



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MARİNE EDİLEN PALAMUT BALIĞI (*Sarda sarda*)'NİN  
DONDURULARAK DEPOLAMA BOYUNCA LİPİT VE  
DUYUSAL KALİTE PARAMETRELERİNİN  
İNCELENMESİ**

**FİLİZ SAYGUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**ORDU 2019**

**T.C.**  
**ORDU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MARİNE EDİLEN PALAMUT BALIĞI (*Sarda sarda*)'NİN  
DONDURULARAK DEPOLAMA BOYUNCA LİPİT VE  
DUYUSAL KALİTE PARAMETRELERİNİN  
İNCELENMESİ**

**FİLİZ SAYGUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORDU 2019**

## TEZ ONAY

Filiz SAYGUN tarafından hazırlanan “MARİNE EDİLEN PALAMUT BALIĞI (*Sarda sarda*)’NİN DONDURULARAK DEPOLAMA BOYUNCA LİPİT VE DUYUSAL KALİTE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 31.07.2019 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman  
Prof. Dr. Bahar TOKUR


Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Bahar TOKUR  
Balıkçılık Teknolojisi  
Mühendisliği Bölümü, Ordu  
Üniversitesi

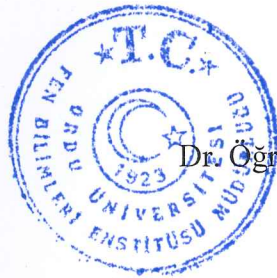
Üye  
Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK  
Avlama ve İşleme Teknolojisi  
Bölümü, Recep Tayyip  
Erdoğan Üniversitesi

Üye  
Dr. Öğretim Üyesi Koray  
KORKMAZ, Balıkçılık  
Teknolojisi Mühendisliği  
Bölümü, Ordu Üniversitesi

  
.....  
  
.....

  
.....

~~26/08~~/2019 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ~~29/08~~/2019 tarih ve ~~2019~~ / ~~507~~ sayılı kararı ile onaylanmıştır.



  
Enstitü Müdürü  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sami GÜLER

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

  
FİLİZ SAYGUN

**Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün BY-1732 numaralı projesi ile desteklenmiştir.**

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

## ÖZET

### MARİNE EDİLEN PALAMUT BALIĞI (*Sarda sarda*)'NİN DONDURULARAK DEPOLAMA BOYUNCA LİPİT VE DUYUSAL KALİTE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

FİLİZ SAYGUN

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 37 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. BAHAR TOKUR)

Bu çalışmada, marinasyon sosunda bekletildikten sonra dondurularak depolanan (-18°C) palamut (*Sarda sarda*)'un lipit ve duyusal kalitesinde meydana gelen değişimler dört ay boyunca araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kontrol grubunun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği sırasıyla %55.17, %26.54, %9.11 ve %1.58 olarak bulunurken, marine palamutun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği ise sırasıyla %58.16, %23.63, %11.34 ve %1.75 olarak bulunmuştur. Yapılan t testi sonucunda, nem (%), protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Araştırmada, dondurularak depolama boyunca lipit kalitesinin belirlenmesinde kullanılan tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) değerleri başlangıçta kontrol grubunda  $3.44 \pm 0.098$  mg malonaldehit/ kg örnek iken depolama sonucunda bu değer  $6.90 \pm 0.421$  mg malonaldehit/kg örnek'e ve marine grubunda  $1.92 \pm 0.069$  mg malonaldehit/ kg örnek iken bu değer depolama sonunda  $3.56 \pm 0.021$  mg malonaldehit/kg örnek değerine önemli bir şekilde arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Yağ asiti kompozisyonu bakımından ise gruplar arasında ve depolamaya bağlı önemli değişimlerin olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Duyusal analizlere göre, depolamanın sonunda kontrol grubunun koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik bakımından tüketilebilirlik sınırı aştığı halde, marine palamutların tüm duyusal parametreler bakımından tüketilebilir olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Acılaşma, Dondurarak Muhafaza, Marinasyon, *Sarda sarda*, Yağ Asitleri Kompozisyonu.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF LIPID AND SENSORY QUALITY PARAMETERS DURING FROZEN STORAGE OF MARINED ATLANTIC BONITO (*Sarda sarda*)

FİLİZ SAYGUN

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

FISHERIES TECHNOLOGY ENGINEERING

MASTER THESIS, 37 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. BAHAR TOKUR)

In this study, the changes in lipid and sensory quality of marined Atlantic bonito (*Sarda sarda*) stored at -18°C for four months were investigated. At the end of the study, moisture content (%), crude protein (%), lipid (%) and crude ash (%) content of control group were 55.17%, 26.54%, 9.11% and 1.58%, respectively, while the moisture (%), crude protein (%), lipid (%) and crude ash (%) content of marinated Atlantic bonito was 58.16%, 23.63%, 11.34%, and 1.75%, respectively. As a result of t-test, the difference between the groups in terms of the moisture (%), crude protein (%), lipid (%) and crude ash values were found to be as significant ( $p < 0.05$ ). In the study, thiobarbituric acid (TBA, mg malonaldehyde / kg sample) values used in the determination of lipid quality during frozen storage were found to be  $3.44 \pm 0.098$  mg malonaldehyde / kg sample in the control group at the beginning whereas this value significantly increased to  $6.90 \pm 0.421$  mg malonaldehyde/ kg sample value after storage and marine group were found to be  $1.92 \pm 0.069$  mg malonaldehyde/ kg sample at the beginning, whereas this value was significantly increased to  $3.56 \pm 0.021$  mg malonaldehyde/ kg sample value after store ( $p < 0.05$ ). In terms of fatty acid composition, significant changes were found the groups ( $p < 0.05$ ). According to sensory analyzes, although the control group exceeded the limit of consumption according to odor, flavor and general acceptability at the end of storage, it was determined that the marinated Atlantic bonito could be consumption level in all sensory parameters.

**Keywords:** Fatty Acids Composition, Frozen Storage, Marination, Rancidity, *Sarda sarda*

## TEŞEKKÜR

Tez konunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında baőta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bahar TOKUR'a, Dr. Öğretim Üyesi Koray KORKMAZ'a ve Araştırma Görevlisi Dr. Yılmaz UÇAR'a teşekkür ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim saygıdeğer amcam Prof. Dr. Mehmet BÜLBÜL'e ve değerli eői yengem Iőıl BÜLBÜL'e, eőim Dr. Öğretim Üyesi Serkan SAYGUN'a, anneme, kardeőim İlknur BABUCCU'ya ve yüksek lisans yapmama vesile olan rahmetli babam őaban BÜLBÜL'e teőekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	VI
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	VII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	4
2.1 Besin Kompozisyonu.....	4
2.2 Dondurarak Depolamada Kalite Değişimleri.....	6
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	10
3.1 Materyal.....	10
3.2 Yöntem.....	10
3.2.1 Marinasyon İşlemi.....	10
3.2.2 Kimyasal Analizler.....	12
3.2.2.1 Ham Protein.....	12
3.2.2.2 Nem Analizi.....	13
3.2.2.3 Ham Kül Analizi.....	13
3.2.2.4 Lipit Analizi.....	13
3.2.2.5 Yağ Asitleri Tayini.....	14
3.2.2.6 Tiyobarbitürik Asit (TBA) Analizi.....	14
3.2.3 Duyusal Analiz.....	15
3.2.4 İstatistiksel Analizler.....	15
<b>4. BULGULAR</b> .....	16
4.1 Besin Kompozisyonu.....	16
4.2 Dondurarak Depolama Boyunca Kalite Değişimleri.....	16
4.2.1 Lipit Oksidasyonunda Meydana Gelen Değişimler.....	16
4.2.2 Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	17
4.2.3 Duyusal Analiz.....	19
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	22
5.1 Tartışma.....	23
5.1.1 Besin Kompozisyonu.....	23
5.1.2 Dondurarak Depolama Boyunca Kalite Değişimleri.....	24
5.2 Sonuç.....	29
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	31
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	37



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 2.1</b> Depolama Süresince TBA Miktarındaki Değişim (Turan ve Erkoyuncu, 2004).....	7
<b>Şekil 2.2</b> Donmuş Depolamada Gruplarda TBA Değerlerindeki Değişim (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2010a).....	7
<b>Şekil 2.3</b> -22°C'de Depolanan Palamut ve Hamsi Balıklarının Duyusal Kalite Parametrelerinden Genel Kabul Edilebilirlik Sonuçları (Çorapçı, 2018).....	9
<b>Şekil 3.1</b> Çalışmada Kullanılan Palamut Balığı Örneği.....	10
<b>Şekil 3.2</b> Çalışmada Kullanılan Palamut Balığı Dilimleri.....	10
<b>Şekil 3.3</b> Marinasyon Sosu (a) ve Marine Edilen Palamut Dilimleri (b).....	11
<b>Şekil 4.1</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol ve Marine Edilmiş Palamutta Meydana Gelen Tiyobarbitürik Asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) Değerlerinde Meydana Gelen Değişim.....	17

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1</b> Kırmızı ve Beyaz Kasların Besin Bileşenleri (Öksüz ve ark., 2008) ...4	
<b>Çizelge 2.2</b> Yakalama Mevsiminde Palamut Yenilebilir Kasındaki Yağ Asidi Bileşimi (% Toplam FAME) (Mısır ve ark., 2014).....5	
<b>Çizelge 3.1</b> Duyusal Testte Kullanılan Puanlama Tablosu.....15	
<b>Çizelge 4.1</b> Kontrol ve Marine Palamutta Besin Kompozisyonu (%)* .....16	
<b>Çizelge 4.2</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol ve Marine Palamutta Meydana Gelen Tiyobarbitürik Asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) Değerlerinde Meydana Gelen Değişim .....16	
<b>Çizelge 4.3</b> Dondurularak Depolamanın Başında ve Sonunda Kontrol Grubu ve Marine Palamutlarda Yağ Asitleri Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişimler (%)* .....18	
<b>Çizelge 4.4</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamutun Duyusal Kalite Parametrelerinden Koku Değerindeki Değişim .....20	
<b>Çizelge 4.5</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Renk Değerindeki Değişim.....20	
<b>Çizelge 4.6</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Lezzet Değerindeki Değişim .....21	
<b>Çizelge 4.7</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Tekstür Değerindeki Değişim .....21	
<b>Çizelge 4.8</b> Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Genel Kabul Edilebilirlik Değerindeki Değişim.....22	

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>A</b>	: Örnek İçin Sarf Edilen HCl miktarı
<b>AOAC</b>	: Analitik Topluluklar Birliği
<b>B</b>	: Kör İçin Sarf Edilen HCl miktarı
<b>BBPA</b>	: İç Organları ve Solungaçları Çıkarılmayan Grup
<b>BTPA</b>	: İç Organları ve Solungaçları Çıkarılarak Yıkanan Grup
<b>CVD</b>	: Kardiyovasküler Hastalık
<b>DHA</b>	: Dokosaheksaenoik Asit
<b>EPA</b>	: Eikosapentaenoik Asit
<b>FAME</b>	: Yağ Asiti Metil Esteri
<b>FID</b>	: Alev İyonizasyon Dedektörü
<b>g</b>	: Gram
<b>GC</b>	: Gaz Kromatografik
<b>H</b>	: Hidrojen
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	: Sülfürik Asit
<b>H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub></b>	: Borik Asit
<b>HCl</b>	: Hidroklorik Asit
<b>ID</b>	: İyonizasyon Dedektörü
<b>K</b>	: Kontrol Grubu
<b>kGy</b>	: Kilogray
<b>kcal</b>	: Kilokalori
<b>M</b>	: Marine Grubu
<b>M</b>	: Asit molaritesi
<b>MDA</b>	: Molondialdehit
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>mg</b>	: Milligram
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>MUFA</b>	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
<b>NaOH</b>	: Sodyum Hidroksit
<b>N-3 PUFA</b>	: Omega 3 Çoklu Doymamış Yağ Asiti
<b>%N</b>	: Yüzde Azot Miktarı
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>°C</b>	: Santigrat Derece
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>ps</b>	: Gaz Basınç Birimi
<b>PUFA</b>	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
<b>SFA</b>	: Doymuş Yağ Asitleri
<b>TBA</b>	: Tiyobarbitürik Asit
<b>TBARS</b>	: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
<b>TPA</b>	: İşlem Uygulanmadan İç Organları ve Solungaçları Çıkarılan Grup
<b>TVB-N</b>	: Toplam Uçucu Bazik Nitrojen

---

## 1. GİRİŞ

Yüzyıllardır insanoğlunun protein açığının kapanmasında en önemli besin kaynaklarından biri olan balığın, tazeliğinin korunması ve uzun süre muhafaza edilmesi önemli bir sorun olmuştur. İkel dönemlerden günümüze kadar balığın çeşitli yöntemler kullanılarak uzun süreli muhafazası için kullanılan teknoloji son yüz yıldır hızla gelişen teknolojiye ayak uydurmuştur. Geleneksel yöntemlerden kurutma, tuzlama, tütsülemenin yanı sıra günümüz teknolojileri ile buzda ve dondurarak muhafaza teknikleri uygulanarak çok daha uzun süre depolama sağlanabilmektedir. Bütün bu işlemler yapılırken et kalitesinin en mükemmel seviyede tutulması amaçlanmaktadır. Örneğin tütsülenmiş, marine edilmiş veya tuzlanmış balıklar dondurularak hem et kalitesindeki bozulması geciktirilmekte hem de tat bakımından taze balığa eşdeğer lezzeti korunabilmektedir.

