

## Ton Konservelerinde Histamin Düzeylerinin Belirlenmesi

Doç. Dr. Candan VARLIK\*, Uzm. Yard. Hüseyin GÜN\*\*, Uzm. Nalan GÖKOĞLU\*

\* İ. Ü. Su Ürünleri Yüksek Okulu — Beykoz/İSTANBUL

\*\* TÜBİTAK, MAM - Gıda ve Soğutma Tek. Bölümü Gebze/KOCAELİ

### ÖZET

Uskumru ve orkinos gibi kanlı balıklar fazla miktarda serbest histidin amino asidini içermektedir. Bu balıkların avlanmasından sonra bu amino asit bozulma prosesi içinde dekarboksile olarak histamin biyojen aminini oluşturmaktadır. Uskumru ve ton balığının yenmesinden sonra meydana gelen «Scombroid poisoning» denen hastalığın nedeni de histamin-dir.

Bu çalışmada piyasadaki iki firmaya ait ton balığı konservelerindeki histamin düzeylerinin saptanması amaçlanmıştır. Bu konservelerde histamin miktarı tayini ve duyu analizler yapılmıştır.

Elde ettiğimiz bulgulara göre; örneklerin histamin düzeyi toksik düzey olan 80 ppm'in altında olup insan sağlığına zarar vermeyecek düzey olduğu görülmüştür.

### SUMMARY

#### HISTAMINE AMINO ACID LEVELS IN CANNED TUNA FISH

Red muscled fish such as Mackerel and Tuna contain high levels of the amino acid histidine. After they are caught, as a result of decarboxylation during the decomposition process, the amino acid such fish forms histamine biogen amine which is responsible for the condition known as the «scombroid poisoning».

This paper aims at determining the histamine level in two different brands of canned tuna fish sold on the market. The study covered the measurement of the histamine amount in these products and certain sensorial analyses.

The results of the study showed that the histamine level in the samples analyzed was below the toxic level of 80 ppm and therefore not hazardous to human health.

### GİRİŞ

Balık etinde belirli kimyasal bileşiklerin oluşmasında mikrobiyal ve otolitik olaylar rol oynamamaktadır. Çeşitli kimyasal bileşiklerin farklı biçimlerde oluşması, balıkların avlanma, işleme ve pazarlama koşullarına bağlıdır.

«Balık zehirlenmesi» deyiminden farklı etiyojilere sahip bir dizi hastalık tabloları anlaşılmaktadır. Balık zehirlenmelerinin büyük bir kısmından, bazik aminoasitlerin biyojen amin olarak adlandırılan yıkım ürünleri sorumludur. Biyojen aminler gıda maddelerinde doğal olarak bulunabildiği gibi, ekseriya mikrobiyal yıkım olaylarıyla oluşabilmektedir. Çeşitli gıda maddelerinde bulunan bazı biyojen aminlerin miktarları çizelge 1'de verilmiştir (SINELL, 1978).

Ringa ve Uskumru balıklarında, kas dokuda bol miktarda bazik amino asitler, özellikle histidin bulunur. Balıklar öleri derecede bozuldukları zaman proteinlerin parçalanmasıyla özellikle mikrobiyal faaliyetin bir sonucu olarak biyojen aminler denen toksik maddelerin oluşumu önem taşır. Bunların arasında histamin önemli bir yer tutar (KIETZMANN ve ark. 1969; İNAL, 1988).

