T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA İLİNDEKİ MARKETLERDE SATILAN DONDURULMUŞ VE KONSERVE BALIK VE BALIK ÜRÜNLERİNDE BİYOJEN AMİN DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Esra OĞUZ EKİNCİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK danışmanlığında, Esra OĞUZ EKİNCİ'nin hazırladığı "**Şanlıurfa İlindeki Marketlerde Satılan Dondurulmuş ve Konserve Balık ve Balık Ürünlerinde Biyojen Amin Düzeyinin Araştırılması**" konulu bu çalışma 01/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda olarak kabul edilmiştir.

imza

Danışman:	Dr. Öğr. Üyesi M. Yaşar DÖRTBUDAK		……...
Üye	:	Prof. Dr. Tahir ÖZCAN	……...
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Ramazan BOZKURT	……...

Bu Tezin Zootekni Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

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.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
1.1. Gıdalarda Biyojen Aminlerin Oluşumu 7
1.2. Gıdalarda Biyojen Amin Oluşumunu Etkileyen Faktörler 10
1.2.1. Sıcaklık 10
1.2.2. pH 11
1.2.3. Tuz konsantrasyonu 11
1.3. Su Ürünlerinde Bulunan Biyojenik Aminler 11
1.3.1. Histamin 12
1.3.2. Tiramin 12
1.3.3. Kadaverin ve putresin 12
1.3.4. Spermin ve spermidin 13
1.3.5. Agmatin 13
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 14
3. MATERYAL ve YÖNTEM 22
3.1. Materyal 22
3.2. Yöntem 24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 26
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 37
5.1. Sonuçlar 37
5.2. Öneriler 38
KAYNAKLAR 39
ÖZGEÇMİŞ 45

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA İLİNDEKİ MARKETLERDE SATILAN DONDURULMUŞ VE KONSERVE BALIK VE BALIK ÜRÜNLERİNDE BİYOJEN AMİN DÜZEYİNİN ARAŞTIRILMASI

Esra OĞUZ EKİNCİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK
Yıl: 2022, Sayfa: 45

Bu çalışmada Şanlıurfa ili merkez ilçelerindeki marketlerde satılan konserve olmak üzere dört balık türündeki biyojen amin düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneklerdeki biyojen amin düzeylerinin araştırılması için Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Bölüm laboratuvarları kullanılmıştır. Dört balık türü (*Thunnus thynnus, Scomber scombrus, Merlangius merlangus ve Sardina pilchardus*) için heptilamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin ve spermidin biyojen amin analizleri yapıldı. Bununla birlikte, dört balık türünde heptilamin, kadaverin ve tiramin bijojen aminleri olduğu saptandı. Varlığı tespit edilen biyojen aminlerinin türler arasındaki farklılığı tespit için tek yönlü varyans analizi kullanıldı. ANOVA neticesinde biyojen aminler açısından balık türleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Sonuç olarak, Şanlıurfa merkez ilçelerindeki marketlerden toplanan konserve balıklarda biyojen aminlerinin sardalya dışında diğer balık türleri için aynı düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Biyojen aminler, konserve balık, su ürünleri, Şanlıurfa

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTİGATİON OF BİOGENİC AMİNE LEVELS İN FROZEN AND CANNED FİSH AND FİSHERY PRODUCTS SOLD İN MARKETS OF ŞANLIURFA PROVİNCE

Esra OĞUZ EKİNCİ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Husbandry

Supervisor: Assist. Prof. M. Yaşar DÖRTBUDAK
Year: 2022, Page: 45

In this study, ıt is aimed to determine biogenic amine levels in four fish species sold in the supermarkets in the central towns of Şanlıurfa province as canned. The laboratories of zootechnics deparment of Agricultural Faculty are used to search biogenic amine levels in the samples. For four fish species (*Thunnus thynnus, Scomber scombrus, Merlangius merlangus and Sardina pilchardus*) analysis of putrescine, cadaverine, histamine, tyramine, spermidine biogenic amines have been carried out for these four fish species. However, heptilamine, cadaverine and tyramine biogenic amines have been detected in these four fish species. One-way analysis of variance has been conducted to determine the discrapancies of the detected biogenic amines in the species. As a result of ANOVA, it is seen that there is no a meaningful statistical difference in the fish species with the regards to biogenic amines ($p>0.05$). as a result, it is observed that biogenic amines are at the same level for fish species of the canned fish taken from the supermarkets in the central towns of Şanlıurfa province.

KEY WORDS: Biogenic amines, Canned fish, fishery products, Şanlıurfa

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi M. Yaşar DÖRTBUDAK' a ve tez çalışmamda bana yardımcı olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Ramazan BOZKURT'a, Arş. Gör. Dr. Hamza YALÇİN'a ve Prof. Dr. Gülnaz ÖZCAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında bana destek olan ve beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Günlük kişi başı balık proteini kullanımı (gram) 3
Şekil 1.2. Biyojenik amin oluşumunun metabolik yolu 8
Şekil 3.1. Materyal temin edilen Şanlıurfa merkez ilçeleri 22
Şekil 3.2. Sardina pilchardus (mediaphoto 1)..... 23
Şekil 3.3. Merlangius merlangus (fishbase 1)..... 23
Şekil 3.4. *Scomber scombrus* (fishbase 2) 23
Şekil 3.5. *Thunnus thynnus* (mediaphoto 2) 24
Şekil 4.1. Heptilamin için tek yönlü ANOVA sonuçları bar grafiği 27
Şekil 4.2. Balıklardaki kadaverin tür ortalamaları ve standart hataları 28
Şekil 4.3. Balıklardaki triamin ortalamaları..... 30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. 1986-2018 yılları arasında dünyada su ürünleri üretimi....2
Çizelge 1.2. Dünya'da Ve Türkiye'de Su Ürünleri Üretimi 2
Çizelge 1.3. Türkiye'de Su Ürünleri Tüketim Miktarları 3
Çizelge 1.4. Kimyasal yapıya göre biyojenik aminlerin sınıflandırılması 8
Çizelge 1.5. Çeşitli gıda maddelerinde bulunan biyojen aminlerin miktarları 9
Çizelge 1.6. Çeşitli gıdalardan izole edilen bakteriler ve biyojen aminler 10
Çizelge 3.1. Biyojenik aminlerin standart çözeltilerinin HPLC değerleri RSD%, %CV, LOD ve LOQ 25
Çizelge 4.1. Türlere göre Biyojen aminlerin bulunma düzeyleri 26
Çizelge 4.2. Heptilamin için özet istatistikler....26
Çizelge 4.3. Heptilamin için tek yönlü ANOVA sonuçları 27
Çizelge 4.4. Kadaverin için özet istatistikler....28
Çizelge 4.5. Kadaverin için ANOVA sonuçları 28
Çizelge 4.6. Triamin için özet istatistikler....29
Çizelge 4.7. Triamin için ANOVA sonuçları 29

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat
EU	Avrupa Birliği
FAO:	Gıda ve Tarım Örgütü
HPLC:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatoğrafisi
pH	Power of Hydrogen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Günümüzde su ürünleri sektörü dünyanın en hızlı büyüyen sektörlerinden biridir. Bu büyüme son 50 yılda giderek daha da hızlı bir gelişme göstermiştir. Özellikle dengeli bir toplumsal beslenme için kaliteli ve ucuz proteine olan gereksinimden dolayı ve bu gereksinimin en önemli kaynağı olan su ürünleri sektörü (yetiştiricilik) önemli bir rol oynamıştır.

Bu gelişme ile su ürünleri sektörü, uluslararası ticaretten aldığı payla günümüz küresel balıkçılığında önemli bir rol oynamış ve dünya çapında ekonomi'de öncülük yaparak olarak kendini göstermiştir. Balık ve balık ürünleri ihracatının birden fazla devlet ekonomisinde önemli bir potansiyele sahiptir. (TEPGE, 2020). Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği üretimi ve işleme teknolojilerindeki gelişmelerden pozitif etkilenmiş olup ülkemiz ihracatında önemli bir kalem halini almıştır. Son yıllarda insan gıdası olarak tüketilebilen su ürünlerinin farklı farklı işleme teknolojileri kullanılarak birçok yeni ürün şekliyle uluslararası piyasaya sürülmeye başlanmıştır. Su ürünleri insan sağlığı açısından çok faydalı olmasına rağmen çok hassas gıdalardır. Bunun en önemli sebepleri arasında pH seviyesi, balık kaslarındaki bağ dokusunun yapısındaki hassasiyet, enzim aktivitesinin yüksek olması ve su içeriğinin yüksek miktarda olmasıdır (Özden ve Gökoğlu, 1996). Su ürünlerinin kalitesini etkileyen diğer etkenler ise yapılan avlama teknikleri, avlamanın gerçekleştiği alan, balığın türü, teknelerde uygulanan işlemlerdir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001).

2018 Yılı'nda küresel ölçekte su ürünleri üretimi 54,3 milyon ton (%66,1) balıktan oluşmuştur. Bunu sırasıyla, yumuşakçalar 17,5 (%21,3) milyon ton, kabuklular 9,4 (%11,4) milyon ton ve diğer hayvan türleri 0,9 (%1,1) milyon ton ile takip etmiştir (Çizelge 1.1.).

Su ürünleri üretimi 2018 yılında Türkiye'de 628.631 ton olup, üretimin %35'ünü deniz ürünlerini, %10,'ununu ise deniz ürünleri, %5'ini iç su ürünleri ve %50'sini deniz ürünleri oluşturmaktadır. Balıkçılıkla yapılan üretim 314.104 ton

iken, su ürünleri üretim miktarı ise 314.538 ton olarak gerçekleşti (Çizelge 1.2.) (TÜİK, 2019b).

Çizelge 1.1. 1986-2018 yılları arasında dünyada su ürünleri üretimi

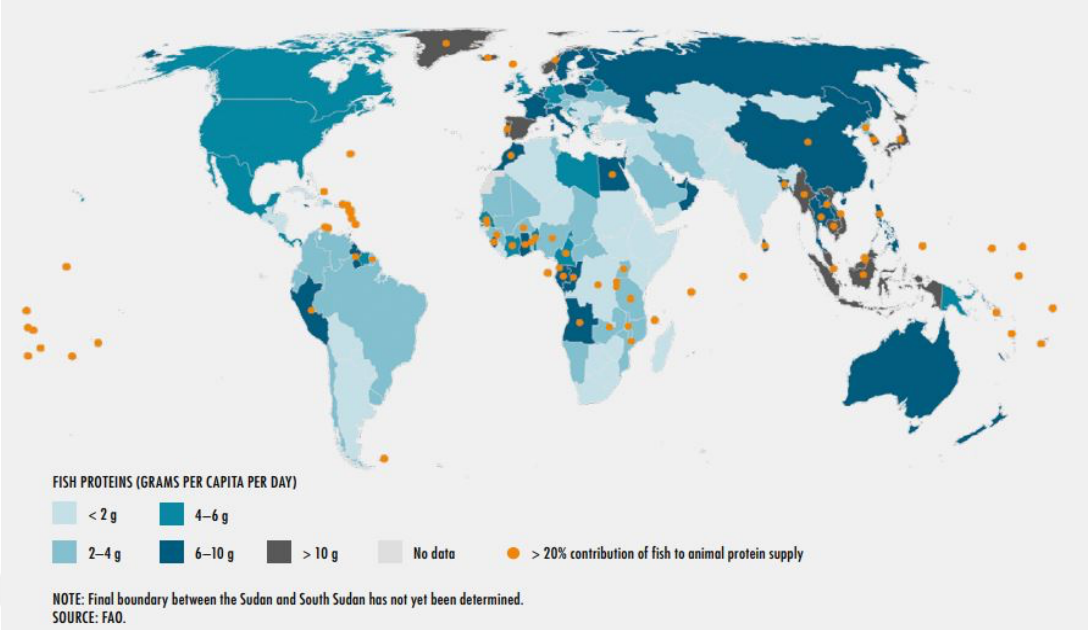
Üretim/Milyon ton	1986–1995	1996–2005	2006–2015	2016	2017	2018
Avcılık						
İç Sular	6,4	8,3	10,6	11,4	11,9	12
Deniz	80,5	83	79,3	78,3	81,2	84,4
Yetiştiricilik						
İç Sular	8,6	19,8	36,8	48	49,6	51,3
Deniz	6,3	14,4	22,8	28,5	30	30,8
Toplam	**101,8**	**125,5**	**149,5**	**166,2**	**172,7**	**178,5**
Kulanım						
İnsan Tüketimi	71,8	98,5	129,2	148,2	152,9	156,4
Besin dışı kulanım	29,9	27,1	20,3	17,9	19,7	22,2
Kişi başı Tüketim	13,4	15,9	18,4	19,9	20,3	20,5

Çizelge 1.2. Dünya'da ve Türkiye'de su ürünleri üretimi (FAO, 2020; TUİK 2020)

Dünya'da ve Türkiye'de Su Ürünleri Üretimi						
	Avcılık Miktarı		Yetiştiricilik Miktarı		Toplam Miktar	
Yıllar	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye
2014	90.383.193	302.212	70.554.125	235.133	160.937.318	537.345
2015	91.611.809	431.907	72.812.262	240.334	164.424.071	672.241
2016	89.628.685	335.320	76.557.980	253.395	166.186.665	588.715
2017	93.117.193	354.318	79.610.229	276.502	172.727.422	630.820
2018	96.429.088	314.094	82.121.853	314.537	178.550.941	628.631

Kişi başına ortalama balık tüketiminde, kültürel, ekonomik ve coğrafi faktörler nedeniyle ülkeler ve bölgeler arasında önemli farklılıklar görülmektedir. Kişi başına yıllık balık tüketimi ülkeler arasında 1 kg ile 100 kg arasında değişmektedir. Özellikle büyük iç su kaynaklarına, deniz ve okyanuslara yakın ülkelerde tüketim genellikle daha yüksektir (EU, 2019).

Dünyada balık tüketimi, 1961 Yılı'nda kişi başına 9,0 kg iken, 2017'de kişi başı balık tüketimi 20,3 kg'dır (Şekil. 1.1.).



Şekil 1.1. Günlük kişi başı balık proteini kullanımı (gram) (FAO, 2020)

Ülkemizde kişi başına düşen ortalama balık tüketimimiz 2017 Yılı'nda 5,49 kg olup, 2018 Yılı'nda %11,8 artarak 6,14 kg ve 2019 yılın kişi başına yıllık su ürünleri tüketimi 6,3 kg olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.3.) (TUİK, 2020).

