



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI' NIN
(*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792) VİTAMİN ve MİNERAL KAYBI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aygün BAŞARAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
OCAK - 2015**



T.C.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI' NIN
(*Oncorhyncus mykiss* WALBAUM, 1792) VİTAMİN ve MİNERAL KAYBI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aygün BAŞARAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

OCAK- 2015

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI'NIN
(*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792) VİTAMİN ve MİNERAL KAYBI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

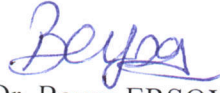
AYGÜN BAŞARAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

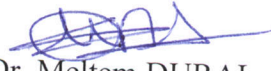
Doç.Dr. Beyza ERSOY danışmanlığında hazırlanan bu tez 08/01/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği**yle kabul edilmiştir.



Doç.Dr. Beyza ERSOY
Başkan



Prof.Dr. Yasemen YANAR
Üye



Doç.Dr. Meltem DURAL
Üye

Kod No: 803

Prof. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 11243

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.

13/01/2015

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

Aygün BAŞARAN



ÖZET

FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI' NIN (*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792) VİTAMİN ve MİNERAL KAYBI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışmada farklı işleme yöntemleri uygulanarak Gökkuşığı Alabalığı'nın vitamin (B₁, B₂, B₃, B₆, A ve C) ve mineral (Fe, Zn, Cu, Mn, Mg, Na, Ca, K) içeriğinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Mineral içerikleri mikrodalga kapalı sistem yaş yakma yöntemi uygulandıktan sonra ICP-AES kullanılarak ölçülmüştür. Vitamin analizleri ise HPLC yöntemiyle ölçülmüştür.

Araştırma sonucunda vitamin ve mineral içeriklerinin işleme yöntemlerine göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Konserve yönteminde Na, Cu ve Fe artarken, Mg, Ca, K, Mn ve Zn azalmıştır. Tuzlu kurutmada Cu, Mn, Ca, Na ve K artarken, Fe, Zn ve Mg azalmıştır. Kurutma yönteminde ise Mg Mn, Ca, K artarken, Zn, Na, Fe ve Cu azalmıştır. Çalışmamızda kurutulmuş ve konserve balıklarda B₁, B₂, B₃, B₆, A ve C vitamin değerlerinin azaldığı; dolayısıyla vitamin kaybı olduğu gözlenmiştir.

Tuzsuz ve tuzlanarak kurutulmuş balıkla kıyaslandığında; en fazla vitamin ve mineral kaybı konserve edilmiş balıkta bulunmuştur.

2015, 38 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, vitaminler, mineraller, kurutma yöntemi, konserve üretimi

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT FOOD PROCESSING TECHNIQS ON THE LOSE OF VITAMINS AND MINERALS OF RAINBOW TROUT (*Oncorhyncus mykiss* Walbaum, 1792)

This research has been conducted to determine the changes in the content of vitamins (B₁, B₂, B₃, B₆, A ve C) and minerals (Fe, Zn, Cu, Mn, Mg, Na, Ca, K) of rainbow trout subjected to different processing technics. Mineral contents were measured using ICP-AES after the flesh of rainbow trout microwaved for burning raw material in a closed system. Analyses of the vitamins have been carried out using HPLC method.

The investigation has revealed that the vitamin and mineral content of the flesh of rainbow trout shows differences following the application of different processing methods. Na, Cu and Fe increased whereas Mg, Ca, K, Mn and Zn decreased in canning method. Salt drying method resulted in the increase of Cu, Mn, Ca, Na and K however Fe, Zn and Mg decreased. The investigation revealed that the level of vitamins B₁, B₂, B₃, B₆, A and C reduced during dried and canned preservation of fish flesh, hence, these methods caused the loss of vitamins

When canning was compared with salt and non-salted dried preservation that the highest loss of vitamin and mineral was reached in canning metthod.

2015, 38 pages

Key Words: Rainbow trout, vitamins, minerals, drying method, canned production

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince her konuda bana yardımcı olan, yol gösteren, tecrübesinden yararlandığım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç.Dr. Beyza ERSOY'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım sırasında değerli görüş, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım sayın Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ, Doç. Dr. Gülnaz ÖZCAN ve Doç. Dr. Yasemin YILDIRIM' a teşekkürü bir borç bilirim.

Analizlerimi yaptığım sırada desteklerini gördüğüm MKÜFAM çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Çalışmamın başından sonuna kadar maddi manevi her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen eşim Ersin İbrahim BAŞARAN ve ablam Aylin ERDAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışılan Mineraller ve İnsan Sağlığına Etkileri	2
1.1.1. Çinko	2
1.1.2. Magnezyum	2
1.1.3. Sodyum	3
1.1.4. Potasyum	3
1.1.5. Kalsiyum	3
1.1.6. Demir.....	3
1.1.7. Mangan.....	4
1.1.8. Bakır.....	4
1.2. İşleme Tekniklerinin Mineral İçerikleri Üzerine Etkileri.....	4
1.3.Çalışılan Vitaminler ve İnsan Sağlığına Etkileri.....	5
1.3.1.Tiamin (B ₁)	5
1.3.2. Riboflavin (B ₂ vitamini, Laktoflavin)	5
1.3.3. B ₃ vitamini	5
1.3.4. B ₄ vitamini	5
1.3.5. B ₆ vitamini (Piridoksin)	5
1.3.6. A vitamini	5
1.3.7. C vitamini	6
1.4. İşleme Tekniklerinin Vitamin İçerikleri Üzerine Etkileri	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
3.MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1.Materyal	13
3.1.1. Materyalin Hazırlanması	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Konserve Üretimi	14
3.2.1.1. Konserve Yapım Aşamaları	16
3.2.2. Kurutulmuş Balık Üretimi	17
3.2.2.1. Tuzlu Kurutma İşlemi	17
3.2.2.2. Kurutma İşlemi	19
3.3. Mineral Madde Analizleri	19
3.3.1. Mikrodalga İle Kapalı Sistem Yaş Yakma Yöntemi	19
3.3.2. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES) İle Ağır Metal Analizi	21
3.4. Vitamin Analizi.....	23
3.4.1. Suda Çözünen Vitamin Analizleri.....	23

3.4.2. Yağda Çözünen Vitamin Analizleri.....	23
3.4.3. HPLC Yöntemi ile Vitamin Analizi.....	23
3.5. İstatistiksel Analizler.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Mineral Madde İçeriğinin Uygulanan Yönteme Göre Değişimi ..	25
4.2. Vitamin İçeriğinin Uygulanan Yönteme Göre Değişimi.....	28
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Gökkuşığı Alabalığı).....	13
Şekil 3.2.	Gökkuşığı Alabalığı Filetoları	14
Şekil 3.3.	Balıkların Konservelere Yerleştirilmesi.....	15
Şekil 3.4.	Konservelerde Egzost İşlemi.....	15
Şekil 3.5.	Konserve Balık.....	16
Şekil 3.6.	Alabalıktan Konserve Üretim Aşamaları.....	16
Şekil 3.7.	Alabalık Kurutma İşlem Aşamaları.....	17
Şekil 3.8.	Tuzlu Su Solüsyonunda Balık Filetosu.....	18
Şekil 3.9.	Kurutulmuş Balık.....	18
Şekil 3.10.	Alabalık Kurutma İşlem Aşamaları.....	19
Şekil 3.11.	MARS5 Mikrodalga Kapalı Sistem Yaş Yakma.....	20
Şekil 3.12.	Örneklerin Mineral Analizine Hazırlanması.....	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Yakma Programı	20
Çizelge 3.2.	ICP-AES'de Ağır Metallerin Okunduğu Dalga Boyları.....	22
Çizelge 3.3.	Referans Madde (DORM-3) Sonuçları.....	22
Çizelge 3.4.	HPLC' de Vitaminlerin Okunduğu Dalga Boyları.....	24
Çizelge 4.1.	Çiğ ve İşlenmiş Gökkuşığı Alabağı'nın Mineral Madde İçerikleri.....	25
Çizelge 4.2.	Çiğ ve İşlenmiş Gökkuşığı Alabalığı'nın Vitamin İçerikleri.....	28

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

As	Arsenik
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
FAO	Food and Agriculture Organisation
Fe	Demir
gr	Gram
Hg	Civa
HNO ₃	Nitrik Asit
ICP-AES	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrofotometry
K	Potasyum
kg	Kilogram
mcg	Mikrogram
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
ml	Mililitre
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
n	Örnek miktarı
Na	Sodyum
nm	Nanometre
P	Fosfor
Pb	Kurşun
ppb	Parts Per Billion (Milyarda Bir)
ppm	Parts Per Million (Milyonda Bir)
Sn	Kalay
TMA-N	Trimethylamine- nitrogen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TVB-N	Total Volatile Basic Nitrogen
WHO	World Health Organization
Zn	Çinko

1.GİRİŞ

Türkiye’de su ürünlerinin %80’inden fazlası insan gıdası olarak tüketilmektedir. %20’ye yakın kısmı ise balık unu, balık yağı ve diğer amaçlarla kullanılmaktadır. Bu ürünlerin %75’i taze, % 4’ü dondurulduktan sonra ve %2’si de işlenmiş olarak tüketilmektedir. Buna karşılık dünya üretiminde su ürünlerinin %50’si çeşitli ürünlere dönüştürülerek insanların tüketimine sunulmaktadır (Şener, 1995). Balık eti hayvansal proteinlerin temel kaynağı olup diğer etlere oranla daha fazla vitamin ve mineral madde içermektedir. Vitaminler, organizmanın normal sağlığı ve büyümesi için kontrol ajanı olarak rol oynayan biyolojik olarak aktif organik bileşikler olarak tarif edilmektedir. Gıdalarda bulunan vitaminlerin miktarı 100 g örnekte birkaç mikrogram gibi düşük düzeydedir. Su ürünlerinde bulunduğu bilinen vitaminler A, D, B₁, B₂, nikotinik asit, B₆, pantotenik asit, B₁₂ ve C vitaminidir (Gökoğlu, 2002). Vitaminler genellikle kararsız bileşiklerdir pek çoğu okside olurlar, oksijene, ısıya veya UV radyasyona maruz bırakılınca parçalanırlar. HPLC, vitaminlerin oda sıcaklığında analiz edilmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Hışıl, 1999).

Gıdalarda mineral maddeler makro ve mikro elementler olarak bulunmaktadır. Makro elementler Na, K, Mg, Fe, Ca, P, S ve Cl; mikro elementler ise Cu, Zn, Mn, Cr, B, As, F, Se, I, Si, Ni, Al’dır. Bu maddeler organizmanın yapısına ve fonksiyonuna katılmaktadırlar. Yaşam olayları bazı mineral maddelerin organizmada bulunmalarını gerektirir. Eksiklikleri sorun yaratabilir. Bununla birlikte Cu, Zn gibi ağır metaller belirli limitlerin üzerinde vücuda alındığında farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Cu, Wilson hastalığı, böbrek bozuklukları ve nörolojik bozukluklara; Zn ise gastrointestinal bozukluklara sebep olmaktadır. Bu ve buna benzer sağlık sorunlarına sebep olmasından dolayı dünyada ve ülkemizde bu ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır. (Oehlenschläger, 2000; Yazkan ve ark, 2002).