Histamin balıklarda oluşan uçucu olmayan biyojen aminler grubuna dahildir. Histamin bu grubun diğer aminlerine göre çok önemli farmakolojik bir etkiye sahiptir. Seneler önce Japon ve Amerikan literatürlerinde «Scombroid poisoning» denen hastalığın uskumru ve ton balığının yenmesinden sonra meydana geldiği ve bunada bu balıklarda oluşan histaminin neden olduğu bildirilmiştir. Alman literatürlerinde de geçtiğimiz yıllarda ringa, hamsi ve uskumru balıkları ve ürünlerinde histamin oluşumu ve gıda hijyeni yönünden problem oluşturduğu bildirilmektedir. Gıda hijyeni yönünden önemli olan histamin oluşumunun nedeni, balığın bozulması sırasında balıkta mevcut olan

Çizelge 1. Çeşitli Gıda Maddelerinde Bulunan Bazı Biyojen Aminlerin Miktarları  
(SINELL, 1978)

| Gıda Maddesi     | Serotonin<br>(µg/g)  | Tyramin<br>(µg/g) | Dopamin<br>(µg/g) | Norepinephrin<br>(µg/g) | Histamin<br>(µg/g) |             |
|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|-------------|
| Bitkisel Gıdalar | Olgunlaşmamış muz    | 30                | —                 | 8                       | 2                  | —           |
|                  | Muz kabuğu           | 50 - 100          | 65                | —                       | —                  | —           |
|                  | Olgunlaşmamış ananas | 20                | —                 | —                       | —                  | —           |
|                  | Ananas suyu          | 25 - 35           | —                 | —                       | —                  | —           |
|                  | Domates suyu         | 12                | —                 | —                       | —                  | —           |
|                  | Lahana turşusu       | —                 | 20 - 95           | —                       | —                  | 7 - 200     |
|                  | Lahana turşu suyu    | —                 | —                 | —                       | —                  | 40          |
|                  | Soya sosu            | —                 | 1,76              | —                       | —                  | —           |
|                  | Bira                 | —                 | 1,8 - 11,2        | —                       | —                  | —           |
|                  | Şarap                | —                 | 0 - 25            | —                       | —                  | —           |
|                  | Maya ekstraktı       | —                 | 0 - 2256          | —                       | —                  | 210 - 2830  |
| Peynir çeşitleri | Çedar                | —                 | 0 - 1500          | —                       | —                  | 0 - 1300    |
|                  | Kammembert           | —                 | 20 - 2000         | —                       | —                  | 0 - 480     |
|                  | Emmentalar           | —                 | 225 - 1000        | —                       | —                  | —           |
|                  | Rokfor               | —                 | 27 - 1100         | —                       | —                  | 0 - 2300    |
|                  | Parmesan             | —                 | 4 - 290           | —                       | —                  | 0 - 58      |
| Et               | Et ekstraktı         | —                 | 95 - 304          | —                       | —                  | —           |
|                  | Siğir karaciğeri     | —                 | 274               | —                       | —                  | —           |
|                  | Tavuk karaciğeri     | —                 | 100               | —                       | —                  | —           |
|                  | Sosis                | —                 | 0 - 1237          | —                       | —                  | —           |
| Balık            | Orkinos              | —                 | —                 | —                       | —                  | 2040 - 5000 |
|                  | Tuzlanmış kurü balık | —                 | 0 - 470           | —                       | —                  | —           |
|                  | Tuzlu ringa          | —                 | 3000              | —                       | —                  | —           |
|                  | Orkinos konservesi   | —                 | —                 | —                       | —                  | 0 - 80      |
|                  | Dondurulmuş orkinos  | —                 | —                 | —                       | —                  | 0 - 50      |
|                  | Taze uskumru         | —                 | —                 | —                       | —                  | 0           |
|                  | Bozulmuş uskumru     | —                 | —                 | —                       | —                  | 300         |
|                  | Dumanlanmış uskumru  | —                 | —                 | —                       | —                  | 0 - 300     |

histidin'in bakteriyel olarak yıkımı bildirilmektedir (STEDE ve STOCKEMER, 1981). Ton balığının kan ve organlarında oldukça fazla miktarda serbest histidin bulunmaktadır. Ton balığından başka az miktarlarda ringa, hamsi, sardalya, kalkan, balina, som balığı, alabalık, pisi balığı, morina balığı, bazı midye çeşitleri, karides, yengeç ve salyangoz da serbest histidin içermektedir. Ayrıca domuzun et, süt ve kanı, tavşan kanı, şarap, çeşitli peynir cinsleri, maya ekstraktları, sosis, lahanalar turşusunda da serbest histidin bulunduğu bildirilmektedir (SCHULZE ve ark. 1979).