Çizelge 1.3. Türkiye'de su ürünleri tüketim miktarları (TUİK, 2020)

Yıllar	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Tüketim (ton)	494.028	655.789	519.181	572.490	546.737	514.640
Kişi Başına Tüketim (kg)	5,5	6,2	5,5	5,5	6,1	6,3

Tüketilen balık miktarının düşüklüğüne üretim miktarının azlığı ve pazarlama kanallarındaki çok sayıda aracının fiyatları artırması yanında, üreticiden tüketiciye kadar olan ulaşımda soğuk zincir uygulanamaması nedeniyle dağıtım ve pazarlama aşamalarında üründe oluşan kalite kaybı da oldukça etkili olmaktadır.

Su ürünleri gıdaları çok soğuk şartlarda muhafaza edilse bile çok çabuk bozulup kalitesi düşebilen, otoliz, mikrobiyal ve oksidasyon yollarıyla diğer gıdalara kıyasla en çabuk bozulan besin maddesidir. Balıklardaki kas etleri içinde bulunan enzimlerle çok çabuk otolize olur ve içeriğinde fazla miktarda doymamış yağ asitleri bulunduğundan oksidatif bozulmalar bunları hemen etkiler. Çoğunlukla

mikrobiyolojik ve enzimatik bozulma oranlarının ikisinde de en önemli faktör depolanma sıcaklıkları ve bulunduğu ortamdır (Graf, 1992).

Tazelik, balık kalitesini belirlemede en önemli kriterdir ve bu özelliğin belirlenmesine yönelik güvenli yöntem ve pratik uygulamaların geliştirilmesi eski çağlara dayanan araştırmaların temel önceliği olmuştur (Ladrat ve ark., 2003).

Su ürünlerindeki tazeliğin belirlenmesi için birçok kimyasal ve biyokimyasal değişken metotları uygulanmaktadır. Bu değişken metotlar; serbest yağ asitleri, biyojen aminler, pH, K değeri, TBA değeri ve TMA, peroksit değeridir (Aquilar ve ark., 2000).

Su ürünlerinden balıklar, biyolojik ve özellik açısından bozulmaya açık çok hassas besin araçlarıdır. Soğuk depolama koşullarında deniz ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir (Binici ve Kurtkaya, 2014).

Balık avından hemen sonra uygulanan soğutma, balığın taze kalmasında çok önemlidir. Soğutma bozulmayı durdurmaz, ancak önemli ölçüde yavaşlatır (Ufuk ve Sarımehmetoğlu, 2016).

Balıklar yakalandıktan sonra bazı değişiklikler gözlemlenir. Postmortem değişikliklerin süresi kalite açısından onumlu etkiye sahiptir. Balığın ölümünden sonraki süreçte glikoz laktik aside dönüşür ve bunun sonucunda sonra pH'ta değişim meydana gelir. Balıkta meydana gelen pH değişimleri diğer (kara) hayvanlarına nispeten fazla görülmez (Soyer, 1999).

Balık etini soğutmanın bir başka nedeni de mikrobiyal faaliyetlerdir. Mikroorganizmalar balıkların raf ömrünü sonlandırabilir. Soğutma ile bu faaliyetler biraz yavaşlar. Mikroorganizmalar balık yüzeylerini daha yapışkan hale getirerek iç organlarda ağır koku ve tat değişikliklerine sebep olmaktadır. Mezofilik mikroorganizmalar, sıcak sularda yakalanan balıklarda aktif olabilir. Balıklarda 4-5 gün içinde psikrofilik mikroorganizmalar gelişir. Bu nedenle balıklar bu dönemde

işlenmelidir. Soğuk suda yakalanan balıklarda mikroorganizmaların meydana geliş süresi 1-2 hafta, sıcak olmayan (ılık) suda yakalanan balıklarda ise 2-3 hafta olabilir (Hisar ve ark., 2004).

Su ürünleri avlandıktan hemen sonra soğutulmalıdır. Bunun sebebi tüketiciye sağlıklı ve kaliteli bir şekilde ulaşabilmesi içindir. Balık eti çok çabuk bozulduğu için kalitesinin korunması için tüm ülkeyi kapsayacak şekilde bir soğuk zincir ağı kurulmalıdır. Aksi halde herhangi bir aşamada bozulan bu zincir balık etinin bozulmasına ve tüketiciye sağlık sorunları açmaya sebep olabilir. Bu yüzden avlandıktan hemen sonra balık sıcaklığının 0°C seviyesine getirilmelidir. Bu şekilde bozulma olabildiğince yavaşlatılmış olur ilk aşamada. Herhangi bir işlem için getirilen veya işlem görmeden satışa sunulacak balıkların kimyasal ve dokusal olarak belirli bir kalitede olması gerekir. Bunun için en etkili iki yöntem vardır; birincisi yakalanan su ürünlerinin hemen soğutulmuş deniz suyunda soğutulması, ikincisi ise buzda soğutulmasıdır. Bu yöntemlerin uygulanması için uygun balıkçı tekneleri gerekmektedir (Kundakçı ve Ergönül, 2009). Avlanan gıdalar yakalandıktan sonra güneş altında tutulmamalı ya da sert rüzgara bırakılmamalıdır. Bunlar kıyıya gelene kadar istenmeyen bozulmalara sebep teşkil edebilir. Genellikle ağ çeşitleriyle veya benzer yöntemlerle yakalanan balıklar üst üste yığılacak şekilde teknede taşınırlar ve malaesef küçük teknelerde soğutma yeri veya balık muhafaza kasaları bulunmadığı için güneşten korunmadan karaya çıkarılıyor. Bu şekilde geçen zaman balıkçılar için önemli bir süre olarak görülmese de maalesef bu geçen kısa zaman dilimi balıkların kalitesi açısından önemli kayıplar vermektedir (Kundakçı, 1989).

Balıklar genellikle yakalandıktan hemen sonra ayıklanır ve kasalara konur ve balık haline gelinceye kadar tazeliğinin korunmasına azami özen gösterilir. Öte yandan ortamın hijyeni ve taşıma kutularındaki buzların erimesi sonucunda balıkların kalitesi daha hızlı düşmeye başlar. Özellikle pazarda satış sürecinde balıkların bulunduğu ortamın ve şartların bozulması nedeniyle balıkların bozulması hızlanır. Analiz sonuçları balığın avlanma yöntemi, avlanma zamanı, balığın boyutu, kullanılan ulaşım araçları (soğutmalı araç veya kullanılan buz miktarı-tipi), ortamın hijyeni vb. olabilir. nedenlere bağlı olarak değişmektedir. Balığın kalitesinin

tüketilene kadar korunabilmesi için öncelikle çok dikkatli olunmalıdır. Balık tezgahlarında kullanılan ahşaptan yapılmış kasalar terk edilmeli, plastik kasalar veya strafor kutular kullanılmalıdır (Çelikkale ve ark., 1999).

Su ürünleri işleme teknolojisinin gelişmiş olduğu ülkelerde Çizelge 1.2.'de gösterildiği gibi, üretilen ürünün büyük kısmı dondurularak, geri kalan kısmı da tuzlanarak, dumanlanarak ve konserve edilerek değerlendirilmektedir. Taze tüketilen ürünler bile en azından buzlanarak veya soğuk depolarda saklanarak kalite kayıpları önlenmektedir. İşleme teknolojisi uygulamaları açısından çeşitlilik gösteren bu ülkelerin ekonomisinde su ürünleri ihracatı ve ithalatı önemli yer tutmaktadır (Özdemir ve Aras, 2005).

Ülkemizde üretilen su ürünlerinin büyük bir kısmı tüketici alışkanlığı ve talebi nedeniyle avlama bölgeleri ve civarında taze olarak tüketilmektedir. Talep fazlasının absorbe edilmesinde büyük rol oynayan donmuş balık tüketimi ise henüz istenen düzeyde değildir. Tüketicinin dondurulmuş balığa yönetilmesi üretim fazlasının kalite kaybı olmaksızın uzak bölgelere ulaştırılması ve daha uzun süre saklanması yurt çapında gelişmiş soğuk zincirin etkinliği ile ilgilidir. Ülkemizde su ürünlerinin büyük bir kısmı tüketicilere karayolu ile ulaştırılmakta bu işlem yakın tüketim merkezlerine herhangi bir soğutma uygulamadan uzak tüketim merkezlerine ise genellikle buz kullanılarak yapılmaktadır. Taşımacılıkta artan mesafe ve kurallarına göre yapılmayan buzlama işlemi ile üründe oluşan kalite kaybı iç kesimlerdeki tüketimin sınırlanmasına neden olmakta bu amaçla yaygın şekilde kullanılması gereken frigorifik araçlar ise ancak su ürünleri ihracatı yapan firmalarda kullanılmaktadır. Su ürünleri su içeriği ve kolay okside olan doymamış yağ asitlerinin yüksek bağ doku miktarının düşük olması ile çabuk bozulabilir. Bu nedenle kaliteli bir şekilde tüketiciye ulaştırılması için sudan çıkışından itibaren her aşamada çok özen gerektirir (Binici ve Kurtkaya, 2014).

Avlanan balıkların sadece uzak tüketim bölgelerine değil aynı zamanda işleneceği ünitelere ulaştırılıncaya kadar da mümkün olduğunca taze durumda olmaları gerekmektedir. Balıkların taze olarak muhafazasını sağlamanın en kolay ve

etkili yolu kırılmış buzla soğutulmasıdır. Yeterli miktarda buz kullanarak ve kurallarına göre yapılan bir buzlama işlemi ile balık sıcaklığı 0 °C ye düşer ve ortalamada buz kaldığı sürece donma riski olmaksızın balık soğutulmuş olarak kalır (Kocatepe ve ark., 2010).

1.1. Gıdalarda Biyojen Aminlerin Oluşumu

İçerisinde protein bulunan, biyokimyasal ve mikrobiyal reaksiyonlar gerçekleştirebilen bütün gıdalarda biyojen amin meydana gelebilmektedir. Gıdalardaki amin seviyesi, gıdanın kalitesine ve mikroorganizmaya göre önemli derecede farklılıklar gösterebilir. Oluşan bakteriyel faaliyetler sonucu gıdalardaki amino asitler, proteinlerden ayrılabilirler (Ten-Brink ve ark., 1990). Serbest ortama geçen amino asitlerin enzimlerle dekarboksilasyona uğramasından dolayı biyojenik aminler meydana gelmektedir (Shalaby, 1996).

Biyojenik aminler, alifatik, aromatik ve heterosiklik kimyasal yapılara sahip, doğal olarak oluşan düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerdir. Balık ve balıkçılık ürünleri de dahil olmak üzere çeşitli yiyecek ve içeceklerde bulunurlar (Li ve Lu, 2020; Sanchez-Perez ve ark., 2018).

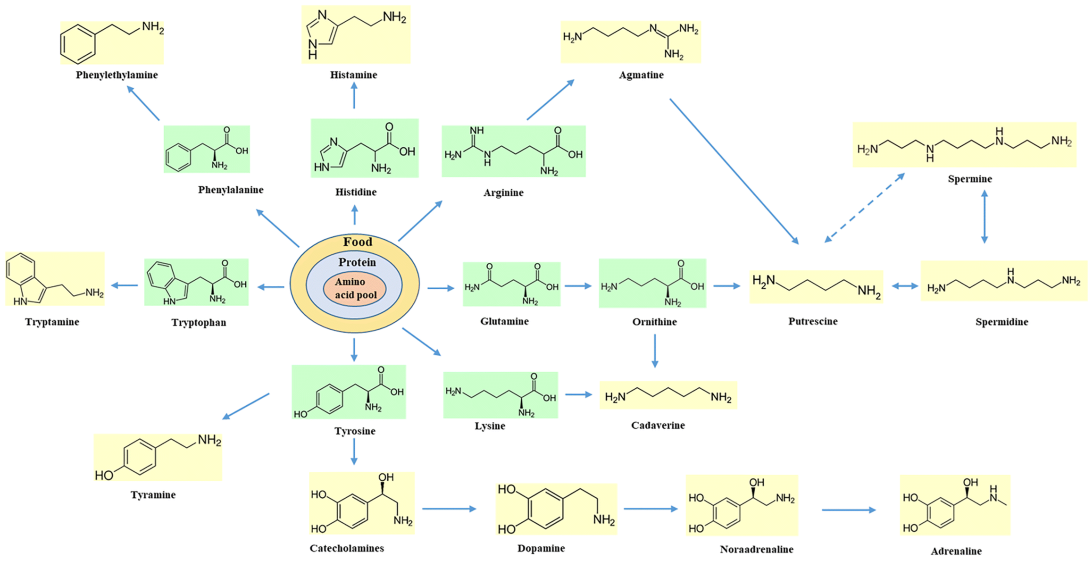
Biyojenik aminlerin kimyasal yapısı üç şekilde olabilir: "alifatik (putresin, kadaverin, spermin ve spermidin); aromatik (tiramin ve feniletilamin); heterosiklik (histamin ve triptamin)". Ayrıca amin gruplarının sayısına göre monoaminler (feniletilamin ve tiramin), diaminler (kadaverin ve putresin) veya poliaminler (spermidin ve spermin) olarak sınıflandırılabilirler (Spano, 2010).

Çizelge 1.4. Kimyasal yapıya göre biyojenik aminlerin sınıflandırılması (Spano, 2010)

Precursors	Biogenic Amines		
	Aliphatic	Aromatic	Heterocyclic
Arginine	Agmatine		
Lysine	Cadaverine		
Ornithine	Putrescine		
Phenylalanine		Phenylethylamine	
Tyrosine		Tyramine	
Histidine			Histamine
Tryptophan			Tryptamine

Putresin, spermidin, spermin ve kadaverin, nükleik asit fonksiyonunu, protein sentezini ve zarların stabilizasyonunu düzenleyen canlı hücrelerin temel bileşenleridir (Santos, 1996).

Hücre büyümesinde ve gelişmesinde, mide pH'ını, beyin aktivitesini değiştirmede ve canlı hücrelerde kan basıncını düzenlemede önemli bir rol oynarlar. Ancak tüketimleri insanlarda ve hayvanlarda gıda zehirlenmesine ve alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Farklı biyojenik aminler (triptamin, putrassin, kadaverin, histamin, tiramin, spermin, spermidin) arasında histamin en önemli toksin olarak kabul edilir (Maintz ve Novak, 2007).



Şekil 1.2. Biyojenik amin oluşumunun metabolik yolu (Özogul ve Özogul, 2019).

