

**BALIK TAZELİĞİNİN BALIKUNU  
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**BARIŞ BAYRAKLI**

**DOKTORA TEZİ**

**SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME  
TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

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

**BALIK TAZELİĞİNİN BALIKUNU KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**BARIŞ BAYRAKLI**

**DOKTORA TEZİ**

**SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

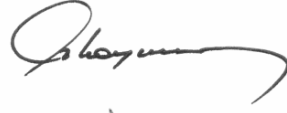
**Yrd.Doç.Dr. HÜNKAR AVNİ DUYAR**

**SİNOP - 2009**


T.C.  
SİNOP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 17/08/2009 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim ERKOYUNCU



Üye : Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL



Üye : Doç. Dr. Özkan ÖZDEN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR



Üye : Yrd. Doç. Dr. Yalçın KAYA



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

17 / 09 / 2009



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
Doç. Dr. İsmihan KARAYÜCEL

## BALIK TAZELİĞİNİN BALIK UNU KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

### ÖZET

Sinop ilinde kurulu bulunan 3 fabrikada 8 saat arayla hammaddeden numuneler alınarak TVB-N ve TBA analizleri yapılmış ve 4 farklı tazelik grubu oluşturulmuştur. Hammaddenin işlenmeye başlamasından 90 dk sonra kurutma ünitesi çıkışından balık unu numuneleri alınmıştır. Farklı tazelikteki balıklardan farklı kurutma sıcaklıkları uygulanarak üretilen balık unlarında kaliteyi belirlemek amacıyla ham protein, ham yağ, ham kül, nem, aminoasit, yağ asit kompozisyonu, histamin miktarı ve renk değişimleri incelenmiştir.

Balık ununda yapılan; ham protein oranının (sırasıyla; %75.58±0.344, 74.09±0.482, 72.53±0.338, 69.65±0.625) hammadde bayatladıkça azaldığı belirlenmiştir. Ham yağ (sırasıyla; %7.81±0.099, 8.91±0.252, 10.04±0.175, 11.94±0.190) ve nem oranının (sırasıyla: % 4.17±0.207, 4.74±0.322, 5.12±0.252, 6.08±0.535) hammadde bayatladıkça arttığı tespit edilmiştir.

Ortalama esansiyel aminoasit miktarları en taze örnekten bayata doğru sırasıyla % 34.42±0.186, % 33.71±0.272, % 32.27±0.074 ve % 30.49±0.468 belirlenmiş, hammadde bayatladıkça elde edilen balık unundaki esansiyel aminoasitlerin oranının azaldığı bulunmuştur. Hammadde bayatladıkça elde edilen üründe esansiyel olmayan aminoasit değerlerinin (sırasıyla %; 41.20±0.290, 40.36±0.267, 40.27±0.282, 39.16±0.188) azaldığı ve farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Balık ununda histamin biyojen aminin (sırasıyla; 119.54±27.15, 525.56±74.963, 1113.35±151.229, 4078.28±1026.447 ppm) hammadde bayatladıkça arttığı bulunmuştur.

Fabrikalardaki tazelik gruplarında toplam doymuş yağ asitleri değeri sırasıyla % 34.80±0.169, % 34.46±0.147, % 33.87±0.158 ve % 33.95±0.216 olarak bulunmuş ve hammadde bayatladıkça azaldığı belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asit oranları (sırasıyla%;19.71±0.224, 21.21±0.088, 21.20±0.324) incelendiğinde bayat gruplarda daha yüksek bulunmuştur. Hammadde bayatladıkça balık ununda çoklu doymamış yağ asit oranı (sırasıyla; % 33.47±0.356, % 32.65±0.338, % 31.32±0.536, % 30.28±0.757) azalmıştır. Hammadde de TBA değeri arttıkça tazelik gruplarında EPA ve DHA

miktarının azaldığı belirlenmiştir.  $\Sigma\omega_3$ ,  $\Sigma\omega_6$  ve  $\omega_3$ 'ün  $\omega_6$ 'ya oranı hammaddenin tazelik değeri bayatladıkça azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda hammadde tazeliğinin ve işleme metodunun balık unu kompozisyonunu etkilediği tespit edilmiştir. Yüksek kaliteli balık unu üretmek için fabrikalara evaporatör sistemi kurulması ve hammaddelerin taze olarak işlenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Balık unu kompozisyonu, kalite, balık tazeliği, histamin, renk

## THE EFFECT OF RAW FRESHNESS ON FISH MEAL QUALITY

### ABSTRACT

In three factory located in Sinop, samples were taken at 8 hours intervals and the TVB-N- TBA analysis were performed and different 4 groups were created. 90 min after the start of raw material processing fishmeal samples were taken out from the drying unit. This product was used to determine the quality by analysing raw protein, fat, ash, moisture, aminoacid, fatty acid, histamin and change of colours.

The rate of crude protein (% 75.58±0.344, 74.09±0.482, 72.53±0.338, 69.65±0.625 respectively) was decreased as the stale raw material, crude oil (% 7.81±0.099, 8.91±0.252, 10.04±0.175, 11.94±0.190 respectively) and moisture (% 4.17±0.207, 4.74±0.322, 5.12±0.252, 6.08±0.535 respectively) were increased as the raw material stale.

The average amount of essential aminoasids for the fresh sample to stale were % 34.42±0.186 ,% 33.71±0.272 ,% 32.27±0.074, %30.49±0.468 decreased in the amount of stale fishmeal. In the product obtained from stale raw material, non-essential amino acids were determined to be important as a statistical difference (p<0.05). The amount of histamin biogenic amin in fishmeal was found to increase as the stale (119.54±27.150, 525.56±74.963, 1113.35±151.229 and 4078.28±1026.447 ppm respectively).

In the value of factory freshness groups,  $\Sigma$ SFA were % 34.80±0.169, % 34.46±0.147, % 33.87±0.158 ve % 33.95±0.216 respectively. In the stale fishmeal amount of  $\Sigma$ SFA was lower than freshness fishmeal. The ratio of  $\Sigma$ MUFA was higher than stale groups. The rate of  $\Sigma$ PUFA in the stale fishmeal was lower than freshness fishmeal groups. TBA value of raw materials was also increased when the ratio of EPA and DHA decreased.  $\Sigma$   $\omega$ 3,  $\Sigma$   $\omega$ 6 and the rate of  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 were decreased as the stale fishmeal.

According the result, the raw materials freshness affect the composition of fishmeal. To produce high-quality fishmeal and processing freshness of raw material are very important.

**Keywords:** Composition of fishmeal, Quality, Freshness, Histamine, Colours

## TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen başta Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç Dr. Hünkar Avni DUYAR'a teşekkür ederim.

Tez İzleme Komitesi Üyeleri, Hocalarım Sayın Prof. Dr. İbrahim ERKOYUNCU'ya ve Sayın Prof.Dr. Sedat KARAYÜCEL'e, ayrıca Sinop Su Ürünleri Fakültesi Yönetimine katkılarından dolayı teşekkür ederim. Tez yazım aşamasında yardımcı olan Yrd.Doç.Dr. Süleyman ÖZDEMİR, Yrd.Doç.Dr. Hasan Hüseyin SATILMIŞ, Yrd.Doç.Dr. Birol BAKI ve Dr. Çetin SÜMER'e teşekkür ederim.

Örneklerin elde edilmesinde büyük bir özveri gösteren ve hiçbir zorluktan kaçınmayan, yüksek lisans öğrencileri Aysun GARGACI ve Ali CAMGÖZ'e teşekkür ederim.

Mineral madde analizleri için Fındıkçılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve Laboratuvar şefi Ömür DUYAR ile Fatih KUTU'ya, numunelerin renk analizi için Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Bölümü'ne ve Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Şükran ÇAKLI'ya, verilerin değerlendirilmesinde istatistik bilgilerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR'a teşekkür ederim.

Çalışma süresince desteklerini esirgemeyen İl Tarım Müdürü Sayın Sıddık İPEK, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım mesai arkadaşlarım Sayın Dursun Kaya ACAR ve Sayın Sebahattin USTA'ya teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesini 108o008 numaralı proje ile destekleyen TUBİTAK'a, yapılan çalışmaya maddi manevi desteklerini esirgemeyen Baysun ve Dalyan balıkunu ve yağı fabrikaları ile tesislerinin imkanlarını sunan Cankardeşler balıkunu ve yağ fabrikası yetkililerine teşekkür ederim. Arazi çalışmasının sorunsuz bir şekilde devam etmesinde emeği geçen Nemci AFYON, Nural BAŞ ve Hasan ARAT'a teşekkür ederim.

Sabır ve desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Balık Unu Yapım Tekniği.....	6
2.1.1. Pişirici.....	8
2.1.2. Önsüzme.....	8
2.1.3. Presleme.....	8
2.1.4. Pres Sıvısının Ayrıştırılması.....	10
2.1.5. Dekantör.....	10
2.1.6. Separatör.....	11
2.1.7. Evaporatör.....	11
2.1.8. Kurutucu.....	11
2.1.9. Öğütme Ve Çuvallama.....	12
2.2. Balık Unu Kalite Sınıfları.....	13
2.3. Proteinler.....	14
2.4. Histamin.....	17
2.5. Lipitler.....	18
2.5.1. Balık Yağının Bozulması.....	23
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	24
3.1. Hammaddenin Kimyasal Bileşimi Ve Tazeliği İle İlgili Araştırmalar.....	24
3.2. Balık Ununun Kimyasal Bileşimi, Tazeliği Ve Renkleri İle İlgili Araştırmalar...	27
3.3. Yağ Asitleri İle İlgili Araştırmalar.....	32
3.4. Aminoasit İle İlgili Araştırmalar.....	36
4. MATERYAL METOT.....	38
4.1. Materyal.....	38
4.1.1. Araştırma Sahası.....	38
4.1.2. Hammadde Materyali.....	38
4.1.3. Laboratuar Materyali.....	38
4.2. Metot.....	39
4.2.1. Araştırma Yeri Ve Süresi.....	39
4.2.2. Deneme Planı.....	39
4.2.2.1. Hammadeden Numune Alımı.....	39
4.2.2.2. Balık Unundan Numune Alımı.....	40
4.2.2.3. Tazelik Gruplarının Oluşturulması.....	40
4.2.3. Kimyasal Analizler.....	41
4.2.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N).....	41
4.2.3.2. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA).....	41
4.2.3.3. Ham Protein Analizi.....	42
4.2.3.4. Ham Yağ Analizi.....	42
4.2.3.5. Kuru Madde Tayini.....	43
4.2.3.6. Ham Kül Tayini.....	43
4.2.3.7. Yağ Asitleri Kompozisyonu Analiz Metodu.....	43



4.2.3.8. Histamin Analiz Metodu.....	44
4.2.4. Fiziksel Analiz.....	45
4.2.4.1. Renk Analizi.....	45
4.2.5. Data Analizi.....	45
5. BULGULAR.....	46
5.1. Hammadde İle İlgili Bulgular.....	46
5.1.1. Hammadde Tazeliği İle İlgili Bulgular.....	46
5.1.2. Balıkta Kimyasal Kompozisyon.....	48
5.2. Balık Ununda Kimyasal Kompozisyon.....	51
5.3. Balık Ununda Renk Analizleri.....	55
5.4. Balık Ununda Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	58
5.5. Balık Ununda Aminoasit Miktarları.....	68
5.5.1. Esansiyel Olmayan Aminoasitler.....	68
5.5.2. Esansiyel Aminoasitler.....	74
5.6. Balık Ununda Histamin Değerleri.....	81
6. TARTIŞMA.....	83
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
8. KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	111

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.1. Bir balık unu ve yağ fabrikasında işleme basamakları (Barlow ve Pike, 1977).....	7
Şekil.4.2.2.1.1. Sıvı azot termosu ve hammaddenin homojenize hali.....	40
Şekil 5.1.1.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen TVB-N değeri.....	47
Şekil 5.1.1.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen TBA değeri .....	47
Şekil 5.1.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen nem oranı.....	49
Şekil 5.1.2.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham yağ oranı.....	49
Şekil 5.1.2.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham protein oranı.....	50
Şekil 5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen nem oranı.....	51
Şekil 5.2.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham yağ oranı.....	52
Şekil 5.2.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham protein oranı.....	54
Şekil 5.3.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen renk L değeri.....	55
Şekil 5.3.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen renk a değeri.....	57
Şekil 5.3.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen renk b değeri.....	57
Şekil 5.4.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen $\Sigma$ SFA oranı.....	58
Şekil 5.4.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen $\Sigma$ MUFA oranı.....	63
Şekil 5.4.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen $\Sigma$ PUFA oranı.....	64
Şekil 5.4.4. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen EPA oranı.....	65
Şekil 5.4.5. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen DHA oranı.....	66
Şekil 5.4.6. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen $\Sigma\omega 3$ oranı.....	66
Şekil 5.4.7. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen $\Sigma\omega 6$ oranı.....	67
Şekil 5.5.1.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen esansiyel olmayan aminoasit oranı	68
Şekil 5.5.1.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen glutamik asit miktarları.....	69
Şekil 5.5.1.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen serin miktarları.....	73
Şekil 5.5.1.4. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen prolin miktarları.....	74
Şekil 5.5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen esansiyel aminoasit miktarları....	75
Şekil 5.5.2.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen valin miktarları.....	77
Şekil 5.5.2.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen methionin miktarları.....	78
Şekil 5.5.2.4. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen izolosin miktarları.....	78

Şekil 5.5.2.5. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen lizin miktarları.....	79
Şekil 5.5.2.6. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen histidin miktarları.....	80
Şekil 5.6.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen histamin değeri.....	82

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Dünya’da su ürünleri üretiminin yıllara göre değişimi (milyon ton) (FAO, 2008).....	1
Çizelge 1.2. Türkiye su ürünleri üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton) (Anonim, 2008b).....	3
Çizelge 1.3. Türkiye’de yıllara göre balık unu ve yağı üretimi (ton) (TÜİK, 2008) .....	4
Çizelge 2.1. Balık unu fabrikalarında kullanılan balıkların besin kompozisyonu (Winder ve Barlow 1981)	5
Çizelge 2.3.1. Çeşitli besinlerdeki proteinlerde aminoasit miktarları (%) (Huss, 1995) .....	15
Çizelge 2.5.1. Besinlerde bulunan yağ asitlerinin yaygın adları ve besin kaynakları (Wolfram, 1989; Tato, 1993; Varlık ve ark. 2004). .....	22
Çizelge 3.2.1. Farklı tür ve farklı tazelikte üretilen unların besin kompozisyonu (Ariyawansa, 2000) .....	27
Çizelge 3.2.2. Farklı kalite tiplerinde balık unu besin kompozisyonu, TVB-N ve histamin değeri (Anonim, 2009a) .....	29
Çizelge 3.2.3. Farklı tazelikteki balık ununda kimyasal kompozisyonu ve biyojenik amin içeriği (Ricque ve ark., 1998).....	31
Çizelge 4.1.1.1. Numune alınan fabrikaların teknik özellikleri.....	38
Çizelge 5.1.1. Fabrikalarda işlenen hammaddenin TVB-N ve TBA değerleri .....	46
Çizelge 5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda nem, ham yağ, ham protein ve ham kül oranları.....	53
Çizelge 5.3.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda renk L, renk a ve renk b parametreleri ve tanımlayıcı istatistikleri.....	56
Çizelge 5.4.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda miristik asit, pentaekanoik asit, palmitik asit, heptadekanoik asit, stearik asit ve toplam doymuş yağ asit (SFA) miktarları .....	59
Çizelge 5.4.2. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda palmitoleik asit, oleik asit ve toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarları.....	60
Çizelge 5.4.3. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda linoleik asit eikosapentaenoik asit dekozahegzaenoik asit toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) değerleri.....	61
Çizelge 5.4.4. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda çoklu doymamış yağ asidinin doymuş yağ aside oranı, tekli doymamış yağ asit oranının doymuş yağ aside oranı, omega3 ve omega 6 yağ asit değerleri ile omega 3’ün omega 6’ya oranı.....	62
Çizelge 5.5.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda esansiyel olmayan, esansiyel aminoasit değerleri ile esansiyel aminoasitin esansiyel olmayan aminoasit oranı.....	70
Çizelge 5.5.1.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel olmayan aminasotlerden aspartik asit, glutamik asit, asparajin, serin, glutamin ve glisin değerleri (g/100g) .....	71

Çizelge 5.5.1.1. (Devam) Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel olmayan aminosotlerden prolin, hidroksiprolin, sistin, tirozin ve alanin miktarları .....	72
Çizelge 5.5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel aminosotlerden threonin, valin, lizin, triptofan ve fenilalanin değerleri (g/100g) .....	76
Çizelge 5.5.2.1. (devam) Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel aminosotlerden izolosin, losin, arjinin, histidin ve methionin değerleri (g/100g) .....	77
Çizelge 5.6.1. Balık ununda histamin (ppm) değerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	82
Çizelge 6.2. Çalışmada elde edilen ortalama aminoasit miktarları ile balık ununda aminoasit oranlarını bildiren araştırmacıların sonuçları (g/100g) .....	94

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

C12:0	Laurik Asit
C13:0	Tridesanoik Asit
C14:0	Miristik Asit
C15:0	Pentaesanoik Asit
C15:1	Pentadesanoik Asit
C14:1	Miristoleik Asit
C16:0	Palmitik Asit
C16:1	Palmiteloik Asit
C17:0	Heptadesanoik Asit
C17:1	cis-10 Heptadesanoik Asit
C18:0	Stearik Asit
C18:1n-9t	Elaidik Asit
C18:1n-9c	Oleik Asit
C18:2n6t	Linoleaidik Asit
C18:2n6c	Linoleik Asit
C18:3n6	Linoleik Asit
C20:0	Arasidik Asit
C18.3n3	Linolenik Asit
C20:1n-9	Eikosanoik Asit
C20:2	Eikosadienoik Asit
C20:3n3	cis-11,14,17 Eikosatrienoik Asit
C20:4n6	Arasidonik Asit
C21:0	Henikosanoik Asit
C22:2cis13,16	Dekosadienoik Asit
C22:1n-9	Erucik Asit
C20:5n3	Eikosapentaenoik Asit
C22:6n3	Dekosahegzaenoik Asit
C23:0	Trikosanoik Asit
C24:0	Lignocerik Asit
C24:1n-9	Nervonik Asit
SFA	Doymuş Yağ Asitleri
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
$\omega$ -n	Omega
LA	Linoleik Asit
LNA	Linolenik Asit
ARA	Araşidonik Asit
EPA	Eikosapentaenoik Asit
DHA	Dekosahegzaenoik Asit
A	1. Fabrika
B	2. Fabrika
C	3. Fabrika

T1	1. Tazelik Grubu
T2	2. Tazelik Grubu
T3	3. Tazelik Grubu
T4	4. Tazelik Grubu
a.a.	Aminoasit
L	Parlaklık
a	Kırmızılık
b	Sarılık
$\Sigma$	Toplam
S.U.	Sardalya Unu
K.U.	Karides Unu
R.U.	Ringa Unu
M.U.	Menhaden Unu
H.U.	Hamsi unu
B.B.U.	balık artıklarından elde edilen un,
K.B.U.	Kahverengi Balık unu
E'siz S.U.	Evaporatörsüz Sardalya Unu
E'li S.U.	Evaporatörlü Sardalya Unu
HP	Ham Protein
EOAA	Esansiyel Olmayan Aminoasit
EAA	Esansiyel Aminoasit
$\Sigma$	Toplam
EAA	Esansiyel aminoasitler,
EOAA	Esansiyel olmayan aminoasitler,
HP	Ham protein

## 1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı beslenmesinde oldukça önemli olan su ürünlerinin tüketilme oranı sürekli olarak artmaktadır. Bu artış da su ürünleri yetiştiriciliğinin katkısı azımsanamayacak kadar fazladır (Tidwell ve Allan, 2002).

Dünyada, avcılık yolu ile yaklaşık olarak 95 milyon ton/yıl su ürünleri elde edilmektedir (Çizelge 1.1). Gelecek yıllarda gerek aşırı avcılık, gerekse kirlilik nedeni ile azalma olacağı varsayılırken; insanların besin ihtiyacının yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünlerinden karşılanacağı düşünülmektedir. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü balık ve karides üreticilerinin 1980'li yıllarda, yem karmalarında balık unu ve yağı kullanmasından sonra (Ruiter, 1995) hızlı bir çıkış yakalayarak 2006 yılında 51.6 milyon ton üretime ulaşmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki artış balık unu ve yağı talebini de artırmaktadır (New ve Wijkström, 2002).

**Çizelge 1.1.** Dünya'da su ürünleri üretiminin yıllara göre değişimi (milyon ton) (FAO, 2008)

Su Ürünleri Üretimi	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Avcılık</b>	93.1	93.3	90.5	94.6	94.2	92.1
<b>Yetiştiricilik</b>	37.9	40.4	42.7	45.9	48.5	51.6
<b>Toplam Su Ürünleri Üretimi</b>	131.0	133.7	133.2	140.5	142.7	143.7

Balık unu sektörünün ana üreticileri Peru, Şili, Tayland, Çin, ABD, Danimarka, İzlanda, Norveç, Japonya ve Güney Afrika ülkeleridir (Mittaine, 2006). Dünyada, avcılık yolu ile elde edilen su ürünlerinin 1/3'ü balık unu ve yağı fabrikalarında işlenmektedir (Pike, 1998). Dünyada toplam yıllık balık unu üretimi ortalama 6.5 milyon tondur. Bunun 2 milyon tonu (% 34) su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır (Anonim, 2005). Geri kalan üçte ikisi ise tavuk, domuz ve diğer büyük baş hayvanların yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır (Pike, 1998).

Balık unu için hammadde, balığın tümü yada balık işleme artıklarıdır (Ponce ve Gernat, 2002). Balık unu ve yağı üretimi için genellikle küçük pelajik türler ile ekonomik değeri olmayan küçük demarsal balıklar kullanılmaktadır. Şili, Peru, Danimarka, İzlanda ve ABD'de sektör için çalışan balıkçı gemileri bulunmaktadır. Japonya gibi büyük balık unu üretimi olan bazı ülkelerde ise yalnızca sektör için çalışan



balıkçı tekneleri bulunmamakta, hammaddeyi hedef tür olmayan ve taze olarak tüketilemeyecek kadar fazla avlanan balıklardan temin etmektedir (Pike, 1998).

Balığın sıcaklık uygulaması ile hücrelerin koagüle olması ve preslendikten sonra kek kısmından suyun buharlaştırılması ile balık unu elde edilir (Schmidtsdorff, 1995). Balık unu, tüm hayvanların dietlerinde açıklanamayan büyüme faktörü içeren protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (De Koning ve Hearshaw, 1990; Dichmont ve Stewart, 1992; Steffens, 1994; Kim ve Easter, 2001). Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yem rasyonlarında balık unu kullanım oranı, kümes ve hayvan yem rasyonlarında kullanım oranından daha yüksektir (Tacon, 1998). Özellikle karnivor balık türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılan ticari yem formüllerinde protein kaynağı olarak balık unu kullanılması elzemdir (Solar ve ark., 2005). Kültür balıklarının ihtiyacı olan besinsel kompozisyonlar balık ununda oldukça zengin olarak bulunmaktadır (Tacon, 1993). Yüksek kaliteli bir balık unu mükemmel bir aminoasit dengesine (Tacon, 1994; Webster ve ark., 1999) ve zengin bir protein, mineral madde (kalsiyum, fosfor, demir), vitamin (B<sub>12</sub>, Kolin, niasin, pantoteknik asit ve riboflavin) kaynağına sahiptir (Miller, 1970; Waldroup ve Adams, 1994). Balık unu, bitkisel kaynaklı proteinlerden daha yüksek oranda esansiyel aminoasit (özellikle lizin ve methionin) ve bitkisel kaynaklı yağlarda bulunmayan yağ asitleri (eikosapentaenoik asit ve dekosahegzaenoik asit) bulundurur (Bimbo ve Crowther, 1992; De Silva ve Anderson, 1994). Ayrıca balık unu çok zengin bir enerji ve omega 3 yağ asidi kaynağıdır (Hulan ve ark., 1987; Burke ve ark., 1997; Simopoulos, 2000).

Yetiştiricilik sektöründe meydana gelen büyümeye paralel olarak balık unu pazarında üretimin artmadığı ve artmayacağı öngörüldüğünden dolayı fiyatların sürekli artması beklenmektedir (Kristofersson ve ark., 2004). Yem, su ürünleri yetiştiriciliğinde en büyük gider kalemini oluşturmaktadır. Bu yüzden yetiştiricilik endüstrisinin, yem karmalarının düzenlenmesi ile ilgili bilimsel çalışmalara önem vermesi gerekmektedir (Tacon, 1998). Verimli bir yetiştiricilik yapmak için yemlerde yüksek kaliteli balık unu ve yağı kullanılması gerekmektedir (Barlow ve Pike, 1977; Hardy ve Castro, 1994; Tacon, 2002). Bu iki elzem maddenin maliyetleri yüksek olmasına rağmen birbir alternatifleri görülmemektedir (Hardy, 1996; Lia ve ark., 2004). Balık unu başlıca üç temel sınıfta gruplandırılır. Süper özel, özel ve standart balık unu sınıfları olmak üzere balık tazeliği ve işleme sıcaklıklarına göre kategorize edilir (Ruiter, 1995). Balık unu kalitesi arttıkça fiyatları da her sınıf arasında yaklaşık % 12 oranında artmaktadır. En

yüksek kaliteli balık unu ile standart balık unu arasında yaklaşık olarak % 25'lik bir fiyat farkı bulunmaktadır. Balık unu kalitesi arttıkça yetiştiricilik sektörü de yüksek kaliteli ürünler elde etmektedir (Keller, 1990).

Balık unu kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi balık tazeliğidir (Ariyawansa, 2000; De Koning, 2005). Balığın bozulması; balık türüne, depolama süresi ve sıcaklığı ile mikrobiyal kontaminasyona bağlıdır (Klausen ve Lunde, 1986; Aksnes ve Brekken, 1988; Haaland ve ark., 1990). Balık yakalanır yakalanmaz yüzeyinde ve iç organlarında bakteriyel ve enzimatik faaliyetler başlar. Balık bozulduğunda proteinlerin yapı taşlarındaki peptitler, serbest aminoasitler, aminler ve uçucu amonyaklar parçalandığı için toplam uçucu bazik nitrojen içeriği (TVB-N) hammadde tazeliği için önemli bir belirleyici olmaktadır (Pike ve ark., 1990; Vidal-Carou ve ark., 1990). Hammadde tazeliği için önemli olan bir diğer kriter ise biyojen amin içeriğidir. Aminler, amionoasitlerin dekarboksille (histidin - histamin, lizin-kadaverin, arginin-putrescin, tirozin-tyromin) olması sonucu meydana gelir (Aksness ve Mundheim, 1997; Olafsdottir ve ark., 2000; De Koning, 2005).

Düşük sıcaklıkta ve taze balıkların işlenmesi ile yapılan balık unu “*özel ürün*” olarak salmon yemi için pazarlanmaktadır (Pedersen ve Opstvedt, 1992; Castro-Compos, 1990; Chamberlain, 1993). AB'ye uyum sürecinde olduğumuz bugünlerde çok değerli olan balık unu ve yağının kalite kriterleri belirtilerek daha yüksek performanslı ürünler elde etmek önem arz etmektedir.

**Çizelge 1.2.** Türkiye su ürünleri üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton)  
(Anonim, 2008b)

Yıllar	Su Ürünleri Üretimi	Hamsi	Çaça	Yetiştiricilik	Hamsi/ Genel Toplam (%)	Yetiştiricilik/ Genel Toplam (%)
2000	582 376	280000	7000	79031	0.48	0.13
2001	594 977	320000	1000	67244	0.54	0.11
2002	627 847	373000	2050	61165	0.59	0.10
2003	587 715	295000	6025	79943	0.50	0.14
2004	644 492	340000	5411	94010	0.53	0.15
2005	544 773	138569	5500	118277	0.25	0.22
2006	661 991	270000	7311	128943	0.41	0.19
2007	772 323	385000	11921	139873	0.50	0.18

Farklı hammadde tazeliği ve farklı işleme sıcaklıkları uygulanarak elde edilen unlar ile yapılan besleme çalışmalarında büyüme ve yem değerlendirme oranları arasında önemli farklar bulunmuştur (Jensen, 1986; McCallum ve Higgs, 1989; Covey

ve Cho, 1992; Fairgrieve ve ark., 1994; Romero ve ark., 1994; Aksnes ve Mundheim, 1997; Opstvedt ve ark., 2000, Tapia-Salazar ve ark., 2004).

Dünya su ürünleri yetiştiriciliğindeki artışa paralel olarak Türkiye’de de bu sektör hızla büyümektedir (Çizelge 1.2). Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yem karmalarının balık unu miktarı % 10-50 arasında değişmektedir (İlgüven, 2002). Türkiye’de üretilen toplam balık unu üretimi yıllık olarak büyük değişimler göstermektedir (Çizelge 1.3). Yem rasyonlarında kullanılan balık unu ve yağının tümü Türkiye’deki balık unu ve yağı fabrikalarının karşılanamamaktadır.

**Çizelge 1.3.** Türkiye’de yıllara göre balık unu ve yağı üretimi (ton) (TÜİK, 2008)

Yıllar	İşlenen Hammadde	Balık unu	Balık Yağı
1999	137657	17542	14604
2000	40010	5407	3485
2001	113239	14732	9529
2002	157118	24248	15038
2003	41962	6521	4050
2004	103265	16231	10875
2005	6137	827	288
2006	74203	11856	7119
2007	182975	28460	18036

Türkiye’deki balık unu ve yağ fabrikalarında, kaliteli un tanımında en düşük ham protein ve en yüksek ham yağ oranı kullanılmakta olup, balıkların tazelik ve işleme sıcaklıkları bir kalite kriteri olarak değerlendirilmemektedir (Duyar ve Bayraklı, 2005).

Dünya balık unu pazarında taze balıkların işlenmesi ile elde edilen ürünler yüksek fiyatlara alıcı bulurken Peru’da eski teknoloji kullanılarak elde edilen vasat balık unu ile yerli üretimimiz aynı kategoride değerlendirilmekte ve daha düşük kar ile iç piyasada pazarlanmaktadır. Elde edilen yüksek kaliteli balık unlarının yem karmalarında kullanım oranları araştırılarak bu sektörde dışa bağımlılığın azalacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Sinop ilinde kurulu bulunan balık unu ve yağı fabrikalarında işlenen balığın tazelik sınıflarının ortaya konması ve buna göre kalite değerlerinin belirtilerek işleme standartlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Aynı zamanda sektörün içinde bulunduğu üretim hatalarında bu tezle belirtilerek dünya balık unu pazarına özel ürün sunma yollarının ortaya konmasında amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Balık unu ve yağ sektörü, genelde küçük ve yağlı pelajik balıkları işlemektedir. Doğrudan insan tüketim ihtiyacından fazla avlanan balıkların değerlendirilmesinde en ekonomik yöntem; hayvanların beslenmesinde kullanılan balık unu ve yağı üretimidir. Balık unu ve yağı pazarının büyüyebilmesi ve talep edilmesi için kalite standartlarının yüksek olması gerekmektedir. ABD’de balık ununun direkt insan gıdası olarak kullanılabilmesi için balık protein konsantre teknolojisi gelişmiştir (Windsor, 2001).

Dünyanın birçok yerinde balık unu, balığın bütün olarak işlenmesi ile elde edilir. Balık unu ve yağı üretimi için en uygun türler küçük ve yağlı pelajik balıklardır (Çizelge 2.1). Farklı ülkeler farklı balık türlerini balık unu ve yağı yapımında kullanmaktadır. Hammaddenin kalitesi ve kompozisyonu son ürünün özelliklerinin tanımlanmasında en önemli faktördür.

**Çizelge 2.1.** Balık unu fabrikalarında kullanılan balıkların besin kompozisyonu (Winder ve Barlow 1981).

Türler	Bilimsel ismi	Ham Protein (%)	HamYağ (%)	Nem (%)
Hamsi	<i>Engraulis ringens</i>	18	6	78
Ringa (kış)	<i>Clupea harengus</i>	18	11	70
Ringa (bahar)	<i>Clupea harengus</i>	18	8	73
Sardalya	<i>Sardinops ocellata</i>	18	9	69
Uskumru (kış)	<i>Scomber scombrus</i>	15	27	56
Uskumru (bahar)	<i>Scomber scombrus</i>	18	6	74
İstavrit	<i>Trachurus trachurus</i>	16	17	63
Capelin	<i>Mallotus villosus</i>	14	10	75
Mezgit	<i>Micromesistius poutassou</i>	15	2	79
Kayış balığı	<i>Ammodytes sp.</i>	18	7	73
Çaça	<i>Sprattus sprattus</i>	15	8	75

Balık unu ve yağı olarak değerlendirilecek balıklar üç kategoride sınıflandırılmaktadır.

- I. Sadece balık unu üretimi için avlanan balıklar (çaça balığı)
- II. Taze olarak hemen tüketilemeyecek kadar fazla avlanan balıklar (Hamsi balığı)
- III. Balık işleme artıkları (fileto, konserve artıkları vb.)

Balıkçılık endüstrisinde balık unu üretimi için tür seçiciliğinde bazı önemli noktalar bulunmaktadır.

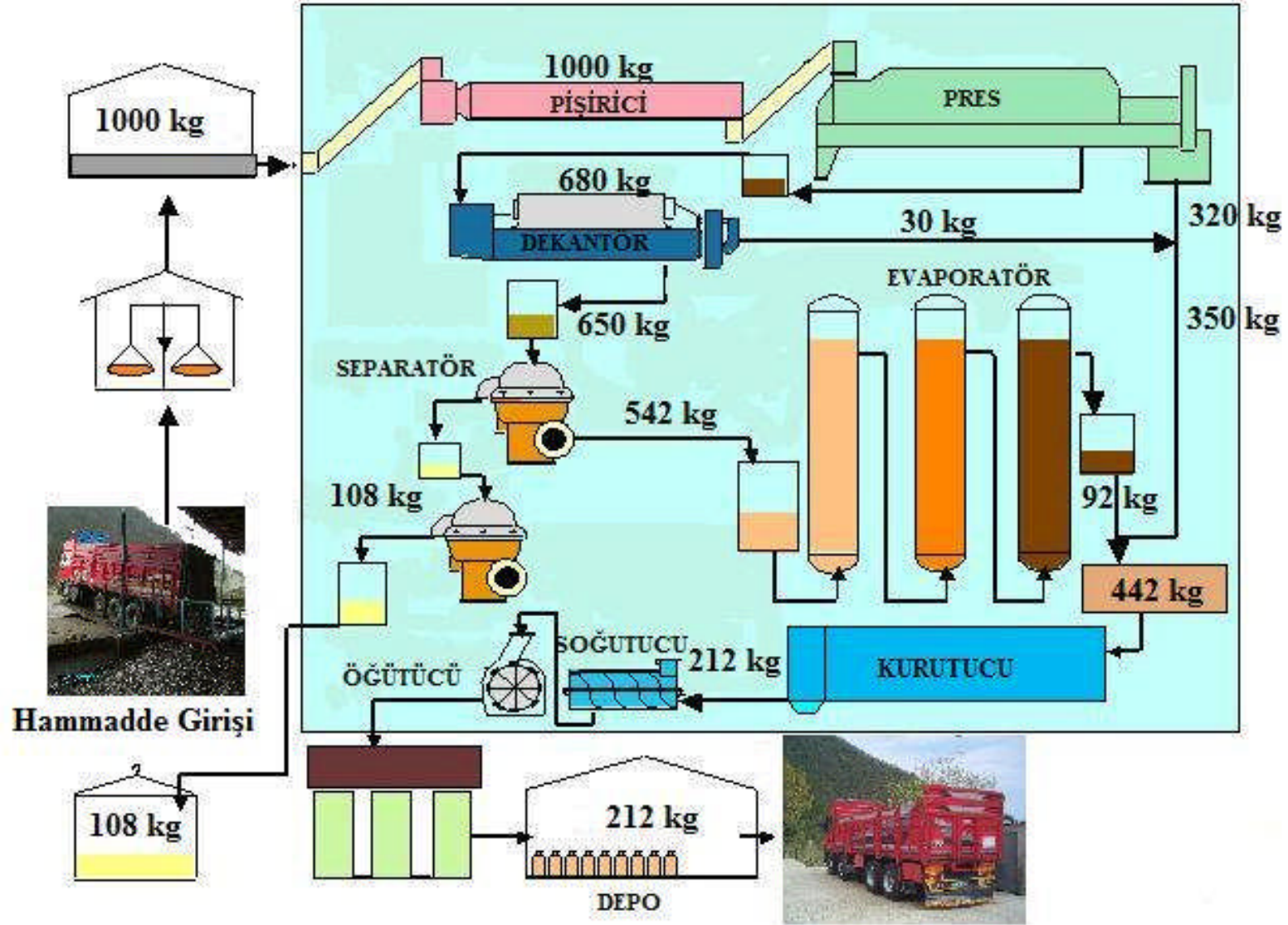
- Türler yoğun ve yüksek oranda avlanmalıdır; avlanan türün büyük kısmının insan gıdası olarak tüketilememesi gerekmektedir.
- Sektör birden daha fazla balık türünü değerlendirebilmelidir, çünkü bir tür balığın avcılığının azalması durumunda diğer türü kullanabilmelidir.
- Balığın yılda yılda avlanma oranında ki değişiklik az olmalıdır.
- Balık türünün yağ oranı yüksek olması balıktaki su oranını düşürürken (kurutmada daha az enerji harcanır), protein oranına etkisi yoktur.

### **2.1. Balık Unu Yapım Tekniği**

Dünyadaki balık unu ve yağı fabrikalarında yağ pres metodu uygulanmaktadır. İşlemenin ana basamakları; proteinlerin koagüle olduğu ve bağlı suyun ve yağın serbest kaldığı pişirme safhası, % 60-80 oranında kuru madde ve bağlı yağın kaldığı pres keke ile sulu kısım (yağ, protein, vitamin ve mineral) ve serbest yağın ayrıldığı presleme ünitesi, pres suyundaki tortunun büyük kısmının ayrıldığı dekantör, kalan yağın ayrıldığı santrifüj, kalan sulu kısmın içerisinde bulunun katı kısmın buharlaştırma ile elde edilerek pres keke eklendiği evaporatör, kurutma, öğütme ve çuval yada yığınlar halinde saklandığı depolardan oluşmaktadır. Elde edilen balık yağıda tanklarda depolanır (Şekil 2.1.1).

Besleme tankı (bunker); konveyör ile balık havuzlarından gelen hammaddenin pişiricilere dağıtıldığı bölümdür. Burada fabrika kapasitesine göre pişirici ünitelerine vidalı konveyörler ile besleme tankından hammadde dağıtımı yapılır. Besleme tankı dolduğunda balık havuzlarından hammadde akımı durdurulmaktadır. Düzenli kontroller yapılmadığı takdirde besleme tankından taşan balık çevreye dağılacak ve ürün kaybı meydana gelecektir.

Balık unu yapım tekniği Windsor (2001)'a göre açıklanmıştır.



Şekil 2.1.1. Bir balık unu ve yağ fabrikasında işleme basamakları (Barlow ve Pike, 1977)

### 2.1.1. Pişirici

Isıl işlemin amacı balıktaki yağ deposundan yağı ayırmak ve daha sonraki işlemler için hammaddeyi uygun hale getirmektir. Bu operasyonun adına “pişirme işlemi” adı verilmektedir. Yaygın olarak, içerisinde ürünün sürekli olarak karıştırılarak devam ettiği buharlı tipli pişiriciler kullanılmaktadır. Sıcaklık genelde pişiriciyi çevreleyen ceketlerden yada sıcak vidalı dönen konveyorlardan endirekt olarak sağlanmaktadır. Diğer bir pişirici tipi direkt buhar enjeksiyonu sağlayanlardır. Oluşan su, pres ve diğer evaporatör işlemi ile atılır.

Pişirme işlemi, titizlikle yapılması gereken ve bazen kontrolü zor olan bir basamaktır. Pişmiş ürün, hammadde kalitesine ve işleme durumuna bağlıdır. İşleme sıcaklığı ve süresi balığın türüne ve tazeliğine göre değişmekle birlikte yaygın olarak 95-100 °C ‘de 15-20 dk olarak uygulanır. Pişirme işleminden sonra pres kekte ne kadar az oranda yağ kalıyorsa o kadar başarılı bir uygulamadan bahsedilebilir. Protein koagülasyonu balığın her tarafında homojen olarak sağlanabilmektedir. Yeteri kadar pişirilmeyen balıklarda suyun istenen miktarlarda alınması ve yağın ekstraksiyonu tam sağlanmaz. Elde edilen kek yağlı olur. Bu hem balık ununun kalitesini olumsuz etkiler, hem de yağ üretiminde randımanın düşük olmasına neden olur. Balıkları fazla pişirme halinde ise yapı son derece yumuşak (lapa) olur. Lapa hali preslenmeyi zorlaştırır, pres altı sıvısı içinde katı partiküllerin oranı % 20’yi aşar. Dolayısıyla santrifüj ve evaporasyon basamaklarında fazla enerji harcanacaktır. Sonuçta üretim kapasitesi, santrifüj ve evaporasyon basamaklarının işleme süresinin uzamasından dolayı etkilenecektir.

### 2.1.2. Önsüzme

Pişirme işleminin bir sonucu olarak yağ ve suyun büyük kısmı katı kısımdan ayrılır. Bu kısımda basit bir ön süzme ile suyun bir kısmı alınır. Böylece pres ünitesi daha az enerji ile çalışır. Pişirici ve pres ünitesi arasına kurulan basit bir süzmeli taşıyıcı yada vibratör etkili veya dönen taşıyıcı sistemlerde kullanılabilir.

### 2.1.3. Presleme

Presleme, katı kısımdan sulu kısmı mümkün olabildiğince sıkarak ayırmak amacıyla yapılır. Presten çıkan ürünün nem oranı, kurutucu kapasitesi ve harcanan

enerjiyi doğrudan etkilediğinden dolayı önemli bir etaptır. Nem oranının düşük olması durumunda kurutucu kapasitesi artacak ve daha az enerji sarfiyatı olacaktır.

Balık unu endüstrisinde iki tip pres makinesi bulunmaktadır. Bunlar bir ve iki vidalı olarak sınıflandırılır. İki tip pres makinesi de aynı prensiple çalışmaktadır. Ürün çok sık delikli bir kafes içerisinde dönen helezonlu vidalı bir konveyorda hareket etmektedir. Vidalar çıkışa doğru daha fazla basınç uygulama prensibine göre düzenlenmiştir. Böylece ürün pres girişinden itibaren sürekli artan bir basınç ile sıkışmaktadır. Preste oluşan sulu kısım çok sayıda gözeneklerden oluşan bölümden süzülerek kanallardan dekantöre doğru yol alır. Balık piştiğinde çok sayıda küçük partikül bu gözenekleri tı kayabilir. Bu tıkanıklık, ön süzme işleminde gözenek çapının büyütülmesi ile giderilebilir. Daha büyük partiküller pres esnasında tıkanıklığa yol açmazlar. Bu sayede dekantörün kapasitesi uygun seviyede tutulabilir. Bazen yumuşak ve otolize olmuş balıkların işlenmesi sırasında zorluklar meydana gelebilmektedir. Hammadde pres içerisinde vidalar dönerken ileri doğru hareket edemeyebilirler. Bu sorun sisteme basit bir vida monte edilmesi ile çözülebilir. Ancak bu işlem pres işlemini zorlayabilir ve çalışmasını yavaşlatabilir.