Pişirme öncesi balığın daha lezzetli olmasını sağlamak amacıyla belirli bir süre limon, sirke, baharat ve sıvı yağ içerisinde bekletilmesi işlemine marinasyon veya terbiyelemek adı verilmektedir. Marinasyon kelimesinin kökeni İtalyanca "marinare" den gelmektedir (McEvoy, 2003). 1600'lü yıllardan beri kullanılan marinasyon terimi et ve balığın salamurada bekletilmek suretiyle muhafaza edilmesi anlamını taşımaktayken günümüzde marinasyon için daha geniş tanımlamalar yapılmaktadır (Brandt, 2001). Lemos ve ark., (1999) marinasyonu, tüketici istekleri göz önüne alınarak etleri yumuşatmak, sululuğunu ve lezzetini geliştirmek amacıyla mutfaklarda kullanılan bir teknik olarak tanımlamışlardır. Parks ve ark., (2000)'e göre tuz, fosfat, asit, şeker, baharat ve aroma vericilerden oluşan sulu çözeltinin farklı tekniklerle ete uygulanması marinasyon olarak ifade edilmektedir. Tan, (2002) marinasyonu etin pişirilmeden önce tuz, sirke, yağ ve baharatlarla muamele edilmesi olarak ifade etmektedir. Çeşitli hayvan etlerinin yumuşatılması, gevrekleştirilmesi, lezzet ve aromasının artırılması için tuz, fosfatlar, organik asitler, çeşitli baharatlar ve diğer bazı katkı maddeleriyle muamele edilmesine marinasyon denilmektedir. Marinasyonda kullanılan ve içeriğinde tuz, fosfat, organik asitler, baharatlar ve çeşni vericiler bulunan sıvıya da marinat denilmektedir (Ergezer ve Gökçe, 2004). Marinasyon işlemi temelde, daldırma (durgun marinasyon), tamburlama ve enjeksiyon

olmak üzere üç farklı şekilde yapılmaktadır (Lemos ve ark., 1999; Smith, 1999; Parks ve ark., 2000; Smith ve Acton, 2001; Xargayo ve ark., 2001).

Daldırma yöntemi, durgun marinyasyon veya en basit ve en eski marinyasyon yöntemi olduğu için geleneksel yöntem de denilmektedir. Uygulamada etler içerisinde marinat bulunan tanklara doldurularak bu şekilde en az bir gün +4-7 °C'de bekletilir ve bekleme sırasında marinat içerisindeki katkı maddeleri süreye bağlı olarak ete difüze olur (Smith ve Acton, 2001).

Daldırma yöntemi oldukça basit ve ev ortamında bile uygulanabilecek temel bir yöntemdir. Uygulama kolaylığı, ucuzluğu (ilave ekipmana ihtiyaç göstermez) derili veya derisiz etlere uygulanabilmesi ve küçük kapasitelerde çalışabilmesi bu yöntemin avantajlarıdır (Ergezer ve Gökçe, 2004).

Balık ve balık ürünleri, birçok fizyolojik süreçle ilgili temel bileşikler olan  $\omega 3$  yağ asitlerini yüksek düzeylerde içermelerinden dolayı sağlık yararları ile ünlüdür (Pedrosa ve ark., 2014). Bu nedenle, balık ve balık ürünlerinin daha fazla tüketilmesi önerilir. Yağlı balık türleri uzun zincirli omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)' olan EPA (Eikosapentaenoik asit, C20: 5n-3) ve DHA (dokosaheksaenoik asit, C22: 6n- 3)'ı bol miktarda içerirler (Budzko, 2018).

Balık yağlarının tüketiminin insülin direnci, kalp damar hastalıkları, yüksek kolesterol, depresyon, tansiyon, romatoid artrit, bazı alerji türleri ve kanser gibi birçok hastalığın ilerlemesini engellediği bilinmektedir (Harris, 2007; Wall ve ark., 2010; Kalupahana ve ark., 2010; Lu ve ark., 2011). Özellikle hamilelik döneminde ve çocuklarda, EPA ve DHA gibi çoklu doymamış yağ asitleri tüketiminin zihinsel ve bedensel gelişim üzerine olumlu etkileri olduğu da bilinmektedir (Özyurt ve ark., 2007; Koletzko ve ark. 2008). Amerikan Kalp Derneği Beslenme Komitesi, herhangi bir balık türünün haftada iki veya üç kez tüketilmesini önermektedir (Kris-Etherton ve ark., 2002).

Dondurma ve dondurarak depolama, balığı ve balık ürünlerini en iyi şekilde muhafaza eden metotlardan biridir. Ancak, dondurarak depolama esnasında, lipid ve proteinlerin indirgenmesiyle meydana gelen istenmeyen bileşiklerden dolayı; balık ve balık ürünlerinin kalitesinde bozulmalar oluşmaktadır (Sikorski, 1980). Balıkta meydana gelen bu değişimler dondurulmuş balık ve balık ürünlerinin raf ömrünü belirlediği için ticari olarak büyük önem taşımaktadır. Dondurarak depolamada, balığın doku

yapısında, tadında ve renginde meydana gelen bozulmaların çok ciddi problemler yarattığı bilinmektedir. Özellikle tüketici açısından çok önemli bir unsur olan tatta meydana gelen ve arzu edilmeyen değişmelere, lipitlerin oksidasyonundan ve proteinlerin indirgenmesinden dolayı ortaya çıkan düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerin neden olduğu bilinmektedir. Uzun süreli depolamada balığın kas dokusunda meydana gelen bozulmalar, dondurulmuş balık ve balık ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde birincil faktör olarak değerlendirilir. Doku yapısında oluşan bu bozulmanın proteinlerin denatürasyonundan dolayı olduğu saptanmıştır (Dyer ve ark., 1950; Matsumoto, 1979; Shenouda, 1980; De Koning ve Mol, 1991).

Ticari olarak işlenen balık ve balık ürünlerinin dondurularak depolanması esnasındaki kalite ve besin maddelerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi, gerek kaliteli ürünlerin tüketiciye ulaştırılabilmesi gerekse yüksek ekonomik kayıpların engellenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Dondurulmuş balık teknolojisinde en önemli husus balıkların taze durumda iken taşıdıkları tadı, lezzeti, kokuyu ve yapıyı dondurulmuş durumda da muhafaza edebilmesidir. Ancak hiçbir uygulama dondurulmuş balığı taze balık niteliğinde tutmak başarısını gösterememiştir. En iyi koşullarda muhafaza edilen dondurulmuş balıklarda da bazı hoş gitmeyen gelişmeler olur. Bunların başlıca olanlarını sıralamak gerekirse: *i)* Dondurulmuş balıklarda hücreler arasındaki buz oluşumu nedeniyle et sertleşir ve lezzet azalır. *ii)* Dondurulmuş balıkların besin unsurları denaturasyona uğrar. *iii)* Dondurma sonunda balıkta bulunan bazı uçucu maddeler eti terkeder ve balığın kendine özgü kokusu kısmen kaybolur. *iv)* Dondurulmuş balıklar, çevrede bulunan bazı maddelerin kokusunu absorbe eder ve bunlarda hoş gitmeyen yeni kokular oluşur. *v)* Dondurulmuş balıkların uzun süre muhafazası sürecinde etlerde oksidatif değişimler nedeniyle yeni bileşikler meydana gelir. *vi)* Dondurulmuş balıkta pigment maddeleri oksidasyona uğrayarak balığın orijinal renginin kaybolmasını sağlar. *vii)* Dondurulmuş balıklarda özellikle vitaminlerde ve yağlarda çözünme olur. *viii)* Dondurulmuş balıklarda proteinlerin su bağlama güçleri geniş ölçüde kaybolur (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992). Balıkların fazla yağlı olmaları da dondurma teknolojisinde dikkatle izlenmesi gereken bir durumdur. Zira fazla yağlı balıklarda donmuş muhafaza sürecinde yağ oksidasyonu meydana gelmekte ve balıkta tüketici tarafından istenmeyen acılaşıma oluşmaktadır.

*Scombridae* familyasından Atlantik palamutu (*Sarda sarda* Bloch, 1793), Akdeniz, Karadeniz, Atlantik ve Arjantin'in kuzeyinde yaygın olarak dağılmış ve ticari öneme sahip yağlı epipelajik bir deniz balığı türüdür (Yoshida, 1980; Collette ve Nauen, 1983; Turan ve ark., 2006). 2017 TÜİK verilerine göre, palamut balığının ülkemizdeki toplam üretimi 7578 ton olarak belirtilmiştir (Anonim, 2019). Avlama sezonunda yakalanan Atlantik palamutları raf ömrünün sınırlı olması ve yüksek histaminin sağlık riski oluşturması nedeniyle genellikle dondurularak veya tuzlanarak muhafaza edilir (Koral ve Köse, 2018).

Bu çalışmada, marinasyon sosunda bekletildikten sonra dondurularak depolanan (-18°C) palamut (*Sarda sarda*)'un lipid ve duyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1 Besin Kompozisyonu

Güner ve ark., (1998) tarafından taze palamut balığına ait toplam doymuş yağ asitleri ( $\Sigma$ SFA) miktarı %44.65, toplam tekli doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ MUFA) miktarı %44.71 ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ PUFA) miktarını %10.56 olarak belirlenmiştir.

Öksüz ve ark., (2008) palamut balıklarında kırmızı ve beyaz kasların besin bileşenleri, mineral içeriği ve toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) içeriklerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, palamut balıklarının kırmızı ve beyaz kaslarındaki nem, yağ içeriğinin istatistiksel yönden farklı olduğu ( $p<0.05$ ), protein ve kül içeriğinin ise farklılık göstermediğini bulmuşlardır ( $p>0.05$ ) (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1** Kırmızı ve Beyaz Kasların Besin Bileşenleri (Öksüz ve ark., 2008)

Besin Bileşeni	Kas Tipi	
	Kırmızı Kas (%)	Beyaz Kas (%)
<b>Nem</b>	70.8±0.82 <sup>a</sup>	73.1±0.33 <sup>b</sup>
<b>Kül</b>	1.4±0.14 <sup>a</sup>	1.3±0.09 <sup>a</sup>
<b>Yağ</b>	3.3±0.18 <sup>a</sup>	1.4±0.1 <sup>b</sup>
<b>Protein</b>	24.1±0.99 <sup>a</sup>	25.8±1.07 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir. ( $p<0.05$ ) n=3

Özden, (2010) tarafından Aralık (2006) - Kasım (2007) aylarını kapsayan balıkçılık mevsimi boyunca İstanbul yerel balık pazarından satın alınan palamut (*Sarda sarda*)'un besin kompozisyonu araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, palamut balığı için minimum ve maksimum nem içeriği 59.93–78.76g/100g (Ekim-Temmuz), kül seviyeleri Eylül-Ocak aylarında 1.72–3.59g/100g ve maksimum protein içeriğinin 24.50g/100g Haziran ayında saptandığı bildirilmiştir. Yağ içeriğinde ise, Temmuz-Haziran aylarında (1.13g/100g) önemli bir düşüş ( $p < 0.05$ ) ve Ekim-Kasım (17.37g/100g) önemli bir artış ( $p < 0.05$ ) gösterdiği belirtilmiştir.

Mısır ve ark., (2014) yapmış oldukları çalışmada, Karadeniz palamudunun lipit ve yağ asit bileşenlerinin aylık değişimini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, kasın toplam lipit ve yağ asidi bileşiminin aylık olarak önemli değişiklikler gösterdiğini ve ortalama palamut kası ve karaciğer yağ içeriklerinin sırasıyla %8.4 ve %25.1 olarak değiştiğini bulmuşlardır (Çizelge 2.2). En yüksek çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) miktarı Eylül ve Mart aylarında %52.9 ve %47.8 olarak belirlenmiştir. Palamut kasının iyi miktarda eikosapentaenoik asit (EPA) (252.0-1169.1 mg/ 100 g) ve doksahexaenoik asit (DHA) (712.1–3324.1 g / 100 mg) içerdiği bulunmuştur.