Biyojenik aminler, dondurma, pişirme, güneşte kurutma ve tütsüleme gibi yaygın olarak kullanılan gıda muhafaza yöntemleriyle parçalanamazlar (Etkind ve ark., 1987).

Bütün su ürünlerinde, birada, sebze ve meyvelerde, şarapta ve bütün et ürünlerin de biyojen aminler çok kolay bir şekilde, en küçük bir ihmalde bile hızlıca yayılabilmektedir (Silla-Santos, 1996). Tüketilen besinler de sıklıkla oluşan biyojen aminler arasında histamin, kadaverin, spermin, spermidin, putresin ve tiramin yer almaktadır. Biyojen aminlerin gıdalarda varlığı ve gıda içeriğindeki seviyeleri, ortamda serbest aminoasitlerin varlığı, su aktivitesi, pH, tuz seviyesi, bakteri yoğunluğu, sıcaklık gibi çok sayıda faktöre bağlıdır (Alper ve Temiz, 2001). Çeşitli gıdalardaki biyojen amin düzeyleri Çizelge 1.5.'teki gibidir (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2002).

Çizelge 1.5. Çeşitli gıda maddelerinde bulunan biyojen aminlerin miktarları (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2002)

Gıda Maddesi	Seratonin (mg/g)	Tiramin (mg/g)	Histamin (mg/g)
Olgunlaşmamış muz	30	-	-
Ananas suyu	25-30	-	-
Domates suyu	12	-	-
Lahana turşusu	-	20-95	7-200
Soya sosu	-	1,76	-
Bira	-	1,8-11,2	-
Şarap	-	0-25	-
Orkinos	-	-	2040-5000
Tuzlanmış kuru balık	-	0-470	-
Orkinos konservesi	-	-	0-80
Taze uskumru	-	-	0
Bozulmuş uskumru	-	-	300
Dumanlanmış Uskumru	-	-	0-300

Balık ve balıkçılık ürünlerinde biyojenik aminlerin oluşumu, esas olarak, yakalamadan sonra uygun olmayan işleme prosedürlerine ve amino asit dekarboksilazlara sahip mikroorganizmaların, çoğunlukla Gram-negatif bakterilerin birlikte büyümesine bağlıdır (Arulkumar ve ark., 2021).

Çizelge 1.6. Çeşitli gıdalardan izole edilen bakteriler ve biyojen aminler (Shalaby, 1996)

Gıda	İzole Edilen Bakteri	Biyojen Amin
Balık	Morganella morgoni	Histamin
	Klebsiella pneumonia	Kadaverin
	Hafnia alvei	Putresin
	Proteus mirabilis	Tiramin
	Clostridium perfringens	Agmatin
	Enterobacter aerogenes	Spermin
	Vibrio alginolytiens	Spermidin
	Bacillus spp.	
	Staphylococcus xylosus	
Peynir	Lactobacillus buchneri	Histamin
	Lactobacillus 30a	Kadaverin
	L. bulgaricus	Putresin
	L. plantorum	Tiramin
	L. casei	B-feniletilamin
	L. acidophilus	Triptamin
	Streptecoccus faecium	
	S. mitis	
Et ve et ürünleri	Bacillus macerans	Histamin
	Propioni bacterria	Kadaverin
	Pediococcus	Putresin
	Enterobacteriaceae	Tiramin
	Lactobacillus	B-feniletilamin
	Pseudomonas	Triptamin
	Streptococcus	
	Micrococcus	

1.2. Gıdalarda Biyojen Amin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Biyojen aminler organizmaların yapısında çok önemli görevler üstlenmelerine rağmen fazla olması durumunda ürününün yapısını bozup zehirlenmelere yol açmaktadır (Yeğin ve Üren, 2008). Gıdalarda biyojen amin içeriğini etkileyen bir çok unsur bulunmaktadır, bunların başında ise sıcaklık, pH ve tuz konsantrasyonu gelmektedir (Toy, 2010).

1.2.1. Sıcaklık

Yapılan araştırmalarda sıcaklığın amin üretimi üzerinde çok fazla etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Balığın depolanma aşamasında ki sıcaklık derecesi histamin oluşumu üzerine etkisi bulunmaktadır (Rossano ve ark., 2006). Biyojen amin oluşumunu engellemek için e önemli yöntemlerden biri de dondurma işleminin hemen ve minimum -20 °C' de yapılmasıdır (Hu ve ark., 2012). Sıcaklık 4 °C' nin

üstüne çıktığı anda biyojen amin çok hızlı bir şekilde oluşmaya başlamaktadır (Kim ve ark., 2009).

1.2.2. pH

pH biyojen amin üretimini tetikleyen en önemli faktördür. Bazı araştırmalar da ortam asitliğinin amin üretimine katkısı araştırılmıştır. Bunun sonucunda amin üretiminin ortamdaki bakterilerin asidik ortamlara karşı koruma mekanizması olarak görev gördüğü gözlemlenmiştir (Halasz ve ark., 1994). Başka bir araştırma da ise aminoasit dekarboksilazyonunun asidik olan ortamlarda fazlalaştığı ve pH seviyesinin 4,0 ile 5,5 arasında en uygun seviyede olduğu açıklanmaktadır (Silla Santos, 1996). 4.0'ın üzerindeki asidik pH seviyelerinde pozitif mikroorganizmaların hayatta kalamaması nedeniyle biyojenik aminlerin üretiminin mümkün olmadığı açıklanmıştır (Yeğin ve Üren, 2008).

1.2.3. Tuz konsantrasyonu

Ortamın tuz konsantrasyonunun, biyojen amin oluşmasında çok önemli bir etken olduğu ispatlanmıştır. Yapılan bir araştırmada bu konsantrasyonunun %5'in üzerinde olduğu zaman histamin varlığını en düşük seviyede tuttuğunu açıklanmaktadır. Tuzlamanın, histidin dekarboksilazyonunu azalttığını veya tamamen engellediğini ama toleransı yüksek olan (halotolerant) bakteriler için tuzlama işlemi fazla önem arz etmediği bildirilmiştir (Yeğin ve Üren, 2008).

1.3. Su Ürünlerinde Bulunan Biyojenik Aminler

Biyojenik aminler kendi aralarında çeşitlere ayrılırlar. Bunlar kimyasal olarak üç gruba ayrılır. Bunlardan ilki Alifatik grup (kadaverin, spermin, spermidin ve putresin), ikincisi aromatik grup (feniletilamin, tiramin) ve üçüncü yani sonuncu grup heterosiklik (triptamin, histamin) şeklindedir. Balık etlerinde bulunan kaslarda en çok meydana gelen amin çeşidi putresin, kadaverin ve histamindir (Yıldız ve Kırım, 2015).

1.3.1. Histamin

Balıklarda en çok rastlanan biyojen amin histamindir (Alper ve Temiz 2001). Histamin, "amino asitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyonu ve transaminasyonu sırasında meydana gelen heterosiklik biyojenik bir amindir" (Karovičová and Kohajdová, 2005; Santos, 1996).

Taze balığın yüksek sıcaklıklara maruz kalması, histidin dekarboksilaz üreten bakterilerin büyümesini ve dolayısıyla histamin düzeyini artırır (Papageorgiou ve ark., 2018). Biyojen aminlerden histamin, uskumrugillerin (scombridae familyası) kaslarında çok fazla olan serbest histidinin dekarboksilazyonuyla oluşmaktadır (Jay, 1992).

Su ürünlerinde fazlaca histamin bulunması olumlu bir durum değildir. Bu durum insanlarda zehirlenmeye yol açar, buna histamin zehirlenmesi denir. Bu zehirlenme çok fazla oranda histamin içeriği olan gıdalardan meydana gelmektedir. Örneğin; herhangi bir işleme tabi tutulmuş ve bundan dolayı histamin düzeyi artmış bir balığın tüketilmesinden sonra histamin zehirlenmesi yaşanır (Çaklı ve Kışla, 2003). Balıkları soğutmak için kullanılan buzun saflığı, histamin üreten bakteri kaynağı olabileceğinden de önemlidir (Economou ve ark., 2007).

1.3.2. Tiramin

Tiramin olgunlaştırılmış gıdalarda çok fazla bulunan bir biyojen amindir. Tiramin'in meydana gelmesine tiyrosin (tirozin) amino asidinin bakteriyel hareketi sebep olmaktadır (Özoğul ve ark., 2004). Bu biyojen amin kan basıncını arttırır tıpkı Histamin gibi vücuda fazla alınmadığı takdirde herhangi bir etkisi yoktur fakat fazla miktarda alındığı takdirde zehirleyici bir maddeye dönüşmekte, hatta bazen öldürücü etkisi bile olmaktadır (Maijala, 1994; Varlık, 1994).

1.3.3. Kadaverin ve putresin

Bu iki biyojen amin balıklarda kalite standartını belirlemek için kullanılan en önemli aminlerdir. Çünkü balıkta bozulma başladığı esnada putresin ve kadaverin oluşumu sıcaklık ile orantılı olarak artmaktadır. Su ürünleri gıdalarında putresin,

histamin ve kadaverinin toplam değerinin maksimum 300 mg/kg olması gerektiği Spanjer ve Van Roode (1991) tarafından önerilmiştir (Karsandı ve Bilgin, 2016).

1.3.4. Spermin ve spermidin

Spermin ve Spermidin besinlerde kendiliğinden bulunan biyojen aminlerdir, bozulmalar sonucu oluşan aminler değillerdir bu yüzden bozulmayla ilişkileri yoktur. Bunlar balıklarda önem teşkil etmeyen bileşiklerdir ve depolama esnasında oluşan miktarları önemsenmeyecek derecededir ve balık kalitesinin üzerinde herhangi bir olumsuz durumu bulunmamaktadır (Ritchie ve Mackie, 1980).

1.3.5. Agmatin

Agmatine su ürünleri gıdalarında çok sık rastlanmaktadır (Smith ve ark., 1980). Bu aminin oluşumu balık ilk bozulduğu zaman artmaya başlar ama daha sonra azalmaya başladığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı agmatin seviyesinin düşük olması farklı anlamlara gelebilir; balık taze olabilir yada çok bozulduğu anlamına gelebilir (Kamarı, 2007; Kodeksi, 2011).

Çoğu balık zehirlenmesinde histamin düzeyleri 200 ppm'nin üzerinde ve sıklıkla 500 ppm civarında olduğu gözlemlenmiş, ancak daha düşük seviyelerin de zehirlenmeye neden olabileceği vurgulanmıştır (Huss ve ark., 2003; FDA, 2001; Lehane ve Olley, 2000).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tekinşen ve ark. (1993), balıklarda saklama süresinin histamin değerine etkisi üzerine yaptıkları bir çalışmada malzeme olarak uskumru, palamut ve hamsi balıkları üzerinde çalışmışlardır. Seçilen balıklar 4°C'de üç gün boyunca uygun koşullarda bekletilmiş ve balıklardaki histamin değerinin üç gün süresince spektrofloumetre ile ölçmüşlerdir. Çalışma bittiğinde uskumru, palamut ve hamsi balıklarının üç günlük depolanmasından sonra ortalama histamin değerlerinin sırasıyla 6,28μ/g (0,006 mg/g), 3,70 μ/g (0,0037 mg/g) ve 3,25 μ/g (0,0032 mg/g) bulmuşlardır. Araştırma sonrasında bu balıklardaki histamin miktarının üç günlük depolamadan sonra bile toksik düzeyin altında olduğunu saptamışlardır.

Gökoğlu ve Varlık (1995), yaptıkları çalışmada 4 farklı markanın sardalya konservelerinin histamin seviyelerinin belirlenmesi için biyojen amin içeriğini incelemişlerdir. Sardalya örneklerinin histamin ve duyusal analizleri ile pH değerlerini incelemişlerdir. Analiz neticesinde örneklerdeki histamin seviyelerin 0,075 mg/100g ile 0,44 mg/100g arasında olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonunda bütün örneklerdeki histamin değerinin toksik değerin altında olduğunu belirtmişlerdir.

Köse (1995), su ürünlerinin sebep olduğu histamin zehirlenmesi ve önemiyle ilgili yapılan bir araştırmada bulunan verilere göre histamin sıcaklığa karşı oldukça dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Histaminin bir defa meydana geldikten sonra onu imha etmenin epey zor olduğunu ve bundan dolayı bütün önlemlerin balık pişirilmeden önce yapılması gerektiğini dile getirmiştir.

Mater ve ark. (2001), yapmış olduğu çalışmada Scombroid balık zehirlenmesini incelemişlerdir. Bulunan sonuçlara göre histamin zehirlenmesi olarak adlandırılan Scombroid zehirlenmesinin genelde Scombridae türünün tüketilmesi ile oluşan bir balık zehirlenmesi olduğu saptamışlardır.

Çelik ve ark. (2002), bir alışveriş mağazasında satışa sunulan dondurulmuş balıkların biyokimyasal içeriğini, fiziksel ve kimyasal kalite kontrolü için yaptıkları çalışmada kimyasal içerik araştırmalarını (kül, ham protein, nem ve ham yağ) ve muhafaza şekline göre kimyasal ve fiziksel kalitelerini kıyaslayan araştırmalar yapmışlardır. Araştırma neticesinde bulunan bulgulara baktıklarında balıkların kimyasal kompozisyonlarının seçildiğini ve bundan yola çıkarak az yağlı ve yüksek protein içerikli çeşitlerin yaygın olarak dondurularak muhafaza edildiğini ve bu yolla tüketime sunulduğunu saptamışlardır. Farklı bekleme sürelerine sahip dondurularak muhafaza edilen balıkların muhafaza şekline bağlı oluşturulan fiziksel ve kimyasal kalite kontrol incelemelerine göre market şartlarında satılan ürünlerin tüketilmesinde bir sorun olmadığını tespit etmişlerdir.

Turan ve Erkoyuncu (2004), çalışmalarında dondurmadan önce ve sonrası farklı işlemlerin uygulandığı palamut ve gökkuşağı alabalıkları hava akımlı dondurucularda farklı süre ve farklı sıcaklıklarda bekletilmiştir. İki balıkta da su kaybı, TVB-N, TBA miktarları ve duyusal özelliklerde ki değişim incelenmiştir. Araştırma sonucu balıklar iyi kalitede bulunduğunu bildirmiştir.