Balık tazeliğine ve türlere göre pres makinelerinde aynı verim alınmamaktadır. Fabrikaların en büyük problemlerinden birisi farklı tür ve tazelikteki hammaddeler ile farklı sonuçlar elde edilmesidir. İkili vidalı sistemler en yaygın kullanılan pres makineleridir. Modern presleme cihazları çok etkili su çıkışı sağlarlar. Pres kekte su oranı % 50 'nin altına kadar düşebilir. Presin performansı iki yolla kontrol edilebilir. Birincisi; presin üzerindeki hammadde toplama ünitesinin seviyesi ayarlanabilir. Böylece toplama bölümünde biriken hammaddeye daha fazla basınç oluşturacaktır. İkincisi; vidaların dönme hızıdır. Bu iki faktör optimum seviyede tatbik edilirse en yüksek verim elde edilecektir. Preste en iyi performans vidalar ile onu sıkıca saran delikli tamburun uygunluğuna bağlıdır. Eğer aradaki mesafe fazla olursa kapasitesi ve etkinliği düşer. Diğer önemli bir faktörde sürekli olarak gözetim altında tutulması gereken delikli tamburdur. Deliklerin sürekli olarak kontrol altında tutulması ve temizlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde delikler tıkanarak işlemin verimini düşürmektedir.

Pres işleminde, hammaddenin taze olduğu durumlarda pres makinesinin dönme hızı düşürülerek beklenenden daha fazla yağ ve su elde edilebilir. Ancak bu durumda üretim kapasitesi azalacaktır. Avcılığın yoğun olduğu dönemlerde yüksek kapasite ile



çalışıldığından dolayı uygulanması zordur. Avcılığın günlük kapasitenin altında kaldığı dönemlerde pres dönme hızı düşürülebilir.

Hammaddenin yumuşak ve otolizin başlamış olduğu durumlarında ön süzme işleminde daha fazla suyun süzülmesi ile sistemin performansı artabilir. Yumuşak balıkların sertleştirilmesi için bazı kimyasal maddeler olsa da (formaldehit ve  $\text{CaCl}_2$ ) ürün kalitesinde kayıp meydana getirdiğinden dolayı tavsiye edilmemektedir.

#### **2.1.4. Pres Sıvısının Ayırıştırılması**

Presten gelen sıvı kısım su, kuru madde ve yağdan oluşmaktadır. Yağ içeriği balıktaki yağ oranı ile ilişkilidir. Kuru madde içerisinde çözünmüş ve partikül maddeler bulunabilir. Bu maddelerin varlığı balığın büyüklüğü ve kalitesine bağlı olmakla birlikte işleme öncesi balığın avlanması ve depolanması sırasında gördüğü zarara bağlıdır. Pres sıvısının içerisinde, tortulu kısım, su ve yağdan oluşan üç farklı yer çekimine sahip katman bulunmaktadır. Pres sıvısı bir tank içerisinde bir süre bekletilirse altta tortulu kısım, arada su ve en üstte yağlı kısım olmak üzere 3 tabaka oluşur. Bu şekilde yağın ayırıştırılması başlangıçta oldukça yaygın olarak kullanılan bir metottü. Ancak düşük kaliteli ürün ve kirli olması gibi dezavantajları yüzünden modern balık yağı üretiminde kullanılmamaktadır. Ayırışımın etkili olması için pres suyunun silolarda santrifüj öncesi 90-95°C kadar yüksek sıcaklığa getirilmesi gerekmektedir. Sıcaklık uygulaması ile su ve yağ iyice birbirinden ayrışım göstermektedir.

#### **2.1.5. Dekantör**

Dekantör işleminin amacı pres sıvısındaki sulu ve yağlı kısımdan tortulu kısmı yatay santrifüjle ayırmaktır. Dekantör makinesinin kullanılmasında sulu kısmın tabaka kalınlığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Katman seviyesi düşük olduğunda katı kısmın ayrışması kolaylaşır. Diğer önemli bir parametre ise dönme hızının ayarlanmasıdır. Tortu kısmın yoğun olduğu karışımlarda dönme hızının artırılması gerekmektedir. İşlenecek ürünün yoğunluğuna bakarak üretim yapılması kapasiteyi ve verimi artırmaktadır.

Dekantör makineleri değişik boyutlarda yapılmaktadır. Küçük fabrikalarda dekantör uygulamaları çok ekonomik değildir. Bu tür işletmelerde ucuz, ancak dekantör kadar verimli olmayan delikli tamburlu vibratör makineleri kullanılmaktadır.

### 2.1.6. Separatör

Yağ depolanmadan önceki son işlem yağın saydamlaştırılmasıdır. Saydamlaştırma işlemi sıcak su uygulaması ile kolaylaşır. Yağdan uzaklaştırılan artıklar yağın depolanma süresini uzatır. Bu işleme separasyon denir. Separasyon işleminin etkinliği santrifüj cihazının gücüne ve partiküllerin hareketi ile ilgilidir. Santrifüj işleminde iyi bir sıcaklık kontrolüne ihtiyaç duyulur. En ideal sıcaklık 95°C'dir. 90°C'nin altındaki sıcaklık verimli değildir.

### 2.1.7. Evaporatör

Dekantör ve separatörden ayrılan sulu kısım içerisindeki tortu katmanının ayrıştırılması için muameleye tutulduğu bölümdür. Sulu kısımdan yaklaşık olarak % 65'nin buharlaştırılması ile oluşan şurup kurutucuya gönderilir. Evaporatörden elde edilen şurup özel ürün olarak da pazarlanabilmektedir. Şurubun içerisinde suyun dışında çözülmüş protein, çözülmemiş protein, yağ, mineraller, vitaminler ve aminler bulunmaktadır. Evapotörden elde edilen şurupta, yağ kısmı separatörün işlevine göre genellikle % 1 in altındadır. Elde edilen ürün toplam balık ununun 1/5'lik kısmını oluşturmaktadır. Yüksek sıcaklık uygulamalarında sulu kısımdaki toplam kuru katmanın oranı artmaktadır. Bu işlemde yüksek sıcaklıklara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu sıcaklığın elde edilmesi için gerekli yakıt sarfiyatının oluşturacağı ekonomik sonuç hesaplanmalıdır. Sıcaklık uygulaması değişik yollarla sağlanabilir.

Evaporasyon işlemi ile fabrikaların bulunduğu bölgelerde meydana gelen çevre kirliliğinin de önüne geçilmektedir.

### 2.1.8. Kurutucu

Kurutma işleminin amacı, son üründe nemi maksimum % 12 seviyesinin altına yani mikrobiyal aktivitenin en aza indiği seviyeye düşürmektir. Kurutma, üründeki suyun buharlaştırılabilmesi için sağlanan sıcaklık ile oluşmaktadır. Sıcaklık arttıkça kurutma işlemi kısalmaktadır. Ancak özellikle protein kalitesi kaybını önlemek için sıcaklığın belirli limitlerde uygulanması gerekmektedir. Pres kekin kurutma safhası süresince tam olarak karışması gerekmektedir. Karışmadan önce sıcaklık 100 °C gibi yüksek sıcaklıklara ulaşabilir. Bu sıcaklıklar *Salmonella* gibi mikroorganizmaları yok etmektedir. Kurutma işlemi basit bir basamak olmasına rağmen ürünün kurummasının tespiti deneyim ve uzmanlık ister. Ürün şayet az kurursa küf ve mantar gelişimine neden

olabileceği gibi istenildiğinden fazla kurutulması durumunda kavruarak besinsel değerini azaltıcı durumlar ortaya çıkabilmektedir.

Direkt sıcak uygulamalı ve endirekt buharlı kurutucular olmak üzere başlıca iki tip kurutucu bulunmaktadır. Direkt kurutucu sistemlerinde; hammadde silindir bir fırın içerisinde karıştırılmakta ve 500 °C den yüksek bir sıcak hava ürün üzerinden geçirilmektedir. Direkt kurutma işlemlerinde daha kısa sürede kuruma sağlanabilir. Ancak ürünün maruz kaldığı ısı çok yüksek olduğundan sindirilebilirlik oranına olumsuz etki yapmaktadır. Aynı zamanda yüksek sıcaklık uygulamalarının aminoasit ve yağ asitleri üzerine olumsuz bir etkisi bulunmaktadır. Balık unu fabrikalarında sıcaklık çoğunlukla endirekt sistemler ile sağlanmaktadır. Endirekt sistemlerde ürünün etrafını saran silindirin çevresini dıştan bir silindir daha sarmaktadır. İki katman arasına verilen sıcak buhar uygulaması ile endirekt kuruma sağlanır. Ürünün maruz kaldığı sıcaklık düşük ve daha homojen olmaktadır. Balık unu fabrikalarında istenmeyen kokuların çoğu kurutucu sistemlerden kaynaklanmaktadır. Direkt kurutuculara kıyasla endirekt kurutucular da sıcak buhar direkt ürüne etkisi olmadığından fabrikada daha az koku oluşturmaktadır.

### **2.1.9. Öğütme ve Çuvallama**

Öğütücüde bir şaft etrafında yerleşmiş çok sayıda çekicinin bütün topaklanmaları ve kılçıkları homojen un haline getirdiği safha balık unu işleminde son operasyondur. Buradan yem fabrikalarına ve oradan da yetiştiricilik çiftliklerine gönderilir. Balık unu düşük nem oranı içerdiğinden dolayı bakteriyel bozulmaya müsait değildir. Muhafaza sırasında soğutma işlemine gerek yoktur. Balık unu genellikle kağıt, plastik sentetik çuvallarda yada açık olarak saklanır ve depolanır. Açıktaki balık unları bazen mekanik karıştırıcılar ile pelet yem yapılabilir.

Balık ununun yapısındaki yağ, depolanma esnasında havadaki oksijen ile reaksiyona girebilir. Oluşan ısınma dolayısıyla unun yanmasına neden olur ve besleyicilik değerini düşürebilir. Kullanılan antioksidanlar (BHT, BHA, ethoksikuin) sayesinde önlenir. Ancak buna rağmen uygun olmayan depo şartları ve ambalajlama yüzünden balık ununda yanma olayları gözükülebilmektedir. Yağlı balık unları antioksidana ihtiyaç duyar, en yaygın olarak kullanılan antioksidan ethoksikuindir. Genellikle 200-1000 mg/kg olarak kullanılır. Yağ oranı % 3 gibi çok düşük balık yada balık artıklarının değerlendirilmesinde antioksidan uygulamasına gerek duyulmaz.

Balık unu muhafazası için en uygun ortamlar kuş ve kemirgen hayvanlardan korunan serin ve kuru depolardır. Balık unu çok dayanabilen nadiren bozulan bir üründür. Balık unu muhafaza altına alınan depolarda birkaç yıl besinsel değerini kaybetmez (Barlow ve Pike, 1977). Balık unu genellikle yağlı balıklardan yapılır. Balık unlarında anında antioksidan uygulanmazsa havadaki oksijenle reaksiyona giren yağ yavaş yavaş okside olduğundan yağ asitleri azalır. Besinsel değeri azalan yağ hayvanların enerji ihtiyaçlarını karşılayamaz. Balık ununun depolanmasında mikrobiyal bulaşmanın önlenmesi en az hammaddede bulaşmanın önlenmesi kadar önemlidir. Depodaki duvarlar zemin ve el ile temas eden malzemelerin temiz tutulması ayrıca patojen mikroorganizmaları taşıyan kemirgenlerin ve kuşların içeriye girmesini engelleyecek tedbirlerin alınması gerekmektedir. Kapı girişlerindeki dezenfektan bulunan ayak çukurları işçilerin çizmelerinin altından gelebilecek bakteriyel organizmaların girişini engelleyebilir. Açık balık unları taşımırken yada taşınmadığı zamanlarda ellendiğinde bulaşma ihtimali daha yüksektir.

## **2.2. Balık Unu Kalite Sınıfları**

Balık unu başlıca standart, özel ve süper özel olmak üzere balık tazeliği ve işleme sıcaklıklarına göre kategorize edilir. Balık unu kalitesi arttıkça fiyatları da her sınıf arasında yaklaşık olarak % 12 oranında artmaktadır. En yüksek kaliteli balık unu ile standart balık unu arasında yaklaşık olarak % 25'lik bir fiyat farkı bulunmaktadır. Balık unu kalitesi arttıkça yetiştiricilik sektörü de yüksek kaliteli ürünler elde etmektedir (Keller, 1990).

### 2.3. Proteinler

Proteinler, yaşayan organizmaların en önemli bileşenidirler. İnsan vücudunun yaklaşık % 17'sini protein oluşturmaktadır. Bu proteinin % 30'u kaslarda, % 20'si kemik ve kıkırdakta, % 10'u deride, kalan kısmı da vücudun diğer kısımları ve vücut sıvılarında bulunur. Proteinin yapısını, karbon (% 51-55), hidrojen (% 6.5-7.3), oksijen (% 21.5-23.5) ve nitrojen (% 15.5-18) oluşturur. Birçok protein molekülünde kükürt, fosfor, demir ve iyot gibi elementler de bulunabilmektedir (Varlık ve ark., 2004).

Tüm canlılarda vücudun yapı taşı olan proteinler; canlının büyümesi, vücut hücrelerinin yenilenmesi ve üreme fonksiyonlarının devamlılığı gibi yaşamsal faaliyetlerini yerine getirmesini sağlarlar. Ayrıca temel enerji kaynağı olarak kullanılan karbonhidratlar ve lipitlerin yetersiz kaldığı durumlarda, enerji ihtiyacını gidermek için de kullanılırlar (Halver, 1972; Akpınar, 1986; Watanabe ve ark., 1988).

Balık eti, yüksek derecede protein kaynağı olmasından dolayı organizmanın gelişiminde, çocukların dengeli beslenmesi için gerekli bir besin maddesidir. Yetişkin bir insan hayati faaliyetlerini sağlıklı olarak yerine getirebilmesi için günlük olarak 50 g proteine ihtiyaç duymaktadır.

Besin biyosentezinin yapı taşı olan aminoasitlerin kaynağı olan proteinler, besinlere lezzet, aroma ve renk veren maddelerin oluşumunu sağlarlar (Telefoncu, 1993). Proteinler, beyin hücreleri başta olmak üzere, vücut dokularının yenilenmesinde ve vücudun hastalıklara karşı koruyan antikorların oluşturulmasında önemli etkiye sahiptirler (Gorga, 1998).

Proteinin kalitesi, kendisini oluşturan aminoasit kompozisyonu ile açıklanır. Esansiyel aminoasitlerden lizin bitkisel kaynaklı proteinlerde bulunmadığından dolayı hayvansal ürünler avantaj sağlamaktadır (Wiechers ve Hobbs, 1961; Pigott ve Tucker, 1990). Yaklaşık 20 kadar aminoasit bir araya gelerek proteinleri oluşturur. Aminoasitler, esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitler olmak üzere iki kısımda incelenirler. Esansiyel aminoasitler (treonin, valin, lösin, izolösin, metiyonin, fenilalenin, triptofan, lizin, histidin, arginin), vücut tarafından sentezlenemezler ve mutlaka besinlerle dışarıdan alınmaları gerekir (Huss, 1995).

Balık eti aminoasitlerinin büyük çoğunluğunu esansiyel aminoasitler oluşturur. Yapılan çalışmalar, balıklarda bulunan aminoasit miktarlarının et, süt ve yumurta ile benzer olduğunu göstermiştir (Love, 1982). Çizelge 2.3.1'de balık ve diğer besinlerdeki aminoasit miktarları gösterilmektedir.

**Çizelge 2.3.1.** Çeşitli besinlerdeki proteinlerde (%) aminoasit miktarları (Huss, 1995)

Aminoasitler	Balık	Süt	Sığır Eti	Yumurta
Lizin	8.8	8.1	9.3	6.8
Triptofan	1.0	1.6	1.1	1.9
Histidin	2.0	2.6	3.8	2.2
Fenilalanin	3.2	5.3	4.5	5.4
Lösin	3.4	10.2	8.2	8.4
İzolösin	6.0	7.2	5.2	7.1
Treonin	4.6	4.4	4.2	5.5
Metiyonin	4.4	4.3	2.9	3.3

Protein balık ununun en değerli ve en yoğun bileşenidir. Üreticiler hammaddeden proteini mümkün olabilecek en üst seviyede almak isterler. Hayvansal unların protein kalitesini hammaddenin türü ve sıcaklık gibi işleme teknikleri etkilemektedir (Skurray ve Herbert, 1974; Zugarramurdi ve ark., 2002). İşleme sıcaklığı arttıkça aminoasit sindirilebilirliğine negatif etki yaptığı saptanmıştır (Batterham, 1994). Balık yemi karmaları hazırlanırken aminoasit ve antinutrient miktarları sürekli olarak takip edilmelidir (Kaushik, 1990). Balık ununda tespit edilen protein oranı (ortalama % 70) bitkisel kaynaklı unlardan oldukça yüksektir (Zugarramurdi ve ark., 2002). Balık unu besi yapılan hayvanların yem karmalarında olması gereken lizin gibi esansiyel aminoasitlerce oldukça zengindir (Hall, 1992). Ayrıca methionin ve sistin gibi aminoasitler ile yüksek sindirilebilirliğe ve biyolojik değere de sahiptir (Keller, 1990). Balık unu genellikle hayvan yemi yapımında diğer bitkisel protein kaynaklı hammaddelerle karıştırılarak kullanılır. Balık ununun yapısında bulunan esansiyel aminoasitlerden özellikle lizinin yüksek miktarda bulunması açıklanamayan büyüme faktörü olarak adlandırılmaktadır (De Koning, 2002; De Koning ve Hearshaw, 1990; Dichmont ve Stewart, 1992).

Bir proteinin çözünürlüğü ortam pH'sı, iyonik kuvvet, ortam sıcaklığı ve protein konsantrasyonu ile ortamdaki organik çözücü gibi faktörlerin varlığına bağlıdır. Proteinlerin çözünürlüğü ısıtma işlemi uygulandığında sıcaklığın şiddet ve süresine bağlı olarak azalır. Proteinler izoelektrik pH'nın altında ve üstündeki değerlerde sırasıyla net pozitif veya net negatif yük taşırlar. Elektrostatik itme ve yük taşıyan kalıntıların hidrasyonu protein çözünürlüğünü artırır. Örneğin; izoelektrik pH'da

çözünürlük düşükken, bazik karakter gösteren çoğu proteinlerde çözünürlük yüksektir. Genellikle sabit pH ve iyonik kuvvette çoğu proteinlerin özellikle 0-40 °C arasındaki sıcaklıklarda çözünürlükleri artar. 40 °C'nin üstündeki sıcaklıklar termal knitek enerjide artış yarattığından denaturasyona yol açarak polar olmayan grupların ortaya çıkmasına, neden olur ve sonuçta da çözünürlük azalır (Saldamlı, 1998).

Aminoasitler, tuz benzeri karakterlerinden dolayı kararlı yapıda, kristal ve damıtılamaz maddeler olup genellikle suda çözünebilirler. Aminoasitler, alkolde çözünebilen, ancak diğer organik çözücülerde (eter vb) çözünemeyen yapılardır. Etil alkoldeki çözünürlük derecesi aminoasit çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Sudaki çözünürlükleri aminoasitlerin çeşidine göre farklılık göstermektedir. Alanin, losin, metiyonin, prolin, ve valin gibi alifatik aminoasitler ve fenilalanin, triptofan ve tirozin gibi aromatik aminoasitler hidrofobik özellik gösteren R grupları taşırlar ve bu nedenle suda sınırlı bir çözünürlüğe sahiptirler. Polar (hidrofilik) aminoasitler ise suda kolayca çözünürler. Buların bir kısmı (Arjinin, aspartik asit, glutamik asit, histidin ve lizin) sulu çözeltilerinde yüklü, diğerleri ise (serin, asparajin, glutamin, threonin ve sistin) yüksüzdür. Bazik ve asidik aminoasitler kuvvetli hidrofilik bileşiklerdir. Proteinlerin fizyolojik koşullarda net yük ise, yapılarındaki bazik ve asidik aminoasitlerin oranına bağlıdır (Saldamlı, 1998).

Bilindiği gibi ticari olarak üretilen gıdaların bileşiminde yer alan proteinler işleme sırasında ısıtma, soğutma, kurutma, kimyasal maddelerle işleme alınma ve benzeri işlemlere maruz kalırlar. Çoğu gıda proteini 60-90°C arasında uygulanan ısı işlemlere 1 saat yada daha az zaman aralığında tutulduklarında denatürasyon uğrarlar. Bu düzeydeki ısı işlemler ortamda toksik türevler gelişmeksizin proteinlerin sindirilebilirliğini artırırken çeşitli enzimleri (proteaz, lipaz, lipoksigenaz, amilaz ve bazı oksidatif ve hidrolitik enzimler) inaktive eder. Bu enzimler inaktivasyonu sırasındaki bazen; kötü tat-koku gelişimini, ransiditeyi teşvik eder, tekstürel değişikliklere ve depolama sırasında gelişen renk değişikliklerine neden olur. Orta şiddetlerdeki uygun sıcaklıklar bazı bakteri toksinlerinde (*Clostridium botulinum* ve *Staphylococcus aureus* toksinleri) inaktivasyona yol açabilir.

#### 2.4. Histamin

Histidin aminoasitinin bozulması ile oluşan histamin insanlar için toksiktir. İnsanlar üzerine toksik etkisi ilk olarak uskumru balıklarının tüketilmesi esnasında meydana gelen zehirlenmelerde gözlemlenmiştir (Deng-Fwu ve ark., 1995). Yüksek histamin içerikli balık unu ile yapılan tavuk yemleri ile besleme sonucunda tavuklarda çeşitli hastalıklar meydana geldiği tespit edilmiştir (Wessels ve Post, 1989). Aminlerin toksikolojik seviyesini belirlemek, bireysel karakteristiklerden ve diğer aminlerin varlığından dolayı çok zordur. Amin-oksidad inhibitör ilaçlar, alkol ve mide-bağırsak hastalıkları gibi diğer risk faktörleri histamin ve diğer aminlerin eşik noktasını belirlemede önemlidir (Shalaby, 1996). İngiltere’de 1976’dan 1986’ya kadar scombrotoksik balık zehirlenmesiyle ilgili 250 şüpheli vakanın olduğu bir araştırmaya dayanarak, Bartholomew ve ark. (1987), histamin için bir limit doz belirlemiştir. Her 100 g balık için bu limit sınırlar, 5mg’dan küçük ise balığın tüketimi güvenli, 5-20 mg arasında ise balık muhtemelen toksik, 20-100 mg arasında ise balık büyük olasılıkla toksik, 100 mg’dan daha fazla ise balık toksik ve tüketimi tehlikeli olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği 100 g balık etindeki histamin yasal limitini 10 mg belirtirken, son olarak FDA (Food Drug Administration) bu limiti 5 mg olarak belirlemiştir (FDA, 1996).

Balık ve balık ürünlerinde biyojenik amin üretimi direkt olarak balıktaki serbest aminoasit içeriği ile bağlantılı olmaktadır. Balığın bozulması veya ayrışması süresince, bakteriyel üretim, aminoasit dekarboksilasyon faaliyeti ve proteoliz aktivitesinden dolayı aminoasitler serbest kalmakta ve biyojenik amin üretilmektedir (Kennedy ve ark., 2004). Bakteriyel biyojenik amin dekarboksilaz ve uygun çevresel koşulların varlığında biyojenik amin oluşumu bakteri gelişimine ve dekarboksilaz enzimlerin üretimine izin vermektedir. Balık ve balık ürünlerinde bakteriyel faaliyetler ile üretilen başta histamin olmak üzere putresin, kadaverin, tiramin, triptamin,  $\beta$ -fenilettilamin ve agmatin gibi biyojenik aminlerin yüksek dozları tüketiciler için büyük bir risk oluşturduğu için balık ürünlerinde depolama süresince ortaya çıkan bakteriyel aktiviteyi engellemek büyük bir önem arz etmektedir. Bu nedenle bakteriyel aktiviteyi önlemek için balık ve balık ürünlerini mümkün olduğunca düşük dereceli sıcaklıklarda ve hijyenik koşullarda depolanması gerekmektedir.

Depolama sırasında balık kasındaki serbest aminoasitleri dekarboksile eden bazı bakteriler bulunmaktadır. Bu bakteriler, serbest aminoasitleri dekarboksilaz enzimleri sayesinde dekarboksile etmektedir. *Scombridae* (uskumru ve ton gibi) ve



*Scomberesocidae* familyalarına ait scombroid balıklar, histamin balık zehirlenmesiyle ilişkili en yaygın türler olmaktadır. Fakat bu zehirlenmeye, kaslarında yüksek düzeyde serbest aminoasit bulunduran scombroid olmayan balık türleri de (ringa, sardalya, hamsi) neden olabilmektedir (Özoğul, 2001).

Biojenik aminler sıcaklık ile uçmaz ancak suda çözünebilirler. Histamin üretimini etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır. 10-20°C arasında önemli derecede histamin birikimi olmaktadır. Balık hasat edilip en kısa sürede soğutulduktan sonra uygun bir şekilde işlendiği takdirde histamin üretimi büyük ölçüde azalmaktadır. Histamin birikimini önlemek için kullanılan en basit metot hasat edildikten sonra balığın çabucak soğutulması ve tüketim noktasına kadar düşük sıcaklıklarda depolanmasıdır (Huss, 1993). Biyojenik aminlerden kaynaklanan toksikasyonlarda, bezel midede genişleme ve taşlık erozyonu gibi istenmeyen değişiklikler olmaktadır. Bu durumda yem sindirilmeden dışarı atılmakta, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma gerilemektedir. Ayrıca, bu tür toksikasyonlar bağışıklık mekanizması ve deri rengini de olumsuz yönde etkilemektedir (Butcher ve Nilipour, 2000).

Balık unu kalitesi için biojenik aminler önemli bir parametredir. Kaliteli bir balık ununda bir biojenik amin 1000 ppm den az, 4 biojenik amin (histamin, kadaverin, putrescin, tiramin) toplamı ise 2000 ppm den az olması gerekmektedir. Büyüme ve yem değerlendirmede biojenik aminler su ürünleri ve karasal hayvanların beslenmesinde araştırılmış ve olumsuz etkisi gözlenmiştir (Aksnes ve Mundheim, 1997). Orta tazelikte ve bayat balıklardan elde edilen balık unlarından yapılan yemleme çalışmalarında daha düşük yem değerlendirme oranı elde edilmesinin serbest aminoasitler ve biojenik aminler gibi bazı çözünebilir moleküllerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Cruz-Suarez ve Guillaume, 1983; Montemayor-Leal, 1995).

## 2.5. Lipitler

Lipitler, hayvan ve bitki dokularının eter, benzen ve kloroform gibi organik çözücülerinde çözünebilen kısımlarını oluştururlar. Çoğunlukla yağlar, fosfolipitler (FP), spingomiyelinler, vakslar ve sterollerden meydana gelmişlerdir (Halver, 1972). Temel yapılarını karbon ve hidrojen oluşturur. Lipitler, enerjinin depolanmasında, çeşitli hücre organellerinin yapısını oluşturmada ve hormonların yapımında önemli rol oynarlar (Yücecan ve Baykan, 1981).

Lipitlerin önemli bir bölümünü oluşturan yağlar, yağda çözünen vitaminleri içermeleri, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve kan lipit düzeylerinde rol oynadıkları için beslenme rejimi açısından oldukça önemlidirler (Yücecan ve Baykan, 1981). Yağlar, gliserolün yağ asidi esterleridirler, gliserolün yağ asitleri ile oluşturduğu ester sınıfı bileşikler gliseritlerdir. Bir molekül gliserit, üç molekül yağ asidi ile esterleşerek trigliseritleri oluştururlar (Wieske, 1977). Diğer hayvanlarda olduğu gibi, balıklar da yağlara, gerek enerji gerekse hücrelerin oluşmasında yapısal bileşenler olarak oldukça fazla ihtiyaç duyar (Ackman, 1994).

Balık etlerindeki yağlar, trigliserit ve fosfolipit şeklinde bulunurlar. Nötral yağlar olarak da adlandırılan trigliseritler, vücudumuzda bulunan ve besinlerden alınan yağların temel bileşikleridirler ve saf yağların % 95'ten fazlasını oluştururlar. Gliserol molekülünde 3 hidroksil grubu bulunduğu için, 3 ester grubu taşıyabilirler. Fosfolipitler ise trigliseritlerden farklı olarak gliserolün hidroksil grubu yağ asitleri ile değil de fosfat içeren moleküllerle esterleşmesi sonucu oluşmuşlardır. Plazmadaki temel fosfolipit, lesitindir. Kolesterol ile birlikte hücre zarının yapısında bulunan önemli bileşiklerden olan fosfolipitler, hücre zarında su ortamı ile lipit ortamı arasında ilişki kurabilirler (Oğuz, 2000).

Balık etleri içerdikleri yağların yapısal özelliklerine göre iki gruba ayrılırlar. Bunlardan birincisi beyaz etli balıklardır. Bu tür balıklarda yağ karaciğerde toplandığı için kas dokusu çok az miktarda yağ içerir ya da yağsızdır. Bunlar “yağsız balıklar” olarak isimlendirilirler. İkinci grup balıklar yağlı ya da kırmızı etli balıklardır. Bunlarda yağ, deri altında, kaslar arasında ve iç organların çevresinde yoğunlaşmaktadır (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Lambertesen (1978) ile Ackman ve ark. (1989)'nın bildirdiklerine göre balıklar, içerdikleri yağ miktarları açısından dört sınıfa ayrılır:

- Yağsız balıklar; % 2'den az yağ içeren balıklar (mezgit, morina),

- Az yağlı balıklar; % 2-4 arası yağ içeren balıklar (dil, kalkan),
- Orta yağlı balıklar; % 4-8 arası yağ içeren balıklar (doğal alabalık, palamut, sardalya),
- Yağlı balıklar; % 8-20 yağ içeren balıklar (ringa, uskumru, kültür salmon).

Yağlar, hayvanlar tarafından depo edilerek, kış mevsiminde ve üreme periyotlarında gerekli enerjiyi sağlamak için harcanırlar. Su ürünlerinde bu olay tipik olarak salmon balıklarında görülebilir. Salmonların üreme dönemi haftalarca sürmekte ve üreme dönemi öncesi vücudun değişik kısımlarında depolanan yağlar, bir yakıt gibi kullanılarak, bu dönem boyunca hayati faaliyetlerde kullanılmaktadırlar (Halver, 1972; Gözükara, 1989).

Yağ asitleri, hem kompleks lipitlerin önemli bir parçası hem de kendisinden kolayca enerji sağlanan bir kaynaktır. Bunlar yağın doymuşluk derecesini gösteren farklı uzunluktaki karbon zincirinden oluşan trigliseritlerdir. Doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak iki çeşittirler. Doymamış yağ asitleri de tekli doymamış (Monoansature; MUFA) ve çoklu doymamış (Poliansature; PUFA) yağ asitleri olarak gruplandırılmaktadırlar (Ackman ve McLeod, 1988; Witte, 1994).

Doymamış yağ asitlerinin büyük bir kısmını oleik asit (C18:1 $\omega$ -9) oluşturur. Deniz balıkları eikosapentaenoik asit (EPA; C20:5) ve dekosahexaenoik asit (DHA; C22:6), tatlı su balıkları ise palmitik asit (C16:0) yönünden zengindir (Witte, 1994; Oğuz, 2000).

Yağ asitleri çift bağların durumuna göre değişik bölümlere yada dallara ayrılarak, karbon zincirinde ilk çift bağın bulunduğu yere göre isimlendirilirler (Çizelge 2.5.1). İlk çift bağın, zincirin sonundan itibaren, 3. karbon atomunda bulunduğu çoklu doymamış yağ asitlerine omega 3 ( $\omega$ 3 veya n3) ya da linolenik serisi yağ asitleri denilmektedir. Aynı şekilde ilk çift bağın sondan, altıncı karbon atomunda olduğu doymamış yağ asitlerine,  $\omega$ 6 serisi yağ asitleri veya linoleik asit adı verilmektedir (Huss, 1995). Örneğin Linolenik asit C18:3 $\omega$ 3 olarak yazılır, ilk numara karbon atomu sayısını, ikinci numara çift bandın bulunduğu yeri ve üçüncü numara çift bandın durumunu yani doymamışlık derecesini gösterir (Pigott ve Tucker, 1990).

Tek derecede doymamış yağ asitleri, karbon zincirinde bir tane çift bağ taşıyan doymamış yağ asitleridir. Genelde bitkisel yağlarda bulunurlar. Hemen hemen tüm yağlarda bulunan oleik asit MUFA'lara en iyi örnektir. Zeytin, ceviz, ayçekirdeği, mısır,

soya, badem, buğday özü ve yer fıstığı yağında bol miktarda tekli doymamış yağ asitleri bulunmaktadır (Gordon ve Ratliff, 1992).

Omega 3 yağ asitlerinin en önemlileri olan EPA (C20:5  $\omega$ 3) ve DHA (C22:6  $\omega$ 3), besin zinciri yoluyla deniz ürünlerinden alınmaktadır. Bu yağ asitleri ilk olarak fitoplankton tarafından sentezlenir, sonra zooplankton ile diğer küçük deniz hayvanları tarafından tüketilerek onların bünyesine yerleşirler ve böylece besin zincirine katılmış olurlar (Gordon ve Ratliff, 1992). Pek çok balık yağı % 8-12 EPA ve % 10-20 DHA içerir. İnsan beslenmesi için en önemli PUFA kaynağı balık ve kabuklulardır. Fakat keten tohumu ve cevizde, az miktarda da olsa  $\omega$ 3 bulunmaktadır.  $\omega$ 6 yağ asitlerinin ana kaynağı yüksek oranda linoleik asit (C18:2  $\omega$ 6) içeren mısır ve soya fasulyesi yağıdır. Keten tohumu ve cevizde alfa-linolenik asit (C18:2  $\omega$ 3), balık yağlarında ise EPA ve DHA en önemli “ $\omega$ ” serisi yağ asitleridir. (Calabrese, 1999; Stoll, 1999).

Zlatanov ve Laskaridis (2007)’a göre balıklar en iyi  $\omega$ 3 yağ asidi kaynağıdır. Ancak tüm balıkların yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonu aynı değildir. Balığın yağ içeriği ve aminoasit kompozisyonu yaşadığı ortamın sıcaklığı, tuzluluğu beslendiği yemlerin kompozisyonuna göre değişir (Bandarra ve ark., 1997; Gockse ve ark., 2004).

Yetiştiricilik yolu ile elde edilen balıkların etinde tespit edilen yağ asit kompozisyonu yemdeki yağ asidi kompozisyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Elde edilen balık ürünlerinde özellikle EPA ve DHA yağ asit oranının yüksek olması istenir (Simopoulos, 1999; Connor, 2000; Torstensen ve ark., 2005). Çoklu doymamış yağ asitlerinden  $\omega$ 6 serisi yağ asitleri, bitki tohumları yağlarında,  $\omega$ 3 serisi yağ asitleri (EPA ve DHA) ise balık yağlarında bol miktarda bulunmaktadır. Atlantik salmonların yem karmalarının büyük bir kısmını besinsel değeri yüksek olan denizel kaynaklı hammaddeler oluşturur ve ayrıca bu maddeler zengin bir EPA ve DHA kaynağıdır. Balık unlarında  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 oranı 4:1 civarındadır (Bell ve ark., 1998; Aursand ve ark., 2000).

**Çizelge 2.5.1.** Besinlerde bulunan yağ asitlerinin yaygın adları ve besin kaynakları (Wolfram, 1989; Tato, 1993; Varlık ve ark. 2004).

Sistematik Adı	Yaygın Adı	Karamel Formülü	Besin Kaynağı	Kimyasal Formül
Bütirik Asit	Bütanoik Asit	C3H7COOH	Süt yağı	C4:0
Kapronik Asit	Heksanoik Asit	C5H11COOH	Süt ve koko yağı	C6:0
Kaprilik Asit	Oktanoik	C7H15COOH	“ “	C8:0
Kaprinik Asit	Dekanoik	C9H19COOH	“ “	C10:0
Laurik Asit	Dodekanoik	C11H23COOH	“ “	C12:0
Tridekanoik Asit				C13:0
Miristik Asit	Tetradekanoik	C13H27COOH	Bit. ve hay. yağlar	C14:0
Pentaekanoik Asit				C15:0
Palmitik Asit	Heksaekanoik	C15H31COOH	Tüm yağlar	C16:0
Heptadekanoik Asit				C17:0
Stearik Asit	Oktadekanoik	C17H35COOH	Hayvansal yağlar	C18:0
Araşidik Asit	Eikosanoik	C19H39COOH	Yerfıstığı yağı	C20:0
Henikosanoik Asit				C21:0
Tricosanoik Asit				C23:0
Lignoserik Asit	Tetraosanoik	C23H47COOH	Yerfıstığı, kolza yağı	C24:0
Miristeloik Asit				C14:1
Pentadekanoik Asit				C15:1
Palmitoleik Asit	9-Hegsaedesoik	C15H29COOH	Deniz hay. yağı, bit. Hay. yağ	C16:1
cis-10 Heptadekanoik Asit				C17:1
Elaidik Asit	9-Oktadesoik (trans)	C17H33COOH	Hay. yağlarda eser mik.	C18:1n-9t
Oleik Asit	9-Oktadesoik	C17H33COOH	Tüm yağlarda	C18:1
Eikosanoik Asit				C20:1
Dekosanoik Asit	Erusik	C21H41COOH	Kolza, hardal tohumu yağları	C22:1
Nervonik Asit				C24:1n-9
Linoleaidik Asit				C18:2n6t
Linoleik Asit (LA)	9-12 Oktatekadienoik	C17H31COOH	Bitkisel yağlar	C18:2n6c
Linolenik Asit (LNA)	9-12 Oktatekatrienoik	C17H29COOH	Keten ve kenevir tohumu, soya yağı	C18:3n3
Eikosadienoik Asit (EDA)	EDA			C20:2
Eikosatrienoik Asit (ETA)	ETA			C20:3n3
Araşidonik Asit (AA)	5-8-11-14 Eikosatetraenoik	C19H31COOH	Hay. yağlarda eser miktarda	C20:4n6
Dekosadienoik Asit (DDA)	DDA			C22:2
Eikosapentaenoik Asit (EPA)	Timnodonik	C19H29COOH	Balık yağları	C20:5
Dekozahegzaenoik Asit (DHA)	Klupanodonik	C21H27COOH	Balık yağları	C22:6

### 2.5.1. Balık Yağının Bozulması

Yağlar doymamış yağ asitlerinin ısı, ışık ve bazı ağır metallerin katalitik etkisiyle atmosferik oksijenle birleşmesiyle kolayca oksitlenir ve bozulur. Yağdaki acılaştırma sonucu yağdaki gliseridler hidrolize olur ve bu hidroliz sonucu yağ asitleri ve gliserin oluşur. Ortaya hidroperoksit bileşikleri çıkar ve bu bileşikler güçlü katalizörler olup oksidasyon reaksiyonları hızlandırır (Çakmak, 2003).

Oksitlenerek bozulan yağlar acılaştır, yemde renk, tat, aroma bozuklukları meydana gelir. Oksitlenmiş yağ asitlerinin toksik etkisi vardır Oksidasyon sonucu yağlar, vitaminler, pigmentler risk altındadır. Proteinler oksidasyona karşı daha dirençlidirler. Okside olmuş yağ asitleri lizin ile tepkimeye girerek aminoasit kullanımını azaltır. Oksidasyon sonucu oluşan hidroperoksitler yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerinin yararlanılabilirliğini düşürür (Korkut ve ark., 2007).

Oksidasyon başlama, yayılma, sonlanma olarak üç basamakta gerçekleşir (Korkut ve ark., 2007).

**1. Başlama Basamağı:** Bu aşamada doymamış yağ asidinin çift bağından biri ısı, ışık ve bazı metallerin etkisiyle oksijen alır ve serbest radikaller oluşmaya başlar. Bu aşamada yağların kompozisyonunda çok büyük değişiklikler olmaz.

**2. Yayılma Basamağı:** Bu aşamada kritik seviyede serbest radikaller oluşmaya başlamıştır ve zincir reaksiyonlar hızlanır. Oksidasyon hızı artar, oksijen hızla absorbe olmaya başlar ve peroksidasyon serbest radikallerin etkisiyle hızlanır.

**3. Sonlanma Basamağı:** Bu basamakta oksidasyon hızı düşer. Serbest radikaller kendi aralarında birleşerek aldehit, keton, organik asitler, alkoller, hidrokarbonlar gibi son ürünler oluşur. Bu bileşiklerin oluştuğunu kötü koku ve tattan anlayabiliriz (Çakmak, 2003).

### 3. LİTERATÜR ÖZETİ

#### 3.1. Hammaddenin Kimyasal Bileşimi ve Tazeliği İle İlgili Araştırmalar

Şengör ve ark. (1999), hamsinin besin kompozisyonları üzerine yaptıkları araştırmada; ham yağ, nem, ham kül ve ham protein miktarlarını hamside sırasıyla % 2.35, % 75.73, % 1.50, % 16.65 olarak saptamışlardır.

Güner ve ark. (1998), Karadeniz'deki bazı balık popülasyonlarının besin kompozisyonlarını incelemiş ve hamside ham protein, ham yağ, nem, ham kül miktarlarını sırasıyla %  $14.10 \pm 1.11$ , %  $18.44 \pm 0.93$ , %  $64.36 \pm 1.42$  ve %  $1.05 \pm 0.12$  olarak bildirmişlerdir.

Ayas (2006), hamsinin sıcak tütsüleme öncesi ve sonrası kimyasal kompozisyon oranlarını incelemiştir. Hamsinin tütsülenmede önce besin kompozisyonunu oluşturan ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranını sırasıyla %  $19.56 \pm 0.52$ , %  $4.72 \pm 0.26$ , %  $73.80 \pm 0.69$  ve %  $1.39 \pm 0.06$  olarak bulmuştur.

Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999), hamsinin ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranlarını sırasıyla % 20.0, % 3.0, % 1.3 ve % 75 olduğunu bildirmişlerdir.

Ergün ve ark. (2006) yavru kalkan balıkların beslenmesinde taze hamsinin değerlendirilmesi çalışmalarında hamsinin besin kompozisyonunu oluşturan ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranını sırasıyla % 20.8, % 9.2, % 3.0 ve % 66.6 olarak bulmuşlardır.

Sivri ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada Karadeniz'de avlanan bazı balıkları biyokimyasal özelliklerine göre karşılaştırmışlar, hamside (*Engraulis encrasicolus*) ham protein oranını % 16.2 ve ham yağ oranını % 9.2 olduğunu tespit etmişlerdir.