**Çizelge 2.2** Yakalama Mevsiminde Palamut Yenilebilir Kasındaki Yağ Asidi Bileşimi (% Toplam FAME) (Mısır ve ark., 2014)

Yağ Asitleri	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Mart	Ortalama
<b>Doymuş Yağ Asitleri (SFA)</b>								
<b>C12:0</b>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.2
<b>C14:0</b>	5.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	5.6 ± 0.0 <sup>a</sup>	4.6 ± 0.0 <sup>d</sup>	4.8 ± 0.0 <sup>d</sup>	3.8 ± 0.0 <sup>e</sup>	3.7 ± 0.0 <sup>f</sup>	4.1 ± 1.6
<b>C15:0</b>	0.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>f</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>g</sup>	0.6 ± 0.3
<b>C16:0</b>	20.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	14.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	22.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	17.9 ± 0.0 <sup>d</sup>	15.7 ± 0.1 <sup>e</sup>	15.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	18.4 ± 0.2 <sup>d</sup>	17.7 ± 2.6
<b>C17:0</b>	0.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>bc</sup>	1.6 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.6 ± 0.1 <sup>c</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.7 ± 0.4
<b>C18:0</b>	5.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.0 <sup>b</sup>	4.4 ± 0.0 <sup>c</sup>	4.8 ± 0.1 <sup>ac</sup>	3.6 ± 0.0 <sup>d</sup>	4.7 ± 0.3 <sup>e</sup>	3.5 ± 0.1 <sup>d</sup>	4.0 ± 1.2
<b>C20:0</b>	3.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.3 ± 0.2 <sup>c</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>d</sup>	2.5 ± 0.0 <sup>e</sup>	2.2 ± 0.0 <sup>f</sup>	1.4 ± 0.1 <sup>g</sup>	1.7 ± 1.1
<b>C24:0</b>	0.9 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>f</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>g</sup>	0.4 ± 0.3
<b>ΣSFA</b>	36.6 ± 0.8 <sup>a</sup>	21.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	35.2 ± 0.2 <sup>c</sup>	29.3 ± 0.1 <sup>d</sup>	28.0 ± 0.1 <sup>e</sup>	27.8 ± 0.2 <sup>e</sup>	28.1 ± 0.0 <sup>e</sup>	29.4 ± 5.0
<b>Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)</b>								
<b>C14: 1n-9</b>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>c</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.0
<b>C15:1</b>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.2 ± 0.2
<b>C16: 1n-9</b>	3.4 ± 0.0 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	5.6 ± 0.0 <sup>c</sup>	5.0 ± 0.0 <sup>d</sup>	5.4 ± 0.0 <sup>e</sup>	4.5 ± 0.0 <sup>f</sup>	4.9 ± 0.0 <sup>g</sup>	4.6 ± 0.9
<b>C17:1</b>	1.5 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.6 ± 0.3 <sup>bc</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>bc</sup>	0.7 ± 0.4
<b>C18: 1n-9</b>	13.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	11.5 ± 0.1 <sup>b</sup>	20.5 ± 0.0 <sup>c</sup>	17.7 ± 0.1 <sup>d</sup>	14.8 ± 0.0 <sup>e</sup>	13.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	10.8 ± 0.1 <sup>b</sup>	14.6 ± 3.3
<b>C20: 1n-9</b>	0.5 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	3.4 ± 0.0 <sup>c</sup>	3.3 ± 0.0 <sup>d</sup>	3.1 ± 0.0 <sup>e</sup>	3.2 ± 0.0 <sup>f</sup>	1.9 ± 0.0 <sup>g</sup>	2.2 ± 1.3
<b>C22: 1n-9</b>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>cb</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>e</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>da</sup>	0.5 ± 0.3
<b>C24: 1n-9</b>	0.6 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>d</sup>	0.6 ± 0.3
<b>ΣMUFA</b>	19.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	16.7 ± 0.1 <sup>b</sup>	32.2 ± 0.1 <sup>c</sup>	28.4 ± 0.4 <sup>d</sup>	25.8 ± 0.4 <sup>e</sup>	25.8 ± 0.0 <sup>f</sup>	19.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	23.6 ± 5.3
<b>Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)</b>								
<b>C18:2n-6</b>	2.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.2 <sup>b</sup>	3.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	2.9 ± 0.0 <sup>d</sup>	2.5 ± 0.0 <sup>e</sup>	2.6 ± 0.0 <sup>f</sup>	3.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	3.0 ± 0.6
<b>C18:3n-6</b>	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.4 ± 0.1
<b>C18:4n-3</b>	3.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>c</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>d</sup>	1.4 ± 0.9
<b>C20:2</b>	1.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>bc</sup>	1.5 ± 0.0 <sup>bc</sup>	1.4 ± 0.1 <sup>bc</sup>	1.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>c</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>c</sup>	1.3 ± 0.1
<b>C20:3n-3</b>	0.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.1 ± 0.2
<b>C20:3n-6</b>	0.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.3
<b>C20:4n-6</b>	0.4 ± 0.0 <sup>a</sup>	11.7 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.4 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>c</sup>	1.9 ± 0.1 <sup>d</sup>	2.4 ± 0.0 <sup>e</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>e</sup>	4.0 ± 3.4
<b>C20:5n-3</b>	7.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	6.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	7.9 ± 0.2 <sup>c</sup>	9.7 ± 0.0 <sup>d</sup>	7.9 ± 0.0 <sup>e</sup>	12.3 ± 0.0 <sup>f</sup>	8.1 ± 2.2
<b>C22:2</b>	0.4 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>AB</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>AB</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1
<b>C22:5n-3</b>	0.9 ± 0.0 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.5 ± 0.1 <sup>c</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>c</sup>	1.3 ± 0.9



**Çizelge 2.2** Yakalama Mevsiminde Palamut Yenilebilir Kasındaki Yağ Asidi Bileşimi (% Toplam FAME) (Mısır ve ark., 2014) (devamı)

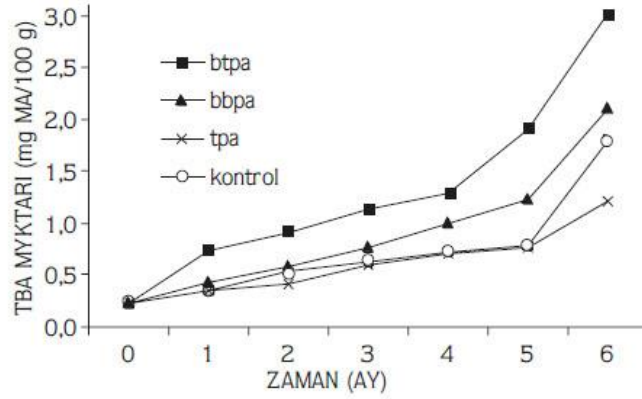
<b>C22:5n-6</b>	0.6 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.5 ± 0.5
<b>C22:6n-3</b>	19.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	19.9 ± 0.1 <sup>ba</sup>	12.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	21.8 ± 1.0 <sup>ba</sup>	21.8 ± 0.5 <sup>b</sup>	28.3 ± 0.1 <sup>d</sup>	27.7 ± 0.4 <sup>d</sup>	21.5 ± 5.2
<b>∑PUFA</b>	40.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	52.9 ± 0.2 <sup>cd</sup>	30.6 ± 0.0 <sup>c</sup>	38.8 ± 1.0 <sup>a</sup>	40.5 ± 0.5 <sup>b</sup>	45.1 ± 0.5 <sup>c</sup>	47.8 ± 0.3 <sup>d</sup>	42.3 ± 6.9
<b>∑n-3</b>	31.2 ± 0.3 <sup>a</sup>	31.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	20.3 ± 0.0 <sup>c</sup>	31.6 ± 0.7 <sup>a</sup>	33.6 ± 0.2 <sup>c</sup>	37.6 ± 0.2 <sup>a</sup>	41.2 ± 0.4 <sup>c</sup>	32.5 ± 6.3
<b>∑n-6</b>	7.7 ± 0.0 <sup>a</sup>	19.3 ± 0.2 <sup>b</sup>	8.5 ± 0.0 <sup>c</sup>	5.9 ± 0.2 <sup>d</sup>	5.0 ± 0.0 <sup>e</sup>	5.8 ± 0.0 <sup>d</sup>	4.7 ± 0.2 <sup>c</sup>	8.1 ± 2.0
<b>n-3/n-6</b>	4.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	5.6 ± 0.4 <sup>c</sup>	6.8 ± 0.1 <sup>d</sup>	6.6 ± 0.0 <sup>d</sup>	8.8 ± 0.4 <sup>e</sup>	5.1 ± 2.4
<b>n-6/n-3</b>	0.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.3 ± 0.0
<b>EPA+DHA</b>	26.8 ± 0.5 <sup>a</sup>	26.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	17.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	28.9 ± 1.2 <sup>c</sup>	31.5 ± 0.5 <sup>d</sup>	36.2 ± 0.2 <sup>c</sup>	40.0 ± 0.4 <sup>f</sup>	34.8 ± 8.3
<b>∑UI*</b>	3.4 ± 0.4	9.5 ± 0.5	2.0 ± 0.1	6.0 ± 2.4	5.7 ± 0.9	3.6 ± 0.1	4.9 ± 0.4	5.0 ± 2.4

\*∑UI: toplam tanımlanamayan. n: 3, standart sapma. Aynı satırdaki değerler ve ardından farklı üst simge harfleri (a, b, c, d,e, f, g) önemli ölçüde farklıdır (p <0.05).

## 2.2 Dondurarak Depolamada Kalite Değişimleri

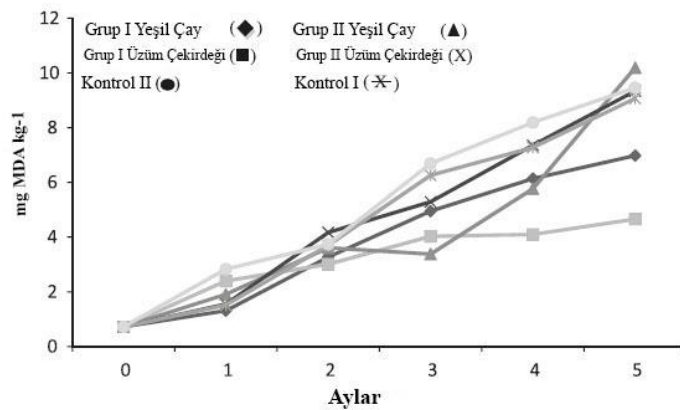
Turan ve Erkoyuncu, (2004) tarafından, farklı işlemler uygulanarak dondurulan palamut balığında (*Sarda sarda* Bloch, 1793) donmuş depolama süresince oluşan kalite değişimleri incelenmiştir. Bu çalışmada; dondurma öncesi ve sonrası farklı işlemler uygulanarak 5 m/sn'lik hava akımlı dondurucuda -35 °C'de dondurulan palamut balıkları 6 ay süreyle ortalama -25.2 °C'de derin dondurucuda depolanmıştır. Araştırmada, buzlanan balıklardan iç organları ve farklı işlemler uygulanarak dondurulan palamut balığında donmuş depolama süresince oluşan kalite değişimleri iç organları ve solungaçları çıkarılarak yıkanan grup BTPA, iç organ ve solungaçları çıkarılmayan grup ise BBPA olarak adlandırılmıştır. Bir gün sonra temin edilen ve buzlama işlemi uygulanmayan diğer iki gruptan iç organ ve solungaçları çıkarılan balıklar TPA, hiçbir işlem uygulanmayan balıklar ise KONTROL grubu olarak isimlendirilmiştir. İç organları ve solungaçları ayrılan balıklarda TVB-N miktarı önemli derecede daha az bulunmuştur. Tüm gruplarda TBA miktarı depolama süresine bağlı olarak istatistiksel olarak önemli ve düzenli bir şekilde artmış ve 5. aydan sonra TBA değeri yaklaşık 2 katına ulaşmıştır (Şekil 2.1). Dondurulmadan önce buzda bekletilen BTPA (iç organları ve solungaçları çıkarılarak yıkanan) ve BBPA (iç organ ve solungaçları çıkarılmayan) gruplarında daha yüksek TBA değeri elde edilmiştir. Ayrıca, en yüksek TBA değeri (3.017 mg malonaldehit/kg örnek) iç organları çıkarılarak buzlanan balıklarda görülmüştür. Dolayısıyla buzda bekletmenin oksidasyonu arttırdığı, iç organ çıkarma işleminin de bunu hızlandığı bildirilmiştir. Buzlama işlemi yapılmadan hemen dondurulan TPA (bir gün sonra temin edilen ve buzlama işlemi uygulanmayan diğer iki gruptan iç organ ve solungaçları çıkarılan balıklar) ve KONTROL gruplarına ait TBA değerlerine bakıldığında iç organları çıkarılan gruptaki TBA değerinin (1.207 mg malonaldehit / kg örnek) bütün olarak

dondurulan KONTROL grubundan (1.794 mg malonaldehit / kg örnek) daha düşük bulunmuştur. Donmuş depolama süresince balıkların tamamı kimyasal ve duyuşal açıdan iyi kalitede bulunmuştur.



**Şekil 2.1** Depolama Süresince TBA Miktarındaki Değişim (Turan ve Erkoyuncu, 2004)

Yerlikaya ve Gökoğlu, (2010a) yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının dondurularak depolanan palamut (*Sarda sarda*) filetolarında lipit oksidasyon üzerindeki inhibisyon etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) ikincil oksidasyon ürünlerinin bir göstergesi olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada, tüm örneklerin TBA değerlerinin depolama sırasında kademeli olarak arttığı saptanmıştır (Şekil 2.2). En yüksek TBA değerleri kontrol örneklerinde bulunurken, üzüm çekirdeği ve yeşil çay özlerinin dondurulmuş depolama sırasında palamut filetolarının TBA seviyelerinin yükselmesini geciktirmekte etkili olduğunu göstermiştir.

