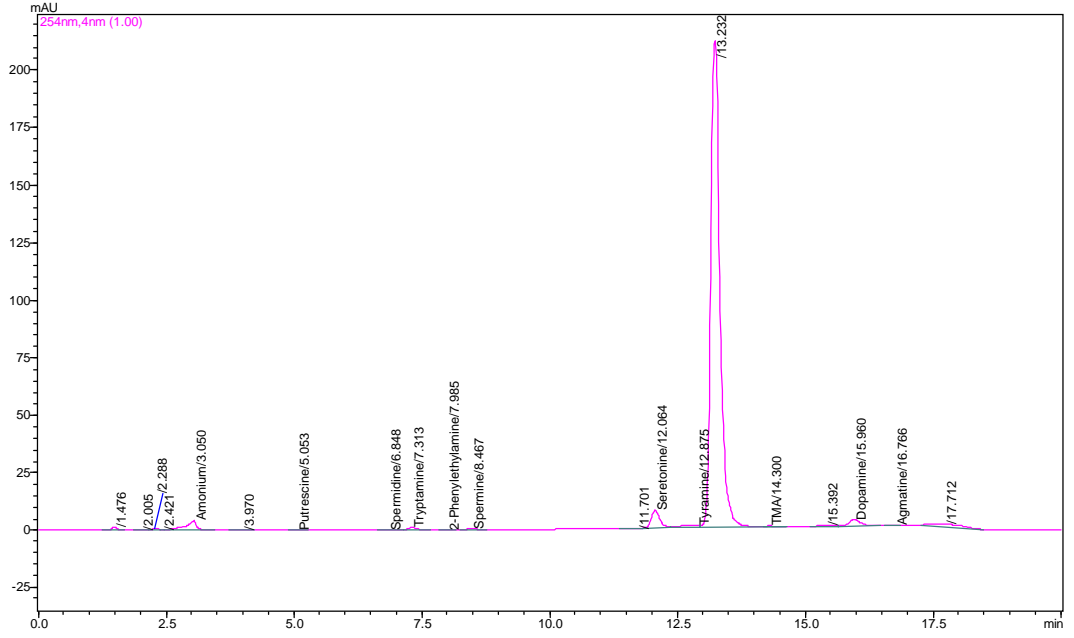
EK 3: Taze (0.gün) kültür alabalığı yağ asitlerine özgü kromatogramlar



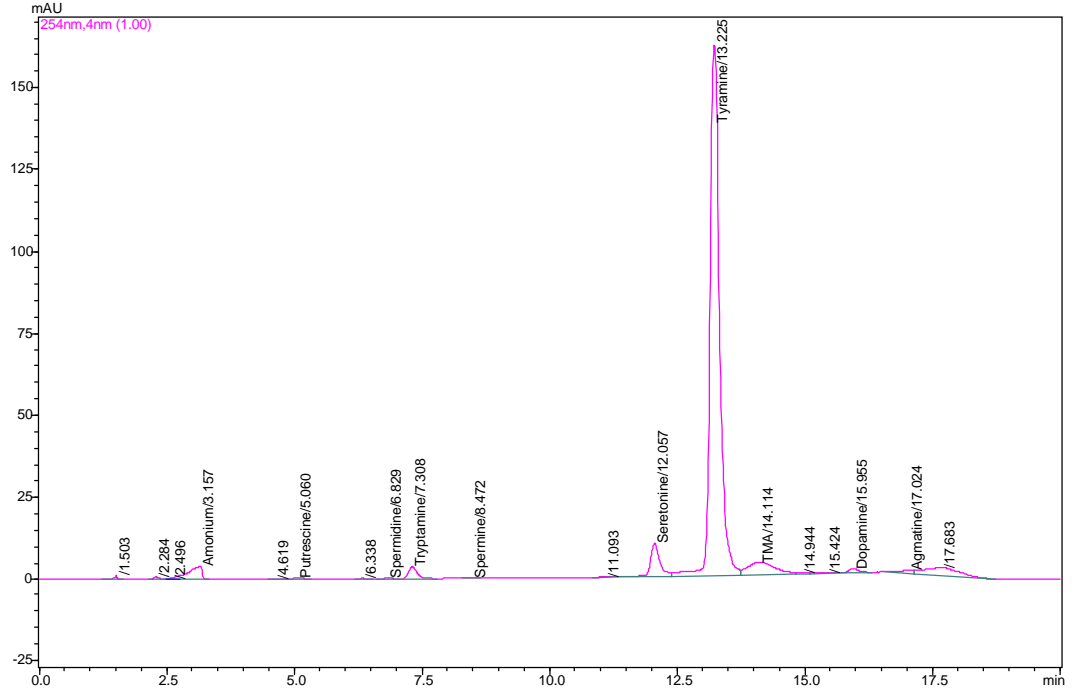
EK 4: Çalışmada kullanılan standart biyojenik aminlere özgü kromatogramlar