Galdos ve ark (2002); Peru'da 1998-99 av sezonunda avlanan hamsi balığında 12 ay boyunca yaptıkları besin kompozisyonu çalışmalarında ham protein oranının % 18.07-20.79, ham yağ oranının %0.91-13.26, % ham kül oranının 1.38-2.49 ve nem oranının %68.20-76.73 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yağ oranındaki artışın, balığın nem ve protein oranını etkilediğini bildirmişlerdir.

Kaya ve Turan (2010), Karadeniz hamsisinin av sezonu süresince yaptıkları çalışmada ham protein oranını ortalama olarak %  $17.18 \pm 0.125$ , ham yağ oranını ise %  $16.68 \pm 0.948$  olarak bulmuşlardır.

Çoban ve Patır (2008), TVB-N ve TBA değerleri ortalama sırasıyla  $29.23 \pm 1.78$  mg N/100g ve  $6.53 \pm 0.077$  mg malonaldehit/kg olan hamsi balığının histamin oranını

eylül- nisan ayları arasında sırasıyla 31.94, 30.10, 27.98, 24.82, 18.22, 17.82, 24.55, 25.08 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Düşük sıcaklıkta depolanan balıklarda biyojenik amin oluşumunun azaldığı bilinmektedir. Wendakoon ve ark. (1990), uskumrunun buzda depolanması süresince hiçbir amin üretiminin olmadığını, 20°C'lik depolamada ise histamin, putrescin, kadaverin ve tiraminin büyük miktarlarda arttığını kaydetmişlerdir.

Özoğul ve ark. (2004), 4°C'de normal hava koşullarında, vakum pakette ve modifiye atmosfer paketlerde (% 60CO<sub>2</sub> ve % 40 N<sub>2</sub>) üç farklı koşulda 15 gün depolanan sardalya örneklerinde histamin sırasıyla, 20 mg/100 g, 13 mg/100 g ve 10 mg/100g değerlerine ulaştığını bulmuşlardır.

Ritchie ve Mackie (1980), 3 farklı sıcaklıkta (1°C buzda, 10°C ve 25°C) depolanan uskumru ve ringadaki diamin ve poliamin üretimini araştırmıştır. 7 gün depolama sonunda, ringadaki histamin konsantrasyonunun uskumrudaki histamin konsantrasyonundan daha fazla olduğunu bulmuşlardır. 25°C de depolanan ringadaki histamin seviyesi 72 saat sonra 100 mg /100g'ı aştığını bildirmişlerdir. Fakat bozulmuş uskumrudaki histamin konsantrasyonu 100 mg/100g'dan daha düşük olmuştur. Bu değerlerin zehirlenmeye yol açmada yeterli olduğu kabul edilmiştir.

Özoğul ve ark. (2002), buzda ve buzsuz ortamda iç organları çıkarılmış bir şekilde tutulan ringa üzerine yaptıkları çalışmada, histamin içeriği depolama süresince artış göstererek 16 günlük depolama sonunda sırasıyla 2.714 ppm ve 3.964 ppm'e ulaşmıştır. -18 ve -25°C 3 ay dondurularak depolanan beyaz ton balığında histamin içeriği sırasıyla 1.17 ppm'e (başlangıç seviyenin % 25.4'ü) ve 1.62 ppm'e (başlangıç seviyenin % 34.5'i) düştüğünü bildirmişlerdir.

Mackie ve ark. (1997), buzda ve 10°C'lik serin koşullarda depolanan ringa ve uskumrudaki biyojenik amin depolama sonunda (13 gün) uskumru ve ringadaki histamin miktarının EEC (European Economic Community) histamin seviyesi olan 10mg/100g'dan daha düşük olduğunu bulmuşlardır. İç organları çıkartılmış balıklarda histamin oranının düşük olduğu tespit edilmiştir.

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

Köse (1993), genelde uskumru, istavrit ve hamsi gibi koyu etli balıklarda oluşan histaminin bulunuşunu organoleptik olarak belirlemenin mümkün olmadığını



bildirmişlerdir. Herhangi bir besin maddesinin dış görünüşü, kokusu ve rengi değişmeden yüksek miktarda histamin içerebilmektedir. Bu nedenle histaminin varlığı ve miktarının belirlenmesi ancak kimyasal analiz yöntemleri ile ortaya konulabilmektedir.

Opstvelt ve ark. (2000), yakalandıktan hemen sonra ringa balıklarında TVB-N değerini 15 mg N/100 g, 9 gün 10 °C de bekletildikten sonra bu değer 110 mg N/ 100 g olarak tespit etmişlerdir.

Limbo ve ark. (2009), deniz levreğinin 16.5 °C TVB-N değeri olarak 28 saat sonunda 25 mg N/100g değerine ulaştığını, TBA değerinde ise bu süre 18 saat sonunda 2.8 mg malonaldehit/kg 'a ulaştığını bildirmiştir.

Köse ve Erdem (2004), hamsinin oda sıcaklığı ve buzdolabı koşullarında depolanması esnasındaki kalite değişimlerini farklı zamanda avlanan örneklerle inceledikleri çalışmada TBA değeri oda sıcaklığında 3 günlük depolama sonunda 1.28 mg malonaldehit/kg'dan 8.88 mg malonaldehit/kg'a yükselmiştir. TVB-N miktarlarında ise oda sıcaklığı ve buzdolabında muhafaza edilen örneklerde saklama koşulları ve zamana bağlı olarak istatistiki açıdan önemli değişim gösterdiğini belirtmişlerdir ( $p<0.05$ ). Hamsi örneklerinden elde edilen sonuçlar oda sıcaklığı için her 3 grup örnekte 3. günün sonunda 35 mg/100g değerini aşmış ve 1 nci grup örnekte 39.2 mg/100g, 2 nci grup örnekte 36.3 mg/100g ve 3 ncü grup örnekte 43.2 mg/100g değerlerine ulaşmışlardır. Çalışma sonucunda, histamin değerleri, oda sıcaklığında saklanan ürünlerde 1 nci, 2 nci ve 3 ncü günlerde sırasıyla; 10.13 mg/100g, 15.44 mg/100g, 21.75 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Ababouch ve ark. (1991), sardalya balıkları ile ilgili yaptıkları çalışmada histamin miktarını oda sıcaklığındaki sardalyalarda 24 saat sonra 2350 ppm bulunduğunu bildirmişlerdir.

Varlık (1994), oda sıcaklığında 24 saat bekletilen sardalyalarda histamin miktarında 62 mg/100g, uskumruda ise 35 mg/100g gibi yüksek değerler bulunmuştur.

### 3.2. Balık Ununun Kimyasal Bileşimi, Tazeliği ve Renkleri İle İlgili Araştırmalar

Kop ve Korkut (2002) balık yemlerinde kalite kontrol denemesi yapmışlar ve balık ununda besin kompozisyonunda ham protein, ham yağ ve nem oranlarını sırasıyla % 60, % 11 ve % 11 olarak tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada proteinin ısıl işlemlerde azalmasının nedeni olarak çözünebilen proteinler, küçük peptidler ve serbest aminoasitlerin pişirme suyuyla kaybolmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Opstvedt, 1988).

Cozzolino ve ark. (2002), yaklaşık 1000 balık unu örneğinde yaptıkları çalışmada ham protein oranının % 60.5-72.8, ham yağ oranının % 4.8-17.3, kül oranının % 11.4-23.7, nem oranının % 3.4-14.0 arasında değiştiğini, TVB-N değerinin de 11.4-23.7 mg N/100g arasında olduğunu bildirmiştir.

Storebakken ve ark (2000), Atlantik salmonunun yem karmalarında balık unu ile beyaz gluteni kıyaslamışlardır. Balık ununda ham protein, ham yağ ve ham kül oranlarını sırasıyla %74.8, %12.21 ve %11.9 olarak tespit etmişlerdir.

Ariyawansa (2000), Atlantik mezigiti, pasifik ringası ve capelin balıklarından elde edilen unların kalitelerini tespit etmek için 3 sınıf oluşturmuştur. Hammadde de TVB-N değerlerine göre oluşturduğu sınıflardan 1. grup <50 mg N/100g, 2. grup 50-90 mg N/100g arasında ve son grup ise >90 mg N/100g'dır (Çizelge 3.2.1). Çalışmanın sonucunda TVB-N değeri 50 mg N/100 g'dan daha az ve düşük sıcaklıkta üretilen balık ununun yüksek kaliteli bir ürün olduğunu bildirmiştir.

**Çizelge 3.2.1.** Farklı tür ve farklı tazelikte üretilen unların besin kompozisyonu (Ariyawansa, 2000)

Un Tipleri	TVB-N mg N/100 g	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Nem (%)
Mezgit	<50	69.4± 0.02	8.3± 0.05	6.1±0.22
Mezgit	50-90	70.8± 0.20	6.7± 0.18	6.0±0.01
Mezgit	>90	68.0± 0.01	9.5±0.17	7.0± 0.01
Pasifik Ringası	<50	70.5± 0.16	10.5± 0.04	6.8± 0.02
Pasifik Ringası	50-90	73.1± 0.27	8.0± 0.06	7.0± 0.06
Pasifik Ringası	>90	72.2± 0.06	8.9± 0.13	7.2± 0.06
Pasifik Ringası	>90	71.1± 0.12	8.1± 0.15	8.5± 0.11
Pasifik Ringası	>90	72.7± 0.02	9.0± 0.02	6.4± 0.08
Capelin	<50	69.6± 0.01	11.6± 0.04	7.0± 0.27
Capelin	50-90	71.1± 0.02	12.2± 0.27	7.3± 0.04

Turan ve ark. (2007), ticari avcılık süresi boyunca üretilen hamsi ununun yağ asit kompozisyonu ile protein ve yağ miktarlarını belirledikleri çalışmada, ham protein oranını Kasım, Aralık ve Ocak aylarında sırasıyla % 74.69, % 76.17 ve % 74.40 olarak tespit etmişlerdir. Avlama sezonu boyunca üretilen hamsi ununun ham yağ miktarının % 8.57 ile % 9.14 arasında değiştiği bildirilmiştir.

De Koning (2002) 7 fabrikada 1996-1999 yılları arasında 243 örnekte araştırma yapmış, ham protein miktarının % 61.56- % 68.26 arasında, ham yağ miktarının ise % 10.28 - % 14.49 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Kratzer ve ark. (1994) ile Bimbo (1990) hamsi ununda protein oranını % 63-66 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

De Koning (2005), Güney Afrika balık unlarının özelliklerini anlattığı çalışmasında ham protein oranının % 60-70 arasında, ham yağ % 5-10, kül miktarının % 10-25 ve nem oranının % 5-10 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir.

Barlow ve Pike (1977), hamsi ve sardalya balıklarının işlenmesi ile elde edilen unlarda av sezonuna bağlı olarak yağ oranının % 7 ile % 13 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Denizden avlandıktan sonra histamin düzeyi düşük ve yüksek kaliteli protein sağlamak için işleme aşamasına kadar 0°C muhafaza altına alınmış hake balığından üretilen balık ununda ham protein, ham yağ, kuru madde, ham kül, oranları sırasıyla %62.25, 7.48, 91.86, 23.75, TVB-N 60.79 mg N / 100g ve histamin 50 ppm'den daha az olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2009b).

Cho ve ark. (1987), hamsi ununda ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranlarını sırasıyla % 65.7, % 10.4, % 5.5 ve % 15.7 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada karidesten elde edilen unlarda ise ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranlarını sırasıyla % 59.8, % 5.6, % 5.5 ve % 26.4 olduğunu bildirmişlerdir.

Wang ve Parsons (1998), değişik et gruplarının ısı işlem sonrası aminoasit miktarlarındaki değişimleri incelenmiş ve özellikle lizin ile sistin miktarlarının sıcaklık düzeyi yükseldikçe olumsuz olarak etkilendiği belirtilmiştir.

Kousoulaki ve ark. (2009) ringa balıklarından yapılan ununda ham protein oranını % 77, ham yağ oranını % 7.14, nem oranını % 7.1 ve ham kül oranını % 10.34 olarak tespit etmişlerdir.

Moghaddam ve ark. (2007), İran'da farklı fabrikalarda üretilen kilka balık unlarında yaptıkları çalışmada kuru madde, ham protein, ham kül ve ham yağ oranlarını sırasıyla % 94.5±0.79, % 59.1±2.02, % 13.2±0.98 ve % 22.9±1.91 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada çeşitli balıklardan elde edilmiş unlarda kuru madde, ham

protein ve ham yağ miktarlarını hamsi ununda sırasıyla % 92.0, 64.2 ve 5.0, ringa ununda sırasıyla % 93.0, 72.3 ve 10 ve menhaden ununda sırasıyla % 92.0, 60.5 ve 9.4 olarak belirtmişlerdir.

Dünya balık unu pazarında değişik kalite sınıflarında elde edilen ürünlerde besin kompozisyonu, histamin ve hammaddede TVB-N oranı çizelge 3.2.2'de verilmiştir (Anonim, 2009a).

**Çizelge 3.2.2.** Farklı kalite tiplerinde balık unu besin kompozisyonu, TVB-N ve histamin değeri (Anonim, 2009a)

	<b>Süper Özel</b>	<b>Özel</b>	<b>Ortalama Kalite</b>	<b>Tayvan Kalitesi</b>	<b>Tayland Kalitesi</b>
Ham Protein (%) min	68-70	67-68	65	67	67
Ham Yağ (%) mak	10	10	12	10-12	10-12
Nem (%) mak	10	10	10	10	10
Kül (%) mak	16	17	-		
TVB-N (mg n/100 g) maks	80-100	120	120	120	150
Histamin (ppm) mak	300-500	1,000	-		

Bassompierre ve ark. (1998), sardalya balık ununun besinsel değerini araştırmışlar ham protein oranını % 73.1, ham yağ oranını % 10.6, ham kül oranını % 9.7 ve nem oranını % 7.6 olarak bildirmişlerdir.

De Koning (2002) yılında Güney Afrika'da yedi fabrikadan topladığı 243 balık ununda ham protein miktarını % 61-67, ham yağ oranını ise % 10-15 ve nem oranlarını % 7.80-12.65 arasında tespit etmiştir.

Köse ve ark. (2003), histaminin sıcaklık uygulaması ile değişmediği ancak suda kolay çözüldüğünü bildirmişlerdir. Histamin oranının balık unu işleme esnasında en yüksek oranda pres suyunda tespit etmişlerdir. Pres suyunun evaporasyon ile tekrar sisteme girmesi sonucunda normal balık ununda histamin oranını da artırdığını bildirmişlerdir.

Vergara ve ark. (1999), standart balık ununda ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranını sırasıyla %71.9, 10.0, 11.1, 7.2, histamin miktarını 240 ppm, düşük sıcaklıkta elde edilen yüksek kaliteli balık ununda ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranlarını sırasıyla % 71.6, 8, 13.6, 8.3 ve histamin oranını 200 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Opstvedt ve ark. (2003), 70 - 100 °C de işledikleri balıklardan elde ettikleri balık ununda ham protein oranını sırasıyla; % 74.5, % 76.9, ham yağ oranını % 7.1, % 8.8, kül oranını % 13.5, % 13.9 ve nem oranını % 6.3, % 1.7 olarak belirlemişlerdir.

Solar ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada, balık unu yapımında uyguladıkları 60, 65, 70, 80 ve 90°C kurutma sıcaklıklarının ham protein, ham yağ ve nem miktarı arasında istatistiki olarak bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada kontrol grubunda ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranlarını sırasıyla % 68.6, % 8.2, % 15.2 ve % 7.6 olarak tespit etmişlerdir. Aynı hammaddenin işlenmesi ile elde edilen ürünlerde histamin değeri ise  $87 \pm 1.00$  ppm olarak bulmuşlar ve sıcaklığa göre değişmediğini bildirmişlerdir.

Satoh ve ark. (1987) balık artıklarından elde edilen unda, pelajik balık türlerinin işlenmesi ile elde edilen unda, evaporatör katkısız ve katkılı 4 farklı balık ununda nem oranını sırasıyla %12.6, 11.2, 6.2, 8.3, ham protein oranını sırasıyla %63.6, 66.8, 71.1, 69.0, ham yağ miktarlarını sırasıyla 9.4, 10.8, 11.1, 11.9 ve ham kül oranlarını sırasıyla 16.9, 14.5, 15.1, 15.1 olarak belirlemişlerdir.

Zarkadas (1986), ringa balığından elde edilen balık ununda ham protein, ham yağ, nem ve ham kül miktarlarını sırasıyla, % 72.0, % 9.7, % 10.1, % 7.7 olarak belirlemişlerdir.

Aksnes ve Mundheim (1997), TVB-N değeri 15 mg N/100g olan hammaddeden yapılan balık ununda ham protein, ham yağ ve ham kül oranını sırasıyla %81.3, 8.7, 11.3, histamin miktarını 0.10 ppm'den daha az bulmuşlardır. TVB-N değeri 123.6 mg N/100g olan hammaddeden yapılan balık ununda ham protein, ham yağ ve ham kül oranını sırasıyla %80.2, 8.5, 12.3, histamin miktarını 680 ppm olarak tespit etmişlerdir bulmuşlardır tazelik değerinde balıkların işlenmesi ile elde edilen balık unlarında besin kompozisyonu ve histamin değerlerini araştırmışlardır.

Pike ve Hardy (1997) tarafından taze, orta taze ve bayat olmak üzere 3 farklı tazelik sınıfında oluşturulan ringa ve hamsi unlarının kimyasal bileşimi ve biyojen amin içeriği bildirilmiştir. Farklı tazelikteki ringa unlarında TVB-N içeriği sırasıyla 22, 62, 143 mg N/100g, ham protein oranları sırasıyla %73.5, 73.1, 69.4 ve ham yağ oranları %8.7, 8.1, 10.9 ve histamin içeriği <30, 440, 830 ppm olarak tespit edilmiştir. Farklı tazelikteki hamsi ununda ise TVB-N içeriği sırasıyla 14, 30, 50 mg N/100g, ham protein oranları sırasıyla %69.6, 67.5, 65.8 ve ham yağ oranları %7.7, 7.4, 9.4 ve histamin içeriği 35, 446, 916 ppm olarak bulmuşlardır.

Ricque ve ark. (1998), Şili’de avlanan hamsi balıklarını yakalandıktan 12, 25 ve 36 saat sonra işlenmesi sonucu elde edilen balık unlarında kimyasal kompozisyonu araştırmışlardır. Aynı çalışmada hammadde de TVB-N ve biyojenik amin (histamin, kadaverin, putrescin ve tirozin) içeriklerini de belirlemişlerdir (Çizelge 3.2.8). Çalışma sonucunda besleme çalışmalarında meydana gelen büyüme ve yem değerlendirme farklılıklarının hammaddenin tazelik derecesi düştükçe azaldığını bildirmişlerdir. Bu farklılıkların serbest aminoasitlerin ve biyojenik aminlerin miktarı ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 3.2.3.** Farklı tazelikteki balık ununda kimyasal kompozisyonu ve biyojenik amin içeriği (Ricque ve ark., 1998)

	I	II	III
Hammadde de Tazelik TVB-N (mg N/100 g)	14	30	50
Balık ununda Besin kompozisyonu Analiz (%)			
Nem	9.6	10.9	11.1
Ham kül	14.5	15.3	15.4
Ham protein	69.6	67.7	65.8
Ham yağ	7.7	7.4	9.4
Biyojen Aminler			
Histamin (ppm)	28	1850	4701
Kadaverin (ppm)	51	803	1599
Putrescin (ppm)	35	446	916
Tiramin (ppm)	-	285	657
Toplam aminler (ppm)	114	3384	7873

Fox ve ark. (2004), farklı hammaddelerden elde edilen unlarda ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranları ringa ununda sırasıyla %71, %9.8 ve %12, balık artıklarında elde edilen ununda sırasıyla %66, 5, 8 ve 21 olarak tespit etmişlerdir.

Duyar ve Bayraklı (2005), Sinop ilinde yürüttükleri çalışmada fabrikalarda 2000-2005 yılları arasında balık ununda ham protein oranının %66.50 ile %76.00 arasında, ham yağ oranının %7.70 ile %14.20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda aynı hammaddenin işlenmesi sonucu farklı fabrikalardan farklı sonuçlar elde edildiği ve aynı fabrikanın sezon içerisinde farklı değerler elde ettiğini belirtmişlerdir. Bu farklılığın fabrikalarda bir işleme standardının olmaması ve fabrikaların teknolojilerinin farklı olmasının sonucunda olabileceği vurgulanmıştır.

Opstvelt ve ark. (2000), TVB-N değerleri 10–15 mg N/100 g ve 110 mg N/100 g olan ringa balıklarından elde ettikleri unlar ile besleme çalışmaları yapmışlardır. Elde

edilen balık unlarında histamin değerini sırasıyla 9 ve 2763 ppm tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada balık ununda besin kompozisyonunu oluşturan ham protein (sırasıyla; % 73.4, 73.4), ham yağ (sırasıyla; % 8.8, 11.3), ham kül (sırasıyla; % 11.1, 9.7) ve nem oranını da (sırasıyla; % 7.6, 6.1) tespit edilmiştir. Hammadde balıkta biyojenik aminlerin tespitinin balık unu kalitesi için iyi bir belirleyici olduğunu belirtmişlerdir.

Kennedy ve ark. (2004), Hindistan' daki balık unlarında histamin düzeylerini incelemiş ve 34.03, 89.4 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sifuentes ve ark. (2009), balık ununda L, a ve b değerlerini sırasıyla  $47.8 \pm 1.5$ ,  $3.1 \pm 0.2$  ve  $15.1 \pm 1.5$  olarak tespit etmiştir.

Cho ve ark. (1987), balık unlarında yaptıkları renk analizlerinde hamsi ununda L, a, b değerlerini sırasıyla 54.2, 7.5, 20.0, karides ununda ise sırasıyla 63.4, 5.5 ve 15.6 olduğunu bildirmişlerdir.

### 3.3. Yağ Asitleri İle İlgili Araştırmalar

Beslenme ile ilgili olan denemelerde, besinle alınan yağ asitlerinin balıkların yağ asidi bileşimine doğrudan yansıdığı ve alınan besinde bulunan temel yağ asitlerinin balık dokularında doğrudan depolandığı saptanmıştır (Farkas 1984).

Karada yetişen bitkiler genellikle  $\omega 6$  yağ asitleri üretmekle beraber, belirli bazı deniz ve tatlı su bitkileri (özellikle algler ve soğuk su bitkileri)  $\omega 3$  yağ asidi üretirler. İnsanlarda sağlık açısından çok yararlı olduğu bilinen PUFA'lar; EPA (C20:5  $\omega 3$ ) ve DHA (C22:6  $\omega 3$ )'dır. Balıklarda temel yağ asitlerinin  $\omega 3$  PUFA'lar olduğu kesin olarak kanıtlanmıştır. Bir balığın yağ asidi kompozisyonu, o balığın beslenmesi ile doğrudan ilgili olduğu için, etteki yağın ve bu yağdaki  $\omega 3$  yağ asitlerin miktarının, balığa verilen karmalara veya balığın yaşadığı ortamın besin bileşimine bağlı olduğu bildirilmektedir (Suzuki ve ark., 1986).

Stansby (1969) tarafından, balıklardaki yağ asitlerinin uzun zincirli doymamış olduklarını ve çoğunlukla 20-22 karbon içerdikleri bildirilmiştir. Büyük çoğunluğunu C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub> ve C<sub>24:6</sub> gibi yağ asitleri oluşturduğu, yağlarındaki yağ asit zincirinin çok sayıda çift bağ içerdiği ve  $\omega 6$  doymamış yağ asitlerinden daha çok  $\omega 3$  doymamış yağ asitleri bulundukları açıklanmıştır.

Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999)'ın belirttiğine göre balık yağlarının ortalama % 20' si doymuş ve % 80'i doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Balık yağlarında 16, 18, 20, 22 C' lu 1, 2, 3, 4, 5, 6 çift bağ içeren yağ asitleri bulunur. Ayrıca serbest yağ

asitlerine de rastlanır. Bunun yanında, balık yağında antioksidant özelliği gösteren tokoferollerin oldukça az bulunmasından dolayı yağların oksitlenmesinin çok hızlı olduğunu, renklerinin koyulaştığını ve tadın acılaştığını bildirmişlerdir.

Balıklardaki lipit ve yağ asidi bileşimi, balığın türüne, yaşına, cinsiyetine, mevsim ve aylara, yaşama ortamına, beslenmesine, su sıcaklığına, suyun kirliliğine, kültür ya da doğa türü olup olmadığına göre değiştiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Aggelousis ve Lazos, 1991; Tanakol ve ark., 1999).

Doğal balıklarda bulunan yağ asitleri, tamamen besin zincirindeki yağ asitleri karakterini yansıtmaktadır (Linko ve ark., 1985). Bir çok plankton türünde olduğu gibi doğal olarak bulunan balık türleri de mükemmel birer  $\omega 3$  yağ asidi kaynağıdır (Ackman ve McLeod, 1988). Diğer yandan birincil olarak soya yağı gibi bitkisel kökenli kaynaklara dayalı bir besleme uygulanan kültür balıkları, yüksek konsantrasyonda  $\omega 6$  yağ asitleri özellikle de C18:2n6 (Linoleik asit) yönünden zengindirler (Jahncke ve ark., 1991).

De Koning (2002) Güney Afrika'da yedi fabrikadan topladığı 243 balık ununda PUFA miktarını ise % 37.42- 42.78 arasında bulmuştur.

Fox ve ark. (2004) balık yağlarında  $\omega 3$ - $\omega 6$  yağ asit oranını % 15.7-16.7 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Gooch ve ark. (1987), 70 balık türünün yağ asidi kompozisyonları ile ilgili olarak yapılan çalışmada şu sonuçlara ulaşılmıştır: 16:0 en yaygın olarak rastlanan doymuş yağ asitidir, tekli doymamış yağ asitleri arasında 18:1 çoğunlukla 16: 1'den daha fazla miktarlarda mevcuttur ve bazı türlerde 20:1 ve 22:1 dikkate değer miktarda bulunmaktadır. Balıklarda diğer besinlerde önemli miktarda bulunmayan çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:4, 20:5, 22:5 ve 22:6 tespit edilmiştir. Tüm balıklarda 20:5 ve 22:6'nın miktarı genellikle yüksektir.

Kartal ve ark. (2003), Türkiye'de sıkça tüketilen balık ve balık yağı preparatlarındaki  $\omega 3$  yağ asitlerinin GC-MS ile karşılaştırılmasını yapmışlar ve bu çalışmada hamside SFA, MUFA, PUFA,  $\omega 3$  ve  $\omega 6$  oranlarını sırasıyla % 20.84, 26.45, 37.94, 25.12 ve 1.90 olarak belirtmişlerdir.

Turan ve ark. (2007), ticari avcılık süresi boyunca üretilen hamsi ununun yağ asit kompozisyonu ile protein ve yağ miktarlarının belirlenmesini amaçladıkları çalışmalarında; Toplam doymuş yağ asit miktarını Kasım, Aralık ve Ocak aylarında sırasıyla % 33.25, % 33.46 ve % 33.61 olarak belirlemişlerdir. Doymuş yağ asitleri



içinde en çok % 20.30, % 19.96 ve % 20.66 oranı palmitik asit (C16:0) olmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri miktarı % 20.23 ile % 21.62 arasında değişmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C18:1n-9) diğerlerinden daha büyük miktarda (% 12.29 ile % 13.44 arasında) bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri % 31.184 ± 0.098 ile 32.098 ± 0.090 arasında değişmiş olup en büyük konsantrasyon % 17.44 ile % 19.16 arasında değişen miktarda dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur. Diğer önemli yağ asidi olan eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) miktarı araştırma süresince % 7.52 ve % 8.36 arasında bulunduğu belirtilmiştir. Hamsi ununun ω3 PUFA (% 27.04-% 27.95) miktarı ω6 PUFA (% 4.14-% 4.95)'dan daha yüksek bulunmuştur. Hamsi ununun ω3/ω6 yağ asitleri oranı kasımda % 5.47, aralıkta % 6.17 ve ocakta % 6.75 olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Barlow ve Pike (1977), standart hamsi ununda palmitik asit içeriğini % 23, oleik asit miktarını % 13, EPA değerini % 16 ve DHA miktarını % 14 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca ω3 oranı % 34.3, ω6 oranını da % 4.1 olarak bulmuşlardır.

Francesco ve ark. (2007) balık unundan yapılan yemde yağ asit kompozisyonunda Σ SFA oranını % 24.90, ΣMUFA'yı % 44, ΣPUFA'yı % 32.2, Σω3'ü % 28.8, Σω6'yı % 3.4 ve ω3 ile ω6 oranını ise 8.5 olduğunu bildirmişlerdir. Σ SFA da en yüksek palmitik asit bulunmuş olup, ΣMUFA'da oleik asit, ΣPUFA'da ise dokosaheksaenoik asit gruplarında yüksek oranlarda bulunmaktadır.

De Koning (2005) hamsi ununda Σ SFA oranı %34.2, ΣMUFA 24.7 ve ΣPUFAise 41.3 olduğunu bildirmiştir.

Güner ve ark. (1998) Karadeniz hamsisinde yağ asit kompozisyonunda Σ SFA oranını % 40.7, ΣMUFA'yı % 24.80, ΣPUFA'yı % 34.26, Σω3'ü % 29.76, Σω6'yı % 4.45, EPA ile DHA toplamını 27.73 ve EPA ile DHA oranını ise 1.78 olduğunu bulmuşlardır.

De Koning (2002), farklı fabrikalarda elde edilen hamsi, sardalya unlarında ortalama PUFA içeriklerini % 42.78±2.99 ile % 37.44±2.77 arasında değiştiği tespit etmiştir. Kurutulmuş hamside PUFA değeri ise % 40-45 arasında olduğunu bildirmiştir.

Dönmez ve Tatar (2001)'a göre yağ asitlerinde meydana gelen değişimlere işleme yöntemleri ve depolama süresi etkilemektedir. Denemelerinde doymuş yağ asitleri oranı artarken, doymamış yağ asitleri oranı azalmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri oranlarında ise bir yıllık depolama sonucunda fazla bir değişim görülmemiştir.

Bünyelerinde birden fazla çift bağ olması sebebiyle oksidasyona daha çok maruz kalarak parçalanarak PUFA'lar peroksit ve karbonil bileşiklere dönüşerek yok olmaktadır.

Borquez ve ark. (1997), Balık protein konsantrelerinde omega 3 yağ asit değerlerinin kurutulma ve depolama süresince değişimlerini incelemişler ve omega 3 depolama süresince azaldığını bildirmişlerdir. Bu azalmanın konsantredeki nem içeriği ile arttığı, artan nem oranının oksidasyonu tetiklediği bildirilmiştir.

Saldanha ve Bragagnolo (2008), hake balığının depolanması sırasında toplam yağ asit miktarlarının azaldığını çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine göre daha hızlı okside olduğunu bildirmişlerdir.

Keong ve Bahurmiz (2009), Balıkların depolama süresince omega 3 yağ asit oranlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Rezaei ve ark. (2007), Balığın farklı sıcaklık ve depolanması süresince PUFA oranlarında istatistiki olarak önemli azalmanın olduğu belirtilmiştir.

### 3.4. Aminoasit İle İlgili Araştırmalar

Arruda ve ark. (2006), nil tilapia balıklarından elde edilen balık ununda esansiyel aminoasit olan triptofan, lizin, histidin, arjinin, threonin, valin, methionin, izolosin, losin, fenilalanin + tirozin değerlerini sırasıyla % 0.42, 5.79, 1.38, 4.39, 2.93, 3.93, 1.62, 3.20, 4.81, 6.19 olarak bildirmişlerdir.

Dünya balık unu pazarında histamin düzeyi düşük ve yüksek kaliteli balık ununun aspartik asit (%3.53), threonin (%1.62), serin (%1.67), glutamik asit (%5.32), prolin (%2.04), glisin (%2.79), alanin (%2.58), sistin (%0.35), izolosin (%1.54), losin (%2.68), fenilalanin (%1.46), lizin (%2.94), histidin (%0.81), arjinin (%2.65), triptofan (%0.35), valin (%1.79), methionin (%1.13) değerlerini tespit etmiştir (Anonim, 2009b).

De Koning (2005), Güney Afrika balık unlarının özelliklerini anlattığı çalışmada, balık unu kalitesi için hammadde tazeliğinin ve kurutma sıcaklığının önemli olduğunu bildirmiştir. Sardalya unlarının aminoasit kompozisyonunda aspartik asit (%6.63), threonin (%3.32), serin (%2.59), glutamik asit (%9.08), prolin (%3.18), glisin (%3.85), alanin (%4.24), sistin (%2.78), izolosin (%3.45), losin (%4.97), tirozin (%2.92), fenilalanin (%3.05), lizin (%5.50), histidin (%1.79), arjinin (%4.38), triptofan (%0.66), valin (%4.24), methionin (%1.46) değerlerini tespit etmiştir.

Storebakken ve ark (2000), Atlantik salmonunun yem karmalarında balık ununun aspartik asit (%6.81), threonin (%3.29), serin (%3.22), prolin (%2.77), glisin (%3.81), alanin (%4.64), sistin (%0.60), izolosin (%2.99), losin (%5.46), tirozin (%2.17), fenilalanin (%2.69), lizin (%5.39), histidin (%1.42), arjinin (%4.01), triptofan (%0.75), valin (%3.74), methionin (%1.94), glutamin (%9.72) değerlerini tespit etmiştir.

Opstwelt ve ark. (2000), yakalandıktan hemen sonra ve 15°C, 10 gün bekletildikten sonra işlenen hammaddelerden elde ettikleri balık ununda arjinin, lizin, tirozin ve histidin miktarının yaklaşık olarak % 6 oranında azaldığı ve buna bağlı olarak biyojenik aminlerin (putrescin, kadaverin, tiramin ve histamin) miktarının arttığını bildirmiştir.

Titgemeyer ve ark. (1989), balık ununda threonin (%2.45), sistin (%0.41), izolosin (%2.30), losin (%4.98), tirozin (%2.05), fenilalanin (%2.70), lizin (%5.35), histidin (%1.54), arjinin (%4.46), valin (%3.39), methionin (%1.36) değerlerini tespit etmiştir.

Toplam protein miktarlarında ısıl işlem sonrası meydana gelen düşüşün, düşük moleküler ağırlıktaki çözünebilir proteinlerin ve aminoasitlerin (alanin, glisin, lösin, valin ve glutamik asit) varlığına bağlanmıştır. Ek olarak sıcaklık uygulamalarında

proteinlerin termal parçalanmasına neden olabileceği de bildirilmiştir (Ünlüsayın ve ark, 2001).

Bassompierre ve ark. (1998), sardalya balık ununun aspartik asit (%7.31), threonin (%3.44), serin (%3.22), glutamik asit (%9.87), prolin (%3.29), glisin (% 3.80), alanin (%4.61), sistin (%0.80), izolosin (%3.87), losin (%5.92), tirozin (%2.85), fenilalanin (%3.36), lizin (%6.51), histidin (%2.05), arjinin (%4.53), triptofan (%0.95), valin (%4.61), methionin (%2.41) değerlerini incelemişlerdir.

Windsor (2001) ringa ununda aspartik asit (% 9.1), threonin (% 4.3), serin (% 3.8), glutamik asit (% 12.8), prolin (% 4.2), glisin (% 6), alanin (% 6.3), sistin (% 1), izolosin (% 4.5), losin (% 7.5), tirozin (% 3.1), fenilalanin (% 3.9), lizin (% 7.7), histidin (% 2.4), arjinin (% 5.8), triptofan (% 1.2), valin (% 5.4), methionin (%2.9) değerlerini inlemişlerdir. Aynı şekilde balık artıklarından elde edilen unda aspartik asit (% 8.5), threonin (% 3.9), serin (% 4.8), glutamik asit (% 12.8), prolin (% 5.3), glisin (% 9.9), alanin (% 6.3), sistin (% 0.9), izolosin (% 3.7), losin (% 6.5), tirozin (% 2.6), fenilalanin (% 3.3), lizin (% 6.9), histidin (% 2), arjinin (% 6.4), triptofan (% 0.9), valin (% 4.5), methionin (% 2.6) değerlerini de araştırmışlardır.

Fox ve ark. (2004) farklı hammaddelerden elde edilmiş balık ununda bazı aminoasit miktarlarını belirlemişlerdir. Ringa ununda lizin, methionin, arjinin, threonin, prolin, glisin değerlerini sırasıyla % 5.66, % 2.14, % 4.61, % 3.01, % 4.2, %6, balık artıklarından elde edilen unda sırasıyla 5 4.56, % 1.72, % 4.16, % 2.56, % 5.3, % 9.9 olarak belirlemişlerdir. Hamsi ununda ise lizin, methionin, arjinin, threonin değerlerini sırasıyla % 5.08, 1.94, 3.67, 2.78, sardalya ununda sırasıyla 5.55, 1.95, 3.25, 2.7, menhaden ununda ise % 4.7, 1.77, 3.58, 2.43

## 4. MATERYAL METOT

### 4.1. Materyal

#### 4.1.1. Araştırma Sahası

Araştırma, Sinop İl sınırları içerisinde bulunan 3 adet balık unu ve yağı işleme fabrikasında yapılmış olup TUBİTAK 108 O 008 nolu proje ile desteklenmiştir. Çalışmanın yürütüleceği fabrikalar A, B ve C olarak tanımlanmıştır (Çizelge 4.1.1.1). Su ürünleri av yasakları uyarınca avlanma saatleri 18:00 ile 06:00 arasında düzenlenmiştir (Anonim, 2008a). Balık toplama havuzlarına aktarılan hammadde hemen işlenmektedir. Bu faaliyet av sezonu bitinceye kadar tüm gün boyunca sürmektedir. Fabrikaların kapasiteleri günlük 1000 ile 2000 ton arasında değişmektedir. Av miktarının çok olduğu günlerde toplam kapasite ile tüm ürün işlenememekte, hammadde ikinci güne ve hatta üçüncü güne kalabilmektedir.

**Çizelge 4.1.1.1.** Numune alınan fabrikaların teknik özellikleri

	A Fabrikası	B Fabrikası	C Fabrikası
Kapasite (ton/gün)	2000	1500	1100
Pişirici sıcaklığı (°C)	100	100	100
Ön Süzme	Yok	Yok	Yok
Pres	İki vidalı	İki vidalı	İki vidalı
Dekantör	Var	Var	Var
Evaporatör	Var	Var	Yok
Kurutma sıcaklığı (°C)	100	80	80
Soğutucu	Yok	Yok	Yok

#### 4.1.2. Hammadde Materyali

Karadeniz'in en önemli pelajik türü olan hamsi (*Engraulis encrasicolus ponticus*) taze olarak tüketilemeyecek kadar fazla avlanmaktadır. Bu özelliğinden dolayı balık unu ve yağ sektörü Karadeniz Bölgesi'nde gelişmiştir.

#### 4.1.3. Laboratuvar Materyali

Hammaddede tazelik analizleri fabrika alanında oluşturulmuş laboratuvarda gerçekleştirilmiştir. Ham protein, ham yağ, kuru madde ve ham kül analizleri Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Laboratuvarında yapılmıştır. Yağ asidi ve aminoasit analizi TÜBİTAK Marmara Bilimsel Araştırma Merkezine (MAM) ulaştırılmış ve analizler burada Uluslararası standartlara uygun olarak yapılmıştır. Histamin analizi Çanakkale İl Kontrol Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümü

Ege Üniversite Su ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarında Dr Lange marka cihazında gerçekleştirilmiştir.

## **4.2. Metot**

### **4.2.1. Araştırma Yeri ve Süresi**

Araştırma, Sinop ili Güzelceçay mevkiinde kurulu bulunan ve 2007-2008 av sezonunda avlanan küçük pelajik türlerin işlendiği 3 adet balık unu ve yağı fabrikasında yürütülmüştür. Av sezonunda A fabrikasında 23 gün, B fabrikasında 21 gün, C fabrikasında 22 gün üretim yapılmıştır.

### **4.2.2. Deneme Planı**

Çalışma alanlarında günlük düzenli olarak 8 saat arayla 3 defa 2 tekerrürlü olacak şekilde numune alınmıştır. Hammadde ve hammaddenin işlenmesi ile elde edilen balık unu numunelerine etiket bilgileri kontrollü olarak işlenmiştir.

#### **4.2.2.1. Hammaddeden Numune Alımı**

Fabrikalara getirilen balıklar hammadde toplama havuzlarına aktarılmaktadır. Toplama havuzları yaklaşık olarak 250 ton kapasitesindedir. İşleme ünitesine hammadde girişi havuzun altındaki konveyör sistemi ile sağlanmaktadır. Konveyör ile işleme ünitesine taşınan hammadde bunkerlerde toplanır ve buradan pişirici ünitesine iletilir. Pişirici ünitesinin hemen girişi olan bunkerden 8 saat arayla numune alımı yapılmıştır. Hammadde de TVB-N ve TBA analizleri yapılmıştır.

Homojenize edilmiş hammaddede diğer analizlerinin (ham yağ, ham protein, nem ve ham kül) yapılabilmesi için her bir örnekten 8 adet 60 g'lık kapaklı numune kaplarına doldurulmuştur. Etiket bilgileri yazıldıktan sonra azot termoslarında - 196 °C de bitinceye kadar (ortalama 30 dk) şoklanarak -80 °C de depolanmıştır (Şekil 4.2.2.1.1).



**Şekil.4.2.2.1.1.** Sıvı azot termosu ve hammaddenin homojenize hali

Şoklanarak muhafaza altına alınan numuneler strafor kutularda analizlerinin yapılabilmesi için Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir.

#### **4.2.2.2. Balık unundan Numune Alımı**

Hammaddenin pişirici ünitesi ile balık unu olarak depolanmaya başlandığı süre arasında 90 dk olduğu yapılan ön çalışma ile tespit edilmiştir. Hammadde numunesinin alımından 90 dk sonra balık unu alımı için tesisin öğütücü çıkışından alınmıştır. 250 kg'lık yığın içerisinde 2 tekerrürlü olarak naylon poşetlerde 1 kg alınan balık unu numunesi ağzı kilitli poşetlere konulup etiketlenerek  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  muhafaza altına alınmıştır.

#### **4.2.2.3. Tazelik Gruplarının Oluşturulması**

Hammadde işleme sistemine bunkerden dağıtılmaktadır. Bunkerden 2 tekerrürlü alınan numuneler fabrika alanında oluşturulmuş laboratuara getirilmiş ve parçalayıcı ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen üründe 2 paralelli olarak TVB-N ve TBA analizleri yapılmıştır. Çalışmanın planlandığı her fabrikada elde edilen TVB-N ve TBA değerleri arasında istatistiki olarak farklı ( $p<0.05$ ) 4 grup belirlenmiştir.