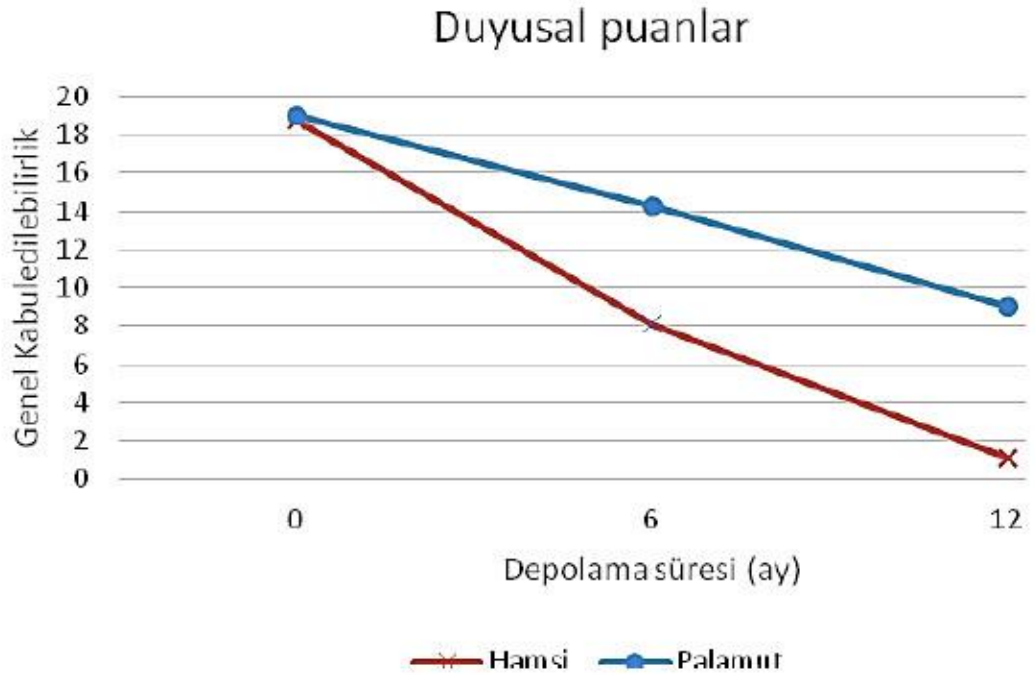


**Şekil 2.2** Donmuş Depolamada Graplarda TBA Değerlerindeki Değişim (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2010a)

Szymczak, (2011) *Clupea harengus*'ta dondurulmuş ve çözündürülmesinin ardından fileto ve karkas örneklerinin asetik asit ve tuz ile 18 günlük (10°C) marinasyonundan sonra meydana gelen değişimlere dondurarak muhafazanın etkilerini incelemiştir. Sonuçta hem taze hem de dondurulup çözülmüş örneklerde ağırlık kaybının yüksek olduğu fakat et rengi parametrelerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacı çığ balıktan elde edilen yarı-terbiyeli olanların, donmuş çözülmüş balıktan elde edilenlerden daha yüksek duyusal kalite, daha iyi renk parametreleri ve daha yüksek verim ile karakterize olduğunu belirlemiştir.

Altan ve Turan, (2016) palamut balıklarını (*Sarda sarda* Bloch, 1793) 3 veya 5 kGy'de ışınlayarak 12 ay boyunca -20 ±2 °C'de dondurarak depolamışlardır. Araştırmada, palamutun ham protein, ham yağ, ham kül, nem, karbonhidrat ve ham enerji değerleri sırasıyla %24.43, %14.62, %1.33, %59.40, %0.22 ve 230.06 kcal/ 100 g olarak saptanmıştır. Dondurarak depolama boyunca, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ışınlanmış grupların depolamanın 1. ayından sonra daha yüksek bir TBARS değeri içerdiği belirlenmiştir. Dondurarak depolamanın 8 aylık süresine kadar her üç grubun da TBARS değerleri çok yüksek değilken kontrol grubunun tüketilebilir sınır değeri olan 8 mg MDA/ kg'ı depolamanın dokuzuncu ayında aştığı tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda, ışınlama uygulanmış palamutların hâlâ tüketilebilirlik sınırı içinde kaldığı bulunmuştur.

Çorapçı, (2018) ön işlem uygulanmadan buzdolabı poşetlerine konularak -22±1°C'de 12 ay dondurulan palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) balıklarının depolama boyunca duyusal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, taze palamut balığının ham protein, yağ, nem ve kül içeriklerini sırasıyla %19.08±0.00, %6.88±0.02, %73.01±0.01 ve %1.02±0.00 olarak bulmuştur. Dondurarak depolamanın palamutun lipit kalitesinde meydana gelen değişimi belirlemek amacıyla yapılan tiyobarbütirik asit sayısı (TBA, mg malonaldehit/ kg balık) analizi sonucunda, depolamanın başlangıcında 0.95±0.03 mg malonaldehit/ kg balık olan TBA değerinin 12 aylık depolama sonucunda 1.33±0.03 mg malonaldehit/ kg balık düzeyine kadar çıktığı saptanmıştır. Duyusal analiz sonucunda ise, -22±1°C'de 12 ay boyunca ön işlemsiz olarak depolanan palamut balıklarının duyusal kalite bakımından tüketilebilirlik özelliklerini koruduğu bulunmuştur (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3** -22°C’de Depolanan Palamut ve Hamsi Balıklarının Duyusal Kalite Parametrelerinden Genel Kabul Edilebilirlik Sonuçları (Çorapçı, 2018)

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak  $348.42 \pm 11.17$  g ortalama ağırlıkta palamut balığı (*Sarda sarda* Bloch, 1793) (Şekil 3.1) yerel balıkçılardan temin edilmiştir. Marinasyon sosunda kullanılan kuru soğan, sarımsak, limon, riviera zeytinyağı, tuz, kırmızı pul biber ve karabiber ise yerel bir marketten satın alınmıştır.



Şekil 3.1 Çalışmada Kullanılan Palamut Balığı Örneği

#### 3.2 Yöntem

Boyları ve ağırlıkları ölçülen balıkların kafa ve iç organları temizlenip yıkandıktan sonra iyice süzülmesi sağlanıp, dilimlenerek iki eşit (3 kg) gruba ayrılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Çalışmada Kullanılan Palamut Balığı Dilimleri

##### 3.2.1 Marinasyon İşlemi

Marinasyon sosu için %40 rendelenmiş kuru soğan, %1 sarımsak, %17 limonun suyu, %39 riviera zeytinyağı, %1 tuz, %1 kırmızı pul biber, %1 karabiber kullanılmıştır.

Belirlenen miktarlarda hazırlanan sos malzemeleri bir kabın içine konularak iyice karıştırılmış (Şekil 3.3) ve marine edilecek palamutlar bu sos içerisinde alınarak bir gece (12 saat) buzdolabında bekletilmiştir.



**Şekil 3.3** Marinasyon Sosu (a) ve Marine Edilen Palamut Dilimleri (b)

Marine edilen balıklar sos içerisinde alınarak  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de 2-3 saat şoklama işlemi yapıldıktan sonra kimyasal analiz için 350g, duyuşal testler için 150g olmak üzere tartılarak  $25 \times 38\text{cm}$  ebatlarındaki fırın poşetlerine paket yapılmıştır.

Kontrol grubu ise  $-80^{\circ}\text{C}$  'de 2-3 saat şoklama işleminin ardından saf suya daldırılarak "glaze" işlemi yapıldıktan sonra bu şekilde tartılarak paketlenmiştir. Daha sonra paketlenmiş marinasyon ve kontrol grubu örnekleri  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de dondurularak depolanmıştır.

### 3.2.2 Kimyasal Analizler

Kontrol grubu ve marine palamutların besin maddesi kompozisyonunu belirlemek amacıyla ham protein (%), nem (%), lipit (%) ve ham kül (%) 3 tekerrürlü olarak analiz edilmiştir. Dondurarak depolama boyunca lipit kalitesinde meydana gelen değişimi tespit etmek amacıyla tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit / kg örnek) analizi aylık olarak 3 tekerrürlü, yağ asidi kompozisyonu ise depolamanın başlangıcında ve sonunda iki tekerrürlü olarak analiz edilmişlerdir.

#### 3.2.2.1 Ham Protein

Toplam ham protein oranı Kjeldahl metoduna (AOAC, 1995) göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten Kjeldahl tüpleri içerisine 1 g koyularak, üzerine 2 adet Kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenerek yakma ünitesine yerleştirilmiş ve tüplerin içerisindeki örnek yeşil-sarı saydam bir renk oluşuncaya kadar 420°C'de 2-3 saat yakılmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve soğuma sağlandıktan sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 ml su eklenmiştir. Kjeldahl cihazına Kjeldahl tüpleri adestilat yakalama kısmına da, 25 ml %40'lık borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) solüsyonu eklenen erlen yerleştirilerek %40'lık NaOH ile 6 dakika destilasyon işlemi yapılmıştır. Destilasyon sonunda erlen içerisindeki destilat 0.1 M HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül (3.1) yardımıyla protein miktarları bulunmuştur.

$$\%N = \frac{14.01 \times (A-B) \times M}{g \times 10} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Protein} = \%N \times 6.25 \quad (3.1)$$

şeklinde olup burada,

---

A : Örnek için sarf edilen HCl miktarı,

B : Kör için sarf edilen HCl miktarı,

M : Asit molaritesi,

g : Örnek miktarını ifade eder.

---

### 3.2.2.2 Nem Analizi

Nem analizi AOAC, (1990) metodu esas alınarak yapılmıştır. Krozeler etüvde 105°C'de 1 saat süreyle kurutulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra 0.1mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Darası alınan krozelere yaklaşık 4-5g homojenize edilmiş örnek tartılarak 105 °C'de (24 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve 0.1mg duyarlı hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda örneğe ait nem miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (3.2).

$$\text{Kuru Madde Miktarı (\%)} = \frac{[\text{Dara (g)} + \text{Kuru Madde (g)}] - \text{Dara (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.2)$$

$$\text{Nem Miktarı (\%)} = 100 - A \quad (3.2)$$

### 3.2.2.3 Ham Kül Analizi

Ham kül analizi AOAC, (1990) metoduna göre yapılmıştır. Analizinde kullanılan porselen krezeler ilk önce 103 °C'de 2 saat süreyle etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra 0.1 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krezeler içerisine homojenize edilmiş örnekten 3.3-5 g tartılıp bu örnekler 4 saat +550 °C'de rengi açık gri oluncaya kadar yakılmış ve ardından desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır. Örneğe ait % ham kül sonuçları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (3.3).

$$\text{Ham kül miktarı (\%)} = \frac{[\text{Son tartım (g)}] - [\text{İlk tartım (g)}]}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.3)$$

### 3.2.2.4 Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer, (1959)'in uyguladığı yönteme göre yapılmıştır. 15g homojenize edilmiş örnek, üzerine 120 ml metanol / kloroform (1/2) eklendikten sonra homojenizatörde karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 20 ml %0.4'lük CaCl<sub>2</sub> solüsyonundan eklenerek süzme kâğıdından (Scliecher & Schuell, 5951/2 185 mm) süzülen örnekler 105°C'de 1 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jojelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından



kloroform +60°C’de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 90°C’de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül (3.4) kullanılmıştır.

$$\text{Lipit Miktarı (\%)} = \frac{[\text{Son tartım (g)}] - [\text{İlk tartım (g)}]}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.4)$$

### 3.2.2.5 Yağ Asitleri Tayini

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

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

### 3.2.2.6 Tiyobarbitürik Asit (TBA) Analizi

Tarladgis ve ark., (1960)’nın uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş örnekten tam 10 g örnek 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak, Kjeldahl cihazının tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 97.5 ml distile su ve 2.5 ml (1:2)’lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilerek ve 200 ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edilmiştir. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak, 5 ml’si cam kapaklı deney

tüpüne yerleştirilerek ve üzerine de %90'lık 100 ml glacial asetik asit içerisinde 0.2883 g çözdürülmüş 5 ml TBA reaktifi ilave edilerek tüpün kapağı kapatılıp, bir vorteks kullanılarak karıştırılmıştır. Kör için ise bir başka deney tüpüne 5ml TBA reaktifi ve 5ml distile su ilave edilerek kapağı kapatılıp yine vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra spektrofotometre tüplerine aktararak 538 nm dalga boyunda köre karşı, optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7.8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır.

### 3.2.3 Duyusal Analiz

Duyusal analiz, pişmiş ette Paulus ve ark., (1979)'na göre yapılmıştır. Örneklerin renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimler 1 ile 9 skalası baz alınarak 5 deneyimli panelistler tarafından değerlendirilmiştir (Çizelge 3.1). Puanlama sisteminde 7-9 arası "çok iyi", 4.1-6.9 arası "iyi", 4 "tüketilebilirliği", 1-3.9 arası ise "kabul edilemezliği" göstermektedir. Duyusal analizlerde her iki gruba ait örnekler çözüldürülmeden 200 °C'de fırında 30-40 dk pişirildikten sonra analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.1** Duyusal Testte Kullanılan Puanlama Tablosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Çok Kötü	Oldukça Kötü	Kötü	Biraz kötü	Nötr	Biraz İyi	İyi	Oldukça iyi	Çok iyi
<b>Koku</b>									
<b>Renk</b>									
<b>Lezzet</b>									
<b>Tekstür (Doku Yapısı)</b>									
<b>Genel Kabul Edilebilirlik</b>									

### 3.2.4 İstatistiksel Analizler

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler, IBM® SPSS® Statistics 25.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Kontrol ve marine palamutlardan elde edilen verilerin birbirleriyle karşılaştırmasında t-testi ve kendi aralarındaki zaman içindeki değişimleri belirlemede ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ( $p < 0.05$  önem düzeyinde One-way Anova) uygulanmıştır (Duncan, 1955).

## 4. BULGULAR

### 4.1 Besin Kompozisyonu

Araştırmada, kontrol grubu ve marine palamutun besin madde kompozisyonları Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.1** Kontrol ve Marine Palamutta Besin Kompozisyonu (%)\*

Besin Öğeleri (%)	Kontrol	Marine Palamut
<b>Nem</b>	55.17±1.395*	58.16±1.593
<b>Ham Protein</b>	26.54±0.156*	23.63±0.424
<b>Lipit</b>	9.11±0.349*	11.34±0.422
<b>Ham Kül</b>	1.58±0.854*	1.75±0.428

\* Aynı satırdaki \* işareti 0.05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Çalışma sonucunda, kontrol grubunun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği sırasıyla %55.17, %26.54, %9.11 ve %1.58 olarak bulunurken, marine palamudun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriği ise sırasıyla %58.16, %23.63, %11.34 ve %1.75 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1). Yapılan t testine göre gruplar arasında nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) değerleri bakımından önemli bir fark bulunmuştur (p<0.05).