Çakmak ve Sancak (2019), dondurulmuş balıklarda depolama sırasında biyojenik amin oluşumunun ve mikrobiyolojik değişikliklerin belirlenmesi kapsamında yaptıkları bir çalışmada dondurulmuş bütün balık ve dondurulmuş içi temizlenmiş balık örneklerinde toplam aerobik mezofil mikroorganizma sayılarının depolamayı takip eden günlerde azaldığı, sonraki günlerde tekrar arttığı ve son olarak depolamanın son gününde de çoğaldıkları gözlenerek sırasıyla 2,12±0,31 ve 2,51±0,04 log10 kob/g olarak tespit edilmiştir. Biyojenik aminlerin sağlık açısından zararlı etkileri, gıdalarla birlikte çok miktarda alındığında veya aşırı biyojenik amin alan kişilerin detoksifikasyon sisteminde eksiklikler oluştuğunda gözlenmektedir. Çalışmada incelenen her iki gruba ait numunelerde de putresin dışındaki triptamin, β-feniletilamin, tiramin, kadaverin, spermidin ve spermin düzeylerinin depolama süreci boyunca dalgalandığı ve analiz periyotları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($p<0.05$). Dondurulmuş bütün balık örneklerinde putresin ve kadaverin miktarları, dondurulmuş içi temizlenmiş örneklerine göre daha yüksek

bulundu. Depolama boyunca incelenen dondurulmuş içi temizlenmiş numunelerinde histamin miktarının tespit limitinin altında olduğu, Dondurulmuş bütün balık numunelerinde ise depolamanın sadece 30. ve 60. günlerinde tespit edilebildiği ve en yüksek seviyesinin 0.87 ppm olduğu tespit edildi.

Baygar ve Gökoğlu (2004), yaptıkları bir araştırmada ton balığının konserveye işlenmesi esnasında besin değeri ve kalitesinde oluşan farklılıkların belirlenmesini hedeflemişlerdir. Yapılan bu araştırmada besin içeriğinin saptanması için ham yağ, ham protein, ham kül, kalori ve nem seviyeleri ve duyusal analizleri araştırmışlardır. Analizlerden çıkan sonuçlara bakıldığında konserve yapıldıktan sonra kalori, renk, TVB-N, doku, yağ, pH ve duyusal seviyelerinde önemli ölçüde artma, histamin, nem, kül ve mikrobiyal düzeyinde önemli ölçüde azalma saptandığını bildirmişlerdir.

Cemek ve ark (2006), yaptıkları bir araştırmada Eber ve Karamık göllerinde bulunan, Afyonkarahisar ve çevresinde çok fazla tüketilen sazan, turna balıklarında muhafaza süresi ve sıcaklığının biyojen amin üremesine etkisini saptamak amacıyla balık örneklerinde histamin seviyelerini araştırmışlardır. Bu araştırmaya göre; histidin aminoasidi dekarboksilasyonundan meydana gelen histamin, laboratuvara geldiği andan itibaren taze olarak kullanılan bölümde (0) en az seviyede bulunmuştur. En fazla histamin seviyesi ise, üç gün (+23°C'de) depolanan bölümdeki balıklarda (3. +23 °C) olarak bulunmuştur ($p<0,001$). Bunun yanında aynı şartlarda depolanan farklı balık çeşidine ait histamin seviyesinde ise istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Turna (*Esox lucius*) ve Sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında muhafaza süresi ve sıcaklığının biyojen aminlerden histaminin meydana gelmesinde etkisi olduğunu saptamışlardır.

Özdestan ve Üren (2006) biyojen amin analiz etme şekilleri adı altında bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmaların sonucuna göre besinlerin biyojen amin araştırmalarında çoğunlukla HPLC yönteminin uygulandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra besinlerde biyojen amin içeriğini saptamak için maksimum 0.1 M HCl kullanılmıştır. Yine amaçla %5'lik TCA kullanıldığı söylenmiştir.

Özoğul ve ark. (2006), buzda muhafaza edilen doğal Avrupa yılan balığının kalite incelemesiyle ilgili bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada; balıklarda bulunan histidinin bakteriyel dekarboksilasyon ile histamin salgıladığını saptamışlardır. Buz kullanılmadan muhafaza edilen yılan balığının 6-7 günden sonra ve buzda muhafaza edilenlerin 13-14 günden sonra histamin değerlerinin tehlikeli seviyeden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma neticesinde histamin değerinin depolama koşullarının ikisinde de AB standartlarına göre 20 mg/100g seviyesinden fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çoban ve Patır (2010), Elazığ'da bulunan üç farklı firmadan dondurulmuş karides ve kalamar temin etmişlerdir. Örneklerdeki histamin seviyelerini araştırmışlar ve numunelerdeki histamin seviyesinin iki firma arasında ki değişikliklerin kayda değer olmadığını bildirmişlerdir ($p>0.05$).

Gökoğlu (2004), yaptığı çalışmada balıklarda yakalanma anından tüketilme anına kadar olan kalite değişimlerini araştırmıştır. Yaptığı çalışma sonrası hiçbir dondurma işlemenin tamamen taze balıktaki gibi değerlere sahip olmadığını mutlaka çok düşük miktarlarda da olsa dezavantajlarının olduğunu araştırmasında belirtmiştir. Yine de diğer hayvanlara oranla bozulma süresi daha kısa olan balıklarda maksimum değerleri yakalamanın belirli dondurma işlemleriyle mümkün olduğunu belirtmiştir.

Hu ve ark. (2012), yaptıkları bir araştırmada ahtapot, kalamar ve 74 adet balık numunesine HPLC yöntemi uygulanarak biyojen amin içeriği incelenmiştir. Bunun yanı sıra su ürünlerinde muhafaza esnasında ki biyojen amin oluşumu ve mikroflora üremesinin arasındaki olumlu ve olumsuz bağlantılar da incelemişlerdir. Araştırma sonunda biyojen aminlerden kadeverin, putresin, tiramin ve histamin işlev gören numuneleri etkilediğini bunun yanı sıra tiramin seviyesinin 100 mg/kg'ın ve histamin seviyesinin 50 mg/kg' ın altında olduğunu bulmuşlardır.

Köse ve ark. (2012), yaptıkları araştırmada 11 farklı ülkeden sağladıkları otuz çeşit ve Türkiye'den sağladıkları otuz beş çeşit balık ile totalde altmış çeşit balıkta histamin, putresin, kadaverin ve diğer biyojen amin mevcudiyetini araştırmışlardır.

Bütün balıklarda histamin seviyesi 70-1.544 mg/kg aralığında bulunmuş fakat sadece on bir örnekte FDA' nın uygun gördüğü 50mg/kg seviyesini geçtiğini ve dört balıkta ise hem AB'nin hem Türkiye'nin onayladığı seviyelerin geçildiğini tespit etmişlerdir.

Buňka ve ark. (2013), Çekya Cumhuriyetinde bulunan lokantalarda tüketime sunulan deniz balığı, tatlı su balıkları ve suda yaşayan diğer organizmalara bağlı 112 pişirilmemiş örnekte histamin, feniletilamin, putresin, tiramin, tiriptamin, spermin ve spermidin seviyelerini araştırmışlardır. Bulunan biyojen aminlerin hepsinde yüksek oranda olduğu gözlemlenmiş ve 6 adet numunede ise kabul edilen seviye olan 200 mg/kg'ın geçtiğini belirtmişlerdir.

Hosseini ve ark. (2013), 'ın yaptığı bir araştırmada sazanlar da buzla dondurma işlemi yapılmadan dört günlük periyotta ortalama 4 ile 8 saat buzda bekletilerek biyojen amin konsantrasyonu ve toplam canlı sayısını araştırmışlardır ve ikisinin de arttırdığını gözlemişlerdir. Bulunan sonuçlarda kadeverin ve putresin biyojen amin seviyesinin balıkların hepsinde etkin olduğu ve sazan baz alındığında kalite indikatörü olduğunu dile getirmişlerdir.

Koral ve ark. (2013), Türkiye ve Avrupa'dan aldıkları yetmiş sekiz adet denizde yaşayan balık numunesinde nem, biyojen amin türü, su, tuz içeriğinin saptanması ve mikrobiyolijik sayımlarını yapmak için yürüttükleri bir araştırmada balıkların neredeyse %10'unun FDA ve Avrupa Birliği'nin onay verdiği limitleri geçtiğini bulmuşlardır. Bunların içinden en fazla seviye 524 ppm olan tiramin bulunmuştur. En fazla histamin seviyesini 422 ppm olan hamsi konservesinde olduğunu saptamışlardır.

Kulawik ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada Tilipia (*Oreochromis niloticus*) balığını 21 gün buzda depolamışlardır. 21 günün sonunda biyojen aminlerden histamin, putresin, kadeverin, 2-feniletilamin, spermin, spermidin, tiramin ve agmatin seviyelerinin normale oranla daha az değerlere ulaştığını saptamışlardır.

Oğuzhan Yıldız ve Kırım (2015), biyojenik aminlerin önemini ve bu aminlerin balık grupları üzerinde oluşumu üzerinde durmuşlardır. Genellikle serbest amino asitlerin enzimlerle dekarboksilasyonu neticesinde oluşan aminlerin, hem hayvanlarda hem insanlarda zehirleme etkisine sahip olduğundan oluşumuna etki eden nedenleri araştırılmıştır.

Düz ve Fidan (2016), biyojenik aminlerin sebep olduğu amino asit dekarboksilasyonun yanı sıra vücudumuzda sentezlenerek gıdalarla beraber alınabileceği ifade etmişlerdir. Gıda maddelerinde kendiliğinden varolmalarının yanı sıra protein miktarı bakımından zengin ve mayalanmış gıdaların büyümesi veya çürümesi neticesinde meydana geldikleri gözlemlenmiştir. Düz ve Fidan; Gıdalardaki biyojenik aminlerin iki nedenden dolayı önemli olduğunu belirterek bunları " biyojenik aminlerin kalite göstergeleri ve riskli toksik sağlık etkilerinin varlığı" olarak açıklamaktadırlar.

Karsandı ve Bilgin (2016), bazı türlerin biyojen amin düzeylerinin araştırılması sebebiyle birkaç çeşit donmuş balık türü materyal olarak seçmişlerdir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre taze balıklar da donmuş balıklara göre daha az biyojen amin oluşumu gözlemlenmiştir fakat yine de bulunan seviyelerin insan sağlığını etkileyecek derecede olmadığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kalitedeki en fazla bozulmanın pazarda son tüketiciye satış aşamasında olduğu tespit edilmiştir. Yeterki miktarda olmayan buz tüketimi, ulaşım araçlarında soğuk zincirin bozulması ve temizlik şartlarına uyulmaması kalitedeki düşüşün başlıca nedenleri olarak görülüyor. Balıkçıların ve satış noktalarının bilinçlendirilmesi başta olmak üzere kalitenin korunması için birçok önlemin alınması gerektiğini ifade ettiler.

Konserve balıklarda histamin ve pH düzeylerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, Van'da satılan farklı balık konservelerinin histamin ve pH düzeyleri belirlenerek, halk sağlığı için toksik olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmalarda aktif kullanılan örneklerde soğuk zincir ve hijyen kurallarına uygun olarak işlendiği ve saklandığı sonucuna varılmış, incelenen balık konservelerinde

histamin düzeylerinin insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde olmadığı bildirildi (Duyar ve Ekici, 2011).

İran'da pazarlanan ton balığı konservelerinin biyojenik amin içeriğinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada histamin, tramin, putresin ve spermidin seviyeleri belirlendi. Deniz ürünleri için önemli bir kimyasal tehlike olan histamin, test edilen örneklerin %57,5'inde tespit edildi. Ana mutajen olarak bilinen tramin, test edilen örneklerin %55'inde bulundu. Konserve örneklerde tramin ortalama 0.7mg/kg olarak ölçülmüştür. Buna göre, kontaminasyon seviyesi, gıdalarda izin verilen tramin seviyesinin altında ölçülmüştür (Zarei ve ark., 2011).

Weremfo ve ark. (2020), Gana'da pazarlanan konserve balık ürünlerinde biyojenik amin seviyelerinin izlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada tüm konserve balık ürünlerinde tüm biyojenik aminler tespit edilmediğini belirterek, konserve balık örneklerinin %42,5'inde tiramin, %37,5'inde putresin, %17,5'inde agmatin, %15'inde histamin ve %12,5'inde kadaverin izlemişlerdir. Genel olarak, analiz edilen konserve balık ürünlerinde düşük seviyelerde biyojenik aminler içerdiğini belirtmişlerdir. Toksikolojik etkileri olan aminler olan histamin (64.05mg·kg− 1) ve tiramin (27.44mg·kg− 1) maksimum konsantrasyonları sırasıyla uskumru ve sardalyada tespit edilmiştir. Histamin konserve sardalyalarda tespit edilmemesine rağmen, tespit edilen düzeyi uskumru konservesinde ND- 64.05mg·kg− 1 ve konserve ton balığı ürünlerinde ND-26.12mg·kg− 1 arasında değişmektedir. Analiz edilen örneklerin hiçbirinin, Avrupa Birliği tarafından belirlenen sınır olan 100mg·kg− 1'den yüksek histamin seviyeleri içermediğini bildirmişlerdir.

Bilgin ve Gençcelep (2015), balık ürünlerinde biyojenik aminlerin belirlenmesine yönelik çalışmalarında çoğu balık ürününde biyojenik amin seviyeleri düşük veya orta düzeyde olduğunu ifade ederek tüm balık ürünü örneklerinde tüm biyojenik aminlerin tespit edilmediğini kaydetmiştir. HIS (50/63), CAD (44/63), PUT (28/63), TYR (28/63) ve TRP (27/63). Çoğu balık ürünü numunesi, her bir biyojenik aminden 20 mg/kg'dan az göstermiştir. Kadaverin ve putresin gıdalarda, özellikle balık ve balık ürünlerinde önemlidir çünkü histaminin toksisitesini

güçlendirdikleri gösterilmiştir. Çalışmada konserve sardalya düşük histamin konsantrasyonlarına (32.65-70.67 mg/kg) sahip oldukları ifade edilmiştir. Bu çalışmadaki tüm numunelerin yaklaşık %42.85'inde ND ile 48.63 mg/kg arasında değişen değerlerle tiramin tespit edilmiştir. İnsan sağlığı için toksik etkileri olan balık ürünlerinde tiramin varlığı önemlidir. Bu çalışmadaki tüm numunelerdeki tiramin seviyeleri 100 mg/kg'dan daha düşüktü ve uskumru, örneklerinde 101-222 mg/kg ölçeğinde daha yüksek miktarlarda tiramin tespit edilmiştir. Bu çalışmada test edilen tüm balık ürünü numuneleri için maksimum HIS, CAD, PUT, TYR ve TRP seviyeleri sırasıyla 110.33, 122.18, 116.53, 48.63 ve 190.61mg/kg idi.