Hammadde balık avlandıktan 6-12 saat süre içerisinde fabrika alanına gelmektedir. Üretim tesisi uygun olduğunda işleme hemen başlamaktadır ve fabrikalarda birinci tazelik grubu (T1) bu ürünlerden temin edilmiştir (TVB-N sırasıyla;  $24.12\pm 0.700$ ,  $20.00\pm 0.040$ ,  $18.38\pm 0.265$  mg N /100g). Fabrikalarda yaklaşık olarak 20 saat sonra işlenen balıkta elde edilen değerler sonucunda T2 grubu (TVB-N sırasıyla;  $51.87\pm 1.740$ ,  $44.24\pm 1.305$ ,  $50.34\pm 0.335$  mg N /100g) oluşturulmuştur. T3 grubu (TVB-N sırasıyla;  $78.82\pm 0.145$ ,  $72.63\pm 0.050$ ,  $69.56\pm 0.750$  mg N /100g) balık avlandıktan 36 saat sonra işlenebilmiştir. Fabrikalarda en bayat grubu oluşturan T4

tazelik grubu (TVB-N sırasıyla; 114.00±4.500, 128.40±0.800, 127.35±2.550 mg N /100g) balık avlandıktan 70 saat sonra işlenen hammaddeyi temsil etmektedir.

TBA değerleri ise fabrika gruplarında T1’de sırasıyla 6.70±0.075, 6.67±0.270, 4.60±0.230 mg/kg malondialdehit, T2 tazelik grubunda sırasıyla 9.10±0.070, 9.16±0.075, 8.58±0.080 mg/kg malondialdehit, T3 tazelik gruplarında sırasıyla 15.65±0.050, 16.30±0.100, 15.40±0.012 mg/kg malondialdehit ve T4 tazelik gruplarında sırasıyla 19.20±0.200, 22.05±0.350, 20.30±0.100 mg/kg malondialdehit olarak belirlenmiştir.

### 4.2.3. Kimyasal Analizler

#### 4.2.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N)

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) miktarı Botta ve ark. (1984)’a göre yapılmıştır. Homojenize edilen örneğe magnezyum oksit ilavesinden sonra su buharı destilasyonu ile uçucu bazlar ayrılır, ayrılan bu bazlar 0,1 N asit ile titre edilir ve TVB-N miktarı belirlenmiş olur.

Total volatil baz (TVB-N) miktarı Lücke-Geidel metoduna göre tespit edilmiştir. 10 g parçalanmış örnek 500 ml’lik bir balonun içerisine konulduktan sonra, üzerine bir miktar magnezyum oksit (MgO) ve köpürmeyi önlemek için de bir kaç damla silikon yağı ilave edilir. Titrasyon kabı olarak kullanılan 250 ml’ lik bir erlenmayere %3’lük borik asitten ( $H_3BO_3$ ) 10 ml, tashiro indikatöründen 8 damla ve soğutucunun çıkış borusunun daldırılmasına yetecek kadar destile su ilave edilir. İçerisinde örnek bulunan balon, ısıtıcıya yerleştirildikten sonra soğutucuya bağlanarak 15 dakika destilasyona tabi tutulur. Meydana gelen destilat, 0.1 N HCl ile titre edilerek, sarfiyat tespit edilir.

#### 4.2.3.2. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA)

Tiyobarbutürik asit sayısı (TBA) Tarladgis ve ark. (1960)’a göre saptanmıştır. Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malondialdehitin, tiyobarbitürik asit ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesidir.

Balık yağlarının oksidasyon dereceleri tiyobarbitürik asit (TBA) tayini ile belirlenir. 10 g örnek 50 ml distile su ile iyice homojen hale getirildikten sonra 47.5 ml distile su ile kjeldahl balonuna aktarılır ve üzerine 2.5 ml 4 N hidroklorik asit (HCl) ilave edilerek, çözeltinin pH’sı 1.5’e düşürülür. Kjeldahl balonu, destilasyon ünitesine yerleştirilerek 25 ml destilat elde edilinceye kadar, yaklaşık 15 dakika destilasyon



işlemine devam edilir. Destilat iyice karıştırıldıktan sonra, ağzı kapaklı tüplere 5 ml alınıp üzerlerine %90'luk glacial asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ile hazırlanmış olan 0.02 M tiyobarbitürik asit ayırıcından ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$ ) 5 ml ilave edilir. Kör için başka bir deney tüpüne de 5 ml TBA ayırıcı ve 5 ml distile su ilave edilerek karıştırılır. Kapakları kapatılarak her iki deney tüpü 35 dakika kaynar su banyosunda tutulur. Bu işlemden sonra, tüpler musluk suyu altında soğutulur, 538 nm dalga boyuna ayarlanmış olan spektrofotometrede oluşan rengin optik dansite değeri okunur. Okunan bu değerler, 7.8 ile çarpılarak, 1 kg örneğin yapısında bulunan malondialdehit miktarı mg olarak belirlenir.

#### Hesaplamalar

TBA (mg/kg malondialdehit) = (Örnek – Kör) x 7.8

#### Değerlendirme

Çok iyi bir materyalde tiyobarbitürik asit sayısı 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 arasındadır.

#### **4.2.3.3. Ham protein analizi**

Ham protein analizi Kjeldahl yöntemi (AOAC, 1990)'ne göre yapılmıştır. Yönteme göre 1 g örnek tartılıp yakma tüpüne alınmış, üzerine  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ve  $\text{CuSO}_4$  karışımından oluşan katalizörden 5-6 g ve derişik  $\text{H}_2\text{SO}_4$  15 ml ilave edilmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirildikten sonra,  $420^\circ\text{C}$ 'de yakılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra, soğutulan tüplere 50 ml saf su ve 75 ml %33'lük NaOH ilave edilerek, destilasyon ünitesinde yaklaşık 100 ml destilat elde edilene kadar 12 dakika işleme devam edilmiştir. Elde edilen destilat üzerine 2-3 damla metil kırmızısı damlatılarak, 0,1 N HCl ile titre edilmiş, sarfiyat kaydedilerek aşağıdaki formüle göre ham protein miktarı % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein (\%)} = \frac{\text{Sarfiyat} \times \text{N} \times 0.014 \times 6.25}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

#### **4.2.3.4. Ham yağ analizi**

Ham yağ miktarının belirlenmesi için Bling ve Dyer (1959)'in geliştirdiği yöntem kullanılmıştır. 1-2 g örnek  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ile nemi alındıktan sonra bir kartuşa konulmuştur. Kartuş, soxaleth cihazına yerleştirilip, daha önceden kurutulup darası alınan balona sabitlenmiştir. Üzerine 1,5 sifon yapacak şekilde susuz saf eter ilave

edilerek, 60-70 °C’de 6-7 saat beklenecek en az 6 kez sifon yapması sağlanmıştır. Daha sonra 105 °C etüvde 1 saat bekletilen balonların son tartımları yapılarak, formüle göre ham yağ miktarı % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Yağ (\%)} = \frac{\text{Balon son tartım} \times \text{Balon dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

#### 4.2.3.5. Kuru madde tayini

Kuru madde tayini Ludorff ve Meyer (1973)’e göre yapılmıştır. 2 g balık örneği, Daha önceden kurutulup darası alınan kurutma kaplarına konulmuştur. 105 °C’ye ayarlı etüvde 8 saat süre ile kurutma işlemine devam edilmiş, sabit tartıma gelen örnekler etüvden alınarak desikatörde soğutulmuş ve kuru madde miktarı hesaplanmıştır:

$$\text{Kuru Madde (\%)} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Balon dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

#### 4.2.3.6. Ham Kül Tayini

Darası belli olan porselen kroze içerisine 1 g balık örneği konarak, 550 °C’ye ayarlı kül fırınında 5-6 saat yakılmıştır. Süre sonunda fırından çıkarılan ve desikatörde soğutulan örnekler tekrar tartılmış ve formüle göre ham kül miktarı belirlenmiştir (AOAC. 1990):

$$\text{Ham kül (\%)} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Kroze dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

#### 4.2.3.7. Yağ Asitleri Kompozisyonu Analiz Metodu

Yağ asidi analizleri, burada “*Esterleştirme ve ekstraksiyon prensibi*”ne göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre; yağ asidi metil esterlerinin, bir alev iyonizasyon detektörü ile donatılmış PUE UNICAM 204 Gaz Kromatografisi içinde, 0.25 µ kalınlıkta Supelco GP % OV-275 on 100/120 PAW-PMCS ile kaplanmış, Degs kapiller kolonu (2 MX 1-8 inc) kullanılarak analizler yapılmıştır.

Bu yöntemde göre alona 0.150 g numune hassas olmadan tartılmış, 5 ml metanolik 0.5 N NaOH ilave edilmiş, kaynama taşı atılarak soğutucu bağlanmıştır. Daha sonra su banyosunda 15 dk kaynatılarak sabunlaştırılması sağlanmıştır. Soğutucunun üzerinden 5 ml.BC reaktifi akıtılıp, 5 dk daha kaynaması sağlanmıştır. 2-5 ml heptan ilave edilerek 1 dk daha kaynatılmıştır. Daha sonra soğutucu çıkarılıp hassas olarak 25 ml’lik balon jöjeye alınmıştır. Balon, doymuş NaCl ile çalkalanarak bu

çalkantı balon jøjeye ilave edilmiştir. Üstteki heptan fazından mikro pipetle 1-2 ml alınarak bir test tüpe veya cam şişeye aktarılmış, içine birkaç kristal anhidrik Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atılmıştır. Enjektörle bu solüsyondan çekilerek gaz kromatografiye enjekte edilmiştir. Enjektör taşıyıcı ve detektörün sıcaklığı 250 °C'ye ayarlanmıştır. Hareketli faz olarak azot gazı kullanılmış ve kolon sıcaklığı 32 dakikalık bir hızla 180 °C'ye programlanmıştır. Tek tek metil esterler, bilinen analitik standartlar (Supelco Chromatography Supplies: C-HPLC-TCL Chemical Standard Catalog, No: 23) ile karşılaştırılarak yağ asitlerinin tanımlamaları yapılmıştır (IUPAC, 1994).

#### 4.2.3.8. Histamin Analiz Metodu

Analiz metodu AOAC (1993)'ye göre yapılmıştır. Çözündürülmüş örnekten vida kapaklı 30 ml'lik test tüpüne 5 g tartılmıştır. Üzerine 10 ml perklorik asit çözeltisi konulmuştur. Ultra-Turrax kullanılarak homojenize edilmiştir. 10 dakika santrifüj edilmiştir (3000 rpm ( $\approx$ 2440 xg)). Üstteki berrak kısım filtre kâğıdından süzülerek 25 ml'lik balon jøjeye alınmıştır. Tüpe 10 ml perklorik asit çözeltisi konulup, 1 dakika vortex mikserde kuvvetlice (2500 devir) karıştırılarak ekstraksiyon tekrarlanmıştır. Önceki gibi santrifüj edilmiştir. Berrak kısımlar süzülerek birleştirilmiş ve son hacim perklorik asit çözeltisi ile 25 ml'ye getirilmiştir.

Alkali ortamın sağlanması için 0.5 ml örnek ekstraktı üzerine 100 µl sodyum hidroksit solüsyonu eklenmiştir. Üzerine 150 µl doymuş sodyum bikarbonat çözeltisi ilave edilerek buffer yapılmıştır. Üzerine 1 ml dansil klorür çözeltisi ilave edilmiştir. 30 saniye 2500 devirde vortex mikserde karıştırılmıştır. Reaksiyon karışımı 40°C inkübatöre konularak 45 dakika süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası soğuması için 10 dakika oda sıcaklığında tutulmuştur. Kalıntı dansil klorürü elimine etmek için 50 ml amonyak ilave edilmiştir. 30 saniye 2500 devirde vortex mikserde karıştırılmış ve 30 dakika beklenmiştir. Süre sonunda toplam hacim; amonyum asetat: asetonitril karışımı ile 5 ml'ye getirilerek 1 dakika süreyle vortex mikserde 2500 devirde karıştırılmış ve 0.45 µm'lik filtreden geçirilerek analitik kolona enjekte edilmiştir.

Standart çalışma çözeltilerini (100 µg/ml veya 10 µg/ml) farklı miktarları, bilinen miktarda internal standart çalışma çözeltisi ile birlikte 0.5 ml'ye perklorik asit ile dilüe edilmiştir. Bu sayede biyogenik aminlerin 0.05 den 7.0 µg/ml'ye kadar farklı konsantrasyonları elde edilmiştir.

Veri Analizi ve Sonuçların Hesaplanması: Kantitatif miktar hesaplamaları, tepe yükseklikleri esas alınarak harici standartlar üzerinden yapılmıştır. Numunelerle birlikte beklenen değerleri kapsayacak şekilde 5 noktadan kalibrasyon standart çözeltisi analize alınmıştır. Her bir aminin kalibrasyon kurvesinden elde edilen veriler doğrultusunda Response Faktörü (RF) çıkarılmıştır.

$$RF = \frac{\text{analize alınan amin (analyte) miktarı}}{\text{analyte pik yüksekliği}}$$

Her bir amin için her bir kalibrasyon noktasından elde edilen response faktörlerinin ortalaması alınmıştır (ORF).

Numunedeki amin miktarı = Amine ait ORF x Numunede o amine ait tepe yüksekliği

Elde edilen miktar seyreltme faktörü ile çarpılarak sonuçlar mg/kg (ppm)' a çevrilmiştir.

#### **4.2.4. Fiziksel Analiz**

##### **4.2.4.1. Renk Analizi**

Renk ölçümü balık unu numunelerin karıştırıldıktan sonra petri kaplarına yerleştirilerek, renk ölçümü petri kabının 10 farklı yerinde yapılmıştır (Schubring ve Meyer, 2002). L\* (0-100) parlaklık, a\* (+) ise kırmızı, (-) ise yeşil, b\* (+) ise sarı, (-) ise mavi değeri vermektedir.

##### **4.2.5. Data Analizi**

Araştırmada, ölçülen parametreler açısından gruplar arasındaki farkın belirlenmesinde varyans analizi kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi, Düzgüneş ve ark. (1993)'de açıklanan yöntemlere göre yapılmıştır. Deneme boyunca tüm analizler 2 tekerrürlü ve 2 paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar SPSS 15 istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Grafik ve tablolar Ms Office 2007 yazılımları kullanılarak hazırlanmıştır.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Hammadde İle İlgili Bulgular

#### 5.1.1. Hammadde Tazeliği İle İlgili Bulgular

Balık tazeliğinin balık unu kalitesi üzerine etkisinin araştırılması için 3 fabrikada (A, B ve C) 4 farklı tazelik grubu oluşturulmuş olup elde edilen değerler çizelge 5.1.1.1'de gösterilmiştir.

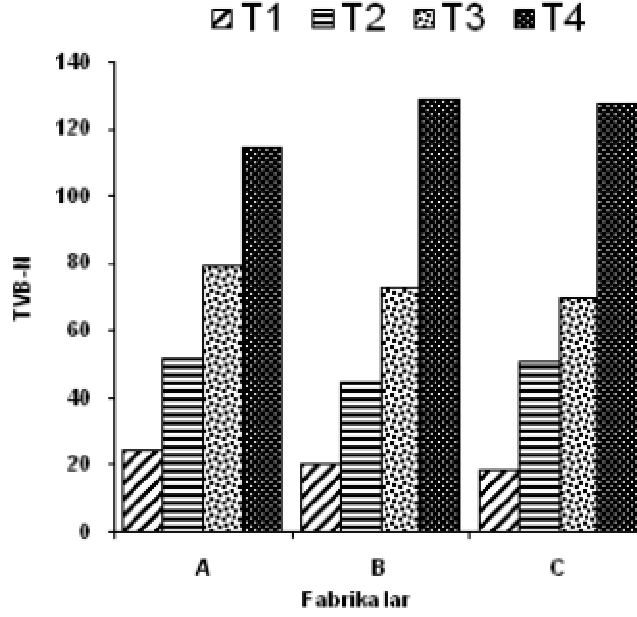
**Çizelge 5.1.1.1. Fabrikalarda işlenen hammaddenin TVB-N ve TBA değerleri**

Fabrika	Tazelik	TVB-N	TBA
		(mg N/100 g)	(mg/kg malondialdehit)
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	24.12±0.700 <sup>a</sup>	6.70±0.075 <sup>a</sup>
	2	51.87±1.740 <sup>b</sup>	9.10±0.070 <sup>b</sup>
	3	78.82±0.145 <sup>c</sup>	15.65±0.050 <sup>c</sup>
	4	114.00±4.500 <sup>d</sup>	19.20±0.200 <sup>d</sup>
B	1	20.00±0.040 <sup>a</sup>	6.67±0.270 <sup>a</sup>
	2	44.24±1.305 <sup>b</sup>	9.16±0.075 <sup>b</sup>
	3	72.63±0.050 <sup>c</sup>	16.30±0.100 <sup>c</sup>
	4	128.40±0.800 <sup>d</sup>	20.30±0.100 <sup>d</sup>
C	1	18.38±0.265 <sup>a</sup>	4.60±0.230 <sup>a</sup>
	2	50.34±0.335 <sup>b</sup>	8.58±0.080 <sup>b</sup>
	3	69.56±0.750 <sup>c</sup>	15.40±0.000 <sup>c</sup>
	4	127.35±2.550 <sup>d</sup>	22.05±0.350 <sup>d</sup>
$\bar{X}$		20.83±1.099	5.99±0.450
		48.82±1.579	8.94±0.121
		73.67±1.733	15.78±0.172
		123.25±3.228	20.52±0.536

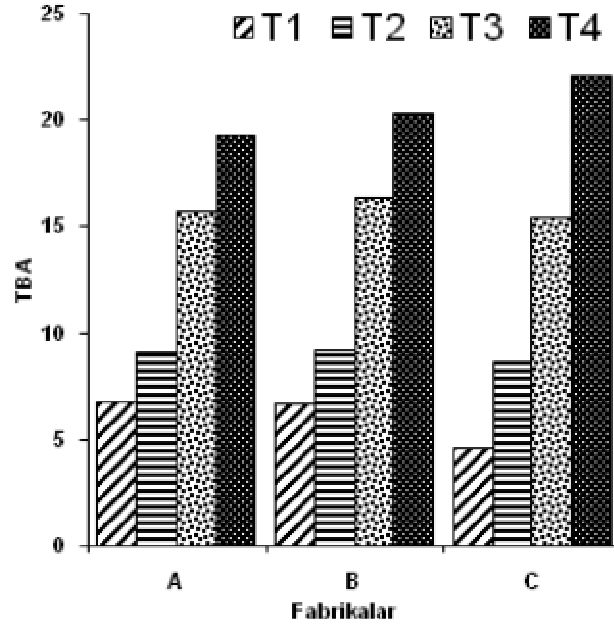
Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

A fabrikasında (sırasıyla mg N/100 g; 24.12±0.700, 51.87±1.740, 78.82±0.145, 114.00±4.500) TVB-N değeri hammadde bayatladıkça yükseldiği ve gruplar arasında tespit edilen farkın önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05). B (sırasıyla mg N/100 g; 20.00±0.040, 44.24±1.305, 72.63±0.050, 128.40±0.800) ve C (sırasıyla mg N/100 g; 18.38±0.265, 50.34±0.335, 69.56±0.750, 127.35±2.550) fabrikalarında da aynı şekilde hammadde bayatlamasıyla TVB-N değerlerinin arttığı ve tazelik grupları arasında

meydana gelen farkın istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.1.1.1).



Şekil 5.1.1.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen TVB-N değeri (mg N/100 g)



Şekil 5.1.1.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen TBA değeri (mg/kg malondialdehit)

A fabrikasında (sırasıyla mg N/100 g;  $6.70\pm 0.075$ ,  $9.10\pm 0.070$ ,  $15.65\pm 0.050$ ,  $19.20\pm 0.200$ ), B (sırasıyla mg N/100 g;  $6.67\pm 0.270$ ,  $9.16\pm 0.075$ ,  $16.30\pm 0.100$ ,  $20.30\pm 0.100$ ) ve C (sırasıyla mg N/100 g;  $4.60\pm 0.230$ ,  $8.58\pm 0.080$ ,  $15.40\pm 0.000$ ,

22.05±0.350) fabrikalarında hammadde bayatlamısıyla TBA değerlerinin arttığı ve tazelik grupları arasında meydana gelen farkın istatistikî olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.1.1.2).

### 5.1.2. Balıkta Kimyasal Kompozisyon

Oluşturulan tazelik gruplarında tespit edilen besin kompozisyonu çizelge 5.2.1.1’de gösterildiği gibidir.

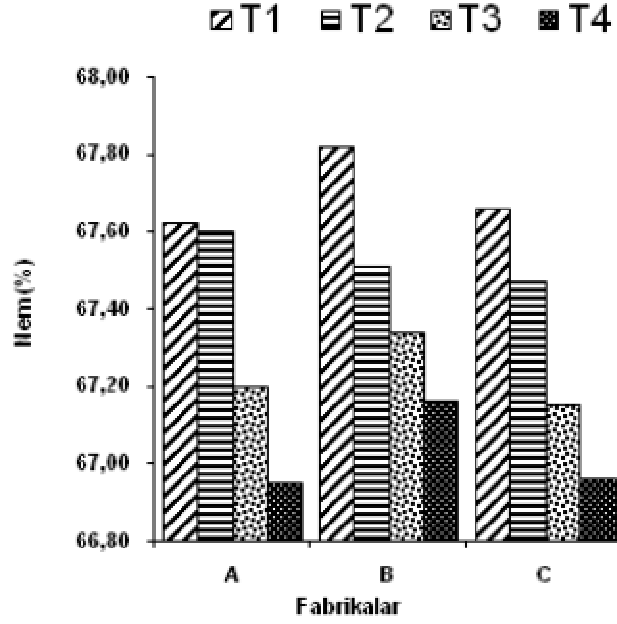
**Çizelge 5.1.2.1.** Fabrikalarda işlenen hammaddenin nem, ham yağ, ham protein ve ham kül oranları

Fabrika	Tazelik	Nem (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Ham Kül (%)
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	67.62±0.040 <sup>c</sup>	12.95±0.030 <sup>b</sup>	16.15±0.010 <sup>a</sup>	2.50±0.025 <sup>a</sup>
	2	67.60±0.035 <sup>c</sup>	12.79±0.050 <sup>ab</sup>	16.40±0.045 <sup>b</sup>	2.39±0.050 <sup>a</sup>
	3	67.20±0.060 <sup>b</sup>	12.62±0.040 <sup>a</sup>	16.56±0.020 <sup>c</sup>	2.78±0.040 <sup>b</sup>
	4	66.95±0.010 <sup>a</sup>	12.64±0.015 <sup>a</sup>	16.64±0.010 <sup>c</sup>	2.86±0.045 <sup>b</sup>
B	1	67.82±0.045 <sup>c</sup>	12.90±0.020 <sup>c</sup>	16.06±0.025 <sup>a</sup>	2.50±0.065 <sup>ab</sup>
	2	67.51±0.030 <sup>bc</sup>	12.88±0.025 <sup>bc</sup>	16.30±0.015 <sup>ab</sup>	2.47±0.050 <sup>a</sup>
	3	67.34±0.015 <sup>b</sup>	12.76±0.025 <sup>b</sup>	16.34±0.025 <sup>b</sup>	2.81±0.070 <sup>b</sup>
	4	67.16±0.045 <sup>a</sup>	12.64±0.005 <sup>a</sup>	16.73±0.080 <sup>c</sup>	2.58±0.020 <sup>ab</sup>
C	1	67.66±0.015 <sup>d</sup>	12.91±0.015 <sup>b</sup>	16.08±0.035 <sup>a</sup>	2.72±0.095 <sup>a</sup>
	2	67.47±0.010 <sup>c</sup>	12.86±0.025 <sup>b</sup>	16.16±0.025 <sup>a</sup>	2.70±0.040 <sup>a</sup>
	3	67.15±0.030 <sup>b</sup>	12.72±0.025 <sup>a</sup>	16.40±0.020 <sup>b</sup>	2.83±0.080 <sup>a</sup>
	4	66.96±0.020 <sup>a</sup>	12.67±0.010 <sup>a</sup>	16.61±0.030 <sup>c</sup>	3.00±0.025 <sup>a</sup>
$\bar{X}$	1	67.70±0.041	12.92±0.014	16.10±0.020	2.57±0.055
	2	67.52±0.026	12.84±0.023	16.28±0.048	2.52±0.062
	3	67.23±0.039	12.70±0.030	16.44±0.042	2.81±0.031
	4	67.02±0.046	12.65±0.007	16.66±0.032	2.81±0.079

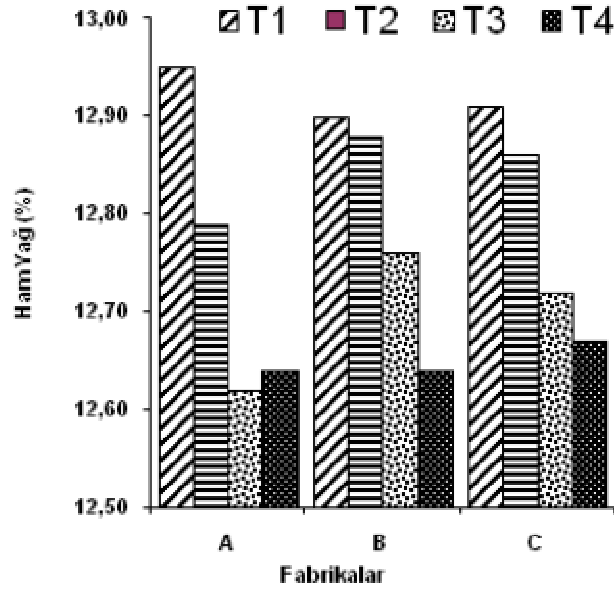
Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistikî olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

A (sırasıyla %; 67.62±0.040, 67.60±0.035, 67.20±0.060, 66.95±0.010), B (sırasıyla %; 67.82±0.045, 67.51±0.030, 67.34±0.015, 67.16±0.045) ve C (sırasıyla %; 67.66±0.015, 67.47±0.010, 67.15±0.030, 66.96±0.020) fabrikalarında işlenen balıkta nem oranının tazelik değerine göre azaldığı ve meydana gelen farkın istatistikî olarak

önemli ( $p < 0.05$ ) olmasına rağmen gözle görülebilir bir fark bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 5.1.2.1).



Şekil 5.1.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen nem oranı

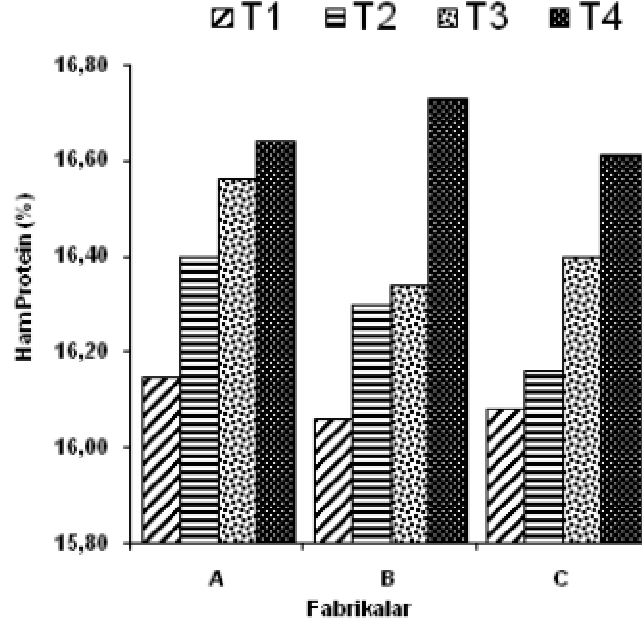


Şekil 5.1.2.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham yağ oranı

A (sırasıyla %;  $12,95 \pm 0,030$ ,  $12,79 \pm 0,050$ ,  $12,62 \pm 0,040$ ,  $12,64 \pm 0,015$ ), B (sırasıyla %;  $12,90 \pm 0,020$ ,  $12,88 \pm 0,025$ ,  $12,76 \pm 0,025$ ,  $12,64 \pm 0,005$ ) ve C (sırasıyla %;  $12,91 \pm 0,015$ ,  $12,86 \pm 0,025$ ,  $12,72 \pm 0,025$ ,  $12,67 \pm 0,010$ ) fabrikalarında işlenen balıkta ham yağ oranının istatistiki olarak önemsizdir ( $p > 0,05$ ).



A (sırasıyla %;  $16.15 \pm 0.010$ ,  $16.40 \pm 0.045$ ,  $16.56 \pm 0.020$ ,  $16.64 \pm 0.010$ ), B (sırasıyla %;  $16.06 \pm 0.025$ ,  $16.30 \pm 0.015$ ,  $16.34 \pm 0.025$ ,  $16.73 \pm 0.080$ ) ve C (sırasıyla %;  $16.08 \pm 0.035$ ,  $16.16 \pm 0.025$ ,  $16.40 \pm 0.020$ ,  $16.61 \pm 0.030$ ) fabrikalarından alınan balık numunelerinde yapılan ham protein oranları incelendiğinde balık bayatladıkça değerin arttığı ve meydana gelen farkın istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).



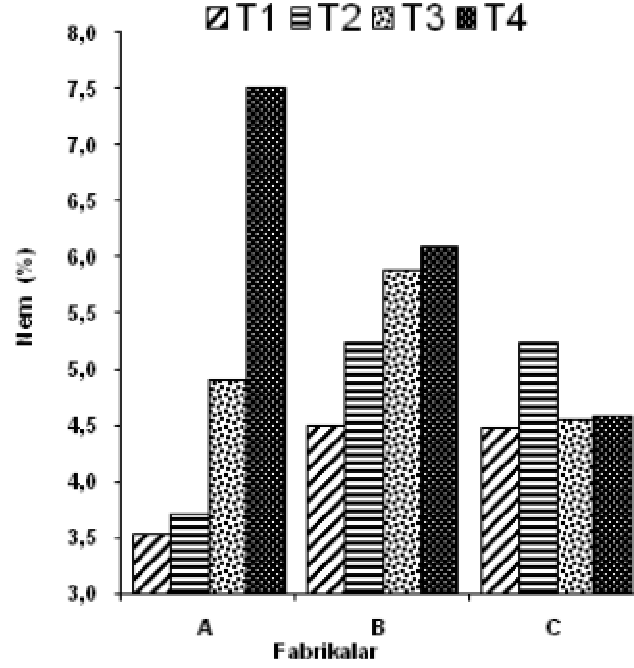
**Şekil 5.1.2.3.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham protein oranı

A (sırasıyla %;  $2.50 \pm 0.025$ ,  $2.39 \pm 0.050$ ,  $2.78 \pm 0.040$ ,  $2.86 \pm 0.045$ ), B (sırasıyla %;  $2.50 \pm 0.065$ ,  $2.47 \pm 0.050$ ,  $2.81 \pm 0.070$ ,  $2.58 \pm 0.020$ ) ve C (sırasıyla %;  $2.72 \pm 0.095$ ,  $2.70 \pm 0.040$ ,  $2.83 \pm 0.080$ ,  $3.00 \pm 0.025$ ) fabrikalarında işlenen balık numunelerinde yapılan ham kül oranları incelendiğinde tazelik grupları arasında istatistiki fark önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

Bozulma ile birlikte doğal olarak açığa çıkan su ve ham yağın hammadde taşıma ve toplama havuzlarında büyük yığınlar halinde bulunan balıklarda oluşan basınç ile birlikte azaldığı, buna bağlı olarak ham protein ve ham kül oranlarının arttığı düşünülmektedir.

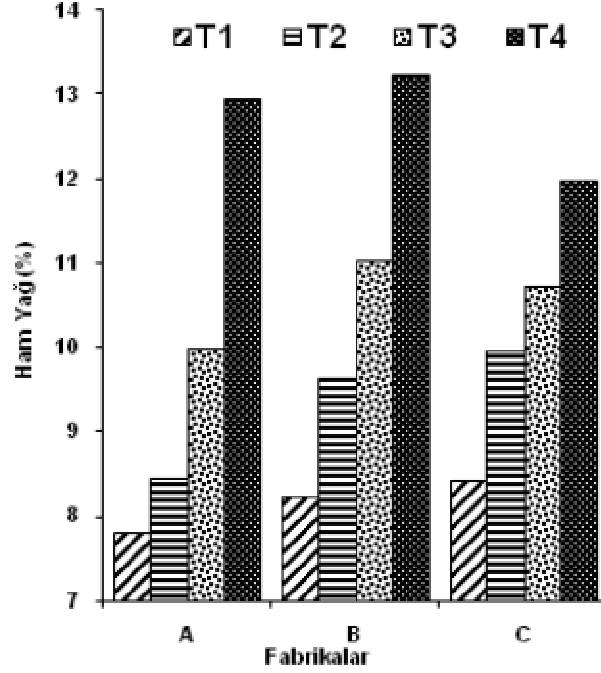
## 5.2. Balık Ununda Kimyasal Kompozisyon

Araştırmada fabrikaların tazelik gruplarında elde edilen balık unlarının nem, ham yağ, ham protein ve ham kül oranları tespit edilmiştir (Çizelge 5.2.1).



Şekil 5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen nem oranı

A fabrikasında tazelik grupları arasında tespit edilen değerler (sırasıyla %:  $3.54 \pm 0.175$ ,  $3.72 \pm 0.040$ ,  $4.91 \pm 0.050$ ,  $7.52 \pm 0.035$ ) incelendiğinde hammadde bayatladıkça elde edilen üründe nem oranının arttığı ve farkın istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.2.1). Aynı şekilde B fabrikasında da (sırasıyla %:  $4.50 \pm 0.055$ ,  $5.24 \pm 0.035$ ,  $5.89 \pm 0.040$ ,  $6.11 \pm 0.030$ ) hammadde tazeliğinin balık ununun nem oranında etkili olduğu ve balık bayatladıkça elde edilen üründe arttığı tespit edilmiş olup fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında (sırasıyla %:  $4.49 \pm 0.030$ ,  $5.24 \pm 0.025$ ,  $4.56 \pm 0.010$ ,  $4.60 \pm 0.015$ ) balık tazeliği tazelik grupları arasında istatistiki farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olmasına rağmen gözle görülür bir değişimin önemli olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak A ve B fabrikalarının hammadde tazeliğine göre bir işleme metodunun olmadığı veya yeterli bulunmadığı, C fabrikasında ise hammadde tazeliğine göre bir kurutma işlemi yapıldığı belirlenmiştir.



**Şekil 5.2.2.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham yağ oranı

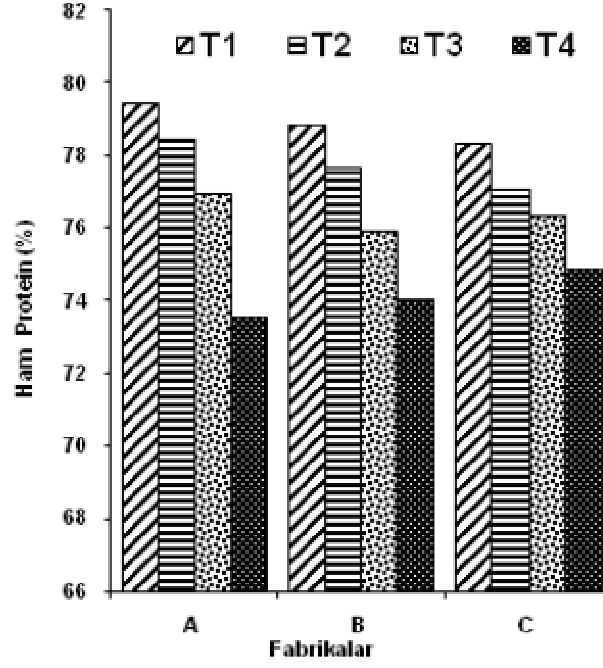
Fabrikaların tazelik gruplarının ham yağ sonuçları üzerinde yapılan istatistiki analizlerde T1 (sırasıyla %;  $7.80 \pm 0.025$ ,  $8.24 \pm 0.010$ ,  $8.42 \pm 0.035$ ), T2 (sırasıyla %;  $8.44 \pm 0.045$ ,  $9.64 \pm 0.010$ ,  $9.98 \pm 0.045$ ), T3 (sırasıyla %;  $10.00 \pm 0.055$ ,  $11.04 \pm 0.060$ ,  $10.73 \pm 0.085$ ) ve T4 (sırasıyla %;  $12.94 \pm 0.145$ ,  $13.25 \pm 0.060$ ,  $11.98 \pm 0.070$ ) grupları arasında tespit edilen farkların 3 fabrikada da önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça üretilen balık ununda ham yağ oranının artmakta olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.2.2). Bayat balığın işlenmesi esnasında pres ünitesinde bulunan gözeneklerde meydana gelen tıkanıklığın ham yağ oranının artışında etkili olduğu düşünülmektedir. Balık ununda acılaşmaya neden olan ham yağ oranının % 10'un altında olması istenmektedir. Bu oran 3 fabrikada da T1 ve T2 gruplarında elde edilmiştir.

**Çizelge 5.2.1.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda nem, ham yağ, ham protein ve ham kül oranları

Fabrika	Tazelik	Nem (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Ham Kül (%)
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	3.54±0.175 <sup>a</sup>	7.80±0.025 <sup>a</sup>	79.44±0.155 <sup>d</sup>	11.70±0.265 <sup>a</sup>
	2	3.72±0.040 <sup>a</sup>	8.44±0.045 <sup>b</sup>	78.50±0.135 <sup>c</sup>	11.92±0.055 <sup>a</sup>
	3	4.91±0.050 <sup>b</sup>	10.00±0.055 <sup>c</sup>	76.97±0.010 <sup>b</sup>	11.78±0.025 <sup>a</sup>
	4	7.52±0.035 <sup>c</sup>	12.94±0.145 <sup>d</sup>	73.54±0.075 <sup>a</sup>	12.30±0.025 <sup>a</sup>
B	1	4.50±0.055 <sup>a</sup>	8.24±0.010 <sup>a</sup>	78.85±0.070 <sup>d</sup>	11.61±0.040 <sup>a</sup>
	2	5.24±0.035 <sup>b</sup>	9.64±0.010 <sup>b</sup>	77.70±0.040 <sup>c</sup>	11.32±0.055 <sup>a</sup>
	3	5.89±0.040 <sup>c</sup>	11.04±0.060 <sup>c</sup>	75.95±0.090 <sup>b</sup>	11.72±0.025 <sup>a</sup>
	4	6.11±0.030 <sup>c</sup>	13.25±0.060 <sup>d</sup>	74.04±0.015 <sup>a</sup>	11.44±0.195 <sup>a</sup>
C	1	4.49±0.030 <sup>a</sup>	8.42±0.035 <sup>a</sup>	78.34±0.035 <sup>d</sup>	11.96±0.015 <sup>a</sup>
	2	5.24±0.025 <sup>b</sup>	9.98±0.045 <sup>b</sup>	77.11±0.060 <sup>c</sup>	11.66±0.040 <sup>a</sup>
	3	4.56±0.010 <sup>a</sup>	10.73±0.085 <sup>c</sup>	76.40±0.055 <sup>b</sup>	11.54±0.135 <sup>a</sup>
	4	4.60±0.015 <sup>a</sup>	11.98±0.070 <sup>d</sup>	74.86±0.045 <sup>a</sup>	11.68±0.035 <sup>a</sup>
$\bar{X}$		4.17±0.207	8.15±0.119	78.87±0.206	11.76±0.095
		4.74±0.322	9.35±0.294	77.77±0.257	11.64±0.112
		5.12±0.252	10.59±0.198	76.44±0.189	11.69±0.058
		6.08±0.535	12.73±0.246	74.15±0.244	11.81±0.168

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Fabrikaların tazelik gruplarında elde edilen balık ununda ham protein sonuçları incelendiğinde A (sırasıyla %; 79.44±0.155, 78.50±0.135, 76.97±0.010, 73.54±0.075), B (sırasıyla %; 78.85±0.070, 77.70±0.040, 75.95±0.090, 74.04±0.015) ve C fabrikalarında (sırasıyla %; 78.34±0.035, 77.11±0.060, 76.40±0.055, 74.86±0.045) farkın istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda ham protein oranının düştüğü belirlenmiştir (Şekil 5.2.3). Balık ununda ham protein oranının belirlenmesinde nem ve ham yağ oranının etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

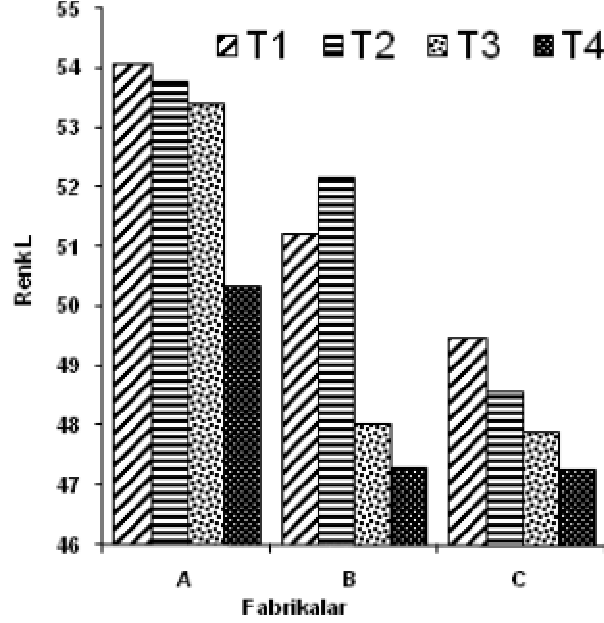


**Şekil 5.2.3.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen ham protein oranı

Tazelik gruplarında ham kül miktarları incelendiğinde A (sırasıyla %;  $11.70 \pm 0.265$ ,  $11.92 \pm 0.055$ ,  $11.78 \pm 0.025$ ,  $12.30 \pm 0.025$ ), B (sırasıyla %;  $11.61 \pm 0.040$ ,  $11.32 \pm 0.055$ ,  $11.72 \pm 0.025$ ,  $11.44 \pm 0.195$ ) ve C (sırasıyla %;  $11.96 \pm 0.015$ ,  $11.66 \pm 0.040$ ,  $11.54 \pm 0.135$ ,  $11.68 \pm 0.035$ ) fabrikalarında tespit edilen farkın önemsiz olduğu bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Hammadde tazeliğinin ham kül üzerine bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

### 5.3. Balık Ununda Renk Analizleri

Balık ununda parlaklık (Renk L), kırmızılık (Renk a) ve sarılık (Renk b) parametreleri ölçülmüştür (Çizelge 5.3.1).