### 4.2 Dondurarak Depolama Boyunca Kalite Değişimleri

#### 4.2.1 Lipit Oksidasyonunda Meydana Gelen Değişimler

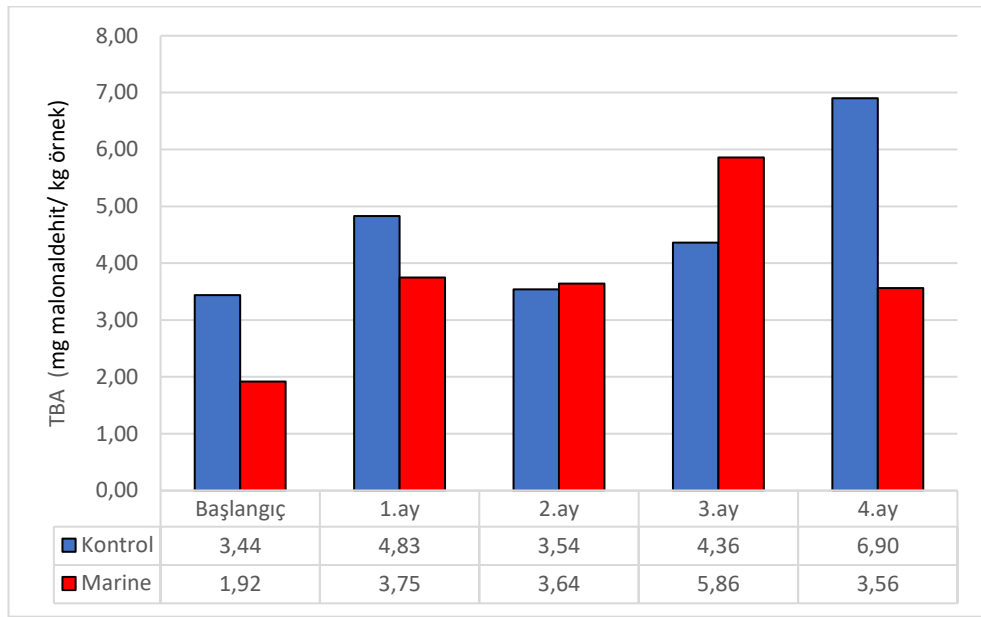
Dondurarak depolama boyunca, kontrol ve marine palamutta meydana gelen tiyobarbitürik asit (TBA, mg malonaldehit / kg örnek) değerleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol ve Marine Palamutta Meydana Gelen Tiyobarbitürik Asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) Değerlerinde Meydana Gelen Değişim

Aylar	Kontrol	Marine Palamut
<b>Başlangıç</b>	3.44±0.098 <sup>a</sup>	1.92±0.069 <sup>a</sup>
<b>1</b>	4.83±0.073 <sup>b</sup>	3.75±0.151 <sup>bc</sup>
<b>2</b>	3.54±0.219 <sup>a</sup>	3.64±0.190 <sup>b</sup>
<b>3</b>	4.36±0.323 <sup>b</sup>	5.86±0.587 <sup>d</sup>
<b>4</b>	6.90±0.421 <sup>c*</sup>	3.56±0.021 <sup>b</sup>

Aynı sütundaki farklı harfler ve aynı satırdaki \* istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir (p <0.05).

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, kontrol grubunun TBA değeri, depolamanın başlangıcında  $3.44 \pm 0.098$  mg malonaldehit / kg örnek olarak bulunurken bu değer depolamanın sonunda  $6.90 \pm 0.421$  mg malonaldehit/ kg örnek düzeyine önemli oranda arttığı saptanmıştır ( $p < 0.05$ ) (Şekil 4.1). Marine palamudun TBA değeri ise, depolamanın başlangıcında  $1.92 \pm 0.069$  mg malonaldehit / kg örnek olarak bulunurken bu değer depolamanın sonunda  $3.56 \pm 0.021$  mg malonaldehit / kg örnek düzeyine önemli oranda arttığı saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).



**Şekil 4.1** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol ve Marine Edilmiş Palamutta Meydana Gelen Tiyobarbitürik Asit (TBA, mg malonaldehit/ kg örnek) Değerlerinde Meydana Gelen Değişim

Yapılan t-testine göre, depolama boyunca TBA düzeyi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde, başlangıçta, depolamanın 1. ve 4. ayında kontrol grubuna göre marine palamudun TBA değeri önemli oranda daha düşük bulunurken ( $p < 0.05$ ), depolamanın 3. ayında marine palamudun TBA değeri kontrol grubuna göre daha yüksek ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur. Depolamanın 2. ayında ise TBA değeri bakımından gruplar arasında önemli bir fark saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ).

#### 4.2.2 Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler

Kontrol grubu ve marine palamutlarda, dondurularak depolamanın başlangıcında ve sonunda yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişimler Çizelge 4.3'te belirtilmiştir.

**Çizelge 4.3** Dondurularak Depolamanın Başında ve Sonunda Kontrol Grubu ve Marine Palamutlarda Yağ Asitleri Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişimler (%)\*

Yağ Asitleri	Kontrol		Marine	
	Başlangıç	4.Ay	Başlangıç	4.Ay
<b>Doymuş Yağ Asitleri (SFA)</b>				
<b>C8:0</b>	0.02±0.00	0.01±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01
<b>C12:0</b>	0.05±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00
<b>C14:0</b>	4.35±0.01*	4.13±0.04	2.87±0.09	3.23±0.13
<b>C15:0</b>	0.79±0.01	0.75±0.00	0.53±0.02	0.61±0.03
<b>C16:0</b>	18.11±0.21	17.67±0.01	16.08±0.65	16.93±0.37
<b>C17:0</b>	0.71±0.02	0.73±0.01	0.48±0.01	0.57±0.04
<b>C18:0</b>	5.12±0.11	4.90±0.03	4.18±0.10	4.42±0.09
<b>C20:0</b>	0.40±0.01	0.40±0.00	0.43±0.02*	0.46±0.01
<b>C22:0</b>	0.38±0.00	0.31±0.12	0.33±0.01	0.39±0.01
<b>C24:0</b>	0.84±0.03	0.87±0.02	0.50±0.01*	0.63±0.02
<b>ΣSFA</b>	30.77±0.40	29.80±0.14	25.43±0.90	27.27±0.68
<b>Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)</b>				
<b>C14:1</b>	0.09±0.00	0.08±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01
<b>C16:1</b>	5.03±0.02*	4.86±0.03	3.56±0.13	4.06±0.14
<b>C17:1</b>	0.46±0.01	0.51±0.00	0.40±0.01	0.46±0.03
<b>C18: 1n-9</b>	20.75±1.56*	19.59±0.18	33.36±1.30	28.09±2.09
<b>C18: 1n-7</b>	0.24±0.01	0.22±0.01	0.14±0.03	0.14±0.01
<b>C20: 1n-9</b>	1.42±0.03*	1.61±0.02	0.99±0.04*	1.34±0.04
<b>C22: 1n-9</b>	0.15±0.00	0.17±0.00	0.17±0.01*	0.13±0.00
<b>ΣMUFA</b>	28.13±1.62*	27.03±0.19	38.67±1.24	34.27±1.87
<b>Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)</b>				
<b>C18:2n-6</b>	2.53±0.12	2.67±0.06	5.52±0.35	4.82±0.00
<b>C18:3n-3</b>	1.01±0.01*	1.06±0.01	0.99±0.04	1.03±0.05
<b>C18:3n-6</b>	0.20±0.01	0.20±0.01	0.14±0.01	0.17±0.01
<b>C20:2</b>	0.14±0.01	0.22±0.04	0.11±0.00*	0.20±0.01
<b>C20:3n-3</b>	0.72±0.00	0.75±0.01	0.59±0.02	0.66±0.02
<b>C20:3n-6</b>	1.35±0.03	1.35±0.02	0.77±0.02*	1.08±0.03
<b>C20:4n-6</b>	0.33±0.02	0.34±0.00	0.23±0.01*	0.27±0.01
<b>C20:5n-3</b>	6.29±0.10	6.58±0.02	5.24±0.15	5.82±0.19
	(573.02 mg <sup>‡</sup> )	(599.44 mg <sup>‡</sup> )	(594.22 mg <sup>‡</sup> )	(659.99 mg <sup>‡</sup> )
<b>C22:6n-3</b>	16.84±0.46	17.85±0.06	14.01±0.36	15.79±0.50
	(1534.12 mg <sup>‡</sup> )	(1626.14 mg <sup>‡</sup> )	(1588.70 mg <sup>‡</sup> )	(1790.59 mg <sup>‡</sup> )
<b>ΣPUFA</b>	29.39±0.41	30.99±0.08	27.59±0.92	29.82±0.80
<b>Σn-3</b>	24.86±0.57	26.23±0.03	20.83±0.57	23.30±0.75
<b>Σn-6</b>	4.40±0.17	4.55±0.08	6.65±0.36	6.33±0.03
<b>n-3/n-6</b>	5.67±0.34	5.77±0.09	3.14±0.08	3.68±0.10
<b>n-6/n-3</b>	0.18±0.01	0.17±0.00	0.32±0.01	0.27±0.01
<b>EPA+DHA</b>	2107.14 mg <sup>‡</sup>	2225.57 mg <sup>‡</sup>	2183.00 mg <sup>‡</sup>	2450.57 mg <sup>‡</sup>

\*Aynı satırdaki \* istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir (p<0.05). ‡ 100 g palamut örneğindeki miktar

Çalışmada, kontrol grubu olarak herhangi bir işlem görmemiş palamutun, yağ asitleri kompozisyonu içinde en yüksek yağ asitleri olan C18:1n-9, C16:0 ve C22:6n-3'ün miktarları sırasıyla %20.75±1.56, %18.11±0.21 ve %16.84±0.46, olarak bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asidi (ΣSFA) miktarı %30.77±0.40, toplam tekli doymamış yağ asidi (ΣMUFA) miktarı %28.13±1.62, toplam çoklu doymamış yağ asidi (ΣPUFA)

miktarı %29.39±0.41,  $\Sigma$ n-3 miktarı %24.86±0.57,  $\Sigma$ n-6 miktarı %4.40±0.17, n-3/n-6 oranı %5.67±0.34 ve n-6/n-3 oranı %0.18±0.01 olarak belirlenmiştir. Marine palamutun yağ asitleri kompozisyonu içinde en yüksek yağ asitleri olan C18:1n-9, C16:0 ve C22:6n-3'in oranları sırasıyla %33.36±1.30, %16.08±0.65 ve %14.01±0.36 olarak bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı %25.43±0.90, toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı %38.67±1.24, toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı %27.59±0.92,  $\Sigma$ n-3 miktarı %20.83±0.57,  $\Sigma$ n-6 miktarı %6.65±0.36, n-3/n-6 oranı %3.14±0.08 ve n-6/n-3 oranı %0.32±0.01 olarak belirlenmiştir.

Dondurularak depolanmış kontrol grubunun başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda doymuş yağ asitlerinden C14:0, tekli doymamış yağ asitlerinden C18: 1n-9 ve C20: 1n-9 ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:3n-3'in önemli oranda azaldığı saptanmıştır (p<0.05). Marine palamutun ise başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda doymuş yağ asitlerinden C20:0 ve C24:0'in önemli oranda yükseldiği (p<0.05), tekli doymamış yağ asitlerinden C20: 1n-9' in önemli oranda yükseldiği (p<0.05) ve C22: 1n-9'in önemli oranda azaldığı (p<0.05) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C20:2, C20:3n-6 ve C20:4n-6'in önemli oranda arttığı bulunmuştur (p<0.05).

Toplam EPA+DHA miktarı kontrol grubunda 2107.14 mg /100 g örnek olarak bulunurken, depolamanın sonunda bu değer 2225.57 mg /100 g örnek olduğu belirlenmiştir. Marine palamutta ise başlangıçta toplam EPA+DHA miktarı 2183.00 mg /100 g örnek olan değer depolamanın sonunda 2450.57 mg /100 g örnek olduğu saptanmıştır.

### **4.2.3 Duyusal Analiz**

Dondurarak depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamudun duyusal kalite parametrelerinden koku değerindeki değişimler Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.4** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamutun Duyusal Kalite Parametrelerinden Koku Değerindeki Değişim

Aylar	Kontrol Grubu	Marine Palamut
<b>Başlangıç</b>	8.00±0.000 <sup>c</sup>	9.00±0.000 <sup>c</sup>
<b>1</b>	7.00±0.000 <sup>b</sup>	8.50±0.707 <sup>c</sup>
<b>2</b>	5.00±0.000 <sup>a</sup>	6.67±0.289 <sup>a</sup>
<b>3</b>	5.00±0.000 <sup>a</sup>	6.67±0.289 <sup>a</sup>
<b>4</b>	4.67±0.577 <sup>a*</sup>	7.00±0.000 <sup>a</sup>

\*Aynı sütun içindeki farklı harfler ve aynı satırdaki \* işareti 0.05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

Aylar arasında depolamanın etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde, depolamanın 2. ayında kontrol grubunun koku değerlerinde önemli düşüş bulunurken (p<0.05), bu aydan sonra depolamanın sonuna kadar önemli bir değişim bulunmamıştır (p>0.05). Marine palamutların koku değerlerinde ise depolamanın 2. ayında önemli bir düşüş bulunurken (p<0.05) bu aydan sonra depolamanın sonunda önemli bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05). Dondurarak depolama boyunca gruplar arasındaki farklılığı tespit etmek için yapılan t testinde, dondurarak depolama boyunca gruplar arasında farkın 4. ayda önemli olduğu bulunmuş (p>0.05), depolamanın diğer aylarında ise gruplar arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05).