Pavlović ve ark. (2019), Sırbistan pazarından toplanan balık örneklerinde histamin seviyeleri ne yönelik yaptıkları çalışmada toplam 1030 örneğin 846 konserve balık örneğinde histamin seviyesi LOD'nin altında, yani 456 konserve ton balığı, 315 konserve sardalya ve 75 konserve uskumru örneğinde histamin düzeyi 2.90 ile 365.50 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Analiz edilen tüm numunelerin genel ortalaması 44.96 mg/kg idi. En yüksek histamin düzeyi konserve uskumruda tespit edildi ve konserve ton balığı ve konserve sardalyaya göre istatistiksel olarak daha yüksekti ($p<0.0001$). Ton balığı ve sardalya arasında gözlenen farklılıklar %99 düzeyinde anlamlıydı ($p<0.001$)

Zarei ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada inceledikleri örneklerin %57,5'inde histamin tespit edilmiştir. Elde edilen değerler 0.12-648.20 mg/kg aralığında olup genel ortalama 64.61 mg/kg idi. Örneklerin %10'u balık kilogramına 100 mg/kg'dan fazla histamin içeriyordu, %15'i 50-100 mg/kg arası ve %25'i 50 mg/kg'dan fazla içeriyordu ki bu değer ABD FDA tarafından önerilen izin verilen sınırdır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan Şanlıurfa ilinde yapılmıştır. Şanlıurfa' nın nüfusu 1.845.667' dir. Önemli derecede arap ve türk azınlığa ve Kürt çoğunluğa sahip bir şehirdir. Araştırmamız da materyal olarak Şanlıurfa merkez ilçelerdeki (Eyyübiye, Haliliye ve Karaköprü) marketlerden konserve balık türleri temin edildi.

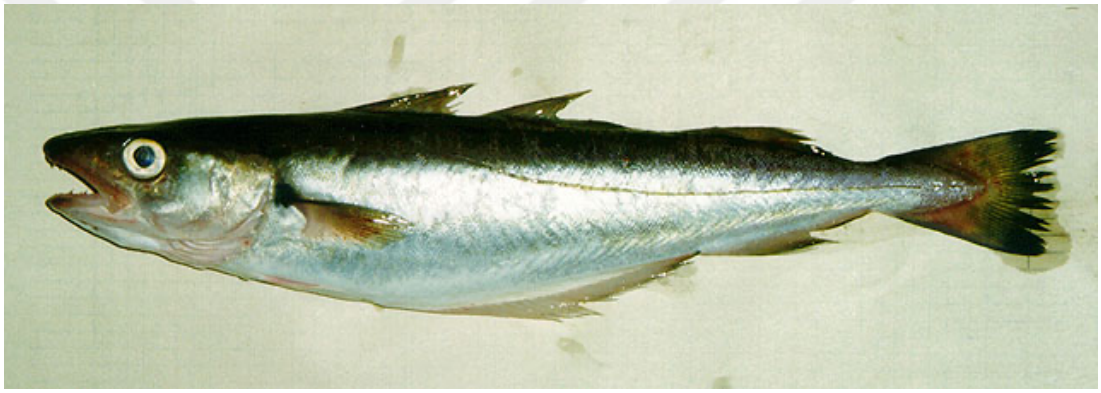


Şekil 3.1. Materyal temin edilen Şanlıurfa merkez ilçeleri (Yetiş ve ark., 2019)

Marketlerde bulunabilen türler arasında Sardalya {*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)}, Mezgit {*Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758)}, Uskumru {*Scomber scombrus* (Linnaeus, 1758)} ve Ton balığı {*Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758)} sırasıyla Şekil 3.2., Şekil 3.3., Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.'te verildi.



Şekil 3.2. Sardina pilchardus (mediaphoto 1) (Walbaum, 1792)



Şekil 3.3. Merlangius merlangus (fishbase 1) (Linnaeus, 1758)



Şekil 3.4. *Scomber scombrus* (fishbase 2) (Linnaeus, 1758)



Şekil 3.5. *Thunnus thynnus* (mediaphoto 2) (Linnaeus, 1758)

Satın alınan balık türleri soğuk zincir kurallarına uygun biçimde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölüm laboratuarına getirildi. Balıkların laboratuar analizine kadar geçen sürede herhangi bir bozulmaya uğramasını önlemek için -18 °C'de Sanyo biomedical freezer marka dondurucuda muhafaza edildi. Balık örnekleri zootekni laboratuarında, 230 v- 50Hz voltajlı mikser, NF-615 220V-50 Hz devrinde santrifüj, WLC 6/A2/C/2 Radwag marka terazi ve termal laboratuar aletlerine ait sıcak su banyosu aletleriyle işleme tabi tutuldu.

3.2. Yöntem

Balık örnekleri soğuk zincir kuralı bozulmadan Harran Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı laboratuarına getirilip bozulmalara izin verilmeden uygun koşullarda muhafaza edildi. Araştırma süresine kadar sanyo marka derin dondurucuda -18 °C' de bekletildi. Her türden ikişer adet örnek yapıldı. Her örneklemde balık türünden 5 mg/kg alınıp üzerine 30 ml etil alkol eklenip beş dakika boyunca tamamen birleşene kadar çırpıldı. Alınan 5 mg/kg'lık balık örneğinde deri olmaması için temizlendi. Örnekler arasında herhangi bir karışım olmasın diye, her örnekten sonra bütün materyaller yıkanıp kurulandı. Örnekler altışar olarak 45 derecelik banyoda 45 dakika bekletildi. Banyo işleminden sonra örnekler soğutulup sıcaklık 30 °C düşürüldü, filtre aracılığıyla damıtıldı. Damıtılan örnekler tüplere konulup santrifüj makinasında 2000 devirde 5 dakika boyunca çalıştırıldı. Son işlem olarak tüplerden 3 ml alınıp sonuç değerlendirmesinin okunması için muhafaza edildi. Analizler Thermo marka Trace GC ultra model gaz kromatografi cihazında okutulmuş ve

heptilamin, putresin, histamin, triamin ve spermidin biyojenik aminleri analiz edilmişitir. Tüm standart amin karışımları, HPLC dereceli su ve 50 ml volumetrik şişesi kullanılarak hazırlandı. Son olarak üsteki kısımdan viale alındı ve GC-FID'de okutuldu.

Çizelge 3.1. Biyojenik aminlerin standart çözeltilerinin HPLC değerleri RSD%, %CV, LOD ve LOQ (Çakmak ve Sancak, 2019)

Amin Standarts	*RSD%*	*CV%*	*LOD*	*LOQ*
Tryptamine	6.52	1.24	0.025	0.311
β-phenylethylamine	9.02	2.40	0.038	0.014
Putrescine	1.35	1.97	0.028	0.086
Cadaverine	2.73	0.96	0.039	0.117
Histamine	2.72	1.56	0.033	0.101
Tyramine	6.41	1.27	0.309	0.937
Spermidine	5.13	0.79	0.114	0.436
Spermine	3.24	1.80	0.109	0.331

RSD%: Relatif Standart Sapma, ***CV%:*** Varyasyon Katsayısı, ***LOD:*** Tespit Sınırı, ***LOQ:*** Ölçüm Sınırı

Analizler Thermo marka Trace GC Ultra model gaz kromatografi cihazında gerçekleştirildi. Tüm standart biyojen amin karışımları ultra saf su kullanılarak 50 ml'lik balon jojelerde hazırlandı.

Biyojenik aminlerin ayırımı için kolona sıcaklık programı uygulandı. Fırın sıcaklığı 2 dakika boyunca 110 °C idi ve dakikada 5 °C'lik artışla 190 dereceye yükseltildi. Biyojen aminlerin ayırımı, Zebron marka ZB-5 kapillar kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanarak gerçekleştirildi. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanıldı. Enjeksiyon hacmi 1 µl olarak ayarlandı.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Yaptığımız bu çalışmada bütün türlerdeki biyojen amin içerikleri hemen hemen aynı değerlerde bulundu. Örneklerimizden sardalya hariç diğerleri arasındaki fark birbirine çok yakın bulundu. Örneklerimizden sardalyada biyojen amin miktarları ise diğer balıklara nazaran daha fazla bulundu.

Çizelge 4.1. Türlere göre Biyojen aminlerin bulunma düzeyleri

Düzey/ Tür	Sardalya	Ton Balığı	Uskumru	Mezgit
Genel Biyojen Amin	En fazla	Normal	Normal	Normal
Heptilamin	En fazla	En az	Normal	Normal
Kadaverin	En fazla	Normal	En az	Normal
Triamin	En fazla	En az	Normal	Normal
Putresin	En fazla	En az	Normal	Normal

Araştırmada Heptilamin için en düşük değer ton balığında gözlemlendi. Heptilamin oranı sıralama azdan çoğa doğru; ton balığı, mezgit, uskumru ve sardalya şeklinde tespit edildi (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Heptilamin için özet istatistikler

Gruplar	n	Toplam	Ortalama	Varyans	Standart sapma	Standart hata
Ton Balığı	7	125,10	17,87	80,66	8,98	3,39
Uskumru	3	67,50	22,50	178,12	13,35	7,71
Mezgit	2	44,50	22,25	11,05	3,32	2,35
Sardalya	2	96,50	48,25	3353,81	57,91	40,95

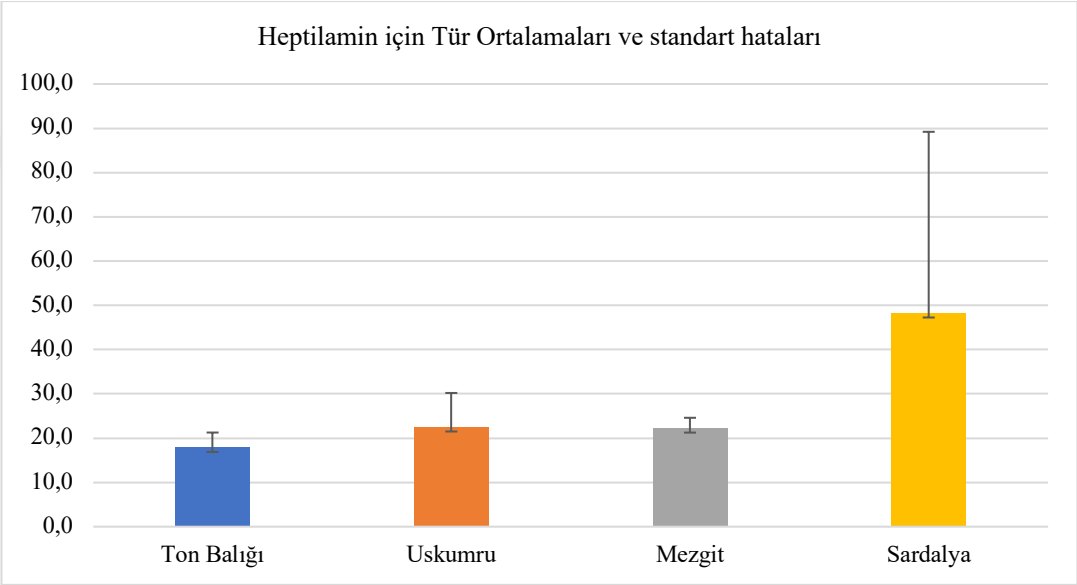
Heptilamin değeri ortalaması ton balığında 17,87, uskumruda 22,50, mezgitte 22,25 ve sardalyada 48,25 olarak tespit edildi. Çizelge 4.2' de en büyük hata payı 40,95 ile sardalyada saptandı. Ton balığında standart hata 3,39, uskumruda 7,71, mezgitte ise 2,35 olarak bulundu (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.3. Sonuçlarına göre Heptilamin için balık grupları arasında istatistiksel olarak önemli derecede bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. Heptilamin için tek yönlü ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	sd	KT	KO	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar	3	1 451,50	483,83	1,15	0,38	3,71
Hata	10	4 205,06	420,51			
Genel	13	5 656,57				

Yukarıda ki çizelge da gruplar arasında en az birinin diğerlerinden farklı olup olmadığı test edilmiştir.



Şekil 4.1. Heptilamin için tek yönlü ANOVA sonuçları bar grafiği

Şekil 4.1.'de Heptilamin için tür ortalamaları ve standart hataları verilmiştir. Ton balığı, mezgit ve uskumruda Kadaverin ortalamaları birbirine yakınken, sardalyanın ortalaması çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Biyojen aminlerden kadaverin en çok sardalyada ve en az ise uskumruda bulundu. Kadaverin miktarı azdan çoğa doğru sırasıyla; uskumru, ton balığı, mezgit ve sardalyadır (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Kadaverin için özet istatistikler

Gruplar	N	Toplam	Ortalama	Varyans	Standart sapma	Standart hata
Ton Balığı	7	341,50	48,79	478,71	21,88	8,27
Uskumru	3	139,50	46,50	1561,09	39,51	22,81
Mezgit	2	146,80	73,40	499,28	22,34	15,80
Sardalya	2	243,50	121,75	8991,41	94,82	67,05

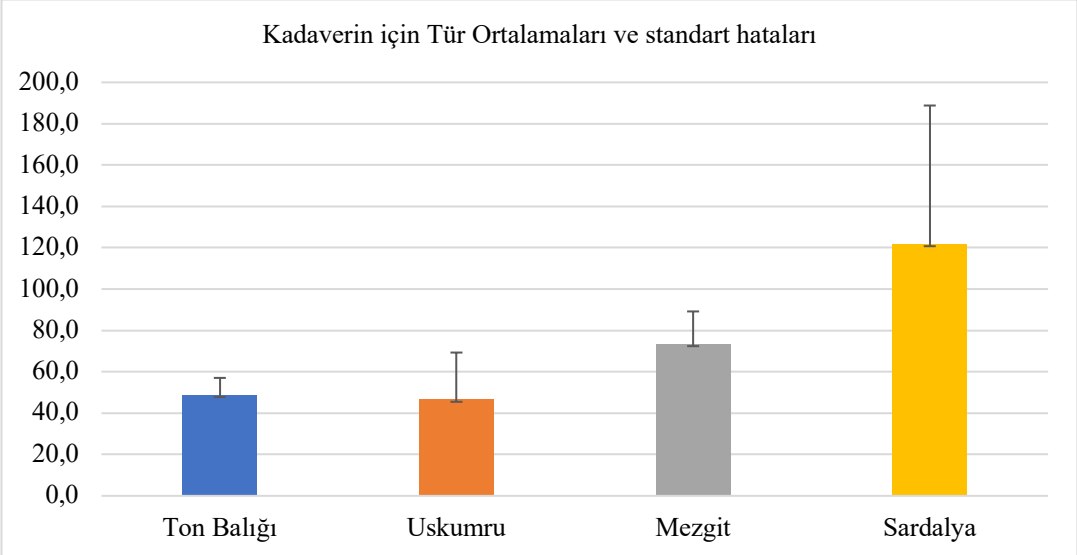
Çizelge 4.4.'e göre; Kadaverin ortalaması sardalyada 121,75, mezgitte 73,40, uskumruda 46,50, ton balığında ise 48,79 olarak tespit edildi (Şekil 4.2.).