Balıklarda ki protein parçalanması, fazla miktardaki proteolitik enzimlerin yüksek aktivitesi ile çok kolaylaşmaktadır. Balık etinin bu enzim zenginliği, balıklardaki enzimatik olgunlaşma olayını süratlendirmektedir. Balık etinin hem enzimatik olgunlaşmasıyla hemde az veya çok bakteriyel yıkım olaylarıyla, proteinlerin parçalanma ürünleri olan aminoasitler farklı miktarlarda ortaya çıkarlar. Bu aminoasitlerden biride histidin olabilmektedir (WÜRZIGER VE DICKHAUT, 1978). Biyojen aminlerin biyosentezi çizelge 2'de verilmiştir (WORTBERG ve WOLLER, 1982).

Genel olarak enzimatik balık olgunlaşması, bakteri gelişmesinden ayrı edilememektedir. Hem enzimatik olgunlaşmada, hemde bakteriyel bozulmada protein yıkım ürünü olarak serbest histidin oluşmaktadır. Özellikle ton balığı, palamut, uskumru gibi bol kanlı ve koyu kahverengi kas kısımları bulunan balık cinsleri serbest histidin yönünden çok zengindir. Koyu kırmızı etli balıklarda 210-726 mg serbest histidin bulunmasına karşın açık renk ve beyaz etli balıklarda serbest histidin miktarı genellikle 0,5 mg dolaylarındadır (WÜRZIGER ve DICKHAUT, 1978).

Proteinlerin yıkınlanmasıyla oluşan biyojen aminlerin meydana gelmesinde üç ana yol vardır (SINEL, 1978);