Dondurarak depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamudun duyusal kalite parametrelerinden renk değerindeki değişimler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

**Çizelge 4.5** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Renk Değerindeki Değişim

Aylar	Kontrol Grubu	Marine Palamut
<b>Başlangıç</b>	8.00±0.000 <sup>c</sup>	8.00±0.000 <sup>b</sup>
<b>1</b>	7.00±0.000 <sup>b</sup>	7.50±0.707 <sup>ab</sup>
<b>2</b>	6.67±0.577 <sup>a</sup>	6.33±0.289 <sup>a</sup>
<b>3</b>	7.00±0.000 <sup>b</sup>	6.50±0.500 <sup>a</sup>
<b>4</b>	7.00±0.000 <sup>b</sup>	7.00±0.000 <sup>a</sup>

\*Aynı sütun içindeki farklı harfler 0.05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

İstatistiksel olarak, kontrol grubunda depolamanın 2. ayında önemli bir düşüş bulunurken (p<0.05), depolamanın 3. ayında önemli bir artış (p<0.05) ve depolamanın sonu olan 4. ayda ise önemli bir değişim saptanmamıştır (p>0.05). Marine palamutun renk değerlerinde ise, depolamanın başlangıcında 8.00±0.000 olan değer depolamanın

sonu olan 4. ayda  $7.00 \pm 0.000$  değerine önemli bir düşüş göstermiştir ( $p < 0.05$ ). Yapılan t testinde, depolama boyunca gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Dondurarak depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamudun duyuşal kalite parametrelerinden lezzet değerindeki değişimler Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.6** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Lezzet Değerindeki Değişim

Aylar	Kontrol Grubu	Marine Palamut
<b>Başlangıç</b>	$8.67 \pm 0.577^c$	$8.67 \pm 0.577^{bc}$
<b>1</b>	$7.00 \pm 0.000^{b*}$	$8.50 \pm 0.707^c$
<b>2</b>	$7.00 \pm 0.866^b$	$6.50 \pm 0.866^b$
<b>3</b>	$6.00 \pm 0.000^{bc}$	$6.33 \pm 0.577^{ab}$
<b>4</b>	$3.00 \pm 1.000^{a*}$	$7.00 \pm 0.000^a$

\*Aynı sütun içindeki farklı harfler ve aynı satırdaki \* işareti 0.05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Kontrol grubunun lezzet değerlendirmesinde, depolamanın başlangıcında  $8.67 \pm 0.577$  olan değerin depolamanın sonunda  $3.00 \pm 1.000$  değerine ( $p < 0.05$ ), marine palamutta ise depolamanın başlangıcında  $8.67 \pm 0.577$  olan değerin depolamanın sonunda  $5.50 \pm 0.866$  değerine önemli oranda düştüğü bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Uygulanan t testinde, depolamanın 1. ve 4. ayında kontrol grubunun marine palamuta göre önemli oranda düşük değer aldığı saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Dondurarak depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamudun duyuşal kalite parametrelerinden tekstür değerindeki değişimler Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.7** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Tekstür Değerindeki Değişim

Aylar	Kontrol Grubu	Marine Palamut
<b>Başlangıç</b>	$8.00 \pm 0.000^c$	$8.00 \pm 0.000^b$
<b>1</b>	$7.00 \pm 0.000^b$	$8.00 \pm 0.000^b$
<b>2</b>	$7.00 \pm 0.000^b$	$7.00 \pm 0.000^a$
<b>3</b>	$7.00 \pm 0.000^b$	$6.67 \pm 0.577^a$
<b>4</b>	$5.67 \pm 0.577^{a*}$	$7.00 \pm 0.000^a$

\*Aynı sütun içindeki farklı harfler ve aynı satırdaki \* işareti 0.05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, kontrol grubunda tekstürün depolamanın 1. ayında önemli oranda azaldığı ( $p < 0.05$ ), bu aydan depolamanın sonuna kadar önemli bir farklılığın bulunmadığı ( $p > 0.05$ ) ve depolamanın 4. ayında ise önemli bir düşüş



gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Marine palamutta ise, tekstürün depolamanın 2. ayında önemli bir düşüş olduğu ( $p<0.05$ ) ve bu aydan sonra depolamanın sonuna kadar önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Uygulanan t testinde, depolamanın 4. ayında kontrol grubu ve marine palamut arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

Dondurarak depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamudun duyuşal kalite parametrelerinden genel kabul edilebilirlik değeriindeki değışimler Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.8** Dondurarak Depolama Boyunca Kontrol Grubu ve Marine Palamudun Duyusal Kalite Parametrelerinden Genel Kabul Edilebilirlik Değeriindeki Değişim

Aylar	Kontrol Grubu	Marine Palamut
Başlangıç	8.00±0.000 <sup>d</sup>	8.00±0.000 <sup>c</sup>
1	7.00±0.000 <sup>c</sup>	8.00±0.000 <sup>c</sup>
2	6.00±0.000 <sup>b</sup>	6.50±0.000 <sup>a</sup>
3	7.00±0.000 <sup>c</sup>	6.50±0.500 <sup>a</sup>
4	4.00±0.000 <sup>a*</sup>	7.00±0.000 <sup>b</sup>

\*Aynı sütun içindeki farklı harfler ve aynı satırdaki \* işareti 0.05 önem düzeyindeki farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Dondurarak depolanan kontrol grubunda, depolamanın 2. ayına kadar önemli bir düşüş saptanırken ( $p<0.05$ ), 3. ayda tekrar yükselerek 1. aydaki değeriyle benzer bulunmuş ( $p>0.05$ ) ve 4. ayda çok keskin bir düşüş meydana gelmiştir ( $p<0.05$ ). Depolamanın başlangıcında panelistlerden 8.00±0.000 puan alan marine palamutun depolamanın sonunda 7.00±0.000 puan alarak önemli bir düşüş gösterdiği bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Uygulanan t testinde, depolamanın 4. ayında marine palamutun genel kabul edilebilirlik değeri 7.00±0.00 ile kontrol grubuna göre önemli oranda daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1 Tartışma

#### 5.1.1 Besin Kompozisyonu

Balık türlerinin biyokimyasal bileşiminin tespit edilmesi, farklı teknolojik işlemlerin uygulanmasında temel öneme sahiptir (Stansby, 1967; Huss, 1988). Ayrıca, biyokimyasal bileşim hammadde kalitesi, duyuşal özelliklerin ve depolama stabilitesi bakımından önemlidir (Sikorski, 1994).

Bu çalışmada, kontrol grubunun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kül (%) içeriğı sırasıyla %55.17, %26.54, %9.11 ve %1.58 olarak bulunmuştur. Rzepka ve ark., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, palamut balığı filetolarında %26.8 ham protein ve %1.8 ham kül içeriğı ile bu çalışmada elde edilen ham protein ve kül değerlerine yakın değerler elde edildiğı, buna karşılık %66.8 nem ve %4.5 yağ ile bu çalışmada elde edilen değerlerden farklı olduğı görülmüştür. Mol ve ark., (2012) ise, bizim bulduğumuz sonuçlardan farklı olarak Ekim 2009 yılında Karadeniz Bölgesi'nde yakalanan palamutların nem içeriğini %69.19, ham protein içeriğini %20.35, lipit içeriğini %6.26 ve kül içeriğini %3.12 olarak saptamışlardır. Yine Çorapçı, (2018) adlı araştırmacının taze palamut balığı için yapmış olduğı besin kompozisyonu analizinde nem, ham protein, yağ ve ham kül için bulduğı değerlerin bizim çalışmamızda bulduğumuz değerlerden farklı olduğı görülmektedir. Tüm bu araştırma sonuçları, palamut balığının besinsel kompozisyonunda farklılıklar tespit edilebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Karakoltsidis ve ark., (1995) palamut kaslarının biyokimyasal bileşimlerinde mevsimsel değışiklikler tespit etmiştir. Yine, Mısır ve ark., (2014) Karadeniz'den avlanan palamut balığında toplam lipit düzeyindeki aylık değışimleri incelediğinde, Ağustos ve Aralık ayına kadar %4.0' dan %13.5 kadar önemli oranda yükseldiğı ve Mart ayında %8.4 düzeyine düştüğünü belirtmiştir. Araştırmacılar, aylar arasında meydana gelen bu değışimin çoğunlukla eşeyssel olgunluğa ve yakalama periyoduna bağılı olarak değışebileceğini belirtmiştir. Zaboukas ve ark., (2006) ise, palamutlardaki lipit içeriğinin eşeyssel olgunluğa ve cinsiyete göre önemli oranda değıştiğini ve protein içeriğinin ise yumurtlama döneminde değışebileceğini belirtmiştir. Altan ve Turan, (2016) palamut balıklarında saptanan farklı besin madde içeriklerinin sebebinin balığın yaşı, beslenme durumu,

avlanma mevsimi ve avlanma bölgesine göre değişebileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen besin kompozisyonundaki farklı değerlerin nedeninin yukarıda açıklanan sebeplerden kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

Marine palamudun nem (%), ham protein (%), lipit (%) ve ham kü! (%) içeriği sırasıyla %58.09, %23.63, %11.34 ve %1.75 olarak saptanmıştır. Marine palamuttaki besin kompozisyonu kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, lipit ve ham kü! içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek ( $p<0.05$ ), protein içeriğin ise kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol grubuna göre lipit ve ham kü! oranında meydana gelen bu yükselmenin marinasyon sosunda kullanılan zeytinyağı ve baharatlardan kaynaklandığı düşünölmektedir. Ham protein oranındaki azalmanın ise lipit ve kü! miktarının yüksek olmasından kaynaklanan oransal bir artış olduğu düşünölmektedir. Benzer şekilde, Rzepka ve ark., (2013) tuz ve şeker karışımı ile  $3\pm 1$  °C’ de olgunlaşmak için beklettikleri palamutların besin kompozisyonunda farklılıklar oluştuğunu bununla sebebinin soğukta olgunlaştırma esnasında tuz ve şeker karışımının balığın etine nüfuz etmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

### **5.1.2 Dondurarak Depolama Boyunca Kalite Değişimleri**

Gıdalarda lipit oksidasyonu etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan birçok teknik ve analitik protokol vardır. Primer lipitlerin oksidasyon derecesini değerlendirmek için ve ikincil oksidasyon ürünleri, nispeten kolay ve yaygın yöntemlerle analiz edilebilir. Lipit hidroperoksitleri birincil oksidasyon ürünleri olarak oluşur ve kararsızdırlar (Niki ve ark., 2005). Birincil oksidasyon ürünleri sekonder parçalara ayrılarak ikincil oksidasyon ürünleri, yani ketonlar, aldehitler, epoksitler, hidroksil bileşikleri oluşur. Ketonlar ve aldehitler, istenmeyen kokulardan sorumludur. En çok oluşan aldehit malondialdehit’tir (MDA) (Barriuso ve ark., 2013). İkincil oksidasyon ürünleri zaman içinde kısa zincirli üçüncül ürünlere ayrılmaktadır (Turner ve ark., 2006). İkincil oksidasyon ürünü olarak oluşan malonaldehitin tespitinde yaygın olarak tiyobarbitürik asit sayısı kullanılır. Bu çalışmada da, depolama boyunca lipit oksidasyonu TBA analizi ile değerlendirilmiştir.

Çalışmada, TBA değeri başlangıçta kontrol grubunda  $3.44 \pm 0.098$  mg malonaldehit/kg örnek olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Benzer şekilde, Mol ve ark., (2012), taze palamut balıklarında TBA içeriğini 3.04 mg MDA/kg ile bizim bulduğumuz değere

yakın bir değerde bulmuşlardır. Buna karşılık Rzepka ve ark., (2013), taze palamut balıklarının TBARS miktarını 0.9 mg MDA/ kg ile bizim bulduğumuz değerden daha düşük saptamışlardır (Turan ve Erkoyuncu, 2004; Yerlikaya ve Gökoğlu 2010a). Bu çalışmada, diğer araştırmacılar daha yüksek olarak bulunan TBA miktarının palamut balıklarının kuru madde ve lipit içeriğindeki farklılıklardan kaynaklanacağı düşünülmektedir. Nitekim kuru madde ve yağ içeriği gözönüne alındığında Mol ve ark., (2012)'nin palamut balıkları için bulunan TBA değeri, kuru madde bazında hesaplandığında daha yüksek bulunacağı görülecektir. Denemenin ilerleyen aylarında hiçbir muameleye tabi tutulmayan kontrol grubunun TBA miktarında dalgalanmalar görülse de, depolamanın sonunda  $6.90 \pm 0.421$  mg malonaldehit/ kg örnek düzeyi ile başlangıç değerine göre yaklaşık %50 artış gösterdiği görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Marine palamutların başlangıç TBA değerinin  $1.92 \pm 0.069$  mg malonaldehit/ kg örnek olduğu bulunmuştur. Her ne kadar gruplar arasındaki farkı saptamak amacıyla yapılan t testinde, kontrol grubu ile marine palamut arasında önemli bir fark tespit edilmesede, marine palamutun TBA değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu Çizelge 4.2'de de görülmektedir. Marine palamudun TBA değerinin dondurarak depolamanın sonunda  $3.56 \pm 0.021$  mg malonaldehit/ kg örnek düzeyine ulaşarak başlangıç değerine göre önemli bir artış gösterdiği bulunmuştur. Bu çalışmada, dondurarak depolamanın sonunda yapılan t testi ile her iki grup arasındaki TBA değerinin farklı olduğu ve marine palamutların kontrol grubuna göre daha düşük düzeyde TBA içerdiği bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Gerek marine palamutlarda gerekse kontrol grubunda görülen dondurarak depolamaya bağlı TBA düzeyindeki benzer artışlar diğer araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Turan ve Erkoyuncu, 2004; Yerlikaya ve Gökoğlu, 2010a).