**Şekil 5.3.1.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen renk L değeri

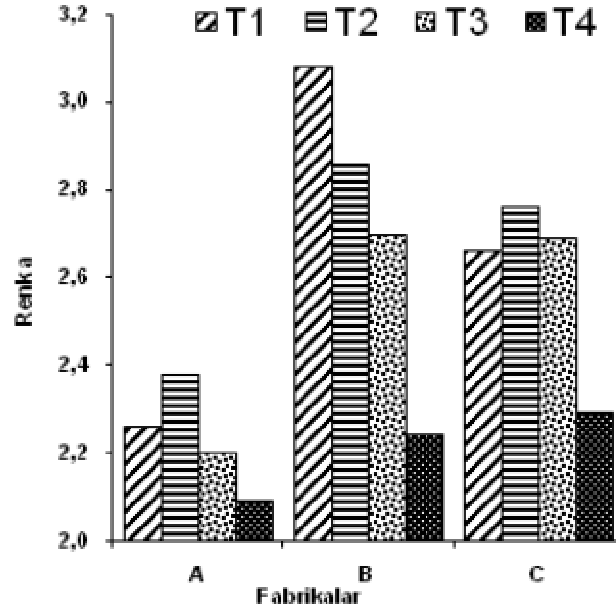
Balık ununda tespit edilen renk L değerleri (Şekil 5.3.1) incelendiğinde A fabrikasında (sırasıyla;  $54.08 \pm 0.020$ ,  $53.80 \pm 0.055$ ,  $53.42 \pm 0.270$ ,  $50.38 \pm 0.035$ ) T1, T2 ve T3 gruplarında fark istatistiki olarak önemsiz ( $p > 0.05$ ), T4 grubunda tespit edilen fark diğer tazelik gruplarından istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur (Şekil 5.3.1). B fabrikasında (sırasıyla;  $51.24 \pm 0.015$ ,  $52.18 \pm 0.040$ ,  $48.05 \pm 0.150$ ,  $47.30 \pm 0.210$ ) T3 ve T4 tazelik grupları arasında fark önemsizken ( $p > 0.05$ ), T1, T2 ve T3 ile T4 grupları arasında tespit edilen istatistiki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında (sırasıyla;  $49.48 \pm 0.065$ ,  $48.60 \pm 0.020$ ,  $47.90 \pm 0.005$ ,  $47.28 \pm 0.145$ ) tazelik grupları arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Genel olarak kırmızılık değeri araştırıldığında bayat grupların (T4) taze gruplara (T1, T2) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 5.3.1.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda renk L, renk a ve renk b parametreleri ve tanımlayıcı istatistikleri

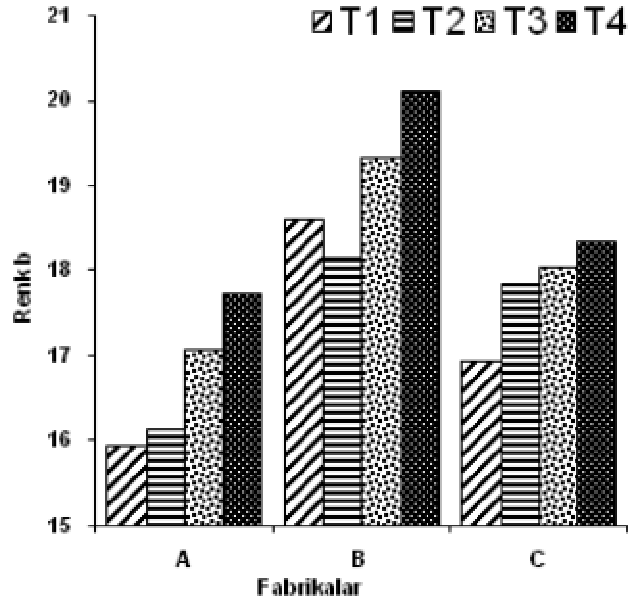
Fabrika	Tazelik	Renk L	Renk a	Renk b
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	54.08±0.020 <sup>b</sup>	2.26±0.020 <sup>ab</sup>	15.94±0.050 <sup>a</sup>
	2	53.80±0.055 <sup>b</sup>	2.38±0.055 <sup>b</sup>	16.13±0.070 <sup>a</sup>
	3	53.42±0.270 <sup>b</sup>	2.20±0.005 <sup>a</sup>	17.06±0.095 <sup>b</sup>
	4	50.38±0.035 <sup>a</sup>	2.09±0.005 <sup>a</sup>	17.72±0.080 <sup>c</sup>
B	1	51.24±0.015 <sup>c</sup>	3.08±0.005 <sup>c</sup>	18.60±0.195 <sup>ab</sup>
	2	52.18±0.040 <sup>b</sup>	2.86±0.005 <sup>bc</sup>	18.15±0.550 <sup>a</sup>
	3	48.05±0.150 <sup>a</sup>	2.70±0.100 <sup>b</sup>	19.34±0.005 <sup>ab</sup>
	4	47.30±0.210 <sup>a</sup>	2.24±0.005 <sup>a</sup>	20.11±0.030 <sup>b</sup>
C	1	49.48±0.065 <sup>d</sup>	2.66±0.005 <sup>c</sup>	16.94±0.040 <sup>a</sup>
	2	48.60±0.020 <sup>c</sup>	2.76±0.020 <sup>b</sup>	17.85±0.030 <sup>b</sup>
	3	47.90±0.005 <sup>b</sup>	2.69±0.010 <sup>bc</sup>	18.03±0.050 <sup>b</sup>
	4	47.28±0.145 <sup>a</sup>	2.29±0.010 <sup>a</sup>	18.33±0.030 <sup>c</sup>
$\bar{X}$	1	51.60±0.847	2.66±0.150	17.16±0.492
	2	51.53±0.973	2.67±0.093	17.38±0.423
	3	49.79±1.151	2.53±0.109	18.14±0.421
	4	48.32±0.653	2.20±0.038	18.72±0.454

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Renk a değerleri A fabrikasında (sırasıyla; 2.26±0.020, 2.38±0.055, 2.20±0.005, 2.09±0.005) tespit edilen değerler incelendiğinde tazelik grupları arasında rakamsal olarak azalmasına rağmen istatistiki olarak farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). B fabrikasında (sırasıyla; 3.08±0.005, 2.86±0.005, 2.70±0.100, 2.24±0.005) tespit edilen renk a değerlerine göre ise farkın istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.3.2). Balık ununda renk a değeri, C fabrikasının (sırasıyla; 2.66±0.005, 2.76±0.020, 2.69±0.010, 2.29±0.010) T1, T2 ve T4 tazelik grupları arasında farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda kırmızılık değerinin azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.3.2. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen renk a değeri



Şekil 5.3.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen renk b değeri

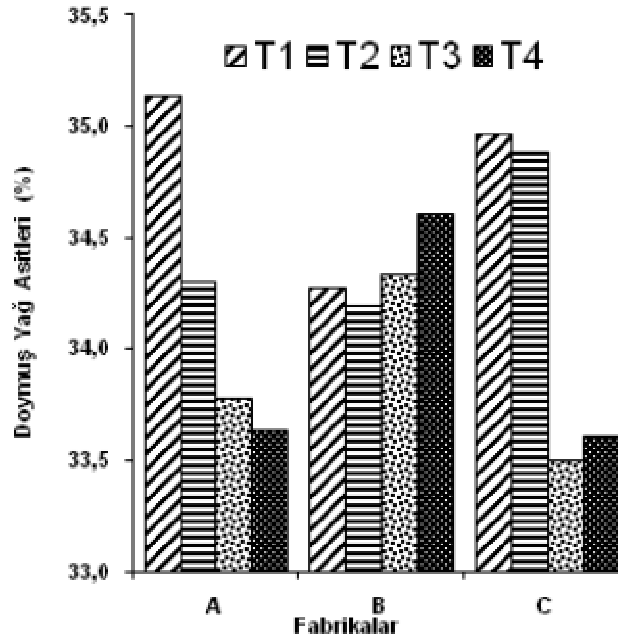
Fabrikaların tazelik gruplarında renk b değerleri incelendiğinde A fabrikasında (sırasıyla;  $15.94 \pm 0.050$ ,  $16.13 \pm 0.070$ ,  $17.06 \pm 0.095$ ,  $17.72 \pm 0.080$ ) taze gruptan bayat gruba doğru bir artma olduğu ve bu farkın gruplar arasında istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). B ve (sırasıyla;  $18.60 \pm 0.195$ ,  $18.15 \pm 0.550$ ,  $19.34 \pm 0.005$ ,  $20.11 \pm 0.030$ ) ve C fabrikalarında (sırasıyla;  $16.94 \pm 0.040$ ,  $17.85 \pm 0.030$ ,  $18.03 \pm 0.050$ ,



18.33±0.030) da tazelik grupları arasında tespit edilen fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununun sarı renginin arttığı belirlenmiştir (Şekil 5.3.3).

#### 5.4. Balık Ununda Yağ Asitleri Kompozisyonu

Toplam doymuş yağ asit (SFA) oranını oluşturan yağ asitleri incelendiğinde en yüksek palmitik asit (% 19.81±0.082 ) tespit edilirken daha sonra miristik asit (% 6.47±0.045) ve stearik asit (% 3.71±0.036) belirlenmiştir (Çizelge 5.4.1).



Şekil 5.4.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen  $\Sigma$ SFA oranı

B fabrikasında (sırasıyla; 34.28±0.035, 34.20±0.135, 34.34±0.025, 34.61±0.235) toplam SFA oranı tazelik grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ( $p>0.05$ ). A fabrikasında (sırasıyla; 35.14±0.055, 34.30±0.155, 33.78±0.105, 33.64±0.005) en düşük SFA oranı T4 grubunda, en yüksek T1 grubunda tespit edildiği ve yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların önemli ( $p<0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.4.1). C fabrikasında (sırasıyla; 34.97±0.050, 34.89±0.030, 33.50±0.040, 33.61±0.005) toplam doymuş yağ asit oranı en yüksek T1 ve T2 tazelik gruplarında tespit edilmiş, T3 ve T4 gruplarında daha düşük oranda belirlenmiş olup fark istatistiki olarak önemlidir ( $p<0.05$ ). A ve C fabrikalarında hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda doymuş yağ asit miktarının azaldığı B fabrikasında ise kararsızlık belirlenmiştir.

**Çizelge 5.4.1.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda miristik asit, pentaekanoik asit, palmitik asit, heptadekanoik asit, stearik asit ve toplam doymuş yağ asit (SFA) miktarları

F	T	Miristik A.	Pentaekanoik	Palmitik A.	Heptadekanoik	Stearik A.	$\Sigma$ SFA
		C14:0 (%)	A., C15:0 (%)	C16:0 (%)	A. C17:0 (%)	C18:0 (%)	(%)
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	6.79±0.020 <sup>c</sup>	1.14±0.020 <sup>a</sup>	20.39±0.020 <sup>c</sup>	1.71±0.015 <sup>a</sup>	3.54±0.025 <sup>a</sup>	35.14±0.055 <sup>c</sup>
	2	6.58±0.045 <sup>b</sup>	1.10±0.040 <sup>a</sup>	19.90±0.020 <sup>b</sup>	1.69±0.005 <sup>a</sup>	3.55±0.005 <sup>a</sup>	34.30±0.155 <sup>b</sup>
	3	6.58±0.025 <sup>b</sup>	1.10±0.030 <sup>a</sup>	19.59±0.010 <sup>a</sup>	1.70±0.025 <sup>a</sup>	3.49±0.010 <sup>a</sup>	33.78±0.105 <sup>ab</sup>
	4	6.20±0.020 <sup>a</sup>	1.06±0.005 <sup>a</sup>	19.57±0.010 <sup>a</sup>	1.70±0.015 <sup>a</sup>	3.52±0.050 <sup>a</sup>	33.64±0.005 <sup>a</sup>
B	1	6.30±0.015 <sup>b</sup>	1.06±0.035 <sup>a</sup>	19.94±0.010 <sup>a</sup>	1.68±0.005 <sup>a</sup>	3.64±0.015 <sup>a</sup>	34.28±0.035 <sup>a</sup>
	2	6.23±0.015 <sup>ab</sup>	1.04±0.010 <sup>a</sup>	19.91±0.010 <sup>a</sup>	1.65±0.020 <sup>a</sup>	3.87±0.010 <sup>b</sup>	34.20±0.135 <sup>a</sup>
	3	6.48±0.015 <sup>c</sup>	1.06±0.005 <sup>a</sup>	19.88±0.005 <sup>a</sup>	1.61±0.020 <sup>a</sup>	3.68±0.010 <sup>a</sup>	34.34±0.025 <sup>a</sup>
	4	6.12±0.055 <sup>a</sup>	1.02±0.010 <sup>a</sup>	19.85±0.030 <sup>a</sup>	1.60±0.070 <sup>a</sup>	4.03±0.010 <sup>c</sup>	34.61±0.235 <sup>a</sup>
C	1	6.77±0.030 <sup>d</sup>	1.10±0.005 <sup>b</sup>	20.37±0.050 <sup>c</sup>	1.63±0.020 <sup>a</sup>	3.62±0.005 <sup>a</sup>	34.97±0.050 <sup>b</sup>
	2	6.66±0.010 <sup>c</sup>	1.08±0.010 <sup>b</sup>	20.04±0.025 <sup>b</sup>	1.69±0.030 <sup>a</sup>	3.74±0.015 <sup>b</sup>	34.89±0.030 <sup>b</sup>
	3	6.36±0.005 <sup>a</sup>	0.93±0.010 <sup>a</sup>	19.12±0.005 <sup>a</sup>	1.48±0.010 <sup>b</sup>	3.88±0.010 <sup>c</sup>	33.50±0.040 <sup>a</sup>
	4	6.56±0.005 <sup>b</sup>	0.90±0.005 <sup>a</sup>	19.09±0.010 <sup>a</sup>	1.44±0.005 <sup>b</sup>	3.92±0.010 <sup>c</sup>	33.61±0.005 <sup>a</sup>
$\bar{X}$		6.62±0.101	1.10±0.017	20.24±0.092	1.68±0.013	3.59±0.021	34.80±0.169
		6.49±0.083	1.07±0.015	19.95±0.031	1.68±0.013	3.72±0.058	34.46±0.147
		6.48±0.043	1.03±0.033	19.53±0.142	1.60±0.042	3.69±0.070	33.87±0.158
		6.29±0.087	0.99±0.032	19.51±0.141	1.58±0.053	3.82±0.099	33.95±0.216

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

**Çizelge 5.4.2.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda palmitoleik asit, oleik asit ve toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarları

Fabrika	Tazelik	Palmitoleik Asit	Oleik Asit	$\Sigma$ MUFA(%)
		<b>C16:1 (%)</b>	<b>C18:1n9 (%)</b>	
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	4.88±0.015 <sup>a</sup>	12.53±0.010 <sup>b</sup>	18.86±0.055 <sup>a</sup>
	2	5.19±0.050 <sup>b</sup>	12.88±0.005 <sup>c</sup>	20.52±0.005 <sup>c</sup>
	3	5.11±0.020 <sup>b</sup>	11.94±0.075 <sup>a</sup>	19.66±0.035 <sup>b</sup>
	4	4.90±0.015 <sup>a</sup>	11.95±0.010 <sup>a</sup>	19.80±0.090 <sup>b</sup>
B	1	5.02±0.005 <sup>a</sup>	13.64±0.015 <sup>a</sup>	21.29±0.020 <sup>c</sup>
	2	5.24±0.005 <sup>a</sup>	13.62±0.025 <sup>a</sup>	20.92±0.035 <sup>a</sup>
	3	5.69±0.035 <sup>b</sup>	13.73±0.005 <sup>a</sup>	21.55±0.020 <sup>d</sup>
	4	6.00±0.070 <sup>c</sup>	13.51±0.070 <sup>a</sup>	21.12±0.010 <sup>b</sup>
C	1	5.20±0.005 <sup>a</sup>	12.82±0.010 <sup>a</sup>	20.32±0.020 <sup>a</sup>
	2	5.32±0.040 <sup>a</sup>	12.72±0.065 <sup>a</sup>	20.37±0.080 <sup>a</sup>
	3	6.30±0.005 <sup>b</sup>	13.76±0.015 <sup>b</sup>	22.04±0.005 <sup>b</sup>
	4	6.31±0.005 <sup>b</sup>	13.92±0.005 <sup>b</sup>	22.06±0.005 <sup>b</sup>
$\bar{X}$		5.03±0.061	13.00±0.209	20.15±0.445
		5.25±0.029	13.07±0.175	20.60±0.106
		5.70±0.218	13.14±0.380	21.08±0.461
		5.74±0.273	13.12±0.379	21.00±0.416

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

**Çizelge 5.4.3.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda linoleik asit eikosapentaenoik asit dekozahegzaenoik asit toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) değerleri

Fabrika	Tazelik	Linoleik Asit	Eikosapentaenoik Asit	Dekozahegzaenoik	$\Sigma$ PUFA(%)
		<b>C18:2n6</b>	<b>C20:5n3 (%)</b>	Asit <b>C22:6n3 (%)</b>	
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	2.26±0.015 <sup>a</sup>	8.68±0.025 <sup>c</sup>	21.18±0.035 <sup>d</sup>	34.52±0.020 <sup>d</sup>
	2	2.28±0.015 <sup>a</sup>	8.56±0.035 <sup>cb</sup>	20.31±0.020 <sup>c</sup>	33.65±0.060 <sup>c</sup>
	3	2.27±0.010 <sup>a</sup>	8.50±0.015 <sup>b</sup>	19.79±0.010 <sup>b</sup>	33.02±0.025 <sup>b</sup>
	4	2.25±0.040 <sup>a</sup>	8.36±0.025 <sup>a</sup>	19.46±0.020 <sup>a</sup>	32.64±0.120 <sup>a</sup>
B	1	2.30±0.025 <sup>b</sup>	8.64±0.010 <sup>c</sup>	19.17±0.025 <sup>d</sup>	32.60±0.005 <sup>d</sup>
	2	2.24±0.035 <sup>ab</sup>	8.50±0.015 <sup>b</sup>	18.72±0.005 <sup>c</sup>	31.82±0.055 <sup>c</sup>
	3	2.15±0.010 <sup>a</sup>	8.25±0.020 <sup>a</sup>	17.60±0.015 <sup>b</sup>	30.42±0.020 <sup>b</sup>
	4	2.20±0.015 <sup>ab</sup>	8.18±0.005 <sup>a</sup>	16.13±0.005 <sup>a</sup>	28.77±0.020 <sup>a</sup>
C	1	2.28±0.010 <sup>c</sup>	9.16±0.025 <sup>c</sup>	19.48±0.015 <sup>d</sup>	33.29±0.030 <sup>d</sup>
	2	2.17±0.010 <sup>b</sup>	8.98±0.010 <sup>b</sup>	18.88±0.040 <sup>c</sup>	32.48±0.030 <sup>c</sup>
	3	1.92±0.015 <sup>a</sup>	8.98±0.005 <sup>b</sup>	17.38±0.015 <sup>b</sup>	30.56±0.015 <sup>b</sup>
	4	1.92±0.015 <sup>a</sup>	8.32±0.025 <sup>a</sup>	16.96±0.035 <sup>a</sup>	29.42±0.035 <sup>a</sup>
$\bar{X}$		2.28±0.011	8.82±0.110	19.94±0.396	33.47±0.356
		2.23±0.023	8.68±0.095	19.30±0.319	32.65±0.338
		2.11±0.064	8.58±0.134	18.26±0.487	31.32±0.536
		2.12±0.065	8.28±0.036	17.52±0.632	30.28±0.757

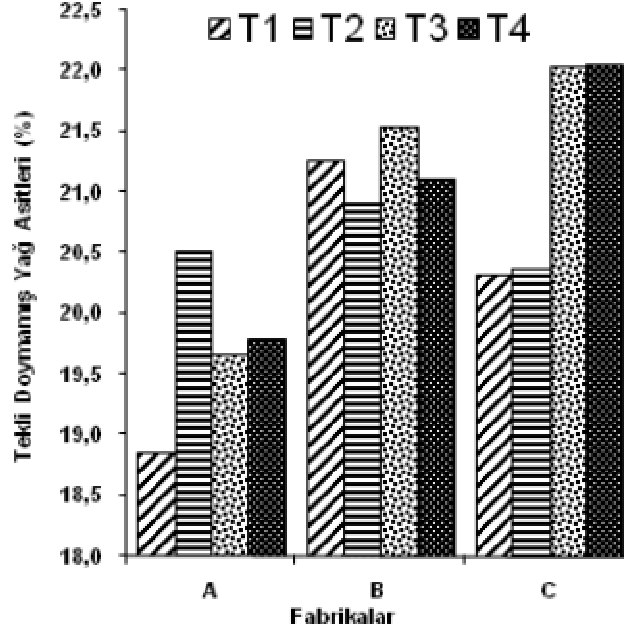
Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

**Çizelge 5.4.4.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda çoklu doymamış yağ asidinin doymuş yağ aside oranı, tekli doymamış yağ asit oranının doymuş yağ aside oranı, omega3 ve omega 6 yağ asit değerleri ile omega 3'ün omega 6'ya oranı

Fabrika	Tazelik	PUFA/SFA	MUFA/SFA	$\Sigma \omega 3$ (%)	$\Sigma \omega 6$ (%)	$\omega 3 / \Sigma \omega 6$
		Ort	Ort	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	0.98	0.54	30.85±0.030 <sup>d</sup>	3.91±0.010 <sup>a</sup>	7.90±0.020 <sup>c</sup>
	2	0.98	0.60	29.94±0.055 <sup>c</sup>	3.98±0.020 <sup>a</sup>	7.53±0.030 <sup>b</sup>
	3	0.98	0.58	29.37±0.010 <sup>b</sup>	3.87±0.020 <sup>a</sup>	7.58±0.040 <sup>b</sup>
	4	0.97	0.59	28.90±0.060 <sup>a</sup>	4.01±0.050 <sup>a</sup>	7.20±0.080 <sup>a</sup>
B	1	0.95	0.62	28.82±0.005 <sup>d</sup>	4.08±0.010 <sup>b</sup>	7.06±0.020 <sup>ab</sup>
	2	0.93	0.61	28.22±0.015 <sup>c</sup>	3.93±0.060 <sup>ab</sup>	7.19±0.100 <sup>b</sup>
	3	0.88	0.63	26.90±0.015 <sup>b</sup>	3.78±0.010 <sup>a</sup>	7.10±0.020 <sup>ab</sup>
	4	0.84	0.61	25.28±0.015 <sup>a</sup>	3.74±0.040 <sup>a</sup>	6.76±0.080 <sup>a</sup>
C	1	0.95	0.58	29.65±0.025 <sup>d</sup>	3.91±0.010 <sup>b</sup>	7.59±0.000 <sup>a</sup>
	2	0.93	0.59	28.89±0.040 <sup>c</sup>	3.86±0.080 <sup>ab</sup>	7.50±0.160 <sup>a</sup>
	3	0.91	0.66	27.29±0.010 <sup>b</sup>	3.64±0.030 <sup>a</sup>	7.50±0.060 <sup>a</sup>
	4	0.88	0.66	26.20±0.065 <sup>a</sup>	3.62±0.010 <sup>a</sup>	7.25±0.125 <sup>a</sup>
$\bar{X}$		0.96±0.006	0.58±0.015	29.77±0.372	3.97±0.040	7.52±0.160
		0.95±0.011	0.60±0.005	29.01±0.317	3.92±0.030	7.40±0.080
		0.92±0.018	0.62±0.015	27.85±0.486	3.76±0.040	7.40±0.100
		0.89±0.025	0.62±0.013	26.80±0.686	3.79±0.080	7.07±0.100

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

Toplam tekli doymamış yağ asitlerinde (MUFA) en yüksek oranda oleik asit %  $13.08 \pm 0.141$  ve daha sonra palmiteloik asit %  $5.43 \pm 0.104$  olduğu bulunmuştur (Çizelge 5.4.2).

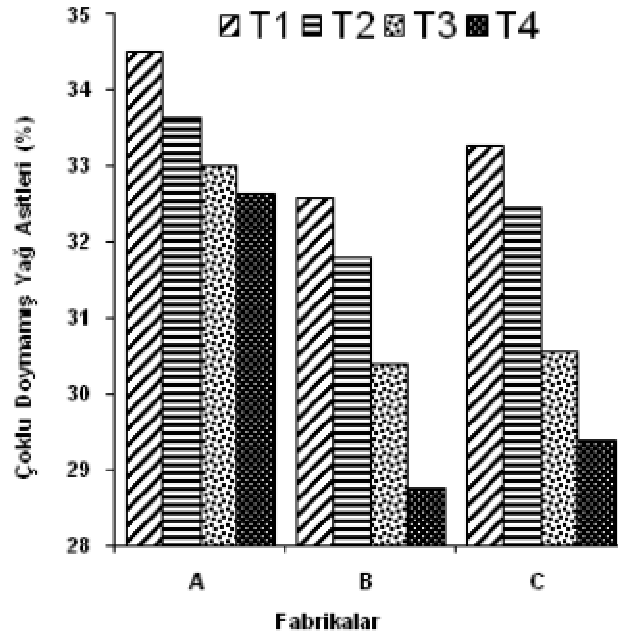


**Şekil 5.4.2.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen  $\Sigma$ MUFA oranı

A fabrikasında (sırasıyla;  $18.86 \pm 0.055$ ,  $20.52 \pm 0.005$ ,  $19.66 \pm 0.035$ ,  $19.80 \pm 0.090$ ) en düşük MUFA oranı T1 grubunda, en yüksek T2 grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.4.2). Toplam MUFA oranları B fabrikasında (sırasıyla;  $21.29 \pm 0.020$ ,  $20.92 \pm 0.035$ ,  $21.55 \pm 0.020$ ,  $21.12 \pm 0.010$ ) en düşük T2 grubunda, en yüksek değer ise T3 grubunda tespit edilmiş ve tespit edilen istatistiki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında (sırasıyla;  $20.32 \pm 0.020$ ,  $20.37 \pm 0.080$ ,  $22.04 \pm 0.005$ ,  $22.06 \pm 0.005$ ) MUFA oranı en düşük T1 grubunda, en yüksek T4 grubunda bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ). Tazelik grupları arasında tespit edilen farklar önemli olmasına rağmen toplam MUFA oranları kararsız bir yapı gösterdiği belirlenmiştir.

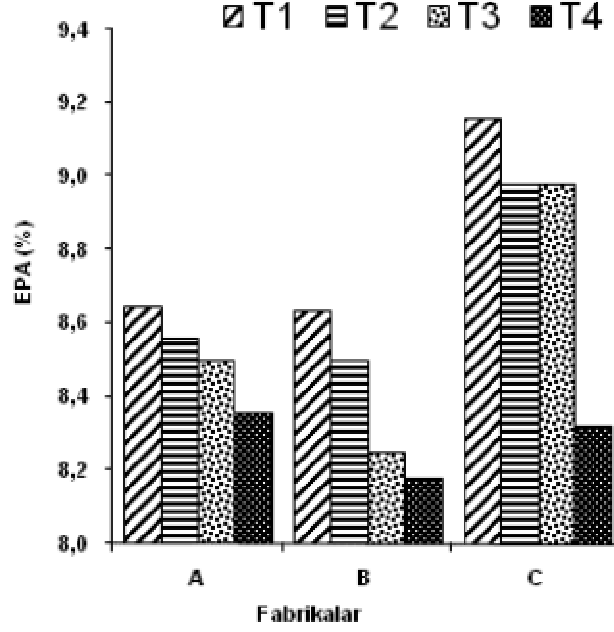
Toplam çoklu doymamış yağ asit (PUFA) içeriğinde en yüksek yağ asidi dekozahegzaenoik asit (DHA) (%  $18.76 \pm 0.294$ ) olarak bulunurken, daha sonra eikosapentaenoik asit (EPA) (%  $8.59 \pm 0.062$ ) ve Linoleaidik (%  $2.19 \pm 0.026$ ) asitlerinden oluşmuştur (Çizelge 5.4.3).

A (sırasıyla;  $34.52 \pm 0.020$ ,  $33.65 \pm 0.060$ ,  $33.02 \pm 0.025$ ,  $32.64 \pm 0.120$ ), B (sırasıyla;  $32.60 \pm 0.005$ ,  $31.82 \pm 0.055$ ,  $30.42 \pm 0.020$ ,  $28.77 \pm 0.020$ ) ve C (sırasıyla;  $33.29 \pm 0.030$ ,  $32.48 \pm 0.030$ ,  $30.56 \pm 0.015$ ,  $29.42 \pm 0.035$ ) fabrikalarında en düşük PUFA oranları T4 gruplarında, en yüksek T1 gruplarında belirlenmiş ve yapılan istatistik analizlerde meydana gelen farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu hesaplanmıştır (Şekil 5.4.3). Tüm fabrikaların tazelik grupları arasında hammadde bayatladıkça elde edilen balık unlarında doymuş yağ asit oranlarının azaldığı bulunmuştur.



**Şekil 5.4.3.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen  $\Sigma$ PUFA oranı

A (sırasıyla;  $8.68 \pm 0.025$ ,  $8.56 \pm 0.035$ ,  $8.50 \pm 0.015$ ,  $8.36 \pm 0.025$ ), B (sırasıyla;  $8.64 \pm 0.010$ ,  $8.50 \pm 0.015$ ,  $8.25 \pm 0.020$ ,  $8.18 \pm 0.005$ ) ve C (sırasıyla;  $9.16 \pm 0.025$ ,  $8.98 \pm 0.010$ ,  $8.98 \pm 0.005$ ,  $8.32 \pm 0.025$ ) fabrikalarının tazelik grupları arasında en düşük EPA miktarları T4 gruplarında, en yüksek T1 gruplarında tespit edilmiş olup yapılan istatistik analizlerde. Tazelik grupları arasında meydana gelen farkların önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.4.4). Hammadde bayatladıkça A, B ve C fabrikalarında elde edilen balık ununda EPA değerinin azaldığı belirlenmiştir.

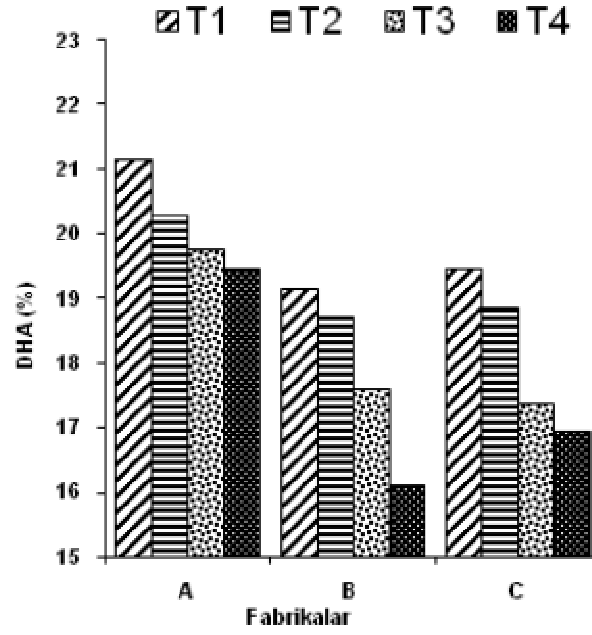


**Şekil 5.4.4.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen EPA oranı

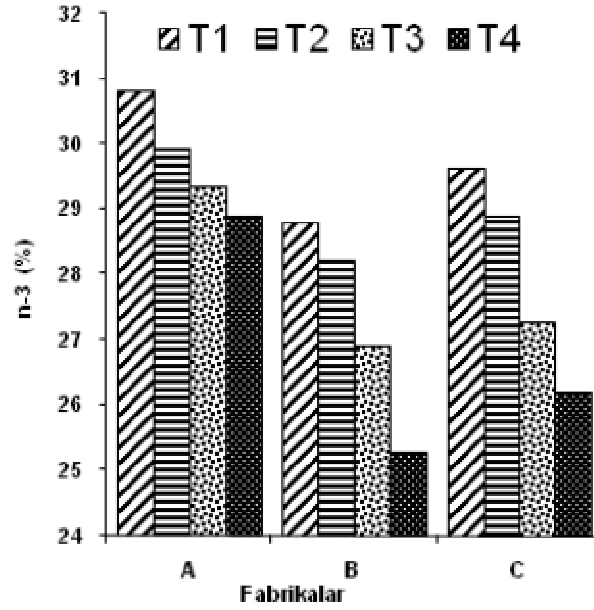
A fabrikalar en düşük DHA oranına T4 grubunda ( $19.46 \pm 0.020$ ), en yüksek T1 grubunda ( $21.18 \pm 0.035$ ) tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.4.5). DHA, B fabrikasında en düşük T4 grubunda ( $16.13 \pm 0.005$ ), en yüksek T1 grubunda ( $19.17 \pm 0.025$ ) tespit edilmiş ve tespit edilen istatistiki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında en düşük DHA miktarı T4 grubunda ( $16.96 \pm 0.035$ ), en yüksek T1 grubunda ( $19.47 \pm 0.005$ ) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ). Çalışmanın yürütüldüğü A, B ve C fabrikalarında hammadde bayatladıkça elde edilen üründe DHA oranının azaldığı tespit edilmiştir.

A fabrikasında üretilen balık ununda en düşük  $\omega 3$  oranı T4 ( $28.90 \pm 0.060$ ) grubunda, en yüksek T1 ( $30.85 \pm 0.030$ ) grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.4.6).  $\omega 3$ , B fabrikasında en düşük T4 grubunda ( $25.28 \pm 0.015$ ), en yüksek T1 grubunda ( $28.82 \pm 0.005$ ) tespit edilmiş ve tespit edilen istatistiki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında üretilen balık ununda en düşük  $\omega 3$  değeri T3 grubunda ( $26.20 \pm 0.065$ ), en yüksek T1 grubunda ( $29.65 \pm 0.025$ ) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen üründe  $\omega 3$  oranının azaldığı belirlenmiştir.

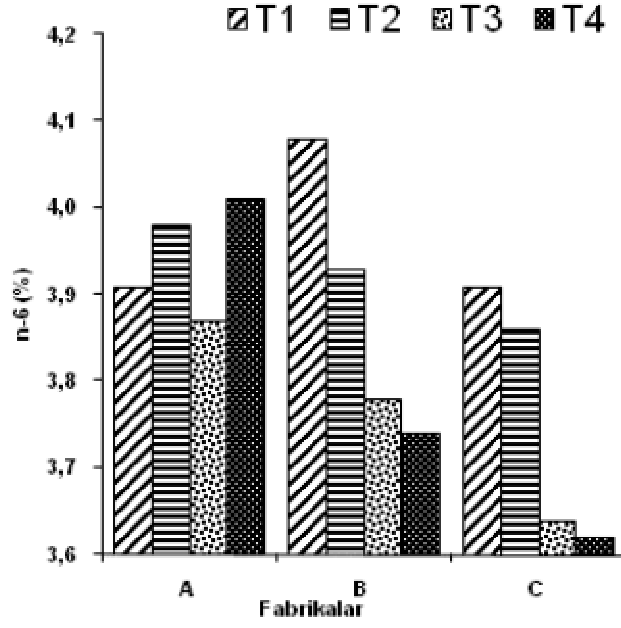




Şekil 5.4.5. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen DHA oranı



Şekil 5.4.6. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen  $\Sigma\omega 3$  oranı



**Şekil 5.4.7.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen  $\Sigma\omega_6$  oranı

A fabrikasında üretilen balık ununda  $\omega_6$  miktarı tazelik grupları arasında fark istatistiki olarak önemsiz ( $p>0.05$ ) ve ortalama olarak %  $3.94\pm 0.020$  bulunmuştur (Şekil 5.4.7). B fabrikasında T2, T3 ve T4 gruplarının  $\omega_6$  oranları arasında fark önemsiz, T1 daha yüksek ve belirlenen fark istatistiki olarak önemlidir ( $p<0.05$ ). C fabrikasında en düşük  $\omega_6$  T4 grubunda (%  $3.62\pm 0.010$ ), en yüksek T1 grubunda (%  $3.91\pm 0.010$ ) bulunmuş olup gruplar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). B ve C fabrikaların üretilen balık unlarında hammadde bayatladıkça  $\omega_6$  oranının azaldığı belirlenmiştir.

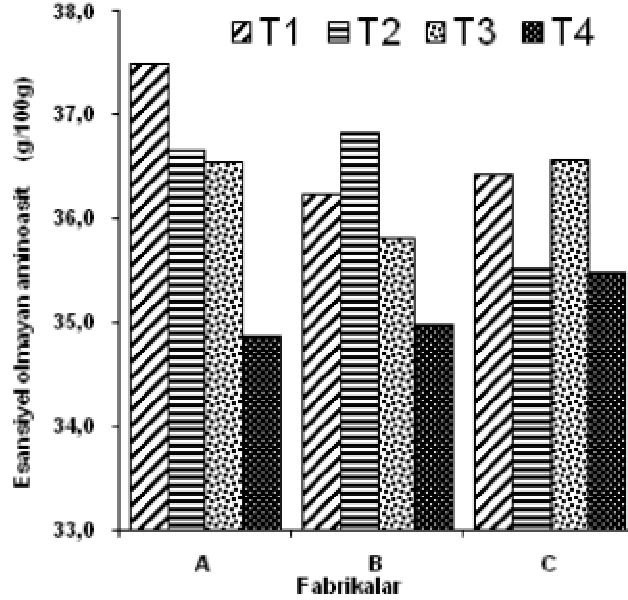
A fabrikasında üretilen balık ununda en düşük  $\omega_3/\omega_6$  oranı T4 ( $7.20\pm 0.080$ ) grubunda, en yüksek T1 ( $7.90\pm 0.020$ ) grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların önemli ( $p<0.05$ ) olduğu bulunmuştur.  $\omega_3/\omega_6$  oranı B fabrikasında, en düşük T4 grubunda ( $6.76\pm 0.080$ ) bulunmuş, T2 grubunda ( $7.19\pm 0.100$ ) ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). C fabrikasında en düşük  $\omega_3/\omega_6$  oranı T4 grubunda ( $7.25\pm 0.125$ ) rastlanmıştır ve en yüksek T1 grubunda ( $7.59\pm 0.000$ ) bulunmuş olup fabrikalar arasında fark istatistiki olarak önemsizdir ( $p<0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda  $\omega_3/\omega_6$  oranının azaldığı belirlenmiştir.

## 5.5. Balık Ununda Aminoasit Miktarları

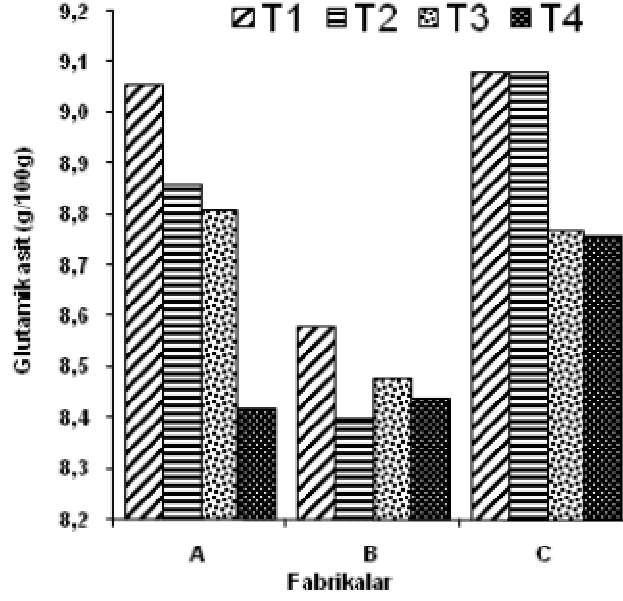
Proteinlerin yapı taşlarını oluşturan aminoasitler esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

### 5.5.1. Esansiyel Olmayan Aminoasitler

A fabrikasında (sırasıyla;  $42.08 \pm 0.030$ ,  $41.03 \pm 0.030$ ,  $40.77 \pm 0.150$ ,  $38.91 \pm 0.030$  g /100 g) üretilen balık ununda esansiyel olmayan aminoasit oranları tazelik derecesi azaldıkça azaldığı ve farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). B fabrikasında (sırasıyla;  $40.56 \pm 0.065$ ,  $40.46 \pm 0.050$ ,  $39.41 \pm 0.070$ ,  $38.84 \pm 0.125$  g /100 g) T1 ve T2 grupları arasında istatistiki fark önemsiz ( $p > 0.05$ ), diğer gruplar arasında ise fark istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) olup hammadde bayatladıkça elde edilen üründe esansiyel olmayan aminoasit miktarı azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 5.5.1.1). Esansiyel olmayan aminoasit miktarı C fabrikasında (sırasıyla;  $40.97 \pm 0.090$ ,  $39.57 \pm 0.060$ ,  $40.66 \pm 0.055$ ,  $39.75 \pm 0.005$  g /100 g) T2 ve T4 grupları arasında istatistiki olarak fark önemsiz ( $p > 0.05$ ), diğer gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur.