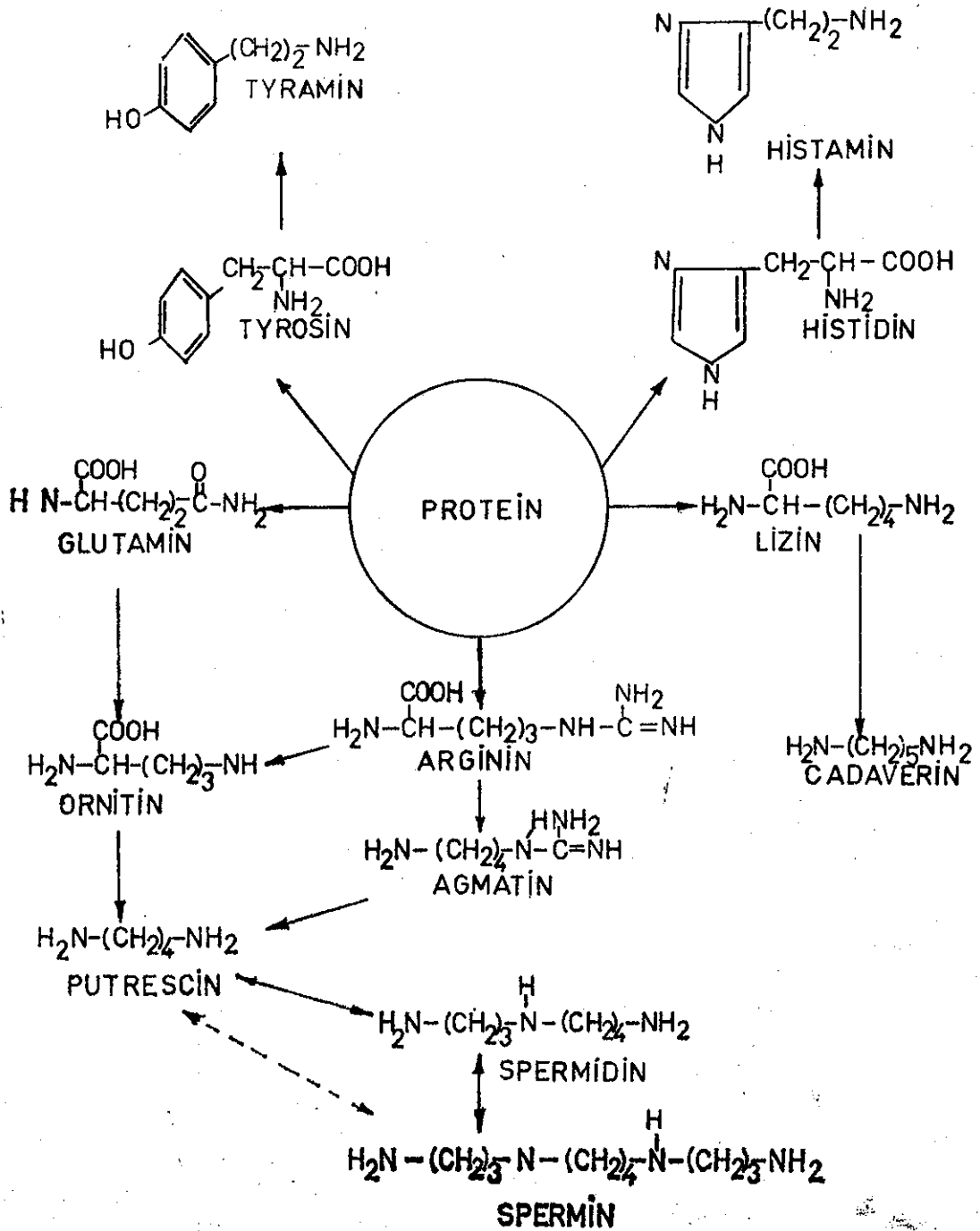
- 1 — Azotsuz metabolizma ürünlerinin aminleşmesi
- 2 — Amino asitlerin sekonder dönüşümü
- 3 — Azotlu bileşiklerin bazik parçalanma ürünlerinin hidrolitik çözünmesi.

Amino asitlerden karbondioksitin ayrılmasıyla bu amino asitin amini oluşmaktadır. Bu olay organa özgü enzimlerle olabildiği gibi mikrobiyal olarakta şekillenmektedir. Aminoasitlerden karbondioksitin ayrılmasına dekarboksilasyon, ilgili enzimde dekarboksilaz olarak anılır. Genellikle dekarboksilazlar ya spesifik olarak bir tek aminoaside yada bir dizi farklı aminoasitlere etki ederler. Dekarboksilasyon intermedier metabolizma olaylarında intravitam olarak cereyan eder. Dekarboksilasyonların hemen hepsinde mikrobiyal proteoliz gözlenmektedir. Çeşitli bakteri cinslerinin aminoasitleri dekarboksile etme kabiliyeti çok farklıdır. Bazı türler çok geniş spektruma sahip birçok aminoasidi dekarboksile eder. Bazı türler ise substrata özel dekarboksilaz olup yalnız bir tek amino asite etki ederler (SINELL, 1978).

Histidin ve diğer amino asitlerin dekarboksilasyonunda Proteus, Esherichia, Moraxella, Achromobacter, Aerobacter, Sarcina, Pseudomonas, Serratia ve keza anaerob spor oluşturan mikroorganizmalar sorumludur (KIETZMANN ve ark., 1969; SINELL, 1978; SCHULZE, 1978). Çeşitli mikroorganizmaların dekarboksilaz aktiviteleri araştırılmıştır ve Proteuslar histamin yapıcı mikroorganizmalar olarak adlandırılmıştır (KIETMANN ve ark., 1969; WÜRZIGER ve DICKHAUT, 1978). Bunların optimum üreme koşulları 20°C ve pH 6-7 dir. Ancak bunlardan başka diğer mikroorganizmalar da histidin dekarboksilasyonunda az da olsa görev almaktadır (LUDORFF ve MEYER, 1973).