Balık etindeki minerallerin miktarı 1mg/100g (10 ppm)’ın üzerindedir. Ancak ortalama mineral değerlerini standardize ve tahmin etmek oldukça zordur. Çünkü bunlar tür, cinsiyet, biyolojik döngü, balık büyüklüğü gibi faktörler ile mevsim, yetiştikleri yer, beslenme durumu, suyun sıcaklığı ve tuzluluğu gibi ekolojik faktörlere bağlıdır (Perez–Martin, 1986).

Balık etindeki mineral madde içerikleri atomik absorbsiyon yöntemiyle kolaylıkla ölçülebilmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Taze ve işlenmiş ürünlerin biyokimyasal kompozisyonundaki değişimin bilinmesi bilinçli bir tüketim açısından oldukça önemlidir. İşleme tekniklerinin vitamin ve mineraller üzerinde önemli bir etki yarattığı bilinmektedir. Taze, yeni avlanmış balık tüketim aşamasına gelinceye kadar az veya çok miktarda vitamin kaybına uğramaktadır (Varlık ve ark., 2004).

Türkiye’de 80’li yıllardan itibaren kültür balıkçılığında önemli gelişmeler olmuştur. Yetiştiriciliği yapılan tatlı su ürünlerinin önemli bir kısmını 111.335 ton’la gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) oluşturmaktadır. Ülkemizde gökkuşağı alabalığının yetiştiriciliği daha çok Muğla, Aydın, Denizli, Kayseri, Elazığ, Şanlıurfa, Sivas ve Malatya bölgelerinde yapılmaktadır (TÜİK, 2012). Ülkemizde gökkuşağı alabalığı canlı, taze, soğutulmuş, dondurulmuş, bütün fileto ve tütsülenmiş şekilde değerlendirilmektedir (İzci ve ark, 2009).

1.1. Çalışılan Mineraller ve İnsan Sağlığına Etkileri

1.1.1. Çinko (Zn)

Beslenmedeki elzem minerallerden biri de çinkodur. DNA ve RNA sentezinde rol alan DNA polimeraz enzimleri için çinko gereklidir. Çinko hücresel bağışıklıkta da rol oynamaktadır. İmmün sistemini kuvvetlendirmekte olup, bağ dokunun yapılanmasında önemli bir göreve sahiptir. Çinko yetersizliğinde tat algılamada azalma, karanlığa uyumun azalması, sinir ve sindirim sistemi bozuklukları görülmektedir (Varlık ve ark., 2004). Balık beslemede suda ve yemlerin içinde az miktarda bulunması zorunludur (Çetinbaş, 2003).

1.1.2. Magnezyum (Mg)

Magnezyum vücutta hayati önemi olan minerallerden biridir. Vücutta farklı fonksiyonlara sahiptir. Protein sentezinde, hücre membranlarının stabilizasyonunda oldukça önemli görevlere sahiptir. Kemik mineralizasyonu ve kemik yapılanmasında görevli mineral maddedir. Magnezyumun vücuttaki işlevleri; vücut sıvılarındaki osmotik basıncın ve asit-baz dengesinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

Metabolizmada birçok enzimin çalışması için gereklidir (Varlık ve ark., 2004). Magnezyum eksikliği durumlarında aşırı duyarlılık, aşırı kemikleşme, endokardiumda ve büyük damarlarda kireçlenmeler görülür. Plazma da mg düzeyinin yükselmesi ise kas ve sinirlerin uyarılma yeteneğinde düşmeye neden olur. Serumda 5 mg'ın üstünde olması anestezi etkisi meydana getirir (Ası, 1995).

1.1.3. Sodyum (Na)

Organizmanın ortalama %0.2 'si sodyumdur. Vücut sıvılarının ozmotik basıncı ve asit-baz dengesi için gereklidir. Bu elementlerin iyonlarının vücut sıvılarındaki yoğunluklarının uygun şekilde olması, sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gereklidir. Sodyum yetersizliğinde kusma, zihni bulanıklılık, kas yorgunluğu, değişik ağrılar ve solunum yetersizliği görülür (Varlık ve ark., 2004).

1.1.4. Potasyum (K)

Potasyum iyonları toprak tarafından kolay absorbe olduğundan karada sodyum tuzları yağmur suları tarafından nehirler vasıtasıyla denizlere taşınırken, potasyum tuzları toprakta absorbe olmuş durumdadır. Denizlerde ise bunun tam tersidir. Potasyum yetersizliğinde glikojen deposunun azalması ile kas yorgunluğu, kalp atışında bozuma ve solunum yetersizliği ortaya çıkar. Potasyum fazlası ödeme yol açar (Varlık ve ark., 2004).

1.1.5. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum hayati önemi olan bir mineraldir. Kalsiyumun vücuttaki işlevi, kemik ve dişlerin gelişimi ve sağlığının korunmasıdır. Kandaki kalsiyum, kanın pıhtılaşması için önemli etkindir. Kalsiyum sinir iletimi ve kalp atımının denetimi için gereklidir. Kan kalsiyumunun düşmesi kalp spazmına ve tetaniye, yükselmesi kalp ve solunum yetmezliğine neden olur (Varlık ve ark., 2004).

1.1.6. Demir (Fe)

İnsan organizmasında özellikle kırmızı kan hücrelerinin yapısında bulunan hemoglobinin fonksiyonel parçası olması yönünden önemlidir (Ası, 1995). Demirin vücuttaki başlıca işlevi oksijenin taşınmasıdır. Demir eksikliğinde uyku bozukluğu, unutkanlık, konsantrasyon bozukluğu, dudaklarda renksizlik, mide ve bağırsak bozuklukları görülür (Varlık ve ark., 2004).

1.1.7. Mangan (Mn)

Mangan bağ dokusunun oluşumu, büyüme, lipid ve karbonhidrat metabolizmasında görevli enzimlerin yapısında bulunur. Kuru baklagiller, çay, ceviz, fındık, fıstık ve benzeri yiyecekler, tohumlar en iyi mangan kaynaklarıdır. Mangan eksikliğinde görülen en önemli rahatsızlık kemik anomalileridir (Varlık ve ark., 2004).

1.1.8. Bakır (Cu)

Bakır insan beslenmesinde elzem olan minerallerden biridir. Bakırın vücuttaki görevi, sitokrom C oksidaz, askorbat oksidaz, trosinaz gibi enzimlerin bileşiminde bulunur. Bu enzimlerin tepkimelerinde önemli rolleri vardır. Fazla alınan bakır vücut için toksiktir. Vücutta fazla bakır birikmesi "Wilson's hastalığı" olarak ortaya çıkar (Varlık ve ark., 2004).

1.2. İşleme Tekniklerinin Mineral İçerikleri Üzerine Etkileri

Araştırmalar sonucunda taze balıktaki mineral değerlerinin kurutma ve konserve yöntemleriyle azaldığı görülmektedir.

Fırında, güneşte ve taş fırında kurutulan balıklardaki mineral içeriklerinde (Na, Ca, K, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe, Pb) azalmalar meydana geldiği; en fazla mineral madde kaybının güneşte kurutulmuş balıklarda görüldüğü bildirilmiştir (Akinneye ve ark., 2010).

Gökoğlu ve ark (2004), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) besin kompozisyonu ve mineral madde içeriği üzerine pişirme yöntemlerinin etkisini araştırmıştır. Çiğ balıkta Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerini sırasıyla 455, 3060, 632, 409, 3378, 2.10, 9.68, 0.78 ve 0.33 mg/kg olarak tespit etmiştir. Çalışma sonunda pişirme yöntemlerinin balığın besin kompozisyonu ve mineral içeriğini etkilediğini bildirmiştir.

Taze dondurulmuş balıktaki Ca miktarı 2164 ppm'dir. Konserve ton balığında ise Ca miktarı 0.7mg/100g'dır. Taze ton balığında Mg değeri 55.35 mg/100g, yağda hazırlanmış ton balığı konserveinde ise Mg değeri 2.8 mg/100g'dır. Taze ton balığının Zn değeri 1.12 mg/100g, konserve balığın Zn değeri ise 0.77 mg olarak tespit edilmiştir (Varlık ve ark., 2004).

1.3. Çalışılan Vitaminler ve İnsan Sağlığına Etkileri

1.3.1. Tiamin (B₁)

Balık ürünleri et ürünleri ile kıyaslandığında B₁ vitaminini daha az miktarda içermektedir. B₁ vitamini kırmızı etli balıkların koyu renk kaslarında ayrıca diğer tür balıkların yumurta ve karaciğerlerinde bulunur. Tiamin yetersizliğinde iştah azalması, yorgunluk ve sindirim sistemi bozuklukları görülür. En belirgin hastalık beriberi olarak bilinen sinir sistemi bozukluğudur (Varlık ve ark., 2004).

1.3.2. Riboflavin (B₂ Vitamini, Laktoflavin)

Riboflavin, sarı-portakal renkli, suda kolay çözünen ışığa dayanıksız bir maddedir. Nötral ve asidik çözeltilerde ısıya dayanıklı, alkali çözeltide ısıya dayanıksızdır. Riboflavin en çok sütte, bira mayasında, ekmek mayasında, karaciğerde, ıspanakta, kuru fasulye, balık ve yumurtada bulunur (Lehninger, 1988).

Riboflavin yetersizliğinde, sinir sistemi bozuklukları, göz damarlarında genişleme, yanma, görme zorluğu, dudak, göz, burun kenarlarında yaralar görülür (Varlık ve ark., 2004).

1.3.3. B₃ Vitamini

Balık, yumurta, süt, peynir gibi gıdalarda bulunan B₃ vitamini, kan dolaşımının düzenlenmesini, sinir sisteminin çalışmasını ve sağlıklı bir deri oluşumunu sağlar. Eksikliğinde kolay yorulma, iştahsızlık, hazımsızlık görülür (Lehninger, 1988).

1.3.4. B₆ Vitamini (Piridoksin)

Piridoksin protein metabolizmasında bütün aminoasitlerin yıkımı, elzem olmayanların yapımı, bazı aminoasitlerin birbirine dönüşmesi için, lipid metabolizmasında bazı reaksiyonlar için gereklidir. Piridoksin yetersizliğinde lenfoid dokuda, antikor oluşumunda azalma ayrıca böbreklerde oksalat taşlarının oluştuğu görülmüştür (Varlık ve ark., 2004).

1.3.5. A vitamini

A vitamini hücrel bağışıklık, fagozit etkinliği, antikor oluşumu ve komplement etkinliklerinde rol oynadığından bağışıklık sisteminin yeterliliği için gereklidir. A vitamini en hayvansal yiyeceklerden en çok balık karaciğeri ve vücut yağı, süt ve süt yağı, yumurta sarısında bulunur (Varlık ve ark., 2004).