Standart hata ton balığında 8,27, uskumruda 22,81, mezgitte 15,80, sardalyada ise 67,05 olarak bulundu.

Çizelge 4.5.' e göre Kadaverin için balık grupları arasında istatistiksel olarak önemli derecede bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Çizelge 4.5. Kadaverin için ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	sd	KT	KO	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar	3	9342,34	3114,11	2,01	0,18	3,71
Hata	10	15485,15	1548,52			
Genel	13	24827,49				



Şekil 4.2. Balıklardaki kadaverin tür ortalamaları ve standart hataları

Şekil 4.2.'de ton balığı, mezgit ve uskumru'da heptilamin ortalamaları birbirine yakınken, sardalya balığının ortalaması daha yüksek olduğu görülmektedir.

Triamin amini en çok sardalyada bulundu. En az ise ton balığında bulunmaktadır. Triamin biyojen amini azdan çoğa doğru sırasıyla; ton balığı, uskumru, mezgit ve sardalya şeklindedir. Diğer üç türde yaklaşık değerler olmasına karşın sardalyada olumsuz yönde büyük bir fark bulunmaktadır (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Triamin için özet istatistikler

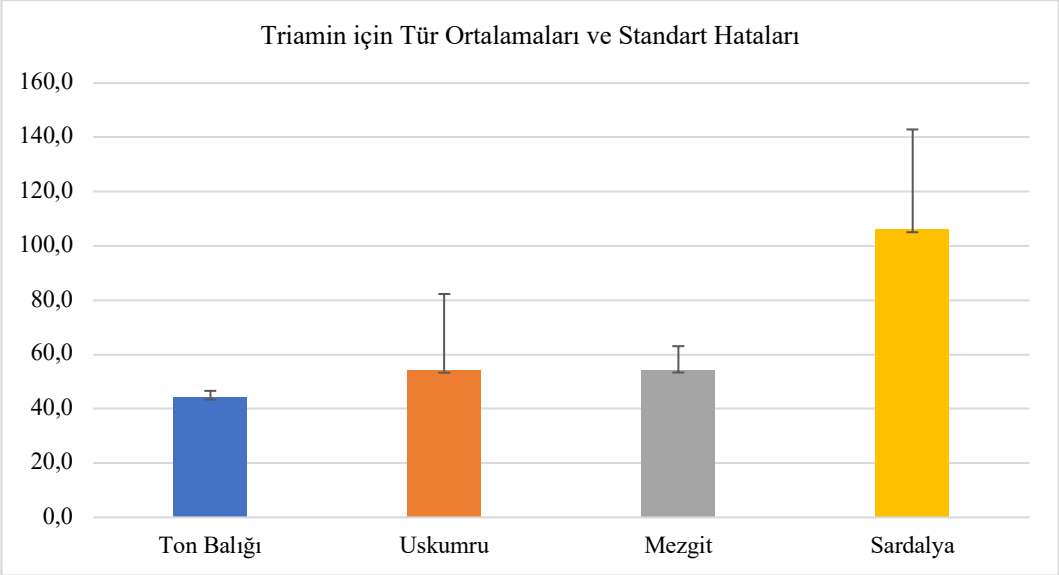
Gruplar	N	Toplam	Ortalama	Varyans	Standart sapma	Standart hata
Ton Balığı	7	355,30	44,41	310,58	17,62	2,20
Uskumru	3	108,60	54,30	3,136,32	56,00	28,00
Mezgit	2	163,10	54,37	683,80	26,15	8,72
Sardalya	2	212,10	106,05	5,439,25	73,75	36,88

Çizelge 4.6.'de en yüksek triamin ortalaması 106,05 olan sardalyada bulunmuştur. Ton balığında 44,41, uskumruda 54,30, mezgitte 54,37' dir. Standart hata payı ise ton balığında 2,20, uskumruda 28,00, mezgitte 8,72 ve sardalyada 36,88'dir.

Çizelge 4.7.' da görüldüğü gibi Triamin için balık grupları arasında istatistiksel olarak önemli derecede bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Çizelge 4.7. Triamin için ANOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Sd	KT	KO	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar	3	6,097,90	2032,63	1,85	0,20	3,59
Hata	11	12,117,22	1101,57			
Genel	14	18,215,12				



Şekil 4.3. Balıklardaki triamin ortalamaları

Şekil 4.3.' te Triamin için tür ortalamaları ve standart hatalar verilmiştir. Triamin ton balığında 40.0, uskumruda 45 ortalamalarında, mezgitte 48 civarlarında, sardalyada ise en yüksek rakam 100 üzerindedir.

Yapılan araştırmalarda putresin değeri en az ton balığında tespit edildi. Buna karşın en yüksek putresin değeri sardalyada bulundu. Bu iki örnek arasındaki fark oldukça fazla tespit edildi. Bunun sebebi olarak alınan balıkların farklı marketlerden olup farklı zamanlarda reyonlardaki yerini alması olarak açıklanmaktadır.

Araştırma sonuçlarına ve AB kriter seviyelerine istinaden, genel açıdan ve histamin biyojen amini açısından örneklerde risk bulunmadığı saptandı.

Şu ana kadar yapılan tüm araştırmalarda soğuk ortamlarda muhafaza edilen gıdalarda biyojen amin oluşumunun yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir.

Ababouch ve ark. (1999) tarafından Fas'ta yapılan bir çalışmada işleme tabi tutulmuş balık örneklerinde çok fazla miktarda histamin bulunmuştur. Bu sonucun sebebi olarak kullanılan örneklerin depolama şeklinin yetersizliği ve koşullarının uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Karsandı ve Bilgin (2016) ve Alper ve Temiz (2001), kullanılan örneklerden çok histaminle karşılaşıldığını, sıcaklığa dayanıklı olmasından dolayı sadece işlem görmemiş balıklarda değil, işleme tabi tutulmuş balıklarda da karşılaşıldığını, işleme tabi tutulan balıklarda yüksek düzeyde histamin bulunmasının sebebinin, kullanılan balıklardaki düşük kalitenin ya da işlem görmeden önce sağlıklı olmayan ortamlarda muhafaza edilmesi ve yapılan işlemin hatalı olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Ökten (2007), yaptıkları araştırmada besinlerde, histamin haricinde hiçbir biyojen amin için belirtilmiş yasal sınır olmadığını ama bazı ülkelerde, yalnızca su ürünleri gıdaları için histamin değerlerinde yasal kriterler olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte ABD' de, son yapılan değişikliklere göre histamin değeri ton balığı ve benzer türlerde en yüksek oran 0,5 mg/100g olarak belirlenmiştir. Türkiye' de ise su ürünlerinde histamin oranı maksimum 20 mg/100g'dır (Ökten, 2007). Bu çalışmada ise balıklarda herhangi bir histamin değerine rastlanmadı.

Öksüztepe ve Beyazgül (2015), araştırmalarında akıllı paketleme sistemleri ve bunların besinlerdeki biyojen amin meydana gelmesiyle ilişkisini ve bu şekilde meydana getirebilecekleri yararları araştırmışlardır.

Karsandı ve Bilgin (2016), çalışma sonucunda yapılacak kontrollerin ve alınacak önlemlerin hem insan sağlığı açısından hem de maddi olarak fayda sağlaması için akıllı paketleme sistemlerinin büyük öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra akıllı paketleme sistemleri herhangi bir bozulmayı ve biyojen amin artmasını hızlıca tespitinden dolayı bu gıdaların tüketilmesinin engellenebileceğini vurgulamışlardır.

Gökoğlu ve ark. (2004), yaptıkları bir araştırmada ayrı sezonlarda avladıkları ve dondurucuda beklettikleri balıklarda ki histamin değerinin, yazın avladıkları balıklarda (14,23 mg/kg) kışın avladıkları balıklarda (8,40 mg/kg) olduğunu tespit etmişlerdir. Öte yandan yaz ayında avladıkları sardalyada muhafaza edilme aşamasının ardından histamin değerinin 60 mg/kg' a kadar yükseldiğini fakat kışın

avlanan sardalyada bu değerin çok daha az ve yavaş gelişmekte olduğunu vurgulamışlardır. Bunun sebebinin biyojen amin üremesinin sıcaklıkta daha kolay olmasından kaynaklandığını açıklamışlardır. Bu tez kapsamında alınan örneklerin analizinde histamin biyojenik aminine rastlanmaması paketleme işleminin iyi olduğunu göstermektedir.

Du ve ark. (2002), ton balıklarında biyojen aminlerden histaminin meydana gelmesini engellemenin en önemli yolunun balık avlanır avlanmaz 0 ºC ya da daha soğuk ortamda muhafaza edilmesi olduğunu belirtmişlerdir. Balığın muhafaza yöntemiyle biyojen artmasının direk ilişkide olduğunu açıklamışlardır. Bu çalışmada biyojen aminlerin balıklar arasında önemli bir farka sahip olmaması bu sebeple açıklanabilir.

Tekinşen ve ark. (1993), balıklarda saklama süresinin histamin değerine etkisi üzerine yaptıkları bir çalışmada malzeme olarak uskumru, palamut ve hamsi balıkları üzerinde çalışmışlardır. Araştırma sonrasında bu balıklardaki histamin miktarının üç günlük depolamadan sonra bile toksik düzeyin altında olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada histamin biyojen amini açısından örneklerde risk bulunmadığı saptandı.

Gökoğlu ve Varlık (1995), yaptıkları çalışmada 4 farklı markanın sardalya konservelerinin histamin seviyelerinin belirlenmesi için biyojen amin içeriğini incelemişlerdir. Araştırma sonunda bütün örneklerdeki histamin değerinin toksik değerin altında olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda benzer sonuç tespit edilmiştir.

Çakmak ve Sancak (2019), dondurulmuş balıklarda depolama sırasında biyojenik amin oluşumunun ve mikrobiyolojik değişikliklerin belirlenmesi kapsamında yaptıkları bir çalışmada dondurulmuş bütün balık ve dondurulmuş içi temizlenmiş balık örneklerinde putresin dışındaki triptamin, β- feniletilamin, kadaverin, tiramin, spermidin ve spermin düzeylerinin depolama süreci boyunca dalgalandığı ve analiz periyotları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunduğunu, dondurulmuş bütün balık örneklerinde putresin ve kadaverin miktarları, dondurulmuş içi temizlenmiş örneklerine göre daha yüksek bulunduğunu

belirtmişlerdir. Depolama boyunca incelenen dondurulmuş içi temizlenmiş numunelerinde histamin miktarının tespit limitinin altında olduğu, Dondurulmuş bütün balık numunelerinde ise depolamanın sadece 30. ve 60. günlerinde tespit edilebildiği ve en yüksek seviyesinin 0.87 ppm olduğu tespit edildi. Bu çalışmada histamin açısından benzer sonuç tespit edilmiştir. Kadaverin için balık grupları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamadığı, putresin değerinin en az ton balığında, en yüksek sardalyada bulunduğu tespit edilmiştir.

Özoğul ve ark. (2006), buzda muhafaza edilen doğal Avrupa yılan balığının kalite incelemesiyle ilgili bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada; balıklarda bulunan histidinin bakteriyel dekarboksilasyon ile histamin salgıladığını saptamışlardır. Buz kullanılmadan muhafaza edilen yılan balığının 6-7 günden sonra ve buzda muhafaza edilenlerin 13-14 günden sonra histamin değerlerinin tehlikeli seviyeden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma neticesinde histamin değerinin depolama koşullarının ikisinde de AB standartlarına göre 20 mg/100g seviyesinden fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada Araştırma sonuçlarına ve AB kriter seviyelerine istinaden, genel açıdan ve histamin biyojen amini açısından örneklerde risk bulunmadığı saptandı.

Çoban ve Patır. (2010), Elazığ'da bulunan üç farklı firmadan dondurulmuş karides ve kalamar temin etmişlerdir. Örneklerdeki histamin seviyelerini araştırmışlar ve numunelerdeki histamin seviyesinin iki firma arasında ki değişikliklerin kayda değer olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da farklı numunelerde histamin görülmemiştir.

Hu ve ark. (2012), yaptıkları bir araştırmada ahtapot, kalamar ve 74 adet balık numunesine HPLC yöntemi uygulanarak biyojen amin içeriği incelenmiştir. Bunun yanı sıra su ürünlerinde muhafaza esnasında ki biyojen amin oluşumu ve mikroflora üremesinin arasındaki olumlu ve olumsuz bağlantılar da incelemişlerdir. Araştırma sonunda tiramin seviyesinin 100 mg/kg'ın ve histamin seviyesinin 50 mg/kg' ın altında olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada tiramin ton balığında 40.0, uskumruda

45 ortalamalarında, mezgitte 48 civarlarında, sardalyada ise en yüksek rakam 100 üzerindedir. Histamin risk sınırının altında bulunmuştur.

Köse ve ark. (2012), yaptıkları araştırmada 11 farklı ülkeden sağladıkları otuz çeşit ve Türkiye'den sağladıkları otuz beş çeşit balık ile totalde altmış çeşit balıkta histamin, putresin, kadaverin ve diğer biyojen amin mevcudiyetini araştırmışlardır. Bütün balıklarda histamin seviyesi 70-1.544 mg/kg aralığında bulunmuş fakat sadece on bir örnekte FDA' nın uygun gördüğü 50mg/kg seviyesini geçtiğini ve dört balıkta ise hem AB'nin hem Türkiye'nin onayladığı seviyelerin geçildiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada tüm örneklerde histamine rastlanmamıştır.

Duyar ve Ekici (2011), konserve balıklarda histamin ve pH düzeylerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, Van'da satılan farklı balık konservelerinin histamin ve pH düzeyleri belirlenerek, incelenen balık konservelerinde histamin düzeylerinin insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde olmadığı bildirildi. Çalışmamızla eşdeğer sonuç tespit edilmiştir.