Balıklarda kabul edilebilir en yüksek TBA değeri 8 mg MDA/kg olarak önerilmiştir (Schormüller, 1968). Bu çalışmada, her iki grubunda bu değerlere ulaşmadığı fakat kontrol grubunun depolamanın 4. ayında  $6.90 \pm 0.421$  mg malonadehit/ kg örnek ile bu değere yaklaştığı bulunurken, marine edilen grubun bu düzeyin çok altında kaldığı tespit edilmiştir. Marine palamutun kontrol grubuna göre daha düşük TBA içeriğinin nedeninin ise marinasyon işleminde kullanılan sos malzemesi içinde bulunan soğan, sarımsak ve limon suyunun antioksidan özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Stajner ve ark., (2006)'nin bildirdiğine göre sarımsak ve soğanın vitaminler (Brewster ve Rabinowitch, 1990), çeşitli antioksidanlar (Ide ve Itakura, 1996), sülfür içeren

bileşikler, amino asitler, proteinler (Block ve ark., 1996), lipitler ve Selenyum gibi eser elementler (Ip ve Lisk, 1996), ve flavonoidler (Hollman ve ark., 1997) gibi antioksidan özelliği gösterecek iki yüzden fazla bileşeni olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, antioksidanların gıda maddelerine eklenmesinin, Atlantik uskumrusunda oksidasyona karşı maksimum koruma sağladığı belirtilmektedir (Albertos ve ark., 2018).

Çalışmada, kontrol grubu olarak herhangi bir işlem görmemiş palamutun, yağ asitleri kompozisyonu içinde en yüksek yağ asitleri olan C18: 1n-9, C16:0 ve C22:6n-3'ün miktarları sırasıyla  $20.75 \pm 1.56$ ,  $18.11 \pm 0.21$  ve  $16.84 \pm 0.46$  olarak bulunmuştur. Mısır ve ark., (2014), Karadeniz bölgesinden avlanan palamut balıklarının aylık yağ asidi değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, palamutta başlıca yağ asitlerinin C18: 1n-9, C22:6n-3 ve C16:0, olduğu ve bunların miktarlarının aylık olarak farklılık gösterdiğini bulmuşlardır. Palamut balıklarında palmitik ve oleik doymuş ve tek doymamış yağ asitleri içinde dominat oldukları diğer araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Tanakol ve ark., 1999; Bayır ve ark., 2006). Benzer şekilde her ne kadar miktar olarak farklılık görülse de dominat yağ asitleri olarak marine palamutun C18: 1n-9, C16:0 ve C22:6n-3'ün miktarları sırasıyla  $33.36 \pm 1.30$ ,  $16.08 \pm 0.65$  ve  $14.01 \pm 0.36$  olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı  $30.77 \pm 0.40$ , toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı  $28.13 \pm 1.62$ , toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı  $29.39 \pm 0.41$ , olarak belirlenmiştir. Marine palamutun ise toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarı  $25.43 \pm 0.90$ , toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) miktarı  $38.67 \pm 1.24$ , toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) miktarı  $27.59 \pm 0.92$ , olarak belirlenmiştir. Mısır ve ark., (2014), her iki grup palamutta bizim bulduğumuz sonuçlardan farklı olarak toplam PUFA oranının aylık olarak toplam SFA ve MUFA'dan daha yüksek içerdiğini ve aylık PUFA değişiminin yüksek varyasyon gösterdiğini ( $30.6-52.9$ ) bulmuşlardır. Araştırmacılar tarafından yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen bu değişimlerin balığın boyutuna, yaşına, doğal diyetine, üreme durumlarına, balık avının coğrafi konumuna, çevre koşullarına ve özellikle su sıcaklığına bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir (Saito ve ark., 1999; Bayır ve ark., 2006; Huang ve ark., 2012).

Bu çalışmada, taze palamut balığında EPA değeri  $6.29 \pm 0.10$  (573.02 mg /100 örnek) ve DHA değeri ise  $16.84 \pm 0.46$  (1534.12 mg /100 g örnek) olarak bulunmuştur.

Bizim bulduğumuz sonuçlarla benzer bir şekilde, Mısır ve ark., (2014) PUFA içerisinde majör yağ asidinin DHA olduğunu ve bunu EPA'nın takip ederek sırasıyla %12.2–28.3 ve %5.3–12.3 arasında içerdiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, Huang ve ark., (2012) Trabzon bölgesinde yakalanan *Sarda sarda*'nın PUFA içerisinde majör yağ asidi olarak DHA'nın olduğunu belirterek bizim bulduğumuz sonuçla benzer bir sonuç elde etsede, EPA ve DHA miktarını bizim bulduğumuz değerlerden daha düşük (%8.59 ± 0.49 ile DHA ve %0.42 EPA) saptamışlardır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, uzun zincirli omega-3'ün olan DHA ve EPA'nın kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı ve bebeklerin ve çocukların büyümesine ve gelişmesine faydalı olduğunu göstermiştir (Helland ve ark., 2003; Ramakrishnan ve ark., 2010).

Diyetisyenlerin ve beslenme uzmanlarının, diyet katkıda bulunmak amacıyla belirli bir balığın bir porsiyonunun alacağı DHA ve EPA miktarları en fazla ilgilendikleri alandır (Huang ve ark., 2012). Bu çalışmada, toplam EPA+DHA miktarı kontrol grubunda 2107.14 mg /100 g örnek olarak bulunurken, depolamanın sonunda bu değer 2225.57 mg /100 g örnek olduğu belirlenmiştir. Marine palamutta ise başlangıçta toplam EPA+DHA miktarı 2183.00 mg /100 g örnek olan değer depolamanın sonunda 2450.57 mg /100 g örnek olduğu saptanmıştır. Farklı sağlık kurumları günlük n-3 PUFA ve EPA + DHA alım miktarlarını sırasıyla 0.2 – 0.45g ve 0.5 – 1.0g aralığında olması gerektiğini belirtmişlerdir (Göğüş ve Smith, 2010). Simopoulos, (2003) bir yetişkinin haftalık gereksinimi için 2000-kcal diyetinde 4550 mg EPA + DHA olması gerektiğini belirtmektedirler. Kris-Etherton ve ark., (2009) Dünya Perinatal Tıp Derneği, Erken Beslenme Akademisi ve Çocuk Sağlığı Vakfı tarafından (Koletzko ve ark., 2008) önerilen DHA miktarının, hamile ve emziren bayanlar için günlük 200 mg düzeyinde olması gerektiğini vurgulamışlardır. Lee ve Hiramatsu, (2011) çeşitli sağlık kuruluşları tarafından EPA + DHA'nın önerilen değerlerini, sağlıklı yetişkinler için günlük 0.5g ve koroner kalp hastalıkları olan hastalarda ise günlük 1.0g belirtmiştir. Bu değerlendirmelere göre, bu çalışmada elde edilen EPA, DHA ve EPA+DHA miktarlarının bu miktarları fazlası ile karşıladığı görülmektedir (Çizelge 4.3).

Huang ve ark., (2012) Karadenizde avlanan balıkların yağ asidi kompozisyonlarından DHA ve EPA içeriği ve omega-3 / omega-6 yağ asitleri oranı açısından karşılaştırmak ve sıralamak için 3 bileşene sahip bir puanlama sistemi geliştirmiştir: (1) DHA artı

EPA'nın lipit fraksiyonu; (2) 100g taze dokuda mutlak DHA ve EPA miktarı ve (3) tüm yağ asitlerini dikkate alarak omega - 3 / omega - 6 oranıdır. Araştırmacı tarafından bu 3 bileşenin her birine 1 ile 3 arasında bir puan verilmiştir. Örneğin, DHA artı EPA'nın yüzdesiyle ilgili olarak, DHA artı EPA yüzdesi %30'u aşarsa 3 puan, DHA artı EPA toplamı %15 ila %30 aralığında ise 2 puan, DHA artı EPA toplamı %15'ten azsa 1 puan olarak değerlendirilmiştir. n-3 / n- 6 oranı ile ilgili olarak, 5.0'dan büyükse 3 puan, 1.0-5.0 aralığında ise 2 puan ve bu oranın altındaysa 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre, bu çalışmada kontrol grubunun ve marine palamutun depolamanın başlangıcında DHA artı EPA yüzdesi %23.13 ve %23.43 ile 2 puan aldığı ve n - 3 / n- 6 oranı ile ilgili olarak kontrol grubu %5.67 ile 3 puan marine palamut ise %3.14 ile 2 puan aldığı bulunmuştur. Depolamanın sonunda ise, DHA artı EPA yüzdesi kontrol grubu ve marine palamutta sırasıyla %19.25 ve %21.61 ile 2 puan almıştır. Moreira ve ark., (2001) tarafından n-6 / n-3 oranının <1.0 olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre bu çalışmada, gerek depolamanın başlangıcında gerekse depolamanın sonunda n-6 / n-3 oranının <1.0 düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3). Sağlıklı bir beslenme diyeti için n-3/n-6 oranı 1:1-1:5 olarak bildirilmiştir (Osman ve ark., 2001). Tüm bu verilere göre, bu çalışmada gerek kontrol grubunun gerekse marine palamutun bu değerleri fazlasıyla karşıladığı görülmektedir (Çizelge 4.3).

Dondurarak depolama boyunca yağ asitlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.3'te verilmiştir. Dondurularak depolamada, kontrol grubunun başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda tekli doymamış yağ asitlerinden C18: 1n-9 ve C20: 1n-9'in ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:3n-3'in önemli oranda azaldığı saptanmıştır (p<0.05). Bu azalmanın yağ asitlerinin oksidasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmada kontrol grubu için saptanan TBA değeri de bu sonucu destekler niteliktedir. Çoklu doymamış yağ asitlerine sahip balıkların dondurularak depolama boyunca oksidasyondan kaynaklı meydana gelen azalma diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Vareltzis ve ark., 1997). Marine palamutta, başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda doymuş yağ asitlerinden C20:0 ve C24:0'in önemli oranda yükseldiği (p<0.05), tekli doymamış yağ asitlerinden C20: 1n-9'in önemli oranda yükseldiği (p<0.05) ve C22: 1n-9'in önemli oranda azaldığı (p<0.05) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C20:2, C20:3n-6 ve C20:4n-6' in önemli oranda

arttığı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu çalışmada, marine palamuttaki depolamaya bağlı yağ asitlerindeki artışın yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen azalmalardan dolayı oransal bir artış olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada, elde edilen duyusal parametrelerde görüldüğü üzere, marinasyon işleminin palamudun dondurarak depolama boyunca kalitesini geliştirdiği saptanmıştır. Herhangi bir muameleye tabi tutulmamış kontrol grubu 4. ayda tüketilemezlik aşamasına yaklaşmışken, marine palamutun hâlâ oldukça düşük değerlerde olduğu saptanmıştır. Buna marinasyon işleminde kullanılan sos içeriğinin hem antioksidan özelliğinden hem de istenmeyen koku ve tat oluşumunu baskılandığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, Yerlikaya ve Gökoğlu, (2010b) yaptıkları çalışmada palamut balığı filetoalarını yeşil çay, üzüm çekirdeği ve nar kabuğu ekstraktları ile muamele ederek dondurulduktan sonra  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de 5 ay depolanmıştır. Denemelerinin sonunda koku ve tekstür bakımından yeşil çay ekstraktı ile uygulanmış örneklerin duyusal testlerde daha bir beğeni kazandığı ve bununla birlikte balıkentinin glaze öncesi bitki ekstraktlarına daldırılması kas yapısındaki deformasyonu azalttığı sonucuna varılmıştır.