A vitamini eksikliğinde muhtelif mukozalarda ve cilt epitelinde bozukluklar meydana gelir. Epitel hücreleri çekirdeklerini kaybederek keratinize olurlar. Aynı

zamanda epitelin enfeksiyonlarına karşı direnci azalır. Örneğin A vitamini eksikliğinde gözde kornea kuruması görülür. Sonraki aşamada kornea yumuşar. A vitamini yetersizse niktalopia (gece körlüğü) ortaya çıkar. Bunlardan başka A vitamini eksikliğinde mukoza yapısında bozukluklar, solunum, cilt ve ürogenital yollarda sertleşme, diş oluşumunda bozukluklar ve sinirsel dejenerasyon görülür (Tekman, 1981).

1.3.6. C vitamini

Turunçgiller, balık, lahana ve domateste bulunan C vitamini kollagen üretir, sinir sistemi ve bağışıklık sistemi fonksiyonlarına destek olur. Soğuk algınlığına iyi gelir. Eksikliğinde diş eti kanamaları ve çürümeler görülür, enfeksiyonlara karşı direnç zayıflar (Tekman, 1981).

1.4. İşleme Tekniklerinin Vitamin İçerikleri Üzerine Etkileri

Tüm vitaminler az veya çok stabil olmakla beraber vitamin içeriklerinde ısı, ışık, oksijen ve balık eti içerik maddeleriyle reaksiyonlar sonucunda değişimler meydana gelmektedir. Oksidasyon özellikle A ve C vitaminleri için tehlikelidir. Balığa uygulanan her işlem basamağında ayrı bir vitamin kaybı söz konusu olabilir. Isıtma veya kızartma sırasında bir miktar su dışarıya çıktığı için ürün daha konsantre hale gelmektedir. Dolayısıyla çiğ materyale nazaran daha fazla oranlarda besin elementlerini içermektedir. Bu durum vitamin miktarı için tersine işlemektedir. Zira ısı işlemiyle birçok vitamin tahrip olmaktadır.

Konserve balıklarda suda çözünen vitaminlerin yaklaşık %35'i balığın içinde bulunduğu su veya sos ile kaybolur. Benzer durum yağ içinde saklanan konserve balıklarda yağda eriyen vitaminler için söz konusudur. Bunun yanı sıra, balıklara uygulanan tuzlama işlemi sırasında meydana gelen vitamin kaybı %4.5-15.2 kadardır. Buna karşın sert tuzlanmış balıklarda büyük miktarda vitamin kaybı söz konusudur. Konvansiyonel kurutma sırasında balıkta suda çözünen vitaminlerdeki kayıp % 10'dan daha azdır. Kurutmada hava akımı kullanılıyorsa ısıya hassas vitaminlerin miktarlarında azalmalar görülmektedir

Çeşitli araştırmalarda ısıya en dayanıklı vitamin olarak riboflavin ve en duyarlı vitamin olarak da tiamin bulunmuştur. Ürünlerin suda haşlanması sırasındaki vitamin kaybı, kızartılmaya nazaran daha yüksektir. Suda pişirme işlemi sırasında suyun az veya fazla oluşu da vitamin kaybı bakımından önem taşımaktadır. Suda pişirilmiş ürünlerin,

ürün ve suyunda yapılan vitamin tayinlerinde en az kayıp tiaminde bulunmuştur. En çok vitamin kaybı balık konservelerinde olmaktadır. Isıya stabil olmayan, oksidasyona hassas B₁ vitamini konserve üretimi sırasında kolaylıkla yıkımlanmakta ve %70'e varan kayıplar meydana gelmektedir. Haşlama işlemine tabi tutulan balıklarda %15-50 B₁ vitamini kaybı meydana gelir. Diğer B vitaminlerine göre B₂, B₁₂ ve niasin vitaminlerinin konserve üretimi sırasında daha stabil kaldığı gözlenmiştir. Isıya stabil B₂ vitamininde kayıp pişirme suyunda ve yıkama suyunda olmaktadır. B₂ vitamini ışığa karşı çok hassas olduğundan kurutma ve tuzlama işlemlerinde büyük kayıplar olmaktadır. Somon, uskumru ve kılıç balıklarından üretilen konserve balıklarda meydana gelen A vitamini kaybı %10'dan azdır (Varlık ve ark., 2004).

Bizim çalışmamızda gökkuşağı alabalığında konserve ve kurutma işlemleri yapılarak; bu ürünlerdeki vitamin ve mineral içerikleri araştırılacak ve bunun sonucunda işlenmiş balıklardaki vitamin ve mineral içeriğindeki değişimler tespit edilecektir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Voegborla ve ark. (2007), tarafından yapılan bir çalışmada Libya sahillerinden yakalanıp konservelenen ton balıklarından alınan örneklerdeki civa, kadmiyum ve kurşun düzeyleri incelenmiştir. Sonuçta civa, kadmiyum ve kurşun düzeylerinin FAO/WHO 1972' ye göre kabul edilebilir düzeylerde olduğu ve insan sağlığını tehdit eder boyutta olmadığı belirtilmiştir.

Tarley ve ark. (2000), Brezilya piyasasından temin edilen 7 farklı firmaya ait sardalya konservelerinde ağır metal derişimlerini incelemişlerdir. İçerik bakımından bakıldığında domates sosunun kullanıldığı örneklerde Fe ve Zn değerlerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Analiz için örnek alınan 7 firmadan birisine ait ürünlerde, araştırılan tüm metal içeriği açısından diğer firma örneklerine oranla sonuçların yüksek bulunduğu hatta Pb değerlerinin WHO' ya göre izin verilen sınırların üstünde olduğu belirtilmiştir.

Dias ve ark. (2003) Portekiz'de tüketilen bazı balık ürünlerinin vitamin içeriklerini incelemiştir. Kolyoz balığının vitamin A, vitamin E, vitamin D, vit. B₁, vit. B₂, vit. B₆, Niacine ve vit B₁₂ içeriklerini sırasıyla 28, 1.3, 2.4, 0.13, 0.23, 1.0, 9.0 ve 14 mcg olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yağ içinde konserve edilmiş olan kolyozdaki vitamin E, vitamin D, vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₆ ve niacin içeriklerini sırasıyla 1.9, <0.70, 0.04, 0.20, 0.26, 5.8 mcg olarak tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar sardalyalardaki vitamin A, vitamin E, vitamin D, vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₆, Niacine ve vitamin B₁₂ içeriklerini sırasıyla 22, 0.66, 21, <0.02, 0.08, 0.57, 4.4 ve 10 mcg bulmuşlardır. Yağ içinde konserve edilmiş sardalyalarda bu vitaminler B₁₂ hariç sırasıyla 9.0, 1.5, 8.8, <0.02, 0.04, 0.10, 6.0, 21 mcg bulunmuş; su içinde konserve edilmiş balıklarda ise vitamin A, vitamin E, vitamin D, vitamin B₁, vitamin B₂ ve vitamin B₆ içerikleri sırasıyla 8.6, 2, 9.8, <0.02, 0.04 ve 0.19 mcg olarak tespit edilmiştir.

Gökoğlu ve ark (2004), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) besin kompozisyonu ve mineral madde içeriği üzerine pişirme yöntemlerinin etkisini araştırmıştır. Çiğ balıkta Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerini sırasıyla 455, 3060, 632, 409, 3378, 2.10, 9.68, 0.78 ve 0.33 mg/kg olarak tespit etmiştir. Çalışma

sonunda pişirme yöntemlerinin balığın besin kompozisyonu ve mineral içeriğini etkilediğini bildirmiştir.

Burger ve Gochfeld (2004), Amerika Birleşik Devletlerinde piyasadan alınan ton balığı konserveleriyle yapılan çalışmada civa içeriğini araştırmışlardır. Yağsız ton balığı konservesinin tüketimi ile vücuda alınan civa miktarının; diğer ton balığı konservelerinin tüketimi sonucunda alınan civa miktarına göre daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, mezzit konserveleri ile karşılaştırıldığında bu konservelerin daha fazla oranda civa içerdiğini belirtmişlerdir.

Khansari ve ark. (2004) konserve yapılmış tuna balığında 5 farklı ağır metal içeriğini araştırmışlardır. Metal içerikleri yaş ağırlık cinsinden hesaplanmıştır. Hg miktarı ortalama $0.12 \mu\text{g g}^{-1}$, As miktarı $0.13 \mu\text{g g}^{-1}$, Cd miktarı $0.02 \mu\text{g g}^{-1}$ ve Pb miktarı ise $0.04 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

Nwaoguikpe ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada Nijeryadaki marketlerden alınan kurutulmuş tilapia ve kurutulmuş karideslerde kan plazmasındaki laktazdehidrojenaz etkinliği incelenmiştir.

Ikem ve Egiebor (2005) tarafından, Georgia ve Alabama (Amerika Birleşik Devletleri) piyasasından alınan 104 adet sardalya, uskumru, ton, ringa, somon balığı konserveleriyle yapılan bir çalışmada balık örneklerinde 13 iz elemente bakılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen değerlerin Amerikan ulusal mevzuatında belirlenen sınırların altında kaldığı ve bu ürünlerin tüketiminin insan sağlığı açısından bir risk taşımadığı bildirilmiştir.

Çelik ve Oehlenschläger (2007) tarafından ülkemiz piyasasında satılan hamsi balıklarında ağır metal değerleri araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, dondurulmuş hamsi balığı ürünlerinden elde edilen ortalama değerler; Cd $494.2 \mu\text{g/kg}$, Pb $314.2 \mu\text{g/kg}$, Zn 566 mg/kg ve Cu 45.7 mg/kg olarak bulunmuştur. Konserve hamsi filetolarında ise ortalama değerler Cd $25.1 \mu\text{g/kg}$, Zn 33.8 mg/kg , Cu 7.1 mg/kg ve Pb $76.1 \mu\text{g/kg}$ olarak bulunmuştur. Bu araştırma sonucunda elde edilen değerlerin belirtilen yasal limitlerin üzerinde olduğu belirtilmiş ve daha sıkı bir izleme programının yürütülmesi gerektiği belirtilmiştir.

Diler ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada açık havada doğal ve fırında kontrollü şartlarda kurutma işleminden sonra 4°C'de 60 gün süreyle muhafaza edilen kurutulmuş sudak balığı filetolarının mikrobiyolojik, kimyasal ve organoleptik özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak sudak balığı kurutulmasında yüksek sıcaklık ve hava akım hızı kullanımının, başlıca duyuşsal nitelikler ve kurutma süresi bakımından, doğal şartlarda kurutmaya alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Marimuthu ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada farklı pişirme yöntemlerinin çizgili yılanbaş balığının besin kompozisyonu ve mineral içeriği üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn içerikleri değişmezken Cu içerikleri artmış, P içerikleri azalmıştır.

Severi ve ark. (2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada gıdaların besin içeriği üzerine pişirme ve saklama yöntemlerinin etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda en fazla vitamin kaybının kaynatma ve fırında pişirme yöntemlerinde olduğu görülmüştür.

Başka bir çalışmada ise konserve edilmiş sardalya örneklerinde çinko, kadmiyum, kurşun ve demir içeriği araştırılmış ve kurşun içeriği dışında bütün değerler Food Act (1983) ve Food Regulating (1996)'ya göre tüketilebilir seviyede bulunmuştur. Kurşun içeriği izin verilen seviyeden daha yüksek olduğu için bu çalışmada analiz edilen tüm örnekler tüketim için güvensiz bulunmuştur (Abdurrahman, 2009).