Zarei ve ark. (2011), İran'da pazarlanan ton balığı konservelerinin biyojenik amin içeriğinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada histamin, tramin, putresin ve spermidin seviyeleri belirlendi. Deniz ürünleri için önemli bir kimyasal tehlike olan histamin, test edilen örneklerin %57,5'inde tespit edildi. Ana mutajen olarak bilinen tramin, test edilen örneklerin %55'inde bulundu. Konserve örneklerde tramin ortalama 0.7mg/kg olarak ölçülmüştür. Buna göre, kontaminasyon seviyesi, gıdalarda izin verilen tramin seviyesinin altında ölçülmüştür. Çalışmamızda en yüksek triamin ortalaması 106,05 olan sardalyada bulunmuştur. Ton balığında 44,41, uskumruda 54,30, mezgitte 54,37' dir. Standart hata payı ise ton balığında 2,20, uskumruda 28,00, mezgitte 8,72 ve sardalyada 36,88'dir.

Weremfo ve ark. (2020), Gana'da pazarlanan konserve balık ürünlerinde biyojenik amin seviyelerinin izlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada tüm konserve balık ürünlerinde tüm biyojenik aminler tespit edilmediğini belirterek, konserve balık örneklerinin %42,5'inde tiramin, %37,5'inde putresin, %17,5'inde agmatin,

%15'inde histamin ve %12,5'inde kadaverin izlemişlerdir. Genel olarak, analiz edilen konserve balık ürünlerinde düşük seviyelerde biyojenik aminler içerdiğini belirtmişlerdir. Toksikolojik etkileri olan aminler olan histamin (64.05mg•kg− 1) ve tiramin (27.44mg•kg− 1) maksimum konsantrasyonları sırasıyla uskumru ve sardalyada tespit edilmiştir. Histamin konserve sardalyalarda tespit edilmemesine rağmen, tespit edilen düzeyi uskumru konservesinde ND- 64.05mg•kg− 1 ve konserve ton balığı ürünlerinde ND-26.12mg•kg− 1 arasında değişmektedir. Analiz edilen örneklerin hiçbirinin, Avrupa Birliği tarafından belirlenen sınır olan 100mg•kg− 1'den yüksek histamin seviyeleri içermediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada histamin tüm örneklerde görülmemiştir.

Bilgin ve Gençcelep (2015), balık ürünlerinde biyojenik aminlerin belirlenmesine yönelik çalışmalarında çoğu balık ürününde biyojenik amin seviyeleri düşük veya orta düzeyde olduğunu ifade ederek tüm balık ürünü örneklerinde tüm biyojenik aminlerin tespit edilmediğini kaydetmiştir. Bu çalışmada bütün türlerdeki biyojen amin içerikleri hemen hemen aynı değerlerde bulundu. Örneklerimizden sardalya hariç diğerleri arasındaki fark birbirine çok yakın bulundu. Örneklerimizden sardalyada biyojen amin miktarları ise diğer balıklara nazaran daha fazla bulundu.

Pavlović ve ark. (2019), Sırbistan pazarından toplanan balık örneklerinde histamin seviyeleri ne yönelik yaptıkları çalışmada toplam 1030 örneğin 846 konserve balık örneğinde histamin seviyesi LOD'nin altında, yani 456 konserve ton balığı, 315 konserve sardalya ve 75 konserve uskumru örneğinde histamin düzeyi 2.90 ile 365.50 mg/kg arasında değiştiğini b. Analiz edilen tüm numunelerin genel ortalaması 44.96 mg/kg idi. En yüksek histamin düzeyi konserve uskumruda tespit edildi ve konserve ton balığı ve konserve sardalyaya göre istatistiksel olarak daha yüksekti. Çalışmamızda histamin hiç bir örnekte görülmemiş olup diğerleri arasındaki fark birbirine çok yakın bulundu.

Zarei ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada inceledikleri örneklerin %57,5'inde histamin tespit edilmiştir. Elde edilen değerler 0.12-648.20 mg/kg aralığında olup genel ortalama 64.61 mg/kg idi. Çalışmamızda histamin görülmemiştir.

Şanlıurfa ilinde marketlerde bulunan balıklar kıyaslandığı takdirde en çok biyojen amin sardalyada gözlenmektedir. En düşük değerler ise ton balığında bulunmuştur.

Netice olarak gerçekleştirilen araştırmada bulunan biyojen amin sonuçları değerlendirildiğinde TMA değeri bakımından sadece sardalyada yüksek çıktığı, histamin aminine ise rastlanmadığı fakat bu değerlerin ülkemizde verilen standartlar bakımından risk teşkil edilmediği saptandı. Yapılan çalışma ve daha önce ki araştırmalar kıyaslandığın da sonuçların ortalama olarak aynı çıktığı gözlemlenmektedir. Su ürünleri gıdalarında biyojen aminlerin yüksek oranda olduğu durumlarda insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bundan dolayı bu ürünler avlanmadan, hazırlanmaya ve tüketilmeye kadar olan tüm basamaklarda soğuk zincir kurallarına uyulması ve steril ortamda hazırlanması en önemli konulardan birini teşkil etmektedir. Hayati bir sonuç doğurduğu için işletmeler gerekli hassasiyeti gösterdiğinden dolayı, yapılan hiçbir araştırma da normal değerler dışında değere rastlanmamıştır. Yapılan araştırmalarda farklı sonuçlar çıkması dâhilinde insan hayatını etkilediği için hukuki ve başka birçok yola başvurmak gerekecekti. Fakat zaten böylesine önemli bir konuda bütün önlemler işletmeler ve kanunlar aracılığıyla korunmaktadır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Dondurulmuş ve konserve balıkları üzerinde yapılan bu çalışmada uskumru, sardalya, mezgit ve ton balığı olmak üzere toplamda 4 balık türü kullanılmış olup toplamda 20 adet örnek incelendi. Çalışma sonucunda hiçbir türde toksik etki yapacak oranda biyojen amin bulunmadığı tespit edildi. Bunun yanı sıra en yüksek değerler sardalyada bulundu.

Heptilamin biyojen amini 48,25 oranıyla en çok sardalyada bulundu, bu takip eden 22,50 oranıyla uskumru balığı, 22,25 ile mezgit ve en düşük 17,87 oranında ton balığında bulundu. Heptilamin için standart hata değerleri ise sardalyada 40,95, mezgitte 2,35, uskumruda 7,71 ve ton balığında 3,39 şeklindedir. Bu oranlar sağlık standartları açısından kabul edilen değerler arasındadır.

100 mg/100 g histamin miktarı toksik olarak kabul edilir. 5 mg/100 g'dan daha azı güvenlidir, 5-100 mg/100 g muhtemelen toksiktir ve 100 mg/100 g toksiktir.

Kadaverin değerleri de, heptilamin de olduğu gibi en çok sardalyada bulundu. Değerler sırasıyla şöyle; sardalya 121,75, mezgitte 73,40, uskumruda 46,50 ve ton balığında 48,79'dur. Standart hata oranları ise sardalyada 67,05, mezgitte 15,80, uskumruda 22,81, ton balığında 8,27'dir.

Yapılan çalışmalarda kullanılan balıklardaki triamin değerleri sardalyada 106,05, mezgitte 54,37, uskumruda 54,30 ve ton balığında 44,41 şeklindedir. Triamin için standart hata payı ise ton balığında 2,20 ile en az, uskumruda 28,00, mezgitte 8,72 ve en fazla 36,88 oranıyla sardalyadadır.

Örneklerimizde biyojen amin değerleri yukarıda yazıldığı gibi düşük değerlerde bulundu. Bu önemsenecek bir durumun olmadığını; Şanlıurfa ilinde marketlerde satılan dondurulmuş ve konserve balıkların insan sağlığına herhangi bir zararlı etkisi olmadığını göstermektedir.

5.2. Öneriler

Su ürünleri gıdalarında biyojen amin oluşması, gıdanın kalitesini bozmaya sebep olur. Bu sonuç ürünün kötü kokmasına ve tadının değişmesine sebep olur. En önemli sorun ise biyojen amin miktarı fazla olan gıdalar insan sağlığını olumsuz etkiler. Uluslararası balık ticaretinde biyojen aminler çok önemli bir yere sahiptir. Balığın yakalanmasından insanlar tarafından tüketilmesine kadar geçen süreçte balıklar her zaman kontrole tabi tutulmalıdır.

Su ürünleri gıdalarında biyojen aminlerin artmasına bazı ortam ve koşullar sebep olmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir; temiz ortamda bulunmamaları ve bir diğeri sıcaklıktır. Fakat bunlar soğuk zincir kuralı bozulmadan ve temiz ortam sağlanarak önlenebilir durumlardır. Biyojen amin oluşumuna balık türü de sebep olabilir.

En iyi kalitede balık ve türevleri seçilerek ve uygun ortamlar hazırlanarak bunun önüne geçilmelidir. Biyojen amin oluşumunu önleyen bir çok uygulamada mevcuttur. Bu şekilde balık kalitesi maksimum seviyeye çıkartılır ve büyük zararların ve sağlık sorunlarının önüne geçilebilir (Lupin ve ark., 2010). Bunların yanı sıra balıklar soğuk yerlerde muhafaza edilip hijyen sağlanmalıdır (Özoğul ve ark., 2004), gıdanın en hızlı şekilde işleme tabi tutulması ve steril olması da en önemli uygulamalardan biridir (Auerswald ve ark., 2006).

Sonuç olarak avlanmanın ilk aşamasındaki çalışanlardan, tüketen insanlara kadar herkes bilinçlendirilip eğitilmelidir. Tüketilen safhaya kadar hiç bir zaman soğuk zincir kırılmamalı ve her aşamada steril olmalıdır.

Toksisiteye sebep olduğu için biyojen aminler sürekli teşhis ve tedavi edilmelidir ve bunun için çalışılmalıdır. Her karşılaşılan sorunda önceki adımlar takip edilip, tekrarlanmaması için önlemler alınmalıdır. Hijyen ve soğuk zincir takibi için denetimler yapılmalıdır. Bu sayede biyojen amin oluşumu engellenip insan sağlığı güvence altına alınmış olur.

KAYNAKLAR

ABABOUCH, L., H., SOUİBRİ, L., RHALİBY, K., OUAHDİ, O., BATTAL M. and BUSTA, F., 1999. Quality Changes in Sardines (Sardina pilchardus) Stored in Ice and at Ambient Temperature. Food Microbiology, 13:123-132.

ALPER, N., ve TEMİZ, A., 2001. Gıdalardaki biyojen aminler ve önemi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 58(2):71-80.

AQUILAR, R. P., LUGO-SANCHEZ, M.E., and BURGUENO, M. R. R., 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of monterey sardine muscle stored at 0°C. Food Chemistry and Toxicology, 65(1): 40-47.

ARAS HİSAR, Ş., HİSAR, O. ve YANIK, T., 2004. Balıklarda Mikrobiyolojik, Enzimatik ve Kimyasal Bozulmalar. Atatürk Ünv. Ziraat Fak. Derg. 35(3-4), 261-265.

ARULKUMAR, A., PARAMİTHİOTİS, S., and PARAMASİVAM, S., (2021). Biogenic amines in fresh fish and fishery products and emerging control. Aquaculture and Fisheries.

AUERSWALD, P. E., BRANSCOMB, L. M., LA PORTE, T. M. and MİCHEL-KERJAN, E. O., 2006. Integrating Public and Private Interest to Make a Safer World. Cambridge University Press, 483.

BAYGAR, T., ve GÖKOĞLU, N., 2004. Ton Balığının Konserveye İşlenmesi Sırasında Besin İçeriği ve Kalitesinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi. Gıda, 2: 149- 157.

BİLGİN, B., and GENÇCELEP, H., 2015. Determination of biogenic amines in fish products. Food science and biotechnology, 24(5), 1907-1913.

BİLGİN, B., 2004. Konserve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminler., 4-5.

BİNİCİ,A., ve KURTKAYA G., 2014. Soğukta Depolama Yöntemlerinin Su Ürünleri Kalitesine Etkileri. Bilim ve Gençlik Dergisi, cilt:2 sayı:2 23-24.

BSGM, 2020. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü

BUŇKA, F., BUDİNSKÝ, P., ZİMÁKOVÁ, B., MERHAUT, M., FLASAROVÁ, R., PACHLOVÁ, V., KUBÁN, V., and BUŇKOVÁ, L., 2013. Biogenic amines occurrence in fish meat sampled from restaurants in region of Czech Republic. Food Control, 31:49-52.

CEMEK, M., BULUT, S., KONUK, M., AKKAYA, L., BİRDANE, Y., ve YILMAZ, E., 2006. Eber ve Karamık göllerinden avlanan sazan (Cyprinus carpio) ve turna (Esox lucius) balıklarında depolama sıcaklığı ve süresinin biyojen amin oluşumuna etkisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1: 27-34.

ÇAKLI, Ş., ve KIŞLA, D., 2003. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 20(1-2): 239 – 245.

ÇAKMAK, T., ve SANCAK, Y. C., 2019. Determination of Biogenic Amine Formation and Microbiological Changes in Carp (Cyprinus carpio L., 1758) During Frozen Storage. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(4), 1302-1315.