Şekil 5.5.1.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen esansiyel olmayan aminoasit oranı



**Şekil 5.5.1.2.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen glutamik asit miktarları

A fabrikasında (sırasıyla;  $9.06 \pm 0.025$ ,  $8.86 \pm 0.025$ ,  $8.81 \pm 0.020$ ,  $8.43 \pm 0.010$  g/100g) en düşük glutamik asit miktarı T4 grubunda, en yüksek T1 grubunda belirlenmiş ve yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5.1.2). B fabrikasında (sırasıyla;  $8.58 \pm 0.005$ ,  $8.40 \pm 0.025$ ,  $8.48 \pm 0.020$ ,  $8.44 \pm 0.030$  g/100g) glutamik asit en düşük T3 grubunda, en yüksek T1 tespit edilmiştir. T2, T3 ve T4 tazelik gruplarında istatistiki fark önemsizken T1 diğer tazelik gruplarından daha yüksek ve fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında (sırasıyla;  $9.08 \pm 0.035$ ,  $9.08 \pm 0.040$ ,  $8.77 \pm 0.020$ ,  $8.76 \pm 0.020$  g/100g) en düşük glutamik asit T3 grubunda, en yüksek T1 grubunda bulunmuş olup gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda glutamik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 5.5.1.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda esansiyel olmayan, esansiyel aminoasit değerleri ile esansiyel aminoasitin esansiyel olmayan aminoasit oranı

Fabrika	Tazelik	<b>EOAA %</b>	<b>EAA %</b>	<b>EAA/EOAA</b>
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	37.50±0.020 <sup>c</sup>	39.13±0.010 <sup>c</sup>	1.04±0.000 <sup>c</sup>
	2	36.67±0.020 <sup>b</sup>	38.90±0.115 <sup>c</sup>	1.06±0.000 <sup>d</sup>
	3	36.56±0.065 <sup>b</sup>	36.62±0.015 <sup>b</sup>	1.00±0.000 <sup>b</sup>
	4	34.88±0.025 <sup>a</sup>	33.13±0.120 <sup>a</sup>	0.95±0.000 <sup>a</sup>
B	1	36.25±0.035 <sup>c</sup>	39.06±0.075 <sup>d</sup>	1.08±0.000 <sup>b</sup>
	2	36.84±0.045 <sup>d</sup>	36.78±0.020 <sup>c</sup>	1.00±0.000 <sup>a</sup>
	3	35.81±0.040 <sup>b</sup>	35.67±0.075 <sup>b</sup>	1.00±0.005 <sup>a</sup>
	4	34.98±0.075 <sup>a</sup>	34.54±0.115 <sup>a</sup>	0.98±0.005 <sup>a</sup>
C	1	36.44±0.005 <sup>b</sup>	38,37±0.050 <sup>d</sup>	1.05±0.000 <sup>b</sup>
	2	35.52±0.055 <sup>a</sup>	37.55±0.020 <sup>c</sup>	1.06±0.000 <sup>b</sup>
	3	36.58±0.020 <sup>b</sup>	36.34±0.065 <sup>b</sup>	1.00±0.005 <sup>a</sup>
	4	35.50±0.035 <sup>a</sup>	35.93±0.020 <sup>a</sup>	1.01±0.000 <sup>a</sup>
$\bar{X}$		36.73±0.246	38.86±0.156	1.06±0.008
		36.34±0.265	37.75±0.394	1.04±0.013
		36.32±0.162	36.21±0.182	1.00±0.002
		35.12±0.122	34.53±0.513	0.98±0.011

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

**Çizelge 5.5.1.1.** Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel olmayan aminoasitlerden aspartik asit, glutamik asit, asparajin, serin, glutamin ve glisin değerleri (g/100g)

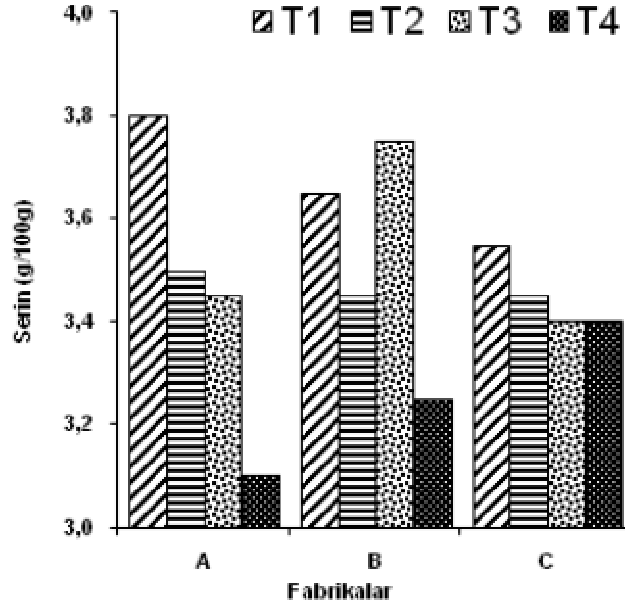
F	T	<b>Aspartik asit</b>	<b>Glutamik asit</b>	<b>Asparajin</b>	<b>Serin</b>	<b>Glutamin</b>	<b>Glisin</b>
		Ort ± Std Hata	Ort ± Std Hata	Ort ±Std Hata	Ort ±Std Hata	Ort ± Std Hata	Ort± Std Hata
A	1	5.96±0.025 <sup>c</sup>	9.06±0.025 <sup>c</sup>	1.58±0.010 <sup>c</sup>	3.80±0.005 <sup>c</sup>	1.25±0.050 <sup>b</sup>	2.46±0.020 <sup>a</sup>
	2	5.70±0.015 <sup>ab</sup>	8.86±0.025 <sup>b</sup>	1.65±0.020 <sup>c</sup>	3.50±0.005 <sup>b</sup>	1.31±0.010 <sup>b</sup>	2.47±0.020 <sup>a</sup>
	3	5.77±0.010 <sup>b</sup>	8.81±0.020 <sup>b</sup>	1.30±0.005 <sup>a</sup>	3.45±0.050 <sup>b</sup>	1.01±0.010 <sup>a</sup>	2.54±0.005 <sup>ab</sup>
	4	5.67±0.010 <sup>a</sup>	8.43±0.010 <sup>a</sup>	1.42±0.010 <sup>b</sup>	3.10±0.005 <sup>a</sup>	1.10±0.005 <sup>a</sup>	2.58±0.005 <sup>b</sup>
B	1	5.76±0.025 <sup>a</sup>	8.58±0.005 <sup>b</sup>	2.00±0.010 <sup>d</sup>	3.65±0.050 <sup>b</sup>	1.11±0.010 <sup>ab</sup>	2.24±0.025 <sup>a</sup>
	2	5.70±0.015 <sup>a</sup>	8.40±0.025 <sup>a</sup>	1.96±0.005 <sup>c</sup>	3.45±0.050 <sup>ab</sup>	1.15±0.050 <sup>ab</sup>	2.30±0.005 <sup>ab</sup>
	3	5.66±0.025 <sup>a</sup>	8.48±0.020 <sup>ab</sup>	1.32±0.005 <sup>b</sup>	3.75±0.050 <sup>b</sup>	1.32±0.015 <sup>b</sup>	2.42±0.005 <sup>b</sup>
	4	5.72±0.010 <sup>a</sup>	8.44±0.030 <sup>a</sup>	1.22±0.005 <sup>a</sup>	3.25±0.050 <sup>a</sup>	0.95±0.050 <sup>a</sup>	2.46±0.030 <sup>b</sup>
C	1	5.85±0.025 <sup>a</sup>	9.08±0.035 <sup>b</sup>	1.64±0.015 <sup>c</sup>	3.55±0.050 <sup>a</sup>	1.15±0.050 <sup>ab</sup>	2.49±0.015 <sup>b</sup>
	2	5.84±0.025 <sup>a</sup>	9.08±0.040 <sup>b</sup>	1.14±0.005 <sup>a</sup>	3.45±0.050 <sup>a</sup>	0.99±0.010 <sup>a</sup>	2.20±0.040 <sup>a</sup>
	3	6.04±0.005 <sup>b</sup>	8.77±0.020 <sup>a</sup>	1.60±0.010 <sup>c</sup>	3.40±0.005 <sup>a</sup>	1.35±0.050 <sup>b</sup>	2.54±0.005 <sup>b</sup>
	4	5.98±0.015 <sup>b</sup>	8.76±0.020 <sup>a</sup>	1.44±0.015 <sup>b</sup>	3.41±0.005 <sup>a</sup>	1.19±0.010 <sup>ab</sup>	2.60±0.005 <sup>b</sup>

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

**Çizelge 5.5.1.1.** (Devam) Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel olmayan aminoasitlerden prolin, hidroksiprolin, sistin, tirozin ve alanin miktarları (g/100g)

F	T	<b>Prolin</b>	<b>Hidroksiprolin</b>	<b>Sistin</b>	<b>Tirozin</b>	<b>Alanin</b>
		Ort $\pm$ Std Hata	Ort $\pm$ Std Hata	Ort $\pm$ Std Hata	Ort $\pm$ Std Hata	Ort $\pm$ Std Hata
A	1	3.27 $\pm$ 0.010 <sup>c</sup>	1.20 $\pm$ 0.005 <sup>c</sup>	0.42 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>	1.81 $\pm$ 0.015 <sup>a</sup>	5.10 $\pm$ 0.020 <sup>c</sup>
	2	3.28 $\pm$ 0.015 <sup>c</sup>	0.94 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	0.40 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	1.69 $\pm$ 0.010 <sup>ab</sup>	4.97 $\pm$ 0.010 <sup>bc</sup>
	3	3.20 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	1.10 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	1.33 $\pm$ 0.040 <sup>c</sup>	1.73 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>	4.83 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>
	4	2.80 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	1.12 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>	1.15 $\pm$ 0.020 <sup>b</sup>	1.60 $\pm$ 0.035 <sup>b</sup>	4.53 $\pm$ 0.050 <sup>a</sup>
B	1	2.72 $\pm$ 0.015 <sup>b</sup>	1.18 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	1.15 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	1.60 $\pm$ 0.025 <sup>c</sup>	4.75 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>
	2	2.72 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>	1.02 $\pm$ 0.005 <sup>ab</sup>	1.27 $\pm$ 0.020 <sup>b</sup>	2.14 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	4.69 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>
	3	2.66 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	1.16 $\pm$ 0.055 <sup>b</sup>	0.77 $\pm$ 0.030 <sup>a</sup>	2.19 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>	4.74 $\pm$ 0.025 <sup>a</sup>
	4	2.73 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	0.98 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	1.21 $\pm$ 0.020 <sup>b</sup>	1.90 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>	4.69 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>
C	1	3.22 $\pm$ 0.005 <sup>c</sup>	1.18 $\pm$ 0.025 <sup>b</sup>	0.33 $\pm$ 0.025 <sup>a</sup>	1.80 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	4.77 $\pm$ 0.025 <sup>b</sup>
	2	3.16 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	1.16 $\pm$ 0.015 <sup>b</sup>	0.46 $\pm$ 0.020 <sup>b</sup>	1.80 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>	4.54 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>
	3	3.14 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>	1.50 $\pm$ 0.015 <sup>c</sup>	0.85 $\pm$ 0.020 <sup>c</sup>	1.85 $\pm$ 0.030 <sup>a</sup>	4.60 $\pm$ 0.015 <sup>a</sup>
	4	3.08 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	0.92 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>	0.48 $\pm$ 0.015 <sup>b</sup>	1.88 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>	4.62 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)



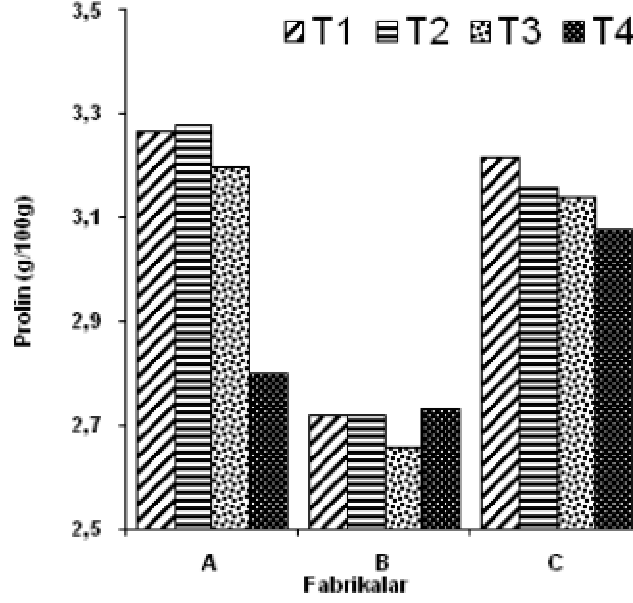
**Şekil 5.5.1.3.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen serin miktarları

A fabrikasında (sırasıyla;  $3.80 \pm 0.005$ ,  $3.50 \pm 0.005$ ,  $3.45 \pm 0.050$ ,  $3.10 \pm 0.005$  g/100g) üretilen balık ununda en düşük serin T4 grubunda, en yüksek T1 grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkın önemli olduğu ( $p < 0.05$ ) belirlenmiştir (Şekil 5.5.1.3). Serin, B fabrikasında (sırasıyla;  $3.65 \pm 0.050$ ,  $3.45 \pm 0.050$ ,  $3.75 \pm 0.050$ ,  $3.25 \pm 0.050$  g/100g) en düşük T4 grubunda, en yüksek değer ise T3 grubunda tespit edilmiş ve tespit edilen istatistiki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında (sırasıyla;  $3.55 \pm 0.050$ ,  $3.45 \pm 0.050$ ,  $3.40 \pm 0.005$ ,  $3.41 \pm 0.005$  g/100g) en düşük serin T3 grubunda en yüksek T1 grubunda bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki fark önemlidir ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda serin değerinin azaldığı bulunmuştur.

A fabrikasında (sırasıyla;  $3.27 \pm 0.010$ ,  $3.28 \pm 0.015$ ,  $3.20 \pm 0.010$ ,  $2.80 \pm 0.005$  g/100g) en düşük prolin T4 grubunda, en yüksek T2 grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5.1.4). Prolin, B fabrikasında (sırasıyla;  $2.72 \pm 0.015$ ,  $2.72 \pm 0.005$ ,  $2.66 \pm 0.005$ ,  $2.73 \pm 0.010$  g/100g) T1, T2 ve T4 tazelik grupları arasında fark istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ). C fabrikasında (sırasıyla;  $3.22 \pm 0.005$ ,  $3.16 \pm 0.010$ ,  $3.14 \pm 0.005$ ,  $3.08 \pm 0.005$  g/100g) en düşük prolin T4 grubunda ( $3.08 \pm 0.005$  g/100g), en yüksek T1 grubunda ( $3.22 \pm 0.025$  g/100g) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ). A ve C fabrikalarında hammadde bayatladıkça



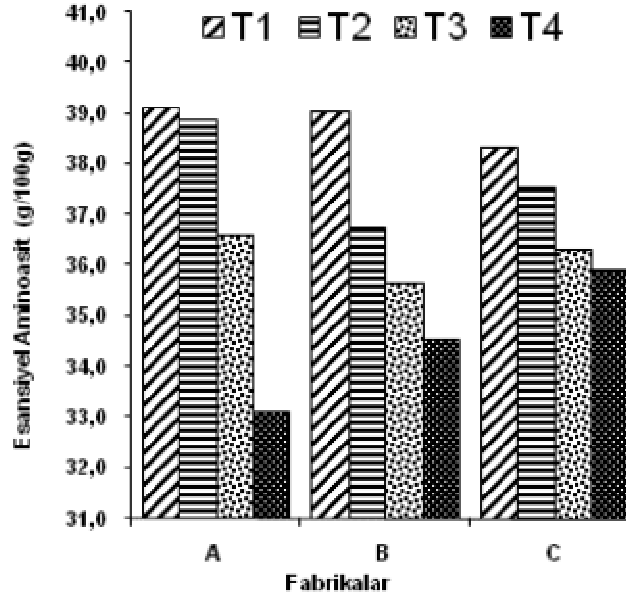
elde edilen balık ununda prolin miktarının azaldığı, B fabrikasında ise kararsız olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.5.1.4. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen prolin miktarları

### 5.5.2. Esansiyel Aminoasitler

Esansiyel aminoasit miktarı A (sırasıyla;  $34.56 \pm 0.005$ ,  $34.54 \pm 0.115$ ,  $32.46 \pm 0.045$ ,  $29.12 \pm 0.090$  g /100 g), B (sırasıyla;  $34.82 \pm 0.065$ ,  $33.11 \pm 0.005$ ,  $32.07 \pm 0.060$ ,  $30.70 \pm 0.115$  g /100 g) ve C fabrikasında (sırasıyla;  $33.86 \pm 0.025$ ,  $33.50 \pm 0.045$ ,  $32.26 \pm 0.040$ ,  $31.64 \pm 0.005$  g /100 g) değerleri incelendiğinde (Çizelge 5.5.2.1) hammadde bayatladıkça edilen balık ununda azaldığı ve farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 5.5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen esansiyel aminoasit miktarları

Çizelge 5.5.2.1. Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel aminoasitlerden threonin, valin, lizin, triptofan ve fenilalanin değerleri (g/100g)

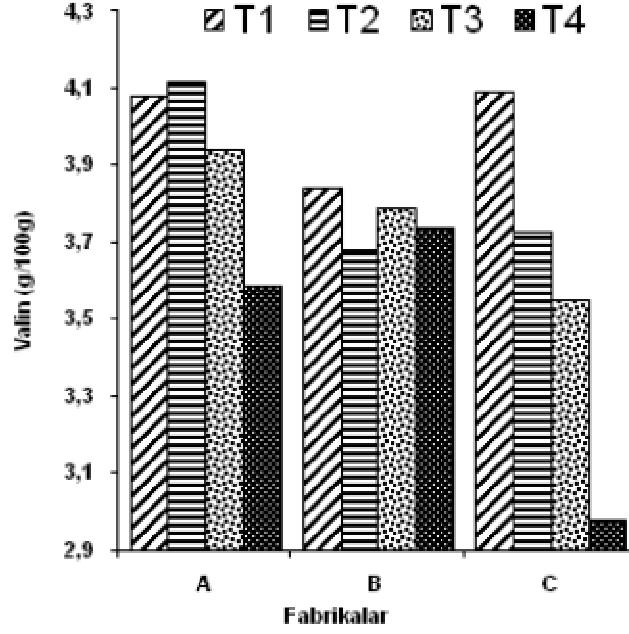
Fabrika	Tazelik	Threonin	Valin	Lizin	Triptofan	Fenilalanin
		Ort	Ort	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	2.89±0.020 <sup>b</sup>	4.08±0.005 <sup>c</sup>	5.56±0.015 <sup>c</sup>	1.27±0.005 <sup>bc</sup>	2.92±0.005 <sup>a</sup>
	2	2.90±0.015 <sup>b</sup>	4.12±0.005 <sup>c</sup>	5.56±0.015 <sup>c</sup>	1.30±0.020 <sup>c</sup>	3.22±0.030 <sup>c</sup>
	3	2.82±0.015 <sup>b</sup>	3.94±0.005 <sup>b</sup>	5.36±0.015 <sup>b</sup>	1.23±0.005 <sup>b</sup>	3.18±0.005 <sup>bc</sup>
	4	2.54±0.015 <sup>a</sup>	3.55±0.010 <sup>a</sup>	4.80±0.005 <sup>a</sup>	1.06±0.005 <sup>a</sup>	3.05±0.035 <sup>b</sup>
B	1	2.72±0.025 <sup>b</sup>	3.84±0.010 <sup>c</sup>	5.34±0.010 <sup>d</sup>	1.17±0.005 <sup>ab</sup>	3.30±0.025 <sup>b</sup>
	2	2.62±0.015 <sup>ab</sup>	3.68±0.010 <sup>a</sup>	5.23±0.010 <sup>c</sup>	1.18±0.005 <sup>ab</sup>	3.16±0.005 <sup>a</sup>
	3	2.52±0.025 <sup>a</sup>	3.79±0.010 <sup>bc</sup>	5.13±0.010 <sup>b</sup>	1.24±0.005 <sup>b</sup>	3.32±0.015 <sup>b</sup>
	4	2.51±0.005 <sup>a</sup>	3.74±0.005 <sup>b</sup>	4.94±0.005 <sup>a</sup>	1.11±0.030 <sup>a</sup>	3.12±0.005 <sup>a</sup>
C	1	2.84±0.030 <sup>a</sup>	4.10±0.005 <sup>d</sup>	5.32±0.010 <sup>b</sup>	1.38±0.005 <sup>b</sup>	2.86±0.005 <sup>a</sup>
	2	2.66±0.035 <sup>a</sup>	3.73±0.010 <sup>c</sup>	5.24±0.005 <sup>a</sup>	1.48±0.005 <sup>c</sup>	3.14±0.005 <sup>b</sup>
	3	2.79±0.030 <sup>a</sup>	3.55±0.015 <sup>b</sup>	5.21±0.010 <sup>a</sup>	1.04±0.020 <sup>a</sup>	3.09±0.015 <sup>b</sup>
	4	3.10±0.040 <sup>b</sup>	2.98±0.025 <sup>a</sup>	5.20±0.010 <sup>a</sup>	1.31±0.010 <sup>b</sup>	3.22±0.010 <sup>c</sup>

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0.05$ )

**Çizelge 5.5.2.1.** (devam) Fabrikaların tazelik gruplarındaki balık ununda bulunan esansiyel aminoasitlerden izolosin, losin, arjinin, histidin ve methionin değerleri (g/100g)

F	T	<b>İzolosin</b>	<b>Losin</b>	<b>Arjinin</b>	<b>Histidin</b>	<b>Methionin</b>
		Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata	Ort±Std Hata
A	1	2.95±0.005 <sup>d</sup>	7.24±0.015 <sup>bc</sup>	6.37±0.010 <sup>c</sup>	3.12±0.025 <sup>c</sup>	2.72±0.015 <sup>c</sup>
	2	2.85±0.010 <sup>c</sup>	7.30±0.025 <sup>c</sup>	6.06±0.010 <sup>b</sup>	3.04±0.020 <sup>c</sup>	2.58±0.005 <sup>b</sup>
	3	2.74±0.015 <sup>b</sup>	7.11±0.030 <sup>b</sup>	5.89±0.010 <sup>b</sup>	1.81±0.030 <sup>b</sup>	2.54±0.015 <sup>b</sup>
	4	2.64±0.005 <sup>a</sup>	6.20±0.040 <sup>a</sup>	5.60±0.065 <sup>a</sup>	1.26±0.025 <sup>a</sup>	2.42±0.005 <sup>a</sup>
B	1	3.68±0.005 <sup>c</sup>	7.40±0.005 <sup>d</sup>	5.84±0.035 <sup>a</sup>	3.20±0.015 <sup>d</sup>	2.58±0.010 <sup>b</sup>
	2	3.03±0.010 <sup>b</sup>	7.02±0.015 <sup>b</sup>	5.81±0.020 <sup>a</sup>	2.58±0.015 <sup>c</sup>	2.46±0.015 <sup>a</sup>
	3	2.95±0.010 <sup>a</sup>	7.10±0.015 <sup>c</sup>	5.78±0.025 <sup>a</sup>	1.31±0.005 <sup>b</sup>	2.52±0.005 <sup>ab</sup>
	4	3.01±0.010 <sup>b</sup>	6.66±0.015 <sup>a</sup>	5.74±0.005 <sup>a</sup>	1.19±0.015 <sup>a</sup>	2.50±0.020 <sup>a</sup>
C	1	2.90±0.020 <sup>a</sup>	7.02±0.015 <sup>a</sup>	6.31±0.030 <sup>b</sup>	2.93±0.020 <sup>d</sup>	2.73±0.020 <sup>c</sup>
	2	3.20±0.005 <sup>c</sup>	7.11±0.010 <sup>b</sup>	5.85±0.055 <sup>a</sup>	2.76±0.015 <sup>c</sup>	2.38±0.015 <sup>b</sup>
	3	3.08±0.015 <sup>b</sup>	7.22±0.015 <sup>c</sup>	5.92±0.005 <sup>a</sup>	2.03±0.030 <sup>b</sup>	2.38±0.020 <sup>b</sup>
	4	3.14±0.010 <sup>bc</sup>	7.33±0.020 <sup>d</sup>	6.16±0.010 <sup>b</sup>	1.20±0.025 <sup>a</sup>	2.28±0.010 <sup>a</sup>

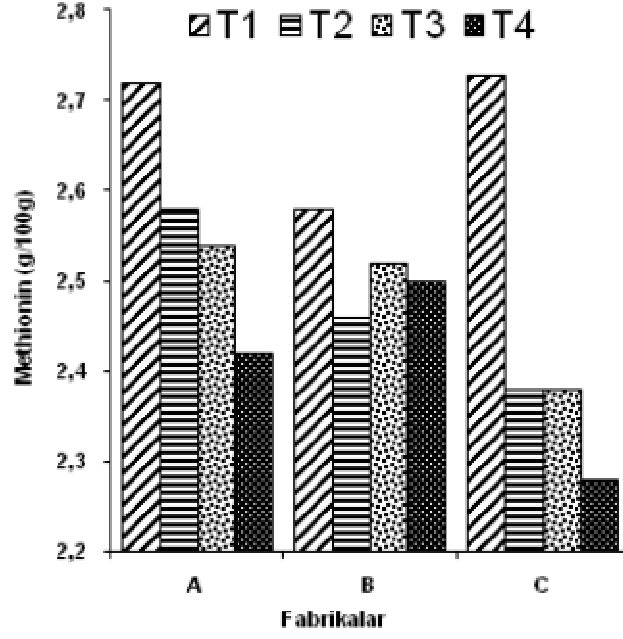
Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)



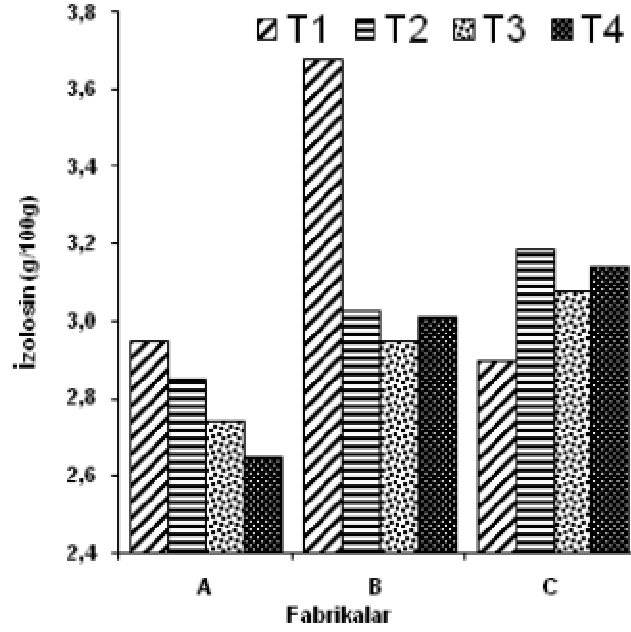
**Şekil 5.5.2.2.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen valin miktarları

A fabrikasında en düşük valin T4 ( $3.55 \pm 0.010$  g/100g) grubunda, en yüksek T2 ( $4.12 \pm 0.005$  g/100g) grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5.2.2). Valin, B fabrikasında en düşük T2'de ( $3.68 \pm 0.010$  g/100g), en yüksek değer ise T1'de ( $3.84 \pm 0.010$  g/100g) tespit edilmiş olup istatistiki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında en düşük valin T4 grubunda ( $2.98 \pm 0.025$  g/100g), en yüksek T1 grubunda ( $4.09 \pm 0.010$  g/100g) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda valin değerinin azaldığı bulunmuştur.

A fabrikasında en düşük methionin T4 ( $2.42 \pm 0.016$  g/100g) grubunda, en yüksek T1 ( $2.72 \pm 0.015$  g/100g) grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5.2.3). Methionin miktarı B fabrikasında en düşük T2 grubunda ( $2.46 \pm 0.015$  g/100g), en yüksek T1 grubunda ( $2.58 \pm 0.010$  g/100g) tespit edilmiş ve tespit edilen istatistiki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). C fabrikasında en düşük methionin miktarı T4 grubunda ( $2.28 \pm 0.010$  g/100g), en yüksek T1 grubunda ( $2.73 \pm 0.020$  g/100g) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda methionin miktarının azaldığı tespit edilmiştir.



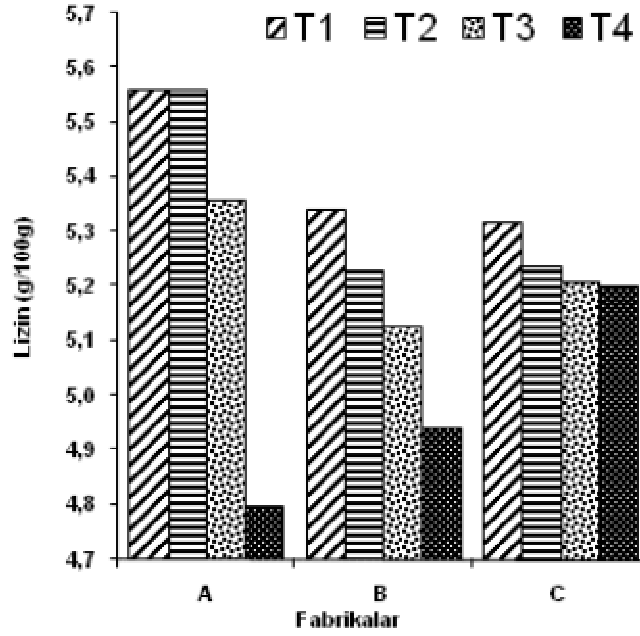
Şekil 5.5.2.3. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen methionin miktarları



Şekil 5.5.2.4. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen izolozin miktarları

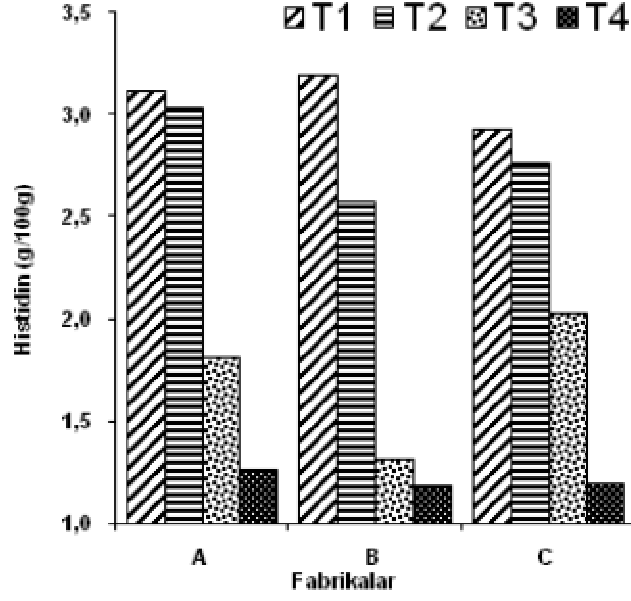
A fabrikasında (sırasıyla;  $2.95 \pm 0.005$ ,  $2.85 \pm 0.010$ ,  $2.74 \pm 0.015$ ,  $2.64 \pm 0.005$  g/100g) en düşük izolozin miktarına T4 grubunda, en yüksek T1 grubunda tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5.2.4). A fabrikasında hammadde bayatladıkça izolozin miktarının azaldığı belirlenmiştir. İzolozin B fabrikasında (sırasıyla;  $3.68 \pm 0.005$ ,  $3.03 \pm 0.010$ ,

2.95±0.010, 3.01±0.010 g/100g) en düşük T3 grubunda, en yüksek değer ise T1 grubunda tespit edilmiş ve istatistiki farkın önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05). C fabrikasında (sırasıyla; 2.90±0.020, 3.20±0.005, 3.08±0.015, 3.14±0.010 g/100g) en düşük izolosin miktarı T1 grubunda (2.90±0.020 g/100g), en yüksek T2 grubunda (3.19±0.010 g/100g) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir (p<0.05). B ve C fabrikalarında hammadde tazeliğine göre değişimin kararsız olduğu gözlemlenmiştir.



**Şekil 5.5.2.5.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen lizin miktarları

A fabrikasında üretilen balık ununda en düşük lizin T4'de (4.80±0.005 g/100g), en yüksek T1'de (5.56±0.015 g/100g) tespit edilmiş olup yapılan istatistiki analizlerde meydana gelen farkların tazelik grupları arasında önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5.2.5). B fabrikasının da en düşük lizin T4'de (4.94±0.005 g/100g), en yüksek ise T1 grubunda (5.34±0.010 g/100g) tespit edilmiş ve tazelik grupları arasında tespit edilen farkın istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05). C fabrikasında en düşük lizin T3 grubunda (5.20±0.010 g/100g), en yüksek T1 grubunda (5.32±0.010 g/100g) bulunmuş olup gruplar arasındaki istatistiki farklar önemlidir (p<0.05). Hammadde bayatladıkça elde edilen balık ununda lizin miktarının azaldığı belirlenmiştir.



**Şekil 5.5.2.6.** Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen histidin miktarları

Fabrikaların tazelik grupları incelendiğinde en yüksek histidin değerleri T1 gruplarında, en düşük ise T4 gruplarında tespit edilmiştir (Şekil 5.5.2.6). A (sırasıyla; 3.12±0.025, 3.04±0.020, 1.81±0.030, 1.26±0.025 g/100 g), B (sırasıyla; 3.20±0.015, 2.58±0.015, 1.31±0.005, 1.19±0.015 g/100 g) ve C (sırasıyla; 2.93±0.020, 2.76±0.015, 2.03±0.030, 1.20±0.025 g/100 g) fabrikalarının tazelik grupları arasında tespit edilen fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). Hammadde bayatladıkça elde edilen üründe histidin miktarı azalmaktadır.

### 5.6. Balık ununda Histamin Değerleri

Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen değerler çizelge 5.6.1’de gösterildiği gibidir.

**Çizelge 5.6.1.** Balık ununda histamin (ppm) değerinin tanımlayıcı istatistikleri

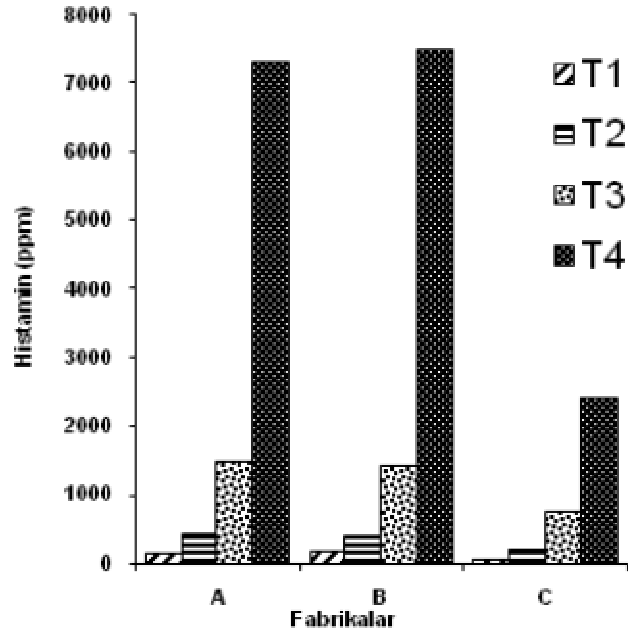
Fabrika	Tazelik	Histamin (ppm)
		Ort±Std Hata
A	1	124.74±0.891 <sup>a</sup>
	2	409.42±3.608 <sup>b</sup>
	3	1480.67±10.778 <sup>c</sup>
	4	7323.8±13.520 <sup>d</sup>
bB	1	166.61±2.094 <sup>a</sup>
	2	405.74±6.871 <sup>b</sup>
	3	1413.59±5.900 <sup>c</sup>
	4	7497.45±10.670 <sup>d</sup>
C	1	43.6±0.605 <sup>a</sup>
	2	193.95±1.391 <sup>b</sup>
	3	758.28±8.162 <sup>c</sup>
	4	2407.69±11.800 <sup>d</sup>
$\bar{X}$		111.65±22.847
		336.37±45.089
		1217.51±145.789
		5742.98±1055.201

Her bir fabrikadaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen tazelik ortalamaları arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)

Balık ununda histamin analizlerinin değerlendirilmesi sonunda tazelik grupları arasında gözlemlenen farkın istatistiki olarak A (sırasıyla; 124.74±0.891, 409.42±3.608, 1480.67±10.778, 7323.8±13.520 ppm), B (sırasıyla; 166.61±2.094, 405.74±6.871, 1413.59±5.900, 7497.45±10.670 ppm) ve C (sırasıyla; 43.6±0.605, 193.95±1.391, 758.28±8.162, 2407.69±11.800 ppm) fabrikalarında önemli bulunduğu (p<0.05) belirlenmiştir (Şekil 5.6.1.2). Hammadde bayatladıkça elde edilen üründe histamin oranı artmaktadır. Evaporatör sistemi bulunmayan C fabrikasında diğer evaporatör sistemi



bulunan A ve B fabrikalarının aynı tazelik gruplarına göre daha az oranda histamin içerdiği bulunmuştur.



Şekil 5.6.1. Fabrikaların tazelik gruplarında tespit edilen histamin değeri

## 6. TARTIŞMA

Araştırmada hammadde tazeliğinin kalite üzerine etkisinin tespit edilebilmesi için 4 farklı tazelik grubu oluşturulmuş ve bu gruplardan numuneler alınmıştır. Alınan numunelerinin tazelik değerlerinin tespit edilebilmesi için TVB-N ve TBA analizleri yapılmıştır. Oluşturulan gruplarda yapılan besin kompozisyonu analizleri ile en yüksek kalitedeki balık unu tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen kalite değerlerinin dünya balık unu pazarında oluşturulan kalite sınıflarındaki yeri irdelenmiştir.

Balık unu ve yağ fabrikalarında hammadde olarak kullanılan hamsi balığının çalışma süresince ortalama ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranları sırasıyla %  $16.37 \pm 0.046$ , %  $12.78 \pm 0.024$ , %  $67.37 \pm 0.057$ , %  $2.68 \pm 0.039$  olarak tespit edilmiştir. Hamsi balığında ham protein, ham yağ, nem ve ham kül analiz sonuçlarını Şengör ve ark. (1999) (sırasıyla; % 16.65, 2.35, 75.73, 1.50), Ayas (2006) (sırasıyla; %  $19.56 \pm 0.52$ ,  $4.72 \pm 0.26$ ,  $73.80 \pm 0.69$  ve  $1.39 \pm 0.06$ ), Ergün ve ark. (2006) (sırasıyla; % 20.8, 9.2, 3.0, 66.6), Galdos ve ark (2002) ham protein oranını % 18.07-20.79, ham yağ oranı % 0.91-13.26, ham kül oranını % 1.38-2.49 ve nem oranı % 68.20-76.73 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Kaya ve Turan (2010), Karadeniz hamsisinin ham protein ve ham yağ oranını sırasıyla %  $17.18 \pm 0.125$ ,  $16.68 \pm 0.948$  olarak bildirmişlerdir. Balıkta besin kompozisyonu tür, bölge, zaman, balık büyüklüğü vb. nedenlerinden dolayı balığın besin kompozisyonu sonuçları değişmektedir (Çaklı, 2007).

Biyojen aminler su ürünleri ve karasal hayvanların beslenmesinde araştırılmış, büyüme ve yem değerlendirme üzerine olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir (Harry ve ark., 1975; Osuna, 1985; Grant ve ark., 1989; Smith, 1990; Huisman ve ark., 1992; Cowey ve Cho, 1992; Bakker, 1994; Sousadias ve Smith, 1995; Mogridge ve ark., 1996; Smith ve ark., 1996; Mendoza ve ark., 1997; Aksnes ve Mundheim, 1997; Fairgrieve ve ark., 1994; Ricque ve ark., 1998; Opstvedt ve ark., 2000). TVB-N değeri  $20.83 \pm 1.099$  mg N/100g olan T1 grubunda histamin oranları sırasıyla  $124.74 \pm 0.891$ ,  $166.61 \pm 2.094$  ve  $43.6 \pm 0.605$  ppm, TVB-N değeri  $48.82 \pm 1.579$  mg N/100g olan T2'de sırasıyla;  $409.42 \pm 3.608$ ,  $405.74 \pm 6.871$ ,  $193.95 \pm 1.391$  ppm, TVB-N değeri  $73.67 \pm 1.733$  mg N/100g olan T3'de sırasıyla;  $1480.67 \pm 10.778$ ,  $1413.59 \pm 5.900$  ve  $758.28 \pm 8.162$  ppm ve TVB-N değeri  $123.25 \pm 3.228$  mg N/100g olan T4'de sırasıyla;  $7323.8 \pm 13.52$ ,  $7497.45 \pm 10.67$  ve  $2407.69 \pm 11.8$  ppm olarak bulunmuştur. Aksnes ve Mundheim (1997), TVB-N değeri 15 mg N/100g ve 123.6 mg N/100g tazelik değerinde balıkların

işlenmesi ile elde edilen balık unlarında histamin oranlarını 1. grupta 0.10 ppm den daha düşük, 2. grupta 680 ppm olarak hesaplamışlardır. Pike ve Hardy (1997), TVB-N değerleri 14, 30 ve 50 mg N /100g olan 3 farklı tazelik sınıfında oluşturulan ringa unlarında histamin oranını sırasıyla 35, 446 ve 916 ppm olduğunu belirtmişlerdir. Ricque ve ark. (1998), Şili’de yakalandıktan 12, 25 ve 36 saat sonra işlenen hamsi balıklarının TVB-N değerini sırasıyla 14, 30 ve 50 mgN/100g olarak hesaplamışlardır. Elde edilen balık unlarında histamin oranlarını sırasıyla 28, 1850 ve 4701 ppm olarak tespit etmişlerdir. Opstvelt ve ark. (2000), TVB-N değerleri 15 mg N/100 g ve 110 mgN/100 g olan ringa balıklarından elde ettikleri unlar ile besleme çalışmaları yapmışlardır. Elde edilen balık unlarında histamin değerini sırasıyla 9 ve 2763 ppm tespit etmişlerdir. Kennedy ve ark. (2004), Hindistan’daki balık unlarında histamin düzeylerinin ve 34.03-89.4 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Vergara ve ark. (1999), standart ve düşük sıcaklıkta elde edilen yüksek kaliteli balık unlarında histamin oranının sırasıyla 240 ve 200 ppm olarak bildirmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre diğer araştırmacıların çalışmalarında da belirtildiği gibi hammaddede tespit edilen TVB-N oranının artmasına paralel olarak elde edilen üründe histamin oranlarının arttığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada, histamin değerlerinin tazelik gruplarına göre bazı araştırmacılara göre yüksek bazı araştırmacılardan ise düşük bulunmuştur. Histamin, balıkta histidin miktarına bağlı olarak türe, avlanma bölgesine, boya ve cinsiyete göre değişmektedir (Pike ve Hardy, 1997). Bu nedenle farklı bölgelerden ve farklı balık türlerinden elde edilen ürünlerde farklı histamin oranlarının tespit edildiği düşünülmektedir.

Histamin, T1 (sırasıyla; 124.74±0.891, 166.61±2.094 ve 43.6±0.605 ppm), T2 (sırasıyla; 409.42±3.608, 405.74±6.871, 193.95±1.391 ppm), T3 (sırasıyla; 1480.67±10.778, 1413.59±5.900 ve 758.28±8.162 ppm) ve T4 (sırasıyla; 7323.8±13.52, 7497.45±10.67 ve 2407.69±11.8 ppm) gruplarında evaporatör sistemi kullanan fabrikalarda evaporatör sistemi kullanmayan fabrikaya göre çok daha yüksek ve aralarındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bunun nedeninin pişiriciden sonra pres ile birlikte kek kısmından ayrıldığı ve daha sonra evaporasyon işleminden sonra kek kısmına eklenen son üründe histamin seviyesinin arttığı sonucuna varılmıştır. Köse ve ark. (2003), histaminin sıcaklıkla değişmeyeceğini ancak suda kolay çözünen bir biyojen amin olup pres suyunda diğer safhalardan daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Solar ve ark. (2005), farklı sıcaklıklarda kurutma işlemi ile ürettikleri

ürünlerde histamin değerini  $87\pm 1.00$  ppm olarak bulmuşlar ve sıcaklığa göre değişmediğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen değerler ile Köse ve ark. (2003)'ın belirttiği sonuçlar paralellik göstermektedir.

Dünya balık unu pazarında histamin miktarı 500 ppm den daha düşük unlar yüksek kaliteli ürün olarak pazarlanmaktadır (Anonim, 2009a). Çalışmada, T1 ve T2 tazelik gruplarında elde edilen ürünler dünya balık unu pazarında yüksek kaliteli özel ürünler sınıfında yer almaktadır. T3 ve T4 tazelik grupları ise yüksek histamin içerdiğinden su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmamalıdır.