Chukwu (2009), Farklı kurutma yöntemlerinin Tilapia'nın besin içeriğine etkisini incelemiştir. C vitamini içeriği elektrikli fırınla kurutma yönteminde azalırken taş fırında kurutma yönteminde artmış, A vitamini ve potasyum içerikleri ise her iki yöntemde artmıştır.

Akinneye ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada fırında, güneşte ve taş fırında kurutulan 3 farklı balık türünün mineral içerikleri (Na, Ca, K, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe, Pb) incelenmiştir. Çalışma sonucunda 3 balık türünde de mineral kayıpları meydana gelmiştir. En fazla kayıp güneşte kurutulmuş balıklarda tespit edilmiştir.

Konserve ton balığı işleme aşamalarının kurşun ve kadmiyum içeriklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada araştırmacılar sarıkanat (*Thunnus albacares*) ve çizgili orkinos (*Katsuwonus pelamis*) balıklarında sırasıyla 0.154-0.441 ve 0.029-0.084

ile 0.072-0.218 ve 0.016-0.062 µg/g kurşun ve kadmiyuma rastlamışlardır. Araştırmacılar ayrıca pişirme ve otoklav kullanılarak sterilizasyonun kurşun ve kadmiyum içeriklerini azaltabileceği sonucuna varmışlardır (Ganjavi ve ark, 2010).

İran'da yapılan başka bir çalışmada konserve ton balığı örneklerinde histamin ve 6 farklı ağır metal tespit edilmiştir. Numunelerin histamin içeriği 4-236 mg/kg, ağır metal içerikleri ise kurşun 0.017-0.51 µg/g, kadmiyum 0.00-0.07 µg/g, kalay 0.02-13.11 µg/g, bakır 0.17-8.00 µg/g, çinko 0.124-27.001 µg/g ve demir 0.009-14.207 µg/g olarak bulunmuştur (Zarei ve ark, 2010).

Van'daki marketlerden toplanan balık konserveleriyle yapılan bir çalışmada konserveler histamin ve pH yönünden incelenmiştir. 12 adet ton balığı, 9 uskumru, 7 sardunya olmak üzere toplam 28 örnek incelenmiştir. Histamin tayininde spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. İncelenen tüm örneklerde histamin tespit edilmiştir. Belirlenen histamin içeriği maksimum 78.33, minimum 19.34 ve ortalama 27.05 olarak belirlenmiştir. pH değerleri ise maksimum 6.48, minimum 5.12 ve ortalama 5.85 olarak belirlenmiştir. Belirlenen histamin düzeyleri toksik düzey olarak kabul edilen 50 mg/100g'dan daha düşük bulunmuştur. Konserveler arasındaki farklılıklar histamin ve pH için istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$) bulunmuştur (Duyar ve Ekici, 2011).

Amerika'da 9 farklı firmaya ait 46 adet konserve ton balığıyla yapılan bir çalışmada araştırmacılar konservelerin ağır metal içeriğini araştırmışlardır. Araştırmacılar ağır metal içeriklerini Pb: 0.06-0.17, Zn: 0.01-0.37, Hg: 0.09-0.41, Mn: 0.001-0.057 ve Fe: 0.990-32.607 olarak bulmuşlardır (Boadi ve ark, 2011).

Akomeah ve ark. (2012), Accra'daki marketlerden topladıkları tuna konservelerinde ağır metal içeriğini araştırmışlardır. Sn, Cd, Pb ve Hg konsantrasyonlarını sırasıyla 10.03 mg/kg, 0.11 mg/kg, 0.20 mg/kg ve 0.04 mg/kg bulmuşlardır. Sn ve Hg değerleri kabul edilebilir sınırların altında iken; Pb ve Cd değerleri bazı örneklerde bu limitlerin üstünde bulunmuştur.

Slovakya'da yapılan başka bir çalışmada 19 adet konserve edilmiş çaça, sardalya, tuna ve uskumru balığında Cd, Pb, Hg ve Cu miktarlarını belirlemek için analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda Cd ve Pb dışında ağır metal

içeriklerinin Avrupa komisyonu'na göre herhangi bir sağlık riski oluşturmayacak düzeyde olduğu belirlenmiştir (Arvay ve ark, 2014).

Bassey ve ark. (2014), işleme yöntemlerinin nijerya'da yaşayan 3 farklı balık türünün ağır metal içeriklerine etkisini incelemiştir. Haşlama ve kızartma yöntemleri uygulanmış ve bu yöntemler sonucunda Fe, Cr ve Pb artmıştır.

Sarjubala ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada pişirme yöntemleri uygulanmış balıkta mineral madde değişimlerini incelemiştir. Cu, Cr, Mn ve Ni içeriği tüm pişirme yöntemlerinde artmıştır.

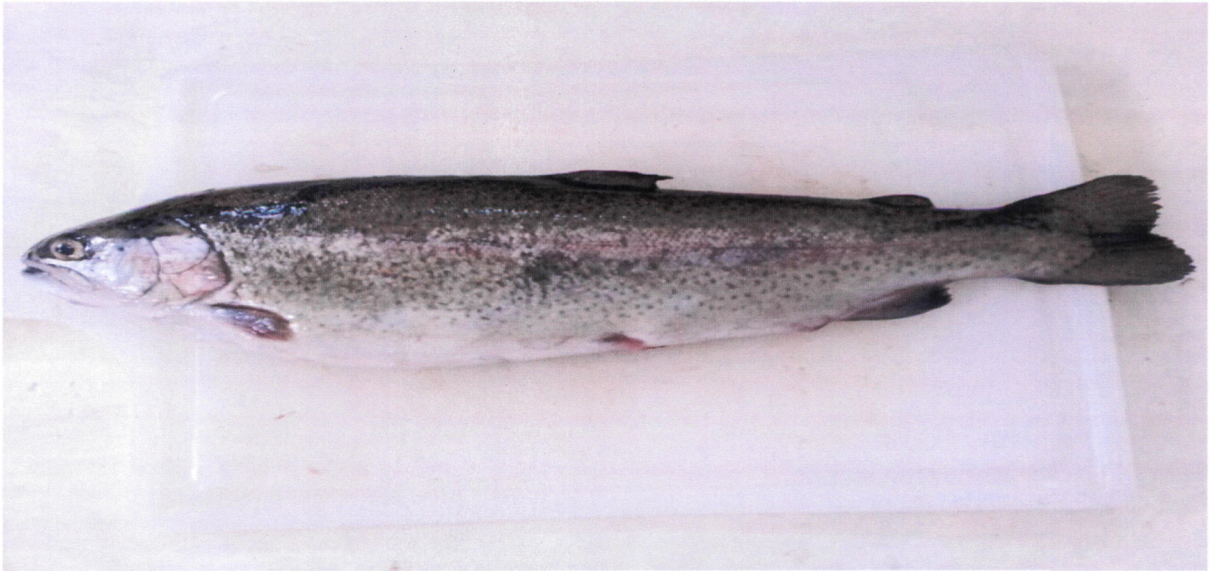
Başka bir çalışmada haşlama yönteminin midyelerin ağır metal içeriğine etkisi araştırılmıştır. Haşlama işlemi sonucunda midye örneklerinde proteinlere ve yağlara abğlı olarak bulunan ağır metallerin suya geçmesiyle metal kaybının olduğu görülmüştür. En fazla kayıp Fe ve Ni'de en az kayıp ise Mn'da olmuştur (Tosyalı, 2005).

Skonberg ve Perkins (2002), yengecin mineral içeriğinin haşlama yöntemiyle değişimini incelemiştir. Pişmiş örneklerdeki Fe ve Al içeriğini yüksek bulmuşlardır. Fe ve Al içeriklerinin yüksek olmasının sebebinin pişirme süresince kullanılan malzemelerden kontamine olabileceğini düşünmüşlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yanal çizgisi pembe, diğer vücut kısımları ise yeşil ve mavi olan fuziform şekilli bir tatlı su balığıdır. Yüzgeçler ve (Ventral yüzgeçleri hariç) vücut küçük siyah lekelerle kaplıdır. Gökkuşığı alabalığı omurgasızlar, küçük balıklar ve balık yumurtalarıyla beslenmektedir. Boyları 1.5 metre, ağırlıkları ise 17 kg'a ulaşabilmektedir. Gökkuşığı alabalığının büyüme oranı, sıcaklığa ve beslenmeye bağlıdır. Gökkuşığı alabalıklarında olgunluk yaşı, dişilerde 2 erkeklerde ise 1'dir (Skelton, 2001).



Şekil 3.1. *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792 (Gökkuşığı Alabalığı) (Orijinal)

3.1.1. Materyalin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan gökkuşığı alabalıkları Nisan 2014'de dörtyol balık pazarından temin edilmiştir. Ortalama ağırlıkları 376 ± 19 gr ve ortalama boyları 31 ± 1.25 cm olan balıklardan 15 kg temin edilmiştir. Aynı gün aralarına buz kalıpları yerleştirilerek buz kutusunda MKÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi İşleme laboratuvarına getirilmiştir. Balıklar bidistile su ile yıkandıktan sonra 0.1 gr hassasiyetindeki Sartorius GE 2101 marka terazi ile ağırlıkları, cetvel ile de boyları ölçülmüştür. Herhangi bir metal bulaşmasını engellemek için balıklar plastik kaplara konulmuş ve bidistile su ile

yıkanmıştır. Daha sonra balıkların baş kısımları kesilmiş ve iç organları temizlenmiştir. Fileto haline getirilen balıklarda konserve ve kurutma işlemi yapılmıştır.