ÇELİK, U., ÇAKLI, Ş., ve TAŞKAYA, L., 2002. Bir Süpermarkette Tüketime Sunulan Dondurulmuş Su Ürünlerinin Biyokimyasal Kompozisyonu,

Fiziksel ve 49 Kimyasal Kalite Kontrolü, E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 19(1-2): 85 – 96.
ÇELİKKALE, M. S., DÜZGÜNEŞ E., ve OKUMUŞ, İ., 1999. Türkiye Su Ürünleri Sektörü ve Avrupa Birliği ile Entegrayonu, İstanbul, İTO Yayınları, s.81
ÇOBAN, Ö. E. ve PATIR, B., 2010. Elazığ'da Tüketime Sunulan Dondurulmuş Karides ve Kalamarda Histamin Düzeyi ile Bazı Kimyasal Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. E Journal of New World Science Academy Ecological Life Science, 5(3):259-267.
DU, W. X.; LIN, C. M.; PHU, A. T.; CORNELLI, J. A.; MARSHALL, M. R.; and WEI, C. I., 2002. Development of Biogenic Amines in Yellowfin Tuna (Thunnus albacares):Effect of Storage and correlation with decarboxylase-positive bacterial flora. J. Food Sci. 64(1): 292-301.
DUYAR, H. A., and EKİCİ, K., 2011. Balık konservelerinde histamin ve pH düzeylerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22(2), 71-74.
DÜZ, M., ve FİDAN, A. F., 2016. Biyojen Aminler ve Etkileri. Kocatepe Veterinary Journal, 9(2): 114-121.
ECONOMOU, V., BRETT, M. M., PAPADOPOULOU, C., FRİLLİNGOS, S., and NİCHOLS, T. 2007. Changes in histamine and microbiological analyses in fresh and frozen tuna muscle during temperature abuse. Food Additives and Contaminants, 24(8), 820-832.
ETKİND, P., WİLSON, M. E., GALAGHER, K., and COURNOYER, J., 1987. Bluefish-associated scombroid poisoning. Journal of the American Medical Association, 258, 3409–3410.
EU, 2019. https://ec.europa.eu/jrc/en/news/how-much-fish-do-we-consume-first-global-seafood-consumptionfootprint-published. Erişim tarihi: 12/5/2021
FAO, 2020. FishStat Plus-Universal software for fishery statistical time serieshttp://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en Erişim tarihi: 12/10/2021
FDA, 2001. Fish and Fisheries Product Hazards and Controls Guidance, 3rd Edition. FoodandDrug Administration, Center for Food SafetyandApplied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC, USA.
FİSHBASE, 2014. https://www.fishbase.se/images/species/Memer_u3.jpg Erişim tarihi: 02/01/2021
FİSHBASE, 2021. http://www.fishbase.se/tools/UploadPhoto/uploads/SCOSCO.JPG Erişim tarihi: 12/10/2021
FONT, A., and VIDAL-CAROU, M. C., 1997. Biogenic amines in fresh and canned tuna. Effects of canning on biogenic amine contents. J. Agric. Food Chem. 45: 4324-4328.
GÖKOĞLU, N., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Antalya, 157 s.
GÖKOĞLU, N., ve VARLIK, C., 1995. Sardalya konservelerinin histamin biyojen amini yönünden incelenmesi. Gıda, 5: 273-279.
GÖKOĞLU, N., YERLİKAYA, P., and CENGİZ, E., 2004. Changes in Biogenic Amine Contents and Sensory Quality of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored At 4 ºC and 20 ºC. Journal of Food Quality, 27: 221-231.
GRAF, W., 1992. Untersuchungen zum Vorkommen und zur Bildungvon Histamin in Hartkaese. Dissertation med. Vet. MÜNCHEN.

HALASZ, A., BARATH, L. S. S., and HOLZAPFEL, W., 1994. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. Trends in Food Science and Technology, 5: 42- 49.

HOSSEINI, S V., HAMZEH, A. MOSLEMI, M., LASHKAN, A. B., IGLESIAS, A., and FEAS, X., 2013. Effect of Delayed Icing on Biogenic Amines Formation and Bacterial Contribution of Iced Common Carp (*Cyprinus carpio*). Molecules., 18:15464-15473.

HU, Y., HUANG, Z., Lİ, J., and YANG, H., 2012. Concentrations of biogenic amines in fish squid and octopus and their changes during storage. Food Chemistry, 135: 2604-2611.

HUSS, H.H., ABABOUCH, L., and GRAM, L. 2003. Assessment and management of seafood safety and quality, FAO Fisheries Technical Paper, Pp:444.

JAY, J.M., 1992. Modern Food Microbiology. 4th edition, Chapman and Hall, New York.

KAMARI, N., 2007. Buzda depolanan yayın balığı (Siluris glanis L. 1758) nükleotid yıkım ve biyojenik amin konsantrasyonunun araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Adana.

KAROVİČOVÁ, J., and KOHAJDOVÁ, Z. 2005. Biogenic amines in food. Chemical papers, 59(1), 70-79.

KARSANDI, A., ve BİLGİN, Ş., 2016. Satışa sunulan bazı su ürünlerinin biyojen amin düzeylerinin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 12(2):119-127. 6-9.

KIM, M. K., MAH, J. H., and HWANG, H. J., 2009. Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish. Food Chemistry, 116: 87–95.

KOCATEPE, D., TAŞKAYA, G., TURAN, H. ve KAYA, Y., 2010. Balıklarda Buzlama İşlemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 3(1): 17-27.

KODEKSİ, T. G., 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. RG, 29(2011), 28157.

KORAL, S., TUFAN B., SCAVNİCAR, A., KOCAR, D., POMPE, M., ve KÖSE, S., 2013. Investigation of the contents of biogenic amines and some food safety parameters of various commercially salted fish products. Food Control, 32: 597-606.

KÖSE, S., 1995. Su Ürünlerinden Kaynaklanan Histamin Zehirlenmesi ve Önemi, Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum.

KÖSE, S., KORAL, S., TUFAN, B., POMPE, M., SCAVNICAR, A., ve KOÇAR, D., 2012. Biogenic amine contents of commercially processed traditional fish products originating from European countries and Turkey. Eur Food Res Technol, 235: 669–683.

KULAWIK, P., ÖZOĞUL, F., and GLEW, R.H., 2013. Quality properties, fatty acids, and biogenic amines profile of fresh tilipia stored in ice. Journal of Food Science, 78(7):1063-1068.

KUNDAKÇI, A., 1989. Kefal ve Lüferin Avlanmaları Sonrası Ön Bekleme Koşullarının Kaliteye Etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Su Ürünleri Dergisi Cilt: 6 Sayı: 21-22, 23-24.

KUNDAKÇI, A., ve ERGÖNÜL, B., 2009. Su Ürünlerinde Soğuk Zincir Etkinliğinin Önemi ve Ürün Kalitesi ile Olan İlişkisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 4. No:1. 2009 (21-28).

LADRAT, C., VERREZ-BAGNİS, V., NOEL, J., and FLEURENCE, J. 2003. In vitro Proteolysis of Myofibrillar and Sarcoplasmic Proteins of White Muscle of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax L.*): Effects of Cathepsins B, D and L. Food Chemistry, 81 (4), 517-525.

LEHANE, L.; and OLLEY, J., 2000. Histamine fish poisoning revisited. Int J. Food Microbiol. 58: 1–37.

Lİ, B., and LU, S., 2020. The importance of amine-degrading enzymes on the biogenic amine degradation in fermented foods: A review. Process Biochemistry, 99, 331–339.

LUPİN, H., PARİN, M., and ZUGARRA MURDİ, A., 2010. HACCP Economics in Fish Processing Plants. Food Control, 21: 1143-1149.

MAIJALA, R., 1994. Histamine and tyramine production by a Lactobacillus strain subjected to external pH decrease. J. Food Protect., 57(3): 259-262.

MAİNTZ, L., and NOVAK, N., 2007. Histamine and histamine intolerance. American Journal of Clinical Nutrition, 85, 1185–1196.

MATER, S., BAYHAN, B., ve ATABEY, Ş., 2001. Scombroid Balık Zehirlenmesi, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 18(1-2): 293-299.

MEDİAPHOTO 1. http://mediaphoto.mnhn.fr/media/1406026643037gZSm9NhgbVvteGCt. Erişim tarihi: 19/03/2021

MEDİAPHOTO 2, http://mediaphoto.mnhn.fr/media/1406026654701ArMISSKj06wKeTwc. Erişim tarihi: 18/10/2021

OĞUZHAN-YILDIZ, P., ve KIRIM., B., 2015. Balık ve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminlerin Varlığı, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1): 139-145.

ÖKSÜZTEPE, G., ve BEYAZGÜL, P., 2015. Akıllı ambalajlama sistemleri ve gıda güvenliği. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 29 (1): 67–74.

ÖKTEN, B., 2007. İthal Edilen Ton Balıklarının Histamin, Ağır Metal İçerikleri ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Rapor no: 0058374

ÖZBAY-DOĞU, S., ve SARIÇOBAN, C., 2015. Balık ve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminler ve Önemi, KSÜ Doğa Bil. Derg., 18(3): 20-22.

ÖZDEMİR, N., ve ARAS, N.M., 2005. Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) Su Ürünleri Sektörünün Üretim, Tüketim, İhracat ve İthalat Yönünden Karşılaştırılması. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 36(1), 109-116.

ÖZDEN, Ö., ve GÖKOĞLU, N., 1996. Soğukta saklanan sardalya balığının Sardina pilchardus (W. 1792) raf ömrünün belirlenmesi. Gıda Teknolojisi, 1(6): 37-42.

ÖZDESTAN, Ö., ve ÜREN, A., 2006. Biyojen amin analiz yöntemleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu.

ÖZOGUL, Y., and ÖZOGUL, F., 2019. Biogenic amines formation, toxicity, regulations in food.

ÖZOĞUL, F., KÜLEY E., ve ÖZOĞUL Y., 2004. Balık ve balık ürünlerinde oluşan biyojenik aminler, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4): 375-381.

ÖZOĞUL, Y., ÖZOĞUL, F., KÜLEY, E., ÖZTÜRK, A.S., GÖKBULUT, C., ve KÖSE, S. 2006. Biochemical, Sensory and Microbiological Attributes of Wild Turbot (*Scophthalmus maximus*), from the Black Sea During Chilled Storage. Food Chemistry (99), 7

PAPAGEORGİOU, M., LAMBROPOULOU, D., MORRİSON, C., KŁODZİŃSKA, E., NAMİEŚNİK, J., and PŁOTKA-WASYLKA, J., 2018. Literature update of analytical methods for biogenic amines determination in food and beverages. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 98, 128-142.

PAVLOVİĆ, M. S., IVANOVİĆ, S., PAVLOVİĆ, I. N., ROKVİĆ, N. I., RADOSAVLJEVİĆ, V., and VASİLEV, D. ,2019. Histamine levels in fish samples collected from Serbian market in 2018. Food and Feed research, 46(1), 37-43.

RITCHIE, A.H., and MACKIE, I. M., 1980. The Formation of Diamines and Polyamines During Storage of Mackerel (*Scomber scombrus*). In Advances in Fishery Science and Technology (Ed. Connell, J. J.) pp. 489-494. Farnham. Fishing News Books.

ROSSANO, R., MASTRANGELO, L., UNGARO, N., and RICCIO, P., 2006. Influence of storage temperature and freezing time on histamine level in the European anchovy *Engraulis encrasicholus* (L., 1758): A study by capillary electrophoresis. Journal of Chromatography B,, 830: 161–164.

SANCHEZ-PEREZ, S., COMAS-BASTE, O., RABELL-GONZALEZ, J., VECİANA-NOGUES, M. T., LATORRE- MORATALLA, M. L., and VİDAL-CAROU, M. C., 2018. Biogenic amines in plant-origin foods: Are they frequently underestimated in low-histamine diets? Foods, 7, 205.

SANTOS, M. S., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. International journal of food microbiology, 29(2-3), 213-231.

SERDAROĞLU, M., ve DENİZ, E., 2001. Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin (TMA) ve Dimetilamin (DMA) Oluşumunu Etkileyen Koşullar. E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 18(3-4): 575 – 581.

SHALABY, A., 1996. Significance of Biogenic Amines to Food Safety and Health. Food Research International, 29: 675-690.

SILLA SANTOS, M.H., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. Int. J. Food Microbiol., 29: 213-231.

SMITH, J. G. M., HARDY, R. S., MCDONALD, I., and TEMOLETON, J., 1980. The Storage of Herring (*Clupea harengus*) in Ice, Refrigerated Sea Water and at Ambient Temperature, Chemical and Sensory Assessment. Journal of Science of Food and Agriculture, 31: 375-385.

SOYER, A., 1999. Balıkta Avlanma sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişimler. Gıda 24(1): 33-39.

SPANO, G., RUSSO, P., LONVAUD-FUNEL, A., LUCAS, P., ALEXANDRE, H., GRANDVALET, C., ... and LOLKEMA, J. S., 2010. Biogenic amines in fermented foods. European journal of clinical nutrition, 64(3), 95-100.

TEKİNŞEN, O., C., YALÇIN, S., ve NİZAMLIOĞLU, M., 1993. Balıkta Muhafaza Süresinin Histamin Miktarına Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 9(2): 30-37

TEN-BRINK, B., DAMINK, C., JOOSTEN, H.M.J.L., and HUISIN'T VELD, J. H. J., 1990. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. International Journal of Food Microbiology, 11(1): 73-84.

TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü), 2020. Ürün Raporu TEPGE YAYIN NO: 317 ISBN: 978-605-7599-43-8.

TOY, N., 2010. Laktik Asit Bakterileri Serbest Hücre Ekstraktlarının Patojenik Bakterileringelişimine ve Biyojenik Amin Üretimine Etkisinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s.

TURAN, H., ve ERKOYUNCU, İ., 2004. Farklı işlemler uygulanarak dondurulan palamut balığında (*Sarda sarda* Bloch, 1793) donmuş depolama süresince oluşan kalite değişimleri. Turk J Vet Anim Sci, 28, 1017-1024.

TÜİK, 2019b. Su Ürünleri İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_ id=1005. Erişim tarihi: 11/7/2021

TÜİK, 2020. Su Ürünleri İstatistikleri https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97and locale=tr Erişim tarihi: 11/7/2021

UFUK, D., ve SARIMEHMETOĞLU, B., 2016. Balık Etinin Muhafazasında Soğutma ve Dondurma Yöntemleri. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 13(2), 151-158.

VARLIK, C., 1994. Soğukta depolanan sardalyalarda histamin düzeyinin belirlenmesi. Gıda Teknolojisi, 19(2): 119- 124.

VATANSEVER, L., 2004. Et ve et ürünlerinde biyojenik aminler. Kafkas Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 10(2): 203-208.

WEREMFO, A., EDUAFO, M. K., GYİMAH, H. A., and ABASSAH-OPPONG, S. 2020. Monitoring the levels of biogenic amines in canned fish products marketed in Ghana. Journal of Food Quality, 2020.

YEĞİN, S., ve ÜREN, A., 2008. Gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum

YETİŞ, R., ATASOY, A. D., DEMİR YETİŞ, A., ve YEŞİLNACAR, M. İ. 2019. Hydrogeochemical characteristics and quality assessment of groundwater in Balikligol Basin, Sanliurfa, Turkey. Environmental Earth Sciences, 78(11), 1-17.

YERLİKAYA, P., ve GÖKOĞLU, N., 2002. Gıdalarda biyojen aminler ve önemi. Gıda Mühendisliği Dergisi, 12(6): 24-30.

ZAREİ, M., NAJAFZADEH, H., ENAYATİ, A., and PASHMFOROUSH, M. 2011. Biogenic amines content of canned tuna fish marketed in Iran. American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences, 3(3), 190-193.