## **5.2 Sonuç**

Yapılan bu araştırma sonucunda, marine edilmiş palamutun lipit, nem içeriği ve ham kül içeriği kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Dondurarak depolama boyunca her iki grupta lipit oksidasyonun depolama boyunca arttığı fakat bu artışın marine palamutta daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre, marinasyon solüsyonunun lipit oksidasyonunun oluşmasını engellediği söylenebilir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından, dondurarak depolamada bazı yağ asitlerinde depolamaya bağlı değişim olduğu, bu değişimin kontrol grubunda yağ asitlerinin oksitlenmesinden marine palamutta ise oransal olduğu düşünülmektedir. Gerek başlangıçta gerekse depolamanın sonunda her iki grubun EPA, DHA, n-3/n-6 ve n-6/n-3 oranlarını yüksek düzeyde içerdiği bulunmuştur. Depolama boyunca kontrol grubu ve marine palamutun duyusal kalite parametrelerinden renk, koku, lezzet, tekstür ve genel kabul edilebilirlik puanlarının önemli oranda azaldığı ve fakat depolamanın sonu olan 4. ayda kontrol grubu koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik parametreleri bakımından tüketilemezlik sınırını aşarken marine palamudun tüketilemezlik aşamasına gelmediği



tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında dondurarak depolama öncesi palamut balıklarına yapılan marinasyon işleminin depolama ömrünü uzattığı, palamut balığının lipit oksidasyonunun gelişmesine engel olduğu ve duyusal özellikleri geliştirdiği tespit edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Albertos, I., Martín-Diana, A. B., Jaime, I., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., Takeoka, G., Dao, L., & Rico, D. (2018). Antioxidant effect of olive leaf powder on fresh Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) minced muscle. *Journal of Food Processing Preservation*, doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13397>.
- Altan, C. A., & Turan, H. (2016). Synergistic effect of freezing and irradiation on bonito fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Journal of Food Protection*, 79(12), 2136–2142.
- Anonim (2019). T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri, Mart 2019.
- AOAC (1990). Official methods of analysis of the AOAC, 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- AOAC (1995). Method AOAC 981.10, Official Methods of Analysis of AOAC International, 16<sup>th</sup> ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Barriuso, B., Astiasarán, I., & Ansorena, D. (2013). A review of analytical methods measuring lipid oxidation status in foods: a challenging task. *European Food Research and Technology*, doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1866-9>.
- Bayır, A., Haliloglu, H. I., Sirkecioğlu, A. N., & Aras, N. M. (2006). Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish waters. *Journal of the Science of and Food Agriculture*, 86, 163–168.
- Bligh E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, doi: <https://doi.org/10.1139/o59-099>.
- Brandt, L. A. (2001). Marinades' meat' challenges. *Prepared Foods*, 6, 28-32.
- Budzko, E. (2018). Storage and processing of mackerel -effect on lipid stability. Norwegian University of Science and Technology, Department of Biotechnology and Food Science, Master Thesis, Norway.
- Collette, B. B., & Nauen, C. E. (1983). FAO species catalogue vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, 2, 53–54.
- Çorapçı, B. (2018). Ön işlemsiz donmuş depolanan (-22± 1 °C) hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıklarının duyusal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 43(6), 1075-1090.
- De Koning, A.J., & Mol, T.H. (1991). Quantitative quality test for frozen fish: soluble protein and free fatty acid content as quality criteria for hake (*Merluccius capensis*) stored at - 18°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54, 440-58.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.

- Dyer, W.J., Fench, H. V., & Snow, J. M. (1950). Proteins in fish muscle. 1. Extraction of protein fraction in fresh fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 7(10), 585-589.
- Ergezer, H., & Gökçe, R. (2004). Kanatli Etlerinin Marinasyon Tekniği İle İşlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 227-233.
- Göğüş, A.K., & Kolsarıcı, N. (1992). Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 1243, Ankara, 261s.
- Göğüş, U., & Smith, C. (2010). n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 417-436.
- Güner, S., Dinçer, B., Alemdağ, N., Çolak, A., & Tüfekçi, M. (1998). Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the black sea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78, 337-342.
- Harris, W. S. (2007). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: A case for omega-3 index as a new risk factor. *Pharmacological Research*, 55, 217-223.
- Helland, I. B., Smith, L., Saarem, K., Saugstad, O. D., & Drevon, C. A. (2003). Maternal supplementation with very-long- chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics*, 111(1), 39-44.
- Huang, L. T., Bülbül, U., Wen, P. -C., Glew, R. H., & Ayaz, F. A. (2012). Fatty acid composition of 12 fish species from the Black Sea. *Journal of Food Science*, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02661.x>.
- Huss, H. H. (1988). Fresh fish quality and quality changes. FAO Fisheries Series, No. 29, FAO, Rome, Italy. 158pp.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31(5), 535-539.
- Kalupahana, N. S., Claycombe, K., Fletcher, S., Wortman, P., & Moustaid-Moussa, N. (2010). Eicosapentaenoic acid improves adipose tissue inflammation in part via downregulation of adipose angiotensinogen secretion. *Obesity*, 18, 71-75.
- Karakoltsidis, P. A., Zotos, A., & Constantinides, S. M. (1995). Composition of the commercially important Mediterranean fin fish, crustaceans, and molluscs. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8, 258-273.
- Koletzko, B., Lien, E., Agostoni, C., Böhles, H., Campoy, C., Cetin, I., Decsi, T., Dudenhausen, J. W., & Dupont, C. (2008). The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: Review of current knowledge and consensus recommendations. *Journal of Perinatal Medicine*, 36, 5-14.
- Koral, S., & Köse, S. (2018). The effect of using frozen raw material and different salt ratios on the quality changes of dry salted Atlantic Bonito (Lakerda) at two storage conditions. *Food and Health*, doi: 10.3153/FH18022.

- Kris-Etherton P. M., Harris W. S., & Appel L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747–2757.
- Kris-Etherton P. M., Grieger J.A., & Etherton T. D. (2009). Dietary reference intakes for DHA and EPA. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 81, 99–104
- Lee, A. H., & Hiramatsu, N. (2011). Role of n-3 series polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease prevention. *Nutrition and Dietary Supplements*, 3, 93–100.
- Lemos, A. L. S. C., Nunes, D. R. M., & Viana, A.G. (1999). Optimization of the still-marinating process of chicken parts. *Meat Science*, 52, 227-234.
- Lu, J., Borthwick, F., Hassanali, Z., Wang, Y., Mangat, R., Ruth, M., Shi, D., Jaeschke, A., & Russell, J. (2011). Chronic dietary n-3 PUFA intervention improves dyslipidaemia and subsequent cardiovascular complications in the JCR:LA-cp rat model of the metabolic syndrome. *British Journal of Nutrition*, 105, 1572–1582.
- Matsumoto, J. J. (1979). Denaturation of fish muscle proteins during frozen storage. advances in chemistry: Proteins at low temperatures, *Advances in Chemistry Series 18*, Ed.: Fennema, O., American Chemical Society, Washington DC, USA, 205–224.
- McEvoy, J. H. (2003). The might of marinades. *Prepared Foods*, 172, 49-58.
- Mısır, G. B., Tufan, B., & Köse, S. (2014). Monthly variation of total lipid and fatty acid contents of Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of Black Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, doi:10.1111/ijfs.12578.
- Mol, S., Özturan, S., & Coşansu, S. (2012). Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) stored at 4 and 12°C. *Journal of Food Quality*, 35(2), 137-143.
- Moreira, A. B., Visentanier, J. V., de Souza N. E., & Matsushita, M. (2001). Fatty acid profile and cholesterol contents of three brazilian brycon freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14, 6, 565-574.
- Niki, E., Yoshida, Y., Saito, Y., & Noguchi, N. (2005). Lipid peroxidation: mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 338(1), 668-676.
- Osman, H., Suriah, A. R., & Law, E. C. (2001). Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in malaysian waters. *Food Chemistry*, 73, 55-60
- Öksüz, A., Özeren, A., & Atlar, A. (2008). Palamut (*Sarda sarda*) Balıklarının kırmızı ve beyaz kaslarındaki bazı biyokimyasal parametrelerinin karşılaştırılması. *Journal of FisheriesSciences.com*, doi: 0.3153/jfsc.com.2008028.
- Özden, Ö. (2010). Micro, macro mineral and proximate composition of Atlantic bonito and horse mackerel: a monthly differentiation. *International Journal of Food Science and Technology*, doi:10.1111/j.1365-2621.2009.02170.x.

- Özyurt, G., Tokur, B., Özoğul, Y., Korkmaz, K., & Polat, A. (2007). İncedudaklı kefal (*Liza ramada*)’in yağ asidi kompozisyonu ve buzdolabında muhafazası (4°C) sırasında lipit oksidasyonu. *Journal of Fisheries Sciences.com*, doi: 10.3153/jfscom.2007019.
- Parks, S. S., Reynolds, A. E., & Wicker, L. (2000). Aqueous apple flavoring in breast muscle has physical, chemical and sensory properties similar to those of phosphate marinated controls. *Poultry Science*, 79, 1183-1188.
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L., & Geidel, H. (1979). Kritische betrachtungen zur Bewetenden Prufung mit skale’’ Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorichen Analyse. *LWT Food Science and Technology*, 12, 52– 61.
- Pedrosa, R., Tecelão, C., & Gil, M. M. (2014). Lipids in meat and seafood: Methods in food analysis, Ed.: Cruz, R. M. S., Khmelinskii, I., Vieira, M. C., CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 142-191.
- Ramakrishnan, U., Stein, A. D., Parra-Cabrera, S., Wang, M., Imhoff-Kunsch, B., Juarez-Marquez, S., Rivera, J., & Martorell, R. (2010). Effects of docosahexaenoic acid supplementation during pregnancy on gestational age and size at birth: randomized, double-blind, placebo-controlled trial in Mexico. *Food and Nutrition Bulletin*, 31(2), 108–116.
- Rzepka, M., Özoğul, F., Surówka, K., & Michalczyk, M. (2013). Freshness and quality attributes of cold stored Atlantic bonito (*Sarda sarda*) gravid. *International Journal of Food Science and Technology*, doi: 10.1111/ijfs.12094.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., & Konno, T. (1999). Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily Caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34, 1073–1082.
- Schormüller, J. (1968). Handbuch der lebensmittelchemie. Band III/2: Handbuch der lebensmittelchemie, Ed.: Acker, L., Bergner, K. -G., Diemair, W., Heimann, W., Kiermeier, F., Schormüller, J., Souci, S. W., Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1482–1537.
- Shenouda, S. Y. K. (1980). Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh: Advances in food research, Vol 26, Ed.: Chicheste, G. O., Mrak, E. M., Stewart, G. F., Academic Press, New York, 275-311.
- Sikorski, Z. E. (1980). Technologia żywności pochodzenia morskigo. Wydawnictwa, Naukowo-Techniczne, Warszawa, Poland, 567pp.
- Sikorski, Z. E. (1994). Seafood Proteins. Chapman & Hall, New York, 244pp.
- Simopoulos, A. P. (2003). Omega-3 Fatty Acids and Cancer. *Indoor and Built Environment*, 12(6), 405–412.
- Smith, D. (1999). Marination tender to the bottom line. *Broiler Industry*, 62 (6), 22, 24-27.
- Smith, D. P., & Acton, J.C. (2001). Marination, cooking and curing of poultry products, Chapter 15: Poultry meat processing, Ed.: Sams, A. R., CRC Pres, Boca Raton F. L., 257-279.

- Stajner, D., Milic, N., Canadanovic-Brunet, J., Kapor, A., Stajner, M., & Popovic, B.M. (2006). Exploring *Allium* species as a source of potential medicinal agents. *Wiley InterScience*, 20, 581–584.
- Stansby, M. E. (1967). Fish oils, their chemistry technology, stability, nutritional properties and uses, The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA, 440pp.
- Szymczak, M. (2011). Comparison of physicochemical and sensory changes in fresh and frozen herring (*Clupea harrengus* L.) during marinating. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 91, 68–74.
- Tan, F. J. (2002). Microbiological, physical and sensory characteristics of marinated chicken drumsticks treated with nisin, thermal treatment, tumbling and the lactoperoxidase system, Dissertation, The Ohio State University, 261p.
- Tanakol, R., Yazıcı, Z., Şener, E., & Sencer, E. (1999). Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids*, 34, 291–297.
- Tarladgis B., Watts, B. M., & Yonathan, M. (1960). Distillation method for determination of malonaldehyde in rancid food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37 (1), 44-48.
- Turan, H., & Erkoyuncu, İ. (2004). Farklı İşlemler Uygulanarak Dondurulan Palamut Balıklarında (*Sarda sarda* Bloch, 1793) Donmuş Depolama Süresince Oluşan Kalite Değişimleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 1017-1024.
- Turan, H., Kaya, Y., Erkoyuncu, İ., & Sönmez, G. (2006). Chemical and microbiological qualities of dry-salted (Lakerda) bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793). *Journal of Food Quality*, 29, 470-478.
- Turner, R., McLean, C. H., & Silvers, K. M. (2006). Are the health benefits of fish oils limited by products of oxidation? *Nutrition Research Reviews*, 19(1), 53-62.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Graviilidou, E., Papavergou, E., & Vasiliadou, S. (1997). Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmittel-ntersuchung und-Forschung*, 205, 93–96.
- Wall, R., Ross, R., Fitzgerald, G., & Stanton, C. (2010). Fatty acids from fish: The anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition Research*, 68, 280–289.
- Xargayo, M., Lagares, J., Fernandez, E., Ruiz, D., & Borell, D. (2001). Marination of fresh meats by means of spray effect: Influence of spray injection on the quality of marinated products. *Fleischwirtschaft International*, 81(2), 93-98.
- Yerlikaya, P., & Gökoğlu, N. (2010a). Inhibition effects of green tea and grape seed extracts on lipid oxidation in bonito fillets during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 252–257.
- Yerlikaya, P., & Gökoğlu, N. (2010b). Effect of previous plant extract treatment on sensory and physical properties of frozen bonito (*Sarda sarda*) fillets. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 341-349.

- Yoshida, H. O. (1980). Synopsis of biological data on bonitos of the genus *Sarda*. NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 432. *FAO Fisheries Synopsis*, 118, 1–50.
- Zaboukas, N., Miliou, H., Megalofonou, P., & Moraitou-Apostolopoulou, M. (2006). Biochemical composition of the Atlantic bonito *Sarda sarda* from the Aegean Sea (eastern Mediterranean Sea) in different stages of sexual maturity. *Journal of Fish Biology*, 69, 347–362.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Filiz SAYGUN  
Doğum Yeri SAMSUN  
Doğum Tarihi 23.08.1978  
Uyruğu  T.C.  Diğer:  
Telefon 0 537 440 21 33  
E-Posta Adresi filiz\_saygun@hotmail.com



### Eğitim Bilgileri

#### Lisans

Üniversite Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Fakülte Sinop Su Ürünleri Fakültesi  
Bölümü Su Ürünleri Mühendisliği  
Mezuniyet Yılı 25.06.1999