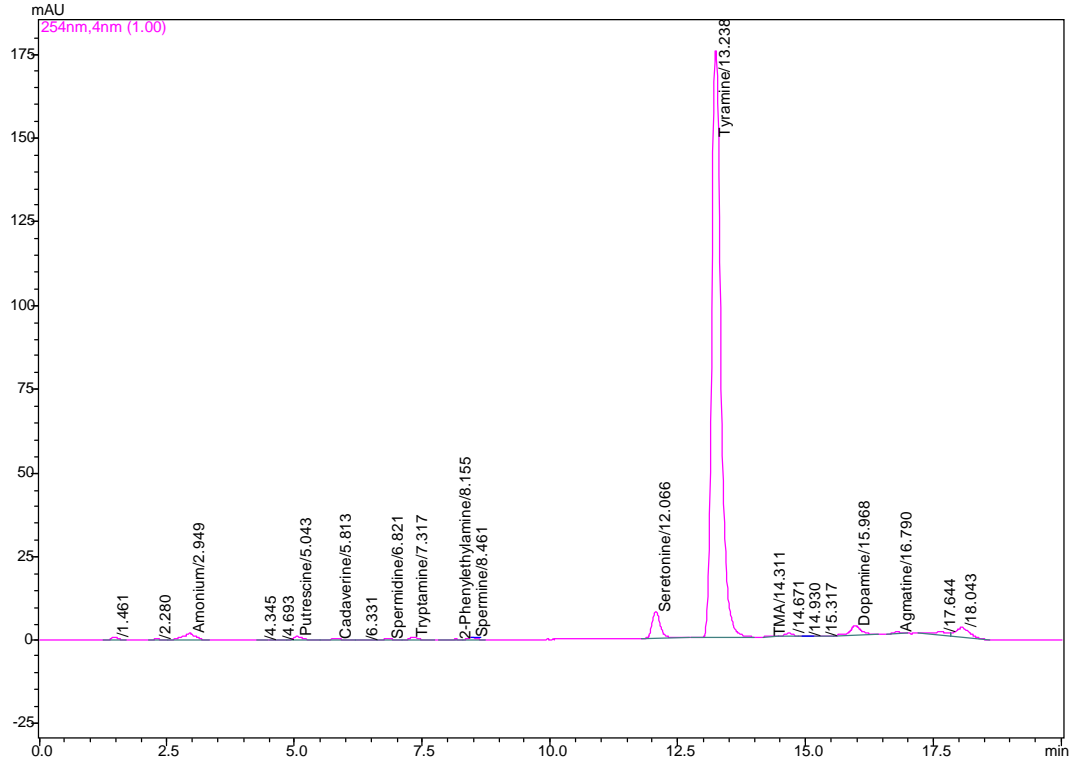
EK 5: Taze (0. gün) kültür alabalık etinde biyojen amin üretimini gösteren kromotogramlar



EK 6: Taze (0. gün) doğal alabalık etinde biyojen amin üretimini gösteren kromotogramlar



EK 7: Depolama sonunda (19. gün) doğal alabalık etindeki biyojen amin üretimini gösteren kromotogramlar



EK 8: Depolama sonunda (19. gün) kültür alabalık etindeki biyojen amin üretimini gösteren kromatogramlar