Balık zehirlenmelerinin büyük bir çoğunluğunun nedeni biyojen aminlerdir. Balık eti serbest histidin ve tirozin yönünden oldukça zengindir. Histidin dekarboksilaz enziminin etkisi, ilgili substratın mevcudiyetinin artmasıyla artar. Doğal olarakta bakteriyel dekarboksilaz aktivitesi çok fazla olduğu zaman balık etinde histamin ve tiramin miktarıda fazla olmaktadır (SINELL, 1978).

En iyi bilinen balık zehirlenmesi «Scombroid Poisoning» denen uskumru zehirlenmesidir. Hastalık semptomları balığın yenmesinden bir kaç dakika sonra belirmekte ve 8-12 saat



Çizelge-2-Biyojenaminlerin biosentezi(WORT BERG, WÖLLER 1982)

sonra geçmektedir. Baş ağrısı, baş dönmesi, yüz kızarması, üreterik oluşumu, kaşıntı, mide bulantısı, kusma, ishal, karın ağrısı, kalp çarpıntısı, hızlı nabız, ağız kuruluğu, susama, yutma güçlüğü gibi semptomlar müşterek olarak görülebildiği gibi tek tek de oluşmaktadır. Ölüm olayı ise çok nadirdir (SINELL, 1978).

Biyojen aminler parenteral alınmada çok yüksek toksisite göstermektedir. Oral alımda ise toksisite düşük olmaktadır. Biyojen aminler sağlıklı organizmada öncelikle barsaklarda olmak üzere, karaciğer, böbrekler ve akciğerlerde aminooksidaz'a dönüşürler. Bu da panzehir olarak etki eder. Aminler dezamine olurlar ve ekseriya ilgili aldehitlere ve karbonik asitlere dönüşürler. Yüksek dozda biyojen amin alınmasında panzehir mekanizması yeterli olmamakta ve aminler resorbe edilmektedir (SINELL, 1978).

İnsanlarda 8-40 ppm histamin hafif, 70-1000 ppm orta 1500-4000 ppm histamin ağır zehirlenme olaylarına neden olmaktadır (WÜRZIGER ve DICKHAUT, 1978; SINELL, 1978; SCHULZE ve ark., 1979). Buna karşın SCHULZE ve ark. (1979) 50 ppm'e kadar histamin içeren balıkların yenmesinden sonra herhangi bir zehirlenme belirtisi görülmediğini, ancak 50-100 ppm konsantrasyonunda histamin içeren balıkların yenmesinde hassas yapılı insanlarda hafif, 100-1000 ppm histamin konsantrasyonu belirgin toksik etki gösterdiği bildirilmektedir. İnsanlarda 80 ppm histamin konsantrasyonu toksik düzeydir (WÜRZIGER ve DICKHAUT, 1978).

Histamin oluşumunun önlenmesinin bir yolu da, orkinos balığı yakalandıktan hemen sonra kesilmeli, kanı iyice akıtılmalı ve soğutulmalıdır. Ayrıca balığın parçalanmasında omurluk boyunca seyreden «kan hattı» da denen bol kanlı et kısmı uzaklaştırılmalıdır (WÜRZIGER ve DICKHAUT, 1979; SCHULZE ve ark., 1979; STEDE ve STOCKEMER, 1981).

Orkinos, uskumru, hamsi gibi histidini fazla miktarda içeren balıklardan yapılmış konservelelerin yenmesinden sonra histamin zehirlenmesinin görülmesi bu balıkların hijyenik

koşullarda işlenmemiş ve yeterli derecede soğutulmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, bu balıklarda histamin konserveye işlemeden önce oluşmakta ve histamin ısıya karşı dirençli olduğundan oluşan histamin konserveye mevcut olmaktadır (WÜRZIGER ve DICKHAUT, 1978; SINELL, 1978; SCHULZE ve ark., 1979).