Şekil 3.2. Gökkuşığı Alabalığı Filetoları

3.2. Yöntem

3.2.1. Konserve Üretimi

Konserve yapım işlemi Öksüz (2006)'ya göre gerçekleştirilmiştir. Konserve işlemi uygulanacak olan balıklar laboratuvara getirildikten sonra balıkların öncelikle baş kısımları kesilmiş ve iç organları çıkartılmıştır. Baş ve iç organları temizlendikten sonra balıklar bidistile su ile yıkanmıştır. Ortalama ağırlıkları 70 gr olan balık filetoları temizlendikten sonra 100°C sıcaklıkta %5'lik tuzlu su solüsyonunda 15 dakika bekletilmiştir. Daha sonra balıklar 280 gr'lık cam kavanozlara 238 gr et, 40 ml su olacak şekilde yerleştirilmiştir. Sıcak dolum işleminden sonra dolu ve ağızları gevşek olarak kapatılmış olan kavanozlar 10-15 dakika su banyosunda tutularak kavanoz içindeki hava çıkarılmış ve egzost işlemi tamamlanmıştır. Egzost işleminden sonra cam kavanozların ağızları hızlı ve hermetikli olarak kapatılmış ve kutular yıkanmıştır. Daha sonra kavanozlar 115° C de 55 dakika tutularak ısıl işlem uygulanmıştır. Kavanozlar soğuk bir ortamda bekletilerek soğumaları sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Balıkların konservelere yerleştirilmesi

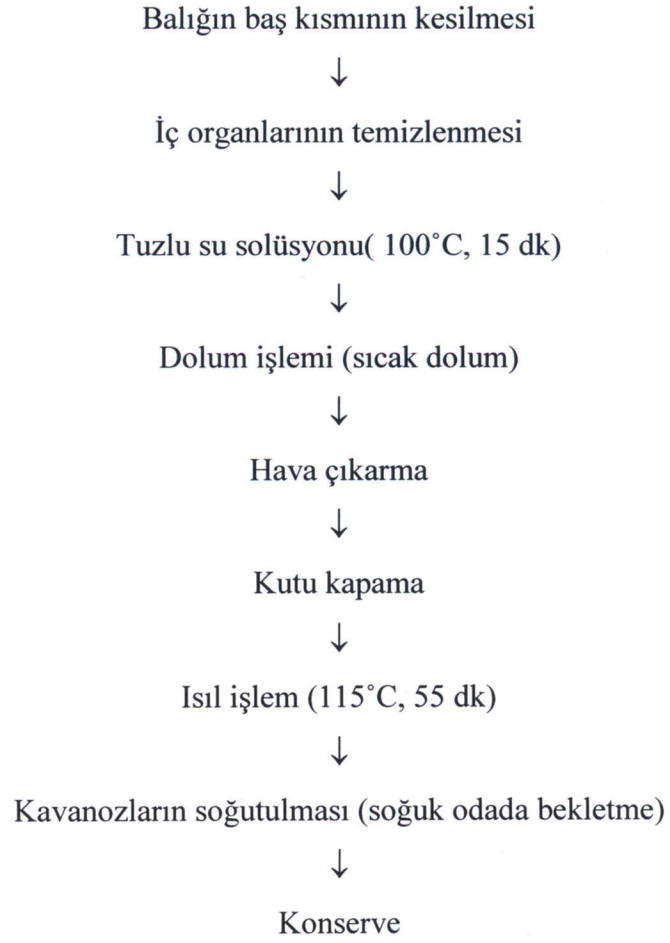


Şekil 3.4. Konservelerde egzost işlemi



Şekil 3.5. Konserve Balık

3.2.1.1. Konserve Yapım Aşamaları:



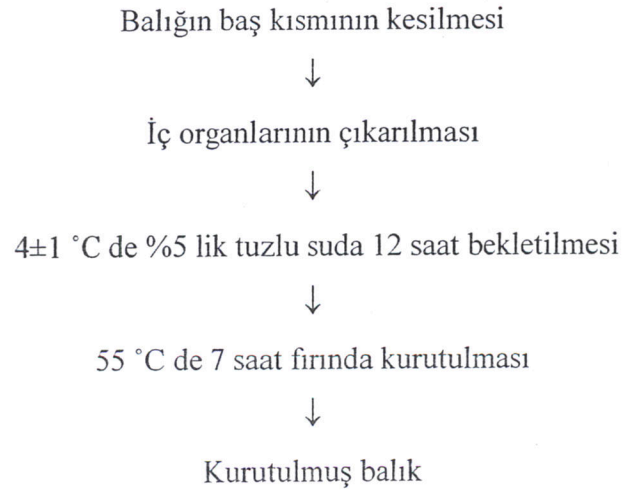
Şekil 3.6. Alabalıktan konserve üretim aşamaları (Öksüz, 2006)

3.2.2. Kurutulmuş Balık Üretimi

Kurutma işlemi uygulanacak balıkların baş kısmı kesilip, iç organları çıkarılmıştır. Ortalama ağırlıkları 70 gr olan balık filetoları $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ de %5'lik tuzlu su solüsyonunda 12 saat tuzlamaya tabi tutulmuştur. Daha sonra balıklar tuzlu su solüsyonundan alınarak fazla suları sızdırılmış ve balıklarda % 60 ağırlık kaybı oluncaya kadar 55°C de 7 saat elektrikli fırında 1.20 m/sn hava akımında kurutulmuştur (Diler ve ark, 2008).

Aynı yöntemle balıklar tuz kullanılmadan da kurutulmuştur Bu yöntemde balıkların baş kısımları kesilip iç organları çıkarılmıştır. Ortalama ağırlıkları 70 gr olan balık filetoları 55°C de 8 saat fırında kurutulmuştur.

3.2.2.1. Tuzlu Kurutma İşlemi



Şekil 3.7. Alabalık kurutma işlem aşamaları (Diler ve ark, 2008).

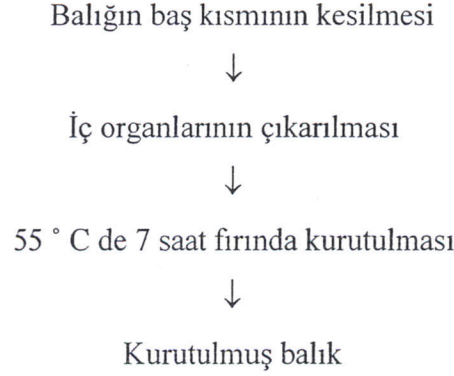


Şekil 3.8. Tuzlu Su Solüsyonunda Balık Filetosu



Şekil 3.9. Kurutulmuş Balık

3.2.2.2. Kurutma İşlemi



Şekil 3.10. Alabalık kurutma işlem aşamaları (Diler ve ark, 2008).

3.3. Mineral Madde Analizleri

Örneklerin analize hazırlanma İşlemleri Mustafa Kemal Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi İşleme laboratuvarında yapılırken; makro ve mikro elementlerin tayini mikrodalga ile kapalı sistem yaş yakma yöntemiyle yapılmıştır. Okumalar ICP-AES cihazı kullanılarak MKÜFAM (Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi)'da yapılmıştır.

3.3.1. Mikrodalga İle Kapalı Sistem Yaş Yakma Yöntemi

Mikrodalga, enerji spektrumunda Kızılötesi Işıma (IR) ile radyo dalgalarının arasında kalan bölgedir. Mikrodalga ısıtma mekanizması hedef kütledeki bütün molekülleri aynı anda etkileyerek klasik tekniklerin konveksiyon ısıtmasına göre çok daha kısa sürede işlemi tamamlamaktadır. Çünkü klasik ısıtma teknikleri bir kütleyi dıştan içe doğru tabaka ısıtırken, mikrodalga yöntemi bir kütlenin her yerini aynı anda ısıtmaktadır. Mikrodalga ısınması dıştan olduğu gibi içten de olduğu için enerji; moleküler çarpışmadan ziyade polarizasyon yolu ile transfer olur. İç ısınma numuneyi mekanik olarak uyarır ve numunenin dış tabakalarını bozar, böylece asit ile numune arasında daha iyi bir temas sağlanır. Mikrodalga ile çözünürleştirmenin zamandan tasarruf, tekrarlanabilirlik, minimum enerji ve kimyasal madde sarfıyatı, uçucu bileşiklerin ortamda tutulması ve çevresel kirlenmelere neden olmaması gibi avantajları bulunmaktadır (Karadede, 1997; Köse, 2007).



Şekil 3.11. MARS5 Mikrodalga Kapalı Sistem Yaş Yakma (Orjinal)

Yaptığımız çalışmada; 0.0001 gr hassasiyetli AND GR-200 marka dijital terazi ile balık örneklerinden yaklaşık 0.5 gr tartılarak, MARS5 (Microwave Accelerated Reaction System) mikrodalga vessel hücrelerine (vessel hücreleri 100 ml civarında 1.4 MPa, 200 psi basınca dayanıklı) konmuştur. Her bir tüpün içerisine 8 ml nitrik asit eklenmiş ve mikrodalga fırınına yerleştirilmiştir. Örnekler belirli zaman, güç ve sıcaklık aralıklarında çözündürülmüştür. Çözündürme programı Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yakma Programı

Step	Time	Power	Temp
1	15 dk	400 w	180°
2	15 dk	400 w	180°
Soğutma süresi 5 dk			

Soğutma bittikten sonra basıncı alınan vessel hücrelerindeki çözünmüş numuneler Whatman No: 42 filtre kağıdı ile süzülerek 50 ml’lik falcon tüplerine alınıp, bidistile su ile 25 ml’ye tamamlanmış ve ölçüme hazır hale getirilmiştir. Aynı yöntemle bir de kör hazırlanmıştır.



Şekil 3.12. Örneklerin mineral analizine hazırlanması

3.3.2. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES) ile Element Analizi

İndüktif eşleşmiş plazma spektroskopisinin temel prensibi (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy-ICP) yüksek derişimde katyon ve buna eşdeğer derişimde elektron içeren, elektriksel olarak iletken bir gaz ortamı olan plazmada, atomlar ve iyonların uyarılması ile yaydıkları emisyonun ölçülmesidir (Toscalı ve Eren, 2004).

ICP, düşük (ppm, ppb) derişimdeki elementlerin ölçüldüğü analitik bir tekniktir (Ada,2004; Köse, 2007). Plazma görüntüsü alev gibidir ve bir yanma olayı yoktur (Toscalı ve Eren, 2004). Kolay iyonlaştırabilmesi ve inert olması nedeniyle, ICP tekniğinde plazma argon gazı (Ada, 2004; Köse, 2007) ile genellikle 27 veya 40 MHz'lik güçlü bir radyofrekans alanının eşleştirilmesi ile elde edilir (Toscalı ve Eren, 2004). Emisyon analizinde sık sık kullanılan argon plazmada, numuneden gelen bazı katyonlar az miktarda bulunsa bile, argon iyonları ve elektronlar başlıca iletken türlerdir(Ada, 2004; Köse, 2007). Örnek genellikle sıvı fazda, aerosol şeklinde yüksek sıcaklıktaki plazmaya gönderilir. Aerosol tanecikleri plazmada sırasıyla kurur, parçalanır, atomlaşır, iyonlaşır ve oluşan atom ve iyonlar uyarılır. Analit elementin atomik ve iyonik çizgileri bir spektrometre ve uygun bir bilgisayarla değerlendirilerek analiz edilir (Toscalı ve Eren, 2004).

Yaptığımız çalışmada inceleyeceğimiz balıklardan hazırlanan çözeltilerin element analizleri Varian Liberty Series-2 marka ICP-AES ile ppm yaş ağırlık olarak ölçülmüştür. Analiz edilecek elementlerin (Na, Cu, Zn, Mn, Ca, Fe, Mg, K) önce standart aralığı belirlenmiştir. Multi element (Merck) stok çözeltisinden derişimi 0.25, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 40 ppm'lik standartlar hazırlanarak cihaz kalibre edilmiştir. ICP cihazına çözelti halinde verilen örnekler bu cihazda gaz fazına geçer ve bir süre sonra da rezonans ışınları yayarlar. Oluşan ışınlar tespit edilerek ölçüm gerçekleştirilir. Analizler sırasında okunan her 100 örnekten sonra tekrar kalibrasyon ayarı yapılmıştır. Numunelerden hazırlanmış olan çözeltiler ICP-AES de Çizelge 3.2' de verilen dalga boylarında okutulmuştur.