Fox ve ark. (2004), ringa ve balık artıklarından elde edilen unda nem oranını % 8, Kousoulaki ve ark. (2009), ringa unlarında % 7.1, Bassompierre ve ark. (1998) sardalya ununda % 7.6, Cozzolino ve ark. (2002) % 3.4-14.0 arasında, Kop ve Korkut (2002), % 11, De Koning (2005), % 5-10 arasında, Cho ve ark. (1987), hamsi ununda % 5.5, karidesten elde edilen unda ise % 5.5 olarak bulmuşlardır. Moghaddam ve ark. (2007), İran'da farklı fabrikalarda üretilen kilka balık unlarında yaptıkları çalışmada nem oranını % 5.5 olduğunu ve dünya balık unu pazarında üretilen hamsi, ringa ve menhaden unlarında nem oranının sırasıyla % 8.0, 7.0 ve 8.0 olduğunu bildirmişlerdir. Balık ununda nem oranının mikrobiyal aktivitenin minimum olması için % 10'un altında olması istenir. A (sırasıyla; %  $3.54\pm 0.175$ ,  $3.72\pm 0.040$ ,  $4.91\pm 0.050$ ,  $7.52\pm 0.035$ ), B (sırasıyla; %  $4.50\pm 0.055$ ,  $5.24\pm 0.035$ ,  $5.89\pm 0.040$ ,  $6.11\pm 0.030$ ) ve C (sırasıyla; %  $4.49\pm 0.030$ ,  $5.24\pm 0.025$ ,  $4.56\pm 0.010$ ,  $4.60\pm 0.015$ ) fabrikalarında elde edilen nem oranları % 10'un altındadır ve bu sonuçlar diğer araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Fabrikalarda tazelik gruplarının nem oranları arasında tespit edilen farkın istatistiki olarak önemli olduğu ( $p<0.05$ ) ve hammadde bayatladıkça elde edilen üründe nem oranının arttığı belirlenmiştir. Ariyawansa (2000), Atlantik mezgiti, pasifik ringası ve capelin balıklarından elde edilen unların kalitelerini tespit etmek için 3 tazelik sınıfı oluşturmuştur. Hammadde de TVB-N değerlerine göre oluşturduğu sınıflardan birinci grup 50 mg N/100g'dan küçük, ikinci grup 50-90 mg N/100 g arasında ve üçüncü grup ise 90 mg N/100g'dan büyüktür. Farklı balık türünden elde edilen balık unlarının nem oranlarını atlantik mezgitinde sırasıyla %  $6.1\pm 0.22$ ,  $6.0\pm 0.01$ ,  $7.0\pm 0.01$ , pasifik ringasında sırasıyla %  $6.8\pm 0.02$ ,  $7.0\pm 0.06$  ve  $7.2\pm 0.06$ , capelin ununda %  $7.0\pm 0.27$  ve  $7.3\pm 0.04$  olarak hesaplamış ve hammadde bayatladıkça balık ununda nem oranının daha yüksek çıktığını bildirmiştir. Ricque ve ark. (1998), TVB-N değerleri sırasıyla 14,

30 ve 50 mg N /100g olan balıkların işlenmesi ile elde edilen unda nem oranlarını sırasıyla % 9.6, 10.9, 11.1 olarak bulmuş ve hammadde bayatladıkça unda nem oranının arttığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmanın sonuçları Ariyawansa (2000) ile Ricque ve ark. (1998)'nin bulguları ile paralellik göstermektedir. Balık ununda kullanılan hammadde bayatladıkça yumuşadığı ve presleme ünitesinde bulunan gözenekleri tıkadığından dolayı verimli bir performans sergilemediği, bu nedenle bayat üründe nem miktarının yüksek çıktığı bildirilmiştir (FAO, 1986).

Yüksek kaliteli bir balık ununda işleme safhasında yağın ve suyun kek kısmından mümkün olduğunca fazla oranda ayrılması istenir. Balık ununda oksidasyon sonucu meydana gelebilecek acılaştırmanın en az seviyede olması için yağ oranının % 10'un altında olması gerekmektedir (FAO, 1986). Değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında ham yağ oranını Kop ve Korkut (2002), % 11; Cozzolino ve ark. (2002), % 4.8-17.3 arasında; Fox ve ark. (2004), ringa ununda % 9, balık artıklarından elde edilen unda % 5; Barlow ve Windsor (1983), ringa unlarında % 9.7; Zarkadas ve ark. (1986) balık artıklarından elde ettikleri unda % 3.4; Solar ve ark. (2005), % 8.2; Storebakken ve ark (2000), % 12.21; Turan ve ark. (2007), hamsi ununda % 8.57 ile % 9.14 arasında; De Koning (2002), % 10.28-% 14.49; yine De Koning (2005), % 10-15 arasında; Barlow ve Pike (1977), hamsi ve sardalya unlarında % 7 ile % 13 arasında; Cho ve ark. (1987), hamsi ununda % 10.4, karides ununda % 5.6; Kousoulaki ve ark. (2009), ringa ununda % 7.44; Bassompierre ve ark. (1998), sardalya ununda % 10.6 olarak bildirmişlerdir. Yüksek kaliteli bir balık ununda ham yağ oranı % 7.48 olarak açıklanmıştır (Anonim, 2009b). Moghaddam ve ark. (2007), kilka ununda ham yağ oranının %  $22.9 \pm 1.91$  ve dünya balık unu pazarında ham yağ oranlarının hamsi ununda % 5.0, ringa ununda % 10 ve menhaden ununda % 9.4 olduğunu belirtmişlerdir. Duyar ve Bayraklı (2005), Sinop ilinde bulunan fabrikalardan aldıkları hamsi ununda ham yağ oranının % 7.70 ile % 14.20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada T1 (sırasıyla; %  $7.80 \pm 0.025$ ,  $8.24 \pm 0.010$ ,  $8.42 \pm 0.035$ ), T2 (sırasıyla; %  $8.44 \pm 0.045$ ,  $9.64 \pm 0.010$ ,  $9.98 \pm 0.045$ ), T3 (sırasıyla; %  $10.00 \pm 0.055$ ,  $11.04 \pm 0.060$ ,  $10.73 \pm 0.085$ ) ve T4 gruplarında (sırasıyla; %  $12.94 \pm 0.145$ ,  $13.25 \pm 0.060$ ,  $11.98 \pm 0.070$ ) tespit edilen ham yağ oranları incelendiğinde T1 ve T2 grubu unlarda % 10 seviyesinin altında, T3 ve T4 gruplarında ise üstünde çıkmıştır. Yine elde edilen ham yağ oranları diğer araştırmacıların elde ettiği değerler ile benzerlik göstermektedir.

Ariyawansa (2000), 3 farklı tazelik grubundaki balık ununda ham yağ oranını atlantik mezzitinde (sırasıyla; %  $8.3 \pm 0.05$ ,  $6.7 \pm 0.18$ ,  $9.5 \pm 0.17$ ), pasifik ringasında (sırasıyla; %  $10.5 \pm 0.04$ ,  $8.0 \pm 0.06$ ,  $8.9 \pm 0.13$ ) ve capelin unlarında (sırasıyla; %  $11.6 \pm 0.04$ ,  $12.2 \pm 0.27$ ) araştırmışlardır. Mezzit ve ringa unlarında bayat grupta ham yağ oranının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Pike ve Hardy (1997), TVB-N değeri sırasıyla 14, 30 ve 50 mg N /100g olan 3 farklı tazelik sınıfında oluşturulan ringa ve hamsi unlarında ham yağ oranını taze grupta sırasıyla % 8.7, % 7.7, orta taze grupta % 8.1, % 7.4 ve bayat grupta % 10.9, % 9.4 olarak belirlemişlerdir. Taze ve orta tazelikte ki hammaddeden elde edilen ham yağ oranları bayat balıktan elde edilen una göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ricque ve ark. (1998) tarafından TVB-N değerleri sırasıyla 14, 30 ve 50 mg N/100 g olan balıkların işlenmesi ile elde edilen hamsi ununda ham yağ oranını sırasıyla % 7.7, % 7.4, ve % 9.4 olarak bulunmuş ve bayat grubun diğer tazelik gruplarına göre daha fazla ham yağ içerdiği tespit edilmiştir. Opstvedt ve ark. (2000), taze ve bayat ringa balıklarından elde ettikleri ham yağ oranını sırasıyla % 8.8 ve % 11.3 olarak belirtmişler ve bayat hammadde ile elde edilen balık ununda ham yağ oranı daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada ham yağ oranının her fabrikada tazelik grupları arasında tespit edilen fark istatistiki olarak önemli bulunmuş ( $p < 0.05$ ) ve hammadde bayatladıkça elde edilen üründe ham yağ oranının arttığı tespit edilmiştir. Bayat balık pres ünitesinde gözenekleri tıkadığı ve tam olarak sıkılamadığı için kek kısmında daha fazla oranda ham yağ bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Balık unu, balık ve hayvan yemlerinde protein kaynağı olarak kullanılır (Solar ve ark. 2005). Değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında ham protein oranını Kop ve Korkut (2002), % 60; Cozzolino ve ark. (2002), % 60.50-72.80 arasında; Barlow ve Windsor (1983), ringa unlarında % 72.0; Zarkadas ve ark. (1986), balık artıklarında elde edilen unda % 65.8; Fox ve ark. (2004), ringa unlarında % 71, balık artıklarından elde edilen unda % 66; Solar ve ark. (2005), % 68.60; Storebakken ve ark (2000), % 74.8; De Koning (2002), % 61.56- % 68.26 arasında; yine De Koning (2005), % 60-70 arasında; Cho ve ark. (1987), hamsi ununda % 65.70 ve karides ununda % 59.80; Kousoulaki ve ark. (2009), ringa ununda % 77; Bassompierre ve ark. (1998), sardalya ununda % 73.10 olduğunu bildirmişlerdir. Turan ve ark. (2007), hamsi ununda ham protein oranını ortalama olarak % 75.09 bulmuşlardır. Yüksek kaliteli bir balık ununda ham protein oranı % 62.25 olarak açıklanmıştır (Anonim, 2009b). Moghaddam

ve ark. (2007) kilka ununda ham protein oranını % 59.1±2.02 olarak bildirmiş ve dünya balık unu pazarında ham protein oranlarının hamsi ununda % 64.2, ringa ununda % 72.3 ve menhaden ununda % 60.5 olduğunu belirtmişlerdir. Duyar ve Bayraklı (2005), hamsi ununda ham protein oranının % 66.50 ile % 76.00 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada A (sırasıyla; % 79.44±0.155, 78.50±0.135, 76.97±0.010, 73.54±0.075), B (sırasıyla; % 78.85±0.070, 77.70±0.040, 75.95±0.090, 74.04±0.015) ve C (sırasıyla; % 78.34±0.035, 77.11±0.060, 76.40±0.055, 74.86±0.045) fabrikalarında hammadde bayatladıkça ham protein oranlarında meydana gelen azalmanın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Balık ununda protein kalitesi ve miktarının, kullanılan balığın türüne, hammadde tazeliğine, depolama süresi ve şartlarına, işleme yöntemine, kurutma yöntemi ve sıcaklığına, bütün balıktan mı yoksa balık artıklarından yapılıp yapılmadığına göre değişmektedir (Anderson ve ark., 1993; Ponce ve Gernat, 2002).

Balık unu işleminde protein kalitesine en çok etki eden adım kurutma aşamasıdır. Sıcaklığın artması ile proteinler koagüle veya denature olduğu bildirilmektedir. Vergara ve ark. (1999), standart ve düşük sıcaklıkta elde edilen yüksek kaliteli balık unlarında ham protein oranını % 71.9 ve % 71.6 olarak belirtmişlerdir. Satoh ve ark. (1987), 4 farklı balık ununda ham yağ oranını balık artıklarından yapılan unda % 63.6, kahverengi balık ununda % 66.8, evaporatörsüz sardalya ununda % 71.1 ve evaporatörlü sardalya ununda % 69.0 olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada T1, T2, T3 gruplarında A fabrikasında diğer B ve C fabrikasından daha yüksek oranda ham protein elde edilmiştir. Opstvedt ve ark. (2003), 70 ve 100 °C işledikleri balıklardan elde ettikleri balık ununda ham protein oranını % 74.5, % 76.9 olarak hesaplamışlar ve yüksek sıcaklıkta kurutulan unda daha yüksek ham protein oranı tespit etmişlerdir. Yüksek sıcaklık uygulamalarında nem oranı azalmakta protein oranı artmaktadır. Elde edilen üründe nem oranı kontrol edilerek ham protein oranının ayarlanabileceği düşünülmektedir.

Ariyawansa (2000), 3 farklı tazelik gruplarında ham protein oranlarını atlantik mezgiti (sırasıyla; % 69.4± 0.02, 70.8± 0.20, 68.0± 0.01), pasifik ringası (sırasıyla; % 70.5± 0.16, 73.1± 0.27, 72.2± 0.06) ve capelin unlarında (sırasıyla; % 69.6± 0.01, 71.1± 0.02) araştırmışlardır. Aksnes ve Mundheim (1997) TVB-N değeri 15 mg N/100 ve 123.6 mg N/100 tazelik değerinde balıkların işlenmesi ile elde edilen balık unlarında ham protein oranını sırasıyla % 81.3, 80.2 olarak hesaplamış ve taze grupta ham protein

oranını daha yüksek bulmuşlardır. Pike ve Hardy (1997), TVB-N değeri sırasıyla 14, 30 ve 50 mg N /100g olan 3 farklı tazelik sınıfında oluşturulan ringa ve hamsi unlarında ham protein oranını taze grupta sırasıyla % 73.5, 69.6, orta taze grupta % 73.1, 67.5 ve bayat grupta % 69.4, 65.8 olarak belirlemişlerdir. Taze ve orta tazelikte ki hammaddeden elde edilen ham protein oranları bayat balıktan elde edilen una göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ricque ve ark. (1998), TVB-N değerleri sırasıyla 14, 30 ve 50 mg N/100 g olan balıkların işlenmesi ile elde edilen hamsi ununda ham protein oranını sırasıyla % 69.6, 67.7, ve 65.8 olarak bulmuşlar ve bayat grubun diğer tazelik gruplarına göre daha az ham protein içerdiğini tespit etmişlerdir. Opstvedt ve ark. (2000), taze ve bayat ringa balıklarından elde ettikleri ham protein oranını sırasıyla % 73.4, 73.4 olarak belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada ham protein oranının fabrikaların tazelik grupları arasında tespit edilen fark istatistiki olarak önemli bulunmuş ( $p<0.05$ ) ve hammadde bayatladıkça elde edilen üründe ham protein oranının azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu konudaki araştırmalarla paralellik göstermektedir. Hammadde bayatladıkça elde edilen üründe ham yağ ve nem oranı artmakta buna bağlı olarak da ham protein oranı taze hammaddeden yapılan balık unu bayat hammaddeden yapılan balık ununa göre daha yüksek olmaktadır.

Ham kül miktarlarının A, B ve C fabrikalarında sırasıyla %  $11.34\pm 0.066$ , %  $10.90\pm 0.072$  ve %  $11.16\pm 0.065$  olduğu, fabrika ve tazelik grupları arasında farkın istatistiki olarak önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) bulunmuştur. Değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında ham kül oranını Cozzolino ve ark. (2002), % 11.4-23.7 arasında; Barlow ve Pike (1977), ringa unlarında % 10.1; Fox ve ark. (2004), ringa unlarında % 12, balık artıklarından elde edilen unda % 21; Storebakken ve ark (2000), % 11.9; De Koning (2005), % 10-25 arasında; Kousoulaki ve ark. (2009), ringa ununda % 10.34; Moghaddam ve ark. (2007), kilka ununda ham protein oranını %  $13.2\pm 0.98$ ; Bassompierre ve ark. (1998) sardalya ununda % 9.7 olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışmada elde edilen ham kül oranları ile benzerlik göstermektedir. Fox ve ark. (2004) balık artıklarından elde edilen unda % 21, Zarkadas ve ark. (1986) balık artıklarından elde edilen unda % 20, Cho ve ark. (1987) karides ununda % 26.4 olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçların yüksek çıkmasının nedeninin balık unu yapımında hammadde olarak balık artıklarının kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Aksnes ve Mundheim (1997), TVB-N değeri 15 mg N/100g ve 123.6 mg N/100g tazelik değerinde balıkların işlenmesi ile elde edilen balık unlarında ham kül



oranını sırasıyla % 11.3, % 12.3 olarak hesaplamış ve taze grupta ham kül oranını daha düşük bulmuşlardır. Ricque ve ark. (1998), TVB-N değerleri sırasıyla 14, 30 ve 50 mg N/100g olan balıkların işlenmesi ile elde edilen hamsi ununda ham kül oranını sırasıyla % 14.5, % 15.3, ve % 15.4 olarak bulmuşlar ve taze grubun diğer gruplara göre daha az ham kül içerdiğini tespit etmişlerdir. Opstvedt ve ark. (2000), taze ve bayat ringa balıklarından elde ettikleri balık ununda ham kül oranını sırasıyla % 11.1, % 9.7 olarak belirtmişlerdir. Aksnes ve Mundheim (1997) ve Ricque ve ark. (1998) taze hammaddeden yapılan unda daha düşük ham kül tespit ederken Opstvedt ve ark. (2000) bayat hammaddeden yapılan unda daha yüksek ham kül oranı belirlemişlerdir. Ham kül üzerine verilen literatürlerin ve çalışmada elde edilen değerlerin benzer olmadığı belirlenmiştir. Balık kompozisyonun balık türüne, avlanma bölgesine, işleme metoduna göre değiştiği bildirilmiştir (Windsor, 2001).

Çeşitli türlerden elde edilen balık unlarında renk değerlerini L (parlaklık), a (kırmızılık), b (sarılık) değerlerini Cho ve ark. (1987), hamsi ununda sırasıyla 54.2, 7.5, 20.0, karides ununda 63.4, 5.5 ve 15.6; Sifuentes ve ark. (2009), ise evaporatör ununda  $47.8 \pm 1.5$ ,  $3.1 \pm 0.2$  ve  $15.1 \pm 1.5$  olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada tazelik gruplarında ortalama L (sırasıyla;  $51.60 \pm 0.847$ ,  $51.53 \pm 0.973$ ,  $49.79 \pm 1.151$ ,  $48.32 \pm 0.653$ ) a (sırasıyla;  $2.66 \pm 0.150$ ,  $2.67 \pm 0.093$ ,  $2.53 \pm 0.109$ ,  $2.20 \pm 0.038$ ) ve b (sırasıyla;  $17.16 \pm 0.492$ ,  $17.38 \pm 0.423$ ,  $18.14 \pm 0.421$ ,  $18.72 \pm 0.454$ ) değerleri incelendiğinde hammadde bayatladıkça elde edilen unda L ve a azalmakta, b ise artmakta olup tespit edilen farkın istatistikî olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

Yetiştiricilik yolu ile elde edilen balıkların etinde tespit edilen yağ asit kompozisyonunun yemdeki yağ asidi kompozisyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Elde edilen balık etinde özellikle doymamış yağ asit oranının yüksek olması istenir (Torstensen ve ark., 2005; Simopoulos, 1999; Connor, 2000). Palmitik asit balıklarda yoğun olarak bulunan doymuş yağ asitidir (Gooch ve ark., 1987). Yapılan çalışmada ortalama olarak  $\Sigma$ SFA'nın %  $34.27 \pm 0.114$  olduğu ve en yüksek doymuş yağ asidinin palmitik asit (%  $19.81 \pm 0.082$ ) olduğu daha sonra ise miristik asitin (%  $6.47 \pm 0.045$ ) geldiği tespit edilmiştir. Turan ve ark. (2007), hamsi ununda toplam doymuş yağ asit miktarının ortalama % 33.44 olarak belirlemişler ve doymuş yağ asitleri içinde en çok % 20.31 oranı ile palmitik asit (C16:0) olduğunu bildirmişlerdir. De Koning (2005) hamsi ununda  $\Sigma$ SFA % 34.2 olarak hesaplamış ve palmitik asit en yüksek doymuş yağ

asidi olduğunu bildirmiştir. Barlow ve Pike (1977), standart hamsi ununda palmitik asit içeriğini % 23 olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Tekli doymamış yağ asitleri arasında oleik asit çoğunlukla palmitoleik asitten daha fazla miktarlarda mevcuttur ve bazı türlerde eikosanoik asit ve dekosanoik asit dikkate değer miktarda bulunmaktadır (Gooch ve ark., 1987). Balık ununda tespit edilen toplam tekli doymamış yağ asit oranı %  $20.71 \pm 0.196$  olarak bulunmuş en yüksek MUFA'nın %  $13.08 \pm 0.141$  oranı ile oleik asit daha sonra ise palmitoleik asit (%  $5.43 \pm 0.104$ ) olduğu belirlenmiştir. Turan ve ark. (2007), tekli doymamış yağ asitleri miktarının % 20.23 ile % 21.62 arasında değiştiğini ve tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C18:1n-9) diğerlerinden daha büyük miktarda (% 12.29 ile % 13.44 arasında) bulunduğunu bildirmişlerdir. De Koning (2005), hamsi ununda  $\Sigma$  MUFA'yı % 24,7 oranında belirlerken, oleik asidin en yüksek oranda bulunduğunu tespit etmiştir. Barlow ve Pike (1977), balık ununda oleik asit miktarını % 13 olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışma ile Turan ve ark. (2007)'nin çalışmaları benzerlik gösterirken De Koning (2005)'in yaptığı çalışmadan daha düşük bulunmuştur.

Tüm balıklarda çoklu doymuş yağ asitlerinde eikosapentaenoik asit (EPA) ve dekozaheksaenoik asit (DHA) miktarı genellikle yüksektir (Gooch ve ark., 1987). Turan ve ark. (2007) balık ununda çoklu doymamış yağ asitlerinin %  $31.184 \pm 0.098$  ile  $32.098 \pm 0.090$  arasında değişmiş olup en büyük konsantrasyon % 17.44 ile % 19.16 arasında değişen miktarda dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur. Diğer önemli yağ asidi olan eikosapentaenoik asit miktarı araştırma süresince % 7.52 ve % 8.36 arasında değiştiği belirtilmiştir. Araştırmada,  $\Sigma$ PUFA'ların oranı %  $31.93 \pm 0.353$  olup en yüksek çoklu doymamış asidin dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) (%  $18.76 \pm 0.294$ ) ve daha sonra eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) (%  $8.59 \pm 0.062$ ) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları Turan ve ark. (2007)'nin çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Bir balığın yağ asidi kompozisyonu, o balığın beslenmesi ile doğrudan ilgili olduğu için, etteki yağın ve bu yağdaki  $\omega 3$  yağ asitleri miktarının, balığa verilen karmalara veya balığın yaşadığı ortamın besin bileşimine bağlı olduğu bildirilmektedir (Suzuki ve ark., 1986). Balıklarda  $\omega 6$  doymamış yağ asitlerinden daha çok  $\omega 3$  doymamış yağ asitleri bulunmaktadır (Stansby, 1969). Fox ve ark. (2004), balık yağlarında  $\omega 3/\omega 6$  yağ asit oranını % 15.7-16.7 arasında değiştiğini bildirmiştir. Barlow

ve Pike (1977), standart hamsi ununda  $\omega_3$  oranını % 34.3,  $\omega_6$  oranını % 4.1 ve  $\omega_3$  ile  $\omega_6$  yağ asit oranını 8.35 olarak hesaplamışlardır. Turan ve ark. (2007) hamsi ununun  $\omega_3$  (% 27.04-% 27.95) miktarını  $\omega_6$  (% 4.14-% 4.95)'dan daha yüksek bulmuşlar ve hamsi ununda  $\omega_3/\omega_6$  yağ asitleri oranının 6.13 olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ortalama  $\omega_3$  %  $28.36 \pm 0.327$  oranında bulunurken,  $\Sigma \omega_6$  %  $3.86 \pm 0.030$  olup  $\omega_3/\omega_6$  oranı  $7.35 \pm 0.060$  olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre  $\omega_3$  Turan ve ark.(2007) ile benzerlik gösterirken Barlow ve Pike (1977)'nin bildirdiğinden düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırma Ayrıca  $\omega_6$  değeri Turan ve ark. (2007) ile Barlow ve Pike (1977) nin değerleri ile benzerlik göstermektedir. Balık ununda  $\omega_3/\omega_6$  yağ asitleri oranı Turan ve ark. (2007) ile Barlow ve Pike (1977)'den yüksek Fox ve ark. (2004)'nın bildirdiği orandan daha düşük bulunmuştur. Balıkta yağ asidi kompozisyonları türe, bölgeye, beslenme ve yakalanma anındaki su sıcaklığı, derinliği ve tuzluluğu gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Tanakol ve ark., 1999).

$\Sigma$ SFA değerleri incelendiğinde fabrikalardaki tazelik grupları ortalama oranı sırasıyla %  $34.80 \pm 0.169$ , %  $34.46 \pm 0.147$ , %  $33.87 \pm 0.158$  ve %  $33.95 \pm 0.216$  olarak hesaplanmış ve hammadde tazeliğinin doymuş yağ asit oranına etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde hammadde bayatladıkça elde edilen unda  $\Sigma$ PUFA oranı (sırasıyla; %  $33.47 \pm 0.356$ , %  $32.65 \pm 0.338$ , %  $31.32 \pm 0.536$ , %  $30.28 \pm 0.757$ )'da olumsuz etkilenmektedir. PUFA'nın SFA'ya oranında TBA değeri yüksek hammaddelerin işlenmesi ile elde edilen unda azaldığı belirlenmiştir. Hammadde de TBA değeri arttıkça tazelik gruplarında EPA (sırasıyla; %  $8.82 \pm 0.110$ ,  $8.68 \pm 0.095$ ,  $8.58 \pm 0.134$ ,  $8.28 \pm 0.036$ ), DHA (sırasıyla; %  $19.94 \pm 0.396$ ,  $19.30 \pm 0.319$ ,  $18.26 \pm 0.487$ ,  $17.52 \pm 0.632$ ) ve DHA ile EPA oranlarının (sırasıyla;  $2.26 \pm 0.060$ ,  $2.22 \pm 0.050$ ,  $2.13 \pm 0.071$ ,  $2.11 \pm 0.068$ ) önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir.  $\omega_3$  (sırasıyla: %  $29.77 \pm 0.372$ ,  $29.01 \pm 0.317$ ,  $27.85 \pm 0.486$ ,  $26.80 \pm 0.686$ ),  $\Sigma \omega_6$  (sırasıyla %  $3.97 \pm 0.040$ ,  $3.92 \pm 0.030$ ,  $3.76 \pm 0.040$ ,  $3.79 \pm 0.080$ ) ve  $\omega_3$ 'ün  $\omega_6$ 'ya oranı (sırasıyla:  $7.52 \pm 0.160$ ,  $7.40 \pm 0.080$ ,  $7.40 \pm 0.100$ ,  $7.07 \pm 0.100$ ) hammaddenin tazelik değerinden etkilendiği bulunmuştur. Dönmez ve Tatar (2001), Borquez ve ark. (1997), Rezaei ve ark., (2007), Keong ve Bahurmiz (2009), Saldanha ve Bragagnolo (2007)'a göre su ürünlerinin depolanması süresince PUFA ve  $\omega_3$  oranının azaldığı, çoklu doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine göre daha hızlı okside olmaktadır. Çalışma ile diğer araştırmacıların bulguları benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 6.2.** Çalışmada elde edilen ortalama aminoasit miktarları ile balık ununda aminoasit oranlarını bildiren araştırmacıların sonuçları (g/100g)

	**	1			2		3	4		5		6		7		8		
	HU	RU	BBU	SU	-	-	SU	-	-	RU	BBU	HU	SU	MU				
Lizin*	5.24	5.47	4.49	6.51	5.35	5.39	5.50	2.94	5.79	5.66	4.56	5.08	5.55	4.7				
Methionin*	2.51	2.06	1.69	2.41	1.36	1.94	1.46	1.13	1.62	2.14	1.72	1.94	1.95	1.77				
Triptofan*	1.23	0.85	0.59	0.95	2.05	0.75	0.66	0.35	0.42									
Histidin*	2.20	1.70	1.30	2.05	1.54	1.42	1.79	0.81	1.38									
Arjinin	5.94	4.12	4.16	4.53	4.46	5.01	4.38	2.65	4.39	4.61	4.16	3.67	3.25	3.58				
Threonin*	2.74	3.05	2.54	3.44	2.45	3.29	3.32	1.62	2.93	3.01	2.56	2.78	2.7	2.43				
Valin*	3.76	3.83	2.93	4.61	3.39	3.74	4.24	1.79	3.93									
İzolosin*	3.01	3.20	2.41	3.87	2.30	2.99	3.45	1.54	3.20									
Losin *	7.06	5.33	4.23	5.92	4.98	5.46	4.97	2.68	4.81									
Fenilalanin*	3.13	2.77	2.15	3.36	2.70	2.69	3.05	1.46	6.19									
Sistin	0.82	0.71	0.59	0.80	0.41	0.60	2.78	0.35										
Tirozin*	1.83	2.20	1.69	2.85		2.17	2.92											
Aspartik a.	5.80	6.46	5.53	7.31		6.81	6.63	3.53										
Serin	3.48	2.70	3.12	3.22		3.22	2.59	1.67										
Glutamik a.	8.73	9.09	8.32	9.87		9.72	9.08	5.32										
Prolin	3.00	2.98	3.45	3.29		2.77	3.18	2.04		4.2	5.3							
Glisin	2.44	4.26	6.44	3.80		3.81	3.85	2.79		6	9.9							
Alanin	4.74	4.47	4.10	4.61		4.64	4.24	2.58										
H.prolin	1.12																	
Glutamin	1.15																	

H.U: Hamsi unu, R.U: Ringa Balık unu, B.B.U: balık artıklarından elde edilen un S.U: Sardalya Balık unu, K.U: Karides Unu, M.U: Menhaden Balık unu, 1-Windsor, (2001), 2-Bassompierre ve ark. (1998), 3-Titgemeyer ve ark. (1989), 4-Storebakken ve ark (2000), 5-De Koning (2005), 6-( Anonim, 2009b), 7-Arruda ve ark. (2006), 8- Fox ve ark. (2004), \*\* Mevcut çalışma, \*Esansiyel aminoasitler

Bu çalışma ile balığın tümünden yapılan balık ununda aminoasit değerleri üzerine yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermekle birlikte balığın artıkları ile yapılan balık unu değerlerinden farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6.2).

Yapılan literatür taramalarında hammadde tazeliğinin aminoasit kompozisyonu üzerine etkisi konusunda çalışmalara rastlanmamıştır. Hammadde bayatladıkça elde edilen üründe esansiyel olmayan aminoasit değerleri A (sırasıyla; % 42.08±0.025, 41.02±0.025, 40.76±0.140, 38.90±0.020), B (sırasıyla; % 40.54±0.075, 40.46±0.050, 39.39±0.090, 38.84±0.135) ve C (sırasıyla; % 40.98±0.095, 39.58±0.050, 40.66±0.035, 39.74±0.000) gruplarında azalma hesaplanmış ve farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05) belirlenmiştir. A (sırasıyla; % 34.56±0.005, 34.54±0.115, 32.46±0.045, 29.12±0.080), B (sırasıyla; % 34.83±0.060, 33.10±0.000, 32.08±0.055, 30.71±0.119) ve C (sırasıyla; % 33.85±0.020, 33.50±0.040, 32.26±0.040, 31.65±0.010) fabrikalarında hammadde bayatladıkça elde edilen unda esansiyel aminoasit miktarları oranı azalmış ve fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Esansiyel olan aminoasitlerin esansiyel olmayan aminoasitlere oranı ise A (sırasıyla; 0.82, 0.84, 0.80, 0.75), B

(sırasıyla; 0.86, 0.82, 0.81, 0.80) ve C (sırasıyla; 0.82, 0.84, 0.80, 0.80) fabrikalarında hammadde bayatladıkça elde edilen üründe azalmış ve bu oranın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Hammadde tazeliğinin balık unu kalitesi için önemli diğer bir faktör olduğu, uzun depolama sürelerinin bakteriler tarafından aminoasitlerin bozulmasına, biyojenik aminlere dönüşerek son üründe protein kalitesini azalttığı ve ayrıca oluşan bu toksik bileşiklerin hayvanların performansını (büyüme, yem değerlendirme vb.) etkilediği bildirilmektedir (Anderson ve ark., 1993). Esansiyel aminoasitlerden olan threonin miktarı A (sırasıyla; %  $2.89\pm 0.020$ ,  $2.90\pm 0.015$ ,  $2.82\pm 0.015$ ,  $2.54\pm 0.015$ ) ve B (sırasıyla; %  $2.72\pm 0.025$ ,  $2.62\pm 0.015$ ,  $2.52\pm 0.025$ ,  $2.51\pm 0.005$ ) fabrikalarında hammadde bayatladıkça elde edilen üründe azaldığı ve farkın önemli olduğu belirlenmiştir. Esansiyel aminoasitlerden olan valin miktarının fabrikaların tazelik gruplarında ortalama olarak sırasıyla; %  $4.00\pm 0.052$ , %  $3.84\pm 0.087$ , %  $3.76\pm 0.070$ , %  $3.42\pm 0.143$  olduğu ve hammadde TVB-N değeri artıkça azaldığı sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde hammaddenin TVB-N değeri artıkça elde edilen üründe lizin (sırasıyla; %  $5.40\pm 0.048$ ,  $5.34\pm 0.067$ ,  $5.23\pm 0.044$ ,  $4.98\pm 0.075$ ), izolosin (sırasıyla; %  $3.18\pm 0.161$ ,  $3.02\pm 0.062$ ,  $2.93\pm 0.063$ ,  $2.93\pm 0.093$ ), losin (sırasıyla; %  $7.22\pm 0.071$ ,  $7.14\pm 0.053$ ,  $7.14\pm 0.028$ ,  $6.73\pm 0.208$ ), histidin (sırasıyla; %  $3.08\pm 0.051$ ,  $2.79\pm 0.084$ ,  $1.72\pm 0.136$ ,  $1.22\pm 0.015$ ), arjinin (sırasıyla; %  $6.17\pm 0.108$ ,  $5.91\pm 0.052$ ,  $5.87\pm 0.028$ ,  $5.83\pm 0.107$ ) ve methionin (sırasıyla; %  $2.68\pm 0.032$ ,  $2.47\pm 0.036$ ,  $2.48\pm 0.034$ ,  $2.40\pm 0.041$ ) oranlarının da azaldığı belirlenmiş olup farkın istatistiki olarak önemli olduğu ( $p<0.05$ ) tespit edilmiştir. Esansiyel olmayan glutamik asit (sırasıyla; %  $8.91\pm 0.106$ ,  $8.78\pm 0.128$ ,  $8.69\pm 0.066$ ,  $8.54\pm 0.070$ ), asparajin (sırasıyla; %  $1.74\pm 0.083$ ,  $1.58\pm 0.149$ ,  $1.40\pm 0.060$ ,  $1.36\pm 0.041$ ), prolin (sırasıyla; %  $3.07\pm 0.112$ ,  $3.05\pm 0.108$ ,  $3.00\pm 0.109$ ,  $2.87\pm 0.069$ ), alanin (sırasıyla; %  $4.87\pm 0.073$ ,  $4.73\pm 0.080$ ,  $4.72\pm 0.044$ ,  $4.62\pm 0.033$ ) miktarlarında da hammadde de meydana gelen bozulmaya paralel olarak azaldığı ve farkın istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Esansiyel aminoasitlerin ham protein içerisindeki oranı hammadde bayatladıkça elde edilen üründe azaldığı belirlenmiştir. Benzer bir sonuç olarak Tapia-Salazar (2000) bayat grupta histidin, lizin, arjinin ve tirozin miktarının azaldığını bulmuştur. Aynı şekilde Opstvedt ve ark. (2000), yakalandıktan hemen sonra ve  $15^{\circ}\text{C}$  10 gün bekletildikten sonra işlenen hammaddelerden elde ettikleri balık ununda bayat grupta arjinin, lizin, tirozin ve histidin miktarının yaklaşık olarak % 6 oranında daha düşük olduğu ve buna

bağlı olarak biyojenik amin (sırasıyla: putrescin, kadaverin, tiramin ve histamin) miktarının arttığını bildirmiştir. Aminoasitlerin ortam pH'nın bayatlama ile bozulmasından sonra kimyasal değişmelerin serbest aminoasitlere ve biyojenik aminlere dönüşmesi sonucunda (Saldamlı, 1998) olduğu düşünölmektedir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su ürünleri yetiştiriciliğinde meydana gelen artış balık unu ve yağ talebini de artırmaktadır. Yetiştiricilik sektöründe meydana gelen büyüme karşın balık unu üretim miktarı artmamaktadır. Ayrıca dünya su ürünleri üretim değerleri incelendiğinde av miktarının artmadığı ve artmayacağı ve bu nedenle balık unu fiyatları sürekli olarak artacağı tahmin edilmektedir. Balık stoklarının korunması için balık unu yerine kullanılacak alternatif bitkisel ve hayvansal protein kaynakları aranmaktadır. Ancak birebir alternatifleri bulunamayan bu hammaddenin doğru politikalarla üretilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için yetiştiriciliği yapılan türler için ne kadar balık ununa ihtiyaç olduğuna ilişkin çalışmalar yapılmalıdır. Birim miktarda balıktan daha fazla ham protein ve ideal bir aminoasit kompozisyonuna sahip balık unu üreterek karmalarda balık unu kullanımını azaltılabilir ya da balık unu ile hazırlanan yem karmalarında aminoasit denge tamamlayıcısı olarak eklenebilir. Bu konu üzerine besleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Balık ununda protein miktarı, hammadde tazeliğine ve kurutma sıcaklığına göre değişmektedir. Balık unu yem karmasında protein kaynağı olarak kullanılır ve ham protein oranının en yüksek düzeyde olması istenmektedir. Balık ununda yüksek oranda protein elde edilebilmesi için kompozisyonda ki ham yağ ve nem oranının mümkün olduğunca düşük olması gerekmektedir. Bu nedenle, taze balıkların işlenmesi faydalı olacaktır. Evaporatör sistemi kullanan fabrikalarda ham protein oranı evaporatör sistemi kullanmayan fabrikaya göre daha yüksek bulunmuştur. Tüm fabrikalarda evaporatör sisteminin kurulması faydalı olacaktır.

Balık ununda ham yağ oranı hammadde tazeliğine ve kurutma sıcaklığına göre değişmektedir. Bayat hammaddelerin işlenmesi sırasında partiküllerin pres ünitesindeki tamburların gözeneklerini tıkasından dolayı verimli bir işleme yapılamamaktadır. Fabrikalarda bu tür hammaddeler genellikle taze balıklar ile karıştırılarak işlenmektedirler. Ancak bu durumda da taze balığın işlenmesi ile elde edilecek üründe kalite kaybı meydana gelmektedir. Pişirici ünitesinden prese gelmeden vibratörlü önsüzme işlemi uygulaması ile pişirme safhasından çıkan üründe su ve yağın bir kısmının alınması sağlanarak pres ünitesinin daha aktif çalışacağı, böylece kalitenin yükseleceği düşünülmektedir.

Balık ununda nem oranı balığın tazeliğine ve uygulanan kurutma sıcaklığına göre değişmektedir. Bayat balığın işlenmesinde hammadde pres ünitesine gelmeden

önce ön süzme yapılması pres işleminin performansını artıracak bir önlemdir. Balık ununda nem oranının ayarlanması ile protein oranı düzenlenebilir. Ancak protein oranını artırmak için yüksek sıcaklıklarda kurutma uygulaması tavsiye edilmemektedir. Çünkü yüksek sıcaklık uygulamalarında yağ asit ve aminoasit kompozisyonunda önemli değişiklikler olmaktadır. Modern balık unu fabrikalarında kurutucu ünitesi iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda üründen nem bir miktar alındıktan sonra ikinci etapa geçmekte ve yine düşük sıcaklık uygulanarak istenilen nem oranına kadar kurutulabilmektedir.

Ülkemizde bulunan fabrikalarda kurutucudan sonra unlar çuvallara aktarılmakta daha sonra soğuması için ağzı açık bir şekilde bekletilmekte dolayısıyla ortamdaki nemi çekmektedir. Protein oranının yüksek tutulması için modern balık unu fabrikalarında kurutucudan sonra entegre edilmiş soğutucu sistemin uygulanması önerilmektedir.

Yapılan çalışmada balık unu yapımında kullanılan hammadde tazeliği elde edilen üründe yağ asit kompozisyonunu etkilemektedir. Özellikle yem karmalarında bulunması istenen çoklu doymamış yağ asitlerinden olan EPA, DHA,  $\omega 3$  ve  $\omega 6$  miktarlarının hammadde bayatladıkça elde edilen unda azaldığı belirlenmiştir. Balık ununda kalite kriterlerinden birisi olan yağ asit kompozisyonundan en yüksek oran elde etmek için hammaddenin taze olarak işlenmesi gerekmektedir.

Balık ununda esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasit oranlarının hammadde tazeliği ve işleme metoduna göre değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek esansiyel aminoasit oranının elde edilebilmesi için taze balıkların, düşük sıcaklıkta, evaporatör sistemi ile çalışan fabrikalarda işlenmesi önerilmektedir.

Balık unu rengi hammadde tazeliği, kurutma sıcaklığı ve evaporatör sisteminin olup olmadığına göre değişmektedir. Balık unu kalitesi tespitinde renk ölçümleri yapılmalıdır.

Balık unu işleminde hedef tür olan hamsi balığı ülkemizde kısa sürede ve yoğun bir şekilde avlanmaktadır. Bir günde avlanan ve taze olarak tüketilemeyen kısmı gün içerisinde sadece 2000 ton/gün kapasite ile çalışan fabrikada değerlendirilmekte daha düşük kapasite ile çalışan fabrikalarda ise (600 - 1000 ton/gün) 2. güne kalabilmektedir. Ertesi gün yapılan yoğun avcılık neticesinde hammaddenin işlenmesi daha uzun sürebilmektedir. Yoğun avcılık sezonunda işlenmek üzere bekleyen hammaddenin oluşturulacak büyük +4°C soğuk hava depolarında bekletilmesi ya da fabrika kapasitelerinin yoğun av sezonlarında hammaddeyi taze olarak işleyebilecek kadar artırmaları önerilmektedir. Kapasite artırımını ilk başta hedef tür balık üzerine bir



baskı oluşturacak gibi gözükse de fabrikalar için avlanan balık işlenmek üzere konteynır yada yedek gemilerde bekletilmektedir. Bunun sonucu olarak da düşük kaliteli balık unları elde edilmektedir.

Balık unu ve yağ fabrikalarının en önemli sorunlarından biriside hammadde temini ve üretim sezonunun kısa olmasıdır. Bu aynı zamanda bölgede iş istihdamını da etkilemektedir. Av sezonunun uzaması fabrika çalışma gün/yıl sayısını artıracak ve aynı zamanda bölgede iş istihdamına katkıda bulunacaktır. Balık unu ve yağ fabrikaları Karadeniz'de bol olarak avlanan hamsi balığının işlenmesi planlanarak kurulmuştur. Alternatif tür ise çaça balığıdır. Karadeniz balık stoklarından en uygun seviyede faydalanılabilmesi gerekmektedir. Bunun için hamsi ve çaça balığı stok çalışmalarının yapılması ve stokların aşırı yıpratılmaması için kota uygulanması faydalı olacaktır.

Sanayi toplumunun bir gereği olarak gıdaların hazır olarak tüketilmesi bir yemek kültürü olarak gelişmektedir. Marketlerde veya perakende satış noktalarında müşteri memnuniyetini artırmak için taze balıklar temizlenerek pazarlanmaktadır. Balık artıkları da dünya balık unu pazarında hammadde olarak kullanılan bir üründür. Bu artıkların değerlendirilmesi için bir toplama sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun için bir etüt çalışması yapılması faydalı olabilir. Balık artıklarının toplanması ile katma değeri olan bir ürün işlenerek balık unu yapılacak olup aynı zamanda oluşabilecek çevre kirliliği de önlenmiş olacaktır.