## MATERYAL VE METOD

Çalışmada, iki ayrı firmanın farklı tarihlerde ürettiği yirmişer adet ton konserve kullanıldı. Konserve içeriği ton balığının beyaz et kısmını ve sıvı yağ içermekte idi.

Histamin örnekten triklorasetik asit ile ekstrakte edildi. Ekstrakt zayıf asitli katyon değiştiricide saflaştırıldı ve ortofitaldialdehit ile derivatize edildikten sonra fluorimetrik olarak histamin miktarı belirlendi (STOCKEMER ve STEDE, 1979; ANON, 1982). Duyusal analizlerde Türk Standartları Enstitüsünce benimsenmiş duyusal analiz şeması kullanıldı (ANON, 1988).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

İki ayrı firmanın ürettiği ton konservelelerinde yürütülen çalışmada elde edilen bulgular çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi tüm bulgular insanlar için toksik düzey olarak kabul edilen 80 ppm in altında bulunmuştur.

Tüm örneklerde duyusal analiz sonuçlarında herhangi bir sapma belirlenmemiştir. A firmasının ürettiği ürünlerdeki histamin düzeyleri 9,5-43,7 ppm, B firmasının ürünlerinde ise 8,2-43,6 arasında saptanmıştır.

Histamin oluşumunda; mikroorganizma ve organa özgü enzimlerin rol oynadığı ve bunların faaliyeti için depolama koşullarının önemli olduğu, histaminin materyalde kutulama işleminden önce oluştuğu ve yüksek sıcaklıkta parçalanmadığı göz önüne alındığında, bulgularımıza göre; çalışmada kullanılan örneklerin soğuk zincir ve hijyen koşullarına gereği gibi uyularak depolandığı ve işlendiği gözlenmiştir.

Würziger ve Dickhaut (1978) dumanlanmış uskumrulara yaptıkları duyusal analiz ve his-

Çizelge 3. Ton konservesi örneklerinde saptanan histamin düzeyleri ve du-yusal analiz sonuçları

| Örnek<br>Sıra No. | Histamin ppm |           | Duyusal analiz              |                             |
|-------------------|--------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
|                   | FİRMA - A    | FİRMA - B | FİRMA - A                   | FİRMA - B                   |
| 1                 | 11,4         | 10,4      | Farkedilebilir<br>sapma yok | Farkedilebilir<br>sapma yok |
| 2                 | 9,9          | 9,7       | "                           | "                           |
| 3                 | 9,8          | 11,0      | "                           | "                           |
| 4                 | 9,5          | 8,7       | "                           | "                           |
| 5                 | 32,3         | 36,0      | "                           | "                           |
| 6                 | 38,3         | 35,3      | "                           | "                           |
| 7                 | 27,2         | 42,7      | "                           | "                           |
| 8                 | 41,7         | 34,5      | "                           | "                           |
| 9                 | 43,7         | 43,6      | "                           | "                           |
| 10                | 21,3         | 25,6      | "                           | "                           |
| 11                | 12,1         | 16,7      | "                           | "                           |
| 12                | 18,1         | 18,9      | "                           | "                           |
| 13                | 10,5         | 29,3      | "                           | "                           |
| 14                | 30,4         | 42,0      | "                           | "                           |
| 15                | 33,2         | 37,6      | "                           | "                           |
| 16                | 39,7         | 10,7      | "                           | "                           |
| 17                | 40,0         | 21,8      | "                           | "                           |
| 18                | 34,3         | 17,5      | "                           | "                           |
| 19                | 23,0         | 30,7      | "                           | "                           |
| 20                | 19,9         | 35,4      | "                           | "                           |