Çizelge 3.2. ICP-AES' de Ağır Metallerin Okunduğu Dalga Boyları

Metaller	Fe	Zn	Mg	Cu	Mn	Ca	Na	K
Dalga Boyu (nm)	259.940	213.857	285.213	324.754	403.076	393.366	588.995	766.491

Yapılan ölçümler sonucunda örneklerin içerdği metal miktarlarına ait değerler aşağıdaki formül yardımı ile ppm (mg/kg) olarak yaş ağırlık üzerinden hesaplanmıştır.

$$\text{Metal konsantrasyonu (mg/kg)} = \frac{(\text{Sonuç} - \text{Blank}) \times \text{Seyreltme Oranı}}{\text{Örnek miktarı}} \quad (3.1)$$

ICP okuma sonuçlarının yöntem ve cihaz açısından doğruluğu ve kontrolü Standart Referans Madde (DORM-3, Fish Protein Certificied Reference Material For Trace Metals) kullanılarak yapılmıştır ve geri alım yüzdesi hesaplanmıştır. Referans Madde (DORM-3) Sonuçları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Referans Madde (DORM-3) Sonuçları

Metaller (mg/kg)	Sertifika Değerleri	Okunan Değerler (mg/kg)	Geri Alım Oranı (%)
Fe	347±20	370±1.521	106.6
Zn	51.3±3.1	50.396±0.457	98.23
Cu	15.5±0.63	15±1.204	96.7
Mn	4.6	4.2	91.30

3.4. Vitamin Analizleri

3.4.1. Suda Çözünen Vitaminler

B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), B₃ (pyridoxine), B₆ ve C vitamini araştırmada tespit edilen vitaminlerdir. Vitamin B₁, B₂, B₃, B₆ ve C Finglas & Foulks (1984) ve Kamman ve ark. (1980)'na göre high pressure liquid chromatography (HPLC) metoduyla analiz edilmiştir.

3.4.2. Yağda Çözünen Vitaminler

Yağda çözünen vitaminlerden A vitamini tespit edilmiştir. Vitaminler Manz & Philip (1981)'e göre high pressure liquid chromatography (HPLC) yöntemiyle tespit edilmiştir. Vitamin analizleri MKÜFAM (Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi)'da yapılmıştır.

3.4.3. HPLC Yöntemi ile Vitamin Analizi

HPLC analitik ayırma teknikleri amacı ile kullanılan en yaygın cihazdır. Yaygın kullanılma sebepleri duyarlılığı, kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir olması, uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca bozunabilen bileşiklerin ayrılmasına uygunluğudur. En önemlisi ise sanayinin birçok bilim dalının ve toplumun birinci derecede ilgilendiği maddelere geniş bir şekilde uygulanabilirliğidir. Bu tip bileşiklere örnek olarak amino asitler, proteinler, nükleik asitler, karbonhidratlar, ilaçlar ve pestisitler verilebilir. HPLC ünitesi: Degasser, pompa, autosampler, kolon ve dedektör olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi kısaca HPLC olarak adlandırılır. Yüksek performans; yüksek çözünürlüğü (ayırımı) ifade eder. Mobil fazın yüksek basınçla ilerlemesi sağlandığı için de Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi olarak da adlandırılır (Anonim, 2009).

Yaptığımız çalışmada; balık örneklerinden 20 µl alınarak cihaza konulmuştur. B₁ vitamini 254 nm'de 3 dakika, B₂ vitamini 280 nm'de 24 dakika, B₃ vitamini 210 nm'de 7 dakika, B₆ vitamini 280 nm'de 9 dakika, A vitamini 325 nm'de 4 dakika ve C vitamini 254 nm'de 5 dakika süreyle tutulmuştur. HPLC'de Vitaminlerin okunduğu dalga boyları Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. HPLC'de Vitaminlerin Okunduğu Dalga Boyları

Vitaminler	B ₁	B ₂	B ₃	B ₆	A	C
Dalga Boyu (nm)	254	280	210	280	325	254

3.5. İstatistiksel Analizler

Balık örneklerinin mineral madde ve vitamin değişimleri tek yönlü varyans analizi ile (One-Way Analysis of Variance ANOVA) incelenmiş olup, farklılıkların istatistiksel olarak önemliliğini belirlemek için Post-Hoc Testlerinden Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bütün istatistiksel analizler SPSS 17.0 paket programıyla yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Gökkuşığı Alabalığı örneklerinin mineral ve vitamin içeriklerinin uygulanan yöntemle göre değişimi aşağıdaki çizelgelerde belirtilmiştir.

4.1. Mineral Madde İçeriğinin Uygulanan Yönteme Göre Değişimi (mg/kg, yaş ağırlık)

Çiğ ve işlenmiş Gökkuşığı Alabalığı'nın mineral madde içerikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiğ ve İşlenmiş Gökkuşığı Alabalığı'nın Mineral Madde İçerikleri (mg/kg yaş ağırlık)

Mineraller	Çiğ Balık	Kurutma	Tuzlu Kurutma	Konserve
Fe	7.74±0.06 ^{bc}	6.74±1.15 ^b	3.65±0.27 ^a	9.13±0.91 ^c
Zn	9.37±2.33 ^c	7.24±1.76 ^{bc}	2.27 ±0.18 ^a	4.56±0.36 ^{ab}
Mg	197.07±4.50 ^b	313.56 ±7.03 ^c	139.41±2.25 ^a	142.61±5.31 ^a
Cu	1.47±0.05 ^b	0.49±0.00 ^a	2.23 ±0.05 ^c	2.80±0.04 ^d
Mn	0.45±0.06 ^b	0.49±0.00 ^b	0.53±0.01 ^b	0.15±0.05 ^a
Ca	598.97±32.60 ^b	887.58±105.41 ^c	919.71±54.65 ^c	292.35±22.99 ^a
Na	839.28±70.20 ^a	480.78±25.50 ^a	14058.10±1028.89 ^c	9483.31±507.08 ^b
K	2369.31±32.73 ^a	8344.85±946.47 ^c	3364.14±62.89 ^b	2060.64±19.85 ^a

a, b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup ($p<0.05$), her sütun için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0.05$).

Çalışmamızda çiğ materyale ait Fe içeriği 7.74±0.06 mg/kg, Zn 9.37±2.33 mg/kg, Mg 197.07±4.50 mg/kg, Cu 1.47±0.05 mg/kg, Mn 0.45±0.06 mg/kg, Ca 598.97±32.60 mg/kg, Na 839.28±70.20 mg/kg ve K 2369.31±32.73 mg/kg bulunmuştur.

Gökoğlu ve ark (2004), gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerini sırasıyla 455, 3060, 632, 409, 3378, 2.10, 9.68, 0.78 ve 0.33 mg/kg olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızdaki Na, Fe ve Cu içerikleri bu çalışmaya göre yüksek, K, Mg, Zn ve Mn içerikleri ise düşük bulunmuştur.

İlhak ve ark. (2012)'nin çalışmasında gökkuşığı alabalığı'nda Cu 0.49±0.19 mg/kg, Zn 6.39±1.56 mg/kg ve Fe 3.10±0.83 mg/kg olarak bulunmuştur. Bizim

çalışmamızdaki çiğ balığa ait Cu, Zn ve Fe değerleri bu çalışmaya göre daha yüksek bulunmuştur.

Oğuzhan ve ark. (2013) gökkuşağı alabalığı'nın Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn değerlerini sırasıyla 450 ± 5.9 mg/kg, 3008 ± 7.9 mg/kg, 641 ± 2.9 mg/kg, 414 ± 3.6 , 2.0 ± 0.03 mg/kg, 0.34 ± 0.04 mg/kg, 0.68 ± 0.03 mg/kg, 9.1 ± 0.06 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızdaki çiğ balığa ait Fe, Zn, Cu ve Na içeriği bu çalışmaya göre yüksek; Mg, Mn, Ca ve K değerleri düşük bulunmuştur.

Çalışmamızda konserve edilmiş balığa ait Fe içeriği 9.13 ± 0.91 mg/kg, Zn içeriği 4.56 ± 0.36 mg/kg, Mg içeriği 142.61 ± 5.31 mg/kg, Cu içeriği 2.80 ± 0.04 mg/kg, Mn içeriği 0.15 ± 0.05 mg/kg, Ca içeriği 292.35 ± 22.99 mg/kg, Na içeriği 9483.31 ± 507.08 mg/kg, K içeriği 2060.64 ± 19.85 mg/kg olarak bulunmuştur.

Zarei ve ark. (2010) tuna balığı konservelelerinde Zn, Fe ve Cu değerlerini sırasıyla; 7.31, 6.66, 2.30 $\mu\text{g/g}$ bulmuşlardır. Cu değeri bizim değerimizle benzerlik göstermektedir.

Tarley ve ark. (2001), konserve edilmiş sardalyalarda Cu, Zn, Fe ve Mn içeriklerini sırasıyla; 1.31-2.25, 16.16-36.09, 20.96-88.83, 1.53-17.55 $\mu\text{g/g}$ arasında bulmuşlardır. Zn, Fe ve Mn değerleri bizim çalışmamızdaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Konserve yapılmış örneklerin mineral madde içeriklerinde istatistiksel olarak önemli değişiklikler tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ham balıktaki değerlerle kıyaslandığında konserve yapılmış örneklerin Fe, Cu ve Na içeriklerinde artış; Zn, Mg, Mn, K ve Ca içeriklerinde ise azalma görülmüştür. Bizim bulgularımızdaki Mn kaybına benzer olarak, Tosyalı (2005) haşlanmış midye örneklerindeki Mn kaybının, proteinlere ve yağlara bağlı olarak bulunan ağır metallerin suya geçmesinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Benzer şekilde pişirilmiş yengeç örneklerinde Fe içeriğinin arttığı başka çalışmalarda bildirilmiştir. Bu artışın sebebinin pişirme işlemi süresince kullanılan malzemelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Skonberg ve ark., 2002; Ersoy ve Özeren, 2009).

Sarjubala ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada pişirme yöntemleri uygulanmış balıkta tüm yöntemlerde Zn, Ca, Mn ve Mg içeriklerinde azalma bulunmuşlardır. Bizim çalışmamız bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Konserve üretimi, su ürünleri işleme sektörünün önemli bir payını oluşturmaktadır. Konserve üretimi sırasında hammadde, ortam koşulları ve uygulanan ısı işlemin etkisiyle üründe kalite kayıpları oluşabilmektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Çalışmamızda kurutulmuş balığa ait Fe içeriği 6.74 ± 1.15 mg/kg, Zn içeriği 7.24 ± 1.76 mg/kg, Mg içeriği 313.56 ± 7.03 mg/kg, Cu içeriği 0.49 ± 0.00 mg/kg, Mn içeriği 0.49 ± 0.00 mg/kg, Ca içeriği 887.58 ± 105.41 mg/kg, Na içeriği 480.78 ± 25.50 mg/kg, K içeriği 8344.85 ± 946.47 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tuzlu kurutma işlemi uygulanan balığa ait Fe içeriği 3.65 ± 0.27 mg/kg, Zn içeriği 2.27 ± 0.18 mg/kg, Mg içeriği 139.41 ± 2.25 mg/kg, Cu içeriği 2.23 ± 0.05 mg/kg, Mn içeriği 0.53 ± 0.01 mg/kg, Ca içeriği 919.71 ± 54.65 mg/kg, Na içeriği 14058.10 ± 1028.89 mg/kg, K içeriği 3364.14 ± 62.89 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda ham ve kurutulmuş balıktaki mineral değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Tuzsuz kurutma işlemiyle Fe, Zn, Cu ve Na içeriği azalırken; Mg, Ca ve K içeriğinde artış gözlenmiştir. Tuzlayarak kurutma işleminde ise Fe, Zn ve Mg değerleri azalırken; Cu, Ca, Na ve K değerlerinde artış oluşmuştur. Mn değeri ise her iki kurutma işlemi sonucunda değişiklik göstermemiştir.