Yem karmalarında histamin seviyesi balık büyüme, yem değerlendirme ve yaşama oranı performansını etkilemektedir. Dünya balık unu pazarında histamin düzeyi bir kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir. Yüksek kaliteli bir balık unu için en yüksek histamin oranının 1000 ppm'dir. Yapılan çalışmada elde edilen verilere göre evaporatör sistemi ile çalışan fabrikalarda T1 ve T2 gruplarında histamin düzeyi 1000 ppm'den düşük çıkmış, evaporasyon uygulaması yapmayan C fabrikasında ise T3 grubuna kadar 1000 ppm seviyesine ulaşılmamıştır. Evaporatör sistemi ile çalışan fabrikalarda bayat balığın işlenmesi sırasında evaporasyondan gelen karışımın ayrı bir depoda toplanarak alternatif değerlendirme seçenekleri araştırılmalı ya da soğuk muhafaza altında tutularak daha sonra sisteme tekrar eklenmelidir.

Balık unu kalitesi tespitinde hammadde tazeliği önemli bir faktördür. Balık ununda kullanılan hammaddenin tazeliğinin tespitinde TVB-N analizi önerilmektedir. Dünya balık unu pazarında TVB-N değeri 50 mg N/100 g'dan daha düşük olan hammadde ile üretilen ürün yüksek kaliteli balık unu olarak sınıflandırılmaktadır.

Yapılan çalışmada T1 ve T2 tazelik grupları yüksek kaliteli ürün olduğundan, bu unların ihraç imkanları araştırılarak ürünün katmadeğeri yükseltilmelidir.

Yüksek kaliteli balık unu elde etmek için taze hammadde düşük sıcaklıkta, evaporatör sistemi olan tesislerde işlenmelidir. Dünya balık unu pazarında balık unu kalitesi arttıkça fiyatı da artmakta olup, en yüksek kaliteli balık unu ile standart balık unu arasında yaklaşık olarak % 25'lik bir fiyat farkı bulunmaktadır (Keller, 1990). Çalışmanın sonucunda T1 ve T2 tazelik gruplarından elde edilen balık ununun yüksek kaliteli ürün sınıfında olduğu belirlenmiştir. Yüksek kaliteli ürünler ayrı bir depoda muhafaza altına alınıp etiketlenerek özel ürün olarak pazarlanması tavsiye edilmektedir. Ürünlerin pazarlanmasında uluslar arası bağlantılar kurulması ve sanal pazarlama yöntemlerinin uygulanması daha etkin ticaret yapmak için faydalıdır.

Evaporatör ununun kimyasal kompozisyonunun araştırılması ve kullanım alanlarının değerlendirilmesinden sonra ayrı bir ürün olarak pazar şartlarının araştırılması önerilmektedir. Evaporatör sistemi olmayan bir tesiste balık ununun yaklaşık % 20 sini oluşturabilecek ürün işlenmeden doğaya bırakılmaktadır. Böylece hem çevre kirliliğine sebep olunmakta hem de maddi kayıp meydana gelmektedir. Evaporatör sistemi bütün fabrikalarda uygulanması zorunlu hale getirilmelidir.

Arazi çalışmalarında, balık unu ve yağ fabrikalarının karşılaştığı ve ürün kalitesini doğrudan etkileyen bir diğer problem elektrik kesintileri olarak gözlemlenmiştir. Bölgede alt yapı eksikliğinden kaynaklanan bu kesintiler yüzünden faaliyet durmakta ve hammadde balık tazelik değerini kaybetmektedir. Sonuç olarak un kalitesinde azalma olmaktadır. Bölgede devlet destekli bir alt yapı çalışmasının yapılması önerilmektedir.

Balık havuzlarında ve hammadde taşıma konteynırlarında bekleyen balıkta tazelik değerlerinin zamana göre değişimi araştırılması gerekmektedir. Fabrikalarda işlenmek üzere bekletilen balıkta tazelik değerlerinin korunabilmesi için yeni sistemler getirilmelidir.

Balık unu ve yağı yapımında alternatif çalışmaların daha hassas ve istenilen şartlarda numune alınabilmesi için prototip bir tesis kurulması faydalı olacaktır.

Balık ununda başlıca;

- Depolama süresince kimyasal kompozisyon değişiminin belirlenmesi,
- Depolama süresinde biyojenik amin ve mikrobiyal gelişiminin tespiti,
- Balık unu ve yağında dioksin değerlerinin tespiti
- Evaporatör karışımının kimyasal ve biyojenik amin değerlerinin araştırılması,

gerekmektedir.

yem karmalarında yapılacak besleme çalışmalarında ise;

- Balık unu kalitesinde hammadde tazeliğinin önemi bildirecek besleme çalışmasının yapılması,
- Evaporatör unu katkılı balık unlarının balık büyüme ve yem değerlendirme oranlarının tespit edilmesi,
- Yem karmalarında evaporatör ununun kullanılması
- Farklı türlerden elde edilmiş balık unlarının kullanıldığı besleme çalışması,
- Farklı kurutma sıcaklıklarının uygulanması ile elde edilen ürünlerinin kullanıldığı besleme çalışmaları,
- Yem karmalarında farklı oranlarda kullanılan balık unlarının büyümeye etkisi,
- Ülkemiz’de üretilen balık unu ile dünya balık unu pazarında üretilen balık ununun kıyaslandığı,
- Tüm önerilen besleme çalışmalarında protein sindirim oranlarının da belirlenmesi,

Üretilen unun kalite standardının oluşturulması için gereklidir.

## 8. KAYNAKLAR

- Ababouch, L., Afilal, M.E., Benabdjelil, H. and Busta, F.F., 1991.** Quantitative changes in bacteria, aminoacids and biogenic amines in sardine (*Sardina pilchardus*) stored at ambient temperature (25-28°C) and in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 26; 297306.
- Ackman, R.G. and McLeod, C., 1988.** Total lipids and nutritionally important fatty acids of some nova scotia fish and shellfish food products. *Can. Inst. Food Sci. Tech. J.*, 21; 390-8.
- Ackman, R.G., 1994.** Processing Technology and Quality. *Seafood Chemistry*, Ed. By Shahidi, F. and Botta, J.R..p. 34-45.
- Ackman, R.G., Ratnayake, W.M.N. and Macpherson, E.J., 1989.** EPA and DHA contents of encapsulated fish oil products. *JAACS*, Vol. 66, No. 8, 1162-1164.
- Aggelousis, G. and Lazos, E.S., 1991.** Fatty acid composition of the lipids from eight freshwater fish species from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*. 4, 68-76.
- Akpınar, M.A., 1986.** *Cyprinus carpio* (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer ve kasındaki total lipit ve total yağ asidinin mevsimsel değişimi. *C.Ü. Fen-Edebiyat Fak. Fen Bil. Dergisi*. 4, 33-42.
- Aksnes, A., Brekken, B., 1988.** Tissue degradation, aminoacid liberation and bacterial decomposition of bulk stored capelin. *J. Sci. Food Agric.* 45, 53-60.
- Aksnes, A and Mundheim, H., 1997.** The impact of raw material freshness and processing temperature for fish meal on growth, feed efficiency and chemical composition of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* 149, 87-106.
- Anderson, J.S., Lall, S.P., Anderson, D.M. and McNiven, M.A., 1993.** Evaluation of protein quality in fish meals by chemical and biological assays. *Aquaculture*, 115, 3057325.
- Anonim, 2005.** [http://www.fisheries.is/process/meal\\_oil.htm](http://www.fisheries.is/process/meal_oil.htm), 14.05.2009
- Anonim, 2008.a.** 2/1 numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğ. Su Ürünleri Kooperatifleri Merkez Birliği, Ankara
- Anonim, 2008. b.** Tarım Köyüşleri Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonim, 2009a.** Hake fish meal. [www.sotomayor.com/docs/standrad\\_contract\\_agreement.doc](http://www.sotomayor.com/docs/standrad_contract_agreement.doc), 05.06.2009
- Anonim, 2009b.** Fish meal. ([http://www.jefo.ca/fiches\\_anglais/fishmeal.html](http://www.jefo.ca/fiches_anglais/fishmeal.html)), 05.06.2009
- AOAC, 1990.** Official Methods of Analysis of AOAC International, Edited Patricia Cunniff. Chapter 35, Fish and Other Marine Products, AOAC Official methods of analysis 938.08. Chapter 35, Chapter Editor James M. Hungerford. Published AOAC International, ISBN 0-935584-54-4 and ISSN 1080-0344.
- AOAC, 1993.** Analysis of Histamine. *Journal of AOAC International* Vol. 76, No.3
- Ariyawansa, S., 2000.** The evaluation of functional properties of fish meal. Fisheries Training Programme. Final Project.p.25.
- Arruda, L.F., Borghesi, R., Brum, A., Regitano, M. and Oetterer, M., 2006.** Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*) silage. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(4): 749-753,
- Aursand, M., Mabon, F., and Martin, G.J., 2000.** Characterization of farmed and wild salmon (*Salmo salar*) by a combined use of compositional and isotopic analyses, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 77, 659-666.
- Ayas, D., 2006.** Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın sıcak tütsülenmesi sonrasında kimyasal kompozisyon oranlarındaki değişimleri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/3): 343346
- Bakker, N.P.M., 1994.** Biogenic amines threat in high protein feed. *Feed mix. Int. J. Feed Nutr. Technol.* 2, 7 -11.

- Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L., Empis, J. M., and Christie, W. W., 1997.** Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science*, 62(1), 40–42.
- Barlow, S.M. and Pike, I.E., 1977.** The role of fat in fish meal in pig and poultry nutrition. Technical Bulletin No: 4, International Association of Fish Meal Manufacturers. Potters Bar, UK.
- Barlow, S. M. and Windsor, M. L. 1983.** Fishery byproducts. In: M. Rechcigl, Jr. (Ed.) *CRC Handbook of Nutritional Supplements. Volume E. Agricultural Use.* pp 253-272. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. Almdt; H. S. Hussein and R. M. Jordan (1991)
- Bartholomew, B. A., Berry, P. R., Rodhouse, J. C., Gilbert, R. J., and Murray, C. K. 1987.** Scombrototoxic fish poisoning in Britain: features of over 250 suspected incidents from 1976 to 1986. *Epidem. Infect.*, 99 (3): 775-782.
- Bassompierre, M., Larsen, K.L., Zimmerman, W. and Mclean, E., 1998.** Comparison of chemical, electropretic and in vitro digestion methods for predicting fishmeal nutritive quality. *Aquaculture nutrition*, 233-239.
- Batterham, E.S., 1994.** Ileal digestibilities of amino acids in feedstuffs for pigs. In: D’Mello, J.P.F. Ed., *Amino Acids in Farmed Animal Nutrition.* CAB International, Wallingford, UK, pp. 113–131.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Webster, J.L., McGhee, F., Millar, R.M., and Sargent, J.R., 1998.** Flesh lipid and carotenoid composition of scottish farmed atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Agric. Food Chem.* 46, 119–127.
- Bimbo, A.P., 1990.** Fish meal and oil. In: Martin, R.E, Flick, G.J. Eds. *The Seafood Industry*, Van Nostrand Reinhold, New York; 325350.
- Bimbo, A. P. and Crowther, J. B., 1992.** Fish meal and oil: current uses. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69, 221–227.
- Bling, E.G and Dyer, W.J., 1959.** A rapid methods of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Phys.*, 37, 911-917.
- Botta, J.R., Lauder, J.T. and Jewer, M.A., 1984.** Effect of methodology on total volatile basic nitrogen (TVBN) determination as an index of quality of fresh Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 49: 734-736,
- Borquez, R., Koller, W.D., Wolf, W. and Spieb, W.E.L., 1997.** Stability of n3 fatty acids of fish protein concentrate during drying and storage. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30, 508–512.
- Burke, J.M., Staples, C.R., Risco, C.A., De La Sota, R.L. and Thatcher, W.W., 1997.** Effect of ruminant grade Menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 33863398.
- Butcher, G.D. and Nilipour, A.H., 2000.** Feed passage in broilers- A complex problem, *Poultry Digest*, October/ November, 21-23
- Calabrese, J.P., 1999.** Fish oil and bipolar disorder. *Archives of General Psychiatry*, vol. 56, pp. 413-414.
- Castro-Compos, E., 1990.** harinas de pescado: utilizacion y principales problemas asociados a su uso en distintas especies. ( eklendi) Ricque, D.M., La Para, Cruz-Suarez, L.E., Cuzon, G., Cousin, M., Pike, A., 1998. Raw material freshness, a quality criterion for fish meal fed to shrimp. *Aquaculture* 165\_1998.95–109
- Chamberlain, G.W. 1993.** Aquaculture trends and feed projections. *World Aquaculture*, 24(1):19-29.
- Cho, H.O., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Lee, J.W., 1987.** Effect of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on the quality of dried marine products (shrimp, anchovy). *Kor. J. Food Hygiene* 2 (1), 21-27.
- Connor, W.E., 2000.** Importance of n3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 71, 171S–175S.
- Cowey, C.B. and Cho, C.Y., 1992.** Failure of dietary putrescine to enhance the growth of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49, 2469–2473.

- Cozzolino, D, Chree, A., Murray, I. and Scaife, R., 2002.** The assessment of the chemical composition of fishmeal by near infrared reflectance spectroscopy. *Aquaculture Nutrition*. 8:149-155
- Cruz-Suarez, L.E., Guillaume, J., 1983.** Facteurs de croissance inconnu de la farine de calmar pour la crevette japonaise: localisation de ce facteur. CIEM \_Conseil Int. pour l'Exploitation de la Mer, Comite Mariculture, F:14, Copenhague, 13 pp. Alındı; Ricque ve ark. (1998).
- Çaklı, Ş., 2007.** Su ürünleri işleme teknolojisi. Ege Uni. Yayınları Su Ürünleri Fakültesi yayın no: 76, Bornova, İzmir.
- Çakmak, B. 2003.** Yemlik yağlarda oksidasyon ve korunma yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, NRA-Üniversite İşbirliği, National Randerers Association (NRA) Bülteni., s:8.
- Çoban, Ö.E. and Patr, B., 2008.** Investigation of histamine level and some chemical quality parameters in fish consumed in Elazig City. *International Journal of Science & Technology*. Volume 3, No 1, 5965
- De Koning, A.J. and Hearshaw, K.D., 1990.** Investigation of the oxidation and hydrolysis of anchovy lipids in the manufacture of anchovy meal at a number of different factories. *Fishing Industry Research Institute Technical Report*, 5, 997103.
- De Koning, A.J., 2002.** Quantitative quality tests for fish meal. II. An investigation of the quality of south African fish meals and the validity of a number of chemical quality indices. *Int. J. Food Prop.*; 5: 495-507.
- De Koning, A.J., 2005.** Properties of South African fish meal: a review. *South African Journal of Science* 101
- De Silva, S. S. and Anderson, T. A., 1994.** Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall Aquaculture Series 1. London, 319 p.
- Deng-Fwu, H., Sheng-Hsiung, C., Chyuan-Yuan S. and Chang-Chia, C., 1995.** Biogenic amines in the flesh of sailfish (*Istiophorus platypterus*) responsible for scombroid poisoning. *Journal of Food Science* 60: 926-928.
- Dichmont, M.P. and Stewart, C.P.** Residence time of fish meal in direct and indirect dryers and the effect on quality. *Fishing Industry Research Institute Technical Report* 1992, 7, 1807185.
- Dönmez, M. ve Tatar, O., 2001.** Making profits out of seafood wastes. In Jensen, N.C. ed. *Quality fish meal: specifications and use in aquaculture and fur farming*. Alaska. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt/Volume 18, Sayı/Issue (1-2): 125-134
- Duyar, H.A. ve Bayraklı, B., 2005.** Sinop ilinde bulunan su ürünleri işleme tesislerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *SÜMDER*, Sayı:4/24 s.53-56.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürgüz, F., 1993.** İstatistik metotları, II. Baskı, A.Ü. Zir.Fak. Yay.: 1291, Ankara, 218 s.
- Ergün, S., Yiğit, M., Türker, A. ve Önal, U., 2006.** Yavru kalkan balığının (*Psetta maeutica*) beslenmesinde taze hamsinin değerlendirilmesi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. Cilt/Volume 23. Ek/Suppl. (1/2): 219-222
- Fairgrieve, W.T., Myers, M.S., Hardy R.W. and Dong, F. M., 1994.** Gastric abnormalities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed amine- supplemented diets or chicken gizzard – erosion – positive fishmeal. *Aquaculture* 127: 219-232.
- FAO, 1986.** The production of fish meal and oil. *FAO Fisheries technical paper-142*. FAO Fisheries Departman, Roma, İtaly.
- FAO, 2008.** Fishery and aquaculture statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2008. <http://www.fao.org/fishery/publications/2008/en>
- Farkas, T., 1984.** Adaptation of fatty asid composition to temperature. a study on Carp (*Cyprinus carpio*) Liver Slices. *Comp. Biochemistry and Psiology*, 79 B (4), 531-535.
- FDA, 1996.** Decomposition and histamine in raw, frozen tuna and mahi-mahi, canned tuna and related species. *Compliance Policy Guides*, 7108(240): 540-525.

- Fox, J.M., Lawrence, A.L. and Smith, F., 2004.** Development of a fishmeal substitute-feed for growth and survival of *Litopenaeus vannamei*. Proceedings of Avances en Nutrición Acuícola VII, November 16-19, Hermosillo, Mexico.
- Francesco, D.M. Parisi, G., Perez-sanchez, J., Gomez-Requeni, P., Medale, F., Kaushik, S.J., Mecatti, M. and Poli, B.M., 2007.** Effect of high-level fish meal replacement by plant proteins in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/filet quality traits. Aquaculture Nutrition 2007 13; 361–372
- Galdos, A., Albrecht-Ruiz, M., Maldonado, A.S., and Minga, P., 2002.** Fat Content of peruvian anchovy (*Engraulis ringens*), after “El Niño” phenomenon (1998–1999). Journal of Food Composition and Analysis. 15, 627–631
- Gockse, M. A., Tasbozan, O., Celik, M., and Tabakoglu, S. S., 2004.** Seasonal variation in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). Food Chemistry, 88, 419–423.
- Gooch, J. A., Hale, M. B., Brown, T. Bonnet, C. J., Brand, C.G., and Regier, L.W., 1987.** Proximate and Fatty Acid Composition of 40 Southeastern U.S. Finfish Species. NOAA Technical Report NMFS 54.
- Gordon, D.T. and Ratliff, V., 1992.** The implications of Omega 3 fatty acids in human health. Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick, 406 pp
- Gorga, C., 1998.** Quality assurance of seafood. An avi Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 245 p.
- Göğüş, A.K. ve Kolsarıcı, N., 1992.** Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. No: 1243, Ders Kitabı, Ankara, 261 s.
- Gözükara, E.M., 1989.** Biyokimya Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 293 s.
- Grant, A.L., Holland, R.E., Whillam, T.J., King, K.J. and Liesman, J.S., 1989.** Effects of dietary amines on the small intestine in calves fed soybean protein. J. Nutr. 119, 1034– 1041.
- Gülyavuz, H., ve Ünlüsaym. M., 1999.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ders Kitabı, S.D.Ü., Eğirdir Su Ürünleri Fak., 366 sf, Isparta.
- Güner, S., Dincer, B., Alemdağ, N., Çolak, A. and Tüfekci, M., 1998.** Proximate Composition and Selected mineral Content of Commercially Important Fish Species from the Black Sea. J Sci Food Agric 1998. 78. 337–342
- Haaland, H., Arnesen, E., Njaa, L.R., 1990.** Aminoacid composition of whole mackerel *Scomber scombrus*. stored anaerobically at 20°C and at 28°C. Int. J. Food Sci. Technol. 25, 82–87.
- Hall, G.M. 1992.** Fish processing technology. In Ockerman, H.W. ed. Fishery byproducts, pp. 155-192. New York: VCH publishers.
- Halver, J.E., 1972.** Fish Nutrition. Academic Press., London, 713 pp.
- Hardy, R.W. ve Castro, E., 1994.** Characteristics of the Chilean salmonid feed industry. Aquaculture 124, 307-320.
- Hardy, R.W., 1996.** Alternative protein sources for salmon and trout diets. Anim. Feed Sci. Technol. 59, 71– 80.
- Harry, E. C., Tucker, J. F. and Lauresen, A. P., 1975.** The role of histamine and fish meal in the incidence of gizzard erosion and proventricular abnormalities in the fowl. British Poultry Science, 16,69-78.
- Huisman, J., van Kempen, G.J.M., Bos, K.D., Verstraten, A.J.M.A. and Vlissingen, F.J.M., 1992.** Effect of fish meal quality and biogenic amines on performance of piglets and chicken. Nutrition and Food Research Annual Report, TNO Biotechnology and Chemistry Institute, Zeist, the Netherlands, pp. 12–13.
- Hulan, H.W., Proudfoot, F.G. and Zarkadas, C.G., 1987.** The effect of adding white fish meal containing enzyme digested or untreated stickwater solids to diets for broiler chickens. Anim. Feed Sci. Technol. 16, 253–259.
- Huss, H.H. 1993.** Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical Paper. No.334. Rome, FAO. 169 pp.

- Huss, H.H., 1995.** Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, No: 348. Rome, 195 p.
- IUPAC, 1994.** Protocol for the design, conduct and interpretation of collaborative studies. Revised Lisbon, Portugal, 4 August 1993. Edited by William Horwitz, Food and Drug Administration, Washington, DC, for Interdivisional Working Party on Harmonisation of Quality Assurance Schemes for Analytical Laboratories, International Union of Pure and Applied Chemistry.
- Jahncke, M.L., Smith, T.J. and Seaborn, G.T., 1991.** A Biochemical method to distinguish wild from cultured fish. NOAA Technical Memorandum, NMFS SEFC-277.
- Jensen, N.C., 1986.** Evaluation of the influence of drying methods on the feed conversion value of fish meal for rainbow trout. Rec. of Ann. Conf. IFOMA, College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Herts. AL3 4PA, UK, pp. 74-86.
- Kartal, M., Kurucu, S., Aslan, S., Özbay, Ö., Ceyhan, T., Sayar, E. and Cevheroğlu, F., 2003.** Comparison of w3 fatty acids by GC-MS in frequently consumed fish and fish oil preparations on the Turkish market. FABAD J. Pharm. Sci., 28, 201-205.
- Kaushik, S.J., 1990.** Use of alternative protein sources for the intensive rearing of carnivorous fishes. In: Mediterranean Aquaculture. pp. 125–138.
- Kaya, Y. and Turan, H., 2010.** Comparison of protein, lipid and fatty acids composition of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during the commercial catching season. Journal of Muscle Foods. (in press)
- Keller, S. 1990.** Making profits out of seafood wastes. In Hardy, R.W. and Masumoto, T. eds. Specifications for marine by-products for aquaculture, pp. 109-120. Alaska.
- Kennedy, B., Karunasagar, I. and Karunasagar, I., 2004.** Histamine level in fishmeal and shrimp feed marketed in India. Asian Fisheries Science 17 : 9-19
- Keong Ng, W. and Bahurmiz, O.M., 2009.** The impact of dietary oil source and frozen storage on the physical, chemical and sensorial quality of fillets from market-size red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. Food Chemistry 113, 1041–1048
- Kim, S.W. and R.A. Easter, 2001.** Nutritional value of fish meals in the diet for young pigs. J. Anim. Sci., 79: 1829-1839.
- Klausen, N.K., Lunde, E., 1986.** Formation of biogenic amines in herring and mackerel. Z. Lebensmittel. Unters. Forsh. 182, 459–463.
- Kop, A.F. ve Korkut, A.Y., 2002.** Balık yemlerinde kalite kontrol. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 19(1/2): 271 – 276
- Korkut, A.Y., Kop, A. ve Demir, P., 2007.** Balık yemlerinde kullanılan balık yağı ve özellikleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 195–199
- Kousoulaki, K., Albrektsen, S., Langmyhr, E., Olsen, O.J., Campbell, P. and Aksnes, A., 2009.** The water soluble fraction in fish meal (stickwater) stimulates growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) given high plant protein diets. Aquaculture 289. 74–83
- Köse, S., 1993.** Investigation into toxins and pathogens implicated in fish meal production. Doctor of Philosophy of the Loughborough University of Technology, England.
- Köse, S., Quantick, P. and Hall, G., 2003.** Changes in the levels of histamine during processing and storage of fish meal. Animal Feed Science and Technology 107; 161–172
- Köse, S. and Erdem, M.E., 2004.** An Investigation of quality changes in anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) stored at different temperatures. Turk J Vet Anim Sci. 28. 575-582
- Kratzer, F.H., Latshaw, J.D., Leeson, S.L., Moran, E.T., Parsons, K.M., Sell, J.L. and Waldrop, P.W., 1994.** Nutrient requirements of poultry: Ninth Revised Edition, National Academy Press, Washington, D.C.; 61-79.
- Kristofersson, D., James, L. and Anderson, 2004.** Structural breaks in the fishmeal - soybean meal price relationship. Department of Economics and Resource Management Agricultural University of Norway PO Box 5033, NO-1432 Ås, Norway



- Lambertesen, G., 1978.** Fatty acids composition on fish fats. Comparisons based on eight fatty acids Fisk. Dir. Skr., ernaering, 1(4), 105-116.
- Lia, P., Wang, X., Hardy, R.W., Gatlin, D.M., 2004.** Nutritional value of fisheries by-catch and by-product meals in the diet of red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 236 485-496.
- Limbo, S., Sineli, N., Torri, L. and Riva, M., 2009.** Freshness decay and shelf life predictive modelling of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) applying chemical methods and electronic nose. LWT - Food Science and Technology 42; 977-984
- Linko, R.R., Kaitaranta, J.K., and Vuorela, R., 1985.** Comparison of the fatty acids in balting ringa and available plankton feed. Comp., Biochem., Pysiol., 82,p : 699-705.
- Love, R.M., 1982.** Basic fact about fish, in: Fish handling & Processing. Chap. 2. Ed. By Aitken, A., Mackie, I.M., Marritt J.H. & Windsor, M.L., Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, Torry Research Station, Edinburg, 2-19.
- Ludorff, W. and Meyer, V., 1973.** Fische und fischerzeugnisse. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, p: 125-130, ISBN: 3 489 71914
- McCallum, I., ve Higgs, D., 1989.** an assesment of processing effect on the nutritive value of marine protein sources for juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 77: 181-200.
- Mackie, I. M., Pirie, L., Ritchie, A. H., Yamanaka, H., 1997.** The formation of non-volatile amines in relation to concentration of free basic amino acid during postmortem storage of the muscle of scallop (*Pecten maximus*), herring (*Clupea harengus*) and mackerel (*Scomber scombrus*) Food Chem., 60(3): 291-295.
- Mendoza. R., Montemayor, J. and Verde. J., 1997.** Biogenic amines and pheromones as feed attractants for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquac. Nutr. 3. 167- 174.
- Miller, D., 1970.** Mineral mixture composition-A factor in chick bioassays of the protein quality of fish meals. Poult. Sci., 49: 1535-1540. Alındı Moghaddam ve ark. (2007)
- Mittaine, J. F., 2006.** Fishmeal & fish oil statistical yearbook; IFFO: Hertfordshire, U.K.
- Moghaddam, H.N., Mesgaran, M.D., Najafabadi, H.J. and Najafabadi, H.J., 2007.** Determination of chemical composition, mineral contents, and protein quality of Iranian Kilka fish meal. International Journal of Poultry Science 6 (5): 354361.
- Mogridge, J.L., Smith, T.K. and Sousadias, M.G., 1996.** Effect of feeding raw soybean on polyamine metabolism in chicks and the therapeutic effect of exogenous putrescine. J. Anim. Sci. 74, 1897-1904.
- Montemayor-Leal, J., 1995.** Uso de feromonas y aminos biogenicas como atractantes en alimento para langostinos, *Macrobrachium rosenbergii*. MSc thesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Mexico. Alındı; Ricque et al., 1998.
- Nakazoe, J., Castro, R., Yokoyama, M., Nakazawa, A., 1994.** Biological evaluation of fish meal produced in Chile. Aquaculture 124, 362-363.
- New, M.B. and Wijkström, U.N., 2002.** Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fishmeal trap. FAO Fisheries Circular No. 975 FIPP/C975. Rome. 61pp.
- Oğuz, A., 2000.** Plazma lipoproteinleri ve ölçüm yöntemleri. Hiperlipidemia ve Aterosklerozis, s. 3031.
- Olafsdottir, G., Hognadottir, A., Martinsdottir, E. and Jonsdottir, H., 2000.** Application of an electronic nose to predict total volatile bases in capelin (*Mallotus villosus*) for fish meal production. Journal of Agricultural and food chemistry. 48: 2353-2359.
- Opstvedt, J., 1988.** Influence on protein quality, s. 2339, J. R. Burt (ed), Fish smoking and drying, England, Elsevier Science Publisher.
- Opstvedt, J., Mundheim, H., Nygard, E., Aase, H. and Pike, I.H., 2000.** Reduced growth and feed consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish meal made from stale fish is not due to increased content of biogenic amines. Aquaculture 188, 323-337.
- Opstvedt, J., Aksnes, A., Hope, B. and Pike, I.H., 2003.** Efficiency of feed utilisation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets with increasing substitution of fish meal with vegetable proteins. Aquaculture 221, 365-379.

- Osuna, O., 1985.** Vomito negro, modelos experimentales y concentraci3n de histidina en harina de pescado. *Avicult. Prof.* 2, 143–146.
- Özoğul, F., 2001.** The effect packaging systems on quality and safety of herring. PhD dissertation. Lincoln, U.K: Univ.of Lincoln.
- Özoğul, F., K., Taylor D. A., Quantick, P. and Özoğul, Y., 2002.** Changes in biogenic amines in herring stored under modified atmosphere and vacuum pack. *J. Food Sci.*, 67:2497-2501.
- Özoğul, F., Küley, E. ve Özoğul, Y., 2004.** Balık ve Balık Ürünlerinde Oluşan Biyojenik Aminler. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* . Cilt/Volume 21. Sayı/Issue (3-4): 375–381
- Pedersen, T.M., Opstvedt, J., 1992.** Principal of quality control Norsildmel. Pap. presented at the Seminario Internacional sobre la Calidad de Harinas de Pescado en Nutricion Animal Acuicola y Pecuaria, 16–17 Nov. Monterrey, N.L., Mexico, 12 pp.
- Pigott, G.M. and Tucker, B.W., 1990.** *Seafood Effect of Technology on Nutrition.* Marcel Dekker Inc., New York, 359 p.
- Pike, I.H., Andorsdo'ttir, G., Mundheim, H., 1990.** The role of fish meal in diets for salmonids. IAFMM Technical Bulletin No. 24, 2 College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Herts. AL3 4PA, UK, pp. 1–35
- Pike, I.H. and Hardy, R.W., 1997.** Standards for assaying quality of feed ingredients. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture*, vol. 6. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 473–492.
- Pike, I. 1998.** Future supplies of fishmeal and fish oil: quality requirements for aquaculture with particular reference to shrimp. In *International Aquafeed Directory & Buyers' Guide 1998*. pp. 39–49. Uxbridge, United Kingdom, Turret RAI plc.
- Ponce, L.E. and A.G. Gernat, 2002.** The effect of using different levels of Tilapia by-product meal in broiler diets. *Poult. Sci.*, 81: 1045-1049.
- Rezaei, M., Sahari, M. A. and Moeini, S., 2007.** Quality assessment of lipid in anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) during frozen storage at different temperature rates. *J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.*, Vol. 10, No. 4 (B), Winter 2007, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.
- Ricque, D.M., La Para, M.I.A., Cruz-Suarez, L.E., Cuzon, G., Cousin, M. and Pike, I.H., 1998.** Raw material freshness, a quality criterion for fish meal fed to shrimp. *Aquaculture* 165\_1998.95–109
- Ritchie, A. H. and Mackie, I.M., 1980.** The formation of diamines and polyamines during the storage of mackerel (*Scomber scombrus*). *Advances in fish science and technology*. p. 489-494.
- Romero J.J., Castro E., Diaz A.M., Reveco M. and Zaldivar J., 1994.** Evaluation of methods to certify premium quality of Chilean fish meals. *Aquaculture* 124, 351–358.
- Ruiter, A. 1995.** Fish and fishery products composition, nutritive properties and stability. In Schmidt Dorff, W. ed. *Fish meal and fish oil-not only by-products*, pp. 347- 376. United Kingdom: Biddles Limited.
- Saldamlı, İ., 1998.** *Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Basımevi, Ankara, 528s.*
- Saldanha, T. Ve Bragagnolo, N., 2008.** Relation between types of packaging, frozen storage and grilling on cholesterol and fatty acids oxidation in Atlantic hake fillets (*Merluccius hubbsi*). *Food Chemistry* 106 (2008) 619–627
- Satoh, S., Izume, K., Takeuchi, T. and Watanabe, T., 1987.** Availability to rainbow trout of zinc contained in various types of fishmeals. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 53(10), 1861-1866.
- Schmidtdorff, W., 1995.** Fish meal and fish oil - not only by-products. In *Fish and Fishery Products. Composition, Nutritive Properties and Stability*; Ruiter, A., Ed.; CAB International: Oxford, U.K.; pp 347-376.
- Schubring, R. and Meyer, C., 2002.** Quality factors of terrestrial snail products as affected by the species. *Journal of food science*, 67. 31483151
- Shalaby, A. R., 1996.** Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7), 675–690.

- Sifuentes, C.G., Aguilar, R.P., Sánchez, M.L., Sánchez, G.G., Suarez, J.C.R. and Carreño, G., 2009.** Properties of recovered solids from stick-water treated by centrifugation and pH shift. *Food Chemistry* 114, 197–203
- Simopoulos, A.P., 1999.** Essential fatty acids in health and chronic disease, *Am. J. Nutr.* 70, 560S–569S.
- Simopoulos, A.P., 2000.** Human requirement for n3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science* 79, 961–970.
- Sivri, N., Boran, M. ve Başar, E., 1997.** Karadeniz’de Avlanan Bazı Balık Türlerinin Et Verimi ve Kimyasal Yapısına Göre Ekonomik Değerlendirilmesi, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 699-702, İZMİR.
- Skurray, G. B., and Herbert, L. S., 1974.** Batch dry rendering; influence of raw materials and processing condition on meat meal quality. *J. Sci. Food Agric.* 25:1071–1079.
- Smith, T.K., 1990.** Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. *PSEBM* 94, 332–336.
- Smith, T.K., Mogridge, T. and Sousadias, M.G., 1996.** Growth-promoting potential and toxicity of spermidine, a polyamine and biogenic amine found in food and feedstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 44, 518– 521
- Solar, M.C.L., Zeng N.X., Essert, T.K., Truong, T.D., Pina, C., Cullor, J.S., Smith, W.L. and Larrain, R., 2005.** Disinfection of fishmeal with radiofrequency heating for improved quality and energy efficiency. *J Sci Food Agric* 85:2273–2280
- Sousadias, M.G. and Smith, T.K., 1995.** Toxicity and growth-promoting potential of spermine when fed to chicks. *J. Anim. Sci.* 73, 2375– 2381.
- Stansby, M.E., 1969.** Nutritional properties of fish oils, *World Rev. of Nutrition and Dietetics*, Vol.11, New-York, pp.46-105.
- Steffens, W., 1994.** Replacing fish meal with poultry byproduct meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 124: 2734.
- Stoll, A.L., 1999.** Omega 3 fatty acids in bipolar disorder. *Archives of General Psychiatry*, vol. 56, pp. 407-412.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Baeverfjord, G., Nielsen, B.G., Asgard, T., Scott, T. and De Laporte, A., 2000.** Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. *Aquaculture* 184, 115-132.
- Suzuki H, Okazaki K, Hayakawa S, Wada, S and Tamura S, 1986.** Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species. *J Agric Food Chem* 34:58–60.
- Şengör, G.F., Akkuş, S. ve Maleki, R.H., 1999.** Çeşitli su ürünlerinin kolesterol içerikleri ve kimyasal kompozisyonları üzerine bir araştırma. *X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Adana, 137-150.
- Tacon, A.G.J., 1993.** Feed ingredients for warmwater fish. *Fishmeal and other processed feedstuffs*, *FAO Fish. Circ.*, No. 856, FAO, Rome, Italy, 64pp
- Tacon, A. G. J., 1994.** *Feed Ingredients for Carnivorous Fish Species: Alternatives to Fishmeal and Other Fishery Resources* (Food and Agricultural Organization, Rome).
- Tacon, A. C. G., 1998.** In *International Aquafeed Directory* (ed. Fraser, S.) 537, Turret, Middlesex, UK.
- Tacon, A.J., 2002.** Thematic Review of Feeds and Feed Management Practices in Shrimp Aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment, Rome, 69 p.
- Tanakol, R., Yazıcı, Z., Sener, E. and Sencer, E., 1999.** Fatty acid composition of 19 species of fish from The Black Sea and The Marmara Sea. *Lipid*, 34(3) 291-297.
- Tapia-Salazar, M., 2000.** Efecto de las aminos biogenicas presentes en harinas o suplementadas en la dieta del camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. PhD thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N.L., México. 93 pp.

- Tapia-Salazar, M., Cruz-Suarez, L.E., Ricque, M.D., Pike, I.H., Smith, T.K., Haris, A., Nygard, E., Opstvedt, J., 2004.** Effect of fishmeal made from stale versus fresh herring and of added crystalline biogenic amines on growth and survival of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* fed practical diets. *Aquaculture* 242 (2004) 437–453
- Tarladgis, B.G., Watts B.M. and Yonathan, M., 1960.** Distillation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods, *J. Amer. Oil. Chem. Soc.*, 37, 44-48. Duyar, H.A., (2000) Doktora tezinden alınmıştır.
- Tato, A., 1993.** Concerns for utilization of marine lipids and oils. *Food Technology*, 5, 151-155.
- Telefoncu, A., 1993.** Besin Kimyası. E.Ü. Fen Fak. Yayınları, No: 149, İzmir, 216 s.
- Tidwell, J.H. and Allan, G.L. 2002.** Fish as food: aquaculture's contribution. *World Aquaculture* 33: 44–48
- Titgemeyer, E.C., Merchen, R.N and Berger, L.L., 1989.** Evaluation of soybean meal, corn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. *J. Anim. Sci.* 67:262-275
- Torstensen, B. E., Bell, G. J., Rosenlund, G., Henderson, R. J., Graff, I. E., Tocher, D. R., Lie, O. and Sargent, J. R., 2005.** Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *J. Agric. Food Chem.* 53, 10166–10178.
- Turan, H., Kaya, Y. and Erkoyuncu, İ., 2007.** Protein and lipid content and fatty acid composition of anchovy meal produced in Turkey. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*; 31(2): 113-117
- Ünlüsayın, M., Kaleli, S. and Gülyavuz, H., 2001.** The determination of flesh productivity and protein components of some fish species after hot smoking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 661-664.
- Varlık, C., 1994.** Soğukta depolanan sardalyalarda histamin düzeyinin belirlenmesi, *Gıda Dergisi*, 19, 2; 119-124.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., 2004.** Su ürünleri işleme teknolojisi. İ.Ü. Su Ürünleri Fak., İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Veciana-Nogués, M.T., Mariné-Font, A. and Vidal-Carou, M.C., 1997.** Changes in biogenic amines during the storage of Mediterranean anchovies immersed in oil. *J. Food Chem.* 45, 1385–1389
- Vergara J.M., Lopez-Calero G., Robaina L., Caballero M.J., Montero D., Izquierdo M.S. and Aksnes A., 1999.** Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. *Aquaculture*, 179: 35–44.
- Vidal-Carou, M.C., Veciana-Nogues, M.T. and Marine-Font, A., 1990.** Spectrofluorometric determination of histamine in fish and meat products. *J. AOAC.*, 71(4): 565 – 567.
- Waldroup, P.W. and Adams, M.H., 1994.** Evaluation of the phosphorus provided by animal proteins in the diet for broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.*, 3: 209-218.
- Wang, X. and Parsons, C. M., 1998.** Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. [poultry@uiuc.edu](mailto:poultry@uiuc.edu)
- Watanabe, T., Satoh, S. and Takeuchi, T., 1988.** Availability of minerals in fishmeal to fish. *Asian Fish. Sci.*, I: 175-195.
- Webster, C. D., Tiu, L. G., Margan, A. M. and Gannam, A., 1999.** Effect of partial and total replacement of fishmeal on growth and body composition of sunshine bass, *Morone chrysops* X *M. saxatilis*, fed practical diets. *J. World Aquaculture Soc.* 30, 443-453. |
- Wendakoon, C. N., Murata, M. and Sakaguchi, M., 1990.** Comparison of non-volatile amine formation between the dark and white muscle of mackerel during storage. *Nippon Suis. Gakk.* 56(5): 809-818.
- Wessels, J.P.H. and Post, B.J., 1989.** Effect of heat treatment of fishmeals, fines and the addition of lizine as related to gizzard erosion in chicken. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 46: 393-406.

- Windsor, M.L., 2001.** Fish meal. Department of trade and industry torry research station. Torry Advisory note No. 49
- Wiechers, S.G. and Hobbs, R., 1961.** Nutritional value of fish meal-maize meal mixtures. Fishing Industry Research Institute Annual Report. 15, 72–73. Almdı; de Koning., 2005.
- Wieske, T., 1977.** Zusammengestuzung tierischer fette. Fette Seifen Anstrichmittel, p. 285-290.
- Winder, M. and Barlow, S. 1981.** Introduction to fishery by-products. Fish meal production. England: Fishing News Books Limited.
- Witte, L., 1994.** Fettesavre spektren wiehtiger. Fette Saifen Anstrichmittel. 3, p. 81-85.
- Wolfram, G., 1989.**  $\omega$ 3 und  $\omega$ 6 fettasauren–biochemisch ebesonderheitenund biologische wirkungen. Fette Saifen Anstrichmittel, 12, p.459-468.
- Yücecan, S. ve Baykan, S., 1981.** Besin kimyası, besin kontrol ve analizleri. M.E.B. Temel Ders Kitabı, Yayın No:5, İstanbul, s. 51-53.
- Zarkadas, C.G., 1986.** The amino acid and mineral composition of white fish meal containing enzyme-digested or untreated stickwater solids. Animal Feed Science and Technology, 14. 291—305
- Zlatanov, S. and Laskaridis, K., 2007.** Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). Food Chemistry 103, 725–728
- Zugarramurdi, A., Parin M.A, Carrizo, G.A., Gadaleta, L. and Lupin, H.M., 2002.** Investment and production costs for fishmeal plants in developing and developed countries. Int. J. Production Economics, 76, 53–59.

**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Barış BAYRAKLI

Doğum Yeri : BARTIN

Doğum Tarihi : 20.07.1977

Medeni Hali : Evli

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

**Eğitim Durumu (Kurumu ve Yıl)**

Lise : Bartın Lisesi 1991-1994

Lisans : OMÜ Su Ürünleri Fakültesi 1995-1999

Yüksek Lisans : OMÜ Fen Bilimleri Ens. Su Ürünleri Fakültesi  
Yetiştiricilik A.B.D. 1999-2002

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Fen Bilimleri Ens. 1999-2002

Sinop Tarım İl Müdürlüğü 2002 – Halen

İletişim Bilgileri : Cep tel: 0544 202 25 34

e-posta: barisbayrakli@hotmail.com