tamin düzeyini belirleme çalışmalarında; koku ve lezzet sapması olmayan örneklerde, histamin içeriğini 0-30 ppm arasında tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacıların yağlı ve sebze-likinos (ton) konservelerinde yaptıkları çalışmada da 0-80 ppm arasında histamin düzeyi saptamışlardır. Würziger ve Dickhaut (1978) herhangi bir koku ve lezzet sapması olmayan ton konservesi örneklerinde 0-40 ppm histamin düzeyi, hafif yada belirgin koku ve lezzet sapması belirlenen örneklerde ise 30-80 ppm histamin düzeyi tespit etmişlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar; görülebilecek koku ve lezzet sapmalarının, her zaman fazla miktarda histamin içeriğinin nedeni olmayacağını, yüksek düzeyde histamin içeren örneklerdeki koku ve lezzet sapmalarının da kutulama işleminden önce oluşmuş bozulmanın nedeni olabileceğini de bildirmektedir.

Duyusal analiz bulguları ile biyogen aminlerin miktarları arasında belirgin bir ilişki vardır. Balık örneklerindeki histamin miktarı 300 ppm'den fazla olduğunda duyusal bulgularda da sapma tespit edilmektedir (Schulze ve Zimmermann, 1980). Yağlı orkinos ve sardalya konservelerinde, Schulze ve Zimmermann'ın yürüttükleri çalışmada 300 ppm'in altında histamin içeren örneklerde duyusal bulgular yönünden bir sapma tespit edilememesine karşın daha yukarı konsantrasyonda histamin içeren örneklerde duyusal sapmalar belirlenmiştir. Yüksek miktarda histamin içeren örneklerde Kadaverin ve Tyramin biyogen aminlerinin de olması gerektiği düşünülürse, histamin miktarı 500 ppm'den az olduğu durumlarda da Kadaverin ve Tyramin bulunabilmektedir (Suchulze ve Zimmermann, 1980). Schulze ve ark. (1979) yaptıkları bir çalışmada ise duyusal analiz sonuçlarına göre koku ve lezzet sap-

ması göstermeyen yağlı sardalya konservele-  
rinde 500-600 ppm histamin tespit ettiklerini.  
ayrıca bu konservelelerdeki bakteriyolojik ana-  
lizlerinde negatif olduğunu bildirmişlerdir.  
Schulze ve ark. (1979) toksikasyon belirtileri-  
nin görülmesinde yenilen balık miktarı ve kon-  
servenin histamin içeriğinin de göz önüne alın-  
masını, ayrıca histamin içerikli kutulanmış ve  
sterilize edilmiş ürünlerde, bakteriyolojik ana-  
lizinin negatif olmasının, histaminin balıkta ku-  
tulama işleminden önce oluştuğunu ve sıcak-  
lık etkisiyle parçalanmadığını yada çok az  
parçalandığını vurgulamışlardır.

Uzun süre dondurulmuş olarak depolanan  
orkinos balıklarında derin dondurmanın ve de-  
polamanın histamin içeriğinde etkili olmadığı  
belirlenmiştir. Ancak avlamadan sonra kanı az  
yada hiç akıtılmamış derin dondurulmuş ve  
depolanmış, ork noslarda yüksek düzeyde his-  
tamin tespit edilmiştir (WÜRZIGER ve DICK-  
HAUT, 1978).

Stede ve Stockemer (1981), farklı sıcak-  
lık derecelerinde depoladıkları ringa ve us-  
kumru filetoları ile ringa iç organlarında hista-  
min ve trimetilamin düzeylerini saptamışlardır.

Bulgularına göre taze ringa ve uskumru file-  
tolarının +3°C'nin altındaki bir sıcaklıkta tü-  
keticilere yada işletmeye değin bekletilmesi  
histamin oluşumunu geciktirmektedir.