Bizim sonuçlarımıza benzer olarak, Hosseini ve ark. (2012) fırında pişirilmiş balıklarda Fe ve Zn içeriğinin azaldığını; Mn, Ca ve K içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Bu bulgular bizimkilerle benzerlik göstermektedir.

Akinneye ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada fırında, güneşte ve taş fırında kurutulan 3 farklı balık türünün Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri sırasıyla; 112.92-218.7, 92.31-250.31, 33.21-150.30, 99.20-183.51, 3.44-8.86, 0.03-0.53, 0.96-3.07, 4.88-10.69 mg/100g olarak bulunmuştur. Fe, Zn ve Cu içerikleri bizim çalışmamızdaki değerlerden yüksek; Mg, Mn, Ca, Na ve K değerleri ise düşük bulunmuştur.

Oğuzhan ve ark. (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada tütülenmiş örneklerde Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn azalmıştır. Na içeriği ise artmıştır. Na içeriğinin yüksek çıkmasının sebebinin tütüleme öncesi uygulanan tuzlama işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Windom ve ark. (1987) ısıtma işlemi sonucunda mineral içeriklerindeki bu değişimlerin elementlerin kimyasal formu ve çevredeki konsantrasyonlarıyla ilgili olduğunu bildirmiştir.

Türk Gıda Kodeksine göre balıklarda kabul edilebilir Cu ve Zn değerleri sırasıyla 20 ve 50 ppm olarak bildirilmiştir (Anonim, 1997). Çalışmamız sonucunda elde edilen maksimum Cu ve Zn değerleri konserve balık için 2.80 ve 4.56 ppm, kurutulmuş balık için 0.49 ve 7.24 ppm, tuzlanıp kurutulmuş balık için ise 2.23 ve 2.27 ppm bulunmuş olup; Türk Gıda Kodeksi tarafından belirtilen tüketilebilirlik sınırları üzerine çıkmamıştır.

4.2. Vitamin İçeriğinin Uygulanan Yönteme Göre Değişimi ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Çiğ ve işlenmiş Gökkuşaağı Alabalığı'nın Vitamin İçerikleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çiğ ve işlenmiş Gökkuşaağı Alabalığı'nın Vitamin İçerikleri ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Vitaminler	Çiğ Balık	Konserve	Kurutma
B ₁	6.26±0.27 ^c	4.30±0.12 ^b	3.22±0.03 ^a
B ₂	2.86±0.11 ^c	0.62±0.04 ^a	0.97±0.04 ^b
B ₃	8.88±0.34 ^c	2.94±0.08 ^a	8.01±0.40 ^b
B ₆	2.60±0.36 ^c	1.19±0.02 ^a	1.76±0.12 ^b
A	8.66±0.40 ^c	6.12±0.40 ^a	7.80±0.09 ^b
C	21.80±0.14 ^c	20.10±0.12 ^a	21.31±0.31 ^b

a, b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup ($p<0.05$), her sütun için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0.05$).

Çalışmamızda çiğ balığa ait B₁ vitamini değeri 6.26±0.27 $\mu\text{g/g}$, B₂ vitamini 2.86±0.11 $\mu\text{g/g}$, B₃ vitamini 8.88±0.34 $\mu\text{g/g}$, B₆ vitamini 2.60±0.36 $\mu\text{g/g}$, A vitamini 8.66±0.40 $\mu\text{g/g}$, C vitamini ise 21.80±0.14 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur.

Keleştemur ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada gökkuşağı alabalığında C vitamini değerini 12.43 mg/l bulmuşlardır. Bu değer bizim çalışmamıza göre düşük bulunmuştur.

Çalışmamızda konserve balığa ait B₁ vitamini değeri 4.30±0.12 µg/g, B₂ vitamini 0.62±0.04 µg/g, B₃ vitamini 2.94±0.08 µg/g, B₆ vitamini 1.19±0.02 µg/g, A vitamini 6.12±0.40 µg/g, C vitamini ise 20.10±0.12 µg/g olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda konserve balıklarda B₁, B₂, B₃, B₆, A ve C vitamin değerlerinin azaldığı; dolayısıyla vitamin kaybı olduğu gözlenmiştir.

Dias ve ark. (2003) Portekiz’de tüketilen su içerisinde konserve edilmiş sardalyalarda A, B₁, B₂ ve B₆ vitaminlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Bu bulgular, bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Bu vitamin kaybının uygulanan ısıl işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda kurutulmuş balığa ait B₁ vitamini değeri 3.22±0.03 µg/g, B₂ vitamini 0.97±0.04 µg/g, B₃ vitamini 8.01±0.40 µg/g, B₆ vitamini 1.76±0.12 µg/g, A vitamini 7.80±0.09 µg/g, C vitamini ise 21.31±0.31 µg/g olarak bulunmuştur.

Çiğ balıkla kıyaslandığında, vitamin değerlerinin kurutma işlemi sonucunda azaldığı görülmüştür.

Bizim çalışmamıza benzer olarak, Chukwu (2009) elektrikle kurutulan tilapialarda C vitamini içeriğini 0.0023 mg/ml olarak bulmuştur.

Hosseini ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada fırında pişirme yöntemi uygulanan balıkta, B₁, B₃ ve A vitamini içeriklerinde azalma olduğunu bulmuşlardır. Bu bulgular, bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Ersoy ve Özeren (2009), fırında pişirilmiş Afrika yayın balığı (*Clarias gariepinus*)’nda A, B₁, B₂, B₃ ve B₆ içeriklerinde azalma tespit etmişlerdir. Bu azalmanın sebebinin ısıl işleme bağlı olduğunu düşünmüşlerdir. Bizim çalışmamızda da A, B₁, B₂, B₃ ve B₆ içeriklerinde azalma tespit edilmiştir. Azalmanın sebebinin vitaminlerin genellikle kararsız bileşikler olması, pek çoğunun kolaylıkla okside olabilmesi, oksijene, ısıya veya UV radyasyona maruz bırakılınca parçalanabilir özellikte olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Hışıl, 1999).

Konserve ve kurutma işlemleri sonucunda mineral madde ve vitamin içeriğinde oluşan artış ve azalmaların mineral maddelerin kimyasal yapısı ve işleme yöntemleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gökkuşığı Alabalığı Filetolarının konserve ve kurutma işlemleriyle değişen vitamin ve mineral içeriğini belirlemek amacıyla yapılan ölçümlerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırılan ağır metallerden Fe değerinin değişimi konserve balık>ham balık>kurutma>tuzlu kurutma şeklinde olmuştur. En yüksek Fe değeri konserve balıkta, en düşük Fe değeri ise tuzlanıp kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

Zn değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham balık>kurutma>konserve>tuzlu kurutma şeklinde olmuştur. En yüksek Zn değeri ham balıkta, en düşük Zn değeri ise tuzlanıp kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

Mg değerinin işleme yöntemine göre sıralaması kurutma>ham balık>konserve>tuzlu kurutma şeklindedir. Mg değeri kurutulmuş balıkta en yüksek, tuzlanıp kurutulmuş balıkta en düşük bulunmuştur.

Cu değerinin işleme yöntemine göre sıralaması konserve>tuzlu kurutma>ham balık>kurutma şeklindedir. Cu değeri en fazla konserve balıkta en az kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

Mn ve Ca değerlerinin işleme yöntemine göre sıralaması tuzlu kurutma>kurutma>ham balık>konserve şeklindedir. Mn ve Ca değerleri en fazla tuzlanıp kurutulmuş balıkta, en az konserve balıkta bulunmuştur.

Na değerinin işleme yöntemine göre değişimi tuzlu kurutma>konserve>kurutma>ham balık şeklindedir. Na değeri en fazla tuzlanıp kurutulmuş balıkta, en az ham balıkta bulunmuştur.

K değerinin işleme yöntemine göre değişimi kurutma>tuzlu kurutma>ham balık>konserve şeklindedir. K değeri en fazla kurutulmuş balıkta, en az ise konserve balıkta bulunmuştur.

B₁ vitamini değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham>konserve>kurutma şeklindedir. B₁ vitamini değeri en fazla ham balıkta, en az ise kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

B₂ vitamini değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham>kurutma>konserve şeklindedir. B₂ vitamini değeri en fazla ham balıkta, en az ise kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

B₃ vitamini değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham>kurutma>konserve şeklindedir. B₃ vitamini değeri en fazla ham balıkta, en az ise kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

B₆ vitamini değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham>kurutma>konserve şeklindedir. B₆ vitamini değeri en fazla ham balıkta, en az ise kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

A vitamini değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham>kurutma>konserve şeklindedir. A vitamini değeri en fazla ham balıkta, en az ise kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

C vitamini değerinin işleme yöntemine göre değişimi ham>kurutma>konserve şeklindedir. C vitamini değeri en fazla ham balıkta, en az ise kurutulmuş balıkta bulunmuştur.

Çalıştığımız balıkta uygulanan işleme yöntemine göre mineral değerlerinin büyüklük sıralaması;

Ham Balık	K> Na> Ca> Mg> Zn> Fe> Cu >Mn
Kurutma	K> Ca> Na> Mg> Zn> Fe> Cu = Mn
Tuzlu Kurutma	Na> K> Ca> Mg> Fe> Zn> Cu> Mn
Konserve	Na> K> Ca> Mg> Fe> Zn> Cu> Mn

Çalıştığımız balıkta uygulanan işleme yöntemine göre vitamin değerlerinin büyüklük sıralaması;

Ham Balık	C> B ₃ > A> B ₁ > B ₂ > B ₆
Konserve	C> A> B ₁ > B ₃ > B ₆ > B ₂
Kurutma	C> B ₃ > A> B ₁ > B ₆ > B ₂

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, genel olarak en yüksek oranda bulunan mineraller K, Na ve Ca; en yüksek oranda bulunan vitaminler ise C, A ve B₃'tür. İşleme yöntemlerine göre vitamin ve mineral kayıpları incelendiğinde, genel olarak en fazla vitamin ve mineral kaybının konserve edilmiş örneklerde olduğu tespit edilmiştir.

Ham ve işlenmiş gökkuşağı alabalığının vitamin ve mineral içeriğine dair yeterli çalışma bulunmamaktadır. Mevcut alışmalar bazı türlerle sınırlı kalmış vitamin ve mineral içeriği incelenmemiştir. Bu nedenle bu alışma, Türkiye'de yetiştirilen

balıklar arasında önemli bir yere sahip ve ekonomik değeri yüksek olan gökkuşığı alabalığının işleme yöntemleriyle vitamin ve mineral içeriğindeki değişimlerin belirlenmesi açısından önemli yer teşkil etmektedir.