Baumgart ve ark. (1979), yaptıkları çalış-  
mada, dondurulmuş ringa filetolarının 20°C'de  
6 saat çözündürülmesinde histamin düzeyini  
100 g balıkta 10 mg'ın altında bulmuşlardır.  
Bu filetoların 8 günlük marinasyon prosesinde  
de histamin düzeylerinde artış tespit etmemiş-  
lerdir.

Sonuç olarak; fazla miktarda serbest his-  
tidin içeren balıklarda mikroorganizma faali-  
yetleri ve organa özgü dekarboksilaz enzimleri  
aracılığı ile histamin biyojen amini oluşmak-  
tadır. Histamin oluşumunda; çevre koşulları,  
balığın avlanmadan sonraki nakliye ve depola-  
ma koşulları da etkili olmaktadır. Orkinos gibi  
bol kanlı balıkların kanlarının akıtılması, hijyen  
kurallarının her aşamada uygulanması, depola-  
ma sıcaklığının düşük tutulması bu oluşumu  
yavaşlatabilmektedir. Çalışmamızda kullandı-  
ğımız ton konserveleleri histamin düzeyleri lite-  
ratür verilerine göre insan sağlığına zarar ve-  
recek düzeyde değildir.

#### KAYNAKLAR

- ANON (1982). Untersuchung von Lebensmitteln.  
Bestimmung des Histamingehaltes in Fische-  
n und Fischerzeugnissen. Fluorimetrische  
Bestimmung. Referenzverfahren. Amtliche  
Sammlung von Untersuchungsverfahren nach  
s 35 LMBG 10.001/.
- ANON (1988). Kutulanmış balık konserveleleri  
genel esasları TSE 353, TSE Ankara 1 - 24.
- BAUMGART, J.; GENUT, A.; MECKLEN-  
BURG, Chr.; PRÖSL, P. (1979). Biogen  
Amine in Feinkost. Erzeugnissen. Fleisch-  
wirtschaft 59 (5), 719 - 722.
- İNAL, T. (1988). Besin hijyeni. İ.Ü. Veteriner  
Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana  
Bilim Dalı s. 436 - 440.
- KIETZMANN, U.; PRIEBE, K.; RAKOW, D.;  
REICHSTEIN, K. (1969). Seefisch als Le-  
bensmittel. Paul Parey Verlag, Hamburg -  
Berlin.
- LUDORFF, W.; MEYER, V. (1973). Fische und  
Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Ham-  
burg - Berlin.
- SCHULZE, K.; REUSSE, U.; TILLACK, J.  
(1979). Lebensmittelvergiftung durch Hista-  
min nach Genuss von Ölsardinen. Archiv für  
Lebensmittelhygiene 30, 56 - 59.
- SCHULZE, K.; ZIMMERMANN, Th. (1980).  
Nachweis von biogenen Aminen in Thunfisch  
und Ölsardinenkonserven. Fleischwirtschaft.  
60 (12) 2236 - 2240.
- SINELL, H.J. (1978). Biogee Amine als Risiko-  
faktoren in der Fischhygiene. Archiv für  
Lebensmittelhygiene, 29, 206 - 210.
- STEDE, M.; STOCKEMER, J. (1981). Bildung  
von Histamin in frischen Heringen und  
Makrelen. Fleischwirtschaft 61 (11) 1746 -  
1749.
- STOCKEMER, J.; STEDE, M. (1979). Quantita-  
tive Histamin - Bestimmung durch Fluori-  
metrie. Archiv für Lebensmittelhygiene 30,  
59 - 61.
- WORTBERG, B.; WOLER, R. (1982). Zur Quali-  
taet und Frische von Fleisch und Fleisch-  
waren im Hinblick auf ihren Gehalt an  
biogenen Aminen Fleischwirtschaft. 62 (11),  
1457 - 1463.
- WÜRZIGER, Johs.; DICKHAUT, G. (1978). Zur  
Lebensmittelrechtlichen Beurteilung von His-  
tamin in Fischen und Fischzubereitungen.  
Fleischwirtschaft, 6, 989 - 994.