Bu çalışma sonucunda konserve ve kurutma işlemleri uygulanan Gökkuşığı Alabalığı'nın vitamin ve mineral içeriğinin uygulanan yönteme göre önemli oranda değişim gösterdiği, ayrıca işlenmiş Gökkuşığı Alabalığı'nın ağır metal değerlerinin Türk Gıda Kodeksinin belirlediği standartların altında kalması nedeniyle insan tüketimi için herhangi bir sağlık riski oluşturmadığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdulrahman, A., 2009. Determination of heavy metals (Pb, Cd, Fe and Zn) in canned sardines by acid digestion method. Final Year Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Science (Hons.). **Chemistry in the Faculty of Applied Sciences Universiti Teknologi**, 24, Mara.
- Ada, D. A., 2004. Gümüş cevherlerinde ve gümüş endüstrisi atıklarında ICP-OES spektrometresi ile nadir toprak elementlerinin tayini. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Akinneye, J.O., Amoo, I.A., Bakare, O.O., 2010. Effect of drying methods on the chemical composition of three species of fish (*Bonga spp.*, *Sardinella spp.* and *Heterotis niloticus*). **African Journal of Biotechnology**, 9(28), 4369-4373.
- Akomeah, A.A., John, O., Kobi A., Shadrock, D., Edmund, F., 2012. Heavy metals in canned fish marketed in accra. **Elixir Food Science**, 51, 10731-10734.
- Anonim, 1997. [http://www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Turk Gida Kodeksi](http://www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Turk_Gida_Kodeksi). Erişim tarihi: 18.10.2014
- Anonim, 2009. <http://gidaerge.akdeniz.edu.tr/cihazlar>. Erişim tarihi: 27.11.2014
- Asl, T., 1995. Tablolarla Biyokimya, **Nobel Kitapevi**, Cilt:1 282s, 37-39, İstanbul.
- Arvay, J., Stanovic, R., Harangozo. L., Tomas, J., Bajcan, D., Toth, T., Slavik M., Kopuncova E., Koper nicka, M., 2013. Content of Heavy metals in canned sea fish Slovak University of Agriculture in Nitra. **Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Chemistry**, 314-316.
- Bassey, F., Oguntunde, F., Iwegbue, C., Osabor, V., Edem., 2014. Effects of processing on the proximate and metal contents in three fish species from nigerian coastal waters. **Food Sci. Nutr.**, 2(3), 272-281.
- Boadi, N.O., Twumasi, S.K., Badu, M., Osei, I., 2011. Heavy metal contamination in canned fish marketed in Ghana. **American Journal of Scientific and Industrial Research**, 6, 877-882.
- Burger, J., Gockfeld, M., 2004. Mercury in canned Tuna: White Versus light and temporal variation. **Elsevier**, 96, 239-249.
- Cemeroğlu, B., Acar, İ., 1986. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. **Gıda Teknolojisi Derneği**, 6, 508 s. Ankara.
- Chukwu, O., 2009. Influences of drying methods on nutritional properties of Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*). **World Journal of Agricultural Sciences**, 5(2), 256-258.
- Çelik, U., Oehlenschläger, J., 2007. High contents of cadmium, lead zinc and copper in popular fishery products sold in Turkish supermarkets. **Food Control**, 18, 258-261.
- Çetinbaş, A., 2003. İzmit Körfezi'nde avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) balıklarının dokularında Cu ve Zn birikiminin incelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

- Devi, Sarjubala, W., Sarojnalini, C., 2012. Impact of different cooking methods on proximate and mineral composition of amblypharyngodon mola of manipur. **International Journal of Advanced Biological Research**, 2(4), 641-645.
- Dias, M. G., Sánchez, M. V., Bártolo, H., & Oliveira, L., 2003. Vitamin content of fish and fish products consumed in Portugal. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, 2(4), 510-513.
- Diler, A., Güner, A., Altun, S., Ekici, S., 2008. Farklı sıcaklık ve hava akım hızında kurutmanın sudak balığı (*Stizostedion lucioperca*) filetolarının kalite niteliklerine etkisi. **Vet. Bil. Derg.**, 24(1), 77-86.
- Duyar, H., Ekici, K., 2011. Balık konservelerinde histamin ve PH düzeylerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma. **Yüzüncü Yıl Üni. Vet. Fak. Derg.**, 22(2), 71-74.
- Ersoy, B. and Özeren, A., 2009. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. **Food Chemistry**, 115, 419-422.
- Finglas, P.M., Foulks, R.M., 1984. HPLC analysis of thiamin and riboflavin in potatoes. **Food Chemistry**, 15, 37-44.
- Ganjavi, M., Ezzatpanah, H., Givianrad, M. H., Shams, A., 2010. Effect of canned tuna fish processing steps on Pb and Pb contents of Iranian tuna fish. **Food Chemistry**, 118(3), 52.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, 1243, Ders Kitabı: 358. Ankara.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. **Su Vakfı Yayınları**, 115 s, Antalya.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E., 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Food Chemistry**, 84, 19-22.
- Hıışıl, Y. 1999. Enstrümental Gıda Analizleri (I). **Ege Üniv. Basımevi**, Bornova-İzmir, 218s.
- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezai, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., Khosroshahi, N., Babakhani, A., 2014. Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisil kutum*). **Food Chemistry**, 148, 86-91.
- Ikem, A., Egiebor, N. O., 2005. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). **Journal of Food Composition and Analysis**, 18, 771-787.
- İlhak, O., Karatepe, P., Özçelik, M., 2012. Heavy metal levels in some fish species sold at retail in Elazığ. **F.Ü. Sag. Bil. Derg.** 26(2):99-103.
- İzci, L., Günlü, A., Bilgin, Ş., 2009. Ülkemizde Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)'nın Değerlendirme Şekilleri. **Süleyman Demirel Üni. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi**, 5(1), 79.
- Kamman, J.F., Wanthesen, J.J., Labuza, T.P., 1980. Technique for measuring thiamin and riboflavin in fortified foods. **Journal of Food Science**, 45, 1497-1499.
- Karadede, H., Ünlü, E., 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. **Chemosphere**, 41, 1371-1376.

- Keleştemur, G., Özdemir, Y., 2010. Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) yavrularının kan vitamin c ve malondialdehit düzeylerine karanlık periyodun etkisi. **BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi**, 12(2), 55-60.
- Khansari, E., Khansari, M., Abdollahi, M., 2004. Heavy metals content of canned tuna fish. **Food Chemistry**, 93, 293-296.
- Köse, E., 2007. Enne barajında yaşayan balıklarda ağır metal birikiminin araştırılması. Dumlupınar Üni., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi.
- Lehninger, A.L., 1988. Principles of Biochemistry. **Worth Publishers Inc.**, 806s, New York.
- Manz, U., Philipp, K., 1981. Method for the routine determination of tocopherols in animal feed and human foodstuffs with the aid of HPLC. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, 51, 342-348.
- Marimuthu, K., Thilaga, M., Kathiresan, S., Xavier, R., Mas, R.H.M., 2012. Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus*, Bloch). **J. Food Sci. Technol.**, 49(3), 373-377.
- Nwaoguikpe, R.N., Uwakwe, A.A., 2005. The antisickling effects of dried fish (tilapia) and dried prawn (*Astacus Red*), **J. Appl. Sci. Environ. Mgt.**, 9(3), 115-119.
- Oehlenschlaeger J ., 2000. Identifying heavy metals in fish (H.A. Bremner, Editör). safety and quality issues in fish processing. **Woodhead Publishing Limited**. 95-108. Cambridge, England.
- Oğuzhan, P., Angiş, S., 2013. Effects of processing methods on the sensory mineral matter and proximate composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. **African Journal of Food Science and Technology**, 4(4): 71-75.
- Öksüz, A., 2006. Konserve teknolojisi ders notları. M.K.Ü Su Ürünleri Fakültesi, Hatay.
- Pérez-Martín, R. I., 1986. Estudio de los procesos térmicos en la fabricación de conservas de atún blanco y su incidencia en la calidad. Department of Chemical Engineering, University of Santiago de Compostela PhD thesis.
- Sarjubala, W., Sarojnalini, C., 2012. Impact of different cooking methods on proximate and mineral composition of amblypharyngodon mola of manipur. **International Journal of Advanced Biological Research**, 2(4), 641-645.
- Severi, S., Bedogni, G., Manzieri, A.M., Poli, M., Battistini, N., 1997. Effects of cooking and storage methods on the micronutrient content of foods. **European Journal of Cancer Prevention**, 6, 21-24.
- Skelton, P.H. 2001. A Complete Guide to the Freshwater Fishes of Southern Africa. **Struik Publishers**, Cape Town, Güney Afrika. p.395.
- Skonberg, D.I., Perkins, B.L., 2002. Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat. **Food Chemistry**, 72, 401-404.
- Şener, H. İ., 1995. Türkiye’de su ürünleri pazarlaması ve sorunları. **Doğu Anadolu Bölgesi I. (1993) ve II. (1995) Su Ürünleri Sempozyumu**, 404-416, Erzurum.

- Tarley, T.R., Wndell, K.T., Makota, M and Nilson, E., 2001. Characteristic levels of some heavy metals from brazilian canned sardines (*Sardinella brasiliensis*). **Journal of Food Composition and Analysis**, 14, 611-617.
- Tekman Ş. Öner N., 1981. Genel Biokimya, **Fatih Yayınevi**, 260 s, İstanbul.
- Toscalı, E., Eren, M.H., 2004. Mikrodalga, UV ve Hot Plate ile bozundurulmuş sirke örneklerinde kadmiyum, kurşun ve bakır içeriğinin potansiyometrik sıyırma analizi ile incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Diploma Çalışması, 1-21, İzmir.
- Tosyalı, C., 2005. *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) Midyesi'nde pişirmenin çeşitli ağır metal düzeylerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- TÜİK, 2012. Su ürünleri istatistikleri, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.turksat.gov.tr/IcerikGetir.do?istab id=52>.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Kitabı. **İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü**, İstanbul.
- Voegborla, R.R., Chingowi, M.B., 2007. Heavy metals accumulation in roadside soil and vegetation along a major highway in Libya. **Journal of Science and Technology**, 27(3), 86-97.
- Windom, H., Stein, D., Sceldon, R., Smith, J.R., 1987. Composition of trace metal concentrations in muscle of abenthopelgic fish (*Coryphaenoides armatus*) from the atlantic and pacific oceans. **Deep Sea Research**, 34(2):213-220.
- Yazkan, M., Özdemir, F., Göllükçü, M., 2002. Antalya körfezinde avlanan bazı balık türlerinde Cu, Zn, Pb and Cd içeriği. TÜBİTAK. **Turk J. Vet. Anim. Sci.**, 26, 1309-1313.
- Zarei, M., Mollaie, A., Eskandari, M.H., Pakfetrat, S., Shekarforoush, S., 2010. Histamine and Heavy Metals Content of Canned Tuna Fish. **Global Veterinaria**, 5, 259-263.

ÖZGEÇMİŞ

08.04.1990 yılında Muğla'nın Milas ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Milas'ın Ören Kasabasında, lise öğrenimini Milas Lisesinde tamamladı. 2008 yılında girdiği Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

